

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6780434号
(P6780434)

(45) 発行日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月19日(2020.10.19)

(51) Int.Cl.

F 1

F 16 H 1/16 (2006.01)

F 16 H 1/16

F 16 H 55/17 (2006.01)

F 16 H 55/17

F 16 H 55/06 (2006.01)

F 16 H 55/06

Z

Z

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2016-204198 (P2016-204198)

(22) 出願日

平成28年10月18日(2016.10.18)

(65) 公開番号

特開2018-66409 (P2018-66409A)

(43) 公開日

平成30年4月26日(2018.4.26)

審査請求日

令和1年6月5日(2019.6.5)

(73) 特許権者 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

特許業務法人貴和特許事務所

(72) 発明者 清田 晴彦

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

審査官 小川 克久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウォーム減速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周面にウォームホイール歯部を有するウォームホイールと、

外周面にウォーム歯部を有し、このウォーム歯部を前記ウォームホイール歯部に噛合させたウォーム軸と、

を備え、

前記ウォームホイールは、内側ホイール素子と、外側ホイール素子とを有するものであり、

前記内側ホイール素子は、円環状に構成され、軸方向側面のうちで外周縁よりも径方向内側に位置する部分に全周に亘り軸方向に凹む状態で設けられた環状凹部と、外周面と前記環状凹部との間に挟まれた部分に設けられた凹凸部とを有すると共に、外周面のうちで軸方向に関して前記凹凸部から外れた軸方向範囲の全体が円筒面部になっており、

前記外側ホイール素子は、合成樹脂製で円環状に構成され、外周面に前記ウォームホイール歯部を有し、前記内側ホイール素子の径方向外端部を全周に亘り包埋していると共に、前記合成樹脂の一部が前記環状凹部と前記凹凸部を構成する凹部とに入り込んでおり、

前記ウォームホイール歯部と前記ウォーム歯部との噛合部の全体が、前記ウォームホイールの径方向に関して前記円筒面部と重畳しており、

前記円筒面部の軸方向に関する幅寸法が、前記ウォーム軸の軸方向に関して前記ウォームホイール歯部と前記ウォーム歯部とが重畳している領域の、前記ウォームホイールの軸方向に関する幅寸法以上になっていると共に、前記ウォームホイールの軸方向に関して、

前記領域の位置する範囲が前記円筒面部の位置する範囲内に収まっている

ウォーム減速機。

【請求項 2】

前記凹凸部が、前記内側ホイール素子の軸方向側面のうちで径方向に関して外周面と前記環状凹部との間に挟まれた部分に設けられた円周方向に関する凹凸部である

請求項 1 に記載したウォーム減速機。

【請求項 3】

前記凹凸部を構成する凹部の軸方向深さが、径方向内側に向かうに従って小さくなっている

請求項 2 に記載したウォーム減速機。

10

【請求項 4】

前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂のうち前記環状凹部に入り込んだ部分が、この環状凹部の内面を構成する外径側周面からこの内面を構成する内径側周面までの連続した範囲を覆っている

請求項 1 ~ 3 のうちの何れか 1 項に記載したウォーム減速機。

【請求項 5】

前記環状凹部及び前記凹凸部が、前記内側ホイール素子の軸方向両側面に設けられている

請求項 1 ~ 4 のうちの何れか 1 項に記載したウォーム減速機。

【請求項 6】

前記内側ホイール素子の表面のうち、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂により覆われる部分のうちの少なくとも一部分が、微細な凹凸面になっている

請求項 1 ~ 5 のうちの何れか 1 項に記載したウォーム減速機。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、芯材となる内側ホイール素子と歯部を有する合成樹脂製の外側ホイール素子とを備えたウォームホイールを含んで構成されるウォーム減速機に関する。

【背景技術】**【0002】**

30

図 10 ~ 15 は、特許文献 1 等に記載されて從来から知られている電動式パワーステアリング装置の 1 例を示している。後端部にステアリングホイール 1 を取り付けられたステアリングシャフト 2 の前端部は、ハウジング 3 内に回転自在に支持されており、このステアリングシャフト 2 により回転駆動される部分にウォームホイール 4 が固定されている。一方、電動モータ 5 の出力軸にはウォーム軸 6 が連結されている。そして、このウォーム軸 6 の軸方向中間部外周面に設けられたウォーム歯部 18 と、前記ウォームホイール 4 の外周面に設けられたウォームホイール歯部 19 とを噛合させる事により、前記電動モータ 5 から前記ウォームホイール 4 に対して、所定方向に所定の大きさの補助トルク（補助動力）を付与する事が可能となっている。

【0003】

40

前記ウォームホイール 4 は、補助トルクの出力部となる出力軸 7 の軸方向中間部に外嵌固定されており、この出力軸 7 と共に回転する。この出力軸 7 は、前記ハウジング 3 内に、軸方向中間部の両端寄り部分を 1 対の転がり軸受 8a、8b により回転のみ可能に支持された状態で、トーションバー 9 を介して、前記ステアリングシャフト 2 の前端部に結合されている。前記電動モータ 5 は、トルクセンサ 10 が検出する、前記ステアリングホイール 1 から前記ステアリングシャフト 2 に加えられる操舵トルクの方向及び大きさに応じて前記ウォーム軸 6 を回転駆動し、前記出力軸 7 に補助トルクを付与する。この出力軸 7 の回転は、1 対の自在継手 11a、11b 及び中間シャフト 12 を介して、ステアリングギヤユニット 13 の入力部となるピニオン軸 14 に伝達され、操舵輪に所望の舵角が付与される。

50

【0004】

又、図示の例の場合、前記ウォームホイール4は、芯材となる金属製の内側ホイール素子15と、合成樹脂製の外側ホイール素子16とを組み合わせて成る。即ち、前記ウォームホイール4は、前記出力軸7に外嵌固定される部分を、金属製で円輪状の前記内側ホイール素子15とし、前記ウォームホイール歯部19を含む部分を、合成樹脂製の前記外側ホイール素子16としている。そして、この様に外側ホイール素子16を合成樹脂製とする事により、前記ウォームホイール4の外周面にウォームホイール歯部19を形成する作業の容易化（低コスト化）、及び、前記ウォーム軸6のウォーム歯部18と前記ウォームホイール4のウォームホイール歯部19との噛合部で発生する歯打ち音の低減を図れる様にしている。

10

【0005】

又、前記外側ホイール素子16は、合成樹脂製であり、射出成形に伴って（インサート成形により）、前記内側ホイール素子15の径方向外端部を全周に亘り包埋している。又、前記内側ホイール素子15の外周面には、円周方向に関する（歯車状の）凹凸部17が設けられており、この凹凸部17を構成する複数の凹部に前記外側ホイール素子16を構成する合成樹脂の一部を入り込ませる事で、前記内側ホイール素子15に対する前記外側ホイール素子16の回転方向の保持力を高めている。

【0006】

上述した様な従来構造の場合には、前記外側ホイール素子16の外周面に設けられたウォームホイール歯部19の製造誤差を低減する面から、改良の余地がある。

20

即ち、上述した従来構造の場合には、前記内側ホイール素子15の外周面上に円周方向に関する凹凸部17を設けると共に、この凹凸部17を構成する複数の凹部に前記外側ホイール素子16を構成する合成樹脂の一部を入り込ませている。この為、前記外側ホイール素子16のうち、前記凹凸部17に対して径方向外側に重畠する部分の径方向の肉厚は、前記ウォームホイール歯部19を構成する複数の歯20、20が位置する部分ごとに、互いに異なった大きさになる場合がある（図14～15参照）。この様な場合には、これら複数の歯20、20が位置する部分ごとに、射出成形時の成形収縮量が異なる（径方向の肉厚が大きい部分（例えば図15のA部）で大きくなり、径方向の肉厚が小さい部分（例えば図15のB部）で小さくなる）為、成形後の前記複数の歯20、20の大きさに差が生じ、この事に起因して、前記ウォームホイール歯部19にピッチ誤差等の製造誤差が生じる可能性がある。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0007】****【特許文献1】特表2013-084613号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

本発明は、上述の様な事情に鑑み、芯材となる内側ホイール素子に対する合成樹脂製の外側ホイール素子の保持力を確保しつつ、この外側ホイール素子の外周面に設けられるウォームホイール歯部のうち、ウォーム歯部と噛合する部分の製造誤差を抑えられる構造を実現すべく発明したものである。

40

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明のウォーム減速機は、外周面にウォームホイール歯部を有するウォームホイールと、外周面にウォーム歯部を有し、このウォーム歯部を前記ウォームホイール歯部に噛合させたウォーム軸とを備える。このうちのウォーム軸は、例えばハウジングに対し回転自在に支持され、又、前記ウォームホイールは、例えば前記ハウジングに対し回転自在に支持された回転軸に外嵌固定される。

前記ウォームホイールは、内側ホイール素子と、外側ホイール素子とを有する。

50

このうちの内側ホイール素子は、円環状に構成され、軸方向側面のうちで外周縁よりも径方向内側に位置する部分に全周に亘り軸方向に凹む状態で設けられた環状凹部と、外周面と前記環状凹部との間に挟まれた部分に設けられた凹凸部とを有すると共に、外周面のうちで軸方向に関して前記凹凸部から外れた軸方向範囲の全体（この外周面の軸方向端縁部に面取り部が設けられる場合には、この面取り部を除く）が円筒面部になっている。尚、前記環状凹部は、例えば、前記内側ホイール素子の軸方向側面の径方向中間部や、この内側ホイール素子の軸方向側面の径方向中間部乃至内端部に設ける事ができる。

又、前記外側ホイール素子は、合成樹脂製で円環状に構成され、外周面に前記ウォームホイール歯部を有し、前記内側ホイール素子の径方向外端部を全周に亘り包埋していると共に、前記合成樹脂の一部が前記環状凹部と前記凹凸部を構成する凹部とに入り込んでいる。10

又、前記ウォームホイール歯部と前記ウォーム歯部との噛合部の全体が、前記ウォームホイールの径方向に関して前記円筒面部と重畳している。換言すれば、前記円筒面部の軸方向に関する幅寸法が、前記噛合部の、前記ウォームホイールの軸方向に関する幅寸法以上になっていると共に、前記ウォームホイールの軸方向に関して、前記噛合部の位置する範囲が前記円筒面部の位置する範囲内に収まっている。

更に、前記円筒面部の軸方向に関する幅寸法が、前記ウォーム軸の軸方向に関して前記ウォームホイール歯部と前記ウォーム歯部とが重畳している領域（前記噛合部を含む領域）の、前記ウォームホイールの軸方向に関する幅寸法以上になっていると共に、前記ウォームホイールの軸方向に関して、前記領域の位置する範囲が前記円筒面部の位置する範囲内に収まっている。20

【0010】

尚、本発明を実施する場合に、前記内側ホイール素子の材料としては、金属を採用できる他、例えば、前記外側ホイール素子の材料よりも耐熱性に優れ、この外側ホイール素子を射出成形する時の熱影響を受けにくい合成樹脂などを採用する（例えば、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂を熱可塑性樹脂とする一方で、前記内側ホイール素子を構成する合成樹脂を熱硬化性樹脂とする）事もできる。

【0011】

本発明のウォーム減速機を実施する場合には、例えば、前記凹凸部が、前記内側ホイール素子の軸方向側面のうちで径方向に関して外周面と前記環状凹部との間に挟まれた部分に設けられた円周方向に関する凹凸部である構成を採用する事ができる。30

この場合には、例えば、前記凹凸部を構成する凹部の軸方向深さが、径方向内側に向かうに従って小さくなっている構成を採用する事ができる。

【0012】

本発明のウォーム減速機を実施する場合には、例えば、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂のうち前記環状凹部に入り込んだ部分が、この環状凹部の内面を構成する外径側周面からこの内面を構成する内径側周面までの連続した範囲を覆っている構成を採用する事ができる。

【0013】

本発明のウォーム減速機を実施する場合には、例えば、前記環状凹部及び前記凹凸部が、前記内側ホイール素子の軸方向両側面に設けられている構成を採用する事ができる。40

【0014】

本発明のウォーム減速機を実施する場合には、例えば、前記内側ホイール素子の表面のうち、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂により覆われる部分のうちの少なくとも一部分（例えば前記円筒面部、前記内側ホイール素子の表面全体）が、ローレット加工、シボ加工（硬質金属の表面に形成された微細な凹凸を成形品の表面に転写する加工）、ショットブラストなどの各種の加工によって形成された、微細な凹凸面になっている構成を採用する事ができる。

この様な構成を採用すれば、前記微細な凹凸面を構成する凹部に前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部が入り込む為、前記内側ホイール素子に対する前記外側ホイー50

ル素子の保持力（密着性）を高める事ができる。

尚、前記微細な凹凸面を構成する凹部の深さは、前記ウォームホイール歯部を構成する歯の径方向高さの1/10以下（好ましくは1/20以下、より好ましくは1/30以下）として、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の体積に余り影響を与えない様にするのが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

上述の様な構成を有する本発明のウォーム減速機によれば、内側ホイール素子に対する合成樹脂製の外側ホイール素子の保持力を確保しつつ、この外側ホイール素子の外周面に設けられるウォームホイール歯部のうち、ウォーム歯部と噛合する部分の製造誤差を抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に関連する参考例の第1例に関する、図12と同様の断面図。

【図2】同じく、ウォーム軸及びウォームホイールのみを取り出して、ウォームホイールの軸方向から見た図。

【図3】同じく、図2のA-A断面図。

【図4】同じく、ウォームホイールに関する図3のB-B断面図。

【図5】同じく、図4のC部拡大図。

【図6】本発明に関連する参考例の第2例に関する、図3と同様の図。

20

【図7】本発明に関連する参考例の第3例に関する、図3と同様の図。

【図8】本発明に関連する参考例の第4例に関する、図3と同様の図。

【図9】本発明の実施の形態の第1例に関する、図3と同様の図。

【図10】電動式パワーステアリング装置の従来構造の1例を示す、部分切断側面図。

【図11】図10の拡大D-D断面図。

【図12】図10の拡大E-E断面図。

【図13】ウォームホイールの断面図。

【図14】図13のF-F断面図。

【図15】図14のG部拡大図。

【発明を実施するための形態】

30

【0017】

[参考例の第1例]

本発明に関連する参考例の第1例に就いて、図1~5により説明する。

尚、本参考例に関する以下の説明中、軸方向に関して「片側」とは、図1及び図3の左側を言い、軸方向に関して「他側」とは、図1及び図3の右側を言う。

又、前後方向は、自動車の前後方向を意味する。

【0018】

図1は、本参考例のウォーム減速機を組み込んだ電動式パワーステアリング装置を示している。後端部にステアリングホイール1(図10参照)を取り付けられたステアリングシャフト2の前端部は、ハウジング3内に回転自在に支持されており、このステアリングシャフト2により回転駆動される部分にウォームホイール4aが固定されている。一方、電動モータ5(図10~12参照)の出力軸にはウォーム軸6が連結されている。そして、このウォーム軸6の軸方向中間部外周面に設けられたウォーム歯部18と、前記ウォームホイール4aの外周面に設けられたウォームホイール歯部19aとを噛合させる事により、前記電動モータ5から前記ウォームホイール4aに対して、所定方向に所定の大きさの補助トルク(補助動力)を付与する事が可能となっている。

40

【0019】

前記ウォームホイール4aは、回転軸である、補助トルクの出力部となる出力軸7の軸方向中間部に外嵌固定されており、この出力軸7と共に回転する。この出力軸7は、前記ハウジング3内に、軸方向中間部の両端寄り部分を1対の転がり軸受8a、8bにより回

50

転のみ可能に支持された状態で、トーションバー9を介して、前記ステアリングシャフト2の前端部に結合されている。前記電動モータ5は、トルクセンサ10が検出する、前記ステアリングホイール1から前記ステアリングシャフト2に加えられる操舵トルクの方向及び大きさに応じて前記ウォーム軸6を回転駆動し、前記出力軸7に補助トルクを付与する。この出力軸7の回転は、1対の自在継手11a、11b及び中間シャフト12を介して、ステアリングギヤユニット13の入力部となるピニオン軸14(図10参照)に伝達され、操舵輪に所望の舵角が付与される。

【0020】

前記ウォームホイール4aは、内側ホイール素子15aと、外側ホイール素子16aとを組み合わせて成る。

10

【0021】

前記内側ホイール素子15aは、金属製であり、断面コ字形の円環状(略円輪状)に造られている。この様な内側ホイール素子15aは、径方向中央部に、前記出力軸7の軸方向中間部をトルク伝達を可能に内嵌固定する為の嵌合孔21を有している。又、前記内側ホイール素子15aの軸方向片側面の径方向中間部には、全周に亘り、軸方向に凹む状態で環状凹部22が設けられている。この環状凹部22の内面を構成する外径側周面23及び内径側周面25は、それぞれ前記内側ホイール素子15aの中心軸に対して傾斜していない円筒面状に形成されている。又、前記環状凹部22の内面を構成する底面24は、前記内側ホイール素子15aの中心軸に対して直交する円輪面状に形成されている。又、前記外径側周面23の軸方向他端寄り部分には、全周に亘り、径方向外方に凹む状態で副凹部26が設けられている。

20

【0022】

又、前記内側ホイール素子15aの軸方向他側面の径方向外端寄り部分には、全周に亘り、環状凹部22aが設けられている。この環状凹部22aの径方向に関する幅寸法及び軸方向に関する深さ寸法は、それぞれ前記内側ホイール素子15aの軸方向片側面に設けられた環状凹部22に比べて、小さくなっている。又、前記環状凹部22aの内面を構成する外径側周面23aは、前記内側ホイール素子15aの中心軸に対して傾斜していない円筒面状に形成されている。又、前記環状凹部22aの内面を構成する内径側周面25aは、前記環状凹部22aの軸方向開口側である軸方向他側に向かう程、この環状凹部22aの径方向に関する幅寸法が大きくなる方向である径方向内側に向かう方向に傾斜した部分円すい面状に形成されている。又、前記環状凹部22aの内面を構成する底面24aは、前記内側ホイール素子15aの中心軸に対して直交する円輪面状に形成されている。

30

【0023】

又、前記内側ホイール素子15aの軸方向片側面のうちで、径方向に関して外周面と前記環状凹部22との間に挟まれた部分には、全周に亘り、円周方向に関して凹部28と凸部29とを交互に(更には等ピッチに)配置して成る、円周方向に関する(側歯車状の)凹凸部27が設けられている。この凹凸部27を構成する各凹部28の底面は、前記内側ホイール素子15aの中心軸に対して直交する方向(放射方向)に形成されている。又、前記凹凸部27を構成する各凹部28は、前記内側ホイール素子15aの軸方向片側面に開口している事に加えて、この内側ホイール素子15aの外周面、及び、前記環状凹部22の内面を構成する外径側周面23にも、開口している。

40

【0024】

又、前記内側ホイール素子15aは、外周面のうちで、軸方向に関して前記凹凸部27から外れた軸方向範囲(軸方向中間部及び他端部)の全体(軸方向端縁部に面取り部が設けられる場合には、この面取り部を除く)が、前記内側ホイール素子15aの中心軸からの径方向距離が全周に亘り実質的に変化しない円筒面部30になっている。本参考例の場合、この円筒面部30は、前記ウォームホイール4aの中心軸と平行な母線を有し、軸方向に関して直径が変化しない単一円筒面状に形成されている。

【0025】

又、本参考例の場合、別な言い方をすれば、前記内側ホイール素子15aは、互いに同

50

心に配置された内径側環状部31及び外径側環状部32と、これら内径側環状部31の外周面と外径側環状部32の内周面とを連結する円輪状の連結部33とを備えている。そして、この連結部33の軸方向片側面と前記内径側環状部31の外周面と前記外径側環状部32の内周面とにより三方を囲まれた部分が前記環状凹部22になっており、前記外径側環状部32の軸方向他側面と前記連結部33の軸方向他側面とに跨る位置に前記環状凹部22aが設けられている。又、前記外径側環状部32の軸方向片側面が前記凹凸部27になつてあり、この外径側環状部32の外周面の軸方向中間部及び他端部が前記円筒面部30になつてゐる。

【0026】

尚、前記内側ホイール素子15aを構成する金属としては、鉄鋼等の鉄合金の他、銅合金、アルミニウム合金、マグネシウム合金等の各種の金属を採用する事ができる。又、前記内側ホイール素子15aを成形する為の加工としては、各種の切削加工や塑性加工を採用する事ができる。但し、歩留まり良く低成本に成形するには、塑性加工（鍛造、プレス、フローフォーミング等）を採用するのが好ましい。

【0027】

前記外側ホイール素子16aは、合成樹脂を射出成形する事により造られたもので、この射出成形に伴つて（インサート成形により）、断面L字形に形成された前記内側ホイール素子15aの径方向外端部を、全周に亘り包埋している。この状態で、前記合成樹脂の一部は、前記環状凹部22の径方向外端部と、前記副凹部26の全体と、前記環状凹部22aの全体と、前記凹凸部27を構成する各凹部28の全体とに入り込んでいる。そして、前記合成樹脂のうち前記環状凹部22に入り込んだ部分が円環状の抑え部34を構成している。又、前記合成樹脂のうち前記副凹部26に入り込んだ部分が円環状の副抑え部35を構成している。又、前記合成樹脂のうち前記環状凹部22aに入り込んだ部分が円環状の抑え部34aを構成している。更に、前記合成樹脂のうち前記凹凸部27を構成する各凹部28に入り込んで、前記凹凸部27の表面全体を覆った部分が、この凹凸部27と係合する（この凹凸部27と合致する形状を有する）回転保持部36を構成している。

【0028】

又、前記外側ホイール素子16aの外周面には、ウォームホイール歯部19aが形成されている。このウォームホイール歯部19aの軸方向中間部は、前記円筒面部30と径方向に重畠している。又、図示は省略するが、前記ウォームホイール歯部19aを構成する複数の歯20a、20aの形成方向は、前記ウォームホイール4aの軸方向に対して傾斜している。又、本参考例の場合、このウォームホイール歯部19aの歯先円の直径及び歯底円の直径は、それぞれ軸方向に関して変化していない。

【0029】

本参考例の場合、前記外側ホイール素子16aを射出成形により造るのと同時に、この外側ホイール素子16aを前記内側ホイール素子15aに対して結合する、インサート成形を実施する際には、例えば、前記内側ホイール素子15aを金型にセットする事により、これら内側ホイール素子15aの径方向外端部と金型の内面との間に円環状のキャビティ（前記外側ホイール素子16aが成形される空間）を形成すると共に、このキャビティの軸方向他側の径方向内端部にディスクゲートの径方向外端部を位置させる。そして、このディスクゲートを通じて、前記キャビティ内に合成樹脂を送り込む事により前記外側ホイール素子16aを成形する事ができる。

【0030】

尚、前記外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂としては、ポリアミド66（PA66）の他、ポリアミド46（PA46）、ポリアミド9T（PA9T）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリアセタール（POM）等の各種の合成樹脂を採用する事ができる。又、これらの合成樹脂には、必要に応じて、ガラス纖維、ポリエチレン纖維、カーボン纖維、アラミド纖維等の各種の強化纖維を混入する事ができる。

【0031】

10

20

30

40

50

又、本参考例の場合には、前記ウォーム減速機を組み立てた状態で、前記ウォーム歯部18と前記ウォームホイール歯部19aとの噛合部37（図3に斜格子を付した部分）の全体を、前記内側ホイール素子15aの外周面に存在する前記円筒面部30と径方向に重畠させる構成を採用している。この為に、前記円筒面部30の軸方向幅寸法Tを、前記噛合部37の軸方向幅寸法S以上{ $T > S$ （図3に示した例では $T > S$ ）}にすると共に、前記噛合部37の位置する軸方向範囲を、前記円筒面部30の位置する軸方向範囲内に収めている。別な言い方をすれば、本参考例の場合には、前記内側ホイール素子15aの外周面のうち、少なくとも前記噛合部37の全体と径方向に重畠する軸方向範囲が、前記円筒面部30になっている。

【0032】

10

上述の様に構成する本参考例のウォーム減速機によれば、金属製の内側ホイール素子15aに対する合成樹脂製の外側ホイール素子16aの保持力を確保しつつ、この外側ホイール素子16aの外周面に設けられるウォームホイール歯部19aのうち、ウォーム歯部18と噛合する部分の製造誤差を抑えられる。この点に就いて、以下に説明する。

【0033】

前記ウォームホイール4aを通じて前記出力軸7に補助トルクを付与する際には、前記ウォームホイール4aのウォームホイール歯部19aと前記ウォーム歯部18との噛合部37に作用する噛み合い反力の軸方向成分に基づいて、前記ウォームホイール4aに対し、図3に矢印で示す様に、倒れ方向のモーメントMが加わる。

【0034】

20

これに対して、本参考例の場合には、前記内側ホイール素子15aの軸方向両側面に、全周に亘り環状凹部22、22aが設けられている。これと共に、このうちの環状凹部22の内面を構成する外径側周面23に全周に亘り副凹部26が設けられている。そして、前記外側ホイール素子16aは、前記内側ホイール素子15aの径方向外端部を全周に亘り包埋していると共に、前記外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂の一部が、前記環状凹部22の径方向外端部と前記環状凹部22aの全体と前記副凹部26の全体とに入り込んで、これら各箇所に入り込んだ部分が、それぞれ円環状の抑え部34、34a及び副抑え部35を構成している。この為、本参考例の場合には、前記内側ホイール素子15aに対する前記外側ホイール素子16aの前記モーメントM方向の保持力を確保できる。

【0035】

30

尚、本参考例の場合には、前記環状凹部22aの内面を構成する内径側周面25aを前述した部分円すい面状に形成すると共に、この内面を構成する外径側周面23aを円筒面状に形成している。この為、前述した様に外側ホイール素子16aを射出成形する際には、前記ディスクゲートから前記キャビティ内に送り込まれた合成樹脂を、流れを乱す事なく、前記内径側周面（部分円すい面）25aに沿って前記環状凹部22aに入り込む事ができる。これと共に、前記外側ホイール素子16aを構成する抑え部34aと前記外径側周面（円筒面）23aとの係合強度を大きくして、前記モーメントM方向の保持力を高める事ができる。

【0036】

40

又、本参考例の場合には、前記内側ホイール素子15aの軸方向片側面の径方向外端部に円周方向に関する凹凸部27が設けられていると共に、前記外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂の一部が、前記凹凸部27を構成する各凹部28の全体に入り込んで、前記凹凸部27の表面全体を覆う事により、この凹凸部27と係合する回転保持部36を構成している。この為、本参考例の場合には、前記内側ホイール素子15aに対する前記外側ホイール素子16aの回転方向の保持力を確保できる。

【0037】

又、本参考例の場合には、前記内側ホイール素子15aの外周面のうち、少なくとも前記噛合部37の全体と径方向に重畠する部分が、前記円筒面部30になっている。この為、前記外側ホイール素子16aのうち、この円筒面部30に対して径方向外側に重畠する部分の径方向の肉厚は、前記ウォームホイール歯部19aを構成する複数の歯20a、2

50

0 a が位置する部分で、互いにほぼ（実質的に）等しくなっている。

【0038】

更に、本参考例の場合、前記外側ホイール素子16 a の外周面に設けられたウォームホイール歯部19 a の歯先円の直径及び歯底円の直径は、それぞれ軸方向に関して変化していない。この為、本参考例の場合には、前記外側ホイール素子16 a のうち、前記内側ホイール素子15 a の外周面に設けられた円筒面部30 に対して径方向外側に重畠する部分の径方向の肉厚は、軸方向の全長に亘り、前記ウォームホイール歯部19 a を構成する複数の歯20 a、20 a が位置する部分で、互いにほぼ等しくなっている。

【0039】

従って、本参考例の場合、前記外側ホイール素子16 a のうち、少なくとも前記内側ホイール素子15 a の外周面に設けられた円筒面部30 に対して径方向外側に重畠する部分に関しては、図5に示す様に、前記複数の歯20 a、20 a が位置する部分の射出成形時の成形収縮量を互いにほぼ等しくする事ができる。この結果、成形後の前記複数の歯20 a、20 a の大きさ（径方向の厚さ）をほぼ等しくする事ができ、この事に起因して、前記ウォームホイール歯部19 a に関するピッチ誤差等の製造誤差を抑えられる。10

【0040】

又、本参考例の場合には、前記ウォーム減速機を組み立てた状態で、前記ウォーム歯部18と前記ウォームホイール歯部19 aとの噛合部37の全体を、前記円筒面部30と径方向に重畠させている。つまり、本参考例の場合には、前記ウォームホイール歯部19 a のうちで、前記ウォーム歯部18を噛合させる部分の製造誤差を抑えられる。この為、前記噛合部37の噛合状態を良好にする事ができる。20

【0041】

[参考例の第2例]

本発明に関連する参考例の第2例に就いて、図6により説明する。

本参考例は、上述の図1～5に示した参考例の第1例の変形例である。

【0042】

本参考例の場合には、ウォームホイール4 b を構成する内側ホイール素子15 b の軸方向他側面の構成が、上述した参考例の第1例の場合と異なる。即ち、本参考例の場合には、ウォームホイール4 b を構成する内側ホイール素子15 b の軸方向他側面にも、この内側ホイール素子15 b の軸方向片側面に存在する環状凹部22 及び凹凸部27 と同様の構成を有する、環状凹部22 b（外径側周面23 b、底面24 b、内径側周面25 b）及び凹凸部27 a（複数ずつの凹部28 a、凸部29 a）が設けられている。30

【0043】

そして、外側ホイール素子16 b を構成する合成樹脂の一部を、前記環状凹部22 b の径方向外端部に入り込ませて、この環状凹部22 b に入り込んだ部分を円環状の抑え部34 b としている。これと共に、前記外側ホイール素子16 b を構成する合成樹脂の一部を、前記凹凸部27 a を構成する各凹部28 a の全体に入り込ませて、前記凹凸部27 a の表面全体を覆う事により、この凹凸部27 a と係合する回転保持部36 a としている。そして、この様な構成を採用する事により、前記内側ホイール素子15 b に対する前記外側ホイール素子16 b の、モーメントM方向及び回転方向の保持力を高めている。40

【0044】

尚、本参考例の場合には、前記環状凹部22 の内面に副凹部を設けていないが、本参考例を実施する場合も、この副凹部を前記環状凹部22（22 b）の内面に設けると共に、この副凹部に前記合成樹脂の一部を入れ込ませる事もできる。

その他の構成及び作用は、上述した参考例の第1例の場合と同様である。

【0045】

[参考例の第3例]

本発明に関連する参考例の第3例に就いて、図7により説明する。

本参考例は、上述の図6に示した参考例の第2例の変形例である。

【0046】

本参考例の場合には、ウォームホイール4cを構成する内側ホイール素子15cの軸方向両側面の径方向外端部に設けられた凹凸部27b、27cの構成が、上述した参考例の第2例の場合と異なる。即ち、本参考例の場合には、前記両凹凸部27b、27cを構成する各凹部28b、28cの軸方向深さ（各凸部29a、29bの軸方向高さ）を、径方向内側に向かうに従って小さくしている。これにより、前記各凹部28b、28cの軸方向深さ（前記各凸部29a、29bの軸方向高さ）を、径方向外端縁部では上述した参考例の第2例の場合と同じ大きさとする一方で、径方向内端縁部では上述した参考例の第2例の場合よりも小さく（図示の例ではゼロに）している。

【0047】

そして、この様な構成を採用する事により、前記各凹部28b、28cの容積を小さくする事によって、前記両凹凸部27b、27cを塑性加工で成形する場合の成形荷重を低く抑えられる様にし、製造コストの低減を図っている。又、1対の環状凹部22、22bの内面を構成する外径側周面23、23bに対する前記各凹部28b、28cの径方向内端部の開口面積を、上述した参考例の第2例の場合よりも小さく（図示の例ではゼロに）する事により、前記両外径側周面23、23bと外側ホイール素子16cを構成する1対の抑え部34、34bとの係合面積を大きくする事で、前記内側ホイール素子15cに対する前記外側ホイール素子16cの、モーメントM方向の保持力を高めている。

その他の構成及び作用は、上述した参考例の第2例の場合と同様である。

【0048】

[参考例の第4例]

本発明に関連する参考例の第4例に就いて、図8により説明する。

本参考例は、上述の図6に示した参考例の第2例の変形例である。

【0049】

本参考例の場合には、ウォームホイール4dを構成する外側ホイール素子16dの構成が、上述した参考例の第2例の場合と異なる。

即ち、本参考例の場合には、前記外側ホイール素子16dを構成する1対の抑え部34c、34dにより、内側ホイール素子15dに設けられた1対の環状凹部22、22bの内面を構成する外径側周面23、23bから、これらの内面を構成する内径側周面25、25bまでの連続した範囲（これらの内面全体）を覆っている。そして、この様な構成を採用する事により、前記内側ホイール素子15dに対する前記外側ホイール素子16dの、モーメントM方向の保持力を高めている。

その他の構成及び作用は、上述した参考例の第2例の場合と同様である。

【0050】

[実施の形態の第1例]

本発明の実施の形態の第1例に就いて、図9により説明する。

本例は、上述の図6に示した参考例の第2例の変形例である。

【0051】

本例の場合には、ウォームホイール4eを構成する内側ホイール素子15eの径方向外端部（外径側環状部32a、円筒面部30a）の軸方向寸法を、上述した参考例の第2例の場合よりも大きくしている。これにより、ウォーム減速機を組み立てた状態で、前記内側ホイール素子15eの外周面上に存在する円筒面部30aの軸方向に関する幅寸法Tが、ウォーム軸6の軸方向に関してウォーム歯部18とウォームホイール歯部19aとが重畳している領域38（噛合部37を含む領域であり、図9に於いて、上側の破線で表された直線と下側の実線で表された円弧曲線とにより囲まれた弓形の領域）の、前記ウォームホイール4eの軸方向に関する幅寸法U以上{ T > U }（図3に示した例では T > U ）になつていると共に、前記ウォームホイール4eの軸方向に関して、前記領域38の位置する範囲が、前記円筒面部30aの位置する範囲内に収まる様にしている。

【0052】

前記ウォーム減速機の使用に伴い、前記ウォーム歯部18と前記ウォームホイール歯部19aとの噛合部37で摩耗が生じると、この噛合部37の軸方向幅寸法Sが増大する。

10

20

30

40

50

但し、この噛合部 37 は、前記領域 38 内に存在する部位である為、この噛合部 37 の軸方向幅寸法 S が増大したとしても、その最大値は、前記領域 38 の軸方向幅寸法 U にとどまり、この領域 38 の軸方向幅寸法 U を超える事はない。つまり、前記ウォームホイール 4e の軸方向に関して、前記噛合部 37 が、前記領域 38 の外側にはみ出す事はない。従つて、上述の様な構成を採用している本例の場合には、前記噛合部 37 で摩耗が生じる事により、この噛合部 37 の軸方向幅寸法 S が増大したとしても、この噛合部 37 の全体が前記円筒面部 30a と径方向に重畠している状態を保持する事ができ、前記噛合部 37 の噛合状態を良好に保つ事ができる。

その他の構成及び作用は、上述した参考例の第 2 例の場合と同様である。

【0053】

尚、本発明を実施する場合には、上述した実施の形態及び各参考例の構成を適宜組み合わせて実施する事ができる。

【0054】

又、上述した実施の形態及び各参考例では、内側ホイール素子を金属製としたが、本発明を実施する場合には、例えば内側ホイール素子を、外側ホイール素子を構成する合成樹脂よりも耐熱性の優れた合成樹脂製とする事もできる。この場合でも、上述した実施の形態及び各参考例の場合と同様の効果を得られる。

【0055】

又、上述した実施の形態及び各参考例の構造に於いて、内側ホイール素子の表面のうち、外側ホイール素子を構成する合成樹脂により覆われる部分のうちの少なくとも一部分（例えば前記円筒面部、前記内側ホイール素子の表面全体）を、ローレット加工、シボ加工、ショットブラストなどの各種の加工によって形成された、微細な凹凸面とすれば、この微細な凹凸面を構成する凹部に前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部が入り込む為、前記内側ホイール素子に対する前記外側ホイール素子の保持力（密着性）を高める事ができる。尚、この様な構成を採用する場合でも、前記微細な凹凸面を構成する凹部の深さを、前記ウォームホイール歯部を構成する歯の径方向高さの 1/10 以下（例えば 1/20 以下や 1/30 以下）として、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の体積に余り影響を与えなければ、ウォームホイール歯部のうちウォーム歯部と噛合する部分の製造誤差を抑えられる。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明のウォームホイール及びウォーム減速機は、電動式パワーステアリング装置に限らず、ワイパー装置等の各種の機械装置に組み込んで使用する事ができる。

【符号の説明】

【0057】

- 1 ステアリングホイール
- 2 ステアリングシャフト
- 3 ハウジング
- 4、4a～4e ウォームホイール
- 5 電動モータ
- 6 ウォーム軸
- 7 出力軸
- 8a、8b 転がり軸受
- 9 トーションバー
- 10 トルクセンサ
- 11a、11b 自在継手
- 12 中間シャフト
- 13 ステアリングギヤユニット
- 14 ピニオン軸
- 15、15a～15e 内側ホイール素子

10

20

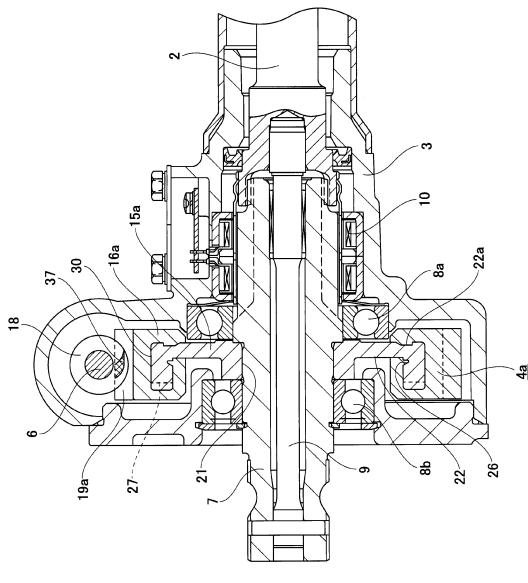
30

40

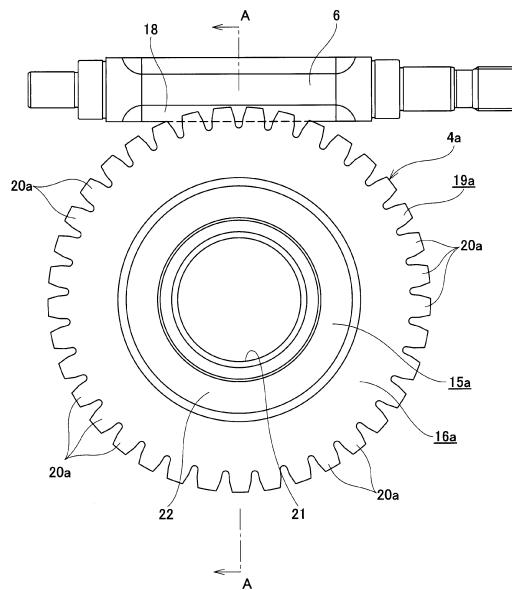
50

- 1 6、1 6 a ~ 1 6 e 外側ホイール素子
1 7 凹凸部
1 8 ウォーム歯部
1 9、1 9 a ウォームホイール歯部
2 0、2 0 a 歯
2 1 嵌合孔
2 2、2 2 a、2 2 b 環状凹部
2 3、2 3 a、2 3 b 外径側周面
2 4、2 4 a、2 4 b 底面
2 5、2 5 a、2 5 b 内径側周面
2 6 副凹部
2 7、2 7 a ~ 2 7 c 凹凸部
2 8、2 8 a ~ 2 8 c 凹部
2 9、2 9 a ~ 2 9 c 凸部
3 0、3 0 a 円筒面部
3 1 内径側環状部
3 2、3 2 a 外径側環状部
3 3 連結部
3 4、3 4 a ~ 3 4 d 抑え部
3 5 副抑え部
3 6、3 6 a 回転保持部
3 7 噫合部
3 8 領域

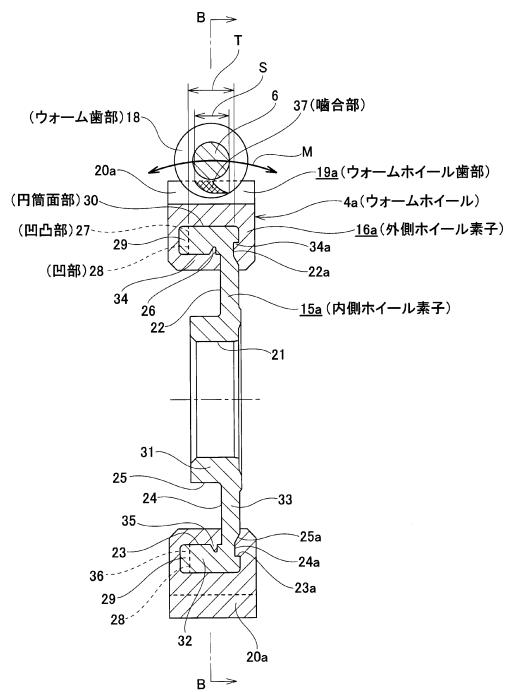
【 図 1 】



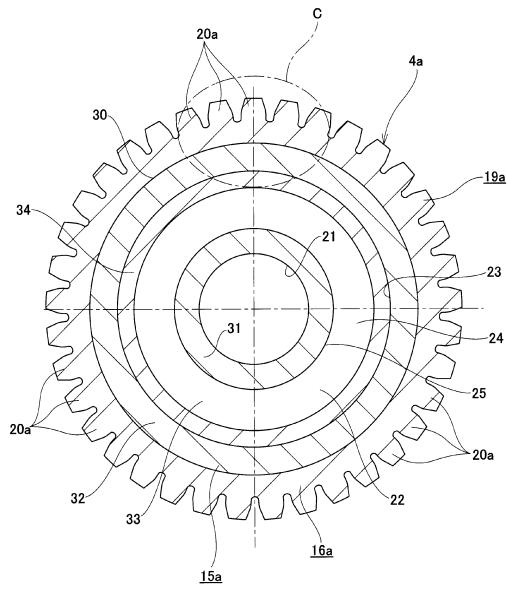
【 図 2 】



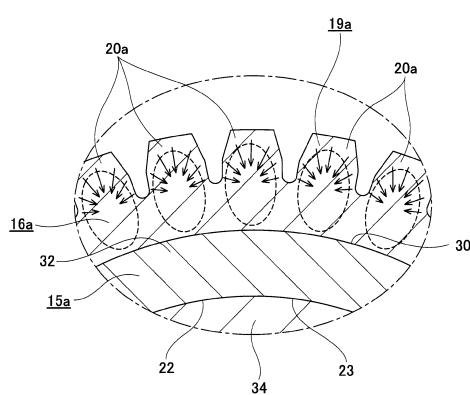
【図3】



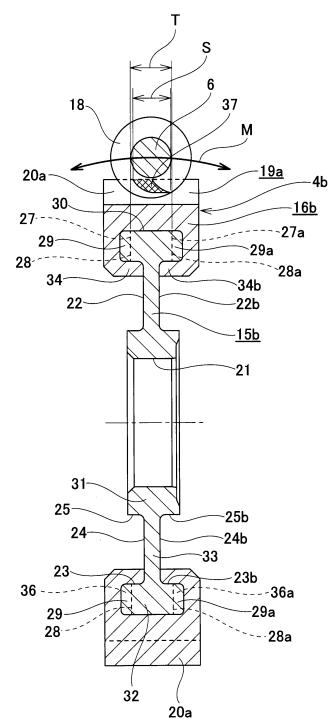
【図4】



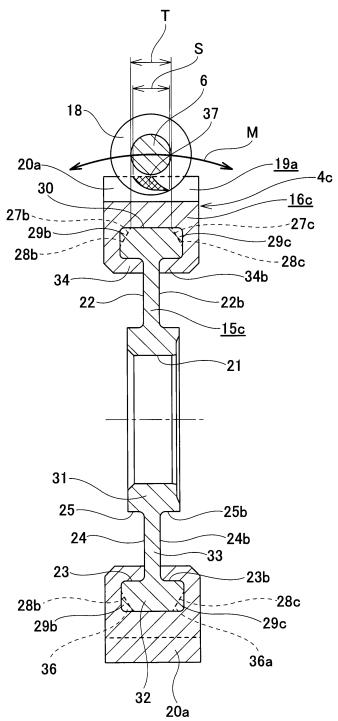
【図5】



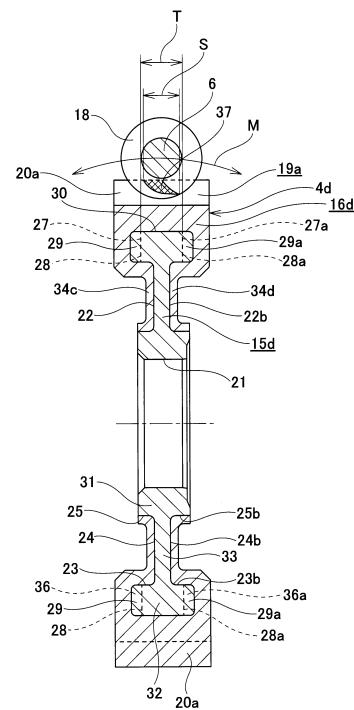
【図6】



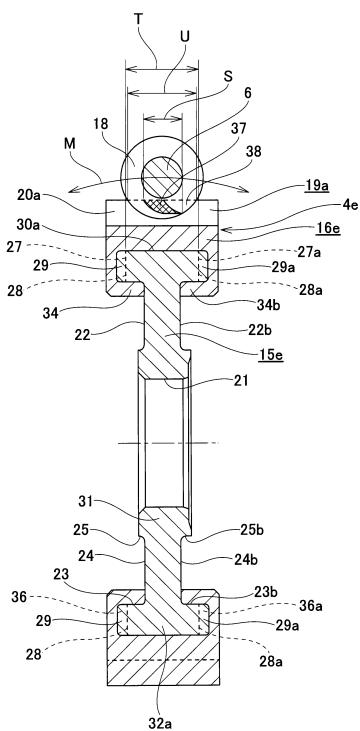
【 図 7 】



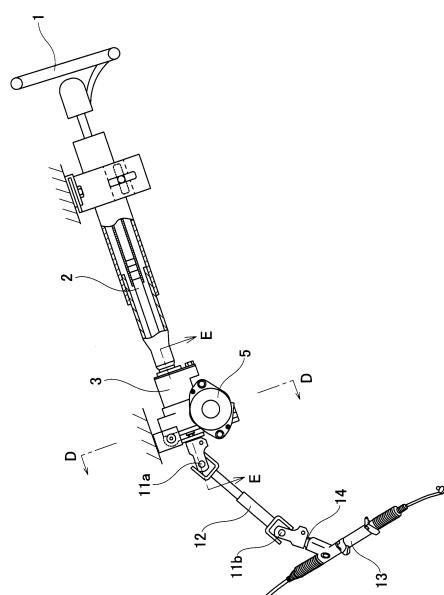
【 四 8 】



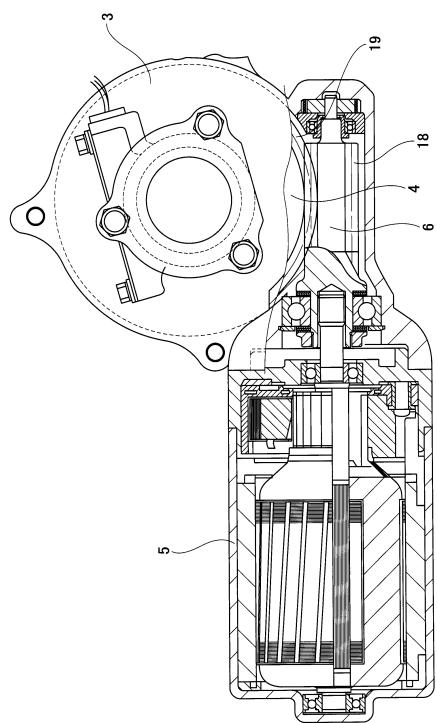
【図9】



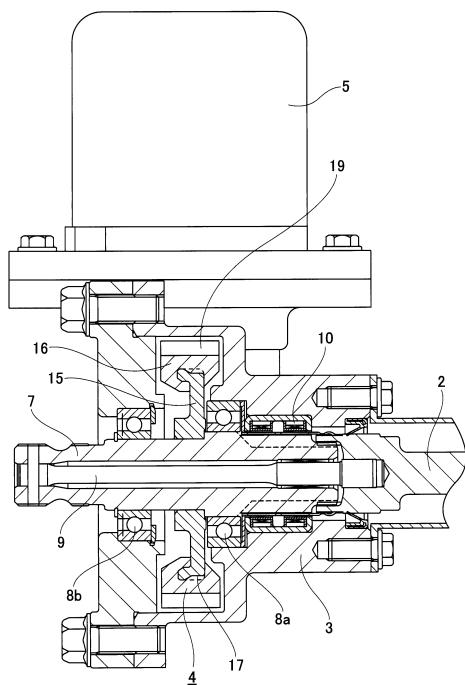
【図10】



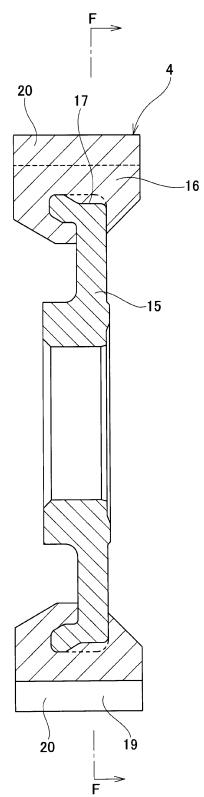
【図11】



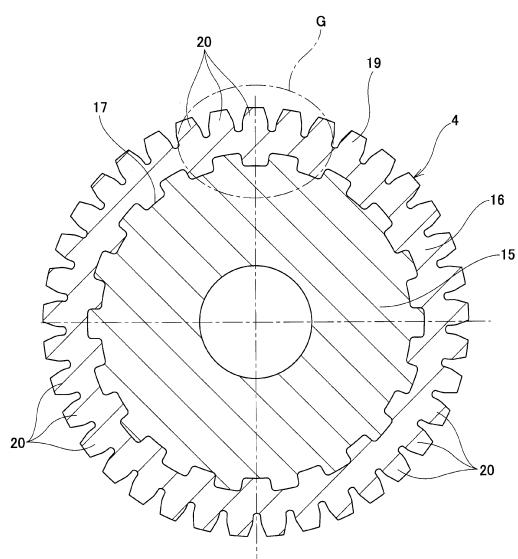
【図12】



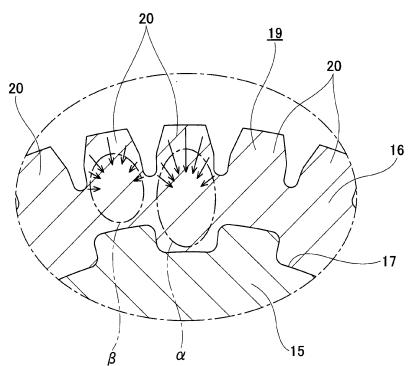
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-329217(JP,A)
特開2010-014253(JP,A)
国際公開第2013/073313(WO,A1)
特開平07-042813(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 1/16

F16H 55/06

F16H 55/17