

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-136105

(P2012-136105A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	3 D 2 3 3
H 0 2 K 7/116 (2006.01)	H 0 2 K 7/116	5 H 6 0 7
H 0 2 K 7/08 (2006.01)	H 0 2 K 7/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-288510 (P2010-288510)
 (22) 出願日 平成22年12月24日 (2010.12.24)

(71) 出願人 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100087701
 弁理士 稲岡 耕作
 (74) 代理人 100101328
 弁理士 川崎 実夫
 (72) 発明者 田中 英治
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内
 Fターム(参考) 3D233 CA02 CA16 CA21
 5H607 AA04 AA12 BB01 CC03 DD02
 DD03 DD19 EE32 GG08 JJ08

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】継手およびウォーム減速機構の何れにおいてもがたつき音が発生することを抑制でき、且つ、電動モータの出力を遅れなくウォーム減速機構に伝達することのできる電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】ウォーム軸20の第1端部22および第2端部23は、それぞれ、第1および第2軸受31, 32によって回転可能に支持されている。弾性部材45は、第2軸受32を介して第2端部23を弾性的に付勢している。第1端部22は、拡径許容部40が形成された第1筒状部34を含む。第1筒状部34の外周には、雄歯部41が形成されている。雄歯部41は、継手30の第2筒状部46に形成された雌歯部49と噛み合っている。第1筒状部34内のボール42は、軸方向S1に関する拡径許容部40の一部を拡径させることで、雄歯部41の一部を雌歯部49に押圧している。

【選択図】 図2

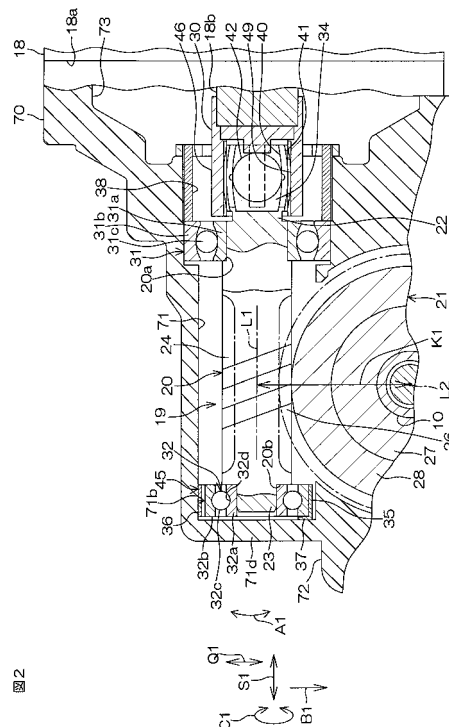


図2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 端部および第 2 端部を含むウォーム軸と、
 前記ウォーム軸に噛み合い転舵機構に連結されたウォームホイールと、
 前記第 1 端部と電動モータの出力軸とをトルク伝達可能に連結する継手と、
 前記ウォーム軸および前記ウォームホイールの中心間距離が近づく方向に前記第 2 端部
 を弾性的に付勢する付勢部材と、を備え、
 前記第 1 端部は、第 1 筒状部と、前記第 1 筒状部に形成され前記第 1 筒状部の拡径を許
 容するための拡径許容部と、前記第 1 筒状部の外周に形成された雄歯部と、を含み、
 前記継手は、前記出力軸と一体回転可能な第 2 筒状部と、この第 2 筒状部の内周に形成
 され前記雄歯部に噛み合い可能な雌歯部と、を含み、
 前記第 1 筒状部内に配置され、前記第 1 筒状部の軸方向の一部を拡径させることで前記
 雄歯部を前記雌歯部に押圧させる拡径部材をさらに備えていることを特徴とする電動パワ
 ーステアリング装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記拡径部材は、前記拡径許容部に圧入されたボールを含むことを
 特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記拡径許容部の内周面に、前記拡径部材を受けるための
 受け凹部が形成されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項において、前記第 2 筒状部内に配置され前記拡径部材を受け
 る受け部材をさらに備えていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項において、前記拡径許容部には、スリットが形成されている
 ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動パワーステアリング装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

電動モータの出力が減速機構を介して転舵機構に伝達される電動パワーステアリング装
 置において、減速機構として、ウォーム減速機構を用いることがある（例えば、特許文献
 1 参照）。

特許文献 1 記載の構成では、電動モータの出力軸と、ウォーム軸とは、スプライン継手
 によって結合されている。具体的には、電動モータの出力軸に形成された雌スプラインと
 、ウォーム軸の一端部に形成された雄スプラインとが互いに嵌め合わされている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 266987 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 記載の構成では、雄スプラインが球面形状に形成されており、雄スプライン
 の軸方向の中央部の直径が最も大きくされている。これにより、雄スプラインは、当該雄
 プラインの中央部を支点にして、雌スプラインに対して揺動可能である。また、ウォーム
 軸の他端部には、ねじ部材等を用いて付勢力が付与されている。これにより、ウォーム軸

50

は、ウォームホイール側に押圧されており、ウォーム軸とウォームホイールとの噛み合い部分でのバックラッシュが詰められている。その結果、ウォーム軸とウォームホイールとの噛み合い部分でのバックラッシュに起因する噛み合い騒音が抑制されている。しかしながら、通常、スプライン継手の雄スプラインと雌スプラインの間には、ガタ（隙間）が生じるので、このガタに起因して、雄スプラインと雌スプラインの間でがたつき音（ラトル音）が生じてしまう。

【0005】

一方で、継手として、弾性部材を有する継手を用いて、継手でのがたつき音の発生を抑制することが考えられる。このような継手は、例えば、電動モータの出力軸に固定された入力部材と、ウォーム軸の一端部に固定された出力部材と、これら入力部材と出力部材との間に配置された弾性部材と、を含む。

入力部材および出力部材は、相対向する対向面を有し、各対向面には、ウォーム軸の軸方向に突出する突部が複数形成されている。入力部材の各突部と、出力部材の各突部とは、周方向に隙間をあけて配置されており、この隙間に弾性部材が介在している。この構成により、入力部材のトルクは、入力部材の突部、弾性部材および出力部材の突部の順に伝わり、ウォーム軸に伝わる。このように、トルク伝達経路に弾性部材が介在することにより、継手でのがたつき音を抑制できる。しかしながら、この構成では、電動モータの駆動開始のとき、入力部材と出力部材との間で弾性部材が弾性的に圧縮された後に、トルクが入力部材から出力部材に伝わる。よって、電動モータの駆動開始から、ステアリングシャフトにトルクが伝達されるまでの間に遅れが生じる。このため、操舵部材の操舵の開始に対する操舵補助の開始について、応答性が低くなってしまう。

【0006】

本発明は、かかる背景のもとでなされたもので、継手およびウォーム減速機構の何れにおいてもがたつき音が発生することを抑制でき、且つ、電動モータの出力を遅れなくウォーム減速機構に伝達することのできる電動パワーステアリング装置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】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明は、第1端部（22）および第2端部（23）を含むウォーム軸（20）と、前記ウォーム軸に噛み合い転舵機構（29）に連結されたウォームホイール（21）と、前記第1端部と電動モータ（18）の出力軸（18b）とをトルク伝達可能に連結する継手（30）と、前記ウォーム軸および前記ウォームホイールの中心間距離（K1）が近づく方向に前記第2端部を弾性的に付勢する付勢部材（45）と、を備え、前記第1端部は、第1筒状部（34）と、前記第1筒状部に形成され前記第1筒状部の外径を許容するための外径許容部（40）と、前記第1筒状部の外周に形成された雄歯部（41）と、を含み、前記継手は、前記出力軸と一体回転可能な第2筒状部（46）と、この第2筒状部（46）の内周に形成され前記雄歯部に噛み合い可能な雌歯部（49）と、を含み、前記第1筒状部内に配置され、前記第1筒状部の軸方向の一部を外径させることで前記雄歯部を前記雌歯部に押圧させる外径部材（42；55）をさらに備えていることを特徴とする電動パワーステアリング装置（1）を提供する（請求項1）。

【0008】

本発明によれば、外径部材によってウォーム軸の雄歯部と継手の雌歯部とが互いに押圧されている。これにより、これら雄歯部と雌歯部との間の隙間を詰めることができる。したがって、電動モータの駆動時等に、継手からがたつき音（ラトル音）が生じることを抑制できる。また、外径部材によって第1筒状部の一部が外径されていることにより、ウォーム軸の軸方向に関する雄歯部の一部が雌歯部に噛み合う。これにより、ウォーム軸は、雄歯部と雌歯部との噛み合い部を支点にして、継手に対して揺動可能である。したがって、ウォーム軸は、付勢部材の付勢力を受けてウォームホイール側に変位し、その結果、ウォーム軸とウォームホイールとの噛み合い部のバックラッシュを詰めることができる。これにより、ウォーム軸とウォームホイールとを含むウォーム減速機構における、がたつき音（

ラトル音)の発生も抑制できる。その上、ウォーム軸の雄歯部とウォームホイールの雌歯部とは、直接噛み合っているため、互いの剛的な噛み合いが実現されている。したがって、雌歯部から雄歯部へのトルク伝達に遅れが生じることはなく、電動モータの出力を遅れなくウォーム減速機構に伝達できる。

【0009】

また、本発明において、前記拡張部材は、前記拡張許容部に圧入されたボール(42)を含む場合がある(請求項2)。この場合、拡張許容部にボールを圧入するという簡易な構成で、拡張許容部を拡張できる。しかも、ボールであれば、第1筒状部に対する向きを考慮することなく、第1筒状部に挿入すればよいので、第1筒状部へのボールの圧入作業が容易である。

10

【0010】

また、本発明において、前記拡張許容部の内周面(40a)に、前記拡張部材を受けるための受け凹部(44)が形成されている場合がある(請求項3)。この場合、拡張許容部に挿入された拡張部材を受け凹部に配置することで、拡張部材を所望の位置に確実に配置できる。これにより、ウォーム軸の揺動の支点を所望の位置に確実に設定できる。

また、本発明において、前記第2筒状部に配置され前記拡張部材を受ける受け部材(50)をさらに備える場合がある(請求項4)。この場合、拡張許容部に挿入された拡張部材が拡張許容部内で不用意に動くことを抑制できるので、第1筒状部の所望の部分を拡張した状態を確実に維持できる。

【0011】

20

また、本発明において、前記拡張許容部には、スリット(43)が形成されている場合がある(請求項5)。この場合、第1筒状部にスリットを形成するという簡易な構成で、拡張許容部を実現できる。

なお、上記において、括弧内の数字等は、後述する実施形態における対応構成要素の参照符号を表すものであるが、これらの参照符号により特許請求の範囲を限定する趣旨ではない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態にかかる電動パワーステアリング装置の概略構成を示す模式図である。

30

【図2】電動モータ、ウォーム減速機構およびその近傍の構成を示す断面図である。

【図3】図2の第1軸受の周辺の拡大図である。

【図4】ウォームの第1端部周辺の主要部を軸方向に沿って見た断面図である。

【図5】ウォーム軸と電動モータの出力軸とを組み付ける作業を説明するための主要部の断面図である。

【図6】(A)~(C)は、ウォーム軸と電動モータの出力軸とを組み付ける作業を説明するための主要部の断面図である。

【図7】本発明の別の実施形態の主要部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

40

以下には、図面を参照して、本発明の実施形態について具体的に説明する。

図1は、本発明の一実施形態にかかる電動パワーステアリング装置1の概略構成を示す模式図である。図1を参照して、電動パワーステアリング装置1は、ステアリングホイール等の操舵部材2に連結されるステアリングシャフト3と、中間軸4を介してステアリングシャフト3と連結されるピニオン軸5と、転舵軸としてのラック軸8と、を備えている。ラック軸8は、ピニオン軸5に形成されたピニオン6に噛み合うラック7を有し、自動車の左右方向に延びている。ピニオン軸5およびラック軸8によって、ラックアンドピニオン機構からなる転舵機構29が構成されている。

【0014】

ステアリングシャフト3は、操舵部材2に連なる入力軸9と、中間軸4に連なる出力軸

50

10とを含んでいる。これら入力軸9および出力軸10はトーションバー11を介して同一軸線上で相対回転可能に連結されている。

ラック軸8は、図示しない複数の軸受を介して直線往復運動可能にハウジング12に支持されている。ラック軸8の両端部は、ハウジング12の外部へ突出している。ラック軸8の各端部は、それぞれタイロッド13およびナックルアーム(図示せず)を介して、転舵輪14に連結されている。

【0015】

操舵部材2が回転操作されることにより、ステアリングシャフト3が回転する。このステアリングシャフト3の回転は、ピニオン6およびラック7を介してラック軸8の直線往復運動に変換される。これにより、転舵輪14の転舵が達成される。

10

操舵部材2に操舵トルクが入力されることにより、トーションバー11はねじれる。これにより、入力軸9および出力軸10が微小角度、相対回転する。この相対回転変位は、ステアリングシャフト3の近傍に設けられたトルクセンサ15によって検出される。これにより、操舵部材2に作用するトルクが検出される。トルクセンサ15の出力信号は、ECU16(Electronic Control Unit: 電子制御ユニット)に与えられる。ECU16は、トルク値や図示しない車速センサから与えられる車速値等に基づいて、駆動回路17を介して操舵補助用の電動モータ18を駆動制御する。

【0016】

電動モータ18の出力は、ウォーム減速機構19を介してステアリングシャフト3の出力軸10に伝達される。出力軸10に伝達された力は、ピニオン軸5等を介してラック軸8に伝達される。これにより操舵が補助される。

20

ウォーム減速機構19は、電動モータ18により回転駆動される駆動ギヤとしてのウォーム軸20と、このウォーム軸20に噛み合う従動ギヤとしてのウォームホイール21とを備えている。ウォームホイール21は、ステアリングシャフト3の出力軸10等を介して転舵機構29に連結されている。

【0017】

図2は、電動モータ18、ウォーム減速機構19およびその近傍の構成を示す断面図である。図2を参照して、ウォーム減速機構19は、ハウジング70に收容されている、また、電動モータ18は、このハウジング70に支持されている。ハウジング70は、ウォーム軸20を收容する筒状の駆動ギヤ收容ハウジング71と、ウォームホイール21を收容する筒状の従動ギヤ收容ハウジング72と、を含んでいる。ハウジング70は、アルミニウム合金等の金属材料を用いて一体成形されている。

30

【0018】

駆動ギヤ收容ハウジング71の一端部には、環状フランジ部73が形成されている。環状フランジ部73には、図示しない固定ねじを用いて、電動モータ18のモータハウジング18aが取り付けられている。電動モータ18は、このモータハウジング18aと、モータハウジング18aに回転可能に支持された出力軸18bとを含んでいる。出力軸18bは、駆動ギヤ收容ハウジング71に向けてモータハウジング18aから突出している。出力軸18bは、継手30を介してウォーム軸20に動力伝達可能に連結されている。ウォーム軸20は、継手30に対して、所定の揺動方向A1に揺動可能とされている。

40

【0019】

ウォーム軸20は、第1端部22と、第2端部23と、第1端部22および第2端部23間に配置され歯部を有する柱状のウォーム24と、を含んでいる。

第1端部22は、電動モータ18の出力軸18bに継手30を介して動力(トルク)伝達可能に連結されている。

ウォームホイール21は、出力軸10に一体回転可能に結合された環状の芯金27と、芯金27の周囲を取り囲み外周に歯が形成された合成樹脂部材28とを含んでいる。芯金27は、例えば合成樹脂部材28の樹脂成形時に金型内にインサートされる。芯金27は、ステアリングシャフト3の出力軸10に、例えば圧入によって嵌め合わされている。これにより、ウォームホイール21は、出力軸10に対して一体回転可能に且つ軸方向に移

50

動不能となっている。

【 0 0 2 0 】

ウォーム軸 2 0 の第 1 端部 2 2 には、第 1 軸受 3 1 が配置されている。また、ウォーム軸 2 0 の第 2 端部 2 3 には、第 2 軸受 3 2 が配置されている。第 1 および第 2 軸受 3 1 , 3 2 は、例えば、深溝玉軸受等の転がり軸受である。ウォーム軸 2 0 は、第 1 軸受 3 1 および第 2 軸受 3 2 等を介して、ハウジング 7 0 の駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 に回転可能に支持されている。

【 0 0 2 1 】

ウォーム軸 2 0 は、第 1 端部 2 2 を中心に、揺動方向 A 1 に揺動可能である。また、ウォーム軸 2 0 の中心としての中心軸線 L 1 と、ウォームホイール 2 1 の中心としての中心軸線 L 2 との間の距離（中心間距離）K 1 が近づく方向としての付勢方向 B 1 に、ウォーム軸 2 0 の第 2 端部 2 3 が弾性的に付勢されている。これにより、ウォーム軸 2 0 の歯形成部としてのウォーム 2 4 とウォームホイール 2 1 の互いの噛み合い領域 2 6 においてバックラッシュが生じることを抑制している。

10

【 0 0 2 2 】

なお、以下では、ウォーム軸 2 0 の軸方向 S 1、径方向 Q 1 および周方向 C 1 を、単に軸方向 S 1、径方向 Q 1 および周方向 C 1 という。

図 3 は、図 2 の第 1 軸受 3 1 の周辺の拡大図である。図 3 を参照して、第 1 端部 2 2 は、第 1 軸受 3 1 によって保持される軸受保持部 3 3 と、軸受保持部 3 3 に連続する第 1 筒状部 3 4 と、を含んでいる。軸受保持部 3 3 は、中実の円筒状に形成されている。

20

【 0 0 2 3 】

第 1 軸受 3 1 は、ウォーム軸 2 0 を揺動方向 A 1 に揺動可能となるように、軸受保持部 3 3 を支持している。第 1 軸受 3 1 は、内輪 3 1 a と、外輪 3 1 b と、転動体（玉）3 1 c とを含んでいる。

第 1 軸受 3 1 の内輪 3 1 a は、軸受保持部 3 3 の外周に嵌め合わされている。この内輪 3 1 a は、第 1 端部 2 2 に圧入固定されており、ウォーム軸 2 0 とは軸方向 S 1 に一体移動可能である。

【 0 0 2 4 】

第 1 軸受 3 1 の外輪 3 1 b は、駆動ギヤ収容部 7 1 の軸受支持部（保持孔）7 1 a に支持されている。第 1 軸受支持部 7 1 a は、駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 の内周面に形成されている。外輪 3 1 b は、第 1 軸受保持部 7 1 a にすきま嵌めによって嵌合されており、ハウジング 7 0 に対する軸方向移動が可能である。

30

第 1 軸受 3 1 の転動体 3 1 c は、内輪 3 1 a の外周面の軌道溝と、外輪 3 1 b の内周面の軌道溝との間に介在している。第 1 軸受 3 1 の転動体 3 1 c は、所定の直径を有する玉からなる。第 1 軸受 3 1 の中心軸線および転動体 3 1 c の中心を含む切断面（図 3 に示す切断面）において、内輪 3 1 a の軌道溝の曲率半径 R 1 は、転動体 3 1 c の直径 D 1 の 50 % よりも大きい。また、外輪 3 1 b の軌道溝の曲率半径 R 2 は、転動体 3 1 c の直径 D 1 の 50 % よりも大きい。

【 0 0 2 5 】

上記の構成により、第 1 軸受 3 1 の内輪 3 1 a は、外輪 3 1 b に対して揺動方向 A 1 に大きく揺動可能となっている。揺動方向 A 1 は、ウォームホイール 2 1 の中心軸線 L 2 に沿ってウォーム軸 2 0 を見たときにおける、第 1 端部 2 2 を中心とする時計回り方向および反時計回り方向を含む方向である。

40

図 2 を参照して、第 2 軸受 3 2 は、内輪 3 2 a と、外輪 3 2 b と、転動体 3 2 c とを含んでいる。第 2 軸受 3 2 の内輪 3 2 a は、第 2 端部 2 3 の外周に嵌め合わされている。この内輪 3 2 a の一端面は、第 2 端部 2 3 とウォーム 2 4 との間の環状の段部 2 0 b に受けられている。

【 0 0 2 6 】

第 2 軸受 3 2 の外輪 3 2 b は、駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 の内周面に形成された第 2 軸受支持部 7 1 b に、付勢部材としての弾性部材 4 5 を介して支持されている。第 1 軸受

50

保持部 7 1 b は、付勢方向 B 1 に長い長孔に形成されている。これにより、第 2 軸受 3 2 および第 2 端部 2 3 は、揺動方向 A 1 に移動可能とされている。

弾性部材 4 5 は、帯状の金属片をプレス加工することにより形成された板ばね部材である。弾性部材 4 5 は、有端環状の主体部 3 5 と、主体部 3 5 から延設された弾性舌片 3 6 と、を含んでいる。主体部 3 5 は、第 2 軸受 3 2 の外輪 3 2 b の外周面に嵌合されている。弾性舌片 3 6 は、第 2 軸受保持部 7 1 b に接触しており、弾性的に圧縮されている。この弾性圧縮による弾性反発力を用いることで、弾性部材 4 5 は、第 2 軸受 3 2 を介してウォーム軸 2 0 の第 2 端部 2 3 を付勢方向 B 1 に付勢している。

【 0 0 2 7 】

付勢方向 B 1 は、ウォームホイール 2 1 の軸方向 S 1 に沿ってウォーム減速機構 1 9 を見たときにおける、ウォーム軸 2 0 からウォームホイール 2 1 に向かう方向（中心間距離 K 1 が近づく方向）である。

このように、ウォーム軸 2 0 は、第 1 端部 2 2 を中心として、ウォーム軸 2 0 とウォームホイール 2 1 の互いの中心間距離 K 1 が短くなるように弾性的に付勢されている。その結果、ウォーム軸 2 0 のウォーム 2 4 とウォームホイール 2 1 との間の噛み合い領域 2 6 でのバックラッシュがゼロに保たれている。

【 0 0 2 8 】

弾性部材 4 5 の主体部 3 5 からは、弾性突起 3 7 が延びている。弾性突起 3 7 は、駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 の端壁 7 1 d に受けられており、第 2 軸受 3 2 を第 1 軸受 3 1 側に弾性的に付勢している。

弾性突起 3 7 の付勢力は、第 2 軸受 3 2 の外輪 3 2 b、転動体 3 2 c および内輪 3 2 a を介してウォーム軸 2 0 に伝わる。ウォーム軸 2 0 に伝わった付勢力は、第 1 軸受 3 1 の内輪 3 1 a、転動体 3 1 c、および外輪 3 1 b を介して、駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 に固定されたねじ部材 3 8 に受けられる。これにより、第 1 および第 2 軸受 3 1, 3 2 に予圧が付与されており、第 1 および第 2 軸受 3 1, 3 2 の内部隙間に起因するがたつき音の発生が抑制されている。

【 0 0 2 9 】

図 3 を参照して、ねじ部材 3 8 は、駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 の第 1 軸受保持部 7 1 a に隣接して形成された雌ねじ部 7 1 e にねじ結合されており、第 1 軸受 3 1 の外輪 3 1 b の一端面を受けている。ねじ部材 3 8 は、ねじ部材 3 8 にねじ結合されたロックナット 3 9 によって回り止めされている。

次に、ウォーム軸 2 0 の第 1 端部 2 2 と継手 3 0 との結合構造について、説明する。ウォーム軸 2 0 の第 1 端部 2 2 において、軸受保持部 3 3 と第 1 筒状部 3 4 との間には、環状の溝部 2 0 c が形成されている。環状の溝部 2 0 c は、ウォーム軸 2 0 が継手 3 0 に対して揺動方向 A 1 に揺動するときにおけるウォーム軸 2 0 と継手 3 0 との接触を防ぐために設けられている。

【 0 0 3 0 】

第 1 筒状部 3 4 は、円筒状に形成されている。より具体的には、第 1 筒状部 3 4 は、中空の樽形状に形成されている。すなわち、第 1 筒状部 3 4 は、軸方向 S 1 に関して、基端 3 4 a 側と先端 3 4 b 側の直径が小さく、中央部 3 4 c の直径が大きい形状に形成されている。中央部 3 4 c は、略球状に形成されている。

本実施形態において、第 1 筒状部 3 4 は、軸受保持部 3 3 と単一の材料を用いて一体に形成されている。なお、第 1 筒状部 3 4 と軸受保持部 3 3 とを別部材によって形成し、軸受保持部 3 3 および第 1 筒状部 3 4 を互いに溶接等によって固定してもよい。

【 0 0 3 1 】

第 1 筒状部 3 4 の基端 3 4 a は、軸受保持部 3 3 に連続している。第 1 筒状部 3 4 の先端 3 4 b は、外部に開放されている。第 1 筒状部 3 4 は、拡径許容部 4 0 と、雄歯部 4 1 と、を含んでいる。この拡径許容部 4 0 内には、拡径部材としてのボール 4 2 が収容されている。

拡径許容部 4 0 は、第 1 筒状部 3 4 のうち先端 3 4 b を含む少なくとも一部に形成され

10

20

30

40

50

ており、ボール42が挿入されることにより径方向Q1に拡径可能とされている。本実施形態において、拡径許容部40は、軸方向S1に関する第1筒状部34の略全域に亘って形成されている。

【0032】

図4は、ウォーム20の第1端部22の周辺の主要部を軸方向S1に沿って見た断面図である。図3および図4を参照して、拡径許容部40には、拡径許容部40の弾性を増すためのスリット43が形成されている。スリット43は、拡径許容部40の肉を径方向Q1に貫通している。スリット43は、周方向C1に等間隔に複数形成されている。

本実施形態において、スリット43は、4つ形成されている。各スリット43の溝幅（周方向C1の長さ）は、ボール42の直径D2の半分以下とされており、スリット43を設けたことによる拡径許容部40の剛性の低下量が過大になることが抑制されている。各スリット43は、第1筒状部34の先端34bに開放されている。

10

【0033】

雄歯部41は、第1筒状部34の外周面に形成されている。雄歯部41は、少なくとも拡径許容部40の外周面に形成されており、第1筒状部34の長手方向（軸方向S1）に沿って延びている。雄歯部41は、例えば、雄セレーション歯である。雄歯部41は、ボール42を取り囲むように多数設けられている。

ボール42は、鋼球等を用いて形成されており、実質的に単一の曲率半径を有している。ボール42は、拡径許容部40に圧入固定されている。ボール42の直径D2は、ボール42が圧入される前における拡径許容部40の内周面40aの内径（図3において、第1筒状部34の基端34aの内径に相当）よりも大きい。これにより、拡径許容部40（中央部34c）は、ボール42によって拡径されている。拡径許容部40には、受け凹部44が形成されている。受け凹部44は、ボール42を受けるためのものであり、ボール42を位置決めするように構成されている。

20

【0034】

受け凹部44は、拡径許容部40の内周面40aを窪ませることによって形成されている。受け凹部44は、軸方向S1に関する拡径許容部40の略中央、すなわち第1筒状部34の中央34cに配置されている。受け凹部44は、拡径許容部40の内周面40aにおいて、周方向C1に沿って環状に形成されている。受け凹部44は、軸方向S1に関する長さが例えばボール42の直径D2の1/4よりも小さくされており、ボール42と2箇所線で線接触している。上記の構成により、拡径許容部40のうち、受け凹部44が設けられている中央部34c（拡径許容部40の一部）が、拡径許容部40のうち最も外径の大きい部分とされている。より具体的には、第1筒状部34の中央部34cは、球の一部を含む形状に膨出した形状とされている。軸方向S1に関する受け凹部44の両側に、スリット43が形成されている。

30

【0035】

図3を参照して、継手30は、第2筒状部46を含んでいる。第2筒状部46は、円筒状に形成されており、電動モータ18の出力軸18bから第1筒状部34に向かって延びている。第2筒状部46の内周面には、第1結合部47と、第2結合部48と、雌歯部49と、が設けられている。軸方向S1に関して、第1結合部47、第2結合部48、および雌歯部49の順に並んでいる。また、第1結合部47、第2結合部48、および雌歯部49の順に内径が大きい。

40

【0036】

第1結合部47は、電動モータ18の出力軸18bと圧入固定されている、これにより、第2筒状部46と出力軸18bとは、一体回転可能に連結されている。第1結合部47と第2結合部48との間の環状の段部46aは、出力軸18bの先端面を受けている。これにより、出力軸18bに対する継手30の位置決めがされている。

第2結合部48には、後述する受け部材50が結合されている。雌歯部49は、第2筒状部46の内周面において、周方向C1の全域に亘って複数形成されている。雌歯部49は、例えば、雌セレーションである。雌歯部49は、軸方向S1と平行に延びており、雄

50

歯部 4 1 とトルク伝達可能に噛み合うように構成されている。より具体的には、ボール 4 2 は、拡径許容部 4 0 を径方向 Q 1 の外方に押圧して第 1 筒状部 3 4 の中央部 3 4 c を拡径している。これにより、中央部 3 4 c に形成された雄歯部 4 1 は、雌歯部 4 9 に噛み合い、且つ、雌歯部 4 9 に押圧されている。

【 0 0 3 7 】

中央部 3 4 c が球状とされているので、雄歯部 4 1 の一部は、実質的に球面セレクションとなっており、軸方向 S 1 に関する雄歯部 4 1 と雌歯部 4 9 の一部とが互いに噛み合っている。また、雄歯部 4 1 と雌歯部 4 9 との間の隙間が詰められており、両者の間でがたつきが生じることが抑制されている。すなわち、雄歯部 4 1 と雌歯部 4 9 とは、締め代をもって嵌合されている。この締め代の値は、ボール 4 2 の直径 D 2 を適宜設定することにより、所望の値に容易に設定できる。

10

【 0 0 3 8 】

上記の構成により、雄歯部 4 1 は、雌歯部 4 9 に対して、線接触に近い態様で接触している。これにより、ウォーム軸 2 0 は、ボール 4 2 の中心を中心に揺動方向 A 1 に揺動可能となっている。

第 2 筒状部 4 6 内には、受け部材 5 0 が配置されている。受け部材 5 0 は、ボール 4 2 を受け凹部 4 4 にまで確実に押し込むために、且つ、ボール 4 2 が第 1 筒状部 3 4 から抜け出ることを抑制するために設けられている。受け部材 5 0 は、第 2 筒状部 4 6 の第 2 結合部 4 8 に固定された受け部材本体 5 1 と、受け部材本体 5 1 から突出する突出部 5 2 と、を含んでいる。

20

【 0 0 3 9 】

受け部材本体 5 1 は、第 2 結合部 4 8 と雌歯部 4 9 との間の環状の段部 4 6 b に受けられている。これにより、軸方向 S 1 に関する受け部材 5 0 の位置決めがされている。突出部 5 2 は、受け部材本体 5 1 から第 1 筒状部 3 4 に向けて突出している。突出部 5 2 は、第 1 筒状部 3 4 の先端 3 4 b を通って第 1 筒状部 3 4 内に進入している。突出部 5 2 の先端面は、平坦であり、ボール 4 2 を受けている。

【 0 0 4 0 】

以上が電動パワーステアリング装置 1 の概略構成である。次に、電動パワーステアリング装置 1 の製造の主要点について説明する。

ウォーム軸 2 0 と電動モータ 1 8 の出力軸 1 8 b とを組み付けるときには、まず、図 5 に示すように、サブアセンブリ 5 3 を用意するサブアセンブリ 5 3 は、ウォーム軸 2 0 に第 1 および第 2 軸受 3 1 , 3 2 を取り付け、さらに第 2 軸受 3 2 に弾性部材 4 5 を取り付けた構成を有している。このとき、ウォーム軸 2 0 の第 1 筒状部 3 4 は、円筒状に形成されており、軸方向 S 1 の何れの位置でも直径が同じとされている。このときの第 1 筒状部 3 4 の外径は、軸受保持部 3 3 の直径よりも小さくされており、軸受保持部 3 3 に第 1 軸受 3 1 を取り付けることが可能とされている。このサブアセンブリ 5 3 をハウジング 7 0 の環状フランジ部 7 3 側からハウジング 7 0 に挿入し、サブアセンブリ 5 3 を駆動ギヤ収容ハウジング 7 1 に取り付ける。次に、ねじ部材 3 8 およびロックナット 3 9 をハウジング 7 0 に取り付ける。

30

【 0 0 4 1 】

次に、図 6 (A) に示すように、ボール 4 2 を第 1 筒状部 3 4 の拡径許容部 4 0 に圧入する。これにより、拡径許容部 4 0 のうち、ボール 4 2 が通過した箇所は、拡径される。その結果、第 1 筒状部 3 4 は、先拡がりのカップ形状となっている。次いで、図 6 (B) に示すように、受け部材 5 0 および継手 3 0 が出力軸 1 8 b に固定された状態の電動モータ 1 8 を、ハウジング 7 0 の環状フランジ部 7 3 に固定する。このとき、継手 3 0 の第 2 筒状部 4 6 は、第 1 筒状部 3 4 に嵌合し、継手 3 0 の雌歯部 4 9 は、第 1 筒状部 3 4 の雄歯部 4 1 に噛み合う。また、受け部材 5 0 は、ボール 4 2 を第 1 筒状部 3 4 内に確実に押し込み、ボール 4 2 を受け凹部 4 4 に接触させる。

40

【 0 0 4 2 】

次に、図 6 (C) を参照して、図示しない治具等を用いて、ウォーム軸 2 0 を揺動方向

50

A 1の一方に変位させる。この状態で、ウォーム軸20を回転させることにより、第1筒状部34の先端34b周辺が周方向C1に沿って順次塑性変形され、その結果、第1筒状部34は、樽形形状に形成される。これにより、第1筒状部34の中央部34cにおける雄歯部41は、雌歯部49と略線接触した状態で嵌合する。

【0043】

以上説明したように、本実施形態によれば、ボール42によってウォーム軸20の雄歯部41と継手30の雌歯部49とが互いに弾性的に押圧されている。これにより、これら雄歯部41と雌歯部49との間の隙間を詰めることができる。したがって、電動モータ18の駆動時等に、継手30からがたつき音(ラトル音)が生じることを抑制できる。

また、ボール42によって第1筒状部34の一部が拡径されていることにより、軸方向S1に関する雄歯部41の一部が雌歯部49に噛み合う。これにより、ウォーム軸20は、雄歯部41と雌歯部49との噛み合い部を支点にして、継手30に対して揺動可能である。したがって、ウォーム軸20は、弾性部材45の付勢力を受けてウォームホイール21側に変位し、その結果、ウォーム軸20とウォームホイール21との噛み合い領域26のバックラッシュを詰めることができる。これにより、ウォーム減速機構19における、がたつき音(ラトル音)の発生も抑制できる。

【0044】

その上、ウォーム軸20の雄歯部41とウォームホイール21の雌歯部49とは、直接噛み合っているため、互いの剛的な噛み合いが実現されている。したがって、雌歯部49から雄歯部41へのトルク伝達に遅れが生じることはなく、電動モータ18の出力を遅れなくウォーム減速機構19に伝達できる。

さらに、拡径許容部40にボール42を圧入するという簡易な構成で、拡径許容部40を拡径できる。しかも、ボール42を、第1筒状部34に対する向きを考慮することなく、第1筒状部34に挿入すればよいので、第1筒状部34へのボール42の圧入作業が容易である。

【0045】

また、拡径許容部40に挿入されたボール42を第1筒状部34の受け凹部44に配置することで、ボール42を所望の位置に確実に配置できる。これにより、ウォーム軸20の揺動の支点を所望の位置に確実に設定できる。

さらに、受け部材50を設けていることにより、拡径許容部40に挿入されたボール42が拡径許容部40内で不用意に動くことを抑制できるので、第1筒状部34の所望の部分(中央部34c)を拡径した状態を確実に維持できる。

【0046】

しかも、第1筒状部34にスリット43を形成するという簡易な構成で、拡径許容部40を実現できる。

本発明は、以上の実施形態の内容に限定されるものではなく、請求項記載の範囲内において種々の変更が可能である。

例えば、拡径部材としてボール42を用いたけれども、これに限定されない。拡径部材は、拡径許容部40内において拡径許容部40を径方向Q1の外方に拡径できる部材であればよい。例えば、ボール42に代えて、図7に示す拡径部材55を用いてもよい。拡径部材55は、ボール42の一部を切断した形状に相当しており、一对の球状部56, 57と、球状部56, 57を接続する一对の側面58, 59と、を含んでいる。一对の球状部56, 57は、第1筒状部34の拡径許容部40の内周面40aを押圧しており、第1筒状部34の拡径許容部40を拡径している。一方の側面58は、受け部材50に受けられている。

【0047】

また、雄歯部41と雌歯部49とは、セレクション結合に限らず、スプライン結合等の他の種類の結合であってもよい。さらに、受け部材50を廃止してもよい。また、拡径許容部40のスリット43は、第1筒状部34の肉を貫通した構成であるけれども、これに限定されない。第1筒状部34の内周面または外周面に溝等を設けることにより、拡径許

10

20

30

40

50

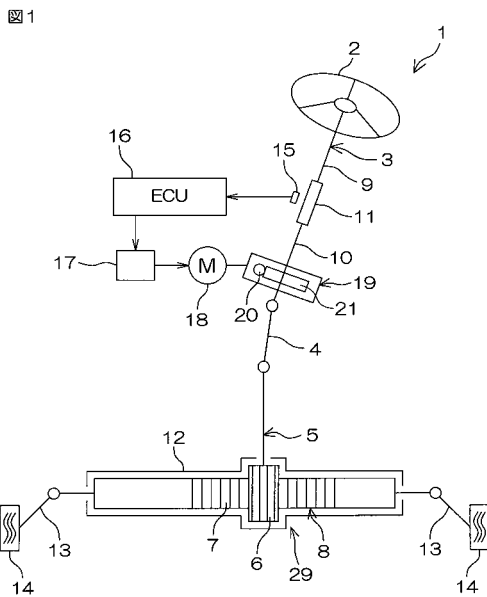
容部を形成してもよい。

【符号の説明】

【0048】

1 ... 電動パワーステアリング装置、18 ... 電動モータ、18b ... 出力軸、20 ... ウォーム軸、21 ... ウォームホイール、22 ... 第1端部、23 ... 第2端部、29 ... 転舵機構、30 ... 継手、34 ... 第1筒状部、40 ... 拡径許容部、40a ... 内周面、41 ... 雄歯部、42 ... ボール（拡径部材）、43 ... スリット、44 ... 受け凹部、45 ... 弾性部材（付勢部材）、46 ... 第2筒状部、49 ... 雌歯部、50 ... 受け部材、55 ... 拡径部材、K1 ... 中心間距離。

【図1】



【図2】

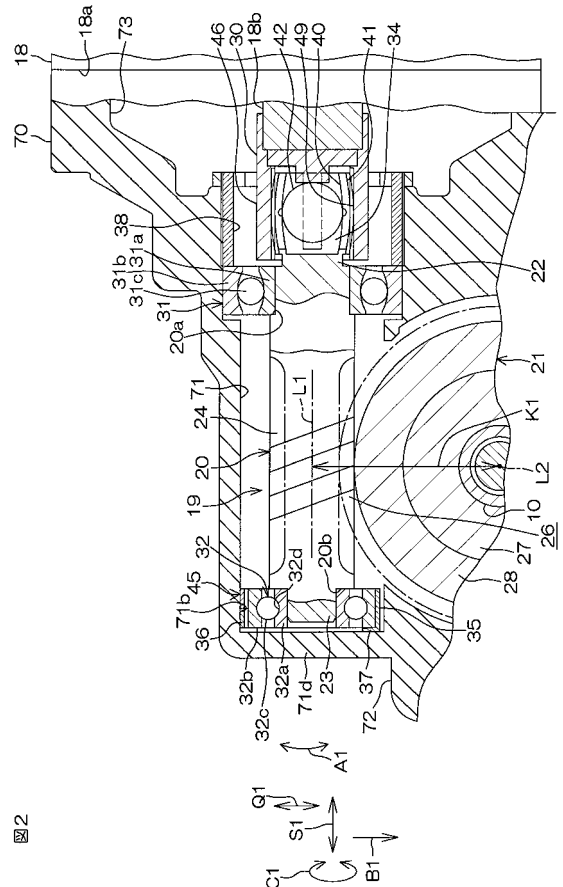
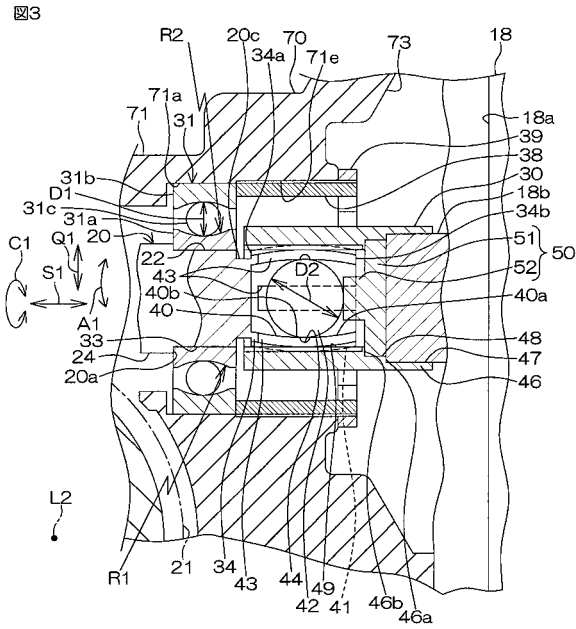
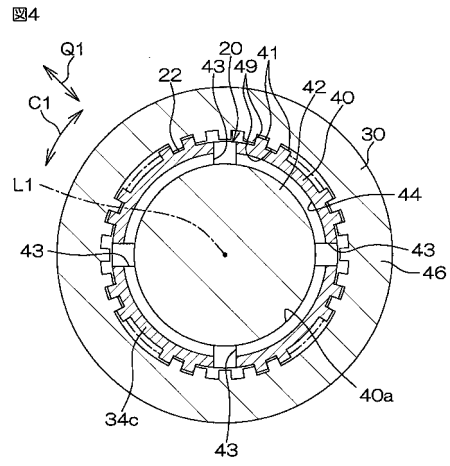


図2

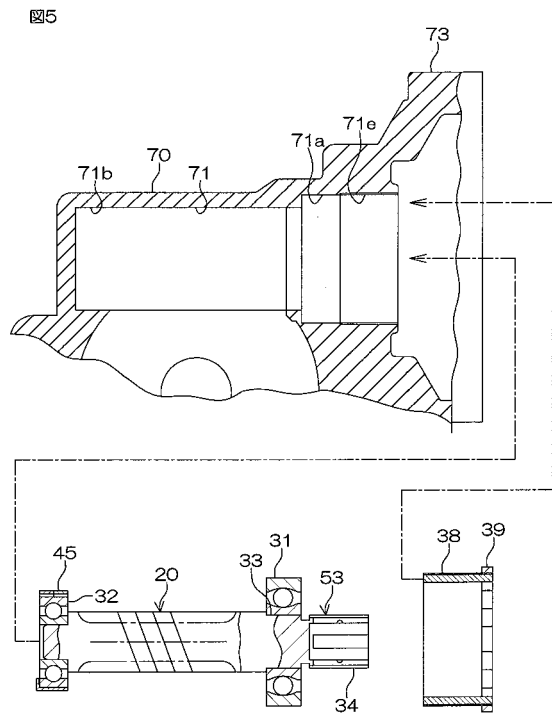
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

