

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7557201号  
(P7557201)

(45)発行日 令和6年9月27日(2024.9.27)

(24)登録日 令和6年9月18日(2024.9.18)

(51)国際特許分類

F 1 6 D	3/06 (2006.01)	F 1 6 D	3/06	Z
F 1 6 D	1/02 (2006.01)	F 1 6 D	1/02	2 1 0
F 1 6 F	7/00 (2006.01)	F 1 6 F	7/00	L

請求項の数 10 (全20頁)

(21)出願番号 特願2020-215526(P2020-215526)  
 (22)出願日 令和2年12月24日(2020.12.24)  
 (65)公開番号 特開2022-101125(P2022-101125)  
 A)  
 (43)公開日 令和4年7月6日(2022.7.6)  
 審査請求日 令和5年12月20日(2023.12.20)

(73)特許権者 523207386  
 N S K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  
 弁理士法人貴和特許事務所  
 (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 松江川 宗

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 結合構造及び収縮シャフト

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

軸方向一方側の端部に第一結合部を有する、挿入部材と、  
 軸方向他方側の端部に前記第一結合部が挿入される円筒状の第二結合部を有する、被挿入部材と、

前記第二結合部の軸方向他方側の端部と前記挿入部材の外周面のうち前記第二結合部から露出した部分とを溶接固定した溶接ビード部と、を備え、

前記第一結合部は、外周面に、円周方向に関する凹凸形状の外周側凹凸部と、内径側環状凹溝と、をそれぞれ有し、

前記第二結合部は、外周面に、前記内径側環状凹溝と径方向に重なる位置に配置された外径側環状凹溝と、該外径側環状凹溝の底部に形成されたエンボス凹部と、をそれぞれ有し、かつ、内周面に、前記外周側凹凸部と凹凸係合してトルク伝達部を構成する円周方向に関する凹凸形状の内周側凹凸部と、前記エンボス凹部と整合する位置に設けられ、前記内径側環状凹溝の内側に配置されて抜け止め部を構成するエンボス凸部と、をそれぞれ有する、

結合構造。

## 【請求項2】

前記被挿入部材の軸方向に関する前記外径側環状凹溝の寸法は、前記被挿入部材の軸方向に関する前記エンボス凹部の寸法の1倍～2倍である、請求項1に記載の結合構造。

## 【請求項3】

前記内周側凹凸部を構成する内周側凸部の軸方向他方側の端面を、前記外周側凹凸部を構成する外周側凹部の軸方向他方側の端部に備えられ、軸方向一方側を向いた突き当て面に突き当たることで、前記挿入部材と前記被挿入部材との軸方向に関する位置決めが図られている、請求項 1 ~ 2 のうちのいずれか 1 項に記載の結合構造。

#### 【請求項 4】

前記外周側凹凸部は、前記内周側凹凸部に圧入されている、請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか 1 項に記載の結合構造。

#### 【請求項 5】

前記外周側凹凸部は、軸方向一方側の端部に、軸方向他方側に隣接した部分に比べて外接円直径の小さい、ガイド部を備える、請求項 4 に記載の結合構造。

10

#### 【請求項 6】

前記エンボス凸部及び前記エンボス凹部のそれぞれは、前記第二結合部の円周方向に関する複数個所に配置されている、請求項 1 ~ 5 のうちのいずれか 1 項に記載の結合構造。

#### 【請求項 7】

前記内径側環状凹溝の底面と前記エンボス凸部の先端面との間には、前記第一結合部の径方向に関する隙間が存在する、請求項 1 ~ 6 のうちのいずれか 1 項に記載の結合構造。

#### 【請求項 8】

前記内径側環状凹溝の互いに対向する内側面と前記エンボス凸部との間には、前記挿入部材の軸方向に関する隙間が存在する、請求項 1 ~ 7 のうちのいずれか 1 項に記載の結合構造。

20

#### 【請求項 9】

大径シャフトと、該大径シャフトに対しトルク伝達を可能にかつ軸方向の相対変位を可能に内嵌された小径シャフトと、前記大径シャフトの軸方向端部に結合されたジョイントシャフトと、を備えた収縮シャフトであって、

前記大径シャフトと前記ジョイントシャフトとが、請求項 1 ~ 8 のうちのいずれか 1 項に記載した結合構造により結合されており、前記大径シャフトが前記被挿入部材であり、前記ジョイントシャフトが前記挿入部材である、収縮シャフト。

#### 【請求項 10】

前記収縮シャフトは、自動車用のステアリング装置の中間シャフトを構成するものであり、自動車に衝突事故が発生し、前記収縮シャフトに軸方向に所定値以上の大きさの荷重が加わった場合にのみ、全長を収縮可能に構成されている、請求項 9 に記載の収縮シャフト。

30

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、自動車のステアリング装置などに組み込まれるトルク伝達部材を構成する、シャフトやヨークなどの結合構造に関する。また、結合構造を有し、全長を収縮可能に構成された、収縮シャフトに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

図 14 は、特開 2017-25964 号公報（特許文献 1）に記載さ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 4a、4b 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 とを備えている。

40

#### 【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 4a、4b 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

50

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】

ところで、自動車用のステアリング装置の分野では、中間シャフトなどのトルク伝達に用いるトルク伝達用シャフトを、複数のシャフトを連結して構成する場合がある。この場合、隣接配置される 1 対のシャフトを溶接により結合し、これら 1 対のシャフトの間で、トルク伝達を行えるようにすることが行われている。

#### 【0005】

また、特開 2017-25964 号公報には、自動車用のステアリング装置を構成する中間シャフトを、自動車に衝突事故が発生し、中間シャフトに軸方向の所定値以上の大きさの荷重が加わった場合にのみ全長が収縮可能となる、収縮シャフトにより構成することが開示されている。

10

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0006】

#### 【文献】特開 2017-25964 号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

近年、トルク伝達用シャフトなどのトルク伝達部材に対する信頼性の要求が高度化している。そして、複数の部材を連結して構成されるトルク伝達部材にあっては、1 対の部材同士を結合する溶接部に、ひび割れやはがれなどの欠陥が生じた場合にも、トルク伝達機能を確保することができ、かつ、1 対の部材が分離しないことが求められている。

20

#### 【0008】

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、溶接部に欠陥が生じた場合にも、トルク伝達機能を確保することができ、かつ、トルク伝達部材を構成する 1 対の部材の分離防止を図れる、結合構造と、この結合構造を備えた収縮シャフトと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】

#### 【0009】

30

本発明の結合構造は、挿入部材と、被挿入部材と、溶接ビード部とを備える。

前記挿入部材は、軸方向一方側の端部に、第一結合部を有している。前記第一結合部は、中空筒状に構成されていても良いし、中実状に構成されていても良い。

前記被挿入部材は、軸方向他方側の端部に、前記第一結合部が挿入された円筒状の第二結合部を有している。

前記溶接ビード部は、前記第二結合部の軸方向他方側の端部と前記挿入部材の外周面のうち前記第二結合部から露出した部分とを溶接固定している。

前記第一結合部は、外周面に、円周方向に関する凹凸形状の外周側凹凸部と、内径側環状凹溝と、を有している。

前記第二結合部は、外周面に、前記内径側環状凹溝と径方向に重なる位置に配置された外径側環状凹溝と、該外径側環状凹溝の底部に形成されたエンボス凹部と、をそれぞれ有し、かつ、内周面に、前記外周側凹凸部と凹凸係合してトルク伝達部を構成する円周方向に関する凹凸形状の内周側凹凸部と、前記エンボス凹部と整合する位置に設けられ、前記内径側環状凹溝の内側に配置されて抜け止め部を構成するエンボス凸部と、をそれぞれ有している。

40

#### 【0010】

本発明の結合構造の一態様では、前記被挿入部材の軸方向に関する前記外径側環状凹溝の寸法を、前記被挿入部材の軸方向に関する前記エンボス凹部の寸法の 1 倍～2 倍とすることができる。

#### 【0011】

50

本発明の結合構造の一態様では、前記内周側凹凸部を構成する内周側凸部の軸方向他方側の端面を、前記外周側凹凸部を構成する外周側凹部の軸方向他方側の端部に備えられ、軸方向一方側を向いた突き当て面に突き当てることで、前記挿入部材と前記被挿入部材との軸方向に関する位置決めを図ることができる。

【0012】

本発明の結合構造の一態様では、前記外周側凹凸部を、前記内周側凹凸部に圧入（軽圧入）することができる。

この場合には、前記外周側凹凸部を、軸方向一方側の端部に、軸方向他方側に隣接した部分に比べて外接円直径の小さい、ガイド部を備えるものとすることができる。

【0013】

本発明の結合構造の一態様では、前記エンボス凸部及び前記エンボス凹部のそれぞれを、前記第二結合部の円周方向に関して複数個所に配置することができる。

この場合には、前記エンボス凸部及び前記エンボス凹部のそれぞれを、前記第二結合部の円周方向に関して等間隔に2個所又は4個所に配置することができる。

あるいは、前記エンボス凸部及び前記エンボス凹部のそれぞれを、前記第二結合部の円周方向1個所に配置することもできる。

【0014】

本発明の結合構造の一態様では、前記内径側環状凹溝の底面と前記エンボス凸部の先端面との間に、前記第一結合部の径方向に関する隙間を存在させることができる。

さらに、前記内径側環状凹溝の互いに対向する内側面と前記エンボス凸部との間に、前記挿入部材の軸方向に関する隙間を存在させることができる。

【0015】

本発明の収縮シャフトは、大径シャフトと、該大径シャフトに対しトルク伝達を可能にかつ軸方向の相対変位を可能に内嵌された小径シャフトと、前記大径シャフトの軸方向端部に結合されたジョイントシャフトとを備える。

前記大径シャフトと前記ジョイントシャフトとは、本発明の結合構造により結合されており、前記大径シャフトは前記被挿入部材であり、前記ジョイントシャフトは前記挿入部材である。

【0016】

本発明の収縮シャフトの一態様では、前記収縮シャフトを、自動車用のステアリング装置の中間シャフトを構成するものとすることができる。

この場合に、前記収縮シャフトを、自動車に衝突事故が発生し、前記収縮シャフトに軸方向に所定値以上の大きさの荷重が加わった場合にのみ、全長を収縮可能に構成することもできる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の結合構造及び収縮シャフトによれば、溶接部に欠陥が生じた場合にも、トルク伝達機能を確保することができ、かつ、トルク伝達部材を構成する1対の部材の分離防止を図れる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、実施の形態の1例にかかる結合構造を適用した、ステアリング装置の1例を示す模式図である。

【図2】図2は、実施の形態の1例に関して、図1に示したステアリング装置から中間シャフトを取り出して示す側面図である。

【図3】図3は、実施の形態の1例を示す、中間シャフトの断面図である。

【図4】図4は、実施の形態の1例に関して、図2に示した中間シャフトを分離し、収縮シャフトを取り出して示す側面図である。

【図5】図5は、実施の形態の1例を示す、収縮シャフトの斜視図である。

【図6】図6は、実施の形態の1例を示す、収縮シャフトの断面図である。

10

20

30

40

50

【図7】図7は、実施の形態の1例に関して、図2に示した収縮シャフトを構成する、第一外筒とジョイントシャフトとの結合体を示す側面図である。

【図8】図8は、実施の形態の1例を示す、第一外筒とジョイントシャフトとの結合体の断面図である。

【図9】図9は、実施の形態の1例を示す、図8の右側部の拡大図である。

【図10】図10は、実施の形態の1例を示す、図9のA部の拡大図である。

【図11】図11は、実施の形態の1例に関して、第一外筒とジョイントシャフトとの結合工程を示す、部分断面図である。

【図12】図12は、実施の形態の1例を示す、図9のB部に相当する部分の拡大模式図である。

【図13】図13は、実施の形態の1例に関して、ジョイントシャフトを示す図であり、(A)は平面図であり、(B)は(A)のC-C線断面図であり、(C)は側面図である。

【図14】図14は、従来から知られているステアリング装置を示す部分断面側面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0019】

##### 【実施の形態の1例】

実施の形態の1例について、図1～図13を用いて説明する。

##### 【0020】

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5a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。

##### 【0021】

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5a、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。

##### 【0022】

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、該ラック軸により、1対のタイロッド7aが押し引きされる。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5a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。

##### 【0023】

##### 【中間シャフト】

中間シャフト5a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5aは、収縮シャフト9と伸縮シャフト10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5a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9を有し、かつ、運転席側である軸方向他方側に、伸縮シャフト10を有している。

##### 【0024】

##### 【収縮シャフト】

収縮シャフト9は、小径シャフトに相当する第一内軸11と、大径シャフトに相当する

10

20

30

40

50

第一外筒 12 と、ジョイントシャフト 13 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 と第一外筒 12 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 11 と第一外筒 12 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。また、第一外筒 12 とジョイントシャフト 13 とを、トルク伝達可能に、かつ、一次衝突時においても軸方向に関する相対変位が不能となるように結合している。

#### 【0025】

本例では、第一内軸 11 を、伸縮シャフト 10 から遠い、収縮シャフト 9 の軸方向一方側に配置し、ジョイントシャフト 13 を、伸縮シャフト 10 に近い、収縮シャフト 9 の軸方向他方側に配置し、第一外筒 12 を、第一内軸 11 とジョイントシャフト 13 との間に配置している。

10

#### 【0026】

##### 《第一内軸》

第一内軸 11 は、軸方向一方側に配されたヨーク部 15 と、軸方向他方側に配された軸部 16 とを有する。

#### 【0027】

ヨーク部 15 は、ステアリングギヤユニット 6a のピニオン軸 8a に接続される別のヨーク 17 と図示しない十字軸とにより、自在継手 4d を構成する。ヨーク部 15 は、軸部 16 の軸方向一方側の端部に溶接固定されている。ヨーク部 15 は、略円板状の基部 18 と、該基部 18 の外周面の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した 1 対の腕部 19 とを備えている。基部 18 の径方向中央部には、軸部 16 の軸方向一方側の端部を挿通可能な挿通孔 20 が備えられている。1 対の腕部 19 の先端側部分には、円孔 21 が互いに同軸に形成されている。自在継手 4d を組み立てた状態で、円孔 21 には、それぞれ図示しない軸受カップが内嵌され、十字軸を構成する軸が回動自在に支持される。

20

#### 【0028】

軸部 16 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。軸部 16 は、外周面に、複数（図示の例では 2 つ）の雄スプライン 22a、22b を有している。雄スプライン 22a、22b は、軸方向に離隔して配置されている。雄スプライン 22a、22b のうち、最も軸方向他方側に配置された雄スプライン 22a は、軸部 16 の軸方向他方側の端部に配置されており、最も軸方向一方側に配置された雄スプライン 22b は、軸部 16 の軸方向中間部に配置されている。

30

#### 【0029】

軸部 16 に備えられたすべての雄スプライン 22a、22b は、円周方向に関する位相が互いに一致している。雄スプライン 22a、22b のうち、最も軸方向他方側に配置された雄スプライン 22a は、残りの雄スプライン 22b よりも軸方向寸法が大きく、軸部 16 の全長のおよそ半分程度の軸方向寸法を有する。

#### 【0030】

40

軸部 16 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 23 を有する。このため、雄スプライン 22a の軸方向他方側部は、軸部 16 のうちで、中心孔 23 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。

#### 【0031】

軸部 16 は、雄スプライン 22b の軸方向両側に、ヒューズ部 24a、24b を有する。ヒューズ部 24a、24b のそれぞれは、軸部 16 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 24a、24b のそれぞれは、略円筒面状の外周面を有しており、雄スプライン 22a、22b の歯底円直径よりも小径である。ヒューズ部 24a、24b のそれぞれの軸方向寸法は、互いに同じである。

#### 【0032】

50

### 《第一外筒》

第一外筒 12 は、被挿入部材に相当し、金属製で、全体が中空円筒状に構成されている。第一外筒 12 は、後述する溶接ビード部 52 によって、ジョイントシャフト 13 と溶接固定される。このため、図 9 に示すように、溶接ビード部 52 の溶接品質の確保及び溶接欠陥の回避のために、第一外筒 12 の板厚  $T_{12}$  と、ジョイントシャフト 13 (円筒部 33) の板厚  $t_{13}$  とを同程度とするか、又は、第一外筒 12 の板厚  $T_{12}$  とジョイントシャフト 13 の板厚  $t_{13}$  とのうち、厚さの大きい板厚  $T_{12}$  (又は  $t_{13}$ ) を、厚さの小さい板厚  $t_{13}$  (又は  $T_{12}$ ) の 2 倍以下に規制している。図示の例では、第一外筒 12 の板厚  $T_{12}$  と、ジョイントシャフト 13 の板厚  $t_{13}$  とをほぼ同じとしている ( $T_{12} = t_{13}$ )。

10

### 【0033】

第一外筒 12 は、軸方向一方側から順に、小径筒部 25 と、円すい筒部 26 と、第二結合部に相当する大径筒部 27 を有する。

### 【0034】

小径筒部 25 は、円筒状で、第一外筒 12 の軸方向一方側の半部に備えられている。小径筒部 25 は、素材の外周面にしごき加工を施してなり、軸方向他方側に配置された円すい筒部 26 及び大径筒部 27 よりも小径に構成されている。図 8 に示すように、小径筒部 25 は、内周面の軸方向の全長にわたり、雌スプライン 28 を備えている。雌スプライン 28 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。

20

### 【0035】

図 4 及び図 6 に示すように、収縮シャフト 9 の組立状態では、軸部 16 の軸方向他方側部を、第一外筒 12 の軸方向一方側に位置する小径筒部 25 に挿入する。そして、軸部 16 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 22a のみを、小径筒部 25 の内周面に備えられた雌スプライン 28 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 11 と第一外筒 12 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 22a を雌スプライン 28 に圧入嵌合する。本例では、圧入力が 1 kN ~ 4 kN 程度となる軽圧入の状態で、雄スプライン 22a を雌スプライン 28 にスプライン嵌合している。

30

### 【0036】

これにより、第一内軸 11 と第一外筒 12 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 9 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 9 が収縮する際には、衝突によるエネルギーを吸収する。

### 【0037】

本例では、収縮シャフト 9 の組立状態において、軸部 16 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 22a の全部を第一外筒 12 の内周面に備えられた雌スプライン 28 にスプライン嵌合している。これにより、図 6 に示すように、定常状態における、雄スプライン 22a と雌スプライン 28 との有効嵌合長  $L_x$  を、ヒューズ部 24a、24b のそれぞれの軸方向寸法  $L_a$  よりも長く設定している。

40

### 【0038】

また、定常状態において、軸部 16 に備えられたヒューズ部 24a、24b のそれぞれを、第一外筒 12 から露出させている。

### 【0039】

円すい筒部 26 は、略円すい筒状に構成されており、小径筒部 25 の軸方向他方側に配置されている。円すい筒部 26 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。円すい筒部 26 は、大径筒部 27 の軸方向一方側の端部に

50

つながっている。

【0040】

大径筒部27は、円筒状に構成されており、第一外筒12の軸方向他方側の半部に備えられている。大径筒部27は、軸方向一方側に配置された円すい筒部26及び小径筒部25よりも大径に構成されている。大径筒部27は、内周面の軸方向他方側部に、内周側凹凸部に相当する、円周方向に関する凹凸形状の雌セレーション29を備えている。

【0041】

大径筒部27は、外周面の軸方向中間部に、全周にわたり径方向に凹んだ外径側環状凹溝30を有する。外径側環状凹溝30は、径方向外側に向かうほど軸方向寸法が大きくなつた台形状の断面形状を有している。このため、外径側環状凹溝30の底面(内面)は、軸方向中間部に配置された平坦面状の平坦底面と、該平坦底面の軸方向両側に配置された1対の傾斜底面とからなる。外径側環状凹溝30(の開口部及び底面)の軸方向寸法W<sub>30</sub>及び外径側環状凹溝30深さ寸法は、円周方向にわたりそれぞれ一定である。外径側環状凹溝30は、大径筒部27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。外径側環状凹溝の断面形状は、台形状に限らず、断面矩形状などを採用することができる。外径側環状凹溝の断面形状を矩形状とした場合には、外径側環状凹溝の内面は、平坦面状の底面と、軸方向に對向する1対の内側面とから構成される。

10

【0042】

前述したように、溶接ビード部52の溶接品質の確保及び溶接欠陥の回避の観点から、第一外筒12の板厚T<sub>12</sub>を十分に薄くすることは困難である。このため、このままでは、大径筒部27に、後述するようなエンボス加工(かしめ加工)を行い、大径筒部27の内周面に、形状精度の高いエンボス凸部32を形成することは難しい。そこで、本例では、大径筒部27の外周面に外径側環状凹溝30を形成し、外径側環状凹溝30を形成した部分における板厚T<sub>30</sub>を、第一外筒12の板厚T<sub>12</sub>よりも小さくしている(T<sub>30</sub> < T<sub>12</sub>)。なお、本例では、第一外筒12の板厚T<sub>12</sub>を、3mm程度とし、外径側環状凹溝30の深さ寸法を0.5mm~1mm程度とすることで、外径側環状凹溝30を形成した部分における板厚T<sub>30</sub>を、2mm~2.5mm程度としている。これにより、溶接ビード部52の溶接品質の確保及び溶接欠陥の回避を実現しつつ、大径筒部27の内周面に形状精度の高いエンボス凸部32を形成可能としている。

20

【0043】

大径筒部27は、外周面のうち、外径側環状凹溝30の底部に、複数の凹状のエンボス凹部31を備えている。エンボス凹部31は、略円筒形状を有し、円形状の断面形状を有している。エンボス凹部31は、外径側環状凹溝30の底面にのみ開口している。図示の例では、エンボス凹部31は、外径側環状凹溝30の底面のうち、平坦底面に開口している。エンボス凹部31の軸方向寸法(直径寸法)W<sub>31</sub>は、外径側環状凹溝30の開口部の軸方向寸法W<sub>30</sub>の1/2倍~1倍である。したがって、外径側環状凹溝30の開口部の軸方向寸法W<sub>30</sub>は、エンボス凹部31の軸方向寸法W<sub>31</sub>の1倍~2倍である。図示の例では、外径側環状凹溝30の軸方向寸法W<sub>30</sub>は、エンボス凹部31の軸方向寸法W<sub>31</sub>の2倍である。また、エンボス凹部31の軸方向寸法W<sub>31</sub>は、外径側環状凹溝30の底面を構成する平坦底面の軸方向寸法と同じである。ただし、エンボス凹部31の軸方向寸法W<sub>31</sub>を、外径側環状凹溝30の平坦底面の軸方向寸法よりも大きくし、エンボス凹部31を、平坦底面及び傾斜底面のそれぞれに開口させることもできる。あるいは、エンボス凹部31の軸方向寸法W<sub>31</sub>を、外径側環状凹溝30の平坦底面の軸方向寸法よりも小さくすることもできる。

30

【0044】

大径筒部27は、内周面に、複数の凸状のエンボス凸部32を備えている。エンボス凸部32は、エンボス凹部31と整合する位置、すなわち、大径筒部27の径方向に関してエンボス凹部31の反対側に備えられている。エンボス凸部32は、略円柱形状を有している。エンボス凹部31及びエンボス凸部32のそれぞれは、後述するように、ジョイントシャフト13の円筒部33を、大径筒部27の内側に挿入した後に形成する。

40

50

## 【0045】

エンボス凹部31及びエンボス凸部32のそれぞれは、大径筒部27の円周方向に関して等間隔に配置されている。エンボス凹部31及びエンボス凸部32のそれぞれは、たとえば、円周方向に関する位相を90度ずつずらして4個所に設けても良いし、円周方向に関する位相を180度ずらして、大径筒部27の径方向反対側の2個所にのみ設けることもできる。

## 【0046】

本例では、大径筒部27の内周面に、次のようにしてエンボス凸部32を形成する。すなわち、円柱形状を有する工具（ピン）の先端部によって、大径筒部27の外周面の円周方向複数個所を径方向内方に向けて押圧し、当該部分を半せん断（半抜き）する。これにより、大径筒部27の外周面のうち外径側環状凹溝30の底部に、略円筒状のエンボス凹部31を形成し、かつ、大径筒部27の内周面の円周方向複数個所を径方向内方に突出させて、略円柱状のエンボス凸部32を形成する。要するに、大径筒部27に対してエンボス加工を施すことで、大径筒部27の外周面にエンボス凹部31を形成し、エンボス凹部31の形成により押し出された材料を大径筒部27の内周面から径方向内方に突出させて、エンボス凸部32を形成する。エンボス凸部32を形成する際には、大径筒部27の径方向反対側に1対の工具を配置し、1対の工具の先端部を互いに近づけるように移動させることで、2つのエンボス凸部32（エンボス凹部31）を同時に形成することもできる。エンボス凹部31は、大径筒部27の板厚よりも小さい深さ寸法を有し、かつ、工具の先端部の外面形状に合致した内面形状を有する。また、エンボス凸部32は、エンボス凹部31の深さ寸法とほぼ同じ高さ寸法を有する。なお、本例では、エンボス凹部31の深さ寸法（エンボス凸部32の高さ寸法）が、0.5mm～3mmであり、エンボス凹部31の直径寸法（エンボス凸部32の直径寸法）が2mm～2.5mm程度である。

10

20

30

40

## 【0047】

## 《ジョイントシャフト》

ジョイントシャフト13は、挿入部材に相当し、金属製で、全体が略円筒状に構成されている。ジョイントシャフト13は、軸方向一方側部に、第一結合部に相当する円筒部33を有している。

## 【0048】

円筒部33の外周面には、外周側凹凸部に相当する、円周方向に関する凹凸形状の雄セレーション34と、雄セレーション34の軸方向中間部を円周方向に横切るように配置された、内径側環状凹溝35とを有する。別の言い方をすれば、円筒部33の外周面には、内径側環状凹溝35を挟んで軸方向両側に、雄セレーション34が備えられている。

## 【0049】

内径側環状凹溝35は、円筒部33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。内径側環状凹溝35の底面36の外径は、雄セレーション34の歯底円直径よりも小さい。内径側環状凹溝35は、台形状の断面形状を有している。図示の例では、内径側環状凹溝35の開口部の軸方向寸法は、第一外筒12に備えられた外径側環状凹溝30の開口部の軸方向寸法W30よりも大きい。ただし、内径側環状凹溝の開口部の軸方向寸法は、エンボス凸部の直径寸法（軸方向寸法）よりも大きければ足り、外径側環状凹溝の開口部の軸方向寸法よりも小さくすることもできる。

## 【0050】

円筒部33の挿入方向前方側に位置する、雄セレーション34の軸方向一方側の端部には、軸方向他方側に隣接した部分に比べて外接円直径（歯先円直径）の小さい、ガイド部37を有する。

## 【0051】

ジョイントシャフト13は、内周面の軸方向中間部に、円筒面状の内周面を有する中径孔部38を有しており、内周面の軸方向一方側の端部に、中径孔部38よりも内径の大きい、円筒面状の内周面を有する大径孔部39を有している。このため、内径側環状凹溝35の軸方向両側に配置された1対の雄セレーション34のうち、軸方向一方側に配置され

50

た雄セレーション34は、軸方向他方側に配置された雄セレーション34よりも、薄肉部に形成されている。中径孔部38の内径は、第一内軸11を構成する雄スプライン22aの外接円直径よりもわずかに大きい。これにより、収縮シャフト9の収縮時に、中径孔部38の内側に、雄スプライン22aを挿入可能としている。

#### 【0052】

ジョイントシャフト13は、中径孔部38の軸方向他方側に位置する、内周面の軸方向他方側の半部に、雌セレーション40を有している。雌セレーション40の歯底円直径は、中径孔部38の内径よりも小さい。

#### 【0053】

ジョイントシャフト13は、軸方向他方側の半部に、軸方向に伸長したスリット41を有しており、該スリット41の円周方向両側に、径方向外側に向けて張り出した1対の鍔部42を有している。1対の鍔部42のうち、一方の鍔部42には、ねじ孔43が備えられており、他方の鍔部42には、通孔が備えられている。ねじ孔43と通孔とは、互いに同軸上に配置されている。なお、図示の例では、ジョイントシャフト13の内側を、水分等の異物が通過するのを防止するために、中径孔部38にキャップ44を内嵌している。

10

#### 【0054】

##### 《外筒とジョイントシャフトとの結合構造》

本例では、図11に示すように、ジョイントシャフト13の円筒部33を、第一外筒12の大径筒部27の内側に挿入することで、雄セレーション34を雌セレーション29に圧入（軽圧入）し、雄セレーション34と雌セレーション29とをセレーション係合（凹凸係合）させている。そして、雄セレーション34と雌セレーション29とにより、トルク伝達部45を構成している。

20

#### 【0055】

本例では、大径筒部27の軸方向他方側の端部が雄セレーション34の軸方向他方側の端部に突き当たるまで、ジョイントシャフト13の円筒部33を大径筒部27の内側に挿入している。具体的には、図12に示すように、大径筒部27の内周面に備えられた雌セレーション29を構成するセレーション歯46の軸方向他方側の端部が、雄セレーション34を構成するセレーション溝47の軸方向他方側の端部に位置する、軸方向一方側を向いた突き当面48に突き当たるまで、円筒部33を大径筒部27の内側に挿入している。これにより、第一外筒12に対するジョイントシャフト13の軸方向に関する位置決めを図っている。なお、セレーション歯46が、内周側凸部に相当し、セレーション溝47が、外周側凹部に相当する。本例では、円筒部33の挿入方向前方側に位置する、雄セレーション34の軸方向一方側の端部に、ガイド部37を備えているため、円筒部33の挿入作業の作業性の向上を図れる。

30

#### 【0056】

また、ジョイントシャフト13の円筒部33を第一外筒12の大径筒部27の内側に挿入し、第一外筒12に対するジョイントシャフト13の軸方向の位置決めを図った状態で、円筒部33の外周面に備えられた内径側環状凹溝35と、大径筒部27の外周面に備えられた外径側環状凹溝30とは、径方向に重なる（重畠する）位置に配置される。より具体的には、外径側環状凹溝30を、軸方向に関して、内径側環状凹溝35の内側に配置する。そして、この状態で、大径筒部27に対してエンボス加工を施す。エンボス加工を施す際には、エンボス加工に使用する工具の軸方向に関する位置決めを、たとえば、ジョイントシャフト13の軸方向他方側の端面を基準にして行う。なお、工具の軸方向に関する位置決めは、ジョイントシャフト13の軸方向他方側の端面に限らず、第一外筒12の軸方向一方側の端面など、その他の部分を採用することもできる。

40

#### 【0057】

エンボス加工によって、大径筒部27の外周面のうち、外径側環状凹溝30の底面に、複数のエンボス凹部31を形成し、かつ、大径筒部27の内周面に、複数のエンボス凸部32を形成する。そして、エンボス凸部32を、内径側環状凹溝35の内側に配置する。これにより、エンボス凸部32と内径側環状凹溝35とにより、抜け止め部49を構成す

50

る。

【 0 0 5 8 】

エンボス凸部 3 2 を、内径側環状凹溝 3 5 の内側に配置した状態で、エンボス凸部 3 2 の先端面 5 0 と内径側環状凹溝 3 5 の底面 3 6 との間には、径方向隙間を存在させている。また、エンボス凸部 3 2 と、内径側環状凹溝 3 5 の互いに対向する内側面 5 1 との間には、軸方向隙間を存在させている。

【 0 0 5 9 】

本例では、前述のように、小径の工具（ピン）により被加工部を押圧し、当該部分を半せん断するエンボス加工により、大径筒部 2 7 の内周面に略円柱状のエンボス凸部 3 2 を形成している。このため、大径筒部 2 7 のうちで工具により押圧される部分以外の部分に塑性変形を生じにくくできて、大径筒部 2 7 の外周面の真円度が低下することを防止できる。さらに、本例では、大径筒部 2 7 の外周面に外径側環状凹溝 3 0 を形成して、外径側環状凹溝 3 0 を形成した部分の板厚を小さくし、かつ、外径側環状凹溝 3 0 底部（平坦底面）を工具によって径方向内方に向けて押圧することで、エンボス凸部 3 2 を形成しているため、エンボス凸部 3 2 を形成するのに必要なプレス荷重を低く抑えることができる。また、エンボス加工を行う際に、第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 との間には、後述する溶接ビード部 5 2 はいまだ形成していないが、雄セレーション 3 4 を雌セレーション 2 9 に圧入しているため、第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 との同軸度を確保できるとともに、第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 とががたつくことも防止できる。さらに、内径側環状凹溝 3 5 の底面 3 6 とエンボス凸部 3 2 の先端面 5 0 との間に径方向隙間を存在させるとともに、内径側環状凹溝 3 5 の互いに対向する内側面 5 1 とエンボス凸部 3 2 との間に軸方向隙間を存在させているため、エンボス凸部 3 2 を形成することに起因して、大径筒部 2 7 の外周面の真円度が低下することを防止できる。

【 0 0 6 0 】

さらに本例では、ジョイントシャフト 1 3 の外周面のうち大径筒部 2 7 から露出した部分と、大径筒部 2 7 の軸方向他方側の端面との間を、溶接ビード部 5 2 により全周にわたり溶接固定している。溶接ビード部 5 2 は、たとえば略四分の一円形状、略三角形状又は略四角形状などの断面形状を有しており、大径筒部 2 7 の外径と同じか又は大径筒部 2 7 の外径よりも小さい外径を有している。

【 0 0 6 1 】

なお、本例では、ジョイントシャフト 1 3 の円筒部 3 3 を第一外筒 1 2 の大径筒部 2 7 の内側に挿入し、大径筒部 2 7 の内周面の円周方向複数個所にエンボス凸部 3 2 を形成した後、該エンボス凸部 3 2 から軸方向に離隔した、ジョイントシャフト 1 3 の外周面と大径筒部 2 7 の軸方向他方側の端面との間に、溶接ビード部 5 2 を形成している。これにより、溶接ビード部 5 2 を形成する際の溶接熱の影響が、エンボス凸部 3 2 にまで伝わることを防止している。さらに、雄セレーション 3 4 を雌セレーション 2 9 に圧入しているため、溶接ビード部 5 2 を形成する際に、第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 との同軸度を確保できるとともに、第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 とががたつくことも防止できる。

【 0 0 6 2 】

《伸縮シャフト》

伸縮シャフト 1 0 は、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 1 0 は、第二外筒 5 3 と、第二内軸 5 4 と、複数個のボール 5 5 と、複数本のローラ 5 6 と、複数枚の板ばね 5 7 とを備える。

【 0 0 6 3 】

本例の中間シャフト 5 a においては、第二外筒 5 3 を、収縮シャフト 9 に近い、伸縮シャフト 1 0 の軸方向一方側に配置し、第二内軸 5 4 を、収縮シャフト 9 から遠い、伸縮シャフト 1 0 の軸方向他方側に配置している。

【 0 0 6 4 】

《第二外筒》

10

20

30

40

50

第二外筒 5 3 は、たとえば冷間鍛造品であり、図 3 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 5 8 と、該雄軸部 5 8 の軸方向他方側に隣接配置された有底円筒状の雌筒部 5 9 とを一体に備えている。雄軸部 5 8 と雌筒部 5 9 とは、同軸上に配置されている。雄軸部 5 8 の外径は、雌筒部 5 9 の外径よりも小さく、雄軸部 5 8 の軸方向長さは、雌筒部 5 9 の軸方向長さよりも十分に短い。

【 0 0 6 5 】

雄軸部 5 8 は、収縮シャフト 9 を構成するジョイントシャフト 1 3 に連結する部分であり、外周面の軸方向中間部に、雄セレーション 6 0 を有する。雄軸部 5 8 の外周面の円周方向一箇所には、雄セレーション 6 0 を周方向に横切るように形成された周方向凹溝 6 1 が備えられている。

10

【 0 0 6 6 】

雌筒部 5 9 は、第二内軸 5 4 をスライド可能に挿入する部分である。雌筒部 5 9 は、内周面に、それぞれが軸方向に伸長した第一雌側溝 6 2 と第二雌側溝 6 3 とを円周方向に交互に有する。第一雌側溝 6 2 及び第二雌側溝 6 3 のそれぞれは、凹円弧形の断面形状を有する。

【 0 0 6 7 】

《 第二内軸 》

第二内軸 5 4 は、全長にわたり中実状に構成されている。第二内軸 5 4 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 6 4 と第二雄側溝 6 5 とを円周方向に関して交互に有する。第一雄側溝 6 4 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 6 5 は、凹円弧形状の断面形状を有している。また、第二内軸 5 4 の軸方向一方側の端部外周面には、円輪状のストップ 6 6 が係止されている。これにより、第一雄側溝 6 4 の内側に配置されるボール 5 5 及び第二雄側溝 6 5 の内側に配置されるローラ 5 6 が、これら第一雄側溝 6 4 及び第二雄側溝 6 5 から軸方向一方側に抜け出することを防止している。また、第二内軸 5 4 の軸方向他方側の端部には、第二内軸 5 4 とは別体のヨーク 6 7 が溶接により固定されている。ヨーク 6 7 は、ステアリングシャフト 2 a の前端部に接続される別のヨーク 6 8 及び図示しない十字軸とともに、自在継手 4 c を構成する。

20

【 0 0 6 8 】

第二内軸 5 4 を第二外筒 5 3 の内側に挿入する際には、第一雄側溝 6 4 と第一雌側溝 6 2 との円周方向の位相を一致させ、かつ、第二雄側溝 6 5 と第二雌側溝 6 3 の円周方向の位相を一致させる。そして、第一雄側溝 6 4 と第一雌側溝 6 2 との間に、複数個のボール 5 5 を配置する。さらに、第一雄側溝 6 4 と複数個のボール 5 5 との間に板ばね 5 7 を配置し、これら複数個のボール 5 5 に予圧を付与する。また、第二雄側溝 6 5 と第二雌側溝 6 3 との間に、それぞれ 1 本ずつローラ 5 6 を配置する。

30

【 0 0 6 9 】

上述のような伸縮シャフト 1 0 は、第二内軸 5 4 と第二外筒 5 3 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 1 0 は、低トルクの伝達時には、複数個のボール 5 5 と板ばね 5 7 とが、第二内軸 5 4 と第二外筒 5 3 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 5 6 が伝達する。また、第二内軸 5 4 と第二外筒 5 3 とが軸方向に相対変位する際には、複数個のボール 5 5 は、第一雄側溝 6 4 と第一雌側溝 6 2 との間で転動し、複数本のローラ 5 6 は、第二雄側溝 6 5 と第二雌側溝 6 3 との間で滑り摺動する。また、板ばね 5 7 の弾力により、複数個のボール 5 5 が第一雌側溝 6 2 の内面に押し付けられているため、第二内軸 5 4 と第二外筒 5 3 とのがたつきが防止される。

40

【 0 0 7 0 】

収縮シャフト 9 と伸縮シャフト 1 0 とを軸方向に連結する際には、収縮シャフト 9 を構成するジョイントシャフト 1 3 の内側に、伸縮シャフト 1 0 を構成する第二外筒 5 3 の雄軸部 5 8 を挿入する。そして、ジョイントシャフト 1 3 の内周面に備えられた雌セレーション 4 0 に対して、雄軸部 5 8 の外周面に備えられた雄セレーション 6 0 を、トルク伝達

50

可能にセレーション係合させる。これにより、ジョイントシャフト 13 と第二外筒 53 との相対回転を防止する。また、雄軸部 58 の外周面に備えられた周方向凹溝 61 の内側に、ジョイントシャフト 13 のねじ孔 43 に螺合した締付ボルト 69 の中間部を進入させて、周方向凹溝 61 と締付ボルト 69 とをキー係合させる。これにより、ジョイントシャフト 13 と第二外筒 53 とが軸方向に相対移動することを防止する。また、締付ボルト 69 の螺合量を増やすことで、ジョイントシャフト 13 のスリット 41 の幅寸法を小さくし、ジョイントシャフト 13 を縮径する。そして、ジョイントシャフト 13 の内周面により雄軸部 58 の外周面を強く締め付ける。これにより、収縮シャフト 9 と伸縮シャフト 10 とをトルク伝達可能に連結する。

#### 【0071】

10

本例のステアリング装置は、定常状態では、伸縮シャフト 10 を構成する第二外筒 53 と第二内軸 54 とが軸方向に相対変位することで、中間シャフト 5a 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などには、収縮シャフト 9 及び伸縮シャフト 10 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。

#### 【0072】

20

以上のような構成を有する本例では、トルク伝達用シャフトである中間シャフト 5a を構成する 1 対のシャフトである、第一外筒 12 とジョイントシャフト 13 との結合部に関して、これら第一外筒 12 とジョイントシャフト 13 とを結合する溶接ビード部 52 に欠陥が生じた場合にも、トルク伝達機能を確保することができ、かつ、第一外筒 12 とジョイントシャフト 13 との分離防止を図れる。

#### 【0073】

すなわち、溶接ビード部 52 に欠陥が生じた場合にも、ジョイントシャフト 13 の雄セレーション 34 と、第一外筒 12 の雌セレーション 29 とを凹凸係合（セレーション係合）させてなるトルク伝達部 45 により、ジョイントシャフト 13 と第一外筒 12 との間でトルクを伝達することができる。さらに、第一外筒 12 の大径筒部 27 の内周面に形成したエンボス凸部 32 を、ジョイントシャフト 13 に備えられた内径側環状凹溝 35 の内側に配置してなる抜け止め部 49 により、ジョイントシャフト 13 が第一外筒 12 から軸方向に抜け出ることを防止できる。

30

#### 【0074】

また、第一外筒 12 の大径筒部 27 の板厚  $T_{12}$  と、ジョイントシャフト 13 の円筒部 33 の板厚  $t_{13}$  とを同程度とするか、又は、第一外筒 12 の板厚  $T_{12}$  とジョイントシャフト 13 の板厚  $t_{13}$  とのうち、厚さの大きい板厚  $T_{12}$ （又は  $t_{13}$ ）を、厚さの小さい板厚  $t_{13}$ （又は  $T_{12}$ ）の 2 倍以下に規制している。このため、溶接ビード部 52 の溶接品質の確保及び溶接欠陥の回避を図ることができる。さらに本例では、板厚  $t_{13}$  の大きい大径筒部 27 に対してそのままエンボス加工を施すのではなく、大径筒部 27 の外周面に外径側環状凹溝 30 を形成し、この外径側環状凹溝 30 の底面に対してエンボス加工を施すことで、大径筒部 27 の内周面にエンボス凸部 32 を形成している。このため、溶接ビード部 52 の溶接品質の確保及び溶接欠陥の回避と、エンボス凸部 32 の形状精度の確保との両立を図ることができる。

40

#### 【0075】

また、本例では、エンボス加工を施す際に、エンボス加工に使用する工具の軸方向に関する位置決めを、ジョイントシャフト 13 の軸方向他方側の端面を基準にして行っている。このため、エンボス凹部 31 が、外径側環状凹溝 30 の内側（底部）に形成されているか否かを確認することで、第一外筒 12 に対するジョイントシャフト 13 の軸方向の位置決めが正しく行われているか確認することができ、かつ、エンボス凸部 32 が、内径側環状凹溝 35 の内側に配置されているか確認することもできる。したがって、第一外筒 12 とジョイントシャフト 13 との結合部の品質管理を、目視により行うことができる。また、カメラなどをを利用して、品質検査を自動で行うことも可能になる。

50

## 【0076】

また、抜け止め部49を、溶接ビード部52から軸方向に離隔して配置している。このため、溶接ビード部52を形成する際の溶接熱が、抜け止め部49にまで伝わることを有効に防止できる。このため、溶接ビード部52を形成することに起因して、抜け止め機能が損なわれることを有効に防止できる。

## 【0077】

また、抜け止め部49を構成するエンボス凸部32を、大径筒部27の内周面に、小径の工具を用いたエンボス加工により形成するため、大径筒部27の外周面の真円度が低下することを防止できる。さらに本例では、エンボス凸部32と内径側環状凹溝35との間に、径方向隙間及び軸方向隙間を存在させているため、この面からも、大径筒部27の外周面の真円度が低下することを防止できる。

10

## 【0078】

また、第一内軸11を構成する軸部16の外周面に、円周方向に関する位相が互いに一致した雄スプライン22a、22bを断続的に備えている。さらに、定常状態における、雄スプライン22aと雌スプライン28との有効嵌合長Lxを、ヒューズ部24a、24bのそれぞれの軸方向寸法Laよりも長く設定している。このため、衝突事故が発生し、収縮シャフト9が収縮した場合においても、雌スプライン28に対し、少なくとも1つの雄スプライン22a、22bをスプライン係合させることができる。したがって、収縮シャフト9が収縮した状態で、第一内軸11と第一外筒12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1aの操作が操舵輪に伝わらなくなることを防止できる。なお、収縮シャフト9を完全に収縮した状態では、雄スプライン22aは、大径筒部27及びジョイントシャフト13の内側に配置される。

20

## 【0079】

また、ヒューズ部24a、24bのそれぞれを、定常状態において、第一外筒12から露出させるとともに、雄スプライン22a、22bの歯底円直径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24a、24bの少なくとも1つ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。

30

## 【0080】

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。

## 【0081】

本発明を実施する場合に、挿入部材の外周面に設ける外周側凹凸部については、実施の形態で説明した雄セレーションに限定されず、雄スプラインでも良いし、外周面の円周方向1個所ないし複数個所に凹溝(キー溝)又は突条を備えた構成とすることもできる。また、外周側凹凸部の断面形状を、多角形状や花びら形状とすることもできる。同様に、被挿入部材の内周面に設ける内周側凹凸部についても、実施の形態で説明した雌セレーションに限定されず、雌スプラインでも良いし、内周面の円周方向1個所ないし複数個所に凹溝(キー溝)又は突条を備えた構成とすることもできる。また、内周側凹凸部の断面形状を、多角形状や花びら形状とすることもできる。

40

## 【0082】

本発明を実施する場合に、挿入部材及び被挿入部材は、実施の形態で説明したシャフトに限定されず、ヨークやその他の部材を採用することができる。このため、本発明の結合構造を、たとえば、ヨークとシャフトとの結合部に採用することもできる。また、本発明を実施する場合に、被挿入部材に対する挿入部材の軸方向に関する位置決めは、内周側凹凸部を構成する内周側凸部の端面を、外周側凹凸部に備えられた突き当て面に突き当てる構成に限らず、その他の構成を採用することもできる。

## 【0083】

また、本発明を実施する場合に、エンボス凸部及びエンボス凹部の数及び形状、並びに

50

、内径側環状凹溝及び外径側環状凹溝の形状については、実施の形態で説明した構造に限  
定されず、挿入部材と被挿入部材との抜け止め機能が図れる限りにおいて変更が可能であ  
る。

## 【符号の説明】

## 【0084】

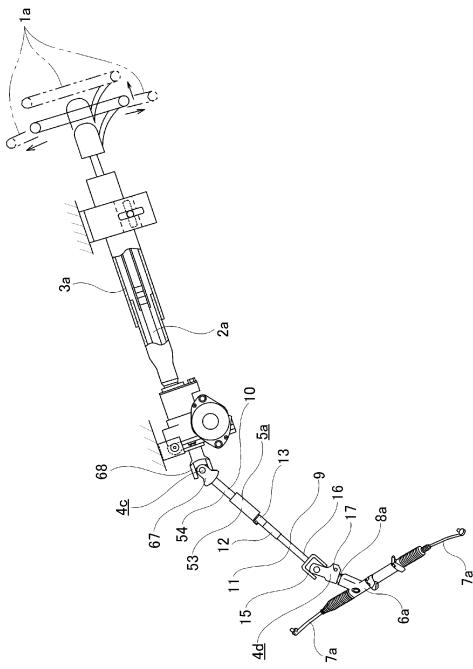
1、1 a	ステアリングホイール	10
2、2 a	ステアリングシャフト	
3、3 a	ステアリングコラム	
4 a、4 b、4 c、4 d	自在継手	
5、5 a	中間シャフト	
6、6 a	ステアリングギヤユニット	
7、7 a	タイロッド	
8、8 a	ピニオン軸	
9	収縮シャフト	
10	伸縮シャフト	
11	第一内軸	
12	第一外筒	
13	ジョイントシャフト	
15	ヨーク部	
16	軸部	20
17	ヨーク	
18	基部	
19	腕部	
20	挿通孔	
21	円孔	
22 a、22 b	雄スプライン	
23	中心孔	
24 a、24 b	ヒューズ部	
25	小径筒部	
26	円すい筒部	30
27	大径筒部	
28	雌スプライン	
29	雌セレーション	
30	外径側環状凹溝	
31	エンボス凹部	
32	エンボス凸部	
33	円筒部	
34	雄セレーション	
35	内径側環状凹溝	
36	底面	40
37	ガイド部	
38	中径孔部	
39	大径孔部	
40	雌セレーション	
41	スリット	
42	鍔部	
43	ねじ孔	
44	キャップ	
45	トルク伝達部	
46	セレーション歯	50

4 7	セレーション溝	
4 8	突き当面	
4 9	抜け止め部	
5 0	先端面	
5 1	内側面	
5 2	溶接ビード部	
5 3	第二外筒	
5 4	第二内軸	
5 5	ボール	
5 6	ローラ	10
5 7	板ばね	
5 8	雄軸部	
5 9	雌筒部	
6 0	雄セレーション	
6 1	周方向凹溝	
6 2	第一雌側溝	
6 3	第二雌側溝	
6 4	第一雄側溝	
6 5	第二雄側溝	
6 6	ストッパー	20
6 7	ヨーク	
6 8	ヨーク	
6 9	締付ボルト	

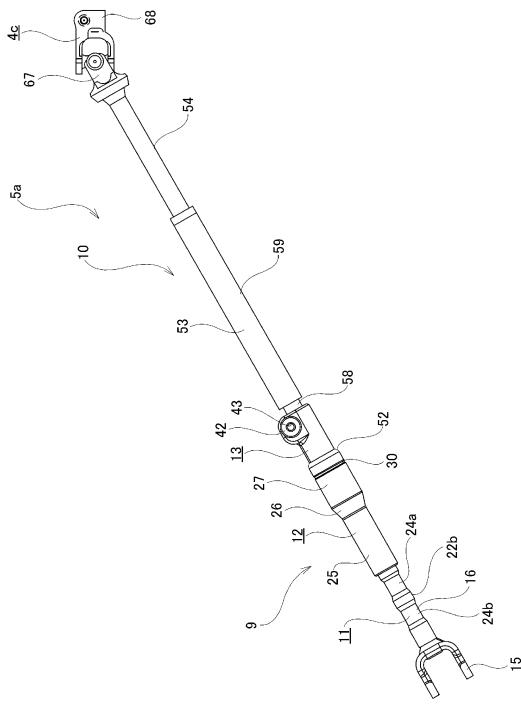
【図面】

【図1】

【図2】



軸方向他側



軸方向一方側

10

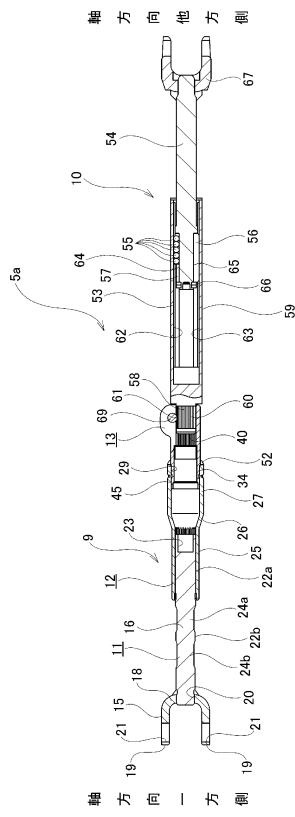
20

30

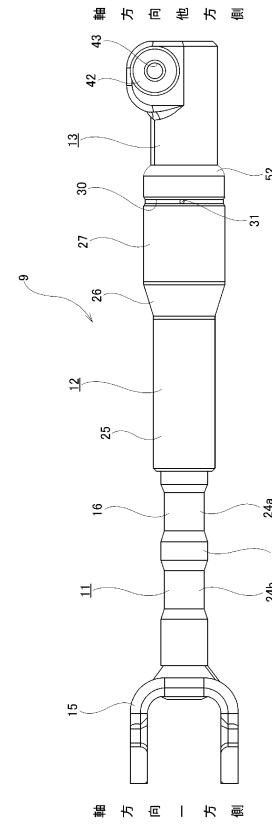
40

50

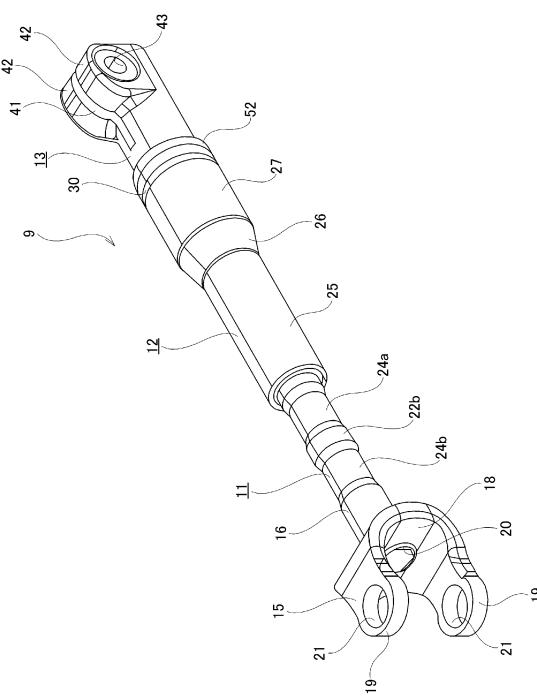
【 义 3 】



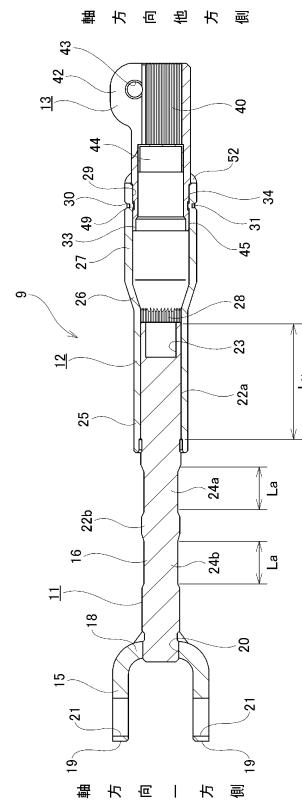
【 図 4 】



【図5】



【図6】



10

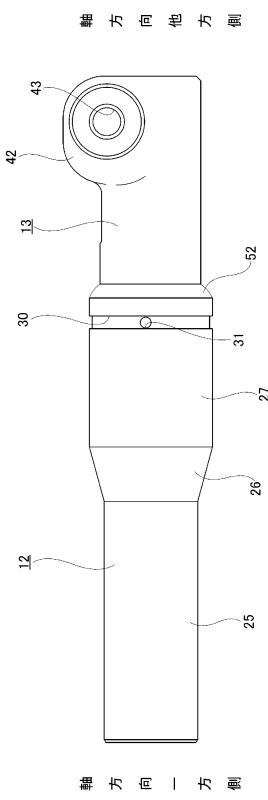
20

30

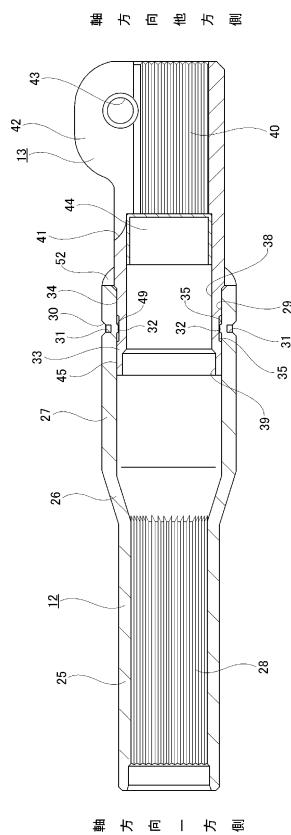
40

50

【図 7】



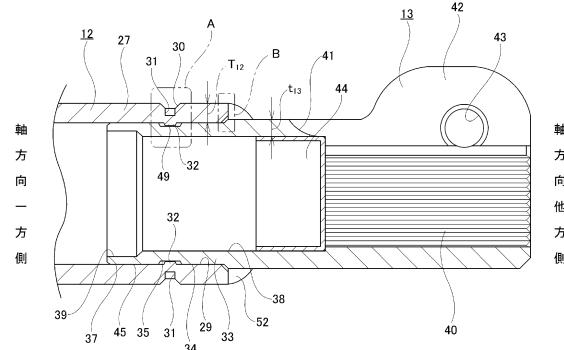
【図 8】



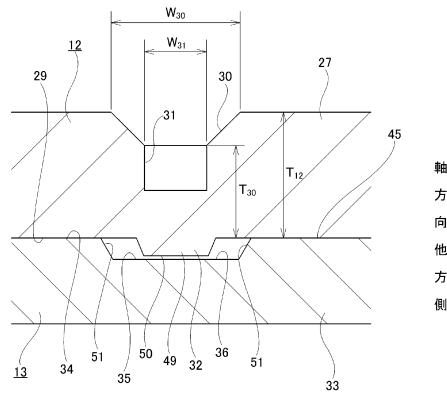
10

20

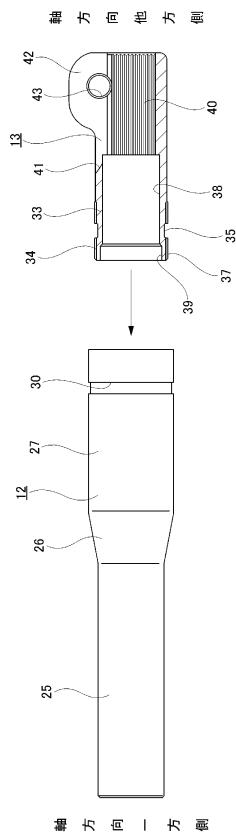
【図 9】



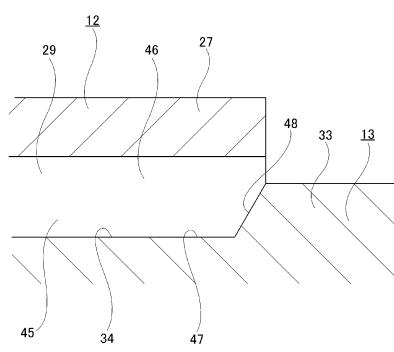
【図 10】



【図 1 1】



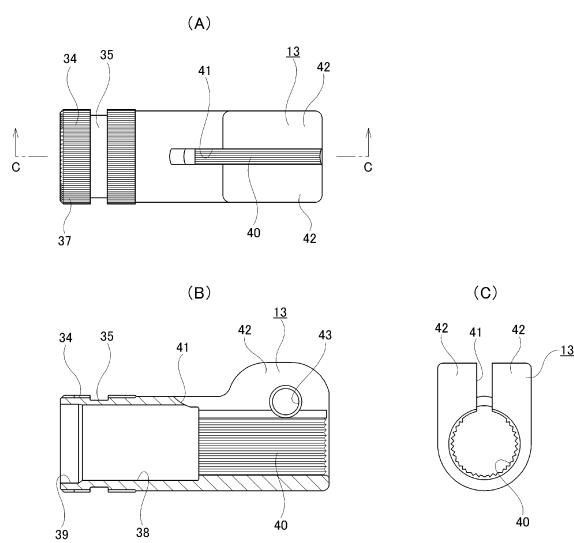
【図 1 2】



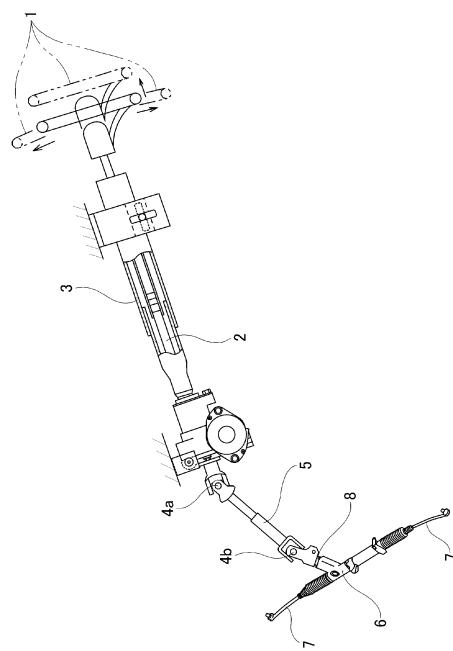
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】



30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2019/027004 (WO, A1)  
特開平10-249456 (JP, A)

特開2016-070378 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F16D 1/00 - 9/10

F16F 7/00 - 7/14