

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7697676号  
(P7697676)

(45)発行日 令和7年6月24日(2025.6.24)

(24)登録日 令和7年6月16日(2025.6.16)

(51)国際特許分類

F I

F 1 6 D 1/02 (2006.01) F 1 6 D 1/02 2 1 0

B 6 2 D 5/04 (2006.01) B 6 2 D 5/04

請求項の数 10 (全34頁)

|                   |                             |          |                       |
|-------------------|-----------------------------|----------|-----------------------|
| (21)出願番号          | 特願2021-176584(P2021-176584) | (73)特許権者 | 523207386             |
| (22)出願日           | 令和3年10月28日(2021.10.28)      |          | N S K ステアリング&コントロール株式 |
| (65)公開番号          | 特開2022-76462(P2022-76462A)  |          | 会社                    |
| (43)公開日           | 令和4年5月19日(2022.5.19)        |          | 東京都品川区大崎一丁目6番3号       |
| 審査請求日             | 令和6年6月14日(2024.6.14)        | (74)代理人  | 110000811             |
| (31)優先権主張番号       | 特願2020-186303(P2020-186303) |          | 弁理士法人貴和特許事務所          |
| (32)優先日           | 令和2年11月9日(2020.11.9)        | (72)発明者  | 前田 光輝                 |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP)                     |          | 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工    |
|                   |                             | (72)発明者  | 株式会社内                 |
|                   |                             |          | 田口 雄一郎                |
|                   |                             |          | 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工    |
|                   |                             |          | 株式会社内                 |
|                   |                             | 審査官      | 大山 広人                 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シャフト接続構造、減速機付モータ、電動式パワーステアリング装置及びステアバイワイヤ用操舵ユニット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の雄スプライン歯を部分球状凸部の外面に形成してなる、第一シャフトの端部に備えられた雄スプライン接続部と、

複数の雌スプライン歯を部分球状凹部の内面に形成してなる、第二シャフトの端部に備えられた雌スプライン接続部と、を備え、

前記部分球状凹部は、前記第二シャフトの一方側の端面にのみ開口しており、

前記部分球状凹部は、開口部から奥部に向かうほど内径が曲線的に小さくなっており、かつ、その内面の軸方向全体に前記雌スプライン歯が形成されており、

前記部分球状凸部は、基端部から先端部に向かうほど外径が曲線的に小さくなっており、かつ、その外面の軸方向全体に前記雄スプライン歯が形成されており、

前記部分球状凹部の内側に前記部分球状凸部を挿入し、かつ、前記雄スプライン歯のそれぞれと前記雌スプライン歯のそれぞれとをスプライン係合させることで、前記第一シャフトと前記第二シャフトとをトルク伝達可能に接続した、

シャフト接続構造。

【請求項2】

前記雄スプライン接続部は、半球状凸部の外面に複数の前記雄スプライン歯を形成してなり、

前記雌スプライン接続部は、半球状凹部の内面に複数の前記雌スプライン歯を形成してなる、

請求項 1 に記載したシャフト接続構造。

【請求項 3】

前記雄スプライン接続部は、球台状凸部の外面に複数の前記雄スプライン歯を形成してなり、

前記雌スプライン接続部は、球台状凹部の内面に複数の前記雌スプライン歯を形成してなる、

請求項 1 に記載したシャフト接続構造。

【請求項 4】

前記雄スプライン接続部と前記雌スプライン接続部との少なくとも一方が、合成樹脂製のコーティング層により覆われている、請求項 1 ～ 3 のうちのいずれか 1 項に記載したシャフト接続構造。

10

【請求項 5】

前記第一シャフトのうち、前記雄スプライン接続部に隣接した部分の外径は、前記雄スプライン接続部の外径よりも小さい、請求項 1 ～ 4 のうちのいずれか 1 項に記載したシャフト接続構造。

【請求項 6】

ウォームと、ウォームホイールとを有する、ウォーム減速機と、

モータ出力軸を有する、電動モータと、を備え、

前記ウォームの端部と前記モータ出力軸の端部とが、請求項 1 ～ 5 のうちのいずれか 1 項に記載したシャフト接続構造により、トルク伝達可能に接続されている、

20

減速機付モータ。

【請求項 7】

前記モータ出力軸の端部に、前記雄スプライン接続部が備えられており、

前記ウォームの端部に、前記雌スプライン接続部が備えられている、

請求項 6 に記載した減速機付モータ。

【請求項 8】

請求項 6 又は請求項 7 に記載した減速機付モータを備えた、電動式パワーステアリング装置。

【請求項 9】

ステアリングシャフトと、

反力出力シャフトを有する、ステアリングホイールに操舵反力を付与するための反力発生装置と、を備え、

30

前記ステアリングシャフトの端部と前記反力出力シャフトの端部とが、請求項 1 ～ 5 のうちのいずれか 1 項に記載したシャフト接続構造により、トルク伝達可能に接続されている、

ステアバイワイヤ用操舵ユニット。

【請求項 10】

ステアリングシャフトと、

モータ出力軸を有する、ステアリングホイールに操舵反力を付与するための反力付与モータと、を備え、

40

前記ステアリングシャフトの端部と前記モータ出力軸の端部とが、請求項 1 ～ 5 のうちのいずれか 1 項に記載したシャフト接続構造により、トルク伝達可能に接続されている、ステアバイワイヤ用操舵ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 対のシャフト同士を接続するシャフト接続構造に関する。また、シャフト接続構造を有する、減速機付モータ、電動式パワーステアリング装置及びステアバイワイヤ用操舵ユニットに関する。

【背景技術】

50

## 【0002】

運転者がステアリングホイールを操作する力を軽減するために、電動モータを補助動力源として使用する、電動式パワーステアリング装置が広く使用されている。また、電動式パワーステアリング装置では、電動モータの小型化を図るために、電動モータを、ウォーム減速機と組み合わせて使用することも行われている。

## 【0003】

電動モータとウォーム減速機とを組み合わせた減速機付モータにあっては、電動モータの出力トルクを増大するために、電動モータのモータ出力軸と、ウォーム減速機を構成するウォームとを、トルク伝達可能に接続することが行われる。

## 【0004】

モータ出力軸とウォームとは、たとえば特開2016-2926号公報（特許文献1）に記載されているように、継手部材（カップリング）を利用して接続する構造が広く知られている。

## 【0005】

特開2016-2926号公報に記載された構造によれば、モータ出力軸の中心軸とウォームの中心軸とが不一致になる、いわゆるアライメント誤差が生じた場合にも、該アライメント誤差を、継手部材が弾性変形することなどによって吸収できる。このため、アライメント誤差が生じた場合にも、モータ出力軸とウォームとの間でトルク伝達を行うことが可能になる。また、異音が発生するのを抑制することもできる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

## 【文献】特開2016-2926号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

特開2016-2926号公報に記載された構造では、モータ出力軸とウォームとを接続する継手部材を、モータ出力軸の端部に固定される第1回転要素と、ウォームの端部に固定される第2回転要素と、第1回転要素と第2回転要素との間に配置される中間要素との、3つの部品から構成している。このため、減速機付モータの部品点数が嵩み、コストが上昇する原因になる。また、モータ出力軸とウォームとの間に継手部材が介在するため、接続部の全長が長くなり、減速機付モータ、ひいては、電動式パワーステアリング装置が大型化しやすくなる。

## 【0008】

以上のような問題は、モータ出力軸とウォームとの接続部に特有の問題ではなく、トルク伝達可能に接続される1対のシャフト同士の接続部で、同様に生じ得る問題である。

## 【0009】

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、アライメント誤差を吸収できるとともに、1対のシャフト同士を部品点数を増加させることなく接続でき、かつ、接続部の全長を短くできる、シャフト接続構造と、このシャフト接続構造を備えた減速機付モータ、電動式パワーステアリング装置及びステアバイワイヤ用操舵ユニッ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】

## 【0010】

本発明のシャフト接続構造は、第一シャフトの端部に備えられた雄スプライン接続部と、第二シャフトの端部に備えられた雌スプライン接続部とを備える。

前記雄スプライン接続部は、複数の雄スプライン歯を部分球状凸部の外面に形成してなる。

前記雌スプライン接続部は、複数の雌スプライン歯を部分球状凹部の内面に形成してなる。

10

20

30

40

50

前記部分球状凹部は、前記第二シャフトの一方側の端面にのみ開口している。

前記部分球状凹部は、開口部から奥部に向かうほど内径が曲線的に小さくなっており、かつ、その内面の軸方向全体に前記雌スプライン歯が形成されている。

前記部分球状凸部は、基端部から先端部に向かうほど外径が曲線的に小さくなっており、かつ、その外面の軸方向全体に前記雄スプライン歯が形成されている。

本発明のシャフト接続構造では、前記部分球状凹部の内側に前記部分球状凸部を挿入し、かつ、前記雄スプライン歯のそれぞれと前記雌スプライン歯のそれぞれとをスプライン係合させることで、前記第一シャフトと前記第二シャフトとをトルク伝達可能に接続している。

なお、部分球状凸部には、図29の(A)に示したように、球(楕円球を含む)を1つの平面で切断してなる球欠状の外面を有する凸部(球欠状凸部)だけでなく、図29の(B)に示した様に、球を2つの平行な平面で切断してなる球台状の外面を有する凸部(球台状凸部)を含む。球欠状凸部は、断面弓形状で、外面に先端部が丸まったドーム状の凸曲面を有している。これに対し、球台状凸部は、断面略等脚台形状で、外面に帯状の凸曲面を有している。また、球欠状の凸部のうち、球を中心付近で切断してなる半球状の外面を有するものを、特に半球状凸部という。また、部分球状凹部には、球(楕円球を含む)を1つの平面で切断してなる球欠状の内面を有する凹部(球欠状凹部)だけでなく、球を2つの平行な平面で切断してなる球台状の内面を有する凹部(球台状凹部)を含む。また、球欠状の凹部のうち、球を中心付近で切断してなる半球状の内面を有するものを、特に半球状凹部という。

#### 【0011】

本発明のシャフト接続構造の一態様では、前記雄スプライン接続部を、半球状凸部の外面に複数の前記雄スプライン歯を形成することにより構成し、前記雌スプライン接続部を、半球状凹部の内面に複数の前記雌スプライン歯を形成することにより構成することができる。

あるいは、本発明のシャフト接続構造の一態様では、前記雄スプライン接続部を、球台状凸部の外面に複数の前記雄スプライン歯を形成することにより構成し、前記雌スプライン接続部を、球台状凹部の内面に複数の前記雌スプライン歯を形成することにより構成することができる。

#### 【0012】

本発明のシャフト接続構造の一態様では、前記雄スプライン接続部と前記雌スプライン接続部との少なくとも一方を、合成樹脂製のコーティング層により覆われたものとすることができる。

あるいは、前記雄スプライン接続部と前記雌スプライン接続部との間に、弾性材製の緩衝部材を配置することができる。

#### 【0013】

本発明のシャフト接続構造の一態様では、前記第一シャフトのうち、前記雄スプライン接続部に隣接した部分の外径を、前記雄スプライン接続部の外径よりも小さくすることができる。

#### 【0014】

本発明の減速機付モータは、ウォーム減速機と、電動モータとを備える。

前記ウォーム減速機は、ウォームと、ウォームホイールとを有する。

前記電動モータは、モータ出力軸を有する。

本発明の減速機付モータでは、前記ウォームの端部と前記モータ出力軸の端部とを、本発明のシャフト接続構造により接続することができる。

この場合には、前記モータ出力軸の端部に、前記雄スプライン接続部を備え、前記ウォームの端部に、前記雌スプライン接続部を備えることができる。

あるいは、前記モータ出力軸の端部に、前記雌スプライン接続部を備え、前記ウォームの端部に、前記雄スプライン接続部を備えることもできる。

#### 【0015】

本発明の電動式パワーステアリング装置は、本発明の減速機付モータを備える。

【0016】

本発明のステアバイワイヤ用操舵ユニットは、たとえば位置調整装置を構成するステアリングシャフトと、反力出力シャフトを有し、ステアリングホイールに操舵反力を付与するための反力発生装置とを備える。

本発明のステアバイワイヤ用操舵ユニットでは、前記ステアリングシャフトの端部と、前記反力出力シャフトの端部とを、本発明のシャフト接続構造により、トルク伝達可能に接続することができる。

この場合には、前記ステアリングシャフトの端部に、前記雄スプライン接続部を備え、前記反力出力シャフトの端部に、前記雌スプライン接続部を備えることができる。

10

あるいは、前記ステアリングシャフトの端部に、前記雌スプライン接続部を備え、前記反力出力シャフトの端部に、前記雄スプライン接続部を備えることもできる。

【0017】

本発明のステアバイワイヤ用操舵ユニットは、たとえば位置調整装置を構成するステアリングシャフトと、モータ出力軸を有し、ステアリングホイールに操舵反力を付与するための反力付与モータとを備える。

本発明のステアバイワイヤ用操舵ユニットでは、前記ステアリングシャフトの端部と、前記モータ出力軸の端部とを、本発明のシャフト接続構造により、トルク伝達可能に接続することができる。

この場合には、前記ステアリングシャフトの端部に、前記雄スプライン接続部を備え、前記モータ出力軸の端部に、前記雌スプライン接続部を備えることができる。

20

あるいは、前記ステアリングシャフトの端部に、前記雌スプライン接続部を備え、前記モータ出力軸の端部に、前記雄スプライン接続部を備えることもできる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、アライメント誤差を吸収できるとともに、1対のシャフト同士を部品点数を増加させることなく接続でき、かつ、接続部の全長を短くできる、シャフト接続構造と、このシャフト接続構造を備えた減速機付モータ、電動式パワーステアリング装置及びステアバイワイヤ用操舵ユニットとを実現できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0019】

【図1】図1は、実施の形態の第1例にかかるステアバイワイヤ式のステアリング装置を示す模式図である。

【図2】図2は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットを示す、側面図である。

【図3】図3は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットを、後側から見た端面図である。

【図4】図4は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットからブラケット及び反力付与モータを省略して示す、図3のA-A線断面図である。

【図5】図5は、図4の左側部の拡大図である。

40

【図6】図6は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットを構成する位置調整装置を示す、側面図である。

【図7】図7は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットを構成する位置調整装置を、前側から見た端面図である。

【図8】図8は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットを構成する位置調整装置を示す、斜視図である。

【図9】図9は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットを構成する反力発生装置を、反力付与モータを取り外した状態で示す、斜視図である。

【図10】図10は、実施の形態の第1例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットの動力接続部を構成する雄スプライン接続部を示す図であり、(A)は側面図であり、(

50

B) は端面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、実施の形態の第 1 例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットの動力接続部を構成する雌スプライン接続部を示す図であり、(A) は端面図であり、(B) は (A) の D-D 線断面図である。

【図 1 2】図 1 2 は、実施の形態の第 1 例に関して、ステアバイワイヤ式の操舵ユニットの動力接続部の接続構造を説明するために示す図であり、(A) は接続前の状態を示す部分断面図であり、(B) は接続後の状態を示す部分断面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 5 の右上部の拡大図である。

【図 1 4】図 1 4 は、図 5 の B 部拡大図である。

【図 1 5】図 1 5 は、実施の形態の第 2 例を示す、図 5 の C 部に相当する図である。

【図 1 6】図 1 6 は、実施の形態の第 2 例に関して、接続シャフトとメインシャフトとの接続構造を示す、断面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、実施の形態の第 2 例に関して、接続シャフトとメインシャフトとを接続する軸継手を示す、断面図である。

【図 1 8】図 1 8 は、実施の形態の第 2 例に関して、接続シャフトとメインシャフトとを接続する軸継手を示す、端面図である。

【図 1 9】図 1 9 は、実施の形態の第 3 例を示す、図 4 に相当する図である。

【図 2 0】図 2 0 は、実施の形態の第 4 例にかかる電動式パワーステアリング装置を示す、模式図である。

【図 2 1】図 2 1 は、一部の部品を省略して示す、図 2 0 の E-E 線断面模式図である。

【図 2 2】図 2 2 は、実施の形態の第 4 例の変形例を示す、図 2 1 に相当する図である。

【図 2 3】図 2 3 は、実施の形態の第 5 例を示す、図 1 2 に相当する図であり、(A) は接続前の状態を示す部分断面図であり、(B) は接続後の状態を示す部分断面図であり、(C) は接続後にアライメント誤差が生じた状態を示す部分断面図である。

【図 2 4】図 2 4 は、実施の形態の第 5 例の変形例にかかる雄スプライン接続部を示す、側面図である。

【図 2 5】図 2 5 は、実施の形態の第 6 例を示す、図 4 に相当する図である。

【図 2 6】図 2 6 は、実施の形態の第 7 例にかかる雄スプライン接続部を示す図であり、(A) は側面図であり、(B) は端面図である。

【図 2 7】図 2 7 は、実施の形態の第 7 例にかかる雌スプライン接続部を示す図であり、(A) は端面図であり、(B) は (A) の F-F 線断面図である。

【図 2 8】図 2 8 は、実施の形態の第 7 例を示す、図 1 2 に相当する図であり、(A) は、接続後の状態を示す部分断面図であり、(B) は接続後にアライメント誤差が生じた状態を示す部分断面図である。

【図 2 9】図 2 9 の (A) は、球欠状凸部の例を示す模式図であり、図 2 9 の (B) は、球台状凸部の例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

〔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 1 4 を用いて説明する。本例では、本発明のシャフト接続構造を、ステアバイワイヤ式のステアリング装置に適用している。なお、以下の説明において、前後方向は、車両の前後方向を意味し、上下方向は、車両の上下方向を意味し、幅方向は、車両の幅方向を意味する。

【0021】

〔ステアリング装置の全体構成〕

本例のステアリング装置 1 は、ステアバイワイヤ式のステアリング装置である。ステアリング装置 1 は、図 1 に全体構成を示すように、ステアリングホイール 2 が取り付けられた操舵ユニット 3 と、1 対の操舵輪 4 を転舵させる転舵ユニット 5 と、制御装置 (ECU) 6 とを備える。ステアリング装置 1 は、操舵ユニット 3 と転舵ユニット 5 とが、機械的に接続されておらず、電氣的に接続されたリンクレス構造を有する。

10

20

30

40

50

## 【0022】

操舵ユニット3は、運転者によるステアリングホイール2の操作を、トルクセンサ75（図5参照）や図示しない舵角センサにより測定し、その測定結果を、制御装置6に出力する。制御装置6には、トルクセンサ75により測定された操舵トルク、舵角センサにより測定された操舵角、車速、ヨーレイト、加速度など、運転状況を示す各種信号が入力される。制御装置6は、運転状況を示す各種信号に基づいて、転舵ユニット5が備える転舵用アクチュエータ7を駆動する。これにより、ラック軸やねじ軸などの直動部材を幅方向に変位させ、1対のタイロッド8を押し引きして、1対の操舵輪4に舵角を付与する。

## 【0023】

また、制御装置6は、たとえば、操舵トルク、操舵角、車速などの運転状況を示す各種信号に基づいて、操舵ユニット3が備える後述する反力発生装置10の反力付与モータ58（図3参照）の駆動を制御し、ステアリングホイール2に運転状況に応じた操舵反力を付与する。

## 【0024】

## 〔操舵ユニット〕

次に、本例のステアリング装置1の特徴部分である操舵ユニット3について説明する。操舵ユニット3は、ステアリングホイール2の位置を調整するための位置調整装置9と、ステアリングホイール2に操舵反力を付与するための反力発生装置10とを備える。

## 【0025】

位置調整装置9及び反力発生装置10は、それぞれサブアッセンブリ化されており、2箇所の接続部により互いに接続されている。具体的には、位置調整装置9と、該位置調整装置9の前方に配置された反力発生装置10とは、図4及び図5に示すように、動力接続部11と筐体接続部12との2箇所のみで接続されている。したがって、本例の操舵ユニット3は、位置調整装置9と反力発生装置10とを、動力接続部11及び筐体接続部12の2箇所において接続することで組み立てられている。特に本例では、動力接続部11の接続構造に特徴を有する。動力接続部11の接続構造についての詳しい説明は、位置調整装置9及び反力発生装置10のそれぞれの説明の後に行う。

## 【0026】

## 〈位置調整装置〉

位置調整装置9は、ステアリングホイール2の前後位置及び上下位置のそれぞれを調整する機能を備える。言い換えれば、位置調整装置9は、ステアリングホイール2の前後位置を調整するためのテレスコピック機構、及び、ステアリングホイール2の上下位置を調整するためのチルト機構をそれぞれ備える。

## 【0027】

位置調整装置9は、ステアリングシャフト13と、ステアリングコラム14と、ロア側テレスコ用アクチュエータ15と、アッパ側テレスコ用アクチュエータ16と、チルト用アクチュエータ17とを備える。

## 【0028】

## 《ステアリングシャフト》

ステアリングシャフト13は、全長を伸縮可能に構成されており、ステアリングコラム14の内側に、複数（図示の例では3つ）の転がり軸受18a～18cを利用して回転自在に支持されている。ステアリングシャフト13の後側の端部には、ステアリングホイール2が取り付けられる。ステアリングシャフト13は、前側に配置されたロアシャフト19と、後側に配置された中空筒状のアッパシャフト20とを、トルク伝達可能にかつ軸方向の相対変位を可能にスプライン係合させてなる。

## 【0029】

## 《雌スプライン接続部》

ロアシャフト19の前側の端部には、反力発生装置10との間でトルク伝達が可能な動力接続部11を構成する、雌スプライン接続部21を備えている。このため、本例では、ステアリングシャフト13（ロアシャフト19）が、特許請求の範囲に記載した、第二シ

10

20

30

40

50

ャフトに相当する。

【0030】

雌スプライン接続部21は、図11に示すように、ロアシャフト19の前側の端面に開口した半球状凹部22の内面に、複数の雌スプライン歯23を形成してなる、半球状の雌スプライン構造を有する。半球状凹部22は、開口部から奥部（内面の中央部）に向かうほど内径が曲線的に小さくなっており、ロアシャフト19の中心軸上に奥部が位置している。複数の雌スプライン歯23は、円周方向に関して等間隔に配置されており、半球状凹部22の奥部から開口縁部に向けて放射方向に形成されている。

なお、半球状凹部22は、開口部から奥部に向かうほど内径が曲線的に小さくなる凹形状であれば良い。このため、半球状凹部22には、開口部から奥部まで深さ寸法が開口部の内径の1/2になった完全な半球状に限らず、完全な半球状ではない略半球状、半楕円球状、完全な半楕円球状ではない略半楕円球状を含む。

【0031】

《ステアリングコラム》

ステアリングコラム14は、全長を伸縮可能に構成されており、図示しない車体に支持されている。ステアリングコラム14は、ブラケット24と、コラム本体25とを備える。なお、本例のステアリングコラム14は、前後方向の伸縮量を大きく確保するために、2段式の伸縮構造を有している。

【0032】

ブラケット24は、コラム本体25を車体に支持するためのもので、車体に固定される固定ブラケット26と、該固定ブラケット26に対して前後方向の相対変位を可能に支持された変位ブラケット27とを備える。

【0033】

固定ブラケット26は、略矩形平板状の固定板部28と、略U字形状の固定側支持フレーム29とを備える。固定板部28は、複数本の取付ボルト30を利用して車体に固定される。固定側支持フレーム29は、固定板部28の前側の端部に備えられており、固定板部28の幅方向両側の端部を連結している。

【0034】

変位ブラケット27は、固定板部28の下面に重ねられるように配置された変位板部31と、略U字形状の変位側支持フレーム32とを備える。変位板部31は、リニアガイド80（図3参照）を利用して、固定板部28に対し前後方向の相対変位を可能に支持されている。変位側支持フレーム32は、変位板部31の後側の端部に備えられており、変位板部31の幅方向両側の端部を連結している。変位側支持フレーム32を構成する左右1対の支持壁部33のうち、一方の支持壁部33の内側面には、チルト用アクチュエータ17を構成するチルト用送りねじ装置56の図示しないねじ軸が、軸方向を上下方向に向けて、回転自在に支持されている。

【0035】

図4に示すように、コラム本体25は、全体が略円筒状に構成されており、軸方向を前後方向に向けて配置されている。コラム本体25は、前後方向中間部に配置されたアウトコラム34と、該アウトコラム34の前側部に内嵌されたロア側インナコラム35と、該アウトコラム34の後側部に内嵌されたアッパ側インナコラム36とを備える。

【0036】

アウトコラム34は、変位ブラケット27に対し上下方向の移動を可能に支持されている。アウトコラム34の後側部は、変位ブラケット27を構成する変位側支持フレーム32の内側を前後方向に挿通している。アウトコラム34の後側部の外周面には、チルト用アクチュエータ17を構成するチルト用送りねじ装置56の図示しないナットが枢支されている。アウトコラム34は、下面の前後方向中間部に、前後方向に伸長したスリット37（図4参照）を有する。アウトコラム34は、外周面の複数箇所に、ねじ孔38を有する。ねじ孔38のそれぞれには、先端部がポリアセタール（POM）などの摩擦係数が小さい材料から作られたスクリュープラグ39が螺合されている。

10

20

30

40

50

## 【0037】

ロア側インナコラム35は、アウタコラム34の前側部に対し、前後方向の相対変位を可能に内嵌されている。ロア側インナコラム35の外周面には、アウタコラム34に備えられたねじ孔38に螺合したスクリュープラグ39の先端部が押し当てられている。これにより、アウタコラム34に対するロア側インナコラム35のがたつきが抑制されている。ロア側インナコラム35は、アウタコラム34の内側に配置された円筒部40と、該円筒部40の前側の端部に内嵌支持された第一ハウジング接続部41とを備える。

## 【0038】

## 《第一ハウジング接続部》

第一ハウジング接続部41は、円筒部40の前側の端部に内嵌された円筒状の第一接続筒部42と、該第一接続筒部42の前側の端部から径方向外側に向けて折れ曲がった、外向フランジ状でかつ略矩形平板状の第一接続板部43とを有する。第一接続板部43の隅角部のそれぞれには、前後方向に貫通した第一通孔44が備えられている。第一ハウジング接続部41は、固定側支持フレーム29の内側に配置されている。なお、第一通孔44は、単なる貫通孔とすることもできるし、ねじ孔とすることもできる。第一ハウジング接続部41は、位置調整装置9と反力発生装置10とを接続する以前の状態で、コラム本体25の前側の端部に配置されるため、位置調整装置9を納入する際や組み立ての際に、カバーとして機能し、コラム本体25の内側に異物が混入するのを抑制することができる。

## 【0039】

アッパ側インナコラム36は、アウタコラム34の後側部に対し、前後方向の相対変位を可能に内嵌されている。アッパ側インナコラム36の外周面には、アウタコラム34に備えられたねじ孔38に螺合したスクリュープラグ39の先端部が押し当てられている。これにより、アウタコラム34に対するアッパ側インナコラム36のがたつきが抑制されている。

## 【0040】

## 〈ロア側テレスコ用アクチュエータ〉

ロア側テレスコ用アクチュエータ15は、ブラケット24を構成する固定ブラケット26と変位ブラケット27との間に掛け渡すように配置され、変位ブラケット27を固定ブラケット26に対し前後方向に変位させる。これにより、コラム本体25を構成するアウタコラム34とロア側インナコラム35とを前後方向に相対変位させ、コラム本体25を伸縮させる。

## 【0041】

ロア側テレスコ用アクチュエータ15は、ロア側テレスコ用モータ45と、ロア側送りねじ装置46とを備える。

## 【0042】

ロア側テレスコ用モータ45は、図示しないモータ出力軸を上下方向に向けて、固定ブラケット26を構成する固定側支持フレーム29の幅方向の側面に支持固定されている。

## 【0043】

ロア側送りねじ装置46は、図3に示すように、ロア側ねじ軸47と、ロア側ナット48とを備える。ロア側ねじ軸47は、軸方向を前後方向に向けて配置されており、図示しないウォーム減速機などの減速機構を介して、ロア側テレスコ用モータ45により回転駆動される。ロア側ねじ軸47は、固定ブラケット26に対し回転のみ可能に支持されている。ロア側ナット48は、ロア側ねじ軸47に螺合しており、変位ブラケット27の幅方向の側面に対して支持されている。すなわち、ロア側テレスコ用アクチュエータ15は、ロア側テレスコ用モータ45を回転駆動することにより、ロア側ナット48をロア側ねじ軸47の軸方向に変位させることで、アウタコラム34をロア側インナコラム35に対し前後方向に相対変位させる。

## 【0044】

## 〈アッパ側テレスコ用アクチュエータ〉

アッパ側テレスコ用アクチュエータ16は、コラム本体25を構成するアウタコラム3

10

20

30

40

50

4とアップ側インナコラム36との間に掛け渡すように配置され、アップ側インナコラム36をアウトコラム34に対し前後方向に変位させる。これにより、コラム本体25を伸縮させる。

【0045】

アップ側テレスコ用アクチュエータ16は、アップ側テレスコ用モータ49と、アップ側送りねじ装置50とを備える。

【0046】

アップ側テレスコ用モータ49は、図示しないモータ出力軸を幅方向に向けて、アウトコラム34の前側の端部の下方に支持されている。

【0047】

アップ側送りねじ装置50は、図3に示すように、アップ側ねじ軸51と、アップ側ナット52とを備える。アップ側ねじ軸51は、軸方向を前後方向に向けて配置されており、図示しないウォーム減速機などの減速機構を介して、アップ側テレスコ用モータ49により回転駆動される。アップ側ねじ軸51は、アウトコラム34に対し回転のみ可能に支持されている。アップ側ナット52は、アップ側ねじ軸51に螺合しており、アップ側インナコラム36の下面に対してコネクタ部材53を介して支持されている。コネクタ部材53は、アウトコラム34のスリット37の内側に配置され、アップ側インナコラム36の下面に固定されている。すなわち、アップ側テレスコ用アクチュエータ16は、アップ側テレスコ用モータ49を回転駆動することにより、アップ側ナット52をアップ側ねじ軸51の軸方向に変位させることで、アップ側インナコラム36をアウトコラム34に対し前後方向に相対変位させる。

【0048】

〈チルト用アクチュエータ〉

チルト用アクチュエータ17は、変位ブラケット27を構成する変位側支持フレーム32とアウトコラム34との間に掛け渡すように配置され、アウトコラム34を変位ブラケット27に対し上下方向に変位させる。また、後述するように、位置調整装置9の前側に接続される反力発生装置10を、固定側支持フレーム29に対し、幅方向に配置された1対の枢支ボルト54により回転可能に支持している。これにより、コラム本体25をブラケット24に対し、枢支ボルト54を中心として上下方向に揺動させることが可能になる。

【0049】

チルト用アクチュエータ17は、チルト用モータ55と、チルト用送りねじ装置56とを備える。

【0050】

チルト用モータ55は、図示しないモータ出力軸を前後方向に向けて、変位側支持フレーム32を構成する一方の支持壁部33に固定されている。

【0051】

チルト用送りねじ装置56は、図示しないチルト用ねじ軸と、チルト用ナットとを備える。チルト用ねじ軸は、軸方向を上下方向に向けて配置されており、図示しないウォーム減速機などの減速機構を介して、チルト用モータ55により回転駆動される。チルト用ねじ軸は、一方の支持壁部33に対し回転のみ可能に支持されている。チルト用ナットは、チルト用ねじ軸に螺合しており、アウトコラム34の幅方向の側面に枢支されている。すなわち、チルト用アクチュエータ17は、チルト用モータ55を回転駆動することにより、チルト用ナットをチルト用ねじ軸の軸方向に変位させることで、アウトコラム34を変位ブラケット27に対し上下方向に相対変位させる。

【0052】

《ステアリングホイールの位置調整方法》

本例の位置調整装置9により、ステアリングホイール2の前後位置を調整するには、ロア側テレスコ用アクチュエータ15を駆動して、変位ブラケット27を固定ブラケット26に対し前後方向に相対変位させ、アウトコラム34をロア側インナコラム35に対して前後方向に相対変位させる、又は／及び、アップ側テレスコ用アクチュエータ16を駆動

10

20

30

40

50

して、アッパ側インナコラム 3 6 をアウタコラム 3 4 に対して前後方向に相対変位させる。これにより、ステアリングコラム 1 4 の全長を伸縮させるとともに、ステアリングシャフト 1 3 の全長を伸縮させることで、ステアリングホイール 2 の前後位置を調整する。ステアリングホイール 2 の前後位置を所望の位置に調整した後は、ロア側テレスコ用アクチュエータ 1 5 又は／及びアッパ側テレスコ用アクチュエータ 1 6 の駆動を停止する。

【0053】

本例の位置調整装置 9 により、ステアリングホイール 2 の上下位置を調整するには、チルト用アクチュエータ 1 7 を駆動して、アウタコラム 3 4 の後側部分を変位ブラケット 2 7 に対し上下方向に変位させる。これにより、コラム本体 2 5 の内側に回転自在に支持されたステアリングシャフト 1 3 を揺動させ、ステアリングホイール 2 の上下位置を調整する。ステアリングホイール 2 の上下位置を所望の位置に調整した後は、チルト用アクチュエータ 1 7 の駆動を停止する。

【0054】

なお、ステアリングホイール 2 の前後位置の調整と上下位置の調整とは、同時に行うこともできるし、独立して（時間的に前後して）行うこともできる。

【0055】

〈反力発生装置〉

反力発生装置 1 0 は、位置調整装置 9 の前方に配置されており、位置調整装置 9 に対し、動力接続部 1 1 及び筐体接続部 1 2 により接続されている。反力発生装置 1 0 は、制御装置 6 によって制御されており、ステアリングホイール 2 の舵角や車速などの運転状況に応じた大きさ及び方向の操舵反力を、ステアリングホイール 2 に付与する。

【0056】

反力発生装置 1 0 は、ギヤハウジング 5 7 と、反力付与モータ 5 8 と、ウォーム減速機 5 9 と、反力出力シャフト 6 0 とを備える。

【0057】

ギヤハウジング 5 7 は、図 9 に示すように、ロア側ハウジング 6 1 と、アッパ側ハウジング 6 2 と、第二ハウジング接続部 6 3 とを備える。ロア側ハウジング 6 1 とアッパ側ハウジング 6 2 と第二ハウジング接続部 6 3 とは、反力発生装置 1 0 を位置調整装置 9 に接続する以前の状態で、ボルト 8 1 により前後方向に連結されている。ロア側ハウジング 6 1 は、カップ状のウォーム収容部 6 5 と、筒状のウォームホイール収容部 6 6 とを一体に備えている。アッパ側ハウジング 6 2 は、筒状に構成されており、ウォームホイール収容部 6 6 の後側に固定される。アッパ側ハウジング 6 2 の幅方向両側部は、1 対の枢支ボルト 5 4 により、固定側支持フレーム 2 9 に対し回動可能に支持されている。

【0058】

《第二ハウジング接続部》

第二ハウジング接続部 6 3 は、アッパ側ハウジング 6 2 の後側の開口部を塞いでおり、円筒状の第二接続筒部 6 7 と、該第二接続筒部 6 7 の前側の端部から径方向外側に向けて折れ曲がった、外向フランジ状でかつ略矩形平板状の第二接続板部 6 8 とを有する。第二接続板部 6 8 の隅角部のそれぞれには、前後方向に貫通した第二通孔 6 9 が備えられている。本例では、ロア側ハウジング 6 1 及びアッパ側ハウジング 6 2 のうち、第二通孔 6 9 と整合する部分（のうち、図示の例では上側の 2 箇所位置）に、前後方向に貫通した図示しない補助通孔が備えられている。このため、ロア側ハウジング 6 1 とアッパ側ハウジング 6 2 と第二ハウジング接続部 6 3 とを、ボルト 8 1 により前後方向に連結してギヤハウジング 5 7 とした状態で、第二通孔 6 9 と補助通孔とは前後方向に連続し、一つの連続孔 7 9 となる。なお、第二通孔 6 9 は、単なる貫通孔とすることもできるし、ねじ孔とすることもできる。ロア側ハウジング 6 1 とアッパ側ハウジング 6 2 とは、前記補助通孔を、前側から後側に向けて挿通したボルト 8 7 により互いに連結されている。

【0059】

反力付与モータ 5 8 は、ギヤハウジング 5 7 を構成するウォーム収容部 6 5 に対して支持固定されている。反力付与モータ 5 8 の回転は、ウォーム減速機 5 9 、反力出力シャフ

ト 6 0 及び動力接続部 1 1 を介して、ステアリングシャフト 1 3 に伝達される。

【 0 0 6 0 】

ウォーム減速機 5 9 は、ウォーム 7 0 と、ウォームホイール 7 1 とを備える。ウォーム 7 0 は、ウォーム収容部 6 5 の内側に回転自在に支持されており、反力付与モータ 5 8 の図示しないモータ出力軸に接続されている。ウォームホイール 7 1 は、ロア側ハウジング 6 1 の内側に配置されており、反力出力シャフト 6 0 を構成する後述のロア側出力シャフト 7 2 に外嵌されている。

【 0 0 6 1 】

反力出力シャフト 6 0 は、軸方向を前後方向に向けて配置され、ギヤハウジング 5 7 の内側に、複数（図示の例では 2 つ）の転がり軸受 8 2 a、8 2 b を介して回転自在に支持されている。反力出力シャフト 6 0 は、ロア側出力シャフト 7 2 と、アッパ側出力シャフト 7 3 と、トーションバー 7 4 とを備える。ロア側出力シャフト 7 2 と、アッパ側出力シャフト 7 3 とは、互いに同軸に配置されており、トーションバー 7 4 を介して互いに連結されている。アッパ側出力シャフト 7 3 の周囲には、運転者からステアリングホイール 2 に入力された操舵トルクを測定するためのトルクセンサ 7 5 が配置されている。アッパ側出力シャフト 7 3 の後側の端部は、第二ハウジング接続部 6 3 を構成する第二接続筒部 6 7 から後側に突出している。

【 0 0 6 2 】

《雄スプライン接続部》

アッパ側出力シャフト 7 3 の後側の端部には、位置調整装置 9 との間でトルク伝達が可能な動力接続部 1 1 を構成する、雄スプライン接続部 7 6 を備えている。このため、本例では、反力出力シャフト 6 0（アッパ側出力シャフト 7 3）が、特許請求の範囲に記載した、第一シャフトに相当する。

【 0 0 6 3 】

雄スプライン接続部 7 6 は、図 1 0 に示すように、アッパ側出力シャフト 7 3 の後側の端部に備えられた半球状凸部 7 7 の外面に、複数の雄スプライン歯 7 8 を形成してなる、半球状の雄スプライン構造を有する。半球状凸部 7 7 は、基端部（裾部）から先端部（頂部）に向かうほど外径が曲線的に小さくなっており、アッパ側出力シャフト 7 3 の中心軸上に先端部が位置している。複数の雄スプライン歯 7 8 は、円周方向に関して等間隔に配置されており、半球状凸部 7 7 の先端部から基端部に向けて放射方向に形成されている。本例では、雄スプライン接続部 7 6 は、ポリアミド樹脂などの摩擦係数の低い、合成樹脂製のコーティング層により覆われている。

なお、半球状凸部 7 7 は、基端部から先端部に向かうほど外径が曲線的に小さくなる凸形状であれば良い。このため、半球状凸部 7 7 には、基端部から先端部までの長さ寸法が基端部における外径の  $1/2$  になった完全な半球状に限らず、完全な半球状ではない略半球状、半楕円球状、完全な半楕円球状ではない略半楕円球状を含む。

【 0 0 6 4 】

反力発生装置 1 0 により、ステアリングホイール 2 に操舵反力を付与するには、たとえば、操舵トルク、操舵角、車速などの運転状況を示す各種信号に基づいて、制御装置 6 により反力付与モータ 5 8 を駆動する。反力付与モータ 5 8 の回転は、ウォーム減速機 5 9 を介して反力出力シャフト 6 0 に伝達され、アッパ側出力シャフト 7 3 とロアシャフト 1 9 とを接続する動力接続部 1 1 を介して、ステアリングホイール 2 に操舵反力として付与される。

【 0 0 6 5 】

本例では、上述のような位置調整装置 9 と反力発生装置 1 0 とを、動力接続部 1 1 と筐体接続部 1 2 との 2 箇所て接続している。

【 0 0 6 6 】

〈動力接続部〉

動力接続部 1 1 は、位置調整装置 9 を構成するロアシャフト 1 9 の前側の端部に備えられた雌スプライン接続部 2 1 と、反力発生装置 1 0 を構成するアッパ側出力シャフト 7 3

10

20

30

40

50

の後側の端部に備えられた雄スプライン接続部 7 6 とを、スプライン係合により直接接続してなる。このため、動力接続部 1 1 は、スプライン構造の接続構造を有する。

【0067】

具体的には、図 1 2 の (B) に示すように、雌スプライン接続部 2 1 を構成する半球状凹部 2 2 に、雄スプライン接続部 7 6 を構成する半球状凸部 7 7 の前半部を挿入し、かつ、半球状凹部 2 2 の内面に備えられた複数の雌スプライン歯 2 3 のそれぞれと、半球状凸部 7 7 の外面に備えられた複数の雄スプライン歯 7 8 のそれぞれとを、円周方向に交互に配置して噛み合わせることににより、スプライン係合させる。本例では、雄スプライン接続部 7 6 を、合成樹脂製のコーティング層により覆っているため、雌スプライン歯 2 3 と雄スプライン歯 7 8 とを、コーティング層を介してスプライン係合させる。

10

【0068】

また、本例では、雌スプライン接続部 2 1 を構成する半球状凹部 2 2 の内面に対し、雄スプライン接続部 7 6 を構成する半球状凸部 7 7 の外面を、前記コーティング層を介して、後方（軸方向）に向け押し付けている。

【0069】

動力接続部 1 1 は、雌スプライン歯 2 3 と雄スプライン歯 7 8 との噛み合い、及び、半球状凹部 2 2 の内面と半球状凸部 7 7 の外面との間に作用する摩擦力のそれぞれに基づいて、ステアリングシャフト 1 3（ロアシャフト 1 9）と反力出力シャフト 6 0（アッパ側出力シャフト 7 3）とをトルク伝達可能に接続する。

【0070】

本例では、動力接続部 1 1 において、雌スプライン接続部 2 1 を構成する半球状凹部 2 2 の内面に対し、雄スプライン接続部 7 6 を構成する半球状凸部 7 7 の外面を後方に向けて押し付けている。このため、雌スプライン接続部 2 1 を備えたロアシャフト 1 9 が、後方に変位することを防止するために、変位防止構造を別途備えている。

20

【0071】

本例では、図 1 3 に示すように、ロアシャフト 1 9 をロア側インナコラム 3 5 に対し回転自在に支持するための転がり軸受 1 8 a を利用して、ロアシャフト 1 9 の後方への変位を防止している。具体的には、ロアシャフト 1 9 の外周面のうち、転がり軸受 1 8 a が外嵌された部分の前側に隣接した位置に係止溝 8 3 を形成し、該係止溝 8 3 に対しテーパ面を有するベベル型の止め輪 8 4 を係止している。さらに、ロア側インナコラム 3 5 の内周面に備えられた内向フランジ状の環状壁部 8 5 の内周面のうち、転がり軸受 1 8 a が内嵌された部分の後側に隣接した位置に、径方向内側に向けて張り出した環状突起部 8 6 を設けている。これにより、ロアシャフト 1 9 に作用する後方への押し付け力を、止め輪 8 4 及び転がり軸受 1 8 a を介して、ロア側インナコラム 3 5 により支承するようにしている。

30

【0072】

〈筐体接続部〉

筐体接続部 1 2 は、位置調整装置 9 を構成するロア側インナコラム 3 5 の前側の端部に備えられた第一ハウジング接続部 4 1 と、反力発生装置 1 0 を構成するギヤハウジング 5 7 の後側部に備えられた第二ハウジング接続部 6 3 とを、複数本（図示の例では 4 本）の接続ボルト 6 4（図 5 参照）により接続してなる。このため、筐体接続部 1 2 は、ボルト接続構造を有する。

40

【0073】

具体的には、第一ハウジング接続部 4 1 を構成する第一接続板部 4 3 と、第二ハウジング接続部 6 3 を構成する第二接続板部 6 8 とを、前後方向に隙間なく重ね合わせ、第一接続板部 4 3 に備えられた第一通孔 4 4、及び、第二接続板部 6 8 に備えられた第二通孔 6 9（連続孔 7 9）に、後側から前側に向けて挿通した接続ボルト 6 4 により、第一接続板部 4 3 と第二接続板部 6 8 とを結合する。さらに本例では、第一接続板部 4 3 と第二接続板部 6 8 とを前後方向に重ね合わせる際に、第二接続筒部 6 7 を第一接続筒部 4 2 に対しインロー嵌合させる。本例では、このような筐体接続部 1 2 により、位置調整装置 9 を構成するロア側インナコラム 3 5 と、反力発生装置 1 0 を構成するギヤハウジング 5 7 とを

50

前後方向に接続する。また、本例では、このような筐体接続部 1 2 を、動力接続部 1 1 の近傍、すなわち、動力接続部 1 1 のわずかに前方に配置している。

【0074】

以上のような本例では、動力接続部 1 1 において、ロアシャフト 1 9 の中心軸とアップ側出力シャフト 7 3 の中心軸とが不一致になる、いわゆるアライメント誤差が生じた場合にも、アライメント誤差を吸収（許容）することができる。

すなわち、本例では、動力接続部 1 1 を、雌スプライン接続部 2 1 を構成する半球状凹部 2 2 に、雄スプライン接続部 7 6 を構成する半球状凸部 7 7 を挿入し、半球状凹部 2 2 の内面に備えられた雌スプライン歯 2 3 と半球状凸部 7 7 の外面に備えられた雄スプライン歯 7 8 とをスプライン係合させることで構成している。このため、雌スプライン歯 2 3 と雄スプライン歯 7 8 とをスプライン係合させたまま、半球状凸部 7 7 を半球状凹部 2 2 の内側で変位させることによって、アライメント誤差を吸収することができる。また、動力接続部 1 1 は、ロアシャフト 1 9 とアップ側出力シャフト 7 3 との接続作業時に生じたアライメント誤差だけでなく、ステアリング装置 1 の使用時（作動時）に生じるアライメント誤差を吸収することもできる。

【0075】

したがって、本例の動力接続部 1 1 の接続構造によれば、アライメント誤差が生じた場合にも、ステアリングシャフト 1 3 と反力出力シャフト 6 0 との間でトルク伝達を行うことができる。また、アライメント誤差に起因して、異音が発生したり、伝達効率が低下したりすることも防止できる。また、半球状凹部 2 2 と半球状凸部 7 7 とにこじれが生じた場合にも、ステアリングシャフト 1 3 と反力出力シャフト 6 0 との間で、トルク伝達を効率良く行うことができる。

【0076】

また、雄スプライン接続部 7 6 の表面を、合成樹脂製のコーティング層により覆っているため、雄スプライン歯 7 8 と雌スプライン歯 2 3 とのがたつきを抑制できる。また、雄スプライン接続部 7 6 と雌スプライン接続部 2 1 との金属接触に起因して異音が発生することを防止できる。なお、本発明を実施する場合には、雄スプライン接続部 7 6 に代えて、雌スプライン接続部 2 1 を合成樹脂製のコーティング層により覆うこともできるし、雄スプライン接続部 7 6 及び雌スプライン接続部 2 1 の両方を、合成樹脂製のコーティング層により覆うこともできる。さらに、合成樹脂製のコーティング層を設けずに、雌スプライン接続部と雄スプライン接続部との間に、ゴムやエラストマーなどの弾性材製の緩衝部材（ダンパ部材）を配置することもできる。

【0077】

また、本例の動力接続部 1 1 は、雌スプライン接続部 2 1 と雄スプライン接続部 7 6 とを、継手部材やジョイント部材を介さずに、直接接続している。このため、部品点数を増加させることなく、ステアリングシャフト 1 3 と反力出力シャフト 6 0 とをトルク伝達可能に接続することができる。また、動力接続部 1 1 の全長（軸方向長さ）を短くできる。したがって、操舵ユニット 3 の前後方向に関する寸法が大型化するのを防止できる。

【0078】

さらに、本例の動力接続部 1 1 は、雌スプライン接続部 2 1 を構成する半球状凹部 2 2 の内側に、雄スプライン接続部 7 6 を構成する半球状凸部 7 7 を挿入するだけで、雌スプライン接続部 2 1 と雄スプライン接続部 7 6 とを接続できる。このため、雌スプライン接続部 2 1 と雄スプライン接続部 7 6 との接続作業と、第一ハウジング接続部 4 1 と第二ハウジング接続部 6 3 との接続作業とを、同時に行うことができる。また、第一ハウジング接続部 4 1 と第二ハウジング接続部 6 3 とを接続する際に、第一接続筒部 4 2 に対し第二接続筒部 6 7 をインロー嵌合させるため、雌スプライン接続部 2 1 と雄スプライン接続部 7 6 との直径方向（ラジアル方向）の位置決めを容易に図ることもできる。

【0079】

図示の例では、ステアリングシャフト 1 3 を、ステアリングコラム 1 4 の内側に、3 つの転がり軸受 1 8 a ～ 1 8 c により回転自在に支持し、ステアリングシャフト 1 3 に対し

10

20

30

40

50

動力接続部 11 によりトルク伝達可能に接続される反力出力シャフト 60 を、ギヤハウジング 57 の内側に、2 つの転がり軸受 82 a、82 b により回転自在に支持している。ただし、ステアリングシャフト 13 を回転自在に支持する 3 つの転がり軸受 18 a ~ 18 c のうち、アッパシャフト 20 の前側の端部外周面と、アッパ側インナコラム 36 の前側の端部内周面との間に備えられた転がり軸受 18 b に関しては、変位防止機構として機能する転がり軸受 18 a を備えていれば省略することができる。このように、転がり軸受 18 b を省略すれば、操舵ユニット 3 のコスト低減を図れる。

【0080】

また、本例では、アウトコラム 34 をロア側インナコラム 35 に対して前後方向の相対変位を可能に嵌合し、かつ、アッパ側インナコラム 36 をアウトコラム 34 に対して前後方向の相対変位を可能に嵌合することで、コラム本体 25 を 2 段伸縮構造としている。このため、ステアリングコラム 14 の全長の伸縮可能量を十分に確保しつつ、ロア側ねじ軸 47 及びアッパ側ねじ軸 51 の軸方向寸法が過大になることを防止できる。

【0081】

また、本例の位置調整装置 9 は、ロア側テレスコ用アクチュエータ 15 とアッパ側テレスコ用アクチュエータ 16 とのいずれによっても、ステアリングホイール 2 の前後方向の位置調整を行うことができる。このため、ロア側テレスコ用アクチュエータ 15 とアッパ側テレスコ用アクチュエータ 16 とのいずれか一方のアクチュエータに故障などの不具合が生じた場合でも、他方のアクチュエータにより、ステアリングホイール 2 の前後位置の調整を行うことができる。

【0082】

さらに、本例の位置調整装置 9 は、ロア側テレスコ用アクチュエータ 15 とアッパ側テレスコ用アクチュエータ 16 とを同時に駆動させることができるため、1 つのアクチュエータのみを備えた位置調整装置に比べて、ステアリングホイール 2 の前後位置の調整速度を向上できる。

【0083】

[実施の形態の第 2 例]

実施の形態の第 2 例について、図 15 ~ 図 18 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。

【0084】

本例では、ロアシャフト 19 a を、接続シャフト 88 とメインシャフト 89 とに分割し、これら接続シャフト 88 とメインシャフト 89 とを軸継手 90 により接続した、連結構造としている。

【0085】

接続シャフト 88 は、前側の端部に、雌スプライン接続部 21 を備えている。雌スプライン接続部 21 は、実施の形態の第 1 例と同様に、反力発生装置 10 の反力出力シャフト 60 (アッパ側出力シャフト 73) の後側の端部に備えられた雄スプライン接続部 76 に対し、トルク伝達可能にスプライン係合している。なお、図示の例では、アッパ側出力シャフト 73 は、雄スプライン接続部 76 の前側に隣接した位置に、雄スプライン接続部 76 の基端部の外径よりも小さな外径を有するくびれ部 118 を備えている。

【0086】

接続シャフト 88 は、後側の端部に、円筒面状の外周面を有する第一軸状部 91 を備えている。メインシャフト 89 は、前側の端部に、円筒面状の外周面を有する第二軸状部 92 を備えている。第一軸状部 91 及び第二軸状部 92 のそれぞれには、外周面の円周方向の一部に、回り止めを図るための切り欠きやキー溝などを形成することもできる。

【0087】

軸継手 90 は、第一軸状部 91 に相対回転不能に接続される第一伝達部材 93 と、第二軸状部 92 に相対回転不能に接続される第二伝達部材 94 と、第一伝達部材 93 と第二伝達部材 94 との間に配置され、これら第一伝達部材 93 と第二伝達部材 94 との間でトル

10

20

30

40

50

クを伝達する中間部材 9 5 とを備える。

【0088】

第一伝達部材 9 3 は、中央部に軸方向に貫通した挿入孔 9 6 a を有しており、円周方向の 2 箇所位置に放射方向に伸長した切り欠き 9 7 a を有している。また、第一伝達部材 9 3 は、円周方向の複数個所に軸方向に突出した突起部 9 8 a を備えている。第一軸状部 9 1 に第一伝達部材 9 3 を接続するには、第一軸状部 9 1 を挿入孔 9 6 a に挿入し、第一伝達部材 9 3 の円周方向の一部に配置された図示しないねじ部材を、図示しない工具を用いて締め付ける。これにより、切り欠き 9 7 a の円周方向幅を小さくし、挿入孔 9 6 a の内径を縮めることで、第一軸状部 9 1 に第一伝達部材 9 3 を接続する。

【0089】

第二伝達部材 9 4 は、中央部に軸方向に貫通した挿入孔 9 6 b を有しており、円周方向の 2 箇所位置に放射方向に伸長した切り欠き 9 7 b を有している。また、第二伝達部材 9 4 は、円周方向の複数個所に軸方向に突出した突起部 9 8 b を備えている。第二軸状部 9 2 に第二伝達部材 9 4 を接続するには、第二軸状部 9 2 を挿入孔 9 6 b に挿入し、第二伝達部材 9 4 の円周方向の一部に配置された図示しないねじ部材を、図示しない工具を用いて締め付ける。これにより、切り欠き 9 7 b の円周方向幅を小さくし、挿入孔 9 6 b の内径を縮めることで、第二軸状部 9 2 に第二伝達部材 9 4 を接続する。

【0090】

中間部材 9 5 は、たとえば弾性材製で、円環状に構成されている。中間部材 9 5 は、軸方向の両側部のそれぞれに、円輪部 9 9 a、9 9 b を備えている。円輪部 9 9 a は、円周方向の複数個所に、第一伝達部材 9 3 に備えられた突起部 9 8 a を挿入可能な図示しない第一係合孔を備えている。円輪部 9 9 b は、円周方向の複数個所に、第二伝達部材 9 4 に備えられた突起部 9 8 b を挿入可能な図示しない第二係合孔を備えている。

【0091】

本例では、ロアシャフト 1 9 a を、ロア側の接続シャフト 8 8 とアップ側のメインシャフト 8 9 とを、軸継手 9 0 を介して接続した連結構造としているため、ロアシャフト 1 9 a と反力出力シャフト 6 0 との間に生じるアライメント誤差を、動力接続部 1 1 だけでなく、軸継手 9 0 によっても吸収することができる。

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 例と同じである。

【0092】

〔実施の形態の第 3 例〕

実施の形態の第 3 例について、図 1 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。

【0093】

本例の動力接続部 1 1 a は、ロアシャフト 1 9 b の前側の端部に備えられた雄スプライン接続部 7 6 a と、アップ側出力シャフト 7 3 a の後側の端部に備えられた雌スプライン接続部 2 1 a とを、スプライン係合させることにより構成されている。つまり、本例の動力接続部 1 1 a は、雄スプライン接続部と雌スプライン接続部との前後位置が、実施の形態の第 1 例の動力接続部 1 1 とは反対である。

【0094】

本例では、ロアシャフト 1 9 b の前側の端部に半球状凸部 7 7 a を設け、該半球状凸部 7 7 a 外面に複数の雄スプライン歯 7 8 a を形成している。また、アップ側出力シャフト 7 3 a の後側の端部に半球状凹部 2 2 a を設け、該半球状凹部 2 2 a の内面に複数の雌スプライン歯 2 3 a を形成している。そして、雌スプライン接続部 2 1 a を構成する半球状凹部 2 2 a に、雄スプライン接続部 7 6 a を構成する半球状凸部 7 7 a を挿入し、かつ、半球状凹部 2 2 a の内面に備えられた複数の雌スプライン歯 2 3 a のそれぞれと、半球状凸部 7 7 a の外面に備えられた複数の雄スプライン歯 7 8 a のそれぞれとをスプライン係合させている。本例では、このような動力接続部 1 1 a により、ロアシャフト 1 9 b とアップ側出力シャフト 7 3 a とをトルク伝達可能に接続している。

10

20

30

40

50

## 【0095】

さらに本例では、ロアシャフト19bの前側の端部に備えられた、雄スプライン接続部76aを構成する雄スプライン歯78aと、ロアシャフト19bの外周面の後側の端部から中間部にわたる範囲に備えられたテレスコ調整用の雄スプライン歯100とを、前後方向に連続させている。別な言い方をすれば、テレスコ調整用の雄スプライン歯100を、ロアシャフト19bの前側の端部にまで延長して形成している。このため、ロアシャフト19bには、外周面の軸方向の全長にわたり、雄スプライン歯が備えられている。

## 【0096】

以上のような本例では、テレスコ調整用の雄スプライン歯100と、雄スプライン接続部76aを構成する雄スプライン歯78aとを、同時に加工することができる。このため、加工工数の低減を図ることができ、操舵ユニット3のコスト低減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。

## 【0097】

## 〔実施の形態の第4例〕

実施の形態の第4例について、図20～図21を用いて説明する。本例では、本発明のシャフト接続構造を、電動式パワーステアリング装置に適用している。本例においても、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。

## 【0098】

本例のステアリング装置1aは、コラムアシストタイプの電動式パワーステアリング装置である。ステアリング装置1aは、ステアリングホイール2と、ステアリングシャフト13aと、ステアリングコラム14aと、1対の自在継手101a、101bと、中間シャフト102と、ステアリングギヤユニット103と、1対のタイロッド8と、電動アシスト装置104とを備えている。

## 【0099】

ステアリングホイール2は、ステアリングコラム14aの内側に回転自在に支持されたステアリングシャフト13aの後側の端部に取り付けられている。ステアリングシャフト13aの前側の端部は、ステアリングコラム14aの前側の端部に固定されたハウジング105の内側に挿入されており、トーションバー117を介して、出力シャフト106に連結されている。

## 【0100】

出力シャフト106の回転は、1対の自在継手101a、101b及び中間シャフト102を介して、ステアリングギヤユニット103のピニオンシャフト107に伝達される。そして、ピニオンシャフト107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8を押し引きし、操舵輪に舵角を付与する。

## 【0101】

電動アシスト装置104は、運転者がステアリングホイール2を操作するのに要する力の軽減を図るもので、出力シャフト106の周囲に配置された図示しないトルクセンサと、図示しないECUと、減速機付モータ108とを備えている。

## 【0102】

減速機付モータ108は、ウォーム減速機109と、電動モータ110とを備える。

## 【0103】

ウォーム減速機109は、ウォーム111と、ウォームホイール112とを備える。ウォーム111は、軸方向両側の端部を、1対の転がり軸受113（図21には一方のみ図示）によりハウジング105に対し回転自在に支持されている。ウォーム111は、軸方向中間部に、ウォーム歯114を有している。ウォームホイール112は、出力シャフト106に外嵌されており、図示しない転がり軸受によりハウジング105に対し回転自在に支持されている。ウォームホイール112は、外周面に、ウォーム歯114と噛合するウォームホイール歯115を有している。

## 【0104】

電動モータ１１０は、ＥＣＵにより駆動制御されるもので、モータ出力軸１１６を有している。

【０１０５】

本例では、モータ出力軸１１６とウォーム１１１との動力接続部１１ｂの接続構造を工夫している。すなわち、モータ出力軸１１６の先端部に、複数の雌スプライン歯２３ｂを半球状凹部２２ｂの内面に形成してなる、雌スプライン接続部２１ｂを設けている。また、ウォーム１１１の基端部に、複数の雄スプライン歯７８ｂを半球状凸部７７ｂの外面に形成してなる、雄スプライン接続部７６ｂを設けている。そして、雌スプライン接続部２１ｂを構成する半球状凹部２２ｂに、雄スプライン接続部７６ｂを構成する半球状凸部７７ｂを挿入し、かつ、半球状凹部２２ｂの内面に備えられた複数の雌スプライン歯２３ｂのそれぞれと、半球状凸部７７ｂの外面に備えられた複数の雄スプライン歯７８ｂのそれぞれとをスプライン係合させている。これにより、モータ出力軸１１６とウォーム１１１とをトルク伝達可能に接続している。なお、本例では、ウォーム１１１が、特許請求の範囲に記載した、第一シャフトに相当し、モータ出力軸１１６が、特許請求の範囲に記載した、第二シャフトに相当する。

【０１０６】

以上のような本例では、モータ出力軸１１６とウォーム１１１とを、部品点数を増加させることなくトルク伝達可能に接続することができる。また、動力接続部１１ｂの全長を短くすることができ、減速機付モータ１０８、ひいては、ステアリング装置１ａが大型化するのを防止できる。また、モータ出力軸１１６とウォーム１１１との間のアライメント誤差を吸収することができる。

【０１０７】

なお、従来から、ウォームを揺動変位可能に支持するために、ウォームの基端側部分を回転自在に支持する転がり軸受の軸方向両側に、１対の軸方向ダンパを配置することが行われている。ただし、本例では、モータ出力軸１１６の先端部とウォーム１１１の基端部とを、上述したような動力接続部１１ｂを介して接続しているため、電動モータ１１０側に配置される軸方向ダンパを省略することができ、ウォーム１１１の外周面の軸方向中間部に備えられた鏝部１２７と転がり軸受１１３との間にのみ、樹脂製の軸方向ダンパ１２８を配置すれば足りる。したがって、本例によれば、減速機付モータ１０８の小型化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。

【０１０８】

〔実施の形態の第４例の変形例〕

実施の形態の第４例の変形例について、図２２を用いて説明する。本例においても、本発明のシャフト接続構造を、電動式パワーステアリング装置に適用し、モータ出力軸１１６ａとウォーム１１１ａとの動力接続部１１ｃの接続構造を工夫している。

【０１０９】

すなわち、本例の動力接続部１１ｃでは、モータ出力軸１１６ａの先端部とウォーム１１１ａの基端部とに設ける、雄スプライン接続部及び雌スプライン接続部の位置関係を、実施の形態の第４例とは逆にしている。

【０１１０】

本例では、モータ出力軸１１６ａの先端部に、複数の雄スプライン歯７８ｃを半球状凸部７７ｃの外面に形成してなる、雄スプライン接続部７６ｃを設けている。また、ウォーム１１１ａの基端部に、複数の雌スプライン歯２３ｃを半球状凹部２２ｃの内面に形成してなる、雌スプライン接続部２１ｃを設けている。そして、雌スプライン接続部２１ｃを構成する半球状凹部２２ｃに、雄スプライン接続部７６ｃを構成する半球状凸部７７ｃを挿入し、かつ、半球状凹部２２ｃの内面に備えられた複数の雌スプライン歯２３ｃのそれぞれと、半球状凸部７７ｃの外面に備えられた複数の雄スプライン歯７８ｃのそれぞれとをスプライン係合させている。これにより、モータ出力軸１１６ａとウォーム１１１ａとをトルク伝達可能に接続している。なお、本例では、ウォーム１１１ａが、特許請求の範

図に記載した、第二シャフトに相当し、モータ出力軸 1 1 6 a が、特許請求の範囲に記載した、第一シャフトに相当する。

【0 1 1 1】

また、ウォーム 1 1 1 a の先端側部分の周囲に付勢部材 1 2 9 を設けている。これにより、ウォーム 1 1 1 a の先端部をウォームホイール 1 1 2 に近づく方向に付勢している。

【0 1 1 2】

以上のような本例では、ウォーム 1 1 1 a の基端部を回転自在に支持する転がり軸受 1 1 3 の中心 O と、雄スプライン歯 7 8 c と雌スプライン歯 2 3 c とのスプライン係合部の軸方向位置を一致させることができる。このため、ウォーム 1 1 1 a を、転がり軸受 1 1 3 の中心 O を支点として揺動させることができる。これにより、ウォーム 1 1 1 a の先端側に設けた付勢部材 1 2 9 を効率的に機能させることが可能になる。したがって、付勢部材 1 2 9 によって、ウォーム歯 1 1 4 をウォームホイール歯 1 1 5 に向けて付勢することができ、ウォーム歯 1 1 4 とウォームホイール歯 1 1 5 との噛合部のバックラッシを小さくできる。この結果、ウォーム歯 1 1 4 とウォームホイール歯 1 1 5 との噛合部で、歯打ち音が発生することを抑制できる。

【0 1 1 3】

また、動力接続部 1 1 c を、半球状凹部 2 2 c の内側に半球状凸部 7 7 c を挿入することにより構成しているため、動力接続部 1 1 c の軸方向寸法が嵩むことを抑制でき、減速機付モータ 1 0 8 の小型化を図れる。

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 例及び第 4 例と同じである。

【0 1 1 4】

[実施の形態の第 5 例]

実施の形態の第 5 例について、図 2 3 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 5】

本例では、アッパ側出力シャフト 7 3 a のうち、雄スプライン接続部 7 6 に隣接した（つながる）軸方向中間部の外径を、雄スプライン接続部 7 6（半球状凸部 7 7）の外径よりも小さくしている。言い換えれば、アッパ側出力シャフト 7 3 a は、雄スプライン接続部 7 6 の前側に隣接する部分に、雄スプライン接続部 7 6 よりも小径のくびれ部 1 1 8 を備えている。このため、本例では、アッパ側出力シャフト 7 3 a の後側部の形状を、略きのこ形状としている。

【0 1 1 6】

以上のような本例では、図 2 3 の（C）に示すように、アッパ側出力シャフト 7 3 a の中心軸と、ロアシャフト 1 9 の中心軸とが不一致になるアライメント誤差が生じた場合にも、ロアシャフト 1 9 の前側の端面が、アッパ側出力シャフト 7 3 a の外周面に干渉しにくくできる。このため、アライメント誤差を十分に吸収することができる。また、本例では、アッパ側出力シャフト 7 3 a の中心軸とロアシャフト 1 9 の中心軸とが不一致になった場合にも、アッパ側出力シャフト 7 3 a の中心軸とロアシャフト 1 9 の中心軸との交差位置がずれることを防止できる。

【0 1 1 7】

また、本例では、図 2 3 の（B）に示すように、雄スプライン接続部 7 6（半球状凸部 7 7）の先端部と、雌スプライン接続部 2 1（半球状凹部 2 2）の底部とを当接させずに、雄スプライン接続部 7 6 の先端部と雌スプライン接続部 2 1 の底部との間に、空間 1 3 0 を設けている。このため、該空間 1 3 0 をグリース溜りとして利用することもできる。

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 8】

[実施の形態の第 5 例の変形例]

実施の形態の第 5 例の変形例について、図 2 4 を用いて説明する。

【0 1 1 9】

実施の形態の第5例においては、前記図23の(B)に示したように、雌スプライン接続部21(半球状凹部22)の内側に、雄スプライン接続部76(半球状凸部77)を挿入した状態で、雄スプライン歯78の外径が一定になった雄スプライン接続部76の基端部131(図23の(A)中に二点鎖線で囲んだ範囲)は、その大部分が雌スプライン接続部21から軸方向に突出(露出)している。このため、実施の形態の第5例において、雄スプライン接続部76の基端部131は、トルク伝達に殆ど寄与しない。そこで本例では、図24に示すように、アッパ側出力シャフト73bの後側の端部に設けた雄スプライン接続部76dから、雄スプライン歯78の外径が一定になった部分を省略している。別の言い方をすれば、雄スプライン接続部76dを構成する雄スプライン歯78dは、軸方向の全長にわたり外径が曲線的に変化している。

10

【0120】

以上のような本例では、実施の形態の第5例の構造に比べて、雄スプライン接続部76dの軸方向寸法を短くすることができる。なお、本例の構造は、ステアリングシャフトと反力出力シャフトとの接続部に適用できるだけでなく、たとえば、ウォームとモータ出力軸との接続部にも適用できる。

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5例と同じである。

【0121】

[実施の形態の第6例]

実施の形態の第6例について、図25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。

20

【0122】

本例では、操舵ユニット3aを構成する位置調整装置9aを、実施の形態の第1例の構造のような電動式の位置調整装置ではなく、手動式の位置調整装置としている。位置調整装置9aは、ステアリングホイール2(図1参照)の前後位置及び上下位置の調整が可能であり、ステアリングコラム119の内側に、ステアリングシャフト120を、1対の転がり軸受18d、18eを介して回転自在に支持している。

【0123】

そして、ステアリングホイール2の前後位置の調整を可能とするために、ステアリングコラム119を、ロア側に配置されたアウトコラム121に、アッパ側に配置されたインナコラム122を前後方向の相対変位を可能に嵌合し、全長を伸縮可能に構成している。また、ステアリングシャフト120を、ロア側に配置されたインナシャフト123に、アッパ側に配置されたアウトシャフト124をトルク伝達可能にかつ前後方向の相対変位を可能に嵌合し、全長を伸縮可能に構成している。本例では、アウトコラム121とインナシャフト123との間に転がり軸受18dを配置し、インナコラム122とアウトシャフト124との間に転がり軸受18eを配置している。

30

【0124】

また、ステアリングホイール2の上下位置の調整を可能とするために、アウトコラム121の前側の端部などを、幅方向に配置された図示しないチルト軸により、車体に対して枢支するとともに、アウトコラム121の後側部を、車体に固定された支持ブラケット125に対して、上下方向の変位を可能に支持している。

40

なお、ステアリングホイール2の位置調整を行うには、図示しない調整レバーを操作し、支持ブラケット125によるアウトコラム121の締め付け力を低下させた状態で、ステアリングホイール2の位置を手動で調整することにより行う。

【0125】

本例では、上述のような構成を有する位置調整装置9aを構成するアウトコラム121の前側の端部に、反力発生装置10aを構成する反力付与モータ58aを直接固定している。そして、反力付与モータ58aのモータ出力軸126の先端部(後側の端部)に備えられた雄スプライン接続部76を、インナシャフト123の前側の端部に備えられた雌スプライン接続部21に、スプライン係合によりトルク伝達可能に直接接続している。具体

50

的には、雌スプライン接続部 2 1 を構成する半球状凹部 2 2 に、雄スプライン接続部 7 6 を構成する半球状凸部 7 7 の前半部を挿入し、かつ、半球状凹部 2 2 の内面に備えられた複数の雌スプライン歯 2 3 のそれぞれと、半球状凸部 7 7 の外面に備えられた複数の雄スプライン歯 7 8 のそれぞれとを、円周方向に交互に配置して噛み合わせることで、スプライン係合させている。このように本例では、操舵ユニット 3 a を、ダイレクトドライブ方式に構成している。なお、本例では、反力付与モータ 5 8 a のモータ出力軸 1 2 6 が、特許請求の範囲に記載した、第一シャフトに相当し、インナシャフト 1 2 3 が、特許請求の範囲に記載した、第二シャフトに相当する。

#### 【0126】

以上のような本例の操舵ユニット 3 a によれば、実施の形態の第 1 例の構造に比べて、ウォーム減速機などの複数の部材を省略できる。このため、部品点数の低減によるコスト低減及び軽量化を図れる。

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。

#### 【0127】

##### [実施の形態の第 7 例]

実施の形態の第 7 例について、図 2 6 ～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。

#### 【0128】

本例では、動力接続部 1 1 d の構造を、実施の形態の第 1 例～第 6 例までの構造から変更している。具体的には、アッパ側出力シャフト 7 3 c の後側の端部に設ける雄スプライン接続部 7 6 e の構造、及び、ロアシャフト 1 9 c の前側の端部に設ける雌スプライン接続部 2 1 d の構造を、実施の形態の第 1 例～第 6 例までの構造から変更している。

#### 【0129】

図 2 6 に示すように、雄スプライン接続部 7 6 e を、アッパ側出力シャフト 7 3 の後側の端部に備えられた球台状凸部 1 3 2 の外面に、複数の雄スプライン歯 7 8 e を形成してなる、球台状の雄スプライン構造としている。球台状凸部 1 3 2 は、半球状凸部の先端部を平坦面状とした如き形状を有しており、基端部から先端部に向かうほど外径が曲線的に小さくなっている。なお、球台状凸部とは、図 2 9 の (B) に示すように、球を 2 つの平行な平面で切断してなる球台状の外面を有する凸部をいう。なお、球台状の外面とは、換言すれば、帯状の凸曲面ということもできる。また、球台状凸部は、略等脚台形状の断面形状を有している。本例では、球台状凸部 1 3 2 の先端部に、部分球状の凸曲部 1 3 3 を設けているが、該凸曲部 1 3 3 は省略することもできる。複数の雄スプライン歯 7 8 e は、円周方向に関して等間隔に配置されており、球台状凸部 1 3 2 の外面に放射方向に形成されている。本例では、雄スプライン接続部 7 6 e は、ポリアミド樹脂などの摩擦係数の低い、合成樹脂製のコーティング層により覆われている。

#### 【0130】

また、図 2 7 に示すように、雌スプライン接続部 2 1 d を、ロアシャフト 1 9 c の前側の端面に開口した球台状凹部 1 3 4 の内面に、複数の雌スプライン歯 2 3 d を形成してなる、球台状の雌スプライン構造としている。球台状凹部 1 3 4 は、半球状凹部の底部を平坦面状とした如き形状を有しており、開口部から奥側に向かうほど内径が曲線的に小さくなっている。本例では、球台状凹部 1 3 4 の底部に、部分球状の凹曲部 1 3 5 を設けているが、該凹曲部 1 3 5 は省略することもできる。複数の雌スプライン歯 2 3 d は、円周方向に関して等間隔に配置されており、球台状凹部 1 3 4 の内面に放射方向に形成されている。

#### 【0131】

本例では、図 2 8 の (A) に示すように、雌スプライン接続部 2 1 d を構成する球台状凹部 1 3 4 に、雄スプライン接続部 7 6 e を構成する球台状凸部 1 3 2 の全体を挿入し、かつ、球台状凹部 1 3 4 の内面に備えられた複数の雌スプライン歯 2 3 d のそれぞれと、球台状凸部 1 3 2 の外面に備えられた複数の雄スプライン歯 7 8 e のそれぞれとをスプラ

イン係合させる。本例では、雄スプライン接続部 7 6 e を、合成樹脂製のコーティング層により覆っているため、雌スプライン歯 2 3 d と雄スプライン歯 7 8 e とを、コーティング層を介してスプライン係合させる。さらに、球台状凹部 1 3 4 の底部に備えられた凹曲部 1 3 5 の内側に、球台状凸部 1 3 2 の先端部に備えられた凸曲部 1 3 3 を挿入する。

#### 【0 1 3 2】

本例では、図 2 8 の (B) に示すように、ロアシャフト 1 9 c の中心軸とアップ側出力シャフト 7 3 c の中心軸とが不一致になる、いわゆるアライメント誤差が生じた場合には、雌スプライン歯 2 3 d と雄スプライン歯 7 8 e とをスプライン係合させたまま、球台状凸部 1 3 2 を球台状凹部 1 3 4 の内側で変位させることによって、アライメント誤差を吸収することができる。

10

#### 【0 1 3 3】

以上のような本例では、雄スプライン接続部 7 6 e と雌スプライン接続部 2 1 d とから構成される動力接続部 1 1 d の軸方向寸法を短くできる。したがって、装置全体の小型化を図れる。また、本例では、雄スプライン歯 7 8 e を球台状凸部 1 3 2 の外面に形成し、かつ、雌スプライン歯 2 3 d を球台状凹部 1 3 4 の内面に形成しているため、実施の形態の第 1 例の構造のように、雄スプライン歯を半球状凸部の外面に形成し、かつ、雌スプライン歯を半球状凹部の内面に形成した場合に比べて、スプライン係合部の噛み合い長さを短くすることができる。このため、噛み合い長さが長い場合に発生しやすい、うねり音の発生を効果的に防止できる。また、噛み合い長さを短くできるため、アライメントの吸収を大きくすることができる。つまり、アップ側出力シャフト 7 3 c とロアシャフト 1 9 c との傾きを大きくできる。

20

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】

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、適宜組み合わせ実施することができる。

#### 【0 1 3 5】

本発明を実施する場合に、雌スプライン歯と雄スプライン歯とをスプライン係合させたまま、部分球状凹部の内側で部分球状凸部を変位させることができる限り、部分球状凸部及び部分球状凹部のそれぞれの形状、並びに、雄スプライン歯及び雌スプライン歯のそれぞれの数及び形状については、実施の形態の各例の構造に限定されない。また、本発明を実施する場合に、雄スプライン係合部と雌スプライン係合部とを、実施の形態の各例の構造とは反対にして実施することもできる。

30

#### 【0 1 3 6】

また、本発明を実施する場合に、本発明のシャフト接続構造により接続可能な第一シャフト及び第二シャフトの種類は、実施の形態の各例で説明したシャフトに限定されない。また、本発明の減速機付モータについても、実施の形態の第 4 例及び変形例で説明した電動式パワーステアリング装置を構成する減速機付モータに限らず、ステアバイワイヤ式のステアリング装置を構成する反力発生装置などの減速機付モータに適用することもできるし、その他の装置に備えられた減速機付モータに適用することもできる。

40

#### 【0 1 3 7】

また、本発明を実施する場合に、反力発生装置に組み合わせる位置調整装置には、実施の形態の第 1 例に示したような、電動式の位置調整装置に限らず、実施の形態の第 6 例に示したような、手動式の位置調整装置を採用することもできる。

#### 【符号の説明】

#### 【0 1 3 8】

- 1、1 a ステアリング装置
- 2 ステアリングホイール
- 3、3 a 操舵ユニット
- 4 操舵輪

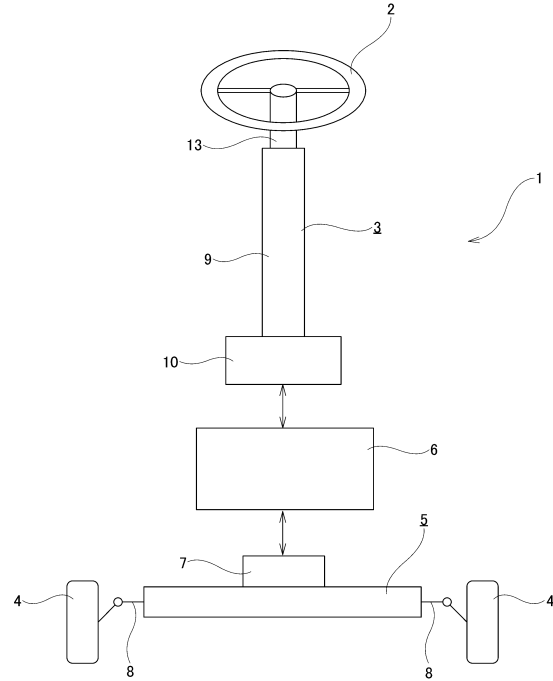
50

|                        |                  |    |
|------------------------|------------------|----|
| 5                      | 転舵ユニット           |    |
| 6                      | 制御装置             |    |
| 7                      | 転舵用アクチュエータ       |    |
| 8                      | タイロッド            |    |
| 9、9 a                  | 位置調整装置           |    |
| 10、10 a                | 反力発生装置           |    |
| 11、11 a、11 b、11 c、11 d | 動力接続部            |    |
| 12                     | 筐体接続部            |    |
| 13、13 a                | ステアリングシャフト       |    |
| 14、14 a                | ステアリングコラム        | 10 |
| 15                     | ロア側テレスコ用アクチュエータ  |    |
| 16                     | アッパ側テレスコ用アクチュエータ |    |
| 17                     | チルト用アクチュエータ      |    |
| 18 a～18 e              | 転がり軸受            |    |
| 19、19 a、19 b、19 c      | ロアシャフト           |    |
| 20                     | アッパシャフト          |    |
| 21、21 a、21 b、21 c、21 d | 雌スプライン接続部        |    |
| 22、22 a、22 b、22 c      | 半球状凹部            |    |
| 23、23 a、23 b、23 c、23 d | 雌スプライン歯          |    |
| 24                     | ブラケット            | 20 |
| 25                     | コラム本体            |    |
| 26                     | 固定ブラケット          |    |
| 27                     | 変位ブラケット          |    |
| 28                     | 固定板部             |    |
| 29                     | 固定側支持フレーム        |    |
| 30                     | 取付ボルト            |    |
| 31                     | 変位板部             |    |
| 32                     | 変位側支持フレーム        |    |
| 33                     | 支持壁部             |    |
| 34                     | アウトコラム           | 30 |
| 35                     | ロア側インナコラム        |    |
| 36                     | アッパ側インナコラム       |    |
| 37                     | スリット             |    |
| 38                     | ねじ孔              |    |
| 39                     | スクリープラグ          |    |
| 40                     | 円筒部              |    |
| 41                     | 第一ハウジング接続部       |    |
| 42                     | 第一接続筒部           |    |
| 43                     | 第一接続板部           |    |
| 44                     | 第一通孔             | 40 |
| 45                     | ロア側テレスコ用モータ      |    |
| 46                     | ロア側送りねじ装置        |    |
| 47                     | ロア側ねじ軸           |    |
| 48                     | ロア側ナット           |    |
| 49                     | アッパ側テレスコ用モータ     |    |
| 50                     | アッパ側送りねじ装置       |    |
| 51                     | アッパ側ねじ軸          |    |
| 52                     | アッパ側ナット          |    |
| 53                     | コネクタ部材           |    |
| 54                     | 枢支ボルト            | 50 |

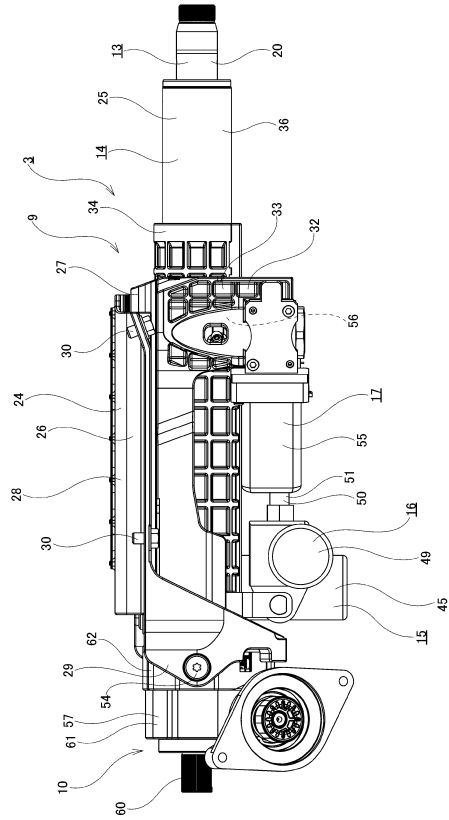
|                                   |              |    |
|-----------------------------------|--------------|----|
| 5 5                               | チルト用モータ      |    |
| 5 6                               | チルト用送りねじ装置   |    |
| 5 7                               | ギヤハウジング      |    |
| 5 8、5 8 a                         | 反力付与モータ      |    |
| 5 9                               | ウォーム減速機      |    |
| 6 0                               | 反力出力シャフト     |    |
| 6 1                               | ロア側ハウジング     |    |
| 6 2                               | アッパ側ハウジング    |    |
| 6 3                               | 第二ハウジング接続部   |    |
| 6 4                               | 接続ボルト        | 10 |
| 6 5                               | ウォーム収容部      |    |
| 6 6                               | ウォームホイール収容部  |    |
| 6 7                               | 第二接続筒部       |    |
| 6 8                               | 第二接続板部       |    |
| 6 9                               | 第二通孔         |    |
| 7 0                               | ウォーム         |    |
| 7 1                               | ウォームホイール     |    |
| 7 2                               | ロア側出力シャフト    |    |
| 7 3、7 3 a、7 3 b、7 3 c             | アッパ側出力シャフト   |    |
| 7 4                               | トーションバー      | 20 |
| 7 5                               | トルクセンサ       |    |
| 7 6、7 6 a、7 6 b、7 6 c、7 6 d、7 6 e | 雄スプライン接続部    |    |
| 7 7、7 7 a、7 7 b、7 7 c             | 半球状凸部        |    |
| 7 8、7 8 a、7 8 b、7 8 c、7 8 d、7 8 e | 雄スプライン歯      |    |
| 7 9                               | 連続孔          |    |
| 8 0                               | リニアガイド       |    |
| 8 1                               | ボルト          |    |
| 8 2 a、8 2 b                       | 転がり軸受        |    |
| 8 3                               | 係止溝          |    |
| 8 4                               | 止め輪          | 30 |
| 8 5                               | 環状壁部         |    |
| 8 6                               | 環状突起部        |    |
| 8 7                               | ボルト          |    |
| 8 8                               | 接続シャフト       |    |
| 8 9                               | メインシャフト      |    |
| 9 0                               | 軸継手          |    |
| 9 1                               | 第一軸状部        |    |
| 9 2                               | 第二軸状部        |    |
| 9 3                               | 第一伝達部材       |    |
| 9 4                               | 第二伝達部材       | 40 |
| 9 5                               | 中間部材         |    |
| 9 6 a、9 6 b                       | 挿入孔          |    |
| 9 7 a、9 7 b                       | 切り欠き         |    |
| 9 8 a、9 8 b                       | 突起部          |    |
| 9 9 a、9 9 b                       | 円輪部          |    |
| 1 0 0                             | 雄スプライン歯      |    |
| 1 0 1 a、1 0 1 b                   | 自在継手         |    |
| 1 0 2                             | 中間シャフト       |    |
| 1 0 3                             | ステアリングギヤユニット |    |
| 1 0 4                             | 電動アシスト装置     | 50 |

|               |            |    |
|---------------|------------|----|
| 1 0 5         | ハウジング      |    |
| 1 0 6         | 出力シャフト     |    |
| 1 0 7         | ピニオンシャフト   |    |
| 1 0 8         | 減速機付モータ    |    |
| 1 0 9         | ウォーム減速機    |    |
| 1 1 0         | 電動モータ      |    |
| 1 1 1、1 1 1 a | ウォーム       |    |
| 1 1 2         | ウォームホイール   |    |
| 1 1 3         | 転がり軸受      |    |
| 1 1 4         | ウォーム歯      | 10 |
| 1 1 5         | ウォームホイール歯  |    |
| 1 1 6、1 1 6 a | モータ出力軸     |    |
| 1 1 7         | トーションバー    |    |
| 1 1 8         | くびれ部       |    |
| 1 1 9         | ステアリングコラム  |    |
| 1 2 0         | ステアリングシャフト |    |
| 1 2 1         | アウトコラム     |    |
| 1 2 2         | インナコラム     |    |
| 1 2 3         | インナシャフト    |    |
| 1 2 4         | アウトシャフト    | 20 |
| 1 2 5         | 支持ブラケット    |    |
| 1 2 6         | モータ出力軸     |    |
| 1 2 7         | 鍔部         |    |
| 1 2 8         | 軸方向ダンパ     |    |
| 1 2 9         | 付勢部材       |    |
| 1 3 0         | 空間         |    |
| 1 3 1         | 基端部        |    |
| 1 3 2         | 球台状凸部      |    |
| 1 3 3         | 凸曲部        |    |
| 1 3 4         | 球台状凹部      | 30 |
| 1 3 5         | 凹曲部        |    |

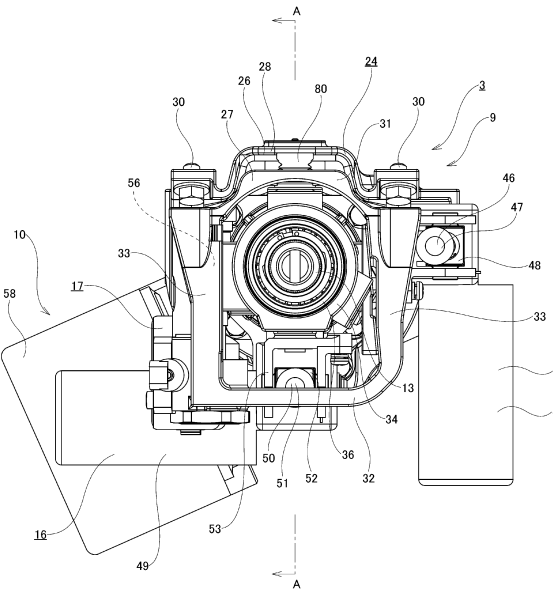
【図面】  
【図 1】



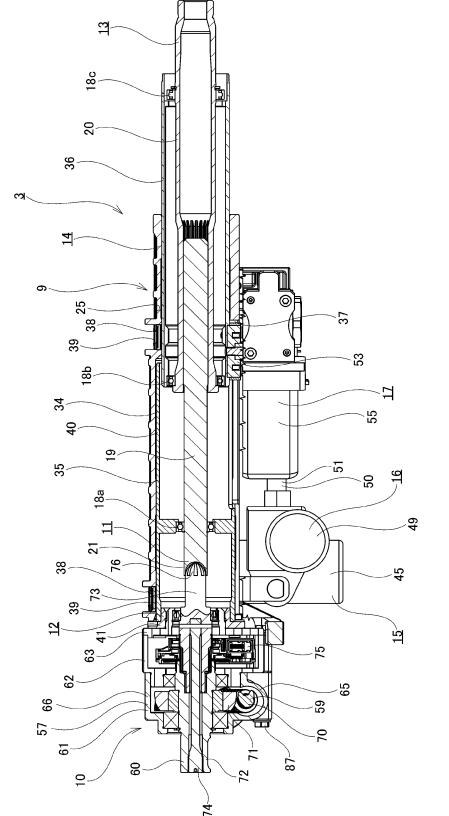
【図 2】



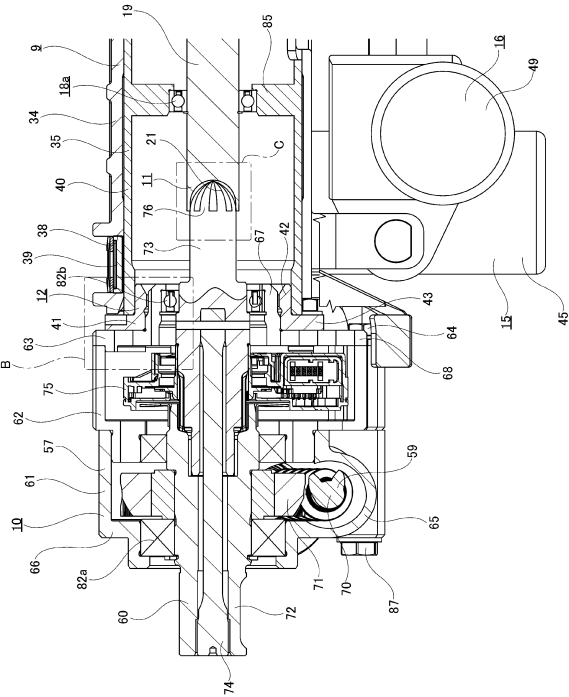
【図 3】



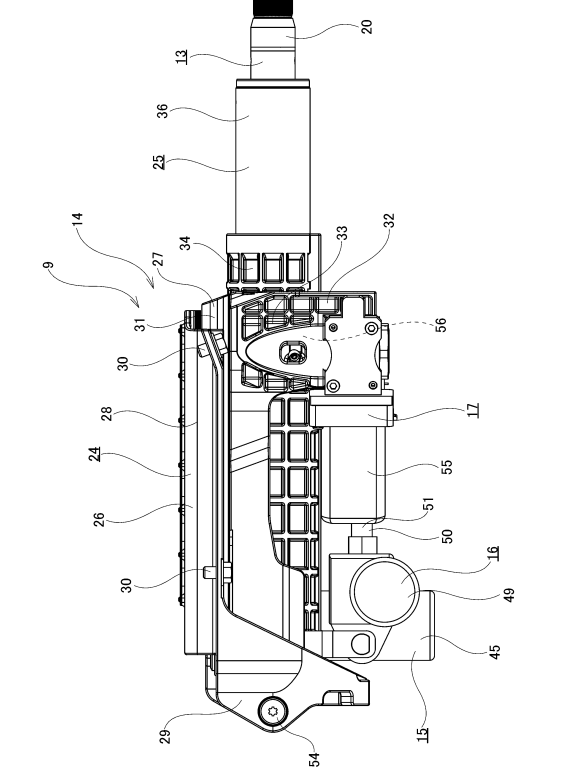
【図 4】



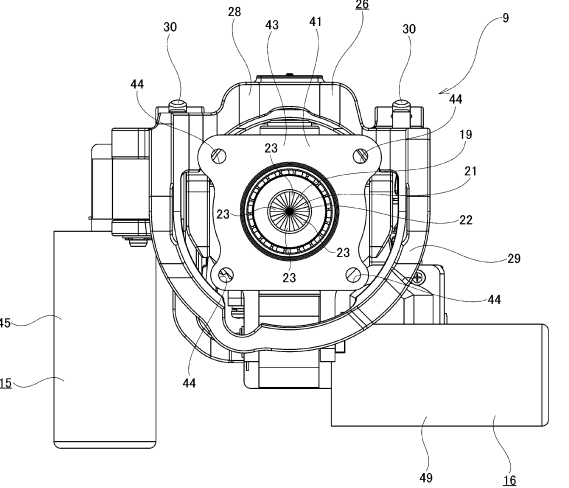
【図 5】



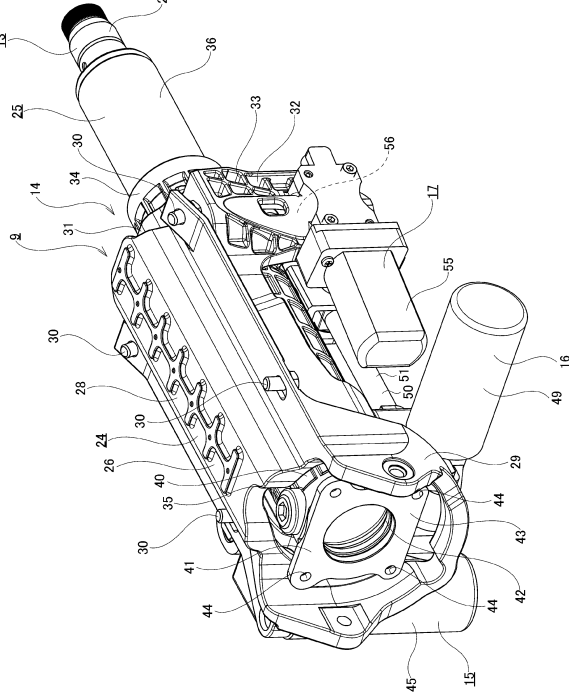
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

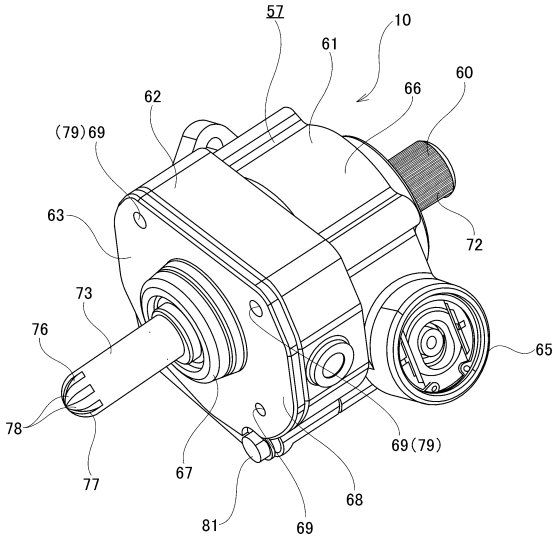
20

30

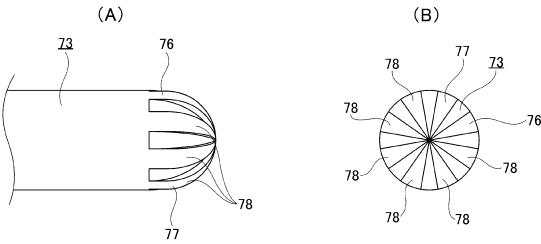
40

50

【図 9】

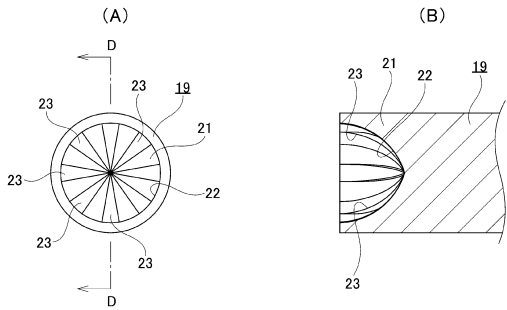


【図 10】

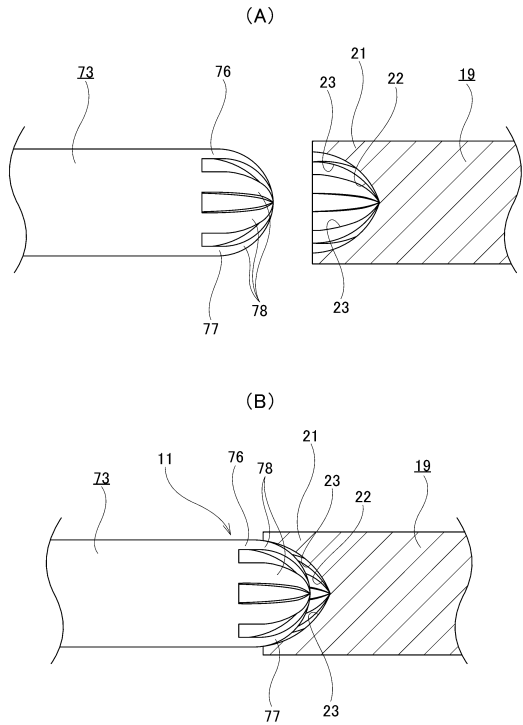


10

【図 11】



【図 12】



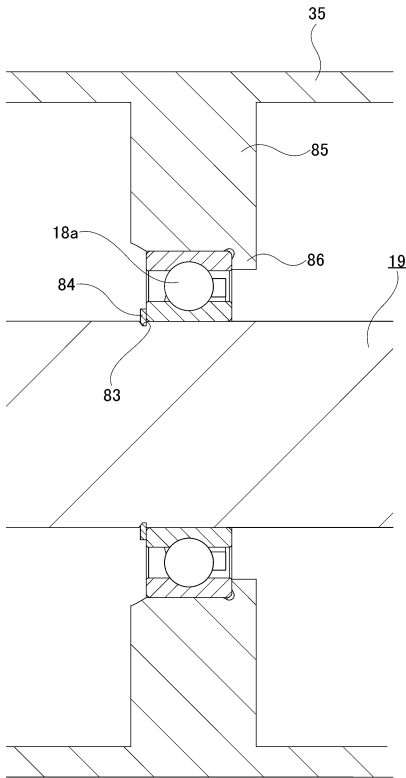
20

30

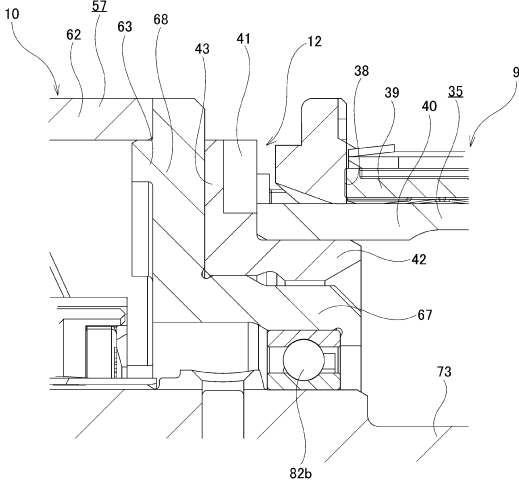
40

50

【図 1 3】



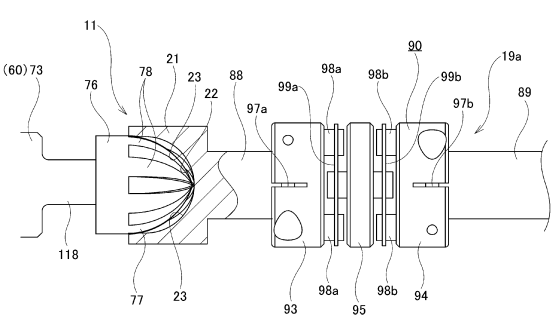
【図 1 4】



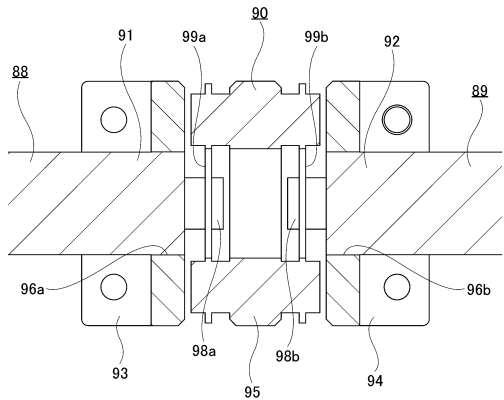
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

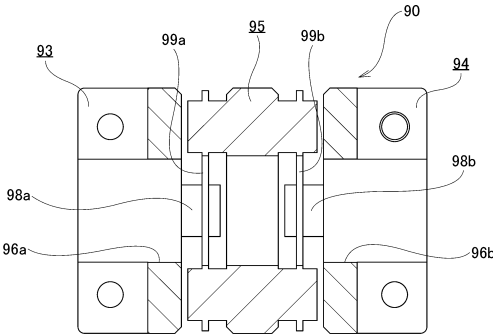


30

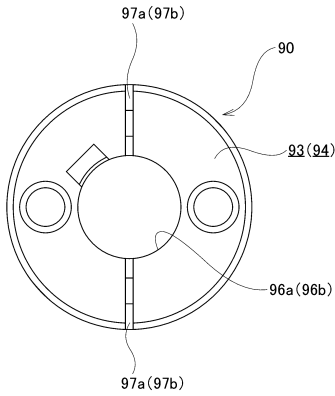
40

50

【図 17】

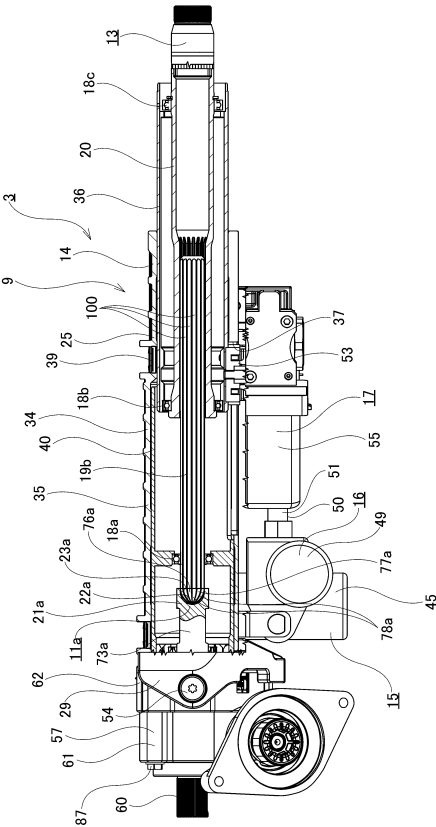


【図 18】

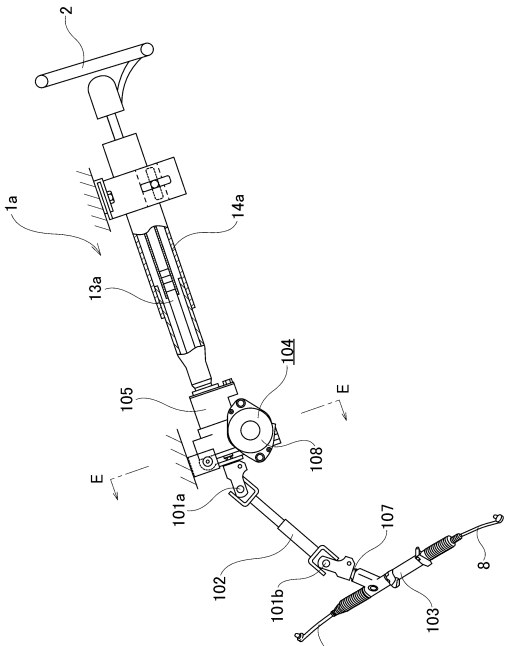


10

【図 19】



【図 20】



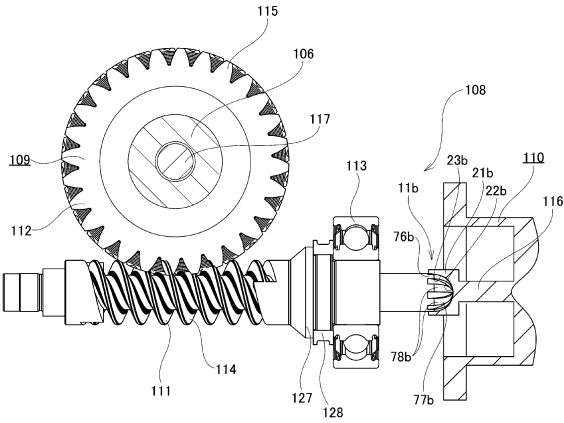
20

30

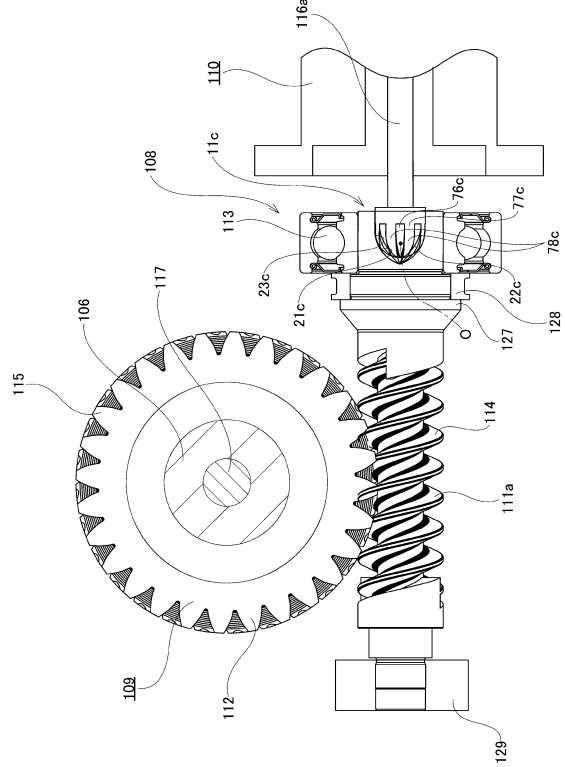
40

50

【図 2 1】



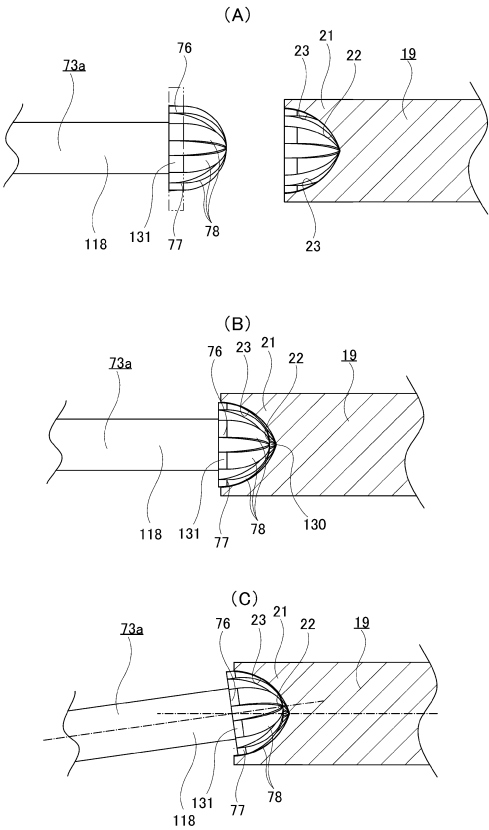
【図 2 2】



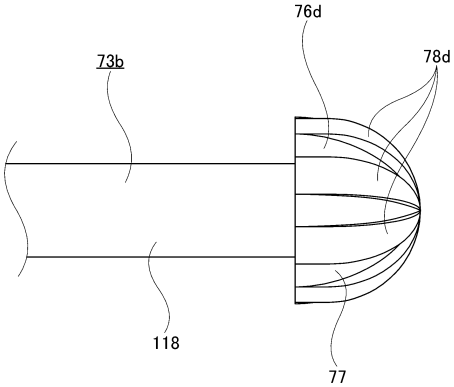
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

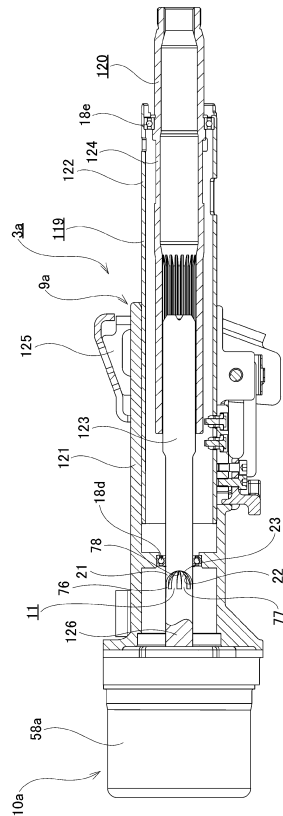


30

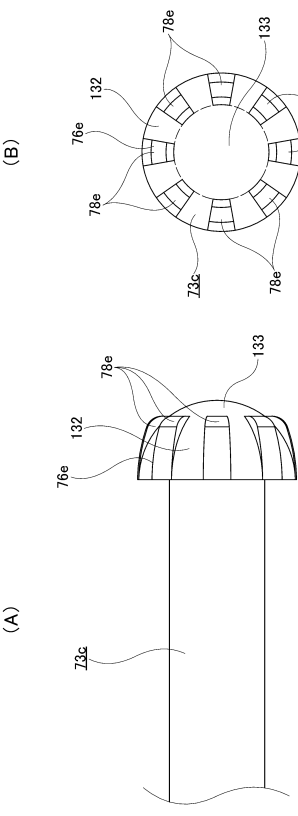
40

50

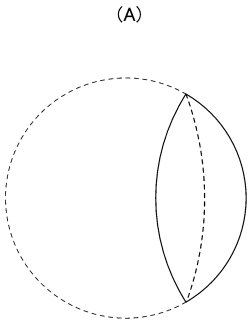
【図 2 5】



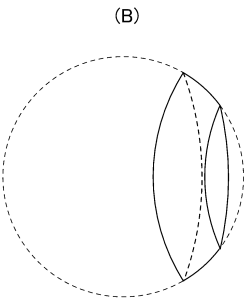
【図 2 6】



【図 29】



10



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献      中国実用新案第207161005 (CN, U)  
                    特開2012-117560 (JP, A)  
                    特開2002-266987 (JP, A)  
                    特開2013-216172 (JP, A)  
                    特開平08-207792 (JP, A)  
                    中国実用新案第202326770 (CN, U)  
                    米国特許出願公開第2007/0022751 (US, A1)  
                    独国特許出願公開第102018204253 (DE, A1)  
                    特開2000-161384 (JP, A)  
                    特開2005-193764 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
                    F16D    1/02  
                    B62D    5/04