

(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2012-159189
(P2012-159189A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.
F 1 6 H 55/24 (2006.01)

F 1 6 H 55/24

テーマコード (参考)
3 J 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-45746 (P2011-45746)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年3月2日(2011.3.2)	(74) 代理人	100067356 弁理士 下田 容一郎
(31) 優先権主張番号	特願2011-6070 (P2011-6070)	(74) 代理人	100160004 弁理士 下田 憲雅
(32) 優先日	平成23年1月14日(2011.1.14)	(74) 代理人	100120558 弁理士 住吉 勝彦
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100148909 弁理士 瀧澤 匡則
		(74) 代理人	100161355 弁理士 野崎 俊剛

最終頁に続く

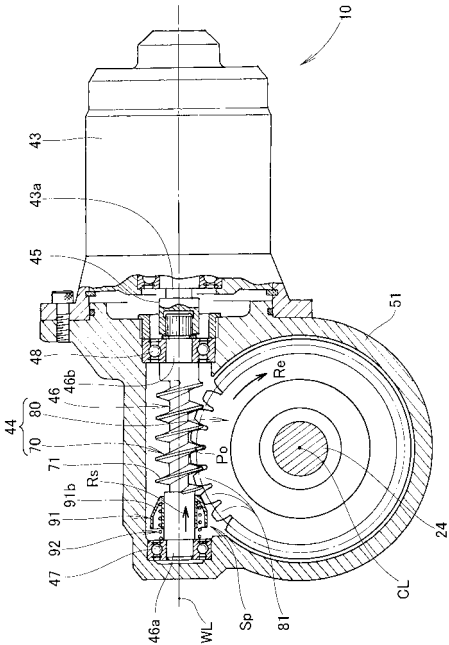
(54) 【発明の名称】 ウォームギヤ機構及び同組付け方法

(57) 【要約】

【課題】小型で簡単な構成によって、ウォームとウォームホイールとの間のバックラッシュを除去すること。

【解決手段】ウォームギヤ機構44は、ウォーム70とウォームホイール80との噛み合い部分のバックラッシュを除去するようにウォームホイールの複数の歯81の一部をウォームホイールの回転方向Reに押すことが可能な押圧部材91と、この押圧部材の押し方向Rsに押圧部材を付勢する付勢部材92と、を備える。押圧部材は、ウォームの中心線WL上に配置されており、この中心線に沿って変位可能である。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ウォームと、このウォームに噛み合うウォームホイールと、からなるウォームギヤ機構において、

前記ウォームと前記ウォームホイールとの噛み合い部分のバックラッシを除去するように、前記ウォームホイールの複数の歯の一部を、このウォームホイールの回転方向に押すことが可能な押圧部材と、

前記押圧部材の押し方向に、この押圧部材を付勢する付勢部材とを、備え、

前記押圧部材は、前記ウォームの中心線に沿って変位可能に、この中心線上に配置されていることを特徴とするウォームギヤ機構。

10

【請求項 2】

前記押圧部材は、前記ウォームに前記ウォームホイールが噛み合っている噛み合い点から離れて位置するとともに、前記複数の歯の一部の歯先にのみ接するように傾斜した斜部を有し、この斜部によって、前記接している歯先を前記ウォームホイールの回転方向に押していることを特徴とする請求項 1 記載のウォームギヤ機構。

【請求項 3】

前記斜部は、前記複数の歯の少なくとも 2 つの歯の歯先に同時に接することが可能な大きさに設定されていることを特徴とする請求項 2 記載のウォームギヤ機構。

【請求項 4】

前記付勢部材は、前記ウォームを有したウォーム軸を中心に巻かれたコイルばねによって構成され、

20

前記押圧部材は、前記ウォーム軸に対して相対的なスライド変位が可能に嵌合している筒状の部材であり、前記コイルばねの少なくとも一端部を前記ウォーム軸の長手方向に嵌合し且つ保持することが可能な環状の凹部を有していることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載のウォームギヤ機構。

【請求項 5】

前記斜部は、前記ウォームの前記中心線をテーパ中心としたテーパ状であることを特徴とする請求項 2 から請求項 4 までのいずれか 1 項記載のウォームギヤ機構。

【請求項 6】

前記押圧部材は、前記ウォームに対する相対回転が規制されていることを特徴とする請求項 2 から請求項 4 までのいずれか 1 項記載のウォームギヤ機構。

30

【請求項 7】

前記ウォームが一体的に設けられているウォーム軸と、このウォーム軸の一端部と他端部とのいずれか一方を支持するための軸受とを、更に備え、

前記ウォーム軸は、前記軸受に相対的な回転が可能に且つ相対的なスライド変位が規制されて組付けられるように構成され、

前記押圧部材及び前記付勢部材は、前記ウォームと前記軸受との間に位置し、

前記ウォームを有している前記ウォーム軸と前記軸受と前記押圧部材と前記付勢部材とは、一体的に組み立てられた 1 組の部分組立品を構成していることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項記載のウォームギヤ機構。

40

【請求項 8】

前記ウォーム軸は、前記ウォームと前記押圧部材との間に位置するストッパを有し、

前記ウォームに前記ウォームホイールが噛み合う前の状態では、前記押圧部材は、前記付勢部材の付勢力によって前記ストッパに押し付けられていることを特徴とする請求項 7 記載のウォームギヤ機構。

【請求項 9】

前記ウォームホイールを収納するためのハウジングを、更に備え、

このハウジングには、前記部分組立品が一括して収納されていることを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 記載のウォームギヤ機構。

【請求項 10】

50

前記ウォーム軸は、このウォーム軸を駆動するための電動モータのモータ軸に直結されることが可能に、このモータ軸の中心線に対して同心に配置され、

前記軸受と前記押圧部材と前記付勢部材とは、前記ウォームに対して前記モータ軸寄りに位置していることを特徴とする請求項 7 から請求項 9 までのいずれか 1 項記載のウォームギヤ機構。

【請求項 11】

ウォーム軸に一体的に設けられているウォームと、このウォームに噛み合うウォームホイールと、前記ウォームと前記ウォームホイールとのバックラッシを除去するように前記ウォームホイールの歯をこのウォームホイールの回転方向に押すための押圧部材と、前記押圧部材の押し方向にこの押圧部材を付勢する付勢部材と、前記ウォーム軸を支持する軸受と、前記ウォームホイールを収納するハウジングと、を準備する準備工程と、

10

前記ウォーム軸に、前記軸端から前記押圧部材と前記付勢部材と前記軸受とを、この順に嵌め込むとともに、前記ウォーム軸に、前記軸受を相対的な回転を許容し且つ相対的なスライド変位を規制するように組付けることによって、前記ウォームと前記ウォーム軸と前記軸受と前記押圧部材と前記付勢部材とを、1組の部分組立品に一体的に組み立てる部分組立工程と、

前記 1 組の部分組立品を前記ハウジングに収納する収納工程と、を含むウォームギヤ機構の組付け方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明はウォームギヤ機構及び同組付け方法の改良技術に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、電動パワーステアリング装置に搭載されているウォームギヤ機構は、電動モータに連結されたウォームと、負荷に連結されたトルク伝達用のウォームホイールとによって構成されている。電動モータが発生したトルクは、ウォームからウォームホイールを介して負荷に伝達される。このようなウォームギヤ機構では、ウォームとウォームホイールとの間のバックラッシ（歯面同士の隙間）を除去する技術が開発されてきた（例えば、特許文献 1 参照。）。

30

【0003】

特許文献 1 で知られているウォームギヤ機構は、ウォームと、このウォームに噛合うトルク伝達用ウォームホイール及び補助ウォームホイールとからなる。補助ウォームホイールは、トルク伝達用ウォームホイールに対し同心上に位置し、このトルク伝達用ウォームホイールに被せられる、いわゆる冠状歯車と称する（キャップ状歯車とも言う。）歯車である。この補助ウォームホイールは、円盤状のホイール本体の外周面からトルク伝達用ウォームホイールへ向かって突出した複数の歯を有している。補助ウォームホイールのピッチ円直径は、トルク伝達用ウォームホイールの外径よりも大きい。

【0004】

ウォームの歯は、2つのウォームホイールの噛合い位置において、トルク伝達用ウォームホイールの歯と補助ウォームホイールの歯とによって、両側から挟み込まれている。この挟み込み状態を維持する方向に、補助ウォームホイールが付勢部材によって付勢されている。この結果、ウォームとトルク伝達用ウォームホイールとの間のバックラッシは除去される。

40

【0005】

しかしながら、特許文献 1 で知られているウォームギヤ機構は、トルク伝達用ウォームホイールに冠状の補助ウォームホイールが被せられるとともに、これらの2つのウォームホイールがウォームに噛み合う構成なので、構成が複雑化するとともに、全体が大型にならざるを得ない。つまり、補助ウォームホイールの径がトルク伝達用ウォームホイールの径よりも大きいので、ウォームギヤ機構の全体がウォームホイールの径方向に大型になる

50

。また、トルク伝達用ウォームホイールに冠状の補助ウォームホイールが被せられた構成なので、ウォームギヤ機構の全体がウォームホイールの回転中心線方向に大型になる。さらには、補助ウォームホイールは、トルク伝達用ウォームホイールに対して同期して回転するものである。このため、補助ウォームホイールの外周には、ウォームに噛み合う歯が全周にわたって設けられるので、歯数が多い。その分、補助ウォームホイールの重量が嵩む。このように、ウォームギヤ機構の軽量化や低価格化を図る上でも改良の余地がある。

【 0 0 0 6 】

さらには、上述のように、補助ウォームホイールは冠状歯車によって構成されている。このため、ウォームに対する補助ウォームホイールの噛み合い率は、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの噛み合い率よりも小さい。従って、ウォームとトルク伝達用ウォームホイールとの組み合わせに基づく歯車の仕様（諸元）に合わせて、補助ウォームホイールの仕様を設定するには、設計上の制約がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 3 2 9 2 1 公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本発明は、小型で簡単な構成によって、ウォームとウォームホイールとの間のバックラッシを除去することができる技術を提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

請求項 1 に係る発明では、ウォームと、このウォームに噛み合うウォームホイールと、からなるウォームギヤ機構において、前記ウォームと前記ウォームホイールとの噛み合い部分のバックラッシ（歯面同士の隙間）を除去するように、前記ウォームホイールの複数の歯の一部を、このウォームホイールの回転方向に押すことが可能な押圧部材と、前記押圧部材の押し方向に、この押圧部材を付勢する付勢部材とを、備え、前記押圧部材は、前記ウォームの中心線に沿って変位可能に、この中心線上に配置されていることを特徴とする。

30

【 0 0 1 0 】

請求項 2 に係る発明では、前記押圧部材は、前記ウォームに前記ウォームホイールが噛み合っている噛み合い点から離れて位置するとともに、前記複数の歯の一部の歯先にのみ接するように傾斜した斜部を有し、この斜部によって、前記接している歯先を前記ウォームホイールの回転方向に押していることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に係る発明では、前記斜部は、前記複数の歯の少なくとも 2 つの歯の歯先に同時に接することが可能な大きさに設定されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に係る発明では、前記付勢部材は、前記ウォームを有したウォーム軸を中心に巻かれたコイルばねによって構成され、前記押圧部材は、前記ウォーム軸に対して相対的なスライド変位が可能に嵌合している筒状の部材であり、前記コイルばねの少なくとも一端部を前記ウォーム軸の長手方向に嵌合し且つ保持することが可能な環状の凹部を有していることを特徴とする。

40

【 0 0 1 3 】

請求項 5 に係る発明では、前記斜部は、前記ウォームの前記中心線をテーパ中心としたテーパ状であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 に係る発明では、前記押圧部材は、前記ウォームに対する相対回転が規制されていることを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

請求項 7 に係る発明では、前記ウォームが一体的に設けられているウォーム軸と、このウォーム軸の一端部と他端部とのいずれか一方を支持するための軸受とを、更に備え、前記ウォーム軸は、前記軸受に相対的な回転が可能に且つ相対的なスライド変位が規制されて組付けられるように構成され、前記押圧部材及び前記付勢部材は、前記ウォームと前記軸受との間に位置し、前記ウォームを有している前記ウォーム軸と前記軸受と前記押圧部材と前記付勢部材とは、一体的に組み立てられた 1 組の部分組立品を構成していることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 8 に係る発明では、前記ウォーム軸は、前記ウォームと前記押圧部材との間に位置するストッパを有し、前記ウォームに前記ウォームホイールが噛み合う前の状態では、前記押圧部材は、前記付勢部材の付勢力によって前記ストッパに押し付けられていることを特徴とする。

10

【 0 0 1 7 】

請求項 9 に係る発明では、前記ウォームホイールを収納するためのハウジングを、更に備え、このハウジングには、前記部分組立品が一括して収納されていることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 10 に係る発明では、前記ウォーム軸は、このウォーム軸を駆動するための電動モータのモータ軸に直結されることが可能に、このモータ軸の中心線に対して同心に配置され、前記軸受と前記押圧部材と前記付勢部材とは、前記ウォームに対して前記モータ軸寄りに位置していることを特徴とする。

20

【 0 0 1 9 】

請求項 11 に係る発明では、ウォーム軸に一体的に設けられているウォームと、このウォームに噛み合うウォームホイールと、前記ウォームと前記ウォームホイールとのバックラッシを除去するように前記ウォームホイールの歯をこのウォームホイールの回転方向に押すための押圧部材と、前記押圧部材の押し方向にこの押圧部材を付勢する付勢部材と、前記ウォーム軸を支持する軸受と、前記ウォームホイールを収納するハウジングと、を準備する準備工程と、

前記ウォーム軸に、前記軸端から前記押圧部材と前記付勢部材と前記軸受とを、この順に嵌め込むとともに、前記ウォーム軸に、前記軸受を相対的な回転を許容し且つ相対的なスライド変位を規制するように組付けることによって、前記ウォームと前記ウォーム軸と前記軸受と前記押圧部材と前記付勢部材とを、1 組の部分組立品に一体的に組み立てる部分組立工程と、

30

前記 1 組の部分組立品を前記ハウジングに収納する収納工程と、を含むウォームギヤ機構の組付け方法である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

請求項 1 に係る発明では、付勢部材に付勢された押圧部材は、ウォームホイールの複数の歯の一部を、このウォームホイールの回転方向に押している。つまり、ウォームホイールは、ウォームとウォームホイールとの噛み合い部分のバックラッシを除去するように、押圧部材によって押されている。ウォームとウォームホイールとは、常にバックラッシを有することなく、良好な噛み合い状態を維持することができる。

40

【 0 0 2 1 】

さらに、請求項 1 に係る発明では、押圧部材は、ウォームの中心線に沿って変位可能に、この中心線上に配置されている。バックラッシを除去するのに、ウォームの中心線上に押圧部材を配置し、この押圧部材を付勢部材によって付勢するだけの、簡単な構成でよい。ウォームの中心線周りの空きスペースに押圧部材及び付勢部材を配置することができる。しかも、バックラッシを除去するのに、ウォーム及びウォームホイールの大きさを変更する必要もない。従って、ウォームギヤ機構の小型化を図ることができる。また、バック

50

ラッシを除去するのに、従来のような冠状の補助ウォームホイールを用いないので、ウォームギヤ機構の設計の自由度が高まる。

【 0 0 2 2 】

請求項 2 に係る発明では、押圧部材に有している斜部は、ウォームホイールの複数の歯の一部の歯先に接するとともに、接している歯先をウォームホイールの回転方向に押している。このため、押圧部材がウォームホイールの複数の歯と歯の間に入り込むことはない。斜部は、接している歯先を、ウォームホイールの回転方向に常に安定して押すことができる。従って、バックラッシを安定して除去することができる。

【 0 0 2 3 】

請求項 3 に係る発明では、斜部は、ウォームホイールの複数の歯の少なくとも 2 つの歯の歯先に同時に接することが可能な大きさに設定されている。このため、ウォームホイールの回転に従って斜部に接触する歯は、1 つずつ隣の歯に順次移り替わる。つまり、ウォームホイールが回転しても、複数の歯は少なくとも 1 つの歯先が斜部に接し続ける。従って、斜部は、ウォームホイールを回転方向に常に安定して押し続けることができる。

【 0 0 2 4 】

請求項 4 に係る発明では、押圧部材がウォーム軸に嵌合され、コイルばねがウォーム軸を中心に巻かれている。押圧部材は、コイルばねの少なくとも一端部をウォーム軸の長手方向に嵌合し且つ保持することが可能な環状の凹部を有している。このため、斜部によってウォームホイールの歯先を付勢することによる反力が押圧部材に作用しても、押圧部材に対するコイルばねの相対的な曲げ変形を抑制することができる。従って、コイルばねによって押圧部材をウォームの中心線上に安定して付勢することができる。

【 0 0 2 5 】

請求項 5 に係る発明では、斜部は、ウォームの中心線をテーパ中心としたテーパ状なので、ウォームホイールの全ての歯の歯先の面（歯先円）に対して、滑らかに接触することができる。

【 0 0 2 6 】

請求項 6 に係る発明では、押圧部材は、ウォームに対する相対回転が規制されている。このため、押圧部材は、ウォーム軸の回転に従って同方向へ回転する。この結果、斜部は回転することにより、ウォームホイールの歯に対して接触する部位が刻々と変化する。斜部の耐摩耗性を高めることができる。さらには、ウォーム軸と押圧部材との嵌合部分（双方の嵌合面同士）は、軸方向への相対的な摺動だけが許容され、回転方向の相対的な摺動が規制される。このため、嵌合部分の耐摩耗性を高めることができるので、ウォーム軸に対する押圧部材の滑らかな作動を、恒久的に確保することができる。しかも、嵌合部分が摩耗することによるガタツキ音（騒音）の発生を、一層防止することができるので、ウォームギヤ機構の商品性が高まる。

【 0 0 2 7 】

ウォームホイールが回転しているときに、押圧部材によって押される歯は、隣の歯に順次移り替わる。しかも、押圧部材がウォームホイールの複数の歯の一部を、ウォームホイールの回転方向へ押すことによって、押圧部材には反力が作用する。この反力により、押圧部材にはウォーム軸に対して回転方向へ振動しようとする現象、いわゆる自励振動が発生し得る。これに対し、請求項 6 に係る発明では、ウォーム軸と押圧部材との嵌合部分は、回転方向の相対的な摺動が規制されている。このため、押圧部材の自励振動の発生を、より一層防止することができる。従って、押圧部材の自励振動による作動音の発生を、一層防止することができるので、ウォームギヤ機構の商品性が高まる。

【 0 0 2 8 】

請求項 7 に係る発明では、ウォームを有しているウォーム軸と、ウォーム軸を支持する軸受と、ウォームと軸受との間に位置している押圧部材及び付勢部材とは、一体的に組み立てられた 1 組の部分組立品を構成している。ウォーム軸は、軸受に相対的な回転が可能に且つ相対的なスライド変位が規制されて組付けられている。このように、押圧部材と付勢部材とを含む多数の部品が、1 組の部分組立品に予めまとめられる。このため、部分組

10

20

30

40

50

立品を一まとめにして、他の部材に組付けることができる。例えば、一体的に組み立てられているウォームをウォームホイールに噛み合わせるとともに、軸受をハウジングに取り付けることができる。従って、ウォームギヤ機構の組付け作業が容易であるとともに、組立工数の削減を図ることができ、この結果、生産性を高めることができる。

【 0 0 2 9 】

請求項 8 に係る発明では、ウォームにウォームホイールが噛み合う前の状態では、押圧部材は、付勢部材の付勢力によってストッパに押し付けられている。つまり、押圧部材には、ウォームホイールの複数の歯の一部を押す前に、押す方向への予圧 (preload) が加わっている。当然のことながら、付勢部材に付勢された押圧部材が、ウォームとウォームホイールとの噛み合い部分のバックラッシを除去するように、ウォームホイールの歯を押すのであるから、押す力 (押し付け力) は、予圧を付加しない場合に対して基本的に同じ値に設定される。このため、付勢部材の特性、つまり、付勢部材に単位当たりの変化量を与えるのに必要な力 (コイルばねを採用した場合は、ばね定数) は、予圧を付加しておく分だけ小さく設定される。

10

【 0 0 3 0 】

このように、請求項 8 に係る発明では、押圧部材に、押す方向への予圧を付加しておくことによって、バックラッシの変動による付勢部材の変化量が少なくてすむ。このため、ウォームホイールの複数の歯の一部の歯先に対する押圧部材の摩擦抵抗の変動を抑制することができる。押圧部材は、接している歯先を、ウォームホイールの回転方向に常に安定して押すことができる。従って、バックラッシを安定して除去することができる。

20

【 0 0 3 1 】

請求項 9 に係る発明では、ウォームホイールを収納するためのハウジングに、部分組立品を一括して収納することができるので、ウォームギヤ機構の組付け作業が容易であるとともに、組立工数の削減を図ることができる。

【 0 0 3 2 】

請求項 10 に係る発明では、ウォーム軸は、モータ軸の中心線に対し同心に配置され、例えばカップリングによって直結することが可能である。このため、1組の部分組立品にまとめられている中の、ウォーム軸の端部を、モータ軸に容易に連結することが可能である。さらには、軸受と押圧部材と付勢部材とは、ウォームに対してモータ軸寄りに位置している。

30

【 0 0 3 3 】

例えば、ウォームホイールが収納されているハウジングに部分組立品を一括して収納する場合には、次の作業手順によって収納することが可能である。まず、ウォーム軸を、モータ軸に連結しない方の軸端からハウジング内に嵌め込みながら、ウォームをウォームホイールに噛み合わせていき、さらに、軸受をハウジングに嵌め込む。軸受がハウジングに嵌め込まれた状態では、ウォームホイールの歯の一部に押圧部材が当たる。最後に、ウォーム軸の軸端 (軸受の近傍に位置している軸端) をモータ軸にカップリングによって連結する。このように、ウォームギヤ機構の組付け作業が容易である。

【 0 0 3 4 】

請求項 11 に係る発明では、ウォーム軸に、軸端から押圧部材と付勢部材と軸受とを、この順に嵌め込むとともに、ウォーム軸に、軸受を相対的な回転を許容し且つ相対的なスライド変位を規制するように組付ける。この結果、ウォームとウォーム軸と軸受と押圧部材と付勢部材とを、1組の部分組立品に一体的に組み立てることができる。その後、この一体的な部分組立品をハウジングに収納する。このように、押圧部材と付勢部材とを含む多数の部品を複雑に組み立てる作業を、ハウジング外で予め行って、1組の部分組立品に一体的に組み立てておく。このため、ウォームギヤ機構の組付け作業が容易であるとともに、組立工数の削減を図ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】本発明に係る実施例 1 のウォームギヤ機構を備えた電動パワーステアリング装置

50

の模式図である。

【図 2】図 1 に示された電動パワーステアリング装置の全体構成図である。

【図 3】図 2 の 3 - 3 線断面図である。

【図 4】図 2 の 4 - 4 線断面図である。

【図 5】図 4 に示されたウォームギヤ機構に押圧部材と付勢部材とを備えた構成の要部を拡大した図である。

【図 6】図 4 に示されたウォーム軸と押圧部材と付勢部材との関係を示す分解図である。

【図 7】図 5 に示されたウォームホイールの歯に対する押圧部材の接触状態の作用図である。

【図 8】本発明に係る実施例 2 の押圧部材とウォームホイールの歯との関係を示す分解図である。

10

【図 9】本発明に係る実施例 3 の押圧部材とウォーム軸との関係を示す分解図である。

【図 10】本発明に係る実施例 4 の押圧部材とウォーム軸との関係を示す図である。

【図 11】本発明に係る実施例 5 のウォームギヤ機構の断面図である。

【図 12】本発明に係る実施例 5 のウォームギヤ機構の組付け方法を説明する図である。

【図 13】本発明に係る実施例 5 の付勢部材の付勢力と圧縮量との関係を説明する図である。

【図 14】本発明に係る実施例 5 の押圧部材と、付勢部材と、ウォームホイールとの関係を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0036】

本発明を実施するための形態を添付図に基づいて以下に説明する。

【実施例 1】

【0037】

実施例 1 に係るウォームギヤ機構を電動パワーステアリング装置に搭載した例を図 1 ~ 図 7 に基づき説明する。

【0038】

図 1 に示されるように、実施例 1 の電動パワーステアリング装置 10 は、車両のステアリングホイール 21 から車両の操舵車輪 29, 29 (例えば前輪) に至るステアリング系 20 と、このステアリング系 20 に補助トルクを加える補助トルク機構 40 とからなる。

30

【0039】

ステアリング系 20 は、ステアリングホイール 21 にステアリングシャフト 22 及び自在軸継手 23, 23 を介してピニオン軸 24 (回転軸 24) を連結し、ピニオン軸 24 にラックアンドピニオン機構 25 を介してラック軸 26 を連結し、ラック軸 26 の両端に左右のタイロッド 27, 27 及びナックル 28, 28 を介して左右の操舵車輪 29, 29 を連結したものである。

【0040】

ラックアンドピニオン機構 25 は、ピニオン軸 24 に形成されたピニオン 31 と、ラック軸 26 に形成されたラック 32 とからなる。

【0041】

40

ステアリング系 20 によれば、運転者がステアリングホイール 21 を操舵することで、この操舵トルクによりラックアンドピニオン機構 25 及び左右のタイロッド 27, 27 を介して、左右の操舵車輪 29, 29 を操舵することができる。

【0042】

補助トルク機構 40 は、ステアリングホイール 21 に加えたステアリング系 20 の操舵トルクを操舵トルクセンサ 41 で検出し、この操舵トルクセンサ 41 のトルク検出信号に基づき制御部 42 で制御信号を発生し、この制御信号に基づき操舵トルクに応じた補助トルクを電動モータ 43 で発生し、この補助トルクをウォームギヤ機構 44 を介してピニオン軸 24 に伝達し、さらに、補助トルクをピニオン軸 24 からステアリング系 20 のラックアンドピニオン機構 25 に伝達するようにした機構である。

50

【 0 0 4 3 】

操舵トルクセンサ 4 1 は、ピニオン軸 2 4 に加えられたトルクを検出し、トルク検出信号として出力するものであり、例えば磁歪式トルクセンサやトーションバー式トルクセンサによって構成される。

【 0 0 4 4 】

電動パワーステアリング装置 1 0 によれば、運転者の操舵トルクに電動モータ 4 3 の補助トルクを加えた複合トルクにより、ラック軸 2 6 で操舵車輪 2 9 , 2 9 を操舵することができる。

【 0 0 4 5 】

図 2 に示されるように、ハウジング 5 1 は車幅方向（図左右方向）に延びており、ラック軸 2 6 を軸方向にスライド可能に収容している。ラック軸 2 6 は、ハウジング 5 1 から突出した長手方向両端にボールジョイント 5 2 , 5 2 を介してタイロッド 2 7 , 2 7 を連結している。

10

【 0 0 4 6 】

図 3 に示されるように、電動パワーステアリング装置 1 0 は、ピニオン軸 2 4、ラックアンドピニオン機構 2 5、操舵トルクセンサ 4 1 及びウォームギヤ機構 4 4 をハウジング 5 1 に収納し、ハウジング 5 1 の上部開口を上部カバー部 5 3 で塞いだものである。操舵トルクセンサ 4 1 は、上部カバー部 5 3 に取付けたものである。

【 0 0 4 7 】

ハウジング 5 1 は、上下に延びるピニオン軸 2 4 の上部 2 4 u、長手中央部 2 4 m 及び下端部 2 4 d を 3 個の軸受（上から下方へ順に第 1 軸受 5 5、第 2 軸受 5 6、第 3 軸受 5 7）を介して回転可能に支持したものであり、さらに電動モータ 4 3 を取付けるとともに、ラックガイド 6 0 を備えている。3 個の軸受 5 5 ~ 5 7 はボールベアリングからなる。第 3 軸受 5 7 の外輪は、ハウジング 5 1 の嵌合孔に圧入によって固定されている。

20

【 0 0 4 8 】

ラックガイド 6 0 は、ラック 3 2 とは反対側からラック軸 2 6 に当てるガイド部 6 1 と、このガイド部 6 1 を圧縮ばね 6 2 を介して押す調整ボルト 6 3 とからなる、ラック押圧手段である。

【 0 0 4 9 】

図 4 に示されるように、電動モータ 4 3 はハウジング 5 1 の側面に取り付けられており、横向き of モータ軸 4 3 a を備える。このモータ軸 4 3 a はハウジング 5 1 内に延び、カップリング 4 5 によってウォーム軸 4 6 に連結されている。ハウジング 5 1 は、水平に延びるウォーム軸 4 6 の両端部 4 6 a , 4 6 b を、軸受 4 7 , 4 8 を介して回転可能に且つ軸方向への移動を規制して支承している。2 個の軸受 4 7 , 4 8 はボールベアリングからなる。以下、ウォーム軸 4 6 の一端部 4 6 a、つまりモータ軸 4 3 a に対して反対側の端部 4 6 a を支持する軸受 4 7 のことを「第 1 軸受 4 7」といい、他方の軸受 4 8 のことを「第 2 軸受 4 8」ということにする。

30

【 0 0 5 0 】

図 3 及び図 4 に示されるように、ウォームギヤ機構 4 4 は、電動モータ 4 3 で発生した補助トルクをピニオン軸 2 4 に伝達する補助トルク伝達機構、すなわち倍力機構である。詳しく述べると、ウォームギヤ機構 4 4 は、ウォーム 7 0 と、このウォーム 7 0 に噛み合うウォームホイール 8 0 とからなる。ウォームホイール 8 0 のことを、以下「ホイール 8 0」と略称する。ウォーム 7 0 の中心線 W L に対して、ホイール 8 0 の中心線 C L は例えば直角に配置されている。このホイール 8 0 の中心線 C L は、ピニオン軸 2 4 の中心線 C L でもある。

40

【 0 0 5 1 】

ウォーム 7 0 は、ウォーム軸 4 6 に一体に形成されている金属製品、例えば機械構造用炭素鋼鋼材（J I S - G - 4 0 5 1）等の鉄鋼製品である。ホイール 8 0 は、全体又は少なくとも歯 8 1 の部分がナイロン樹脂等の樹脂製品である。金属製品のウォーム 7 0 に樹脂製品のホイール 8 0 を噛み合わせるようにしたので、噛合いを比較的円滑にすることがで

50

きるとともに、騒音を一層低減させることができる。

【0052】

ウォーム70のねじ山71（つまり、歯71）は1条に設定されている。ホイール80の外周面には、全周にわたって等ピッチの複数の歯81が形成されている。このホイール80は、ピニオン軸24に対して軸方向への相対移動が規制され、且つ相対回転が規制されて取り付けられている。例えば、ホイール80はピニオン軸24に対して、回転方向にはセレーションやスプラインによって連結されるとともに、軸方向には止め輪によって取り付けられている。駆動側のウォーム70に負荷側のホイール80を噛み合わせることによって、ウォーム70からホイール80を介して負荷にトルクを伝達することができる。

【0053】

さらに、図4及び図5に示されるように、ウォームギヤ機構44は、押圧部材91と付勢部材92とを備えている。

【0054】

押圧部材91は、ウォーム70とホイール80との噛み合い部分のバックラッシ（歯面同士の隙間）を除去するように、ホイール80の複数の歯81の一部（例えば1つ又は2つの歯）を、このホイール80の回転方向Re、つまり正転方向と逆転方向のいずれか一方に押すことが可能な部材である。この押圧部材91は金属製品、例えば機械構造用炭素鋼鋼材（JIS-G-4051）等の鉄鋼製品である。

【0055】

付勢部材92は、押圧部材91の押し方向Rsに、この押圧部材91を付勢する部材であって、ウォーム70を有したウォーム軸46を中心に巻かれたコイルばね、例えば圧縮コイルばねによって構成されている。付勢部材92のことを適宜「コイルばね92」ということにする。以下、押圧部材91及び付勢部材92について詳しく説明する。

【0056】

図4～図6に示されるように、押圧部材91はウォーム70の中心線WL、つまりウォーム軸46の中心線WLに沿って変位可能に、この中心線WL上に配置されている。より詳しく述べると、押圧部材91は、ウォーム軸46に対して相対的なスライド変位が可能に、且つ相対的な回転が可能に嵌合している筒状（好ましくは円筒状）の部材である。

【0057】

さらに、押圧部材91は、ウォーム70にホイール80が噛み合っている噛み合い点Po（図5参照）から離れて位置している。例えば、ウォーム軸46において、モータ軸43aに対し反対側の端部46a（一端部46a）と、ウォーム70を有する部位46cと、の間の部位46d（中間部46d）に、押圧部材91が位置している。

【0058】

この押圧部材91の外周面91aには、ウォーム70の中心線WLをテーパ中心とした、テーパ状の斜部91bが形成されている。この斜部91bは、押圧部材91の一端面91c（ウォーム70に臨む端面91c）からウォーム軸46の一端部46aへ向かって、所定のテーパ長さLt（図7参照）だけ形成されたものである。斜部91bのテーパの方向は、ウォーム70へ向かって先細り状となる方向、つまり、ホイール80の複数の歯81の一部の歯先81aにのみ接する方向である。このように、斜部91bは、ホイール80の複数の歯81の一部の歯先81aにのみ接するように、傾斜している。

【0059】

より具体的に述べると、図7に示されるように、斜部91bは、複数の歯81の少なくとも2つの歯81、81の歯先81a、81aに同時に接することが可能な大きさに設定されている。ここで、斜部91bの大きさとは、図7に示されるようにテーパの小径部分の径d1、テーパの大径部分の径d2（押圧部材91の外径d2）、テーパ長さLt、テーパ角θのことである。この斜部91bの大きさは、ウォームギヤ機構44の仕様（諸元）、つまりウォーム70とホイール80の各種寸法や各部70、80の組み合わせ寸法に応じて決まる。

【0060】

10

20

30

40

50

斜部 9 1 b は、このように設定されることによって、ホイール 8 0 の回転角（歯 8 1 の回転軌跡）に従って、図 5 に示されるように同時に 1 つの歯 8 1 の歯先 8 1 a にのみ接する場合と、図 7 に示されるように同時に 2 つの歯 8 1、8 1 の歯先 8 1 a、8 1 a にのみ接する場合とがある。押圧部材 9 1 の外径 d_2 が、ウォーム 7 0 の外径に対して若干大きい程度に設定されることによって、押圧部材 9 1 はウォーム 7 0 の中心線 $W L$ 周りの空きスペース $S p$ に十分に収まる。

【0061】

さらに、図 5 に示されるように、押圧部材 9 1 は、コイルばね 9 2 の少なくとも一端部 9 2 a（ウォーム 7 0 に臨む方の端部 9 2 a）をウォーム軸 4 6 の長手方向に嵌合し且つ保持することが可能な凹部 9 1 d を有している。この凹部 9 1 d は、ウォーム 7 0 の中心線 $W L$ に対して同心の環状に形成されており、押圧部材 9 1 の他端面 9 1 e（ウォーム 7 0 に対して反対側の端面 9 1 e）に開放している。このように、押圧部材 9 1 は、中間部 4 6 d に嵌合するための貫通した嵌合孔 9 1 f の周囲に、同じ中心線 $W L$ を基準とした凹部 9 1 d を有している。コイルばね 9 2 は、ウォーム軸 4 6 の一端部 4 6 a を支持している第 1 軸受 4 7 の内輪 4 7 a の端面と、押圧部材 9 1 の凹部 9 1 d の底との間に介在しており、上述のように圧縮コイルばねによって構成されている。このため、コイルばね 9 2 は、押圧部材 9 1 をウォーム 7 0 へ向かって、つまり押し方向 $R s$ へ付勢している。コイルばね 9 2 が押圧部材 9 1 を押し方向 $R s$ へ付勢する力（押し付け力）は $f p$ である。

【0062】

図 4 及び図 5 に示されるように、押圧部材 9 1 は、ウォーム 7 0 の中心線 $W L$ 上に位置するとともに、ウォーム 7 0 にホイール 8 0 が噛み合っている噛み合い点 $P o$ に対し、ウォーム軸 4 6 の端（一端部 4 6 a または他端部 4 6 b）へ向かって離れて位置している。例えば、押圧部材 9 1 は、噛み合い点 $P o$ に対し電動モータ 4 3 とは反対側へ離れて位置している。

【0063】

このため、図 5 に示されるように、ホイール 8 0 の複数の歯 8 1 のうち、テーパ状の斜部 9 1 b が接している歯 8 1 の歯先 8 1 a は、ウォーム 7 0 の中心線 $W L$ に対して傾いている。斜部 9 1 b から歯先 8 1 a へ作用する押し付け力 $f p$ は、ホイール 8 0 の回転方向 $R e$ （図 5 ではホイール 8 0 の正転方向）へ向かう第 1 の分力 $f r$ と、ホイール 8 0 の中心線 $C L$ へ向かう第 2 の分力 $f c$ とに、分かれる。ホイール 8 0 は第 1 の分力 $f r$ によって回転方向 $R e$ へ回ろうとする。

【0064】

このように、押圧部材 9 1 がコイルばね 9 2 によって付勢されているので、斜部 9 1 b は、ウォーム軸 4 6 に対して相対的なスライド変位をすることにより、接している歯先 8 1 a をホイール 8 0 の回転方向 $R e$ に押すことが可能である。この斜部 9 1 b によって、接している歯先 8 1 a をホイール 8 0 の回転方向 $R e$ に押している。このため、ホイール 8 0 が回転方向 $R e$ に回るので、噛み合い点 $P o$ に位置している歯 8 1 はウォーム 7 0 の歯 7 1 に押し付けられる。この結果、歯 7 1、8 1 間のバックラッシュが除去される。

【0065】

実施例 1 の説明をまとめると、次の通りである。

図 5 に示されるように、付勢部材 9 2（コイルばね 9 2）に付勢された押圧部材 9 1 は、ホイール 8 0 の複数の歯 8 1 の一部を、このホイール 8 0 の回転方向 $R e$ に押している。つまり、ホイール 8 0 は、ウォーム 7 0 とホイール 8 0 との噛み合い部分のバックラッシュを除去するように、押圧部材 9 1 によって押されている。ウォーム 7 0 とホイール 8 0 とは、常にバックラッシュを有することなく、良好な噛み合い状態を維持することができる。しかも、バックラッシュを除去することによって、ウォーム 7 0 とホイール 8 0 との間でトルクを時間遅れ無く迅速に且つ確実に伝えることができる。例えば、負荷を制御するために刻々と変化する制御トルクを、ウォーム 7 0 からホイール 8 0 へ伝達する場合に、時間遅れが無い。従って、負荷を制御する制御性が高まる。しかも、バックラッシュを有することによる歯同士の打音を、低減することができる。

【 0 0 6 6 】

さらにまた、押圧部材 9 1 は、ウォーム 7 0 の中心線 W L に沿って変位可能に、この中心線 W L 上に配置されている。バックラッシを除去するのに、ウォーム 7 0 の中心線 W L 上に押圧部材 9 1 を配置し、この押圧部材 9 1 を付勢部材 9 2 によって付勢するだけの、簡単な構成でよい。ウォーム 7 0 の中心線 W L 周りの空きスペース S p に押圧部材 9 1 及び付勢部材 9 2 を配置することができる。しかも、バックラッシを除去するのに、ウォーム 7 0 及びウォームホイール 8 0 の大きさを変更する必要もない。従って、ウォームギヤ機構 4 4 の小型化を図ることができる。

【 0 0 6 7 】

また、バックラッシを除去するのに、従来の技術（上記特許文献 1 の技術）のような冠状の補助ウォームホイールを用いない。このため、ウォームギヤ機構 4 4 の全体の大きさや、ハウジング 5 1 の大きさを、ホイール 8 0 の径方向やホイール 8 0 の回転中心線 C L 方向に小型化できる。しかも、図 3 に示されるように、ホイール 8 0 が組み付けられたピニオン軸 2 4 の全長を短くすることができる。この結果、図 3 に示されるように、ハウジング 5 1 の下端 5 1 a からピニオン軸 2 4 の先端 2 4 a までの全高さ S h を小さくできるので、電動パワーステアリング装置 1 0 を小型化及び軽量化できる。車両に搭載される電動パワーステアリング装置 1 0 の配置の自由度が高まり、この結果、車両に対する電動パワーステアリング装置 1 0 の搭載性が高まる。さらに、電動パワーステアリング装置 1 0 の軽量化によって、車両全体の総重量を減少させることができ、この結果、車両の燃費を高めることができるので、省エネルギー化に貢献できる。

【 0 0 6 8 】

さらには、バックラッシを除去するのに、冠状の補助ウォームホイールを用いないので、ウォームギヤ機構 4 4 の設計の自由度が高まる。

【 0 0 6 9 】

さらには、バックラッシを除去するのに、図 3 及び図 5 に示されるように、ウォーム 7 0 の中心線 W L 上に押圧部材 9 1 を配置し、この押圧部材 9 1 を付勢部材 9 2 によって付勢するだけの構成なので、ウォームギヤ機構 4 4 のための、複雑な加工工程や組立工程は一切不要であり、ウォームギヤ機構 4 4 の低価格化を図ることができる。さらには、このような構成をウォームギヤ機構 4 4 に採用したので、例えば、ウォーム 7 0 の中心線 W L に対して、ホイール 8 0 の中心線 C L を直角ではない角度で交差する方向に配置、つまり軸角が 9 0 ° でない斜交軸の構成とした場合であっても、ウォームギヤ機構 4 4 の生産性を十分に確保することができる（生産上の優位性がある。）。

【 0 0 7 0 】

さらに実施例 1 では、図 5 に示されるように、押圧部材 9 1 に有している斜部 9 1 b は、ホイール 8 0 の複数の歯 8 1 の一部の歯先 8 1 a に接するとともに、接している歯先 8 1 a をホイール 8 0 の回転方向 R e に押している。このため、押圧部材 9 1 がホイール 8 0 の複数の歯 8 1 と歯 8 1 の間に入り込むことはない。斜部 9 1 b は、接している歯先 8 1 a を、ホイール 8 0 の回転方向 R e に常に安定して押すことができる。従って、バックラッシを安定して除去することができる。

【 0 0 7 1 】

さらに、斜部 9 1 b は、ホイール 8 0 の複数の歯 8 1 の少なくとも 2 つの歯 8 1 , 8 1 の歯先 8 1 a , 8 1 a に同時に接することが可能な大きさに設定されている。このため、ホイール 8 0 の回転に従って斜部 9 1 b に接触する歯 8 1 は、1 つずつ隣の歯 8 1 に順次移り替わる。つまり、ホイール 8 0 が回転しても、複数の歯 8 1 は少なくとも 1 つの歯先 8 1 a が斜部 9 1 b に接し続ける。従って、斜部 9 1 b は、ホイール 8 0 を回転方向 R e に常に安定して押し続けることができる。

【 0 0 7 2 】

さらに、押圧部材 9 1 はウォーム軸 4 6 に嵌合され、コイルばね 9 2 はウォーム軸 4 6 を中心に巻かれている。この押圧部材 9 1 は、コイルばね 9 2 の少なくとも一端部 9 2 a をウォーム軸 4 6 の長手方向に嵌合し且つ保持することが可能な環状の凹部 9 1 d を有し

ている。このため、斜部 9 1 b によってホイール 8 0 の歯先 8 1 a を付勢することによる反力が押圧部材 9 1 に作用しても、押圧部材 9 1 に対するコイルばね 9 2 の相対的な曲げ変形を抑制することができる。従って、コイルばね 9 2 によって押圧部材 9 1 をウォーム 7 0 の中心線 W L 上に安定して付勢することができる。

【 0 0 7 3 】

さらに、斜部 9 1 b は、ウォーム 7 0 の中心線 W L をテーパ中心としたテーパ状なので、ホイール 8 0 の全ての歯 8 1 の歯先 8 1 a の面（歯先円）に対して、滑らかに接触することができる。また、ホイール 8 0 の歯 8 1 は樹脂製品であり、押圧部材 9 1 は金属製品である。金属性の斜部 9 1 b が樹脂製の歯 8 1 の歯先 8 1 a の面に直接に接触し且つ押すものであるから、斜部 9 1 b と歯先 8 1 a の面との間の摩擦係数は小さくてすむ。斜部 9 1 b と歯先 8 1 a の面との間で発生する摩擦力を、十分に抑制することができる。

10

【 0 0 7 4 】

さらに実施例 1 では、上記構成のウォームギヤ機構 4 4 を図 1 に示される電動パワーステアリング装置 1 0 に採用している。ウォームギヤ機構 4 4 のバックラッシを除去することによって、ウォーム 7 0 に対するホイール 8 0 の良好な噛合い状態を維持することができる。このため、ステアリングハンドル 2 1 を戻し操作したときに、ウォームギヤ機構 4 4 からステアリング系 2 0 に補助トルクが伝達される時間遅れの発生を抑制することができる。さらには、バックラッシを除去したので、ウォーム 7 0 によってホイール 8 0 を回転させた場合に、歯 7 1 , 8 1 同士が衝突することなく、緩やかに当たって噛合うので、ステアリングハンドル 2 1 の戻り作動を良好にすることができる。このようなことから、電動パワーステアリング装置 1 0 の操舵感覚（操舵フィーリング）を、より高めることができる。

20

【 0 0 7 5 】

さらには、バックラッシを除去するのに、ホイール 8 0 の中心線 C L に対するウォーム 7 0 の中心線 W L の位置を調整する必要はない。このため、モータ軸 4 3 a に対してウォーム軸 4 6 の軸心を合致させた状態を、常に維持することができる。モータ軸 4 3 a に対するウォーム軸 4 6 の心ずれが無いので、心ずれに伴う振動や騒音を防止することができる。このため、電動パワーステアリング装置 1 0 の商品性を高めることができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 7 6 】

実施例 2 に係るウォームギヤ機構について説明する。図 8 は実施例 2 の押圧部材 9 1 A とホイール 8 0 との関係を示している。実施例 2 のウォームギヤ機構 4 4 A は、上記図 5 及び図 6 に示されている押圧部材 9 1 を、図 8 に示された押圧部材 9 1 A に変更したことを特徴とし、他の構成については上記図 1 ~ 図 7 に示す構成と同じなので、説明を省略する。

30

【 0 0 7 7 】

具体的には、実施例 2 の押圧部材 9 1 A の斜部 9 1 b A は、ホイール 8 0 の複数の歯 8 1 の一部の歯先 8 1 a にのみ接するように、勾配に形成されている。この勾配の傾きは、実施例 1 のテーパ状の斜部 9 1 b と同じ傾きである。このように、押圧部材 9 1 A の斜部 9 1 b A は、ホイール 8 0 側さえ傾斜していればよく、任意の形状に設定することができる。つまり、斜部 9 1 b A は、押圧部材 9 1 A において、ホイール 8 0 の複数の歯 8 1 の一部の歯先 8 1 a に接する部位だけに有していればよい。従って、押圧部材 9 1 A の構成をより簡単にすることができる。実施例 2 によれば、上記実施例 1 の作用、効果と同様の作用、効果を発揮することができる。

40

【 実施例 3 】

【 0 0 7 8 】

実施例 3 に係るウォームギヤ機構について説明する。図 9 は実施例 3 のウォーム軸 4 6 B と押圧部材 9 1 B との関係を示している。実施例 3 のウォームギヤ機構 4 4 B は、上記図 5 及び図 6 に示されているウォーム軸 4 6 及び押圧部材 9 1 を、図 9 に示されたウォーム軸 4 6 B 及び押圧部材 9 1 B に変更したことを特徴とし、他の構成については上記図 1

50

～図 7 に示す構成と同じなので、説明を省略する。

【 0 0 7 9 】

詳しく述べると、実施例 3 の押圧部材 9 1 B は、ウォーム軸 4 6 B に対して相対的なスライド変位が可能に、且つ相対的な回転が規制された構成である。より具体的には、押圧部材 9 1 B は、ウォーム軸 4 6 B に対しセレーションやスプラインによって連結されている。この結果、押圧部材 9 1 B はウォーム 7 0 に対する相対回転が規制される。このため、押圧部材 9 1 B は、ウォーム軸 4 6 B の回転に従って、同方向へ回転する。斜部 9 1 b は回転することにより、ホイール 8 0 の歯 8 1 に対して接触する部位が刻々と変化する。斜部 9 1 b の耐摩耗性を高めることができる。

【 0 0 8 0 】

さらには、ウォーム軸 4 6 B と押圧部材 9 1 B との嵌合部分（双方の嵌合面同士）は、軸方向への相対的な摺動だけが許容され、回転方向の相対的な摺動が規制される。このため、嵌合部分の耐摩耗性を高めることができるので、ウォーム軸 4 6 B に対する押圧部材 9 1 B の滑らかな作動を、恒久的に確保することができる。しかも、嵌合部分が摩耗することによるガタツキ音の発生を、一層防止することができるので、ウォームギヤ機構 4 4 の商品性が高まる。

【 0 0 8 1 】

上述のように、ホイール 8 0 が回転しているときに、押圧部材 9 1 によって押される歯 8 1 は、隣の歯 8 1 に順次移り替わる。しかも、押圧部材 9 1 がホイール 8 0 の複数の歯 8 1 の一部を、ホイール 8 0 の回転方向 R e へ押すことによって、押圧部材 9 1 には反力が作用する。この反力により、押圧部材 9 1 にはウォーム軸 4 6 B に対して回転方向へ振動しようとする現象、いわゆる自励振動が発生し得る。これに対し、実施例 3 では、ウォーム軸 4 6 B と押圧部材 9 1 B との嵌合部分は、回転方向の相対的な摺動が規制されている。このため、押圧部材 9 1 B の自励振動の発生を、より一層防止することができる。従って、押圧部材 9 1 B の自励振動による作動音（騒音）の発生を、一層防止することができるので、ウォームギヤ機構 4 4 の商品性が高まる。さらに、実施例 3 によれば、上記実施例 1 の作用、効果と同様の作用、効果を発揮する。

【 実施例 4 】

【 0 0 8 2 】

実施例 4 に係るウォームギヤ機構について説明する。図 1 0 は実施例 4 のウォーム軸 4 6 C と押圧部材 9 1 C との関係を示している。図 1 0 (a) は図 9 に対応させて表してある。図 1 0 (b) は図 1 0 (a) の b - b 線方向の図である。図 1 0 (c) は図 1 0 (a) の c - c 線方向の断面図である。

【 0 0 8 3 】

実施例 4 のウォームギヤ機構 4 4 C は、上記図 9 に示されているウォーム軸 4 6 B 及び押圧部材 9 1 B を、図 1 0 に示されたウォーム軸 4 6 C 及び押圧部材 9 1 C に変更したことを特徴とし、他の構成については上記図 1 ～図 7、図 9 に示す構成と同じなので、説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

詳しく述べると、実施例 4 の押圧部材 9 1 C は、上記実施例 3 と同様に、ウォーム軸 4 6 C に対して相対的なスライド変位が可能に、且つ相対的な回転が規制された構成である。より具体的には、ウォーム軸 4 6 C の中間部 4 6 d は、外周面を 2 面取り又は 4 面取りすることによって形成された平坦面 4 6 d f , 4 6 d f を有している。つまり、中間部 4 6 d の断面は非円形状に形成されている。また、押圧部材 9 1 C の嵌合孔 9 1 f は、中間部 4 6 d に合わせた形状及び大きさであって、嵌合孔 9 1 f の内周面を 2 面取り又は 4 面取りすることにより形成された平坦面 9 1 f f , 9 1 f f を有している。つまり、嵌合孔 9 1 f の断面は非円形状に形成されている。嵌合孔 9 1 f に中間部 4 6 d を嵌合した場合に、嵌合孔 9 1 f の平坦面 9 1 f f , 9 1 f f に中間部 4 6 d の平坦面 4 6 d f , 4 6 d f が接することによって、ウォーム軸 4 6 C に対する押圧部材 9 1 C の相対的な回転が規制される。実施例 4 によれば、上記実施例 3 の作用、効果と同様の作用、効果を発揮する

。

【実施例 5】

【0085】

実施例 5 に係るウォームギヤ機構について説明する。図 11 は実施例 5 のウォームギヤ機構 44D の断面構成を示し、上記図 4 に対応させて表している。図 12 (a) は、図 11 に示されたウォームギヤ機構 44D が部分組立された構成を示している。図 12 (b) は、図 12 (a) に示されたウォームギヤ機構 44D をハウジング 51 に組み付けた構成を示している。

【0086】

実施例 5 のウォームギヤ機構 44D は、上記図 4 ~ 図 6 に示されているウォームギヤ機構 44 に対して押圧部材 91 の位置を、図 11 及び図 12 に示された位置に変更したことを特徴とし、他の構成については上記図 1 ~ 図 7 に示す構成と実質的に同じなので、説明を省略する。

【0087】

図 11 に示されるように、ウォームギヤ機構 44D は、ウォーム 70 が一体的に設けられているウォーム軸 46D と、このウォーム軸 46D の一端部 46Da を支持するための第 1 軸受 47D と、ウォーム軸 46D の他端部 46Db を支持するための第 2 軸受 48D と、この第 2 軸受 48D に一端が接触し第 1 軸受 47D に向かって延びているコイルばね（付勢部材）92D と、このコイルばね 92D の先端に被せられウォームホイール 80 を押圧する押圧部材 91 と、ピニオン軸 24 と、このピニオン軸 24 の外周に一体的に取付けられウォーム 70 に噛み合うホイール 80 とを、ハウジング 51 内に収納した構成である。

【0088】

実施例 5 のウォーム軸 46D は、上記図 4 ~ 図 6 に示されている実施例 1 のウォーム軸 46 に実質的に相当している。同様に、第 1 軸受 47D は第 1 軸受 47 に相当し、第 2 軸受 48D は第 2 軸受 48 に相当し、コイルばね（付勢部材）92D はコイルばね 92 に相当する。

【0089】

ウォーム軸 46D は、第 2 軸受 48D に相対的な回転が可能に且つ相対的なスライド変位が規制されて組付けられるように構成されている。詳しく述べると、図 12 (a) に示されるように、ウォーム軸 46D は段差面 97 を有している。この段差面 97 は、第 2 軸受 48D を嵌合するための他端部 46Db の径が、それよりもウォーム 70 寄りの部位の径に対して小径に設定されることによって、形成されている。第 2 軸受 48D は、他端部 46Db に嵌合された後に、この他端部 46Db にセットされた止め輪 98 によって、ウォーム軸 46D に位置決めされる。つまり、第 2 軸受 48D は、段差面 97 と止め輪 98 とによって挟み込まれることにより、ウォーム軸 46D に対して相対的な回転が可能に且つ相対的なスライド変位が規制されて組付けられる。

【0090】

さらに、図 12 (a) に示されるように、第 2 軸受 48D は、ハウジング 51 に嵌合された状態で、位置決めボルト 99 によってハウジング 51 に対する位置決めがなされている。このため、ウォーム軸 46D 及び各軸受 47D, 48D はハウジング 51 に対して軸長手方向への相対的なスライド変位が規制されて、組付けられる。

【0091】

図 12 (a) に示されるように、ウォーム軸 46D には、ウォーム 70 と第 2 軸受 48D との間にストッパ 95 が一体に形成されている。このストッパ 95 は、例えばウォーム 70 において第 2 軸受 48D 側の端面から成る。ウォーム 70 の外径がウォーム軸 46D の径よりも大径なので、ウォーム 70 の端面はストッパ 95 の役割を果たすことが可能である。

【0092】

押圧部材 91 及びコイルばね 92D は、ウォーム 70 と第 2 軸受 48D との間に位置し

ている。具体的には、押圧部材 9 1 の一端面 9 1 c はストッパ 9 5 に接している。この状態において、押圧部材 9 1 はウォーム軸 4 6 D の軸長手方向への遊びが無いように、コイルばね 9 2 D によって付勢されている。この状態において、押圧部材 9 1 の一端面 9 1 c は、まだコイルばね 9 2 D によってストッパ 9 5 に押し付けられていない。つまり、コイルばね 9 2 D の付勢力 f_0 は 0 又は略 0 の値である。

【0093】

ウォーム軸 4 6 D と第 2 軸受 4 8 D と押圧部材 9 1 とコイルばね 9 2 D とは、一体的に組み立てられた 1 組の部分組立品 1 0 0 を構成している。

【0094】

ウォーム軸 4 6 D は、ウォーム軸 4 6 D を駆動するための電動モータ 4 3 のモータ軸 4 3 a の中心線 W L に対して同心に配置されている。ウォーム軸 4 6 D は、電動モータ 4 3 のモータ軸 4 3 a に、カップリング結合されている。即ち、電動モータ 4 3 のモータ軸 4 3 a に、ウォーム軸 4 6 D が直結されている。第 2 軸受 4 8 D と押圧部材 9 1 とコイルばね 9 2 D とは、ウォーム 7 0 に対してモータ軸 4 3 a 寄りに位置している。

【0095】

押圧部材 9 1 とコイルばね 9 2 D とを含む多数の部品が、1 組の部分組立品 1 0 0 に予めまとめられる。このため、部分組立品 1 0 0 を一まとめにして、他の部材に組付けることができる。例えば、一体的に組み立てられているウォーム 7 0 をホイール 8 0 に噛み合わせるとともに、第 2 軸受 4 8 D をハウジング 5 1 に取り付けることができる。従って、ウォームギヤ機構 4 4 D の組付け作業が容易であるとともに、組立工数の削減を図ることができる。

【0096】

加えて、ホイール 8 0 を収納するためのハウジング 5 1 に、部分組立品 1 0 0 を一括して収納することができるので、ウォームギヤ機構 4 4 D の組付け作業がさらに容易になるとともに、組立工数のさらなる削減を図ることができる。

【0097】

さらに、ウォーム軸 4 6 D は、モータ軸 4 3 a の中心線 W L に対し同心に配置され、例えばカップリングによって直結することが可能である。このため、1 組の部分組立品 1 0 0 にまとめられている中の、ウォーム軸 4 6 D の他端部 4 6 D b を、モータ軸 4 3 a に容易に連結することが可能である。

【0098】

図 1 2 (b) に示されるように、ウォームギヤ機構 4 4 D を組み立てるには、まず、ウォーム 7 0 が一体的に設けられているウォーム軸 4 6 D と、ウォーム 7 0 に噛み合うウォームホイール 8 0 と、ウォーム 7 0 とホイール 8 0 とのバックラッシュを除去するための押圧部材 9 1 と、押圧部材 9 1 の押し方向に押圧部材 9 1 を付勢するコイルばね 9 2 D と、ウォーム軸 4 6 D を支持する第 2 軸受 4 8 D と、ホイール 8 0 を収納するハウジング 5 1 とを準備する（準備工程）。

【0099】

次に、図 1 2 (a) に示されるように、ウォーム軸 4 6 D に、ウォーム軸 4 6 D の他端部 4 6 D b から押圧部材 9 1 とコイルばね 9 2 D と第 2 軸受 4 8 D とを、この順に嵌め込む。ウォーム 7 0 とウォーム軸 4 6 D と第 2 軸受 4 8 D と押圧部材 9 1 とコイルばね 9 2 D とを、1 組の部分組立品 1 0 0 に一体的に組み立てる（部分組立工程）。

第 2 軸受 4 8 D は、ウォーム軸 4 6 D に対して相対的な回転を許容し、且つ相対的なスライド変位を規制するように、ウォーム軸 4 6 D に組付けられる。

【0100】

部分組立品 1 0 0 単独の状態では、押圧部材 9 1 は、コイルばね 9 2 D の付勢力 f_0 によってストッパ 9 5 に押し付けられている。即ち、ウォーム 7 0 にホイール 8 0 が噛み合う前の状態では、押圧部材 9 1 は、付勢部材の付勢力によってストッパ 9 5 に押し付けられている。

【0101】

10

20

30

40

50

部分組立品 100 の組立てが終わったら、図 12 (b) に示されるように、部分組立品 100 をハウジング 51 に収納する (収納工程)。

ウォーム 70 にウォームホイール 80 が噛み合っている状態では、押圧部材 91 は、コイルばね 92D の付勢力 f_p によってストッパ 95 に押し付けられている。押圧部材 91 は、ストッパ 95 から圧縮量 $\Delta \delta$ だけ離れている。即ち、図 12 (a) に比べて、コイルばね 92D が圧縮量 $\Delta \delta$ だけ縮んでいる。

収納工程の詳細については後述する。

【0102】

一体的な部分組立品 100 をハウジング 51 に収納する。このように、押圧部材 91 とコイルばね 92D (付勢部材) とを含む多数の部品を複雑に組み立てる作業を、ハウジング 51 外で予め行って、1組の部分組立品 100 に一体的に組み立てておく。このため、ウォームギヤ機構 44D の組付け作業が容易であるとともに、組立工数の削減を図ることができる。

10

【0103】

さらに、図 11 も併せて説明すると、第 2 軸受 48D と押圧部材 91 とコイルばね 92D とは、ウォーム 70 に対してモータ軸 43a 寄り (図面右側) に位置している。

例えば、ホイール 80 が収納されているハウジング 51 に部分組立品 100 を一括して収納する場合には、次の作業手順によって収納することが可能である。先ず、ウォーム軸 46D を、モータ軸 43a に連結しない方の軸端 (図左側) からハウジング 51 内に嵌め込みながら、ウォーム 70 をホイール 80 に噛み合わせていき、さらに、第 2 軸受 48D をハウジング 51 に嵌め込む。第 2 軸受 48D がハウジング 51 に嵌め込まれた状態では、ホイール 80 の歯 81 の一部に押圧部材 91 が当たる。最後に、ウォーム軸 46D の軸端 (第 2 軸受 48D の近傍に位置している軸端) をモータ軸 43a にカップリング 96 によって連結する。このように、ウォームギヤ機構 44D の組付け作業が容易である。

20

【0104】

図 12 (a) で説明したように、ウォーム 70 にホイール 80 が噛み合う前の状態で、押圧部材 91 がコイルばね 92D の付勢力 f_0 は 0 である。この理由について、図 13 も併せて参照し、説明する。

【0105】

図 13 (a) は、横軸をコイルばね 92D の圧縮量 δ とし縦軸を横軸をコイルばね 92D の付勢力 f として、コイルばね 92D の圧縮量と付勢力との関係を説明するばね特性図である。図 12 (b) を参照しつつ説明すると、図 13 (a) に示されるように、ウォームギヤ機構 44D では、ホイール 80 に噛み合う前の状態 P_i において、コイルばね 92D は自由高さに設定されている。即ち、ホイール 80 に噛み合う前の状態 P_i において、コイルばね 92D の圧縮量は 0 であり、コイルばね 92D の付勢力も 0 である。

30

【0106】

ホイール 80 にウォーム 70 を噛み合わせられた状態 P_s において、コイルばね 92D は圧縮量 δ_p だけ圧縮される。即ち、噛み合う前の状態と比較して、コイルばね 92D は圧縮量 $\Delta \delta$ だけ圧縮される。コイルばね 92D が圧縮量 $\Delta \delta$ だけ圧縮された際のコイルばね 92D の付勢力は、 f_p である。付勢力 f_p で、押圧部材 91 がホイール 80 を付勢する。

40

【0107】

ところで、コイルばね 92D のばね特性については、図 13 (a) に示される特性の他に、図 13 (b) に示されるばね特性 (変形例) に設定することができる。図 13 (a) は、上記図 13 (a) に合わせて表している。

【0108】

図 13 (b) に示されるのは、変形例に係るコイルばね 92D の圧縮量と付勢力との関係を説明するばね特性図である。ホイール 80 へのウォーム 70 の噛み合わせ前後でコイルばね 92D が圧縮量 $\Delta \delta$ だけ圧縮されること、ホイール 80 へウォーム 70 を噛み合わせた状態におけるコイルばねの付勢力が f_p であることは、図 12 (a) の実施例と同様であ

50

る。

【0109】

実施例では、ホイール80へウォーム70を噛合わせる前の状態P_iにおいて、コイルばね92Dが自然高さから圧縮量 δb だけ圧縮されている。圧縮量 δb だけ圧縮されているため、コイルばね92Dは付勢力 f_0 で押圧部材91を付勢している。

【0110】

押圧部材91を付勢力 f_0 で付勢している状態で、ホイール80へウォーム70を噛合わせる。ホイール80へウォーム70を噛合わせることによって、コイルばね92Dは、自由高さから δc 圧縮される。ホイール80へウォーム70を噛合わせた状態P_sにおける、コイルばね92Dの付勢力は f_p である。付勢力 f_p で、押圧部材91がホイール80を付勢する。

10

【0111】

図12(a)に示される実施例と図13(b)に示される変形例とを比較すると、ホイール80へのウォーム70の噛合わせ前後における、コイルばね92Dの付勢力の差 Δf が異なる。比較例では、 Δf が大きく、変形例では Δf が小さい。変形例では、予めコイルばね92Dを δb 圧縮し、予圧を与えた。予圧を与えることによって、ばね定数 k の小さいコイルばね92Dを用いても、ウォーム70に噛合わせ状態における付勢力を f_p とすることができる。予圧を与える、変形例に係るウォームギヤ機構44Dでは、以下のことがいえる。

【0112】

20

ウォーム70にホイール80が噛み合う前の状態((図12a)参照)では、押圧部材91は、コイルばね92Dの付勢力 f_0 によってストッパ95に押し付けられている。つまり、押圧部材91には、ホイール80の複数の歯81の一部を押す前に、押す方向への予圧(preload)が加わっている。当然のことながら、コイルばね92Dに付勢された押圧部材91が、ウォーム70とホイール80との噛み合い部分のバックラッシを除去するように、ホイール80の歯を押すのであるから、押す力(押し付け力)は、予圧を付加しない場合に対して基本的に同じ値に設定される。このため、コイルばね92Dの特性、つまり、コイルばね92Dに単位当たりの変化量を与えるのに必要な力(コイルばねを採用した場合は、ばね定数)は、予圧を付加しておく分だけ小さく設定される。

【0113】

30

このように、ウォームギヤ機構44Dは、押圧部材91に、押す方向への予圧を付加しておくことによって、バックラッシの変動によるコイルばね92Dの変化量が少なくて済む。このため、ホイール80の複数の歯81の一部の歯先81aに対する押圧部材91の摩擦抵抗の変動を抑制することができる。押圧部材91は、接している歯先81aを、ホイール80の回転方向に常に安定して押すことができる。従って、バックラッシを安定して除去することができる。

部分組立品100のハウジング51への取り付け方の詳細を次図で説明する。

【0114】

図14(a)に示されるように、例えば、ウォーム軸46Dを回転させることで、ハウジング51内部(図面左側)へ向かって部分組立品100を前進させる。ウォーム軸46Dの一端部46Daが第1軸受47Dに接触する前の状態では、押圧部材91は、ウォームホイール80の歯先81aに接触していない。

40

図14(a)に示す状態から、さらにウォーム軸46Dを回転させ、ハウジング51内部(図面左側)へ向かって部分組立品100前進させる。

【0115】

図14(b)に示されるように、ウォーム軸46Dの一端部46Daが第1軸受47Dに嵌合することで、押圧部材91がウォームホイール80の歯先81aに接触する。

即ち、ウォーム軸46Dの先端が、このウォーム軸46Dの先端部(一端部46Da)を回転可能に支持する支持部(第1軸受47D)に嵌合するまで、押圧部材91がウォームホイール80の歯先81aに接触しないよう、ウォーム軸46Dの長さが設定されてい

50

る。

【 0 1 1 6 】

ウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a が第 1 軸受 4 7 D に嵌合した後は、コイルばね 9 2 D の力に抗してさらに部分組立品 1 0 0 を前進させる。所定の位置まで部分組立品 1 0 0 を前進させることで、部分組立品 1 0 0 のハウジング 5 1 への組付け作業が終了する。

【 0 1 1 7 】

仮に、ウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a (先端部) が第 1 軸受 4 7 D (支持部) に嵌合する前に、押圧部材 9 1 がウォーム 7 0 の歯先 8 1 a に接触する場合は、コイルばね 9 2 D の付勢力を受けながらウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a を第 1 軸受 4 7 D に嵌合させる必要がある。ウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a は、ハウジング 5 1 の内部にあり、視認することが困難である。視認することが困難なウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a を、コイルばね 9 2 D の付勢力に抗して第 1 軸受 4 7 D に嵌合させることは、困難である。

10

【 0 1 1 8 】

本発明によれば、ウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a が第 1 軸受 4 7 D に嵌合するまで、押圧部材 9 1 がウォームホイール 8 0 の歯先 8 1 a に接触しない。接触しないため、ウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a を第 1 軸受 4 7 D に嵌合させる際に、部分組立品 1 0 0 に、コイルばね 9 2 D の付勢力がかからない。視認するのが困難なウォーム軸 4 6 D の一端部 4 6 D a にコイルばね 9 2 D (付勢部材) の付勢力が加わることを防ぐことで、部分組立品 1 0 0 の組付け作業が容易になる。

【産業上の利用可能性】

20

【 0 1 1 9 】

本発明のウォームギヤ機構 4 4 , 4 4 A , 4 4 B , 4 4 C , 4 4 D は、ステアリングホイール 2 1 で発生した操舵トルクを操舵トルクセンサ 4 1 にて検出し、この操舵トルクセンサ 4 1 の検出信号に応じて電動モータ 4 3 が補助トルクを発生し、この補助トルクをウォームギヤ機構 4 4 を介してステアリング系 2 0 に伝える車両用電動パワーステアリング装置 1 0 に好適である。

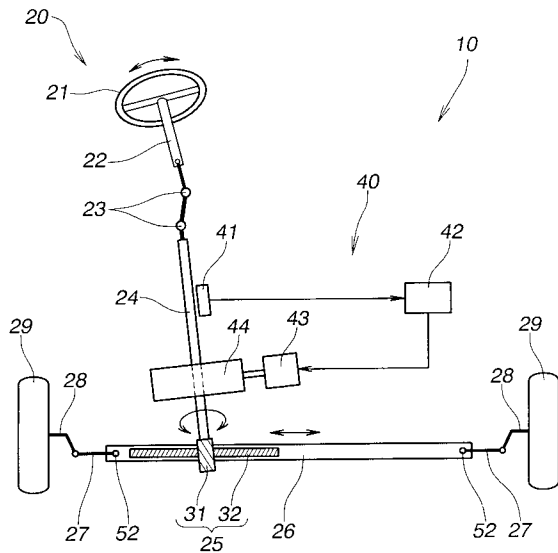
【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

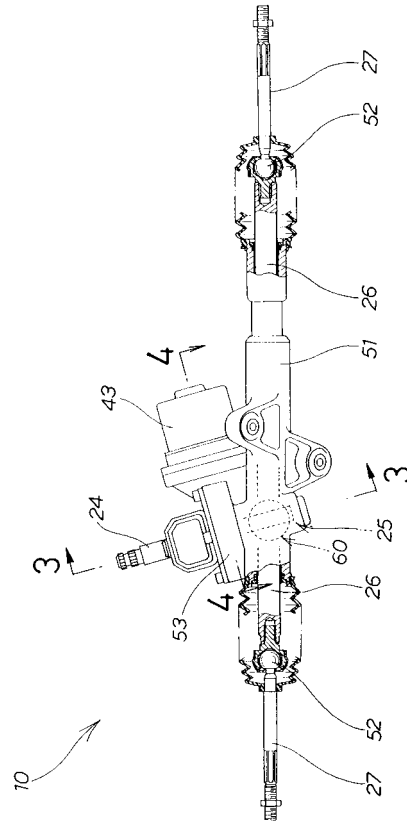
1 0 ... 電動パワーステアリング装置、4 4 , 4 4 D ... ウォームギヤ機構、4 6 , 4 6 B , 4 6 C , 4 6 D ... ウォーム軸、5 1 ... ハウジング、7 0 ... ウォーム、7 1 ... 歯、8 0 ... ウォームホイール、8 1 ... 歯、8 1 a ... 歯先、9 1 , 9 1 A , 9 1 B , 9 1 C ... 押圧部材、9 1 b , 9 1 b A ... 斜部、9 1 d ... 凹部、9 2 , 9 2 D ... 付勢部材(コイルばね)、9 2 a ... コイルばねの一端部、1 0 0 ... 部分組立品、R e ... ウォームホイールの回転方向、R s ... 押圧部材の押し方向、P o ... 噛み合い点、W L ... ウォームの中心線。

30

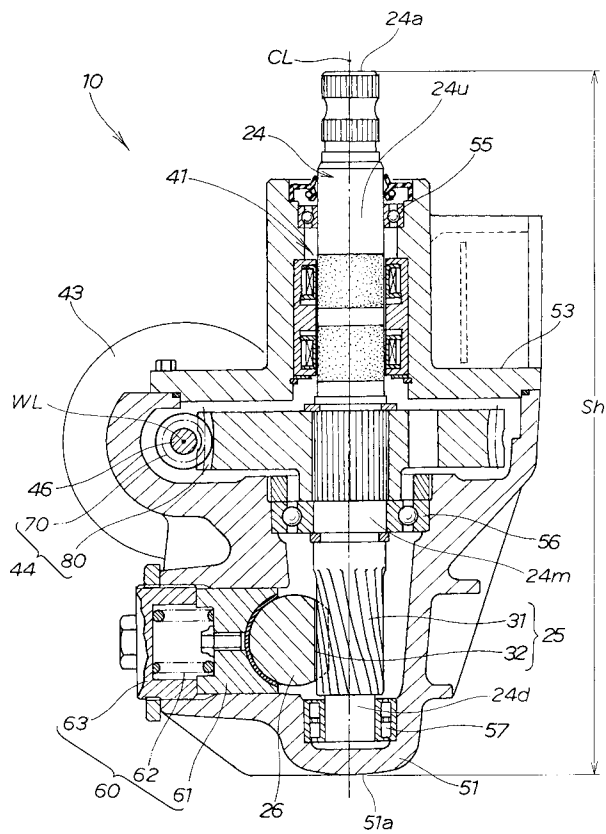
【図 1】



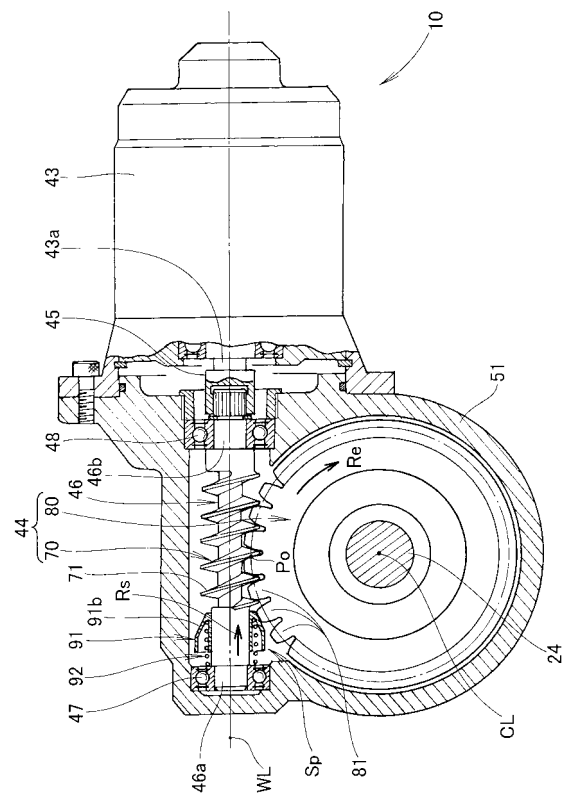
【図 2】



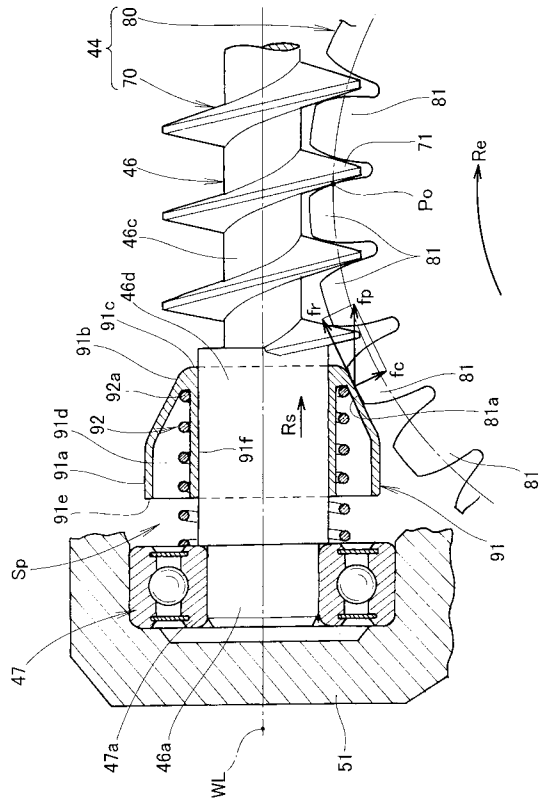
【図 3】



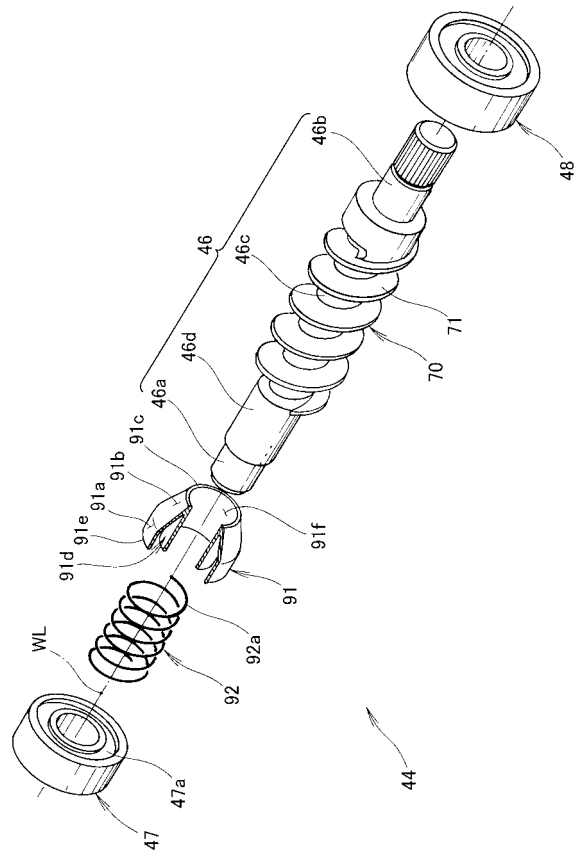
【図 4】



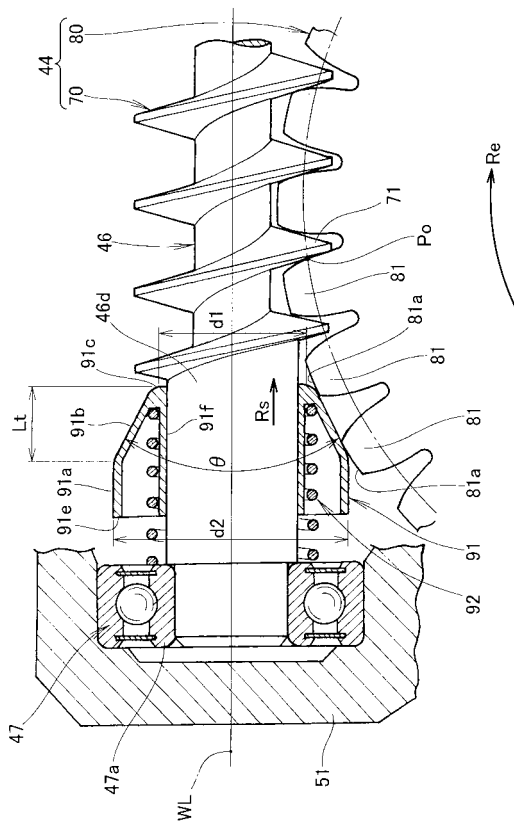
【図 5】



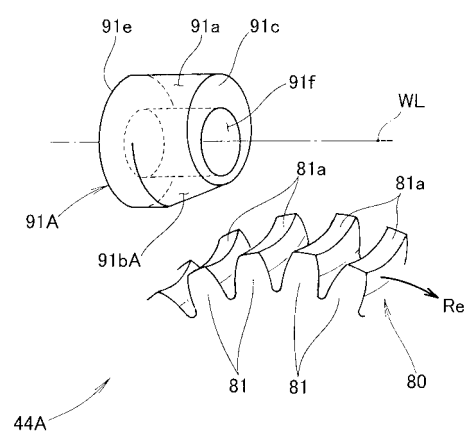
【図 6】



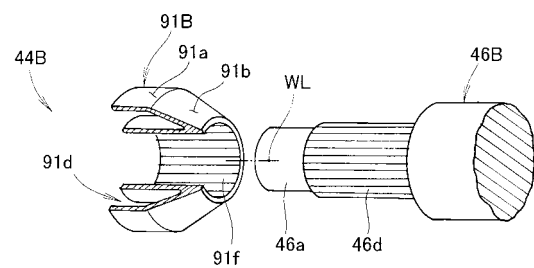
【図 7】



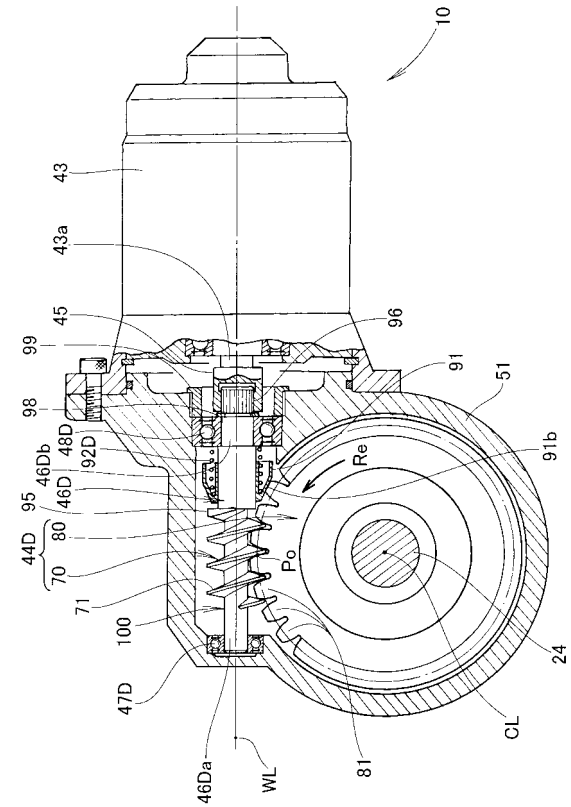
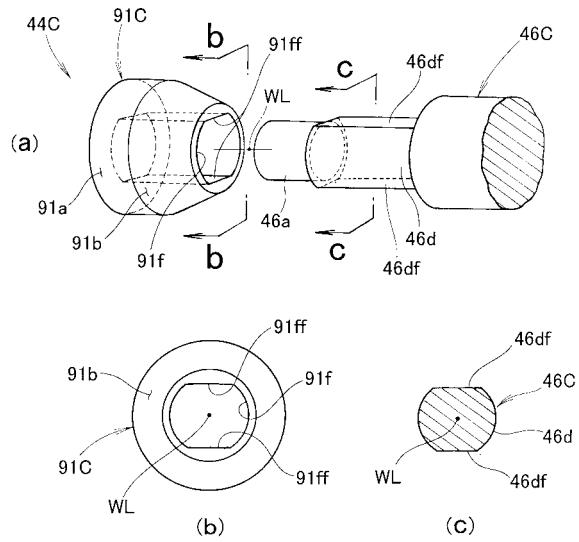
【図 8】



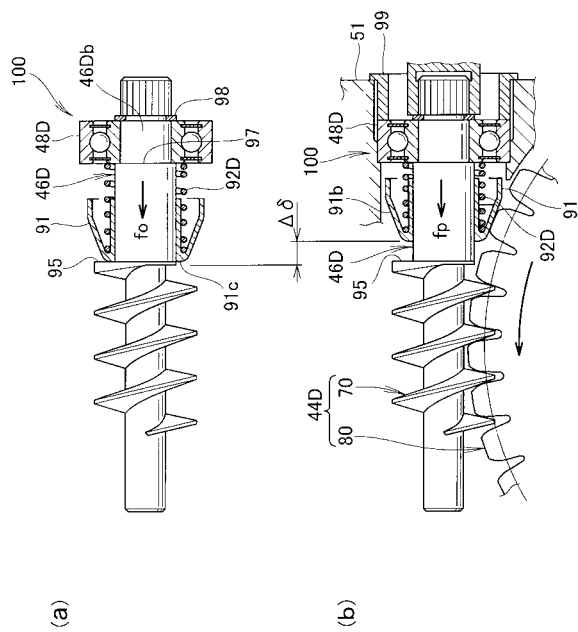
【図 9】



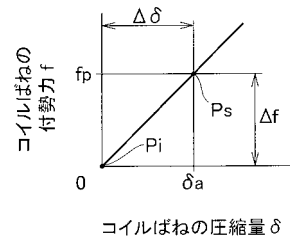
【 図 1 1 】



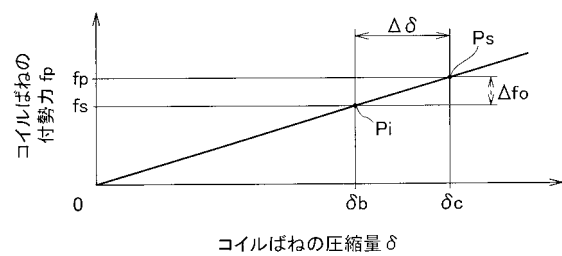
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

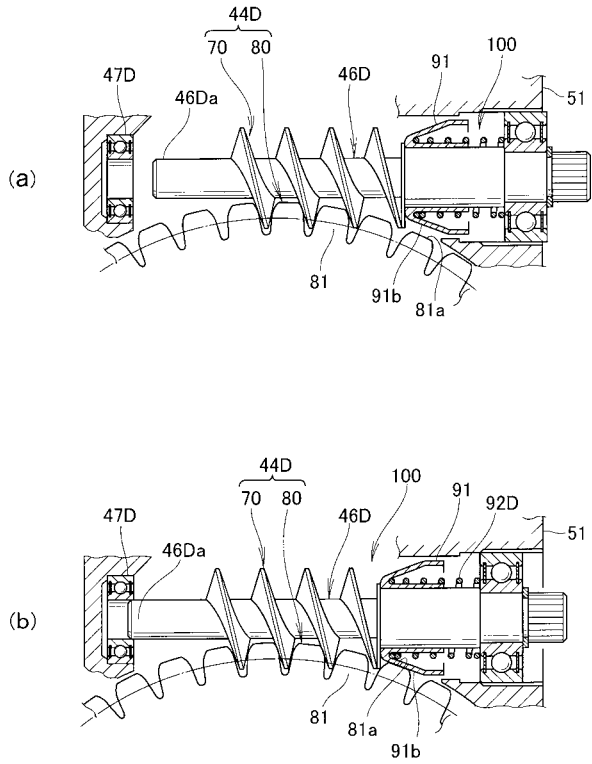


(a)



(b)

【 図 1 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 勝治

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 服部 憲治

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3J030 AB05 AB09 BA03 CA10