

(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 I
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)	(73)特許権者	523207386
(22)出願日	令和2年12月24日(2020.12.24)		N S K ステアリング&コントロール株式
(65)公開番号	特開2022-101125(P2022-101125		会社
	A)		東京都品川区大崎一丁目6番3号
(43)公開日	令和4年7月6日(2022.7.6)	(74)代理人	110000811
審査請求日	令和5年12月20日(2023.12.20)		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。

【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して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。

【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。

【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 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 とを備えている。

【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

10

20

30

40

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。

【 0 0 0 4 】

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。

【 0 0 0 5 】

また、特開 2 0 1 7 - 2 5 9 6 4 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】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 1 7 - 2 5 9 6 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

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

【 0 0 0 8 】

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】

【 0 0 0 9 】

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。

30

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

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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。

10

【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 1 a と、ステアリングシャフト 2 a と、ステアリングコラム 3 a と、1 対の自在継手 4 c、4 d と、中間シャフト 5 a と、ステアリングギヤユニット 6 a と、1 対のタイロッド 7 a とを備えている。

20

【0021】

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

【0022】

30

このため、運転者がステアリングホイール 1 a を回転させると、該ステアリングホイール 1 a の回転が、ステアリングギヤユニット 6 a のピニオン軸 8 a に伝達される。ピニオン軸 8 a の回転は、該ピニオン軸 8 a 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 7 a 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 1 a 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 5 a 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】

40

[中間シャフト]

中間シャフト 5 a 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 2 a の前端部とステアリングギヤユニット 6 a を構成するピニオン軸 8 a とをトルク伝達可能に接続する。中間シャフト 5 a 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 5 a 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

50

第一外筒 1 2 と、ジョイントシャフト 1 3 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 と第一外筒 1 2 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 と第一外筒 1 2 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 1 2 とジョイントシャフト 1 3 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。

【 0 0 2 5 】

本例では、第一内軸 1 1 を、伸縮シャフト 1 0 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 1 3 を、伸縮シャフト 1 0 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 1 2 を、第一内軸 1 1 とジョイントシャフト 1 3 との間に配置している。

【 0 0 2 6 】

《 第一内軸 》

第一内軸 1 1 は、軸方向一方側に配されたヨーク部 1 5 と、軸方向他方側に配された軸部 1 6 とを有する。

【 0 0 2 7 】

ヨーク部 1 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 1 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。ヨーク部 1 5 は、軸部 1 6 の軸方向一方側の端部に溶接固定されている。ヨーク部 1 5 は、略円板状の基部 1 8 と、該基部 1 8 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 1 9 とを備えている。基部 1 8 の径方向中央部には、軸部 1 6 の軸方向一方側の端部を挿通可能な挿通孔 2 0 が備えられている。1 対の腕部 1 9 の先端側部分には、円孔 2 1 が互いに同軸に形成されている。自在継手 4 d を組み立てた状態で、円孔 2 1 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。

【 0 0 2 8 】

軸部 1 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。軸部 1 6 は、外周面に、複数（図示の例では 2 つ）の雄スプライン 2 2 a、2 2 b を有している。雄スプライン 2 2 a、2 2 b は、軸方向に離隔して配置されている。雄スプライン 2 2 a、2 2 b のうち、最も軸方向他方側に配置された雄スプライン 2 2 a は、軸部 1 6 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 2 2 b は、軸部 1 6 の軸方向中間部に配置されている。

【 0 0 2 9 】

軸部 1 6 に備えられたすべての雄スプライン 2 2 a、2 2 b 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 2 2 a、2 2 b のうち、最も軸方向他方側に配置された雄スプライン 2 2 a は、残りの雄スプライン 2 2 b よりも軸方向寸法が大きく、軸部 1 6 の全長のおよそ半分程度の軸方向寸法を有する。

【 0 0 3 0 】

軸部 1 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 3 を有する。このため、雄スプライン 2 2 a の軸方向他方側部は、軸部 1 6 のうちで、中心孔 2 3 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 3 1 】

軸部 1 6 は、雄スプライン 2 2 b の軸方向両側に、ヒューズ部 2 4 a、2 4 b を有する。ヒューズ部 2 4 a、2 4 b のそれぞれは、軸部 1 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 2 4 a、2 4 b 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 2 2 a、2 2 b の歯底円直径よりも小径である。ヒューズ部 2 4 a、2 4 b のそれぞれの軸方向寸法は、互いに同じである。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

《第一外筒》

第一外筒 1 2 は、被挿入部材に相当し、金属製で、全体が中空円管状に構成されている。第一外筒 1 2 は、後述する溶接ビード部 5 2 によって、ジョイントシャフト 1 3 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 5 2 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 1 2 の板厚 T_{12} と、ジョイントシャフト 1 3 (円筒部 3 3) の板厚 t_{13} とを同程度とするか、又は、第一外筒 1 2 の板厚 T_{12} とジョイントシャフト 1 3 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 1 2 の板厚 T_{12} と、ジョイントシャフト 1 3 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 1 2 は、軸方向一方側から順に、小径筒部 2 5 と、円すい筒部 2 6 と、第二結合部に相当する大径筒部 2 7 とを有する。

【0034】

小径筒部 2 5 は、円筒状で、第一外筒 1 2 の軸方向一方側の半部に備えられている。小径筒部 2 5 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 2 6 及び大径筒部 2 7 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 2 5 は、内周面の軸方向の全長にわたり、雌スプライン 2 8 を備えている。雌スプライン 2 8 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、ブ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 1 6 の軸方向他方側部を、第一外筒 1 2 の軸方向一方側に位置する小径筒部 2 5 に挿入する。そして、軸部 1 6 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 2 2 a のみを、小径筒部 2 5 の内周面に備えられた雌スプライン 2 8 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 1 1 と第一外筒 1 2 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 2 2 a を雌スプライン 2 8 に圧入嵌合する。本例では、圧入力が $1 \text{ kN} \sim 4 \text{ kN}$ 程度となる軽圧入の状態、雄スプライン 2 2 a を雌スプライン 2 8 にスプライン嵌合している。

【0036】

これにより、第一内軸 1 1 と第一外筒 1 2 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。

30

【0037】

本例では、収縮シャフト 9 の組立状態において、軸部 1 6 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 2 2 a の全部を第一外筒 1 2 の内周面に備えられた雌スプライン 2 8 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 2 2 a と雌スプライン 2 8 との有効嵌合長 L_x を、ヒューズ部 2 4 a、2 4 b 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 1 6 に備えられたヒューズ部 2 4 a、2 4 b のそれぞれを、第一外筒 1 2 から露出させている。

【0039】

円すい筒部 2 6 は、略円すい筒状に構成されており、小径筒部 2 5 の軸方向他方側に配置されている。円すい筒部 2 6 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 2 6 は、大径筒部 2 7 の軸方向一方側の端部に

50

つながっている。

【 0 0 4 0 】

大径筒部 2 7 は、円筒状に構成されており、第一外筒 1 2 の軸方向他方側の半部に備えられている。大径筒部 2 7 は、軸方向一方側に配置された円すい筒部 2 6 及び小径筒部 2 5 よりも大径に構成されている。大径筒部 2 7 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 2 9 を備えている。

【 0 0 4 1 】

大径筒部 2 7 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 3 0 を有する。外径側環状凹溝 3 0 は、径方向外側に向かうほど軸方向寸法が大きくなっ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 3 0 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 3 0 （の開口部及び底面）の軸方向寸法 W_{30} 及び外径側環状凹溝 3 0 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 3 0 は、大径筒部 2 7 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、軸方向に対向する 1 対の内側面とから構成される。

【 0 0 4 2 】

前述したように、溶接ビード部 5 2 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 1 2 の板厚 T_{12} 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 2 7 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 2 7 の内周面に、形状精度の高いエンボス凸部 3 2 を形成することは難しい。そこで、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、外径側環状凹溝 3 0 を形成した部分における板厚 T_{30} を、第一外筒 1 2 の板厚 T_{12} よりも小さくしている（ $T_{30} < T_{12}$ ）。なお、本例では、第一外筒 1 2 の板厚 T_{12} を、3 mm 程度とし、外径側環状凹溝 3 0 の深さ寸法を 0.5 mm ~ 1 mm 程度とすることで、外径側環状凹溝 3 0 を形成した部分における板厚 T_{30} を、2 mm ~ 2.5 mm 程度としている。これにより、溶接ビード部 5 2 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 2 7 の内周面に形状精度の高いエンボス凸部 3 2 を形成可能としている。

【 0 0 4 3 】

大径筒部 2 7 は、外周面のうち、外径側環状凹溝 3 0 の底部に、複数の凹状のエンボス凹部 3 1 を備えている。エンボス凹部 3 1 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 3 1 は、外径側環状凹溝 3 0 の底面にのみ開口している。図示の例では、エンボス凹部 3 1 は、外径側環状凹溝 3 0 の底面のうち、平坦底面に開口している。エンボス凹部 3 1 の軸方向寸法（直径寸法） W_{31} は、外径側環状凹溝 3 0 の開口部の軸方向寸法 W_{30} の 1 / 2 倍 ~ 1 倍である。したがって、外径側環状凹溝 3 0 の開口部の軸方向寸法 W_{30} は、エンボス凹部 3 1 の軸方向寸法 W_{31} の 1 倍 ~ 2 倍である。図示の例では、外径側環状凹溝 3 0 の軸方向寸法 W_{30} は、エンボス凹部 3 1 の軸方向寸法 W_{31} の 2 倍である。また、エンボス凹部 3 1 の軸方向寸法 W_{31} は、外径側環状凹溝 3 0 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 3 1 の軸方向寸法 W_{31} を、外径側環状凹溝 3 0 の平坦底面の軸方向寸法よりも大きくし、エンボス凹部 3 1 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 3 1 の軸方向寸法 W_{31} を、外径側環状凹溝 3 0 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。

【 0 0 4 4 】

大径筒部 2 7 は、内周面に、複数の凸状のエンボス凸部 3 2 を備えている。エンボス凸部 3 2 は、エンボス凹部 3 1 と整合する位置、すなわち、大径筒部 2 7 の径方向に関してエンボス凹部 3 1 の反対側に備えられている。エンボス凸部 3 2 は、略円柱形状を有している。エンボス凹部 3 1 及びエンボス凸部 3 2 のそれぞれは、後述するように、ジョイントシャフト 1 3 の円筒部 3 3 を、大径筒部 2 7 の内側に挿入した後に形成する。

【 0 0 4 5 】

エンボス凹部 3 1 及びエンボス凸部 3 2 のそれぞれは、大径筒部 2 7 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 3 1 及びエンボス凸部 3 2 のそれぞれは、たとえば、円周方向に関する位相を 9 0 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 1 8 0 度ずらして、大径筒部 2 7 の径方向反対側の 2 個所にのみ設けることもできる。

【 0 0 4 6 】

本例では、大径筒部 2 7 の内周面に、次のようにしてエンボス凸部 3 2 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 2 7 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 2 7 の外周面のうち外径側環状凹溝 3 0 の底部に、略円筒状のエンボス凹部 3 1 を形成し、かつ、大径筒部 2 7 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 3 2 を形成する。要するに、大径筒部 2 7 に対してエンボス加工を施すことで、大径筒部 2 7 の外周面にエンボス凹部 3 1 を形成し、エンボス凹部 3 1 の形成により押し出された材料を大径筒部 2 7 の内周面から径方向内方に突出させて、エンボス凸部 3 2 を形成する。エンボス凸部 3 2 を形成する際には、大径筒部 2 7 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 3 2（エンボス凹部 3 1）を同時に形成することもできる。エンボス凹部 3 1 は、大径筒部 2 7 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 3 2 は、エンボス凹部 3 1 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 3 1 の深さ寸法（エンボス凸部 3 2 の高さ寸法）が、0 . 5 mm ~ 3 mm であり、エンボス凹部 3 1 の直径寸法（エンボス凸部 3 2 の直径寸法）が 2 mm ~ 2 . 5 mm 程度である。

【 0 0 4 7 】

《ジョイントシャフト》

ジョイントシャフト 1 3 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 1 3 は、軸方向一方側部に、第一結合部に相当する円筒部 3 3 を有している。

【 0 0 4 8 】

円筒部 3 3 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 3 4 と、雄セレーション 3 4 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 3 5 とを有する。別の言い方をすれば、円筒部 3 3 の外周面には、内径側環状凹溝 3 5 を挟んで軸方向両側に、雄セレーション 3 4 が備えられている。

【 0 0 4 9 】

内径側環状凹溝 3 5 は、円筒部 3 3 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 3 5 の底面 3 6 の外径は、雄セレーション 3 4 の歯底円直径よりも小さい。内径側環状凹溝 3 5 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 3 5 の開口部の軸方向寸法は、第一外筒 1 2 に備えられた外径側環状凹溝 3 0 の開口部の軸方向寸法 W_{30} 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。

【 0 0 5 0 】

円筒部 3 3 の挿入方向前方側に位置する、雄セレーション 3 4 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 3 7 を有する。

【 0 0 5 1 】

ジョイントシャフト 1 3 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 3 8 を有しており、内周面の軸方向一方側の端部に、中径孔部 3 8 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 3 9 を有している。このため、内径側環状凹溝 3 5 の軸方向両側に配置された 1 対の雄セレーション 3 4 のうち、軸方向一方側に配置され

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 対の鏝部 42 を有している。1 対の鏝部 42 のうち、一方の鏝部 42 には、ねじ孔 43 が備えられており、他方の鏝部 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。

【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。

【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て面 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。

【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（重畳する）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。

【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

10

20

30

40

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》

第二外筒 53 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 58 と、該雄軸部 58 の軸方向他方側に隣接配置された有底円筒状の雌筒部 59 とを一体に備えている。雄軸部 58 と雌筒部 59 とは、同軸上に配置されている。雄軸部 58 の外径は、雌筒部 59 の外径よりも小さく、雄軸部 58 の軸方向長さは、雌筒部 59 の軸方向長さよりも十分に短い。

【0065】

雄軸部 58 は、収縮シャフト 9 を構成するジョイントシャフト 13 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 60 を有する。雄軸部 58 の外周面の円周方向一箇所には、雄セレーション 60 を周方向に横切るように形成された周方向凹溝 61 が備えられている。

【0066】

雌筒部 59 は、第二内軸 54 をスライド可能に挿入する部分である。雌筒部 59 は、内周面に、それぞれが軸方向に伸長した第一雌側溝 62 と第二雌側溝 63 とを円周方向に交互に有する。第一雌側溝 62 及び第二雌側溝 63 のそれぞれは、凹円弧形状の断面形状を有する。

【0067】

《第二内軸》

第二内軸 54 は、全長にわたり中実状に構成されている。第二内軸 54 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 64 と第二雄側溝 65 とを円周方向に関して交互に有する。第一雄側溝 64 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がっている。これに対し、第二雄側溝 65 は、凹円弧形状の断面形状を有している。また、第二内軸 54 の軸方向一方側の端部外周面には、円輪状のストッパ 66 が係止されている。これにより、第一雄側溝 64 の内側に配置されるボール 55 及び第二雄側溝 65 の内側に配置されるローラ 56 が、これら第一雄側溝 64 及び第二雄側溝 65 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 54 の軸方向他方側の端部には、第二内軸 54 とは別体のヨーク 67 が溶接により固定されている。ヨーク 67 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 68 及び図示しない十字軸とともに、自在継手 4c を構成する。

【0068】

第二内軸 54 を第二外筒 53 の内側に挿入する際には、第一雄側溝 64 と第一雌側溝 62 との円周方向の位相を一致させ、かつ、第二雄側溝 65 と第二雌側溝 63 の円周方向の位相を一致させる。そして、第一雄側溝 64 と第一雌側溝 62 との間に、複数のボール 55 を配置する。さらに、第一雄側溝 64 と複数のボール 55 との間に板ばね 57 を配置し、これら複数のボール 55 に予圧を付与する。また、第二雄側溝 65 と第二雌側溝 63 との間に、それぞれ 1 本ずつローラ 56 を配置する。

【0069】

上述のような伸縮シャフト 10 は、第二内軸 54 と第二外筒 53 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せられている。また、伸縮シャフト 10 は、低トルクの伝達時には、複数のボール 55 と板ばね 57 とが、第二内軸 54 と第二外筒 53 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、複数のローラ 56 が伝達する。また、第二内軸 54 と第二外筒 53 とが軸方向に相対変位する際には、複数のボール 55 は、第一雄側溝 64 と第一雌側溝 62 との間で転動し、複数のローラ 56 は、第二雄側溝 65 と第二雌側溝 63 との間で滑り摺動する。また、板ばね 57 の弾力により、複数のボール 55 が第一雌側溝 62 の内面に押し付けられているため、第二内軸 54 と第二外筒 53 とのがたつきが防止される。

【0070】

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際には、収縮シャフト 9 を構成するジョイントシャフト 13 の内側に、伸縮シャフト 10 を構成する第二外筒 53 の雄軸部 58 を挿入する。そして、ジョイントシャフト 13 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 58 の外周面に備えられた雄セレーション 60 を、トルク伝達

10

20

30

40

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 1 3 と第二外筒 5 3 との相対回転を防止する。また、雄軸部 5 8 の外周面に備えられた周方向凹溝 6 1 の内側に、ジョイントシャフト 1 3 のねじ孔 4 3 に螺合した締付ボルト 6 9 の中間部を進入させて、周方向凹溝 6 1 と締付ボルト 6 9 とをキー係合させる。これにより、ジョイントシャフト 1 3 と第二外筒 5 3 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 6 9 の螺合量を増やすことで、ジョイントシャフト 1 3 のスリット 4 1 の幅寸法を小さくし、ジョイントシャフト 1 3 を縮径する。そして、ジョイントシャフト 1 3 の内周面により雄軸部 5 8 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 1 0 とをトルク伝達可能に連結する。

【 0 0 7 1 】

本例のステアリング装置は、定常状態では、伸縮シャフト 1 0 を構成する第二外筒 5 3 と第二内軸 5 4 とが軸方向に相対変位することで、中間シャフト 5 a 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 1 0 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 1 a が運転者側に突き上げられることを防止する。

【 0 0 7 2 】

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 5 a を構成する 1 対のシャフトである、第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 との結合部に関して、これら第一外筒 1 2 とジョイントシャフト 1 3 とを結合する溶接ビード部 5 2 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 1 2 とジョイントシャフト 1 3 との分離防止を図れる。

【 0 0 7 3 】

すなわち、溶接ビード部 5 2 に欠陥が生じた場合にも、ジョイントシャフト 1 3 の雄セレーション 3 4 と、第一外筒 1 2 の雌セレーション 2 9 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 4 5 により、ジョイントシャフト 1 3 と第一外筒 1 2 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 1 2 の大径筒部 2 7 の内周面に形成したエンボス凸部 3 2 を、ジョイントシャフト 1 3 に備えられた内径側環状凹溝 3 5 の内側に配置してなる抜け止め部 4 9 により、ジョイントシャフト 1 3 が第一外筒 1 2 から軸方向に抜け出ることを防止できる。

【 0 0 7 4 】

また、第一外筒 1 2 の大径筒部 2 7 の板厚 T_{12} と、ジョイントシャフト 1 3 の円筒部 3 3 の板厚 t_{13} とを同程度とするか、又は、第一外筒 1 2 の板厚 T_{12} とジョイントシャフト 1 3 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 5 2 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 2 7 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 2 7 の外周面に外径側環状凹溝 3 0 を形成し、この外径側環状凹溝 3 0 の底面に対してエンボス加工を施すことで、大径筒部 2 7 の内周面にエンボス凸部 3 2 を形成している。このため、溶接ビード部 5 2 の溶接品質の確保及び溶接欠陥の回避と、エンボス凸部 3 2 の形状精度の確保との両立を図ることができる。

【 0 0 7 5 】

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 1 3 の軸方向他方側の端面を基準に行っている。このため、エンボス凹部 3 1 が、外径側環状凹溝 3 0 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 1 2 に対するジョイントシャフト 1 3 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 3 2 が、内径側環状凹溝 3 5 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 1 2 とジョイントシャフト 1 3 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、カメラなどを利用して、品質検査を自動で行うことも可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

また、抜け止め部 4 9 を、溶接ビード部 5 2 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 5 2 を形成する際の溶接熱が、抜け止め部 4 9 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 5 2 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。

【 0 0 7 7 】

また、抜け止め部 4 9 を構成するエンボス凸部 3 2 を、大径筒部 2 7 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 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、エンボス凸部 3 2 と内径側環状凹溝 3 5 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 2 7 の外周面の真円度が低下することを防止できる。

10

【 0 0 7 8 】

また、第一内軸 1 1 を構成する軸部 1 6 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 2 2 a、2 2 b 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 2 2 a と雌スプライン 2 8 との有効嵌合長 L_x を、ヒューズ部 2 4 a、2 4 b のそれぞれの軸方向寸法 L_a 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 2 8 に対し、少なくとも 1 つの雄スプライン 2 2 a、2 2 b 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 1 1 と第一外筒 1 2 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。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 2 2 a は、大径筒部 2 7 及びジョイントシャフト 1 3 の内側に配置される。

20

【 0 0 7 9 】

また、ヒューズ部 2 4 a、2 4 b のそれぞれを、定常状態において、第一外筒 1 2 から露出させるとともに、雄スプライン 2 2 a、2 2 b 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 2 4 a、2 4 b 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。

【 0 0 8 0 】

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。

30

【 0 0 8 1 】

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

【 0 0 8 2 】

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。

【 0 0 8 3 】

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】

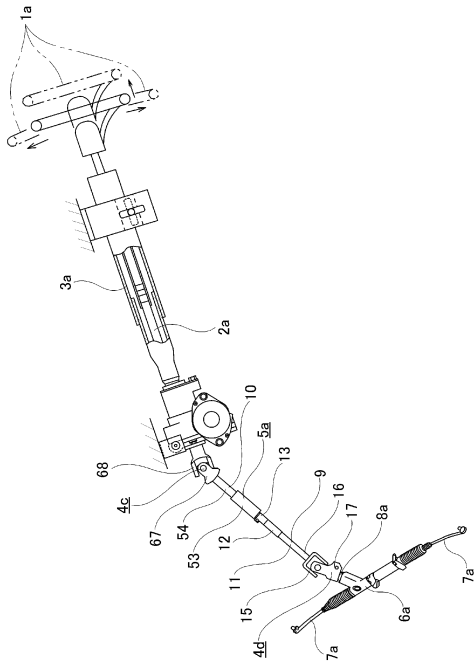
【 0 0 8 4 】

1、 1 a	ステアリングホイール	
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	10
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	
1 0	伸縮シャフト	
1 1	第一内軸	
1 2	第一外筒	
1 3	ジョイントシャフト	
1 5	ヨーク部	
1 6	軸部	20
1 7	ヨーク	
1 8	基部	
1 9	腕部	
2 0	挿通孔	
2 1	円孔	
2 2 a、 2 2 b	雄スプライン	
2 3	中心孔	
2 4 a、 2 4 b	ヒューズ部	
2 5	小径筒部	
2 6	円すい筒部	30
2 7	大径筒部	
2 8	雌スプライン	
2 9	雌セレーション	
3 0	外径側環状凹溝	
3 1	エンボス凹部	
3 2	エンボス凸部	
3 3	円筒部	
3 4	雄セレーション	
3 5	内径側環状凹溝	
3 6	底面	40
3 7	ガイド部	
3 8	中径孔部	
3 9	大径孔部	
4 0	雌セレーション	
4 1	スリット	
4 2	鍔部	
4 3	ねじ孔	
4 4	キャップ	
4 5	トルク伝達部	
4 6	セレーション歯	50

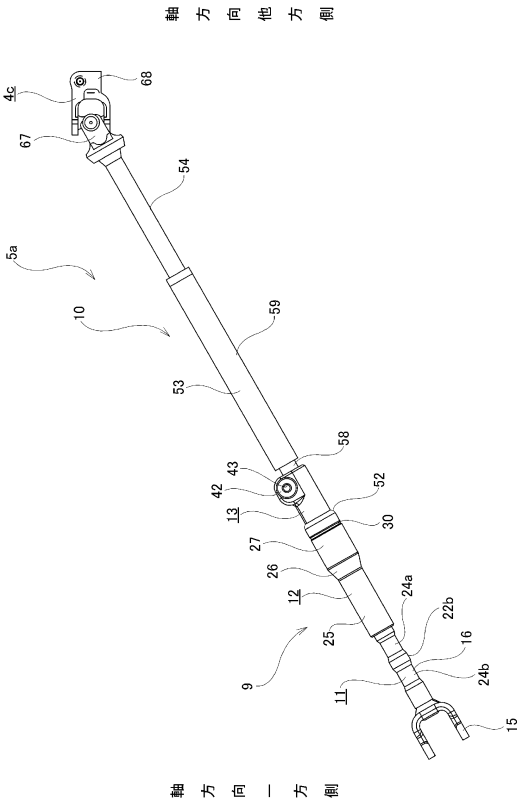
- 4 7 セレーション溝
- 4 8 突き当て面
- 4 9 抜け止め部
- 5 0 先端面
- 5 1 内側面
- 5 2 溶接ビード部
- 5 3 第二外筒
- 5 4 第二内軸
- 5 5 ボール
- 5 6 ローラ
- 5 7 板ばね
- 5 8 雄軸部
- 5 9 雌筒部
- 6 0 雄セレーション
- 6 1 周方向凹溝
- 6 2 第一雌側溝
- 6 3 第二雌側溝
- 6 4 第一雄側溝
- 6 5 第二雄側溝
- 6 6 ストップパ
- 6 7 ヨーク
- 6 8 ヨーク
- 6 9 締付ボルト

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

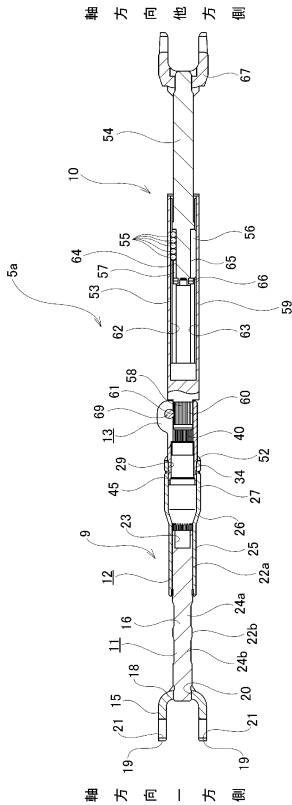
20

30

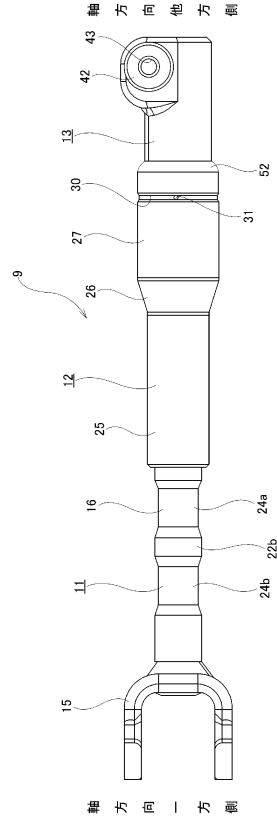
40

50

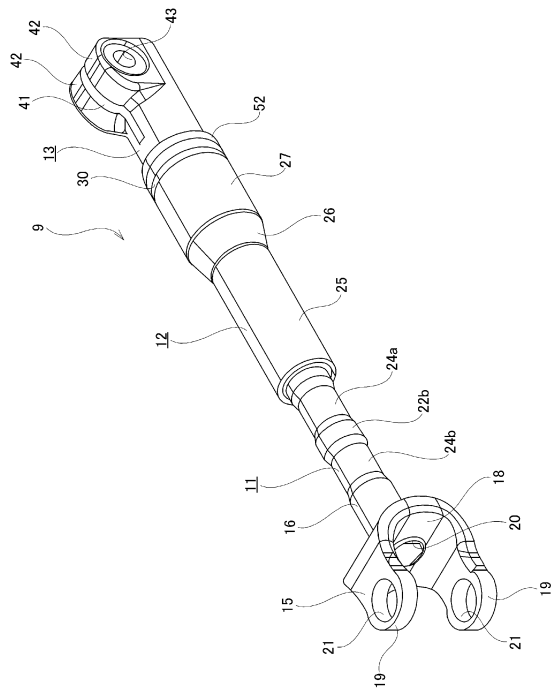
【図 3】



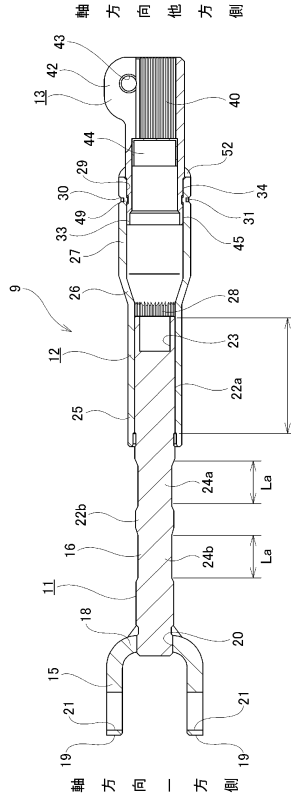
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

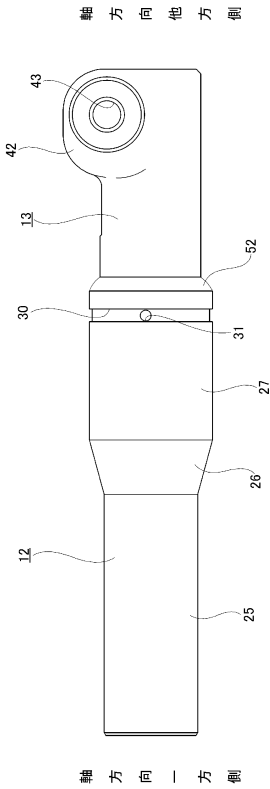
20

30

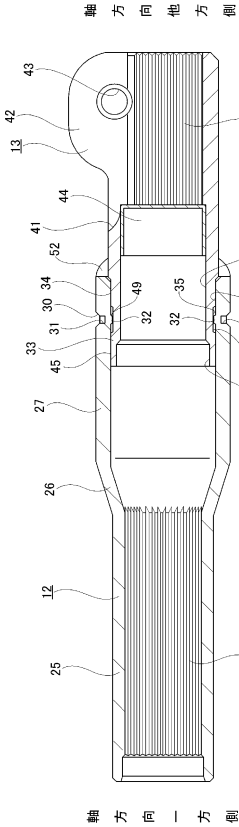
40

50

【図 7】



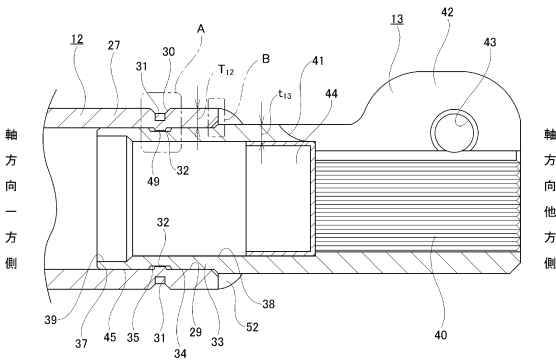
【図 8】



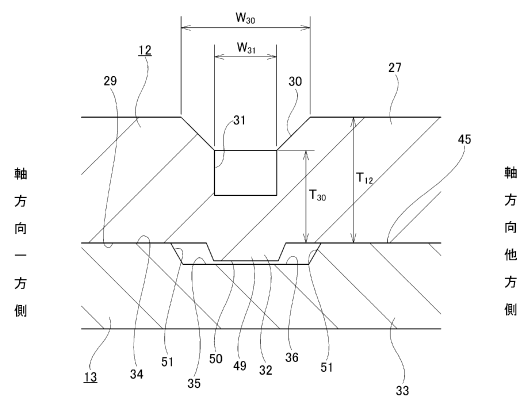
10

20

【図 9】



【図 10】

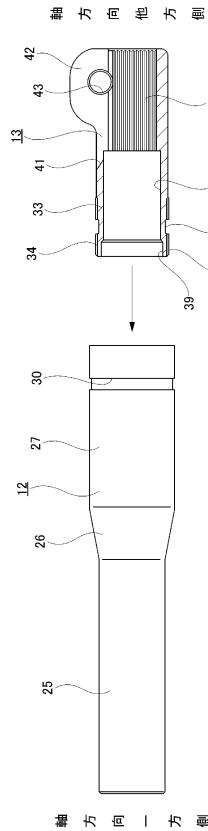


30

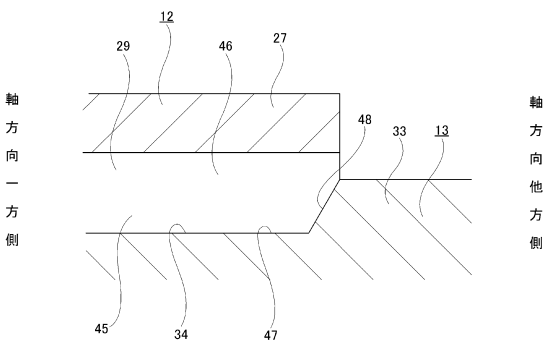
40

50

【図 1 1】



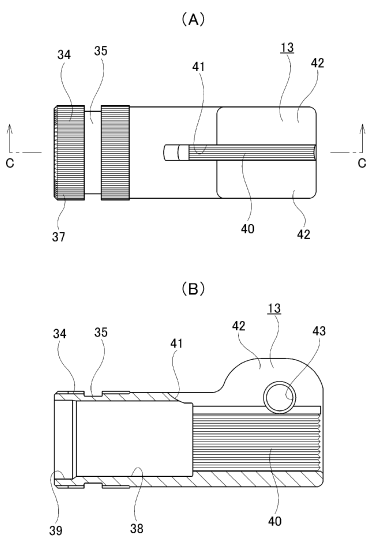
【図 1 2】



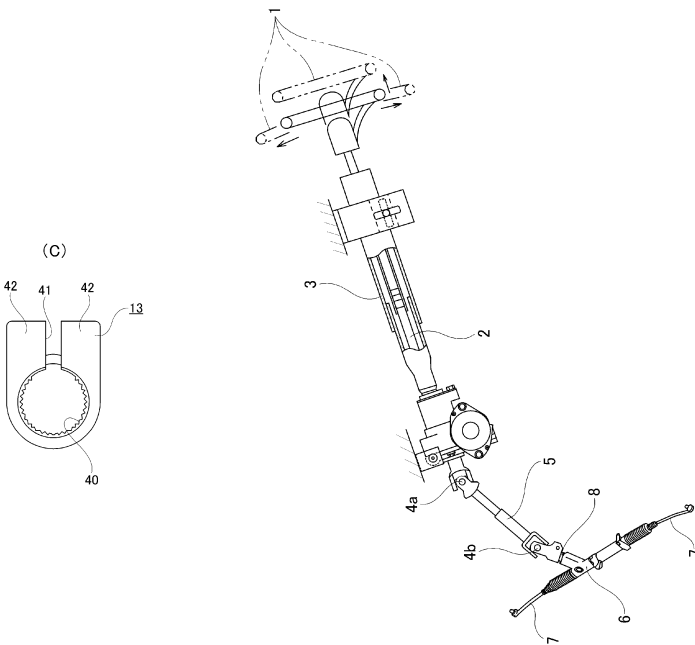
10

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 2 0 1 9 / 0 2 7 0 0 4 (W O , A 1)
特開平 1 0 - 2 4 9 4 5 6 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 7 0 3 7 8 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- F 1 6 D 1 / 0 0 - 9 / 1 0
F 1 6 F 7 / 0 0 - 7 / 1 4