

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-4553
(P2023-4553A)

(43)公開日 令和5年1月17日(2023.1.17)

(51)国際特許分類

F 1 6 H 1/16 (2006.01)

F I

F 1 6 H

1/16

Z

テーマコード(参考)

3 J 0 0 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全32頁)

(21)出願番号

特願2021-106315(P2021-106315)

(22)出願日

令和3年6月28日(2021.6.28)

(71)出願人

000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(74)代理人

110000811

弁理士法人貴和特許事務所

(72)発明者

菅原 宏行

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工
株式会社内

F ターム(参考)

3J009 DA05 EA06 EA19 EA32
EB24 EC06 FA08

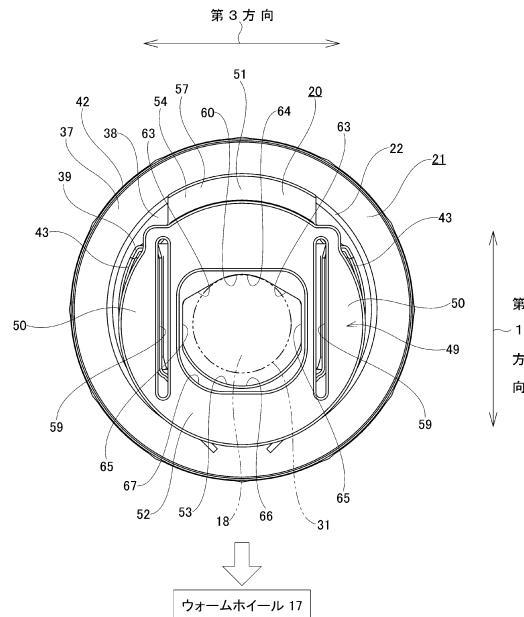
(54)【発明の名称】 ウォーム減速機

(57)【要約】 (修正有)

【課題】ウォーム歯がホイール歯に対して、ウォームの先端部の付勢方向と直交する方向に変位する際に、ウォームホイールとウォームとの軸間距離が増大するのを防止または抑制することができる、ウォーム減速機を提供する。

【解決手段】パッド20は、ウォーム18の先端部が挿通される挿通孔53を有する。挿通孔53の内周面は、弾性部材22による付勢方向である第1方向に関してウォームホイール17から遠い側の端部に、ウォーム18の先端部の外周面を押圧するための押圧面60を有する。押圧面60は、第1方向とウォーム収容部の軸方向である第2方向とのいずれにも直交する第3方向に関する両側部に、それぞれが第3方向に関して中央部から離れる方向に向かうにしたがって第1方向に関してウォームホイール17に近い側に向かう方向に伸長した2つの押圧面案内部63を有する。

【選択図】図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ホイール収容部、および、前記ホイール収容部に対しねじれの位置に配置され、かつ、軸方向中間部が前記ホイール収容部に開口したウォーム収容部を有するハウジングと、

外周面にホイール歯を有し、かつ、前記ホイール収容部の内側に回転自在に支持される、ウォームホイールと、

外周面に、前記ホイール歯と噛合するウォーム歯を有し、かつ、前記ウォーム収容部の内側に回転自在に支持される、ウォームと、

径方向内側に前記ウォームの先端部が挿通され、かつ、前記ウォーム収容部に内嵌固定されたホルダと、

内輪および外輪を有し、前記内輪の内周面と前記ウォームの先端部の外周面との間、または、前記外輪の外周面と前記ホルダの内周面との間に、径方向の隙間を介在させた状態で、前記ウォームの先端部の外周面と前記ホルダの内周面との間に配置された、支持軸受と、

前記ウォームの先端部の周囲で前記支持軸受と軸方向に隣接する箇所に配置され、前記ウォームの先端部を前記ウォームホイールに近づく方向に押圧するために用いられるパッドと、

前記ホルダに組み付けられ、かつ、前記パッドを介して前記ウォームの先端部を、前記ウォームホイールの側に向けて弾性的に付勢する、弾性部材と、を備え、

前記パッドは、前記ウォームの先端部が挿通される挿通孔を有し、

前記挿通孔は、内周面のうち、前記弾性部材による付勢方向である第1方向に関して前記ウォームホイールから遠い側の端部に、ウォームの先端部の外周面を押圧するための押圧面を有し、

前記押圧面は、前記第1方向と前記ウォーム収容部の軸方向である第2方向とのいずれにも直交する第3方向に関する両側部に、それぞれが前記第3方向に関して中央部から離れる方向に向かうにしたがって前記第1方向に関して前記ウォームホイールに近い側に向かう方向に伸長した2つの押圧面案内部を有する、

ウォーム減速機。

【請求項 2】

前記押圧面と前記ウォームの先端部の外周面とは、前記第3方向に関する前記押圧面と前記ウォームの先端部との互いの位置関係に関わらず、1箇所でのみ接触可能である、請求項1に記載のウォーム減速機。

【請求項 3】

前記押圧面は、前記第3方向に関して前記2つの押圧面案内部に挟まれた中央部に、押圧面中央部を有し、

前記2つの押圧面案内部のそれぞれは、前記第2方向から見て直線形状を有し、

前記押圧面中央部は、前記第2方向から見て、前記ウォームの先端部の外周面と対向する側が凹となる円弧形状を有し、かつ、前記ウォームの先端部の外周面よりも大きい曲率半径を有する、

請求項2に記載のウォーム減速機。

【請求項 4】

前記ウォームの回転方向にかかわらず、前記ホイール歯と前記ウォーム歯との噛合部で伝達されるトルクを同じとした場合に、前記ウォームが一方に回転する際に前記ホイール歯と前記ウォーム歯との噛合部から前記ウォームに加わる噛み合い反力のうち、前記第2方向に直交する仮想平面内における分力である一方側分力が、前記ウォームが他方向に回転する際に前記噛合部から前記ウォームに加わる噛み合い反力のうち、前記仮想平面内における分力である他方側分力よりも大きく、

前記2つの押圧面案内部のうち、前記一方側分力を受ける一方の押圧面案内部の前記第3方向に対する傾斜角度が、前記2つの押圧面案内部のうち、前記他方側分力を受ける他方の押圧面案内部の前記第3方向に対する傾斜角度よりも大きい、

10

20

30

40

50

請求項 3 に記載のウォーム減速機。

【請求項 5】

前記第 1 方向から見た場合に、前記ウォームの中心軸と前記ウォームホイールの中心軸とが斜交している、請求項 1 ~ 4 のうちのいずれかに記載のウォーム減速機。

【請求項 6】

前記ホルダは、前記第 3 方向に関して、前記パッドを両側から挟む位置に、それぞれが前記第 1 方向に伸長し、かつ、前記第 2 方向の一方側に向かうにしたがって互いに近づき合う方向に傾斜する、2 つのホルダ傾斜面を有し、

前記パッドは、前記第 3 方向に関する両側部に、前記 2 つのホルダ傾斜面に面接触する 2 つのパッド傾斜面を有し、かつ、前記ホルダの一部を前記第 2 方向の他方側に向けて弾性的に押圧することにより、前記ホルダ傾斜面と前記パッド傾斜面との接触部に予圧を付与するパッド弾性押圧部を有する、

請求項 1 ~ 5 のうちのいずれかに記載のウォーム減速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、たとえば電動パワーステアリング装置に組み込まれるウォーム減速機に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車の操舵輪に舵角を付与する際に、ステアリングホイールの操作に要する力を軽減するための装置として、電動モータを補助動力源に使用する電動パワーステアリング装置が広く使用されている。

【0003】

電動パワーステアリング装置は、電動モータの取付位置により、その構造が大別される。具体的には、ステアリングコラムの内側に回転自在に支持されたステアリングシャフトに補助動力を付与するコラムアシスト式、ステアリングギヤユニットの入力軸であるピニオン軸に補助動力を付与するピニオンアシスト式、および、ステアリングギヤユニットに、入力軸であるピニオン軸とは別のピニオン軸を備えさせ、該別のピニオン軸に補助動力を付与するデュアルピニオン式など、種々の構造が提案されている。

【0004】

いずれの構造においても、ステアリングホイールの操作によって回転または直線運動する軸部材に、電動モータの補助動力が、減速機を介して付与される。このような減速機としては、ウォーム減速機が広く使用されている。電動パワーステアリング装置を構成するウォーム減速機は、電動モータにより回転駆動されるウォームと、該ウォームと噛合するウォームホイールとを備える。

【0005】

図 24 は、特許第 4381024 号公報（特許文献 1）に記載されている、ウォーム減速機の従来構造の 1 例を示している。ウォーム減速機 100 は、ハウジング 101 と、ウォームホイール 102 と、ウォーム 103 とを備える。

【0006】

ハウジング 101 は、ホイール収容部 104 と、自身の中心軸がホイール収容部 104 の中心軸に対しねじれの位置に存在し、かつ、軸方向中間部がホイール収容部 104 内に開口したウォーム収容部 105 とを有する。

【0007】

ウォームホイール 102 は、外周面にホイール歯 106 を有し、ホイール収容部 104 の内側に回転自在に支持された回転軸 107 の周囲に、該回転軸 107 と同軸に支持固定されている。

【0008】

ウォーム 103 は、軸方向中間部の外周面に、ホイール歯 106 と噛合するウォーム歯

10

20

30

40

50

108を有する。ウォーム103は、ウォーム歯108を挟んだ軸方向2箇所位置を、2つの玉軸受109a、109bにより、ウォーム収容部105の内側に回転自在に支持されている。2つの玉軸受109a、109bのうち、ウォーム103の先端側（図24の右側）の玉軸受109aの外輪は、ウォーム収容部105の奥端側部分の内側に内嵌固定されたホルダ110に圧入されている。玉軸受109aの内輪は、ウォーム103のうちでウォーム歯108よりも先端側に位置する部分に備えられた大径部111に、合成樹脂製のブッシュ112を介して隙間嵌により外嵌されている。すなわち、玉軸受109aの内輪は、ウォーム103の大径部111に隙間嵌で外嵌されたブッシュ112にがたつきなく外嵌されている。ウォーム103の基端側（図24の左側）の玉軸受109bの外輪は、ウォーム収容部105の開口部に圧入されており、玉軸受109bの内輪は、ウォーム103の基端部に外嵌されている。ウォーム103の基端部には、電動モータ113の出力軸が、トルクの伝達を可能に接続されている。すなわち、ウォーム103は、電動モータ113により回転駆動することができる。

10

【0009】

ウォーム減速機100では、ホイール歯106とウォーム歯108との噛合部に、ウォーム減速機100を構成する部品のそれぞれの寸法誤差や組立誤差などに基づいて、不可避のバックラッシュが存在する。このバックラッシュの存在に基づき、ステアリングホイールの回転方向を変える際に、噛合部で耳障りな歯打ち音が発生する場合がある。図示の例では、このような歯打ち音の発生を抑えるために、ウォーム103の先端部を、ウォームホイール102の側に向けて弾性的に付勢している。

20

【0010】

すなわち、ウォーム103の基端部はウォーム収容部105に対し、ラジアル隙間を有する玉軸受109bにより、若干の揺動変位を可能に支持されている。ウォーム103の大径部111の外周面と、ブッシュ112の内周面との間に環状隙間が全周にわたって存在する。ウォーム103の先端部にはパッド114が外嵌され、パッド114とホルダ110との間にねじりコイルばね115が設置されている。ねじりコイルばね115によって、パッド114を、ウォーム103がウォームホイール102に対して遠近動する方向である第1方向（図24の上下方向）に関して、ウォームホイール102の側に向けて弾性的に押圧することにより、ウォーム103の先端部を、第1方向に関してウォームホイール102の側（図24の下側）に向けて弾性的に付勢している。これにより、ホイール歯106とウォーム歯108との間のバックラッシュが抑えられ、歯打ち音の発生が抑えられる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特許第4381024号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

特許第4381024号公報に記載の構造では、ウォーム103の先端部を、ウォームホイール102に近づく方向に押圧可能とするため、ウォーム103の大径部111の外周面とブッシュ112の内周面との間に全周にわたり環状隙間が存在する。また、ウォーム103の大径部111の外周面とブッシュ112の内周面との間に存在する環状隙間よりも小さいが、ウォーム103の先端部とパッド114の通孔との間に全周にわたり環状隙間が存在する。したがって、ウォーム103の先端部は、これらの環状隙間の存在に基づいて、第1方向とウォーム収容部105の軸方向である第2方向（図24の左右方向）とのいずれにも直交する第3方向（図24の表裏方向）にも変位可能となる。これに伴い、ウォーム歯108も、ホイール歯106に対して、第3方向に変位可能となる。

40

【0013】

一方、ホイール歯106とウォーム歯108との噛合部からウォーム103に加わる噛

50

み合い反力には、第1方向の成分だけでなく、第3方向の成分が含まれている。この点について、図25～図27を用いて説明する。

【0014】

図25(図25(a)、図25(b))および図26(図26(a)、図26(b))は、ウォーム103を回転駆動することにより、ウォーム103からウォームホイール102に、駆動力を伝達している状態を示している。なお、図25～図27を用いた以下の説明では、ウォーム103のウォーム歯108のねじれ方向は、右ねじれであるとする。図25と図26とでは、ウォーム103を回転駆動するための駆動力の大きさは互いに同じになっているが、ウォーム103の回転方向は互いに逆になっている。具体的には、図25では、ウォーム103は一方向(図25(b)に矢印₁で示す方向)に回転しており、図26では、ウォーム103は他方向(図26(b)に矢印₂で示す方向)に回転している。このため、図25と図26とでは、ウォームホイール102の回転方向も互いに逆になっている。具体的には、図25では、ウォームホイール102は一方向(図25(a)に矢印₁で示す方向)に回転しており、図26では、ウォームホイール102は他方向(図26(a)に矢印₂で示す方向)に回転している。

10

【0015】

図25および図26に示す状態では、ホイール歯106とウォーム歯108との噛合部からウォーム103に対し、互いに直交する3方向の成分 F_x 、 F_y 、 F_z を有する、見かけ上の噛み合い反力が加わる。ここで、成分 F_x は、第3方向であるx方向の成分であり、成分 F_y は、第1方向であるy方向の成分であり、成分 F_z は、第2方向であるz方向の成分である。図25と図26とでは、成分 F_y の向きは互いに同じになるが、成分 F_x および成分 F_z の向きは互いに逆になる。

20

【0016】

一方、ウォーム103の揺動中心oと前記噛合部との第1方向(y方向)の距離をdとした場合に、ウォーム103には、 $d \cdot F_z$ の大きさのモーメントMが作用する。このため、揺動中心oと前記噛合部との第2方向(z方向)の距離をLとした場合に、ウォーム103には、モーメントMに基づく、 M/L の大きさの力Fが、第1方向(y方向)に作用する。図25と図26とでは、力Fの向きは、互いに逆になる。具体的には、図25では、力Fの向きは上向きとなり、図26では、力Fの向きは下向きとなる。

30

【0017】

このため、前記噛合部からウォーム103に加わる実際の噛み合い反力、すなわちモーメントMを考慮した噛み合い反力の、第1方向(y方向)の成分 F_y' の大きさは、図25(b)に示すようにウォーム103が一方向に回転する場合に力Fの分だけ大きくなり($F_y' = F_y + F$)、図26(b)に示すようにウォーム103が他方向に回転する場合に力Fの分だけ小さくなる($F_y' = F_y - F$)。

【0018】

したがって、前記噛合部からウォーム103に加わる実際の噛み合い反力のうち、第2方向(z方向)に直交する仮想平面内における分力である、第1方向(y方向)の成分と第3方向(x方向)の成分との合力 F' は、ウォーム103が一方向に回転する場合には、図25(b)および図27に $F' = F_1$ で示すように大きくなり、ウォーム103が他方向に回転する場合には、図26(b)および図27に $F' = F_2$ で示すように小さくなる。そして、この合力 F' ($= F_1, F_2$)の方向を見れば分かるように、ウォーム103がいずれの方向に回転する場合でも、前記噛合部からウォーム103に加わる噛み合い反力には、第1方向(y方向)の成分だけでなく、第3方向(x方向)の成分が含まれていることが分かる。なお、ウォーム103のウォーム歯108のねじれ方向が左ねじれである場合には、図27における合力 F_1, F_2 の位置関係がy軸を中心として左右反転する。

40

【0019】

したがって、従来の電動パワーステアリング装置では、前記噛合部からウォーム103に噛み合い反力が加わると、この噛み合い反力の第3方向(x方向)の成分に基づいて、

50

ウォーム歯 108 がホイール歯 106 に対して第 3 方向 (x 方向) に変位する。

【0020】

そして、このようにウォーム歯 108 がホイール歯 106 に対して第 3 方向 (x 方向) に変位すると、その変位量に応じた分だけ、ウォームホイール 102 の中心軸とウォーム 103 の中心軸との間の距離、すなわちウォームホイール 102 とウォーム 103 との軸間距離が増大する。そして、この軸間距離が増大した分だけ、ホイール歯 106 とウォーム歯 108 との間のバックラッシュが増大するため、歯打ち音の発生を抑える効果を十分に得られなくなる可能性がある。

【0021】

一方、たとえば図 24 に示すウォーム減速機のように、第 1 方向 (y 方向) から見てウォームホイールの中心軸とウォームの中心軸とが直交している直交型のウォーム減速機では、加工用電着ウォームにより形成されたホイール歯を有するウォームホイールを用いると、ウォーム歯がホイール歯に対して第 3 方向 (x 方向) に変位することに伴い、ウォームホイールとウォームとの軸間距離が増大するのを防止または抑制するように該軸間距離が詰まる変化を生じる。このため、ホイール歯とウォーム歯との間のバックラッシュが増大することを防止または抑制して、歯打ち音の発生を十分に抑えられる。なお、加工用電着ウォームは、ウォームホイールと組み合わせるウォームと同形状のウォームのネジ面に砥粒を電着してなる、加工用のウォームである。

【0022】

しかしながら、第 1 方向 (y 方向) から見てウォームホイールの中心軸とウォームの中心軸とが斜交、すなわち鋭角に交わる斜交型のウォーム減速機では、加工用電着ウォームにより形成されたホイール歯を有するウォームホイールを用いた場合でも、ウォーム歯がホイール歯に対して第 3 方向に変位することに伴い、ウォームホイールとウォームとの軸間距離が増大するのを防止または抑制するように該軸間距離が詰まる変化を生じない。このため、ホイール歯とウォーム歯との間のバックラッシュが増大することを防止または抑制することができず、歯打ち音の発生を十分に抑えられない可能性がある。

【0023】

本発明は、ウォーム歯がホイール歯に対して、ウォームの先端部の付勢方向と直交する方向に変位する際に、ウォームホイールとウォームとの軸間距離が増大するのを防止または抑制することができる、ウォーム減速機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】

【0024】

本発明の一態様のウォーム減速機は、ハウジングと、ウォームホイールと、ウォームと、ホルダと、支持軸受と、パッドと、弾性部材とを備える。

【0025】

前記ハウジングは、ホイール収容部、および、前記ホイール収容部に対しねじれの位置に配置され、かつ、軸方向中間部が前記ホイール収容部に開口したウォーム収容部を有する。

【0026】

前記ウォームホイールは、外周面にホイール歯を有し、かつ、前記ホイール収容部の内側に回転自在に支持される。

【0027】

前記ウォームは、外周面に、前記ホイール歯と噛合するウォーム歯を有し、かつ、前記ウォーム収容部の内側に回転自在に支持される。

【0028】

前記ホルダは、径方向内側に前記ウォームの先端部が挿通され、かつ、前記ウォーム収容部に内嵌固定されている。

【0029】

前記支持軸受は、内輪および外輪を有し、前記内輪の内周面と前記ウォームの先端部の外周面との間、または、前記外輪の外周面と前記ホルダの内周面との間に、径方向の隙間

10

20

30

40

50

を介在させた状態で、前記ウォームの先端部の外周面と前記ホルダの内周面との間に配置されている。前記内輪の内周面と前記ウォームの先端部の外周面との間、または、前記外輪の外周面と前記ホルダの内周面との間に、円筒状のブッシュを配置することもできる。

【0030】

前記パッドは、前記ウォームの先端部の周囲で前記支持軸受と軸方向に隣接する箇所に配置され、前記ウォームの先端部を前記ウォームホイールに近づく方向に押圧するために用いられる。

【0031】

前記弾性部材は、前記ホルダに組み付けられ、かつ、前記パッドを介して前記ウォームの先端部を、前記ウォームホイールの側に向けて弾性的に付勢する。

10

【0032】

前記パッドは、前記ウォームの先端部が挿通される挿通孔を有し、前記挿通孔は、内周面のうち、前記弾性部材による付勢方向である第1方向に関して前記ウォームホイールから遠い側の端部に、ウォームの先端部の外周面を押圧するための押圧面を有し、前記押圧面は、前記第1方向と前記ウォーム収容部の軸方向である第2方向とのいずれにも直交する第3方向に関する両側部に、それぞれが前記第3方向に関して中央部から離れる方向に向かうにしたがって前記第1方向に関して前記ウォームホイールに近い側に向かう方向に、たとえば直線的または曲線的に伸長した2つの押圧面案内部を有する。

【0033】

本発明の一態様のウォーム減速機では、前記押圧面と前記ウォームの先端部の外周面とは、前記第3方向に関する前記押圧面と前記ウォームの先端部との互いの位置関係に関わらず、1箇所でのみ接触可能である。

20

【0034】

この場合に、本発明の一態様のウォーム減速機では、前記押圧面は、前記第3方向に関して前記2つの押圧面案内部に挟まれた中央部に、押圧面中央部を有し、前記2つの押圧面案内部のそれぞれは、前記第2方向から見て直線形状を有し、前記押圧面中央部は、前記第2方向から見て、前記ウォームの先端部の外周面と対向する側が凹となる円弧形状を有し、かつ、前記ウォームの先端部の外周面よりも大きい曲率半径を有する。

【0035】

この場合に、本発明の一態様のウォーム減速機では、前記ウォームの回転方向にかかわらず、前記ホイール歯と前記ウォーム歯との噛合部で伝達されるトルクを同じとした場合に、前記ウォームが一方向に回転する際に前記ホイール歯と前記ウォーム歯との噛合部から前記ウォームに加わる噛み合い反力のうち、前記第2方向に直交する仮想平面内における分力である一方側分力が、前記ウォームが他方向に回転する際に前記噛合部から前記ウォームに加わる噛み合い反力のうち、前記仮想平面内における分力である他方側分力よりも大きく、前記2つの押圧面案内部のうち、前記一方側分力を受ける一方の押圧面案内部の前記第3方向に対する傾斜角度が、前記2つの押圧面案内部のうち、前記他方側分力を受ける他方の押圧面案内部の前記第3方向に対する傾斜角度よりも大きい。

30

【0036】

本発明の一態様のウォーム減速機では、前記第1方向から見た場合に、前記ウォームの中心軸と前記ウォームホイールの中心軸とが斜交している。

40

【0037】

本発明の一態様のウォーム減速機では、前記ホルダは、前記第3方向に関して、前記パッドを両側から挟む位置に、それぞれが前記第1方向に伸長し、かつ、前記第2方向の一方側に向かうにしたがって互いに近づき合う方向に傾斜する、2つのホルダ傾斜面を有し、前記パッドは、前記第3方向に関する両側部に、前記2つのホルダ傾斜面に面接觸する2つのパッド傾斜面を有し、かつ、前記ホルダの一部を前記第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧することにより、前記ホルダ傾斜面と前記パッド傾斜面との接觸部に予圧を付与するパッド弾性押圧部を有する。

【0038】

50

前記パッド弹性押圧部は、前記2つのパッド傾斜面よりも前記第2方向の一方側に位置し、かつ、それが前記第3方向に関する前記パッドの中央部から前記第3方向に関して互いに離れる側に向けて伸長した2つのパッド弹性押圧板により構成されることができ、前記2つのパッド弹性押圧板により前記第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧される前記ホルダの一部は、前記第2方向の一方側を向くホルダ被押圧面により構成されることができる。

【0039】

前記2つのパッド弹性押圧板のそれぞれは、前記第2方向に関する他方側の側面に、前記第1方向に伸長する突条を備えることができ、該突条の先端部により前記ホルダ被押圧面を前記第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧することができる。

10

【0040】

前記2つのパッド弹性押圧板のそれぞれは、前記第3方向に関する前記パッドの中央側の端部に、前記第2方向に貫通し、かつ、前記第1方向に伸長するスリットを有することができる。

【0041】

前記ホルダは、前記ウォーム收容部の内周面に内嵌され、かつ、径方向内側に前記支持軸受が配置される筒状部と、前記筒状部のうちで前記第2方向の一方側の端部から径方向内側に向けて伸長した側板部と、前記側板部の径方向内端部のうち、前記第3方向に離隔した2箇所から前記第2方向の一方側に向けて伸長した2つのガイド部とを備え、かつ、前記2つのガイド部のうち、前記第3方向に関して互いに対向する内側面上に、前記2つのホルダ傾斜面を有し、前記第2方向に関する前記2つのガイド部の一方側の端面のそれぞれに、前記ホルダ被押圧面を有することができる。

20

【0042】

この場合に、前記パッドは、前記2つのガイド部の間に配置され、かつ、前記挿通孔および前記2つのパッド傾斜面を有する基部と、前記基部のうちで前記2つのガイド部の間から前記第2方向の一方側に突出した部分に接続された、前記2つのパッド弹性押圧板とを備えることができる。

30

【0043】

前記ホルダは、前記2つのガイド部のうち、前記第1方向に関して前記ウォームホイールに近い側の端部を接続する接続部を備えることができる。

【0044】

前記弹性部材は、周方向の1箇所に不連続部を有する欠円筒状の板ばねにより構成されており、前記2つのガイド部および前記基部に外嵌するようにして、前記ホルダに組み付けられている構成を採用することができる。

40

【発明の効果】

【0045】

本発明の一態様のウォーム減速機によれば、ウォーム歯がホイール歯に対して、ウォームの先端部の付勢方向と直交する方向に変位する際に、ウォームホイールとウォームとの軸間距離が増大するのを防止または抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】図1は、本発明の実施の形態の第1例のウォーム減速機を組み込んだ電動パワーステアリング装置を示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態の第1例のウォーム減速機を組み込んだ電動パワーステアリング装置の一部を示す図である。

【図3】図3は、図2のA-A断面図である。

【図4】図4(a)は、第1例の直交型のウォーム減速機を構成するウォームホイールとウォームとを、ウォームホイールの中心軸とウォームの中心軸とのいずれにも直交する方向から見た図であり、図4(b)は、斜交型のウォーム減速機を構成するウォームホイールとウォームとを、ウォームホイールの中心軸とウォームの中心軸とのいずれにも直交す

50

る方向から見た図である。

【図 5】図 5 は、図 3 の右上部の拡大図である。

【図 6】図 6 は、図 5 の B - B 断面図である。

【図 7】図 7 は、図 5 の C - C 断面図である。

【図 8】図 8 は、第 1 例の付勢機構（ホルダ、支持軸受、ブッシュ、パッド、および弾性部材の組立体）の斜視図である。

【図 9】図 9 は、第 1 例の付勢機構の分解斜視図である。

【図 10】図 10 は、第 1 例の付勢機構を図 5 の右側から見た図である。

【図 11】図 11 は、第 1 例の付勢機構を図 10 の左側から見た図である。

【図 12】図 12 は、第 1 例の付勢機構を、板ばねを取り外して図 10 の上方から見た図である。
10

【図 13】図 13 は、図 12 の部分拡大図である。

【図 14】図 14 (a) は、第 1 例の付勢機構を構成するホルダを図 4 の右側から見た図であり、図 14 (b) は、該ホルダを図 14 (a) の左側から見た図であり、図 14 (c) は、該ホルダを図 14 (a) の上方から見た図であり、図 14 (d) は、該ホルダを図 4 の左側から見た図である。

【図 15】図 15 (a) は、第 1 例の付勢機構を構成するパッドを図 4 の右側から見た図であり、図 15 (b) は、該パッドを図 15 (a) の左側から見た図であり、図 15 (c) は、該パッドを図 15 (a) の上方から見た図であり、図 15 (d) は、該パッドを図 4 の左側から見た図である。
20

【図 16】図 16 は、図 15 (b) の D - D 断面図である。

【図 17】図 17 (a) ~ 図 17 (c) は、第 1 例に関する、パッドの押圧面およびウォームの先端部を第 2 方向の一方側から見た図であり、具体的には、図 17 (a) は、ウォームの先端部が第 3 方向の中立位置に配置された状態を示す図であり、図 17 (b) は、ウォームの先端部が第 3 方向の一方側に変位した状態を示す図であり、図 17 (c) は、ウォームの先端部が第 3 方向の他方側に変位した状態を示す図である。

【図 18】図 18 (a) および図 18 (b) は、第 1 例の 2 つの変形例を示す、図 17 (a) に相当する図である。

【図 19】図 19 は、本発明の実施の形態の第 2 例に関する、図 10 に相当する図である。
30

【図 20】図 20 は、第 2 例に関する、図 17 (a) に相当する図である。

【図 21】図 21 (a) は、本発明の実施の形態の第 3 例に関する、図 17 (a) に相当する図であり、図 21 (b) は、第 3 例の変形例に関する、図 17 (a) に相当する図である。

【図 22】図 22 (a) は、本発明の実施の形態の第 4 例に関する、図 17 (a) に相当する図であり、図 22 (b) は、第 4 例の変形例に関する、図 17 (a) に相当する図である。

【図 23】図 23 (a) は、本発明の実施の形態の第 5 例に関する、図 17 (a) に相当する図であり、図 23 (b) は、第 5 例の変形例に関する、図 17 (a) に相当する図である。
40

【図 24】図 24 は、ウォーム減速機の従来構造の 1 例を示す断面図である。

【図 25】図 25 は、ウォームが一方向に回転駆動される際に、ホイール歯とウォーム歯との噛合部からウォームに加わる噛み合い反力の方向を説明するための図であり、具体的には、図 25 (a) は、ウォームホイールの中心軸に直交し、かつ、ウォームの中心軸を含む仮想平面で切断した断面図であり、図 25 (b) は、図 25 (a) の E - E 断面図である。

【図 26】図 26 は、ウォームが他方向に回転駆動される際に、ホイール歯とウォーム歯との噛合部からウォームに加わる噛み合い反力の方向を説明するための図であり、具体的には、図 26 (a) は、ウォームホイールの中心軸に直交し、かつ、ウォームの中心軸を含む仮想平面で切断した断面図であり、図 26 (b) は、図 26 (a) の F - F 断面図で
50

ある。

【図27】図27は、図25(b)における噛み合い反力の分力F₁、および、図26(b)における噛み合い反力の分力F₂を重ねて示す、図25(b)と同様の図である。

【発明を実施するための形態】

【0047】

[実施の形態の第1例]

本発明の実施の形態の第1例について、図1～図17を用いて説明する。なお、本例では、本発明の一態様のウォーム減速機を、ピニオンアシスト式の電動パワーステアリング装置に適用した場合について説明する。ただし、本発明のウォーム減速機は、コラムアシスト式、デュアルピニオン式の電動パワーステアリング装置や、電動パワーステアリング装置以外の各種の機械装置に対して広く適用可能である。

【0048】

図1は、本例のウォーム減速機を組み込んだピニオンアシスト式の電動パワーステアリング装置1を示している。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2と、ステアリングシャフト3と、ステアリングコラム4と、1対の自在継手5a、5bと、中間シャフト6と、ステアリングギヤユニット7と、電動アシスト装置8とを備える。

【0049】

ステアリングホイール2は、ステアリングシャフト3の後端部に支持固定されている。ステアリングシャフト3は、車体に支持されたステアリングコラム4の内側に、回転自在に支持されている。ステアリングシャフト3の前端部は、後側の自在継手5aと、中間シャフト6と、前側の自在継手5bとを介して、ステアリングギヤユニット7のピニオン軸9に接続されている。このため、運転者がステアリングホイール2を回転させると、ステアリングホイール2の回転は、ステアリングシャフト3と1対の自在継手5a、5bと中間シャフト6とを介して、ピニオン軸9に伝達される。ピニオン軸9の回転は、ピニオン軸9と噛合した、ステアリングギヤユニット7のラック軸10の直線運動に変換される。この結果、1対の操舵輪にステアリングホイール2の回転操作量に応じた舵角が付与される。電動アシスト装置8は、電動モータ15を動力源として発生した補助動力をピニオン軸9に付与する。この結果、運転者がステアリングホイール2を回転操作するのに要する力が軽減される。

【0050】

ステアリングギヤユニット7は、車体に支持固定されるハウジング11と、ラック軸10と、ピニオン軸9とを備える。ハウジング11は、車幅方向に伸長するラック収容部12と、ラック収容部12の軸方向一方側部(図1における右側部)に接続されたピニオン収容部13とを有する。ピニオン収容部13の中心軸は、ラック収容部12の中心軸に対して、ねじれの位置に存在する。ピニオン収容部13の内部空間は、ラック収容部12の内部空間に連通している。ラック軸10は、ラック収容部12の内側に軸方向(車幅方向)の移動のみを可能に支持されている。ピニオン軸9は、ピニオン収容部13の内側に回転のみを可能に支持されている。ピニオン軸9は、ピニオン収容部13の外周面に、ピニオン歯を有する。ピニオン軸9の基端部(図2における上端部)は、ハウジング11の外部に突出し、前側の自在継手5bに接続されている。ラック軸10は、ラック収容部12の内側に配置された図示しない軸方向一方側部(図1における右側部)の外周面の周方向一部に、ピニオン軸9のピニオン歯と噛合するラック歯を有する。本例では、ピニオン軸9とラック軸10とのいずれにも直交する方向から見た場合に、ピニオン軸9とラック軸10とが斜交している。

【0051】

電動アシスト装置8は、ウォーム減速機14と、電動モータ15とを備える。電動アシスト装置8は、電動モータ15の回転を、ウォーム減速機14により減速して、ピニオン軸9に伝達するように構成されている。

【0052】

ウォーム減速機14は、ハウジング16と、ウォームホイール17と、ウォーム18と

10

20

30

40

50

、ホルダ 21 と、支持軸受 19 と、パッド 20 と、弾性部材 22 とを備える。

【0053】

ハウジング 16 は、ホイール収容部 23、および、ホイール収容部 23 に対しねじれの位置に配置され、かつ、軸方向中間部がホイール収容部 23 に開口したウォーム収容部 24 を有する。

【0054】

すなわち、ホイール収容部 23 の中心軸と、ウォーム収容部 24 の中心軸とは、互いにねじれの位置に配置されている。また、ウォーム収容部 24 の軸方向中間部は、ホイール収容部 23 の径方向外端部の周方向 1箇所に一体的に接続されており、かつ、この接続された部分を通じて、ウォーム収容部 24 の内部空間が、ホイール収容部 23 の内部空間に連通している。本例では、ウォーム収容部 24 は、有底円筒状に構成されており、具体的には、軸方向の先端（図 3 における右端）が塞がれ、かつ、軸方向の基端（図 3 における左端）が開口している。

【0055】

本例では、ホイール収容部 23 は、ステアリングギヤユニット 7 のハウジング 11 を構成するピニオン収容部 13 の軸方向中間部に対して、同軸かつ一体的に接続されている。ホイール収容部 23 の内部空間は、ピニオン収容部 13 の内部空間に連通している。

【0056】

ウォームホイール 17 は、外周面にホイール歯 25 を有し、かつ、ホイール収容部 23 の内側に回転自在に支持されている。本例では、ウォームホイール 17 は、ピニオン軸 9 の軸方向中間部に外嵌固定されている。

【0057】

ウォーム 18 は、外周面の軸方向中間部に、ホイール歯 25 と噛合するウォーム歯 26 を有し、かつ、ウォーム収容部 24 の内側に回転自在に支持されている。本例では、ウォーム歯 26 のねじれ方向は、右ねじれである。本発明を実施する場合には、ウォーム歯のねじれ方向を、左ねじれとすることもできる。

【0058】

本例では、ウォーム 18 の基端部（図 3 における左端部）は、ウォーム収容部 24 に対し、若干の揺動変位を可能に支持され、かつ、電動モータ 15 の出力軸 28 に、トルク伝達を可能に接続されている。

【0059】

このために、本例では、ウォーム 18 は、基端部の内周面に、雌スライド部 27 を有する。電動モータ 15 は、出力軸 28 をウォーム収容部 24 と同軸に配置した状態で、ウォーム収容部 24 の軸方向の基端部に、ねじ止めにより結合固定されている。ウォーム 18 の雌スライド部 27 と、電動モータ 15 の出力軸 28 の外周面に備えられた雄スライド部 29 とを、スライド係合させている。これにより、ウォーム 18 の基端部と電動モータ 15 の出力軸 28 とを、トルク伝達を可能に、かつ、ウォーム 18 の若干の揺動変位を可能に接続している。また、ウォーム 18 の基端部は、ウォーム収容部 24 に対し、ラジアル隙間を有する玉軸受 30 により、若干の揺動変位を可能に支持されている。

【0060】

本例では、ウォーム 18 の先端部の外周面は、段付円筒面により構成されている。すなわち、ウォーム 18 の先端部の外周面は、図 5 に示すように、先端側部を構成する小径円筒面部 31 と、基端側部を構成する、小径円筒面部 31 よりも大径の大径円筒面部 32 とを有する。

【0061】

なお、本例のウォーム減速機 14 は、図 4 (a) に示すように、後述する弾性部材 22 によるウォーム 18 の先端部の付勢方向である第 1 方向（図 3 および図 5 における上下方向）から見て、ウォームホイール 17 の中心軸 O₁₇ と、ウォーム 18 の中心軸（電動モータ 15 の出力軸 28 の中心軸）O₁₈ とが直交している、直交型のウォーム減速機である。ただし、本発明は、図 4 (b) に示すように、第 1 方向から見て、ウォームホイール

10

20

30

40

50

17の中心軸O₁₇と、ウォーム18の中心軸（電動モータ15の出力軸28の中心軸）O₁₈とが斜交、すなわち鋭角に交わる、斜交型のウォーム減速機に適用することもできる。本発明を斜交型のウォーム減速機に適用すれば、ステアリングギヤユニットを構成するピニオン軸とラック軸とのいずれにも直交する方向から見て、ピニオン軸とラック軸とが斜交している場合でも、ラック軸に対して、電動アシスト装置を構成する電動モータの中心軸を平行に配置することが可能になる。このため、電動パワーステアリング装置を車体に組み付けた状態でのレイアウト性を向上させることができる。このような効果は、本例のようなピニオンアシスト式の電動パワーステアリング装置に限らず、デュアルピニオン式の電動パワーステアリング装置についても、同様に得られる。

【0062】

10

本例のウォーム減速機14では、図3、図5～図7に示すように、ウォーム18の先端部の外周面と、ウォーム収容部24の先端部の内周面との間に、ホルダ21と、支持軸受19と、パッド20と、弾性部材22とが配置されている。

【0063】

具体的には、ホルダ21は、円環状に構成され、径方向内側にウォーム18の先端部が挿通され、かつ、ウォーム収容部24に内嵌固定されている。支持軸受19は、内輪33および外輪34を有する転がり軸受であり、内輪33の内周面とウォーム18の先端部の外周面との間に径方向の隙間を介在させた状態で、ウォーム18の先端部の外周面とホルダ21の内周面との間に配置されている。パッド20は、ウォーム18の先端部の周囲で支持軸受19と軸方向に隣接する箇所に配置され、ウォーム18の先端部をウォームホイールに近づく方向に押圧するために用いられる。弾性部材22は、ホルダ21に組み付けられ、かつ、パッド20を介してウォーム18の先端部を、ウォームホイール17の側（図3および図5における下側）に向けて弾性的に付勢している。これにより、ホイール歯25とウォーム歯26との噛合部でのバックラッシュが抑えられている。

20

【0064】

なお、本発明を実施する場合には、支持軸受とパッドとの、ウォーム収容部24の軸方向である第2方向（図3および図5における左右方向）に関する位置関係を、本例の場合と逆にすることもできる。たとえば、ウォーム18の先端部の外周面と、ウォーム収容部24の先端部の内周面との間に、ホルダ21と、支持軸受19と、パッド20と、弾性部材22との組立体を、第2方向に関して、本例の場合と逆向きに配置した構成を採用することもできる。なお、このような構成を採用する場合には、第2方向に関する一方側は、図3および図5における左側となる。

30

【0065】

本例では、ホルダ21は、弾性部材22による付勢方向である第1方向（図3および図5における上下方向）と第2方向（図3および図5における左右方向）とのいずれにも直交する第3方向（図3および図5における表裏方向）に関して、パッド20を両側から挟む位置に、それぞれが第1方向に伸長し、かつ、第2方向の一方側（本例では、図3および図5における右側）に向かうにしたがって互いに近づき合う方向に傾斜する、2つのホルダ傾斜面45を有する（図9、図13、および図14参照）。なお、本例のウォーム減速機14は、直交型のウォーム減速機であるため、第3方向は、ウォームホイール17の軸方向と一致する。また、本発明を実施する場合、第2方向に対する2つのホルダ傾斜面の傾斜の向きは、本例の場合とは逆の向きにすることもできる。この場合には、第2方向に関する一方側は、図3および図5における左側となる。ホルダ21は、十分な強度および剛性を有する材料、たとえば、金属材料などにより構成することが好ましい。

40

【0066】

より具体的には、本例では、ホルダ21は、図5、図9、および図14に示すように、円筒状の筒状部37と、筒状部37のうちで第2方向に関する一方側の端部から径方向内側に向けて伸長した円輪状の側板部38と、側板部38の径方向内端部から第2方向に関する一方側に向けて伸長した略U字形の突出部39とを備える。

【0067】

50

筒状部37は、ウォーム収容部24の内周面に内嵌され、かつ、径方向内側に支持軸受19が配置される部位である。本例では、筒状部37は、第2方向に関する他方側(図3および図5における左側)の端部および中間部の内周面に、軸受保持面40を有する。筒状部37は、外周面に、円周方向複数箇所に断面三角形の突条41を配置することにより構成された嵌合面42を有する。本例では、ホルダ21をウォーム収容部24の内周面に内嵌固定するために、筒状部37の嵌合面42をウォーム収容部24の内周面に締り嵌めにより内嵌している。

【0068】

本例では、側板部38の内周面61は、図14(d)に示すように、第3方向に関する両側部分に、第3方向の両側に向けて凹入する凹部62を有する。凹部62の底面は、第3方向に対して直交する平面により構成されている。側板部38の内周面61のうち、2つの凹部62から外れた部分、すなわち第1方向に関する両側部分は、ホルダ21の中心軸を中心とする円筒面により構成されている。

10

【0069】

本例では、突出部39は、側板部38の径方向内端部のうちで第1方向に関してウォームホイール17から遠い側の端部を除く部分から、第2方向の一方側に向けて突出している。突出部39は、2つのガイド部43および接続部44を備える。2つのガイド部43は、突出部39のうち、第3方向に関する両側の端部を構成している。すなわち、2つのガイド部43は、図9、図14(a)、および図14(d)に示すように、側板部38の径方向内端部のうち、第3方向に離隔した2箇所、具体的には2つの凹部62と同じ円周方向箇所から、第2方向の一方側に向けて伸長している。2つのガイド部43は、第1方向に伸長する形状を有する。接続部44は、突出部39のうち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側の端部を構成している。すなわち、接続部44は、側板部38の径方向内端部のうち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側の端部から第2方向の一方側に向けて伸長し、かつ、2つのガイド部43のうち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側の端部を接続している。接続部44は、ホルダ21の中心軸を中心とする部分円筒形状を有する。なお、ホルダが2つのガイド部の変形を十分に防止できる強度を有していれば、接続部を省略することもできる。

20

【0070】

ホルダ21を構成する2つのホルダ傾斜面45は、2つのガイド部43のうち、第3方向に関して互いに対向する側面である内側面46に備えられている。具体的には、本例では、2つのホルダ傾斜面45は、図12、図13、および図14(c)に示すように、2つのガイド部43の内側面46のうち、第2方向に関する中間部から他方側の端部にかけての範囲に備えられている。2つのホルダ傾斜面45は、第2方向の一方側に向かうにしたがって互いに近づき合う方向に傾斜している。2つのガイド部43の内側面46のうち、2つのホルダ傾斜面45よりも第2方向の一方側に位置する部分、すなわち第2方向に関する一方側の端部は、第3方向に直交する平面により構成されている。

30

【0071】

本発明を実施する場合、第2方向に対するホルダ傾斜面45の傾斜角度は、 $0^\circ < 90^\circ$ の範囲で任意の大きさに設定することができる。ただし、ウォーム18が第3方向に変位する際に、パッド20が第3方向に変位することを十分に抑制する観点から、傾斜角度は、 5° 以上 45° 以下であることが好ましく、 5° 以上 20° 以下であることがより好ましい。本例では、傾斜角度を 15° としている。

40

【0072】

2つのガイド部43のそれぞれは、第2方向に関する一方側の端面である先端面に、ホルダ被押圧面47を有する。すなわち、これらの2つのホルダ被押圧面47は、第2方向の一方側を向いている。本例では、2つのホルダ被押圧面47と、接続部44の第2方向の一方側の端面である先端面とは、互いに連続しており、かつ、第2方向に対して直交する同一の仮想平面内に存在している。

【0073】

50

本例では、支持軸受 19 は、玉軸受により構成されている。すなわち、支持軸受 19 は、外周面に内輪軌道を有する内輪 33 と、内周面に外輪軌道を有する外輪 34 と、これらの内輪軌道と外輪軌道との間に配置された、それぞれが転動体である複数個の玉 35 を有する。ただし、本発明を実施する場合には、支持軸受として、転動体が円筒ころである円筒ころ軸受、転動体が円すいころである円すいころ軸受などの転がり軸受を用いることもできる。

【0074】

本例では、内輪 33 の内周面とウォーム 18 の先端部の外周面との間に、径方向の隙間を介在させている。また、本例では、内輪 33 の内周面とウォーム 18 の先端部の外周面との間に、円筒状のブッシュ 36 を配置している。具体的には、内輪 33 は、ブッシュ 36 の外周面に締り嵌めにより外嵌されており、ブッシュ 36 は、ウォーム 18 の大径円筒面部 32 に隙間嵌で外嵌されている。なお、ブッシュ 36 は、ウォーム 18 の先端部の外周面に対する摺動性および/または緩衝性を確保するための部材である。このようなブッシュ 36 は、ウォーム 18 を構成する金属材料に対する摩擦係数が小さい材料である、合成樹脂、アルミニウム合金などの軽合金などにより構成することが好ましい。

【0075】

本例では、外輪 34 は、ホルダ 21 の軸受保持面 40 に締り嵌めで内嵌されている。すなわち、外輪 34 は、ホルダ 21 に内嵌固定されている。

【0076】

本例では、ウォーム 18 の先端部は、内輪 33 の内周面とウォーム 18 の先端部の外周面との間に存在する径方向の隙間、具体的には、ブッシュ 36 の内周面と大径円筒面部 32 との間に存在する環状隙間に基づいて、弾性部材 22 による付勢方向である第 1 方向(図 3 および図 5 における上下方向)を含む、径方向の変位が可能となっている。

【0077】

なお、本発明を実施する場合には、支持軸受の内輪をウォームの先端部に外嵌固定し、かつ、支持軸受の外輪の外周面とホルダの内周面との間に、径方向の隙間を介在させること、すなわち、この径方向の隙間に基づいて、ウォームの先端部の径方向に関する変位を可能とすることもできる。また、この場合には、外輪の外周面とホルダの内周面との間に、円筒状のブッシュを配置する、具体的には、たとえば、外輪をブッシュの内周面に締り嵌めにより内嵌し、ブッシュの外周面をホルダの内周面に隙間嵌で内嵌することもできる。この場合には、ブッシュは、ホルダの内周面に対する摺動性および/または緩衝性を確保するための部材として用いられる。ただし、本発明を実施する場合、ブッシュを省略することもできる。

【0078】

パッド 20 は、図 5、図 7、図 9、図 10、図 15、および図 16 に示すように、ウォーム 18 の先端部が挿通される挿通孔 53 を有する。

【0079】

本例では、パッド 20 は、図 9、図 12、図 13、および図 15 に示すように、第 3 方向に関する両側部に、2つのホルダ傾斜面 45 に面接触する、すなわち2つのホルダ傾斜面 45 と同じ方向に同じ角度で傾斜する、2つのパッド傾斜面 48 を有し、かつ、ホルダ 21 の一部を第 2 方向の他方側に向けて弾性的に押圧することにより、ホルダ傾斜面 45 とパッド傾斜面 48 との接触部に予圧を付与するパッド弾性押圧部 49 を有する。本例では、パッド弾性押圧部 49 により第 2 方向の他方側に向けて弾性的に押圧されるホルダ 21 の一部は、2つのホルダ被押圧面 47 である。

【0080】

ただし、本発明を実施する場合、このようなホルダの一部は、任意に選択することができる。たとえば、ホルダを構成する側板部の第 2 方向の一方側の端面を、ホルダの一部(ホルダ被押圧面)とし、かつ、該ホルダの一部を、パッドに備えられたパッド弾性押圧部により、第 2 方向の他方側に向けて弾性的に押圧することもできる。パッド 20 は、ウォーム 18 を構成する金属材料に対する摩擦係数が小さい材料である、合成樹脂、アルミニ

10

20

30

40

50

ウム合金などの軽合金などにより構成することが好ましい。

【0081】

本例では、パッド弾性押圧部49は、2つのパッド傾斜面48よりも第2方向の一方側に位置し、かつ、それぞれが第3方向に関するパッド20の中央部から第3方向に関して互いに離れる側に向けて伸長した2つのパッド弾性押圧板50により構成されている。

【0082】

より具体的には、本例では、パッド20は、2つのガイド部43の間に配置され、かつ、挿通孔53および2つのパッド傾斜面48を有する基部51と、基部51のうちで2つのガイド部43の間から第2方向の一方側に突出した部分に接続された、2つのパッド弾性押圧板50を含む平板部52とを備える。

10

【0083】

基部51は、基部本体54と、2つの基部張出部55とを備える。

【0084】

基部本体54は、第1方向に伸長し、かつ、略矩形の端面形状を有する。挿通孔53は、基部本体54のうち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側の半部を第2方向に貫通している。基部本体54は、第1方向に関してウォームホイール17から遠い側の端部において、第2方向に関する他方側部分のうち、第3方向の両側の端部に、それぞれが部分円筒状の凸面により構成された2つの被押圧部56を有する。基部本体54は、第1方向に関してウォームホイール17から遠い側の端部において、第2方向に関する一方側部分に、第1方向に関して2つの被押圧部56よりもウォームホイール17から遠い側に向けて張り出した鍔部57を有する。

20

【0085】

2つの基部張出部55は、基部本体54のうち、第2方向に関する他方側の半部における、第1方向に関するウォームホイール17に近い側の部分から、第3方向に関して互いに離れる側に向けて突出している。2つの基部張出部55のそれぞれは、第1方向に伸長している。

【0086】

本例では、パッド20を構成する2つのパッド傾斜面48は、2つの基部張出部55の第3方向に関する先端面のうち、第2方向に関する一方側の部分に備えられている。2つのパッド傾斜面48は、第2方向の一方側に向かうにしたがって互いに近づき合う方向に傾斜している。第2方向に対するパッド傾斜面48の傾斜角度は、第2方向に対するホルダ傾斜面45の傾斜角度と同じである。

30

【0087】

挿通孔53は、図7および図10に示すように、内周面のうち、第1方向に関してウォームホイール17から遠い側の端部に、ウォーム18の先端部の外周面である小径円筒面部31を押圧するための押圧面60を有する。

【0088】

押圧面60は、第3方向に関する両側部に、それぞれが第3方向に関して中央部から離れる方向に向かうにしたがって第1方向に関してウォームホイール17に近い側に向かう方向に伸長した2つの押圧面案内部63を有する。

40

【0089】

本例では、押圧面60とウォーム18の小径円筒面部31とは、図17に示すように、第3方向に関する押圧面60とウォーム18の先端部との互いの位置関係に関わらず、1箇所(P)でのみ接触可能である。

【0090】

このために、本例では、押圧面60は、第3方向に関して2つの押圧面案内部63に挟まれた中央部に、押圧面中央部64を有する。2つの押圧面案内部63のそれぞれは、第2方向から見て直線形状を有する。すなわち、2つの押圧面案内部63のそれぞれは、第3方向に関して押圧面60の中央部から離れる方向に向かうにしたがって、第1方向に関してウォームホイール17に近い側に向かう方向に、直線的に伸長している。押圧面中央

50

部 6 4 は、第 2 方向から見て、ウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 と対向する側が凹となる円弧形状を有し、かつ、小径円筒面部 3 1 の半径 R_{31} よりも大きい曲率半径 R_{64} を有する ($R_{31} < R_{64}$)。第 3 方向に関して互いに隣り合う押圧面案内部 6 3 の端部と押圧面中央部 6 4 の端部とは、滑らかに接続されている。すなわち、第 2 方向から見て、2 つの押圧面案内部 6 3 のそれぞれは、押圧面中央部 6 4 の端部から、該端部の接線方向に伸長している。

【 0 0 9 1 】

したがって、本例では、ウォーム 1 8 の先端部が押圧面 6 0 に対して、第 3 方向の中間部に位置する場合には、たとえば、図 7、図 10、および図 17 (a) に示すように、ウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 は、押圧面 6 0 に対して、押圧面中央部 6 4 の 1 箇所 (P) でのみ接触する。また、ウォーム 1 8 の先端部が押圧面 6 0 に対して、第 3 方向の一方側 (図 17 の左側) に位置する場合には、たとえば図 17 (b) に示すように、ウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 は、押圧面 6 0 に対して、2 つの押圧面案内部 6 3 のうちの第 3 方向の一方側の押圧面案内部 6 3 の 1 箇所 (P) でのみ接触する。また、ウォーム 1 8 の先端部が押圧面 6 0 に対して、第 3 方向の他方側 (図 17 の右側) に位置する場合には、たとえば図 17 (c) に示すように、ウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 は、押圧面 6 0 に対して、2 つの押圧面案内部 6 3 のうちの第 3 方向の他方側の押圧面案内部 6 3 の 1 箇所 (P) でのみ接触する。

10

【 0 0 9 2 】

本例では、2 つの押圧面案内部 6 3 のそれぞれの第 3 方向に対する傾斜角度 は、互いに等しい。ただし、本発明を実施する場合には、2 つの押圧面案内部 6 3 のそれぞれの第 3 方向に対する傾斜角度 20 を、互いに異ならせることもできる。

20

【 0 0 9 3 】

本発明を実施する場合、傾斜角度 は、0° よりも大きく 45° 以下であることが好ましく、3° 以上 30° 以下であることがより好ましい。この理由については、後述する。本例では、傾斜角度 20 を 30° としている。

【 0 0 9 4 】

本例では、挿通孔 5 3 の内周面のうち、押圧面 6 0 以外の部分は、使用時にウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 と接触しない非接触面としている。

30

【 0 0 9 5 】

すなわち、本例では、挿通孔 5 3 の内周面のうち、押圧面 6 0 以外の部分は、第 3 方向の両側の端部に位置する 2 つの幅方向側面 6 5 と、第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近い側の端部に位置する反押圧側面 6 6 とからなる。2 つの幅方向側面 6 5 は、押圧面 6 0 の第 3 方向の両側の端部、すなわち 2 つの押圧面案内部 6 3 の互いに遠い側の端部から、第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近い側に向けて伸長している。反押圧側面 6 6 は、2 つの幅方向側面 6 5 のうち、第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近い側の端部を接続しており、第 2 方向から見て、ウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 と対向する側が凹となる円弧形状を有する。

【 0 0 9 6 】

本例では、使用時において、仮に、パッド 2 0 が第 3 方向に変位することなく、ウォーム 1 8 の先端部のみが、ブッシュ 3 6 の内周面とウォーム 1 8 の大径円筒面部 3 2 との間に存在する環状隙間に基づいて第 3 方向に変位した場合でも、ウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 が、2 つの幅方向側面 6 5 に接触しない程度に、2 つの幅方向側面 6 5 の第 3 方向に関する間隔を確保している。具体的には、2 つの幅方向側面 6 5 の間隔と小径円筒面部 3 1 の直径との差を、ブッシュ 3 6 の内径とウォーム 1 8 の大径円筒面部 3 2 の外径との差よりも大きくしている。また、本例では、パッド 2 0 の押圧面 6 0 がウォーム 1 8 の小径円筒面部 3 1 を押圧している状態で、小径円筒面部 3 1 が反押圧側面 6 6 に接触しない程度に、押圧面 6 0 と反押圧側面 6 6 との第 3 方向に関する間隔を確保している。

40

【 0 0 9 7 】

本例では、このような構成を採用することにより、使用時において、ウォーム 1 8 の小

50

径円筒面部31が、挿通孔53の内周面のうち押圧面60以外の部分に接触することを防止している。これにより、パッド20に対するウォーム18の先端部の第3方向に関する変位が、挿通孔53の内周面のうち押圧面60以外の部分によって妨げられることを防止している。また、ウォーム18の小径円筒面部31が、挿通孔53の内周面のうち押圧面60以外の部分に接触することに伴う衝撃および打音が発生することを防止している。

【0098】

なお、本発明を実施する場合、パッドに対するウォームの先端部の第3方向に関する変位が妨げられなければ、使用時において、ウォームの先端部の外周面を、挿通孔の内周面のうち押圧面以外の部分に、緩衝材を介して接触させることもできる。このようにすれば、ウォームの先端部の外周面が、挿通孔の内周面のうち押圧面以外の部分に接触することに伴う衝撃および打音を抑えることができる。

10

【0099】

平板部52は、基部本体54の第2方向の一方側の端部に一体的に接続されており、第2方向の一方側から見て略円輪形状を有する。本例では、図10および図15(a)に示すように、平板部52の内周面67は、第2方向から見て、挿通孔53よりも一回り大きい略矩形形状を有する。平板部52の内周面67の第3方向に関する幅寸法は、基部本体54の第3方向に関する幅寸法よりも小さい。平板部52の外径寸法は、基部本体54の第3方向に関する幅寸法よりも大きい。平板部52の第3方向に関する両側の端部は、基部本体54よりも第3方向の両側に張り出している。平板部52の第1方向に関するウォームホイール17に近い側の端部は、第1方向に関して基部本体54よりもウォームホイール17に近い側に張り出している。基部本体54の第1方向に関するウォームホイール17から遠い側の端部は、第1方向に関して平板部52よりもウォームホイール17から遠い側に張り出している。

20

【0100】

本例では、パッド20を構成する2つのパッド弾性押圧板50は、基部51のうちで2つのガイド部43の間から第2方向の一方側に突出した部分に接続されている。具体的には、2つのパッド弾性押圧板50は、平板部52の第3方向に関する両側の端部により構成されている。

【0101】

本例では、2つのパッド弾性押圧板50のそれぞれは、図12、図13、および図16に示すように、第2方向に関する他方側の側面に、第1方向に伸長する突条58a、58bを備える。本例では、2つのパッド弾性押圧板50のそれぞれは、2つの突条58a、58bを備える。2つの突条58a、58bは、第3方向に離隔して配置されている。なお、本発明を実施する場合、突条の個数は、1個または3個以上とすることもできる。本例では、2つのパッド弾性押圧板50のそれぞれは、第3方向に関するパッド20の中央側の端部である基端部に、第2方向に貫通し、かつ、第1方向に伸長するスリット59を有する。本例では、このようなスリット59の幅および長さ、ならびに、パッド弾性押圧板50の板厚などを適切に規制することに基づいて、パッド弾性押圧板50の基端部のうち、スリット59の長さ方向の両側に隣接する部分の第2方向に関する曲げ剛性が調整されている。ただし、本発明を実施する場合には、スリットを省略することもできる。

30

【0102】

パッド20は、図5、図7、および図12に示すように、ホルダ21の突出部39に組み付けられ、かつ、ウォーム18の先端部の周囲に配置されている。

【0103】

具体的には、パッド20の基部51のうち、第1方向に関するウォームホイール17に近い側の部分が、ホルダ21の突出部39を構成する2つのガイド部43の間に配置された状態で、2つのパッド傾斜面48が、2つのホルダ傾斜面45に面接触している。また、2つのパッド弾性押圧板50のそれぞれの突条58a、58bの先端部が、2つのホルダ被押圧面47を、第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧している。これにより、2つのホルダ傾斜面45と2つのパッド傾斜面48との接触部に予圧が付与されている。

40

50

【0104】

また、ウォーム18の先端部の小径円筒面部31が、パッド20の挿通孔53に挿通されている。

【0105】

この状態で、図7に示すように、パッド20の基部51のうち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側の側面と、ホルダ21の突出部39を構成する接続部44のうち、第1方向に関してウォームホイール17から遠い側の側面との間に、第1方向の隙間が存在している。本例では、パッド20は、この第1方向の隙間に基づいて、ホルダ21に対する第1方向の変位が可能となっている。

【0106】

また、この状態で、図12および図13に示すように、2つのガイド部43の内側面46のうち、2つのホルダ傾斜面45よりも第2方向の一方側に位置する部分と、パッド20の基部本体54の第3方向に関する両側面との間、および、2つの基部張出部55の第3方向に関する先端面のうち、2つのパッド傾斜面48よりも第2方向の他方側に位置する部分と、2つのホルダ傾斜面45との間に、第3方向の隙間が存在している。本例では、パッド20は、これらの第3方向の隙間に基づいて、ホルダ21に対する第3方向の変位が可能となっている。

【0107】

本例では、弾性部材22は、板ばねにより構成されている。より具体的には、本例では、弾性部材22は、図7および図9に示すように、周方向の1箇所に不連続部を有する欠円筒状の板ばねにより構成されている。ただし、本発明を実施する場合、弾性部材22を構成する板ばねの形状は、欠円筒状以外の形状とすることもできる。また、弾性部材は、ねじりコイルばねにより構成することもできる。

【0108】

弾性部材22は、パッド20の基部51および2つのガイド部43に外嵌するようにして、ホルダ21に組み付けられている。本例では、弾性部材22の径方向内側に、パッド20の基部51およびホルダ21の突出部39を挿通した状態で、弾性部材22の周方向中央部の内周面を、パッド20の2つの被押圧部56に弾性的に押し付け、かつ、弾性部材22の周方向両側の端部の内周面を、ホルダ21の突出部39を構成する接続部44のうち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側の側面に弾性的に押し付けている。これにより、弾性部材22の弾力に基づいて、図5、図7、図10に示すように、パッド20の挿通孔53の内周面のうちの押圧面60を、ウォーム18の小径円筒面部31に押し付けている。つまり、パッド20を介してウォーム18の先端部を、ウォームホイール17の側、すなわち、第1方向に関してウォームホイール17に近い側に向けて弾性的に付勢している。これにより、ホイール歯25とウォーム歯26との噛合部でのバックラッシュが抑えられている。

【0109】

本例では、ウォーム18に対して回転駆動力が付与されていない中立状態において、ウォーム18の小径円筒面部31は、図7、図10、および図17(a)に示すように、押圧面60の押圧面中央部64のうち、第3方向に関する中央の1箇所(P)に接触している。

【0110】

本例のウォーム減速機14によれば、以下の作用効果を奏することができる。

【0111】

パッド20を構成する2つのパッド傾斜面48が、ホルダ21を構成する2つのホルダ傾斜面45に面接触している。また、パッド20を構成する2つのパッド弾性押圧板50のそれぞれの突条58a、58bの先端部が、ホルダ21を構成する2つのホルダ被押圧面47を、第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧している。これにより、2つのホルダ傾斜面45と2つのパッド傾斜面48との接触部に予圧が付与されている。このため、パッド20がホルダ21に対し、第3方向に無抵抗にがたつくことを防止できる。

【0112】

具体的には、本例では、図12および図13に示すように、パッド弹性押圧板50のそれぞれの突条58a、58bの先端部がホルダ被押圧面47を第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧することに基づいて、パッド傾斜面48からホルダ傾斜面45に対し、第2方向に関して一方側を向く弾性力(予圧力)Fpが作用する。そして、この弾性力Fpは、パッド傾斜面48からホルダ傾斜面45に作用する、第3方向に関して外側を向く弾性力(予圧力)Fxに変換される。本例の構造では、この弾性力Fxに基づいて、パッド20がホルダ21に対し、第3方向に無抵抗にがたつくことを防止できる。

【0113】

したがって、ウォーム18の回転方向が変わることで、ホイール歯25とウォーム歯26との噛合部からウォーム18に加わる噛み合い反力のうち、第3の方向に関する成分の向きが変わる際にも、ホルダ21に対してパッド20が、第3方向に変位しにくくなる。

【0114】

ただし、本発明を実施する場合には、本例と異なる構造、たとえば、パッドの第3方向の両側の端部に、ホルダの2つのガイド部の内側面を弾性的に押圧するばね部を備えた構造を採用することにより、ホルダに対してパッドが第3方向に変位しにくくなるようにすることもできる。

【0115】

本例では、スリット59の幅および長さ、パッド弹性押圧板50の板厚、突条58a、58bの第2方向高さなどを変更することに基づいて、パッド弹性押圧板50の基端部のうち、スリット59の長さ方向の両側に隣接する部分の第2方向に関する曲げ剛性を変更することができる。これにより、パッド弹性押圧板50のそれぞれの突条58a、58bの先端部がホルダ被押圧面47を第2方向の他方側に向けて弾性的に押圧する力の大きさを変更することができる。そして、これに伴い、弾性力Fpの大きさを任意に変更することができる。

【0116】

パッド弹性押圧板50が、ホルダ被押圧面47を、突条58a、58bの先端部により局所的に押圧している。このため、パッド弹性押圧板が、ホルダ被押圧面を、広い範囲で面押しするように押圧する場合に比べて、押圧力を安定させることができる。

【0117】

弾性力Fxと弾性力Fpとの間には、「 $F_x = F_p / \tan \theta$ 」の関係式が成立する。本例では、傾斜角度 $\theta = 15^\circ$ であるため、 $F_x = F_p / \tan 15^\circ = 3.7 F_p$ となる。つまり、弾性力Fxが、弾性力Fpよりも大きくなる。本発明を実施する場合には、Fpの大きさだけでなく、傾斜角度 θ の大きさを変更することによって、弾性力Fxの大きさを任意に変更することができる。たとえば、 $\theta = 45^\circ$ とすれば、 $F_x = F_p$ とすることができる、 $45^\circ < \theta < 90^\circ$ とすれば、 $F_x < F_p$ とすることができる、 $0^\circ < \theta < 45^\circ$ とすれば、 $F_x > F_p$ とすることができる。このため、設計段階で弾性力Fxの大きさを容易に調整することができる。

【0118】

なお、本発明を実施する場合、ホルダ傾斜面45の第2方向に対する傾斜角度と、パッド傾斜面48の第2方向に対する傾斜角度とは、厳密に同一である必要はなく、製造誤差の範囲で異なっていてもよい。また、ホルダ傾斜面45の第2方向に対する傾斜角度を、パッド傾斜面48の第2方向に対する傾斜角度よりも若干(たとえば 0.5° 程度)小さくすることもできる。このようにすれば、ホルダ傾斜面45とパッド傾斜面48との接触部において、パッド傾斜面48の先端部(図13における第3方向の右側の端部、図13における第2方向の他方側の端部)が、ホルダ傾斜面45に対して、特に強く面接觸するようになる。この結果、ホルダ21に対するパッド20の姿勢が安定するようになる。

【0119】

なお、第1方向から見て、図12および図13に示すように、ホルダ21の中心軸とパッド20の中心軸とが互いに一致している状態である、中立状態から、パッド20がホル

10

20

30

40

50

ダ 2 1 に対して第 3 方向に関するいずれかの側、たとえば、図 1 2 および図 1 3 における右側に変位する場合を考える。この場合には、右側のホルダ傾斜面 4 5 に沿って、右側のパッド傾斜面 4 8 が摺動変位することに伴い、パッド 2 0 の基部 5 1 が、第 2 方向に関して他方側に向けて変位すると同時に、右側のパッド弾性押圧板 5 0 が、第 2 方向に関して一方側に倒れるように弾性変形する。そして、この弾性変形の量に応じた分だけ、右側のパッド弾性押圧板 5 0 から右側のホルダ被押圧面 4 7 に作用する弾性的な押圧力が増大することに伴い、弾性力 F_p 、 F_x が増大する。その結果、パッド 2 0 が右側に向けて、より変位しにくくなる。中立状態から、パッド 2 0 がホルダ 2 1 に対して、図 1 2 および図 1 3 における左側に変位する場合についても、同様である。

【 0 1 2 0 】

弾性部材 2 2 の周方向中央部の内周面を、パッド 2 0 を構成する基部本体 5 4 の第 3 方向の両側の端部に備えられた 2 つの被押圧部 5 6 に、弾性的に押し付けている。このため、2 つの被押圧部 5 6 には、第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近づく方向の成分だけなく、第 3 の方向に関して互いに反対向きの成分を有する力が加わる。この面からも、ウォーム 1 8 の回転方向が変わる際に、ホルダ 2 1 に対してパッド 2 0 が、第 3 方向に変位しにくくなる。

【 0 1 2 1 】

パッド 2 0 の押圧面 6 0 は、第 3 方向に関する両側部に、それぞれが第 3 方向に関して中央部から離れる方向に向かうにしたがって第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近い側に向かう方向に傾斜した 2 つの押圧面案内部 6 3 を有する。このため、ホイール歯 2 5 とウォーム歯 2 6 との噛合部からウォーム 1 8 に加わる噛み合い反力のうち、第 3 の方向に関する成分によって、ウォーム 1 8 の先端部は、図 1 7 (a) から図 1 7 (b) の順、または、図 1 7 (a) から図 1 7 (c) の順に示すように、押圧面案内部 6 3 に沿って変位する。具体的には、ウォーム 1 8 の先端部は、第 3 方向に関してパッド 2 0 の中央部から離れる側に向けて変位すると同時に、第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近い側に向けて変位する。この結果、ホイール歯 2 5 とウォーム歯 2 6 との間のバックラッシュが増大するのを防止または抑制することができる。

【 0 1 2 2 】

すなわち、ホイール歯 2 5 とウォーム歯 2 6 との噛合部からウォーム 1 8 に噛み合い反力が加わると、この噛み合い反力の第 3 方向の成分に基づいて、ウォーム歯 2 6 がホイール歯 2 5 に対して第 3 方向に変位する。仮にパッドに備えられた挿通孔のうち、第 1 方向に関してウォームホイールから遠い側の端部が第 2 方向に伸長する直線状であるとした場合、ウォーム歯がホイール歯に対して第 3 方向に変位することに伴い、その変位量に応じた分だけ、ウォームホイールとウォームとの軸間距離が増大する。そして、この軸間距離が増大した分だけ、ホイール歯とウォーム歯との間のバックラッシュが増大するため、歯打ち音の発生を抑える効果を十分に得られなくなる可能性がある。

【 0 1 2 3 】

これに対して、本例の構造では、噛み合い反力の第 3 方向の成分に基づいて、ウォーム 1 8 の先端部は、第 3 方向に関してパッド 2 0 の中央部から離れる側に向けて変位すると同時に、第 1 方向に関してウォームホイール 1 7 に近い側に向けて変位する。これにより、ウォームホイール 1 7 とウォーム 1 8 との軸間距離が増大するのを防止または抑制するように、該軸間距離を詰めることができる。したがって、ホイール歯 2 5 とウォーム歯 2 6 との間のバックラッシュが増大するのを防止または抑制することができる。この結果、ホイール歯 2 5 とウォーム歯 2 6 との噛合部において、歯打ち音の発生を十分に抑えられる。

【 0 1 2 4 】

なお、押圧面案内部 6 3 の第 3 方向に対する傾斜角度 を大きくすると、ウォーム歯 2 6 の第 3 方向への変位に伴う第 1 方向への変位が大きくなるので、ホイール歯 2 5 とウォーム歯 2 6 との噛合部でのフリクションを抑える観点からは、傾斜角度 は小さい方が好みしい。一方、ウォーム 1 8 の先端部が第 3 方向に変位することに伴うウォームホイール

10

20

30

40

50

17とウォーム18との軸間距離の増大を速やかに防止または抑制できるようにする観点からは、傾斜角度は大きい方が好ましい。これらの事情を勘案して、傾斜角度は、0°よりも大きく45°以下であることが好ましく、3°以上30°以下であることがより好ましい。

【0125】

パッド20の押圧面60とウォーム18の小径円筒面部31とは、たとえば図17(a)、図17(b)、および図17(c)に示すように、第3方向に関する押圧面60とウォーム18の先端部との互いの位置関係に関わらず、1箇所(P)でのみ接触可能である。すなわち、中立状態においても、ウォーム18の小径円筒面部31を、押圧面60の押圧面中央部64に対して、1箇所(P)でのみ接触させることができる。このため、ウォーム減速機14の組立時に、電動モータ15の出力軸28とウォーム18との間に、同軸ずれを生じにくくすることができる。この点について、図18(a)および図18(b)を参照しつつ説明する。

【0126】

図18(a)は、本例に対する第1の変形例を示している。第1の変形例では、押圧面60aは、押圧面中央部64(図17参照)を備えておらず、2つの押圧面案内部63の端部を直接接続してなる。図18(b)は、本例に対する第2の変形例を示している。第2の変形例では、押圧面60bの押圧面中央部64aは、ウォーム18の小径円筒面部31の半径R₃₁よりも小さい曲率半径R_{64a}を有する(R₃₁ > R_{64a})。

【0127】

本例に対する第1の変形例(図18(a))および第2の変形例(図18(b))では、中立状態において、ウォーム18の小径円筒面部31が押圧面60a、60bに対して、2箇所(P)で接触する。このため、ウォーム減速機の組立時に、電動モータ15の出力軸28(図3参照)に対して、ウォーム18が第3方向に僅かにずれて配置された場合でも、このようなずれを解消するように、ウォーム18の先端部を第3方向に変位させることができない。

【0128】

これに対して、本例の構造では、中立状態において、ウォーム18の小径円筒面部31を、押圧面60の押圧面中央部64に対して、1箇所(P)でのみ接触させることができる。このため、ウォーム減速機14の組立時に、電動モータ15の出力軸28に対して、ウォーム18が第3方向に僅かにずれて配置された場合でも、このようなずれを解消するように、ウォーム18の先端部を第3方向に変位させること、すなわち、押圧面60の押圧面中央部64に対するウォーム18の小径円筒面部31の接触箇所(P)を第3方向にずらすことができる。したがって、電動モータ15の出力軸28とウォーム18との間に、同軸ずれを生じにくくすることができる。

【0129】

なお、本例に対する第1の変形例(図18(a))および第2の変形例(図18(b))では、ウォーム減速機14の組立時に電動モータ15の出力軸28とウォーム18との間に同軸ずれを生じにくくするという作用効果については、本例のようには奏することができないものの、その他の作用効果については、本例のようには奏することができる。

【0130】

[実施の形態の第2例]

本発明の実施の形態の第2例について、図19および図20を用いて説明する。

【0131】

本例の構造では、ウォーム18が一方向に回転する際にホイール歯25とウォーム歯26との噛合部(図3参照)からウォーム18に加わる噛み合い反力のうち、第2方向に直交する仮想平面内における分力である一方側分力F₁(図27参照)が、ウォーム18が他方向に回転する際に前記噛合部からウォーム18に加わる噛み合い反力のうち、前記仮想平面内における分力である他方側分力F₂(図27参照)よりも大きいことを考慮して、パッド20の押圧面60cを構成する2つの押圧面案内部63a、63bのそれぞれの

10

20

30

40

50

第3方向に対する傾斜角度₁、₂を互いに異ならせている。

【0132】

具体的には、2つの押圧面案内部63a、63bのうち、一方側分力F₁（図27参照）を受ける一方の押圧面案内部63aの第3方向に対する傾斜角度₁を、2つの押圧面案内部63a、63bのうち、他方側分力F₂を受ける他方の押圧面案内部63bの3方向に対する傾斜角度₂よりも大きくしている（₁ > ₂）。これにより、ウォーム18が一方向に回転する場合と他方向に回転する場合とのそれぞれの場合において、ウォーム18の先端部を押圧面案内部63a、63bに沿って、第1方向に関してウォームホイール17に近い側に向けて効率よく変位させることができるようにしている。

【0133】

本例の場合も、第1例と同様の理由により、傾斜角度₁、₂には、好ましい範囲がある。さらに、本例の構造に関して、ウォーム18の回転方向が反転する際に、ウォーム18とウォームホイール17との噛合部における噛み合い反力を確認することにより、バックラッシュの発生時間、すなわちウォーム18の回転方向が反転してから噛合部において噛み合い反力が発生するまでの時間を確認することに基づいて、傾斜角度₁、₂の好ましい範囲を調べるシミュレーションを行ったところ、傾斜角度₁を10°、₁30°とし、かつ、傾斜角度₂を0° < ₂20°とするのが好ましく、傾斜角度₁を10°、₁20°とし、かつ、傾斜角度₂を0° < ₂10°とするのが好ましく、傾斜角度₁を18°とし、かつ、₂を8°とするのが最も好ましいことがわかった。

【0134】

なお、本例は、ウォーム歯26のねじれ方向が右ねじれの場合であるが、ウォーム歯のねじれ方向が左ねじれの場合には、傾斜角度₁、₂の大小関係を本例の場合と逆にすることができる。

その他の構成及び作用効果は、実施の形態の第1例と同様である。

【0135】

[実施の形態の第3例]

本発明の実施の形態の第3例について、図21(a)を用いて説明する。

【0136】

本例の構造では、パッドの押圧面60dが備える2つの押圧面案内部63c、63dのそれぞれは、第2方向から見て、ウォーム18の小径円筒面部31と対向する側が凹となる円弧形状を有する。すなわち、2つの押圧面案内部63c、63dのそれぞれは、第3方向に関して押圧面60dの中央部から離れる方向に向かうにしたがって、第1方向に関してウォームホイールに近い側（図21(a)の下側）に向かう方向に、曲線的に伸長している。本例では、2つの押圧面案内部63c、63dのそれぞれの曲率半径R_{63c}、R_{63d}は、ウォーム18の小径円筒面部31の半径R₃₁よりも大きい（R_{63c} > R₃₁、R_{63d} > R₃₁）。本例の場合も、押圧面60dとウォーム18の小径円筒面部31とは、第3方向に関する互いの位置関係に関わらず、1箇所（P）でのみ接触可能である。本例では、2つの押圧面案内部63c、63dのそれぞれの曲率半径R_{63c}、R_{63d}を、互いに等しくしている（R_{63c} = R_{63d}）。ただし、本発明を実施する場合には、これらの曲率半径R_{63c}、R_{63d}を、互いに異ならせることもできる。

【0137】

なお、本発明を実施する場合には、図21(b)に示す、本例に対する変形例のように、押圧面60eの押圧面中央部64aの曲率半径R_{64a}を、ウォーム18の小径円筒面部31の半径R₃₁よりも小さくすることにより（R₃₁ > R_{64a}）、中立状態において、ウォーム18の小径円筒面部31が押圧面60eに対して、2箇所（P）で接触する構成を採用することもできる。

その他の構成及び作用効果は、実施の形態の第1例と同様である。

【0138】

[実施の形態の第4例]

10

20

30

40

50

本発明の実施の形態の第4例について、図22(a)を用いて説明する。

【0139】

本例の構造では、パッドの押圧面60fは、押圧面中央部64(図21(a)参照)を備えておらず、2つの押圧面案内部63c、63dの端部を直接かつ滑らかに接続してなる。これにより、本例の場合も、押圧面60dとウォーム18の小径円筒面部31とは、第3方向に関する互いの位置関係に関わらず、1箇所(P)でのみ接触可能である。

【0140】

なお、本発明を実施する場合には、図22(b)に示す、本例に対する変形例のように、押圧面60gを、2つの押圧面案内部63c、63dの端部を直接接続し、かつ、この接続部分において押圧面60gが折れ曲がるように構成することにより、中立状態において、ウォーム18の小径円筒面部31が押圧面60gに対して、2箇所(P)で接触するようにすることもできる。

10

その他の構成及び作用効果は、実施の形態の第3例と同様である。

【0141】

[実施の形態の第5例]

本発明の実施の形態の第5例について、図23(a)を用いて説明する。

【0142】

本例の構造では、パッドの押圧面60hが備える2つの押圧面案内部63e、63fのそれぞれは、第2方向から見て、ウォーム18の小径円筒面部31と対向する側が凸となる円弧形状を有する。本例の場合も、押圧面60hとウォーム18の小径円筒面部31とは、第3方向に関する互いの位置関係に関わらず、1箇所(P)でのみ接触可能である。本例では、2つの押圧面案内部63e、63fのそれぞれの曲率半径R_{63e}、R_{63f}を、互いに等しくしている(R_{63e}=R_{63f})。ただし、本発明を実施する場合には、これらの曲率半径R_{63e}、R_{63f}を、互いに異ならせることもできる。

20

【0143】

なお、本発明を実施する場合には、図23(b)に示す、本例に対する変形例のように、押圧面60iを、2つの押圧面案内部63e、63fの端部を直接接続することにより構成することで、中立状態において、ウォーム18の小径円筒面部31が押圧面60iに対して、2箇所(P)で接触するようにすることもできる。

30

その他の構成及び作用効果は、実施の形態の第3例と同様である。

【符号の説明】

【0144】

- 1 電動パワーステアリング装置
- 2 ステアリングホイール
- 3 ステアリングシャフト
- 4 ステアリングコラム
- 5 a、5 b 自在継手
- 6 中間シャフト
- 7 ステアリングギヤユニット
- 8 電動アシスト装置
- 9 ピニオン軸
- 10 ラック軸
- 11 ハウジング
- 12 ラック収容部
- 13 ピニオン収容部
- 14 ウォーム減速機
- 15 電動モータ
- 16 ハウジング
- 17 ウォームホイール
- 18 ウォーム

40

50

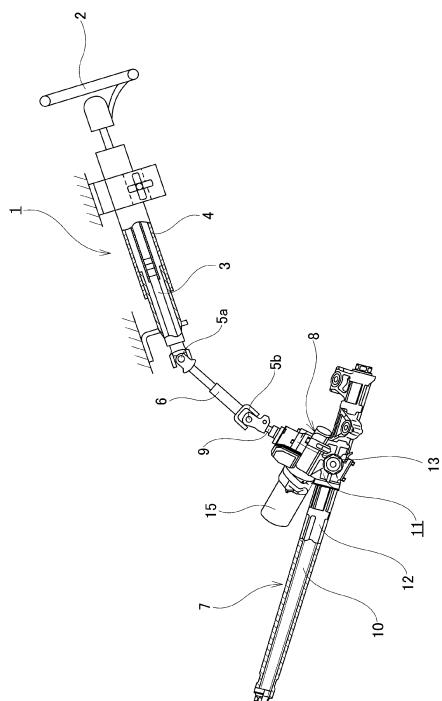
1 9	支持軸受	
2 0	パッド	
2 1	ホルダ	
2 2	弾性部材	
2 3	ホイール収容部	
2 4	ウォーム収容部	
2 5	ホイール歯	
2 6	ウォーム歯	
2 7	雌スライド部	
2 8	出力軸	10
2 9	雄スライド部	
3 0	玉軸受	
3 1	小径円筒面部	
3 2	大径円筒面部	
3 3	内輪	
3 4	外輪	
3 5	玉	
3 6	ブッシュ	
3 7	筒状部	
3 8	側板部	20
3 9	突出部	
4 0	軸受保持面	
4 1	突条	
4 2	嵌合面	
4 3	ガイド部	
4 4	接続部	
4 5	ホルダ傾斜面	
4 6	内側面	
4 7	ホルダ被押圧面	
4 8	パッド傾斜面	30
4 9	パッド弾性押圧部	
5 0	パッド弾性押圧板	
5 1	基部	
5 2	平板部	
5 3	挿通孔	
5 4	基部本体	
5 5	基部張出部	
5 6	被押圧部	
5 7	鍔部	
5 8 a 、 5 8 b	突条	40
5 9	スリット	
6 0 、 6 0 a ~ 6 0 i	押圧面	
6 1	内周面	
6 2	凹部	
6 3 、 6 3 a ~ 6 3 f	押圧面案内部	
6 4 、 6 4 a	押圧面中央部	
6 5	幅方向側面	
6 6	反押圧側側面	
6 7	内周面	
1 0 0	ウォーム減速機	50

- 101 ハウジング
 102 ウォームホイール
 103 ウォーム
 104 ホイール収容部
 105 ウォーム収容部
 106 ホイール歯
 107 回転軸
 108 ウォーム歯
 109 a、109 b 玉軸受
 110 ホルダ
 111 大径部
 112 ブッシュ
 113 電動モータ
 114 パッド
 115 ねじりコイルばね

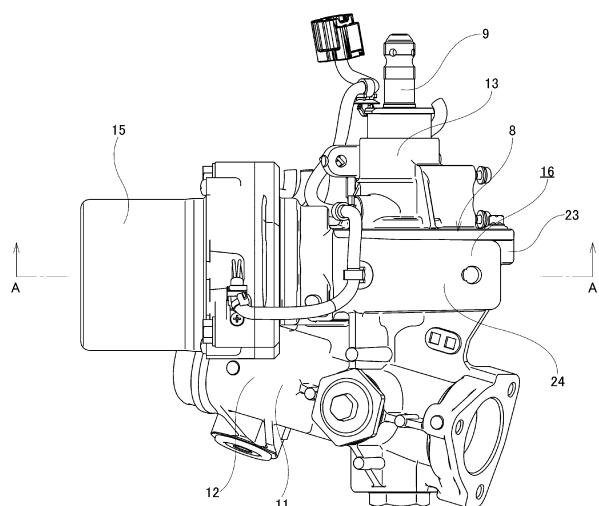
10

【図面】

【図1】



【図2】



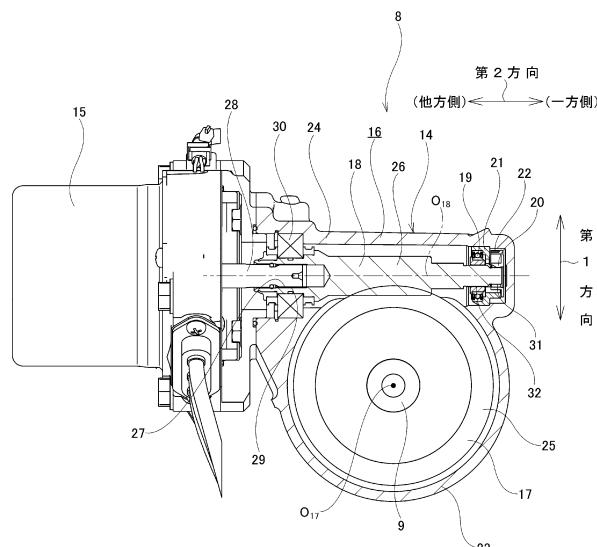
20

30

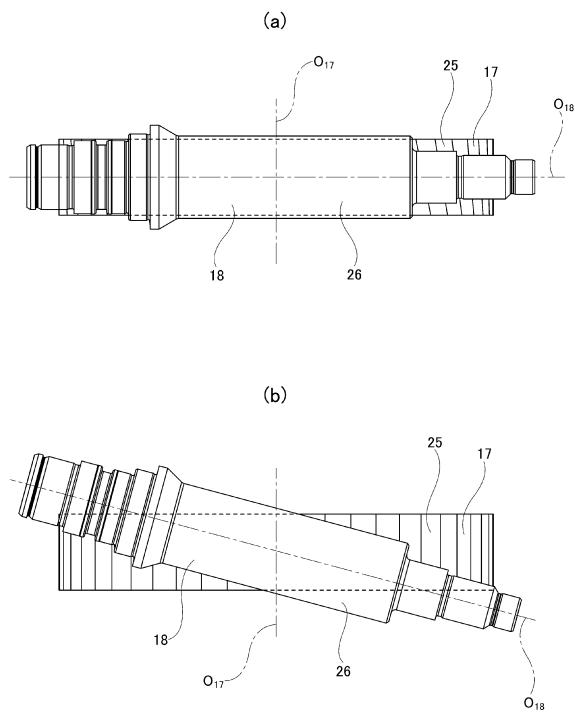
40

50

【図3】



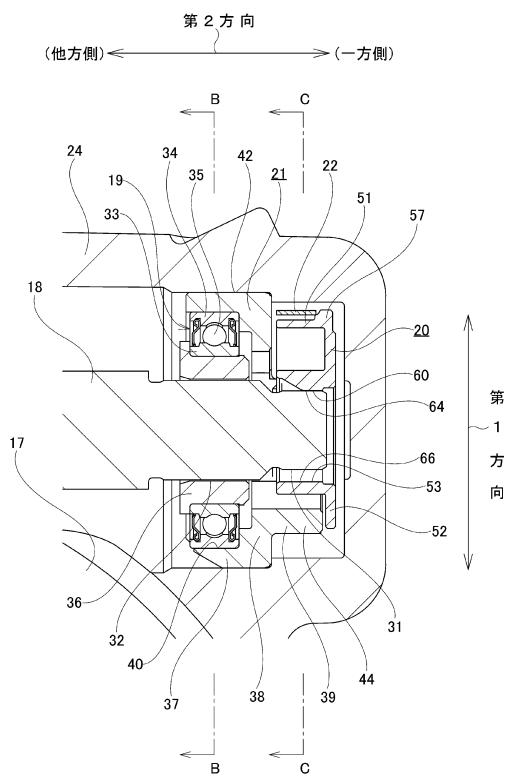
【図4】



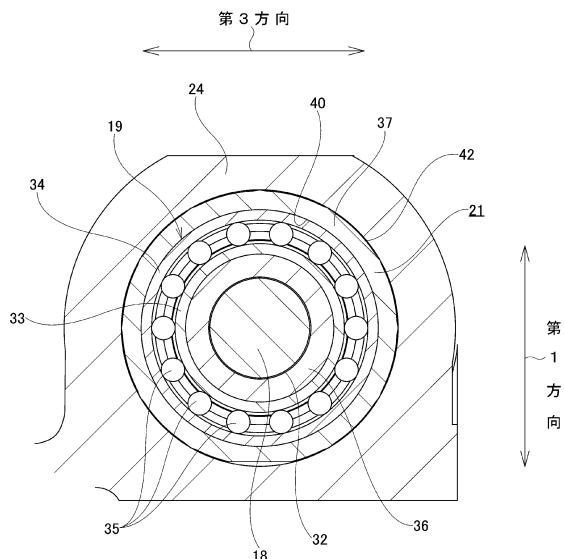
10

20

【図5】



【図6】

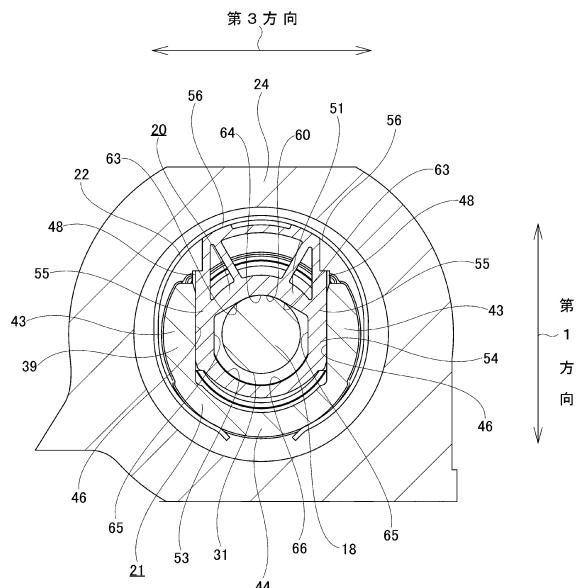


30

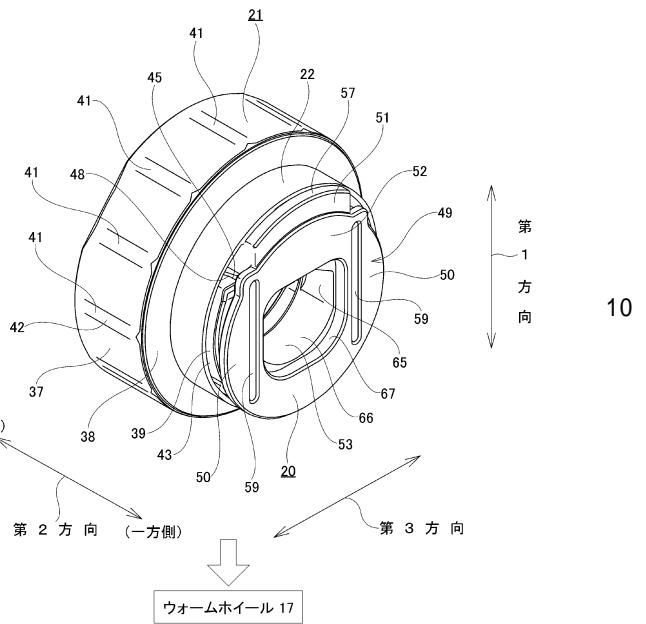
40

50

【図7】



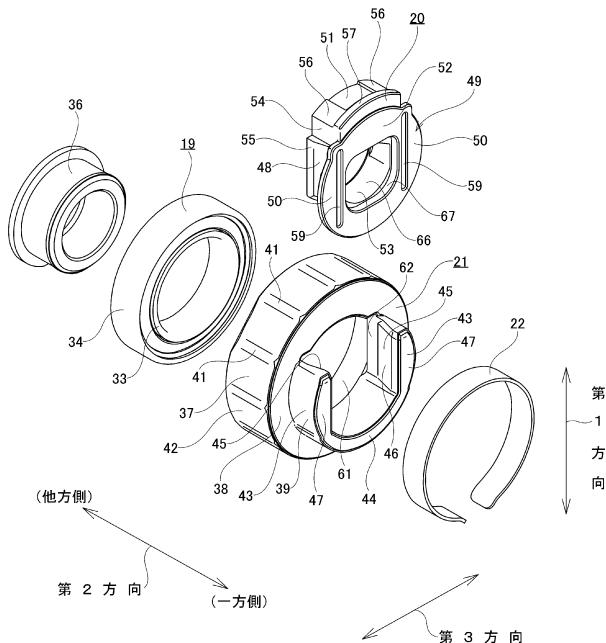
【 四 8 】



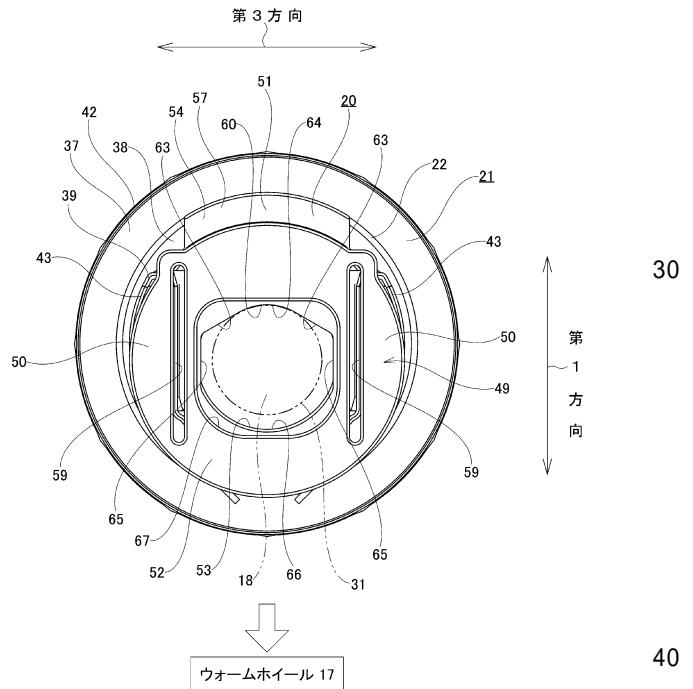
10

20

【 図 9 】



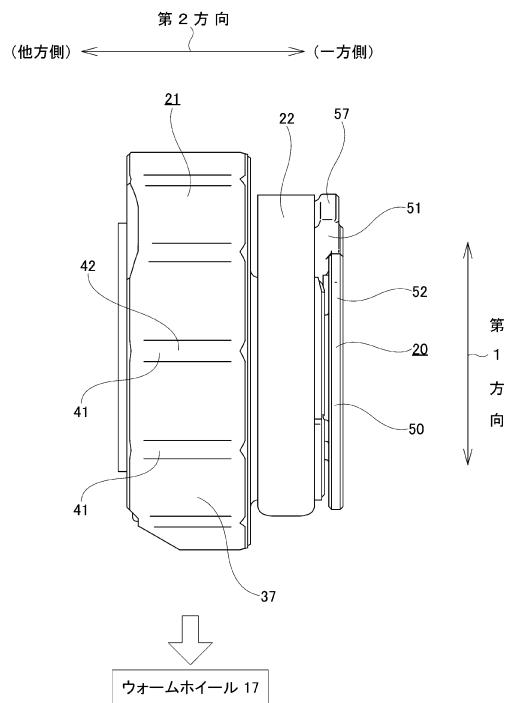
【 図 1 0 】



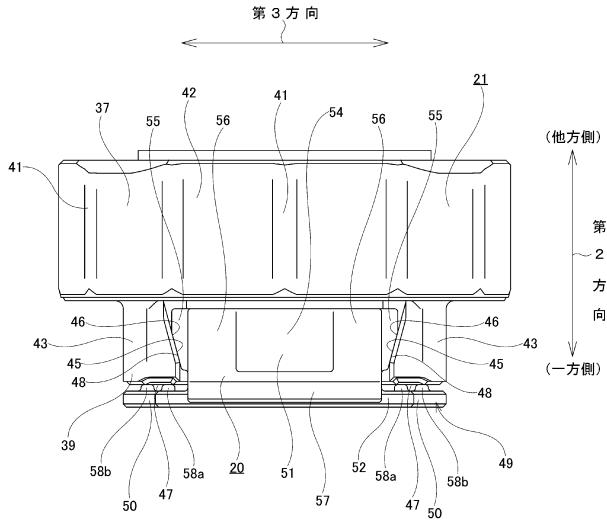
30

40

【 図 1 1 】



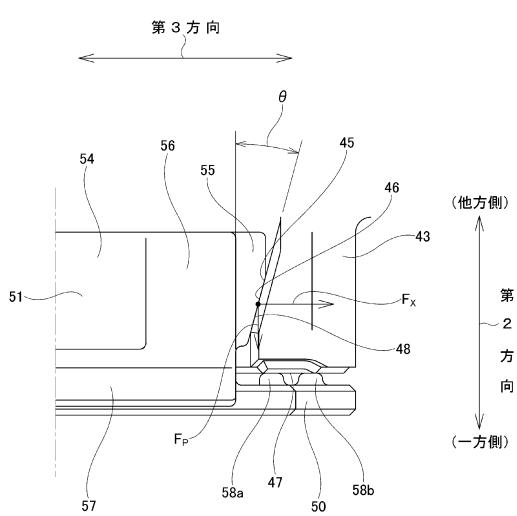
【図12】



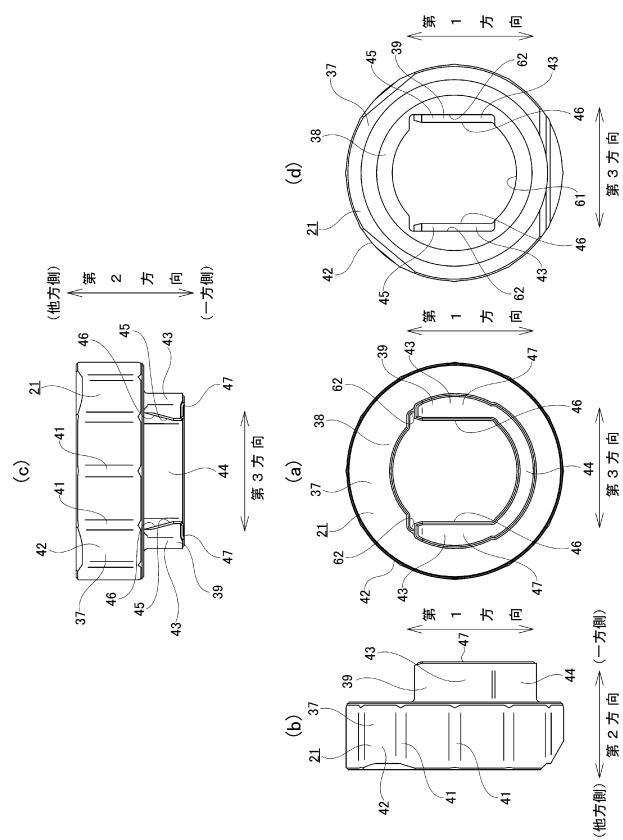
10

20

【 図 1 3 】



【図 1 4】

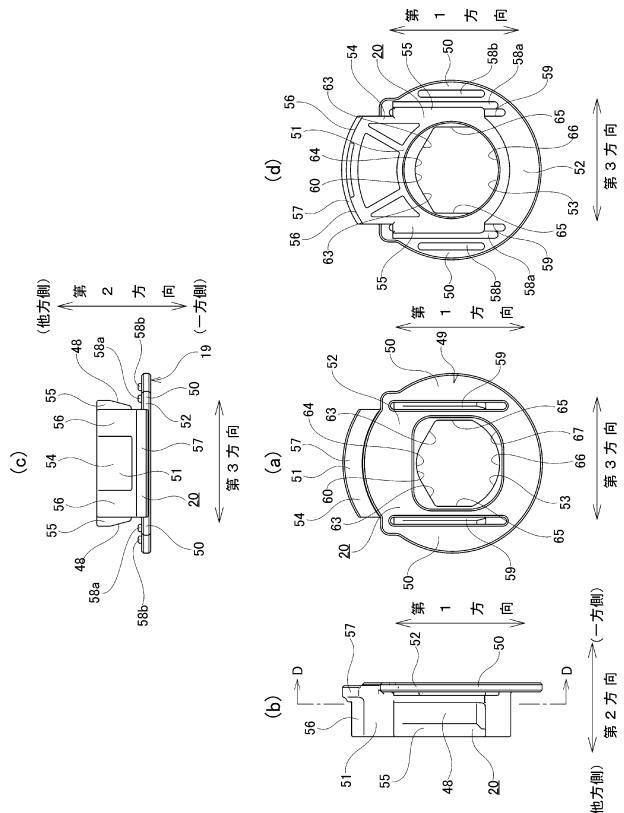


30

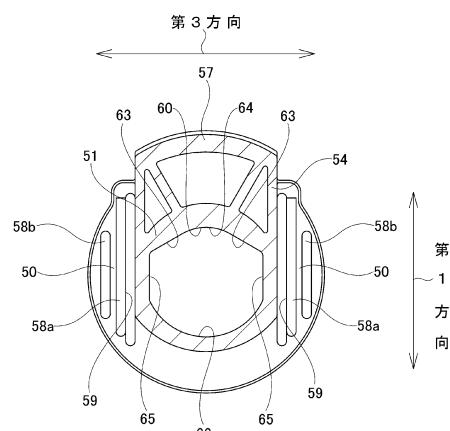
40

50

【 図 1 5 】



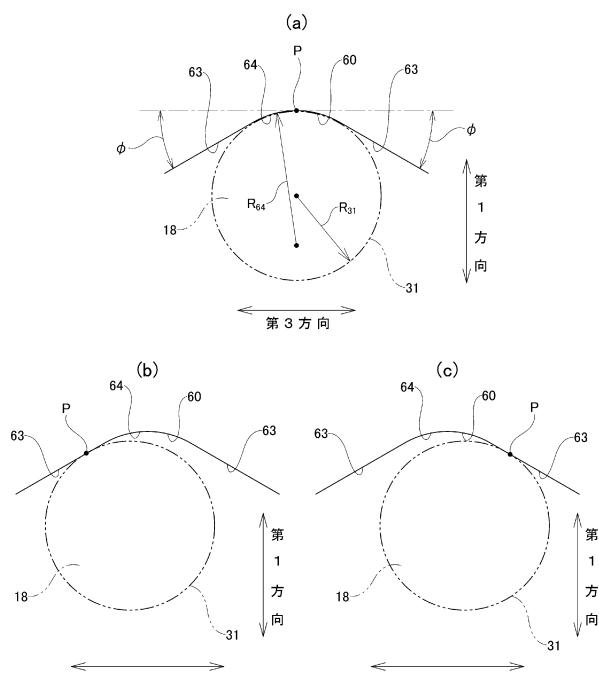
【図16】



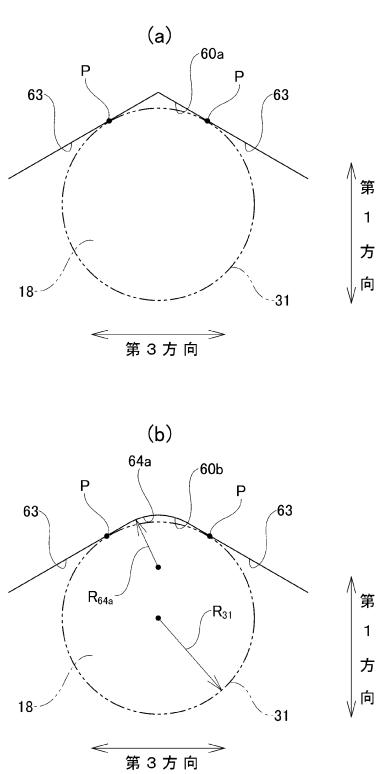
10

20

【図 17】



【 図 1 8 】

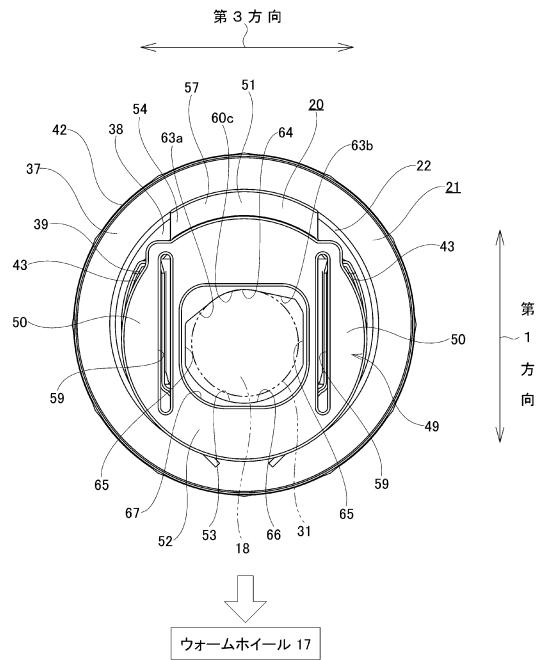


30

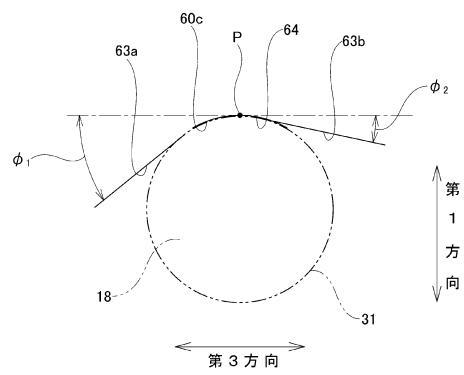
40

50

【図19】



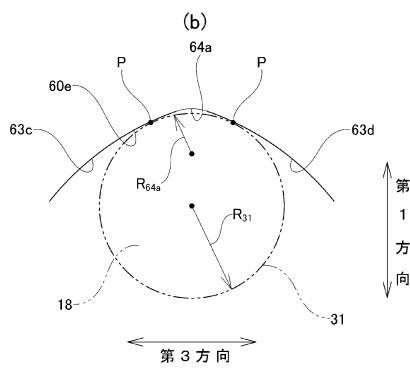
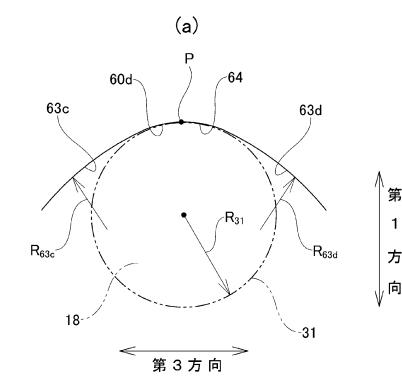
【図20】



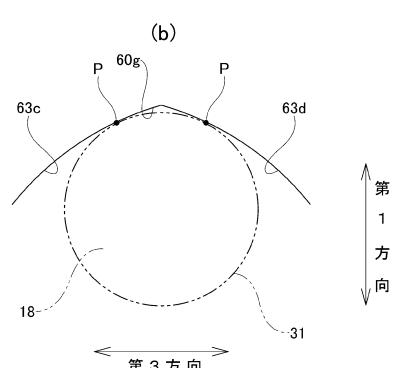
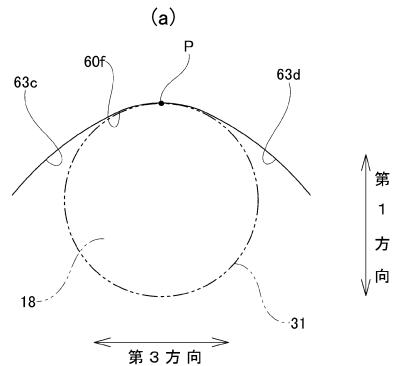
10

20

【図21】



【図22】

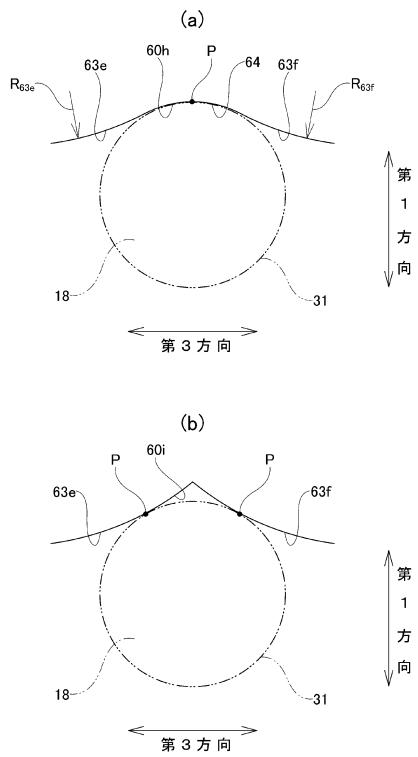


30

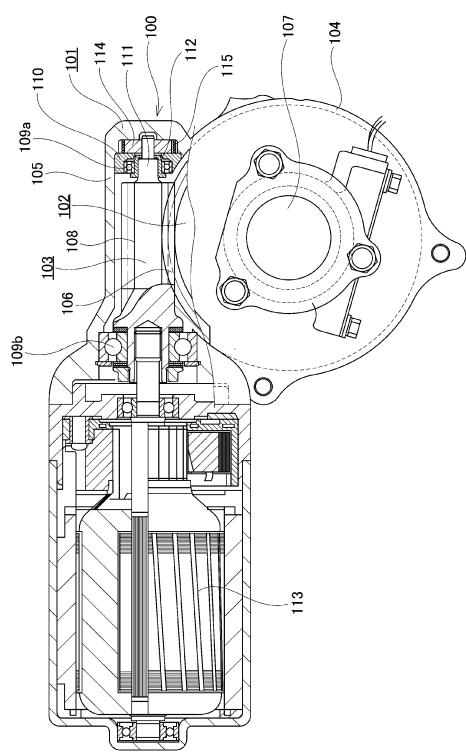
40

50

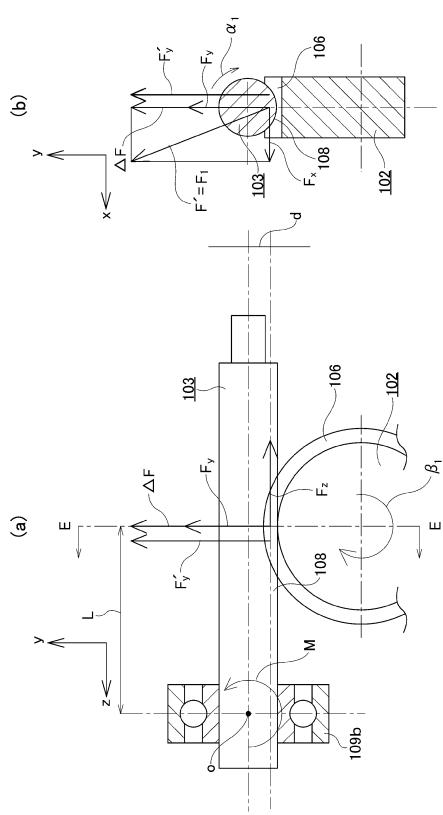
【 図 2 3 】



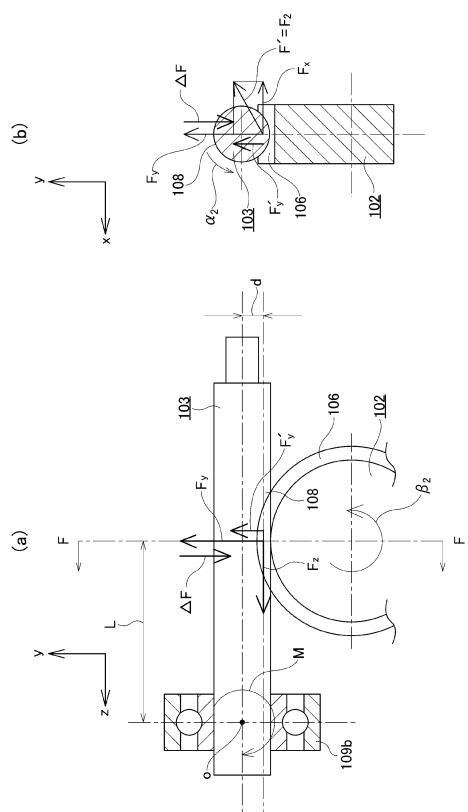
【 図 2 4 】



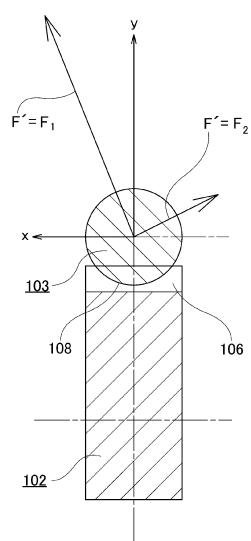
【 図 2 5 】



【 図 26 】



【図27】



10

20

30

40

50