

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6547895号
(P6547895)

(45) 発行日 令和1年7月24日 (2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日 (2019.7.5)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 H 55/22 (2006.01)	F 1 6 H 55/22
F 1 6 H 55/06 (2006.01)	F 1 6 H 55/06
F 1 6 H 1/16 (2006.01)	F 1 6 H 1/16 Z

請求項の数 14 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2018-500155 (P2018-500155)	(73) 特許権者	000004204
(86) (22) 出願日	平成29年2月15日 (2017.2.15)		日本精工株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/005521		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(87) 国際公開番号	W02017/141965	(74) 代理人	110002000
(87) 国際公開日	平成29年8月24日 (2017.8.24)		特許業務法人栄光特許事務所
審査請求日	平成30年7月31日 (2018.7.31)	(72) 発明者	清田 晴彦
(31) 優先権主張番号	特願2016-26543 (P2016-26543)		群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内
(32) 優先日	平成28年2月16日 (2016.2.16)	(72) 発明者	山本 武士
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2016-204201 (P2016-204201)	(72) 発明者	安田 要
(32) 優先日	平成28年10月18日 (2016.10.18)		群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウォームホイール及びウォーム減速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内側ホイール素子と、外側ホイール素子とを備え、

前記内側ホイール素子は、金属製で円環状に構成された金属芯材と、合成樹脂製で円環状に構成されると共に、前記金属芯材の外周部を包埋した樹脂芯材とから成り、

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、外周面にウォームホイール歯部を有し、前記樹脂芯材の外周部を包埋してあり、

前記外側ホイール素子の内径寸法が、前記金属芯材の外径寸法よりも小さい
ウォームホイール。

【請求項2】

前記金属芯材は、金属環状部と、前記金属環状部の外周面の軸方向一部分から径方向外側に向け延出する金属フランジ部とを備えており、

前記樹脂芯材は、前記金属フランジ部を包埋している

請求項1に記載したウォームホイール。

【請求項3】

前記金属フランジ部の円周方向1乃至複数箇所に欠肉部が設けられており、

前記樹脂芯材を構成する合成樹脂の一部が前記欠肉部に入り込んでいる

請求項2に記載したウォームホイール。

【請求項4】

前記金属フランジ部の軸方向側面には、少なくとも1つの前記欠肉部に隣接する部分に

10

20

、軸方向に突出する突出部が設けられている

請求項3に記載したウォームホイール。

【請求項5】

前記金属環状部の外周面に円周方向に関する金属凹凸部が設けられており、
前記樹脂芯材を構成する合成樹脂の一部が前記金属凹凸部を構成する凹部に入り込んでいる

請求項2～4のうちの何れか1項に記載したウォームホイール。

【請求項6】

前記樹脂芯材の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互
り軸方向に凹む状態で環状凹部が設けられており、

前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部が、前記環状凹部に入り込んでいる

請求項1～5のうちの何れか1項に記載したウォームホイール。

【請求項7】

前記樹脂芯材の表面に円周方向に関する樹脂凹凸部が設けられており、
前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部が、前記樹脂凹凸部を構成する凹部に
入り込んでいる

請求項1～6のうちの何れか1項に記載したウォームホイール。

【請求項8】

前記樹脂芯材の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互
り軸方向に凹む状態で環状凹部が設けられており、

前記樹脂凹凸部が、前記環状凹部の内面に設けられている

請求項7に記載したウォームホイール。

【請求項9】

前記樹脂芯材の外周面のうちの少なくとも一部の軸方向範囲が円筒面部になっている

請求項1～8のうちの何れか1項に記載したウォームホイール。

【請求項10】

前記樹脂芯材の表面のうち、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1～9のうちの何れか1項に記載したウォームホイール。

【請求項11】

ハウジングと、

前記ハウジングに対し回転自在に支持された回転軸と、

外周面にウォームホイール歯部を有し、前記回転軸に外嵌固定されたウォームホイール
と、

外周面の軸方向中間部にウォーム歯部を有し、該ウォーム歯部を前記ウォームホイール
歯部に噛み合わせた状態で、前記ハウジングに対し回転自在に支持されたウォーム軸と、を
備えたウォーム減速機であって、

前記ウォームホイールが請求項1～10のうちの何れか1項に記載したウォームホイールである事を特徴とするウォーム減速機。

【請求項12】

前記ウォームホイールを構成する樹脂芯材の外周面のうちで、前記ウォームホイール歯
部と前記ウォーム歯部との噛み合部のうちの少なくとも軸方向一部分と径方向に重畳する軸
方向範囲が円筒面部になっている

請求項11に記載したウォーム減速機。

【請求項13】

前記樹脂芯材の外周面のうちで、前記噛み合部の全体と径方向に重畳する軸方向範囲が前
記円筒面部になっている

請求項12に記載したウォーム減速機。

【請求項14】

前記樹脂芯材の外周面の全体が前記円筒面部になっている

10

20

30

40

50

請求項12又は13に記載したウォーム減速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属製部分と合成樹脂製部分とを組み合わせるウォームホイールと、ウォームホイールを含んで構成されるウォーム減速機とに関する。

【背景技術】

【0002】

図22～27は、特許文献1等に記載されている従来の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が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、ステアリングシャフト2により回転駆動される部分にはウォームホイール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、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、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（歯20、20）とを噛み合わせる事により、電動モータ5からウォームホイール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）を付与する事ができる。

【0003】

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、出力軸7と共に回転する。出力軸7は、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、ステアリングシャフト2の前端部に結合されている。電動モータ5は、トルクセンサ10が検出する、ステアリングホイール1からステアリングシャフト2に加えられる操舵トルク（方向及び大きさ）に応じてウォーム軸6を回転駆動し、出力軸7に補助トルクを付与する。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。

【0004】

又、図示の例の場合、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、歯部形成体となる合成樹脂製の外側ホイール素子16とを組み合わせる。即ち、ウォームホイール4は、出力軸7に外嵌固定される部分を、金属製で円輪状の内側ホイール素子15とし、ウォームホイール歯部19を含む部分を、合成樹脂製の外側ホイール素子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、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、ウォーム軸6のウォーム歯部18とウォームホイール4のウォームホイール歯部19との噛み合わせ部で発生する歯打ち音の低減を図れる様にしている。

【0005】

又、合成樹脂製の外側ホイール素子16は、射出成形に伴って（インサート成形により）、内側ホイール素子15の径方向外端部を全周に互に包埋している。又、内側ホイール素子15の外周面には、円周方向に関する（外歯歯車状の）凹凸部17が設けられており、凹凸部17を構成する複数の凹部に外側ホイール素子16を構成する合成樹脂の一部を入り込ませる事で、内側ホイール素子15に対する外側ホイール素子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、ウォームホイール4の軽量化を図る面から、改良の余地がある。

即ち、上述した従来構造の場合には、内側ホイール素子15全体を金属製としている為、ウォームホイール4の重量が嵩み易い。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【0007】

【特許文献1】国際公開第2013/084613号

【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、金属製部分と合成樹脂製部分とを組み合わせるウォームホイールに関して、軽量化を図れる構造を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の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備える。

10

内側ホイール素子は、金属製で円環状に構成された金属芯材と、合成樹脂製で円環状に構成されると共に、前記金属芯材の外周部を包埋した樹脂芯材とから成る。

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ると共に、前記樹脂芯材の外周部を包埋しており、且つ、外周面にウォームホイール歯部を有している。

【0010】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記外側ホイール素子の内径寸法が、前記金属芯材の外径寸法よりも小さい構成を採用する事ができる。

【0011】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記金属芯材は、金属環状部と、前記金属環状部の外周面の軸方向一部分から径方向外側に向け延出する金属フランジ部とを備えている構成を採用する事ができる。そして、前記樹脂芯材は、前記金属フランジ部を包埋している構成を採用する事ができる。

20

【0012】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記金属フランジ部の円周方向1乃至複数箇所に欠肉部（例えば、前記金属フランジ部の外周縁に開口する切り欠き、前記金属フランジ部を軸方向に貫通する透孔、前記金属フランジ部の軸方向側面に開口する凹部）が設けられている構成を採用する事ができる。そして、前記樹脂芯材を構成する合成樹脂の一部が前記欠肉部に入り込んでいる構成を採用する事ができる。

又、この場合には、例えば、前記金属フランジ部の軸方向側面には、少なくとも1つの前記欠肉部に隣接する部分に、軸方向に突出する突出部が設けられている構成を採用する事ができる。

30

【0013】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記金属環状部の外周面に円周方向に関する金属凹凸部が設けられている構成を採用する事ができる。そして、前記樹脂芯材を構成する合成樹脂の一部が前記金属凹凸部を構成する凹部に入り込んでいる構成を採用する事ができる。

【0014】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記樹脂芯材の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環状凹部が設けられていると共に、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部が、前記環状凹部に入り込んでいる構成を採用する事ができる。尚、前記環状凹部は、例えば、前記樹脂芯材の軸方向側面の径方向中間部や、この樹脂芯材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。

40

【0015】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記樹脂芯材の表面に円周方向に関する樹脂凹凸部が設けられていると共に、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部が、前記樹脂凹凸部を構成する凹部に入り込んでいる構成を採用する事ができる。

。

この場合には、例えば、前記樹脂凹凸部が、前記樹脂芯材の外周面や前記環状凹部の内面〔この内面を構成する、外径側周面、内径側周面、及び底面（軸方向側面）のうちの、

50

少なくとも一部} に設けられている構成を採用する事ができる。

本発明のウォームホイールを実施する場合で、前記樹脂凹凸部を、前記環状凹部の内面を構成する外径側周面や内径側周面に設ける場合には、例えば、前記樹脂凹凸部を前記環状凹部の内面を構成する外径側周面や内径側周面の軸方向全長に互り形成すると共に、前記外側ホイール素子を構成する合成樹脂の一部を前記樹脂凹凸部を構成する凹部の全体に入り込ませる構成を採用する事ができる。

【0016】

本発明を実施する場合には、例えば、前記樹脂凹凸部を構成する複数ずつの凹部及び凸部が、前記ウォームホイールの軸方向と平行に形成されている構成を採用する事ができる。

10

又は、例えば、前記ウォームホイール歯部を構成する複数の歯が、前記ウォームホイールの軸方向に対して所定方向に傾斜した方向に形成されていると共に、前記樹脂凹凸部を構成する複数ずつの凹部及び凸部が、前記ウォームホイールの軸方向に対して前記所定方向と反対方向に傾斜した方向に形成されている構成を採用する事ができる。

【0017】

本発明のウォームホイールを実施する場合には、例えば、前記樹脂芯材の外周面のうち少なくとも一部の軸方向範囲が円筒面部になっている構成を採用する事ができる。

この場合には、例えば、前記ウォームホイール歯部のうち、少なくとも前記内側ホイール素子の外周面である円筒面部と径方向に重畳する部分の歯先円の直径及び歯底円の直径が、それぞれ軸方向に関して変化していない構成を採用する事ができる。

20

【0018】

本発明のウォームホイールを実施する場合で、前記樹脂芯材の外周面の全体を円筒面部とする場合には、例えば、前記内側ホイール素子の外周面である円筒面部の軸方向両端縁に対して（直接又は面取り部を介して）連続する部分である、前記内側ホイール素子の軸方向両側面の径方向外端部が、それぞれ前記内側ホイール素子の中心軸に対して直交する平面部になっている構成を採用する事ができる。これにより、前記内側ホイール素子の外周面である円筒面部の軸方向両端縁を、それぞれ円周方向に関して軸方向位置が変化しない円形状とする事ができる。

【0019】

本発明を実施する場合には、例えば、前記樹脂芯材の表面のうち、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少なくとも一部分（例えば前記円筒面部、前記樹脂芯材の表面全体）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。

30

このよう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、前記樹脂芯材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、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。

40

【0020】

本発明のウォーム減速機は、ハウジングと、回転軸と、ウォームホイールと、ウォーム軸とを備える。

このうちの回転軸は、前記ハウジングに対し回転自在に支持されている。

又、前記ウォームホイールは、外周面にウォームホイール歯部を有し、前記回転軸に外嵌固定されている。

又、前記ウォーム軸は、外周面の軸方向中間部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状態で、前記ハウジングに対し回転自在に支持されている。

50

特に、本発明のウォーム減速機の場合には、前記ウォームホイールが、本発明のウォームホイールである。

【0021】

本発明のウォーム減速機を実施する場合には、例えば、前記ウォームホイールを構成する樹脂芯材の外周面のうちで、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うちの少なくとも軸方向一部分（例えば、軸方向中間部や軸方向端部）と径方向に重畳する軸方向範囲が円筒面部になっている構成を採用する事ができる。

この場合には、例えば、前記樹脂芯材の外周面のうちで、前記噛合部の全体と径方向に重畳する軸方向範囲が前記円筒面部になっている構成を採用する事ができる。

又、これらの場合には、例えば、前記樹脂芯材の外周面の全体（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）が前記円筒面部になっている構成を採用する事ができる。

【発明の効果】

【0022】

上述の様な構成を有する本発明のウォームホイール及びウォーム減速機の場合には、内側ホイール素子が、金属製で円環状に構成された金属芯材と、合成樹脂製で円環状に構成されると共に、前記金属芯材の外周部を包埋した樹脂芯材とから成る。この為、内側ホイール素子の全体を金属製とした従来構造の場合と比べて、ウォームホイールの軽量化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施形態に係る、図24と同様の断面図。

【図2】第1実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図3】第1実施形態に係る、一部を切断した状態で示すウォームホイールの半部断面図。

【図4】第1実施形態に係る、図2のA-A断面図。

【図5】第1実施形態に係る、ウォームホイールを構成する金属芯材を示す、軸方向片側から見た図(a)、及び、(a)のB-B断面図(b)。

【図6】第1実施形態に係る、外側ホイール素子を射出成形する状態を示す断面図。

【図7】本発明の第2実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図8】第2実施形態に係る、ウォーム歯部とウォームホイール歯部とが噛合している状態を示す部分断面図。

【図9】第2実施形態に係る、一部を切断した状態で示すウォームホイールの半部断面図。

【図10】第2実施形態に係る、図7のC-C断面図。

【図11】第2実施形態に係る、図10のD部拡大図。

【図12】第2実施形態に係る、ウォームホイールを構成する金属芯材を示す、軸方向片側から見た図(a)、及び、(a)のE-E断面図(b)。

【図13】本発明の第3実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図14】本発明の第4実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図15】第4実施形態に係る、ウォームホイールを構成する金属芯材を示す、軸方向片側から見た図(a)、及び、(a)のF-F断面図(b)。

【図16】本発明の第5実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図17】第5実施形態に係る、ウォームホイールを構成する金属芯材を示す、軸方向片側から見た図(a)、及び、(a)のG-G断面図(b)。

【図18】本発明の第6実施形態に係る、一部を切断した状態で示すウォームホイールの半部断面図。

【図19】本発明の第7実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図20】第7実施形態に係る、ウォームホイールを構成する金属芯材を示す、軸方向片側から見た図(a)、及び、(a)のH-H断面図(b)。

【図 2 1】本発明の第 8 実施形態に係る、ウォームホイールの断面図。

【図 2 2】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 2 3】図 2 2 の拡大 I-I 断面図。

【図 2 4】図 2 2 の拡大 J-J 断面図。

【図 2 5】ウォームホイールの断面図。

【図 2 6】図 2 5 の K-K 断面図。

【図 2 7】図 2 6 の L 部拡大図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

[第 1 実施形態]

本発明の第 1 実施形態に就いて、図 1～6 により説明する。

尚、本実施形態に関する以下の説明中、軸方向に関して「片側」とは、図 1～3、図 5 の (b)、図 6 の左側を言い、軸方向に関して「他側」とは、図 1～3、図 5 の (b)、図 6 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。

【0025】

図 1 は、本実施形態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 2 2 参照) が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いる。また、ステアリングシャフト 2 により回転駆動される部分にはウォームホイール 4 a 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 (図 2 3 参照) が連結されている。そして、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 1 8 と、ウォームホイール 4 a の外周面に設けられたウォームホイール歯部 1 9 a とを噛合させる事により、電動モータ 5 からウォームホイール 4 a 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) を付与する事ができる。

【0026】

ウォームホイール 4 a は、特許請求の範囲に記載した回転軸に相当する、補助トルクの出力部となる金属製の出力軸 7 の軸方向中間部に外嵌固定されており、出力軸 7 と共に回転する。出力軸 7 は、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 8 a、8 b 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、ステアリングシャフト 2 の前端部に結合されている。電動モータ 5 は、トルクセンサ 1 0 が検出する、ステアリングホイール 1 から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ウォーム軸 6 を回転駆動し、出力軸 7 に補助トルクを付与する。出力軸 7 の回転は、1 対の自在継手 1 1 a、1 1 b 及び中間シャフト 1 2 を介して、ステアリングギヤユニット 1 3 の入力部となるピニオン軸 1 4 (図 2 2 参照) に伝達され、操舵輪に所望の舵角が付与される。

【0027】

尚、図示の例の場合、1 対の転がり軸受 8 a、8 b はそれぞれ、出力軸 7 に外嵌支持された内輪 2 1 a、2 1 b と、ハウジング 3 に内嵌支持された外輪 2 2 a、2 2 b と、内輪 2 1 a、2 1 b の外周面に設けられた内輪軌道と外輪 2 2 a、2 2 b の内周面に設けられた外輪軌道との間に転動自在に設けられた、それぞれが転動体である複数の玉 2 3 a、2 3 b とを備えた、玉軸受である。但し、本発明を実施する場合には、1 対の転がり軸受 8 a、8 b として、円筒ころ軸受や円すいころ軸受等の他の種類の転がり軸受を採用する事もできる。

【0028】

ウォームホイール 4 a は、芯材となる内側ホイール素子 1 5 a と、歯部形成体となる外側ホイール素子 1 6 a とを組み合わせる。

【0029】

内側ホイール素子 1 5 a は、金属芯材 2 4 と、樹脂芯材 2 5 とを組み合わせるなり、円環状 (略円輪状) に構成されている。

10

20

30

40

50

金属芯材 24 は、金属により円環状に構成されたもので、短円筒状の金属環状部 26 と、金属環状部 26 の外周面のうち、軸方向中間部の他端寄り部分から径方向外方に向け延出する状態で設けられた円輪状（櫛歯円輪状）の金属フランジ部 27 とを備える。金属環状部 26 は、径方向中心部（径方向内側、内周面）に、出力軸 7 の軸方向中間部をトルク伝達可能に内嵌固定する為の嵌合孔 28 を有している。嵌合孔 28 としては、例えば、出力軸 7 の軸方向中間部に対して、締め込みにより嵌合する為の単なる円孔、キー係合する為のキー溝を有する円孔、スプライン係合する為のスプライン孔等を採用する事ができる。金属フランジ部 27 は、円周方向等間隔となる複数箇所に、それぞれが特許請求の範囲に記載した欠肉部に相当する V 字形の切り欠き 29、29 を、放射方向に伸長し且つ外周縁に開口する状態で有している。そして、円周方向に隣り合う切り欠き 29、29 同士の間部分を、放射方向に伸長する長矩形板状の舌片 30、30 としている。特に、本実施形態の場合、切り欠き 29 及び舌片 30 は、金属フランジ部 27 の径方向外端縁から径方向内端寄り部分に掛けての広い径方向範囲に設けられている。

10

【0030】

尚、金属芯材 24 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、金属芯材 24 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、歩留まり良く低コストに成形するには、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。又、樹脂芯材 25 との接合性を向上させる為に、金属芯材 24 の表面には、ショットブラスト等により、微細な凹凸を施すのが、より好ましい。

20

【0031】

樹脂芯材 25 は、合成樹脂を射出成形又は圧縮成形する事により造られたもので、この射出成形又は圧縮成形に伴って、金属芯材 24 の外周部を全周に互り包埋している。具体的には、樹脂芯材 25 は、金属フランジ部 27 の全体を包埋すると共に、金属環状部 26 の外周面及び軸方向他側面の径方向外端部を全周に互り覆っている。この状態で、樹脂芯材 25 を構成する合成樹脂の一部は、各切り欠き 29、29 の内側に入り込んで、各切り欠き 29、29 と係合する、第一内側回転保持部 31 を構成している。

【0032】

樹脂芯材 25 の軸方向片側面の径方向中間部には、特許請求の範囲に記載した環状凹部に相当する第一環状凹部 32 が、全周に互り、軸方向に凹む状態で設けられている。第一環状凹部 32 の内面を構成する外径側周面には、この外径側周面の軸方向の全長及び全周に互り、特許請求の範囲に記載した樹脂凹凸部に相当する、内歯車状の第一樹脂凹凸部 33 が設けられている。第一樹脂凹凸部 33 は、第一環状凹部 32 の内面を構成する外径側周面の軸方向の全長且つ全周に互り、それぞれが軸方向に伸長する複数の凸部 34、34 を円周方向に離隔して（図示の例では円周方向に関して等間隔に）設ける事により、円周方向に隣り合う凸部 34、34 同士の間部分をそれぞれ凹部 35、35 とする事で構成されている。即ち、本実施形態の場合、第一樹脂凹凸部 33 を構成する複数ずつの凹部 35 及び凸部 34（別な言い方をすれば、凹部 35 と凸部 34 との境界）は、図 3 に於ける上半部に破線（隠れ線）で示す様に、樹脂芯材 25（ウォームホイール 4a）の軸方向（図 1～3 に於ける左右方向）に対して平行に形成されている。第一樹脂凹凸部 33 を構成する複数の凸部 34、34 の軸方向他端部は、第一環状凹部 32 の底面に連結されている。

30

40

【0033】

樹脂芯材 25 の外周面の軸方向他端部には、特許請求の範囲に記載した樹脂凹凸部に相当する、外歯車状の第二樹脂凹凸部 36 が設けられている。第二樹脂凹凸部 36 は、樹脂芯材 25 の外周面の軸方向他端部に、それぞれが軸方向に伸長する複数の凹部 38、38 を円周方向に離隔して（本実施形態の場合には、円周方向に関して等間隔に）設ける事により、円周方向に隣り合う凹部 38、38 同士の間部分をそれぞれ凸部 37、37 とする事で構成されている。即ち、本実施形態の場合、第二樹脂凹凸部 36 を構成する複数ずつの凹部 38 及び凸部 37（別な言い方をすれば、凹部 38 と凸部 37 との境界）は、図

50

3に於ける上半部に示す様に、樹脂芯材25の軸方向に対して平行に形成されている。

【0034】

又、樹脂芯材25の軸方向他側面のうち、径方向外端寄り部分には、全周に互り、軸方向に凹む状態で第二環状凹部39が設けられている。第二環状凹部39の内面を構成する外径側周面は、単なる円筒面状の円筒面部40になっている。又、第二環状凹部39の内面を構成する内径側周面は、軸方向他側に向かうに従って第二環状凹部39の径方向に関する幅寸法が大きくなる方向（径方向内側）に傾斜した部分円すい面状の傾斜面部41になっている。又、樹脂芯材25の軸方向他側面のうち、径方向内端部に、全周に互り、径方向外側に隣接する部分である径方向中間部よりも軸方向他側に張り出す状態で、張出部42が設けられている。

10

【0035】

尚、樹脂芯材25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）、フェノール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、ガラス繊維、ポリエチレン繊維、カーボン繊維、アラミド繊維等の各種の強化繊維を混入する事ができる。次に説明する外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂に関しては、ウォーム歯部18との噛合部の摺動性を考慮する必要があるが、樹脂芯材25を構成する合成樹脂に関しては、この様な摺動性を考慮しなくて良い為、強度に絞った比較的安価な樹脂組成で、安価なガラス繊維を多く入れる様にすると、低コストで造れる。

20

【0036】

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、この射出成形に伴って（インサート成形により）、樹脂芯材25の外周部を全周に互り包埋している。具体的には、外側ホイール素子16aは、樹脂芯材25の表面のうち、第一環状凹部32の内面を構成する底面の径方向外端部から、樹脂芯材25の外周面を経て、第二環状凹部39の内面を構成する底面の径方向中間部に至るまでの連続した範囲を全周に互り覆う様に、樹脂芯材25の外周部を包埋している。

【0037】

この状態で、外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂の一部は、第一環状凹部32と第二環状凹部39とのそれぞれに入り込んでいる。第一環状凹部32に入り込んだ部分は、円環状の第一抑え部43を構成すると共に、第二環状凹部39に入り込んだ部分は、円環状の第二抑え部44を構成している。

30

又、この状態で、第一抑え部43を構成する合成樹脂の一部は、第一樹脂凹凸部33を構成する複数の凹部35、35の全体に入り込んで、第一樹脂凹凸部33と係合する（第一樹脂凹凸部33と合致する形状を有する）、第一外側回転保持部45を構成している。

更に、この状態で、外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂の一部は、第二樹脂凹凸部36を構成する複数の凹部38、38の全体に入り込んで、第二樹脂凹凸部36と係合する（第二樹脂凹凸部36と合致する形状を有する）、第二外側回転保持部46を構成している。

【0038】

40

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。図3の上半部に示す様に、ウォームホイール歯部19aを構成する複数の歯の形成方向は、ウォームホイール4aの軸方向に対して傾斜している。又、本実施形態の場合、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。

更に、本実施形態の場合、外側ホイール素子16aの内径寸法dは、金属芯材24（金属フランジ部27）の外径寸法Dよりも小さくなっている（ $d < D$ ）。即ち、径方向に関する各部位の位置関係に関して、金属芯材24を構成する金属フランジ部27の外周部は、外側ホイール素子16aに内包される位置まで径方向外側に伸びている。

【0039】

50

本実施形態の場合、外側ホイール素子16aを射出成形により造ると同時に、外側ホイール素子16aを樹脂芯材25に対して結合する、インサート成形を実施する際には、図6に示す様に、予め、樹脂芯材25と金属芯材24とを組み合わせる内側ホイール素子15aを造った後、内側ホイール素子15aを複数の金型を組み合わせる金型装置47にセットする。この状態で、樹脂芯材25と金型装置47との間に画成される円環状のキャビティ48内に、内側ホイール素子15aの軸方向他側面に設けられた、ランナー49及びディスクゲート50から、熔融樹脂を送り込む。ディスクゲート50の径方向外端部（外周部）は、キャビティ48のうち、外側ホイール素子16aの軸方向他側の径方向内端部に位置しており、又、ランナー49は、ディスクゲート50の中心部から軸方向他側に伸長する状態で設けられている。ランナー49からディスクゲート50及びキャビティ48内に送り込まれた熔融樹脂は、樹脂芯材25の軸方向他側面に沿って内径側から外径側に流れ、その一部が第二環状凹部39内に入り込む。この際に、本実施形態の場合には、第二環状凹部39の内面を構成する内径側周面に、傾斜面部41を設けている為、熔融樹脂は、流れを大きく乱す事なく、キャビティ48のうちで外側ホイール素子16aの径方向外端部が形成される部分に入り込む。更に、キャビティ48内に送り込まれた熔融樹脂は、第一抑え部43に対応する部分に達して停止する。当該部分で、他の方向から流れてきた熔融樹脂と突き当たる事はない。この結果、射出成形により得られる外側ホイール素子16aに、強度的に弱い、ウェルド等が生じる事を防止できる。キャビティ48内で冷却及び固化された合成樹脂は、金型装置47を開いて、複数の金型同士を分離してから、外側ホイール素子16aの軸方向他側の径方向内端部に対応する部分で全周に互って切断し、必要に応じて仕上げ加工を施す事により、ウォームホイール4aが得られる。

【0040】

尚、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）、フェノール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、ガラス繊維、ポリエチレン繊維、カーボン繊維、アラミド繊維等の各種の強化繊維を混入する事ができる。

【0041】

又、本発明を実施する場合、樹脂芯材25を構成する合成樹脂と、外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂とは、互いに異なるものとする事もできるし（例えば、外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂を熱可塑性樹脂とする一方で、樹脂芯材25を構成する合成樹脂を熱硬化性樹脂又は異なる性質（強化繊維の種類を含む）の熱可塑性樹脂とする事もできるし）、互いに同じものとする事もできる。

【0042】

本実施形態の電動式パワーステアリング装置を組み立てた状態で、ウォームホイール4aを構成する樹脂芯材25の軸方向他側面は、ウォームホイール4aの軸方向他側に隣合う部分に設置された、転がり軸受8aを構成する内輪21aの軸方向片側面と外輪22aの軸方向片側面とに対し、それぞれ隙間を介して軸方向に対向している。具体的には、樹脂芯材25の軸方向他側面のうち、径方向内端部（張出部42の軸方向他側面）が、内輪21aの軸方向片側面と軸方向に対向し、径方向中間部が、外輪22aの軸方向片側面と軸方向に対向している。ここで、本実施形態の場合、内輪21aの軸方向片側面と外輪22aの軸方向片側面とは、軸方向に関してほぼ同位置に存在しているのに対し、樹脂芯材25の軸方向他側面のうち、径方向内端部（張出部42の軸方向他側面）は、径方向中間部よりも、軸方向他側に位置している。この為、樹脂芯材25の軸方向他側面の径方向内端部（張出部42のの軸方向他側面）と内輪21aの軸方向片側面との間の軸方向距離Xは、樹脂芯材25の軸方向他側面の径方向中間部と外輪22aの軸方向片側面との間の軸方向距離Yよりも小さくなっている（ $X < Y$ ）。

【0043】

上述の様な構成を有する本実施形態のウォームホイール4a及びウォーム減速機の場合には、ウォームホイール4aを構成する内側ホイール素子15aが、金属製で円環状に構成された金属芯材24と、合成樹脂製で円環状に構成されると共に、金属芯材24の外周部を包埋した樹脂芯材25とから成る。この為、内側ホイール素子の全体を金属製とした従来構造の場合と比べて、ウォームホイール4aの軽量化を図れる。

【0044】

又、本実施形態の場合、内側ホイール素子15aのうち、出力軸7の軸方向中間部に外嵌固定する部分は、金属製の金属芯材24を構成する金属環状部26となる為、出力軸7の軸方向中間部に対する内側ホイール素子15aの支持強度を十分に確保する場合でも、金属環状部26の軸方向寸法を小さく抑える事ができる。従って、その分、ウォームホイール4aの小型化（設置部の省スペース化）を図れる。

10

【0045】

又、ウォームホイール4aを通じて出力軸7に補助トルクを付与する際には、ウォームホイール4aのウォームホイール歯部19aとウォーム軸6のウォーム歯部18との噛合部に作用する噛み合い反力の軸方向成分に基づいて、ウォームホイール4aに対し、図2に矢印で示す様に、倒れ方向のモーメントMが加わる。

【0046】

これに対して、本実施形態の場合、樹脂芯材25は、金属芯材24を構成する金属フランジ部27の全体を包埋している。これと共に、樹脂芯材25を構成する合成樹脂は、金属芯材24を構成する金属環状部26の外周面を覆っている。この為、金属芯材24に対する樹脂芯材25のモーメントM方向の保持力を大きくできる。

20

又、本実施形態の場合には、金属芯材24を構成する金属フランジ部27の円周方向複数箇所に切り欠き29、29が設けられていると共に、樹脂芯材25を構成する合成樹脂の一部が、各切り欠き29、29に入り込んで、各切り欠き29、29と係合する第一内側回転保持部31を構成している。この為、金属芯材24に対する樹脂芯材25の回転方向の保持力を確保できる。

【0047】

又、本実施形態の場合、外側ホイール素子16aが樹脂芯材25の外周部を包埋した状態で、外側ホイール素子16aの内径寸法dは、金属芯材24（金属フランジ部27）の外径寸法Dよりも小さい（ $d < D$ ）。この為、内側ホイール素子15aに対する外側ホイール素子16aのモーメントM方向の保持力を大きくできる。別な言い方をすれば、本実施形態の場合、径方向に関する各部位の位置関係に関して、金属芯材24を構成する金属フランジ部27の外周部が、外側ホイール素子16aに内包される位置まで径方向外側に伸びている（ $d < D$ ）。この為、ウォームホイール4aとウォーム軸6との噛合部に作用する噛み合い反力の軸方向成分に基づいて、ウォームホイール4aに対し、倒れ方向のモーメントMが作用した場合に、このモーメントMを、金属芯材24を構成する金属フランジ部27により（ウォームホイール4a全体で）効率良く支承する事ができる。従って、ウォームホイール4aの剛性及び靱性を十分に確保できる。又、ウォームホイール4aに関して、温度、湿度等の環境変化による樹脂部分の径方向及び軸方向の寸法変化を、金属フランジ部27により効率良く規制する事ができる。この為、ウォームホイール4aとウォーム軸6との噛合部にずれが生じる事を抑えられる。

30

40

【0048】

又、本実施形態の場合、外側ホイール素子16aを構成する合成樹脂の一部は、樹脂芯材25の軸方向片側面に設けられた第一環状凹部32に入り込んで円環状の第一抑え部43を構成すると共に、樹脂芯材25の軸方向他側面に設けられた第二環状凹部39に入り込んで円環状の第二抑え部44を構成している。この為、第一環状凹部32と第一抑え部43との係合、及び、第二環状凹部39と第二抑え部44との係合に基づいて、内側ホイール素子15aに対する外側ホイール素子16aのモーメントM方向の保持力を大きくできる。特に、本実施形態の場合には、第二環状凹部39の内面を構成する外径側周面が、単なる円筒面状の円筒面部40になっている為、当該外径側周面が、軸方向他側に向かう

50

に従って第二環状凹部 39 の径方向に関する幅寸法が大きくなる方向（径方向外側）に傾斜した傾斜面部になっている場合に比べて、モーメント M に対する、第二環状凹部 39 と第二抑え部 44 との係合力を大きくできる。この結果、内側ホイール素子 15 a に対する外側ホイール素子 16 a のモーメント M 方向の保持力を大きくできる。但し、本発明を実施する場合には、第二環状凹部 39 の内面を構成する外径側周面を、上述の様な傾斜面部とする事もできる。この場合には、外側ホイール素子 16 を射出成形する際に、溶融樹脂が当該傾斜面部に沿って円滑に流れ易くなる為、外側ホイール素子 16 の品質向上を図れる。

【0049】

更に、本実施形態の場合には、第一環状凹部 32 の内面を構成する外径側周面に円周方向に関する第一樹脂凹凸部 33 が設けられていると共に、第一抑え部 43 を構成する合成樹脂の一部が、第一樹脂凹凸部 33 を構成する複数の凹部 35、35 の全体に入り込んで、第一樹脂凹凸部 33 と係合する第一外側回転保持部 45 を構成している。これと共に、樹脂芯材 25 の外周面の軸方向他端部に円周方向に関する第二樹脂凹凸部 36 が設けられていると共に、外側ホイール素子 16 a を構成する合成樹脂の一部が、第二樹脂凹凸部 36 を構成する複数の凹部 38、38 の全体に入り込んで、第二樹脂凹凸部 36 と係合する第二外側回転保持部 46 を構成している。この為、本実施形態の場合には、内側ホイール素子 15 a（樹脂芯材 25）に対する外側ホイール素子 16 a の回転方向の保持力を確保できる。特に、本実施形態の場合には、第一樹脂凹凸部 33 が、第一環状凹部 32 の内面を構成する外径側周面の軸方向の全長に互り設けられている為、当該回転方向の保持力を大きくできる。

【0050】

又、本実施形態の場合には、第一樹脂凹凸部 33 を構成する複数ずつの凹部 35 及び凸部 34、及び、第二樹脂凹凸部 36 を構成する複数ずつの凹部 38 及び凸部 37 は、軸方向に対して平行に形成されている。この為、第一樹脂凹凸部 33 及び第二樹脂凹凸部 36 が存在する事によって生じる、合成樹脂の成形収縮に伴う外側ホイール素子 16 a の変形を抑えられ、外側ホイール素子 16 a を精度良く成形する事ができる。

【0051】

又、本実施形態の場合には、樹脂芯材 25 の軸方向他側面（張出部 42 の軸方向他側面）と内輪 21 a の軸方向片側面との間の軸方向距離 X が、樹脂芯材 25 の軸方向他側面（径方向中間部の軸方向他側面）と外輪 22 a の軸方向片側面との間の軸方向距離 Y よりも小さくなっている（ $X < Y$ ）。この為、例えば、万が一、ハウジング 3（図 1 参照）に対する出力軸 7 の軸方向位置を規制する部位が破損し、出力軸 7 と共にウォームホイール 4 a が軸方向他側に変位したとしても、樹脂芯材 25 の軸方向他側面は、内輪 21 a の軸方向片側面及び外輪 22 a の軸方向片側面のうち、内輪 21 a の軸方向片側面のみと（張出部 42 の軸方向他側面が）接触し、外輪 22 a の軸方向片側面には（径方向中間部の軸方向他側面が）接触しない為、ウォームホイール 4 a の回転がロックされる事を防止できる。

【0052】

[第 2 実施形態]

本発明の第 2 実施形態に就いて、図 7～12 により説明する。

本実施形態の場合には、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 のうち、金属芯材 24 a を構成する金属環状部 26 の外周面の軸方向片半部（金属フランジ部 27 よりも軸方向片側に位置する部分）に、全周に互り、円周方向に関する金属凹凸部 51 が設けられている。この状態で、樹脂芯材 25 a を構成する合成樹脂の一部は、金属凹凸部 51 を構成する複数の凹部に入り込んで、金属凹凸部 51 と係合する、第二内側回転保持部 52 を構成している。これにより、金属芯材 24 a に対する樹脂芯材 25 a の回転方向の保持力を向上させている。

【0053】

ところで、前述の図 25～27 に示した従来構造のウォームホイール 4 の様に、内側ホ

10

20

30

40

50

イール素子 15 の外周面に円周方向に関する凹凸部 17 が設けられていると共に、凹凸部 17 を構成する複数の凹部に外側ホイール素子 16 を構成する合成樹脂の一部が入り込んでいる構造の場合には、外側ホイール素子 16 のうち、凹凸部 17 に対して径方向外側に重畳する部分の径方向の肉厚が、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 26～27 参照）。この様な場合には、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 27 の α 部）で成形収縮量が大きくなり、径方向の肉厚が小さい部分（例えば図 27 の β 部）で成形収縮量が小さくなる} 為、成形後の複数の歯 20、20 の大きさに差が生じ、この事に起因して、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。この様なウォームホイール歯部 19 の製造誤差は、実用上、特に問題を生じる事はないが、ウォーム減速機によるトルクの伝達効率を向上させる観点からは、小さく抑えられる様にすることが望ましい。

10

【0054】

そこで、この様な要望に応える為に、本実施形態の場合、樹脂芯材 25a は、外周面の全体（軸方向両端縁部に面取り部が設けられる場合には、これらの面取り部を除く）が、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互い実質的に変化しない円筒面部 53 になっている。本実施形態の場合、円筒面部 53 は、樹脂芯材 25a（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。この為、外側ホイール素子 16b のうち、樹脂芯材 25a の外周面である円筒面部 53 に対して径方向外側に重畳する部分の径方向の肉厚は、ウォームホイール歯部 19a を構成する複数の歯 20a、20a 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。

20

【0055】

更に、本実施形態の場合も、上述した第 1 実施形態の場合と同様、外側ホイール素子 16b の外周面に設けられた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。これにと共に、本実施形態の場合には、樹脂芯材 25a の外周面である円筒面部 53 の軸方向両端縁に対して（直接又は面取り部を介して）連続する部分である、樹脂芯材 25a の軸方向片側面の径方向外端部（第一環状凹部 32 よりも径方向外側に位置する部分）、及び、樹脂芯材 25a の軸方向他側面の径方向外端部（第二環状凹部 39 よりも径方向外側に位置する部分）は、それぞれ樹脂芯材 25a の中心軸に対して直交する円輪状の平面部 54a、54b になっている。換言すれば、樹脂芯材 25a の外周面である円筒面部 53 の軸方向両端縁は、それぞれ円周方向に関して軸方向位置が変化しない円形状になっている。

30

【0056】

この為、本実施形態の場合には、外側ホイール素子 16b のうち、樹脂芯材 25a の外周面に対して径方向外側に重畳する部分の径方向の肉厚は、軸方向両端縁部を含めた軸方向の全長に互い、ウォームホイール歯部 19a を構成する複数の歯 20a、20a が位置する部分で、互いにほぼ等しくなっている。従って、本実施形態の場合には、図 10 に示す様に、複数の歯 20a、20a 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、成形後の複数の歯 20a、20a 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、ウォームホイール歯部 19a に関するピッチ誤差等の製造誤差を抑えられる。

40

【0057】

又、本実施形態の場合には、電動式パワーステアリング装置を組み立てた状態で、ウォーム歯部 18 とウォームホイール歯部 19a との噛合部 64（図 8 に斜格子を付した部分）のうちの少なくとも軸方向一部分が、樹脂芯材 25a の外周面に存在する円筒面部 53 と径方向に重畳する構成を採用している。

特に、本実施形態の場合には、噛合部 64 の全体が、円筒面部 53 と径方向に重畳する構成を採用している。この為に、噛合部 64 の軸方向幅寸法 S を、円筒面部 53 の軸方向幅寸法 T 以下 { $S \leq T$ （図 8 に示した例では $S < T$ ）} にすると共に、噛合部 64 の位置

50

する軸方向範囲を、円筒面部 5 3 の位置する軸方向範囲内に収めている。

但し、本発明を実施する場合には、例えば、噛合部 6 4 の軸方向幅寸法 S を、円筒面部 5 3 の軸方向幅寸法 T よりも大きくする ($S > T$ にする) と共に、円筒面部 5 3 の位置する軸方向範囲を、噛合部 6 4 の位置する軸方向範囲内に収める構成を採用する事もできる。

【0058】

何れにしても、本実施形態の場合には、ウォーム減速機を組み立てた状態で、噛合部 6 4 の全体を、円筒面部 5 3 と径方向に重畳させている。言い換えれば、ウォームホイール歯部 1 9 a のうちで、上述の様にピッチ誤差等の製造誤差を抑えられた部分に対して、ウォーム歯部 1 8 を噛合させている。この為、噛合部 6 4 の噛合状態を良好にする事ができる。尚、本発明を実施する場合に、噛合部 6 4 の軸方向一部分のみを円筒面部 5 3 と径方向に重畳させる場合には、重畳させる割合 (軸方向範囲) が大きくなる程、噛合部の噛合状態がより良好になる。

10

【0059】

又、本実施形態の場合には、噛合部 6 4 の全体を、円筒面部 5 3 と径方向に重畳させる為に、噛合部 6 4 の軸方向幅寸法 S を、円筒面部 5 3 の軸方向幅寸法 T 以下 ($S \leq T$) としているが、この条件下で、これらの寸法 S、T 同士を実質的に等しくすれば、内側ホイール素子 1 5 a の軸方向寸法を最小限に抑えた状態で、噛合部 6 4 の噛合状態を良好にする事ができる。尚、この点に関しては、 $S > T$ の条件を採用する場合に就いても同様である。

20

その他の構成及び作用は、上述した第 1 実施形態の場合と同様である。

【0060】

[第 3 実施形態]

本発明の第 3 実施形態に就いて、図 1 3 により説明する。

本実施形態の場合には、ウォームホイール 4 c を構成する内側ホイール素子 1 5 c のうち、金属芯材 2 4 b を構成する金属環状部 2 6 の外周面の軸方向他半部 (金属フランジ部 2 7 よりも軸方向他側に位置する部分) にも、全周に亘り、円周方向に関する金属凹凸部 5 1 a が設けられている。この状態で、樹脂芯材 2 5 b を構成する合成樹脂の一部は、金属凹凸部 5 1 a を構成する複数の凹部に入り込んで、金属凹凸部 5 1 a と係合する、第三内側回転保持部 5 5 を構成している。これにより、金属芯材 2 4 b に対する樹脂芯材 2 5 b の回転方向の保持力を向上させている。

30

【0061】

又、本実施形態の場合には、特許請求の範囲に記載した環状凹部に相当する、樹脂芯材 2 5 b の軸方向他側面に設けられた第二環状凹部 3 9 a の径方向に関する幅寸法は、樹脂芯材 2 5 b の軸方向片側面に設けられた第一環状凹部 3 2 の径方向に関する幅寸法とほぼ同じ大きさになっている。これと共に、第二環状凹部 3 9 a の内面を構成する外径側周面に、第一樹脂凹凸部 3 3 と同様の構成を有する、第三樹脂凹凸部 5 6 が設けられている。この状態で、外側ホイール素子 1 6 c の第二抑え部 4 4 a を構成する合成樹脂の一部は、第三樹脂凹凸部 5 6 を構成する複数の凹部 5 8、5 8 (円周方向に隣り合う複数の凸部 5 7、5 7 同士の間部分) の全体に入り込んで、第三樹脂凹凸部 5 6 と係合する第三外側回転保持部 5 9 を構成している。これにより、樹脂芯材 2 5 b に対する外側ホイール素子 1 6 c の回転方向の保持力を向上させている。

40

その他の構成及び作用は、上述した第 2 実施形態の場合と同様である。

【0062】

なお、本実施形態では、樹脂芯材 2 5 b を含む内側ホイール素子 1 5 c、及び、外側ホイール素子 1 6 c を軸方向において対称形状 (つまり、図 1 3 の紙面で見て、左右対称な形状) に形成してもよい。この場合、例えば、張出部 4 2 は軸方向両側に設けられてもよい。

【0063】

[第 4 実施形態]

50

本発明の第4実施形態に就いて、図14～15により説明する。

本実施形態の場合には、ウォームホイール4dを構成する内側ホイール素子15dのうち、金属芯材24cを構成する金属フランジ部27aの軸方向片側面のうちで、複数の切り欠き29、29の円周方向両側縁に隣接する部分に、これら円周方向両側縁の全長に互り、それぞれ軸方向片側に突出する突出部60、60が設けられている。換言すれば、金属フランジ部27aには、複数の舌片30、30の円周方向両側縁の全長に互る範囲から、それぞれ軸方向片側に折れ曲がる状態で突出部60、60が設けられている。そして、各突出部60、60と、樹脂芯材25cを構成する合成樹脂との係合に基づいて、金属芯材24cに対する樹脂芯材25cの回転方向の保持力を向上させている。

尚、本発明を実施する場合には、各切り欠き29、29（各舌片30、30）の円周方向両側縁のうちの何れか一方の円周方向側縁にのみ突出部60を設ける構成や、各切り欠き29、29（各舌片30、30）のうちの一部の切り欠き29（舌片30）に隣接する部分にのみ突出部60を設ける構成を採用する事もできる。

その他の構成及び作用は、上述した第2実施形態の場合と同様である。

【0064】

〔第5実施形態〕

本発明の第5実施形態に就いて、図16～17により説明する。

本実施形態の場合には、ウォームホイール4eを構成する内側ホイール素子15eのうち、金属芯材24dを構成する金属フランジ部27bの円周方向等間隔となる複数箇所に、それぞれが特許請求の範囲に記載した欠肉部に相当する、放射方向に伸長する矩形の透孔61、61が形成されている。この状態で、樹脂芯材25dを構成する合成樹脂の一部は、各透孔61、61に入り込んで、各透孔61、61と係合する、第一内側回転保持部31aを構成している。これにより、金属芯材24dに対する樹脂芯材25dの回転方向の保持力を向上させている。更に、本実施形態の場合には、金属フランジ部27bの軸方向片側面のうち、各透孔61、61の周囲（全周）に隣接する部分に、それぞれ軸方向片側に突出する矩形環状の突出部60a、60aが設けられている。換言すれば、金属フランジ部27bには、各透孔61、61の周縁の全周に互る範囲から、それぞれ軸方向片側に折れ曲がる状態で矩形環状の突出部60a、60aが設けられている。そして、各突出部60a、60aと、樹脂芯材25dを構成する合成樹脂との係合に基づいて、金属芯材24dに対する樹脂芯材25dの回転方向の保持力が更に高められている。

尚、本発明を実施する場合には、各透孔61、61のうちの一部の透孔61に隣接する部分（一部の透孔61の周囲部分）にのみ突出部60aを設ける構成を採用する事もできる。

その他の構成及び作用は、上述した第2実施形態の場合と同様である。

【0065】

〔第6実施形態〕

本発明の第6実施形態に就いて、図18により説明する。

本実施形態の場合には、ウォームホイール4fを構成する内側ホイール素子15fのうち、樹脂芯材25eの軸方向片側面に設けられた第一環状凹部32aの構成が、上述した第2実施形態の場合と異なる。本実施形態の場合、第一環状凹部32aの内面のうち、外径側周面に設けられた第一樹脂凹凸部33aを構成する複数ずつの凹部35a及び凸部34aは、ウォームホイール4fの中心軸に対し、外側ホイール素子16dの外周面に設けられたウォームホイール歯部19aを構成する複数の歯20a、20aの傾斜方向と逆方向に傾斜した状態で形成されている。

この様に本実施形態の場合には、ウォームホイール4fの中心軸に対する、ウォームホイール歯部19aを構成する複数の歯20a、20aの傾斜方向と、第一樹脂凹凸部33aを構成する複数ずつの凹部35a及び凸部34aの傾斜方向とを、互いに逆方向とする事により、ウォーム軸6（図23参照）からウォームホイール4fにトルクを伝達する際に、第一樹脂凹凸部33aを構成する複数の凹部35a、35aから外側ホイール素子16dを構成する合成樹脂が軸方向片側に向けて抜け出ない方向に力が加わる様にしている

。

その他の構成及び作用は、上述した第2実施形態の場合と同様である。

【0066】

[第7実施形態]

本発明の第7実施形態に就いて、図19～20により説明する。

本実施形態は、上述の図1～6に示した第1実施形態の変形例である。

【0067】

本実施形態の場合には、上述した第1実施形態との比較で、ウォームホイール4gを構成する内側ホイール素子15gのうち、金属芯材24eを構成する金属フランジ部27cに設ける複数の切り欠き29a、29aの径方向深さを小さくして、各切り欠き29a、29a（及び円周方向に隣り合う切り欠き29a、29a同士の間部分である舌片30a、30a）を、金属フランジ部27cの径方向外端縁部にのみ存在させる事により、金属芯材24eの剛性を高めている。その一方で、切り欠き29a、29aの数を増やす事により、各切り欠き29a、29aと樹脂芯材25fの第一内側回転保持部31bとの係合に基づく、金属芯材24eに対する樹脂芯材25fの回転方向の保持力を十分に確保している。

10

その他の構成及び作用は、上述した第1実施形態の場合と同様である。

【0068】

[第8実施形態]

本発明の第8実施形態に就いて、図21により説明する。

20

本実施形態は、上述の図7～12に示した第2実施形態の変形例である。

【0069】

本実施形態の場合には、ウォームホイール4hを構成する外側ホイール素子16eのうち、第一抑え部43aを構成する合成樹脂が、内側ホイール素子15hを構成する樹脂芯材25gの軸方向片側面に設けられた第一環状凹部32bの内面全体を覆っている。

又、樹脂芯材25gの軸方向他側面に設けられた第二環状凹部39bの径方向に関する幅寸法は、第一環状凹部32bの径方向に関する幅寸法とほぼ同じ大きさになっている。これと共に、樹脂芯材25gの第二抑え部44aを構成する合成樹脂が、第二環状凹部39bの内面のうち、外径側周面（円筒面部40）から内径側周面（傾斜面部41）の軸方向片半部に至るまでの連続した範囲を覆っている。

30

そして、これらの構成を採用する事により、樹脂芯材25gに対する外側ホイール素子16eのモーメントM方向の保持力を高めている。

【0070】

又、本実施形態の場合には、第一環状凹部32bの内面を構成する内径側周面に、全周に亘り、円周方向に関する第四樹脂凹凸部62が設けられている。又、外側ホイール素子16eの第一抑え部43aを構成する合成樹脂の一部は、第四樹脂凹凸部62を構成する複数の凹部に入り込んで、第四樹脂凹凸部62と係合する、第四内側回転保持部63を構成している。そして、この様な構成を採用する事により、金属芯材24aに対する樹脂芯材25gの回転方向の保持力を高めている。

その他の構成及び作用は、上述した第2実施形態の場合と同様である。

40

【0071】

尚、本発明を実施する場合には、上述した各実施形態の構成を適宜組み合わせる事ができる。

【0072】

又、上述した各実施形態の構造に於いて、樹脂芯材の表面のうち、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（例えば円筒面部、樹脂芯材の表面全体）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、樹脂芯材に対する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、微細な凹

50

凸面を構成する凹部の深さを、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、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】

【0073】

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。

【0074】

本出願は、2016年2月16日出願の日本特許出願2016-026543及び2016年10月18日出願の日本特許出願2016-204201に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

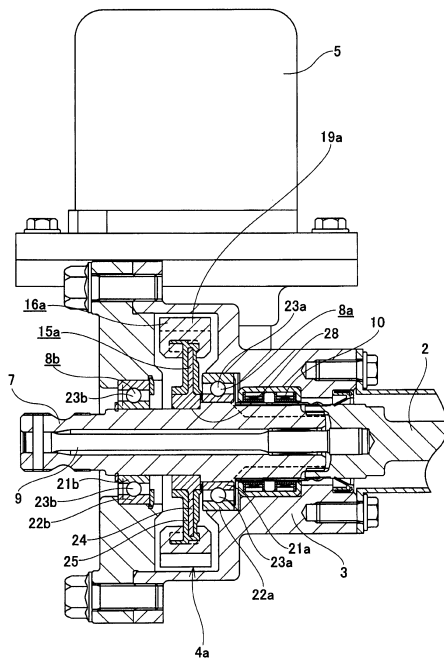
【符号の説明】

【0075】

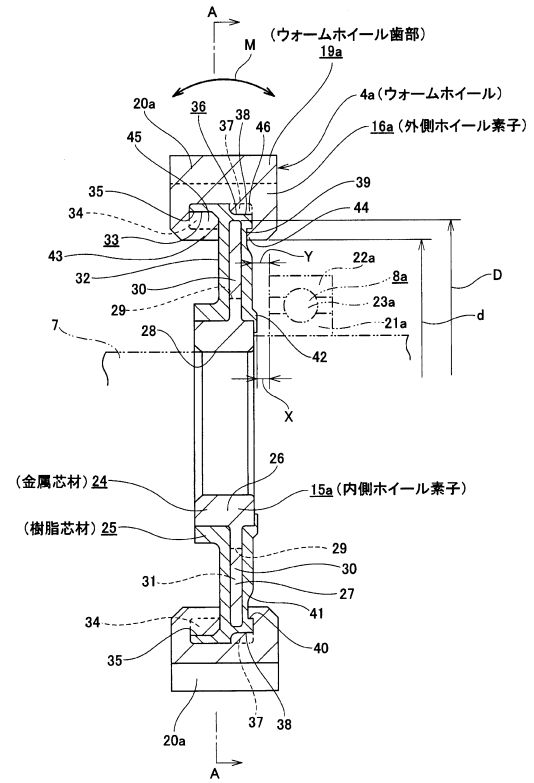
- | | | |
|------------|--------------|----|
| 1 | ステアリングホイール | |
| 2 | ステアリングシャフト | |
| 3 | ハウジング | |
| 4、4a～4h | ウォームホイール | |
| 5 | 電動モータ | |
| 6 | ウォーム軸 | 20 |
| 7 | 出力軸 | |
| 8a、8b | 転がり軸受 | |
| 9 | トーションバー | |
| 10 | トルクセンサ | |
| 11a、11b | 自在継手 | |
| 12 | 中間シャフト | |
| 13 | ステアリングギヤユニット | |
| 14 | ピニオン軸 | |
| 15、15a～15h | 内側ホイール素子 | |
| 16、16a～16e | 外側ホイール素子 | 30 |
| 17 | 凹凸部 | |
| 18 | ウォーム歯部 | |
| 19、19a | ウォームホイール歯部 | |
| 20、20a | 歯 | |
| 21a、21b | 内輪 | |
| 22a、22b | 外輪 | |
| 23a、23b | 玉 | |
| 24、24a～24e | 金属芯材 | |
| 25、25a～25g | 樹脂芯材 | |
| 26 | 金属環状部 | 40 |
| 27、27a～27c | 金属フランジ部 | |
| 28 | 嵌合孔 | |
| 29、29a | 切り欠き | |
| 30、30a | 舌片 | |
| 31、31a、31b | 第一内側回転保持部 | |
| 32、32a、32b | 第一環状凹部 | |
| 33、33a | 第一樹脂凹凸部 | |
| 34、34a | 凸部 | |
| 35、35a | 凹部 | |
| 36 | 第二樹脂凹凸部 | 50 |

3 7	凸部	
3 8	凹部	
3 9、3 9 a、3 9 b	第二環状凹部	
4 0	円筒面部	
4 1	傾斜面部	
4 2	張出部	
4 3、4 3 a	第一抑え部	
4 4、4 4 a	第二抑え部	
4 5	第一外側回転保持部	
4 6	第二外側回転保持部	10
4 7	金型装置	
4 8	キャビティ	
4 9	ランナー	
5 0	ディスクゲート	
5 1、5 1 a	金属凹凸部	
5 2	第二内側回転保持部	
5 3	円筒面部	
5 4 a、5 4 b	平面部	
5 5	第三内側回転保持部	
5 6	第三樹脂凹凸部	20
5 7	凸部	
5 8	凹部	
5 9	第三外側回転保持部	
6 0、6 0 a	突出部	
6 1	透孔	
6 2	第四樹脂凹凸部	
6 3	第四内側回転保持部	
6 4	噛合部	

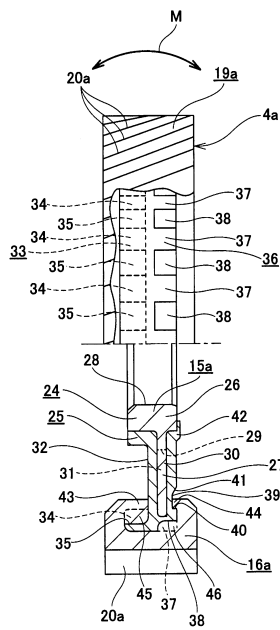
【図 1】



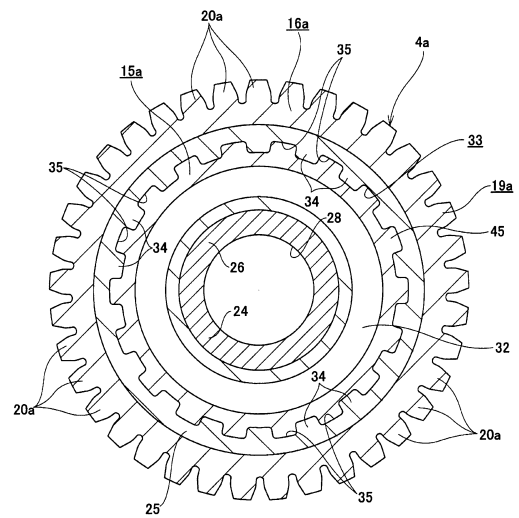
【図 2】



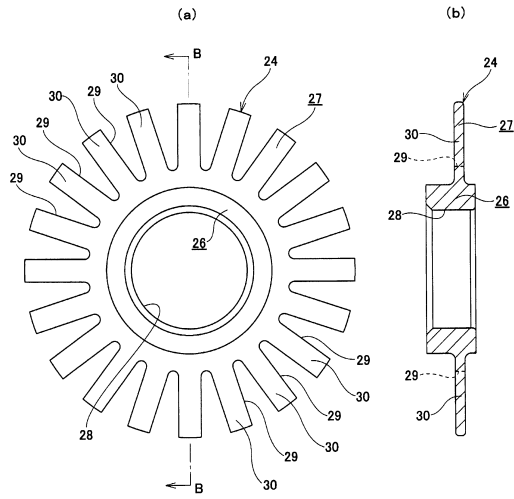
【図 3】



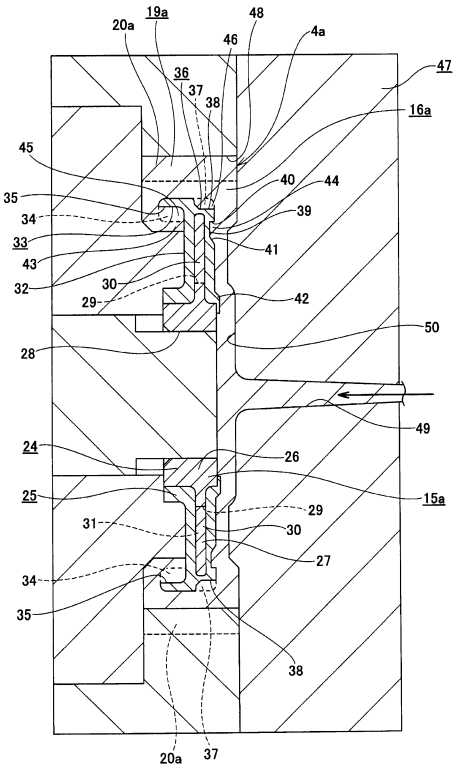
【図 4】



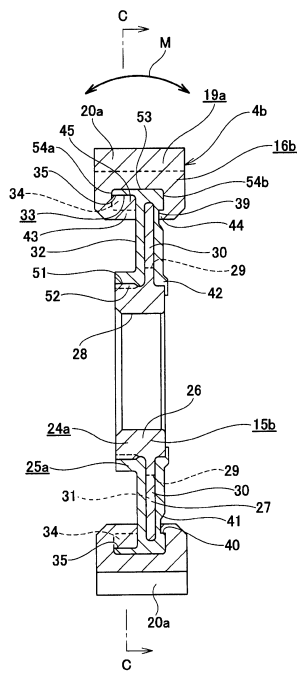
【図 5】



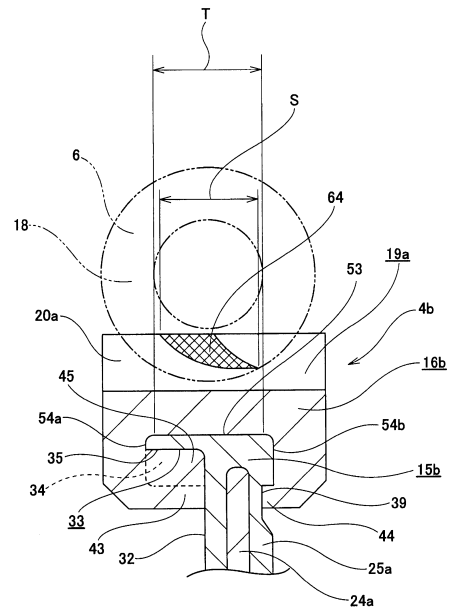
【図 6】



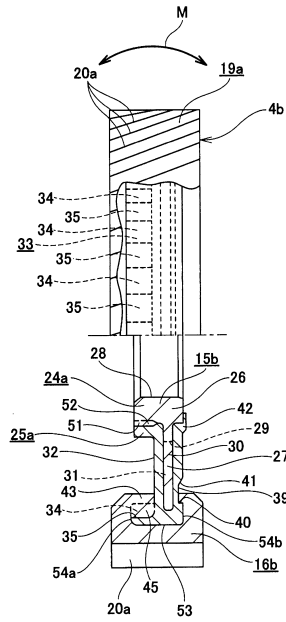
【図 7】



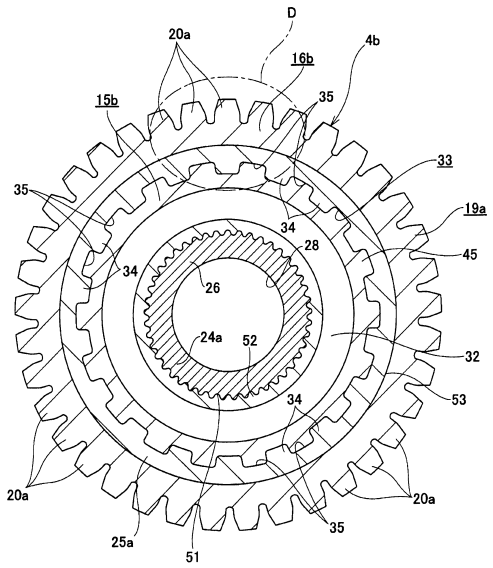
【図 8】



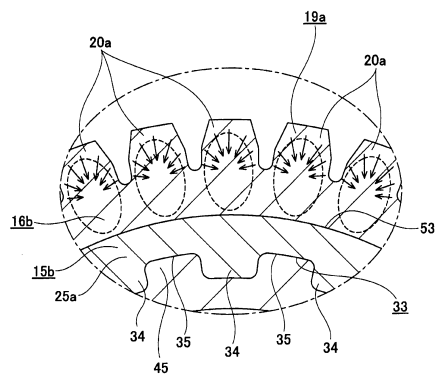
【図 9】



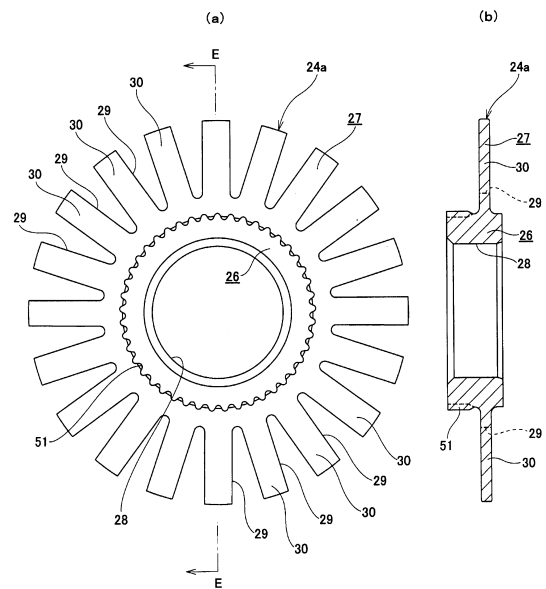
【図 10】



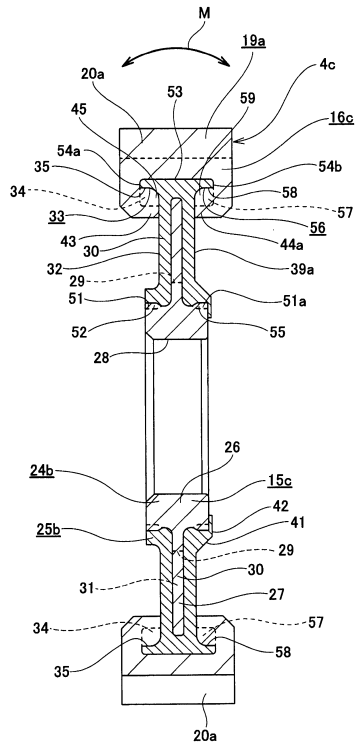
【図 11】



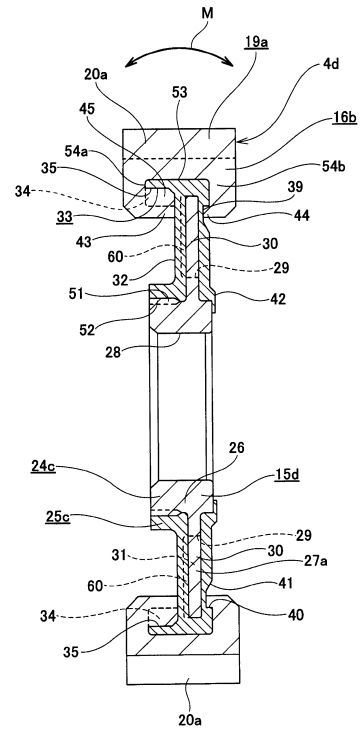
【図 12】



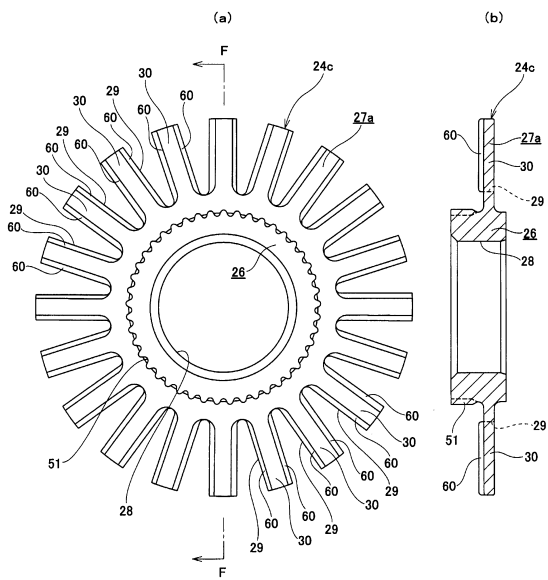
【図 13】



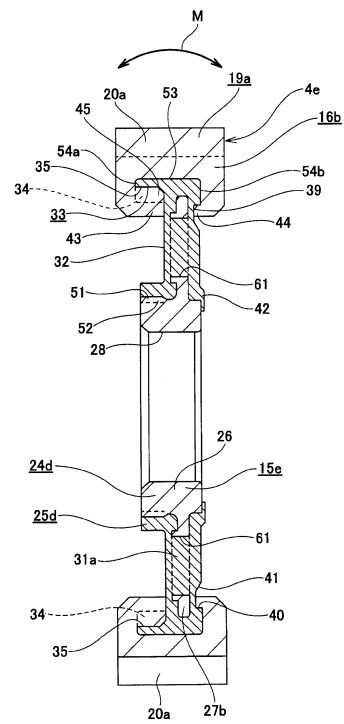
【図 14】



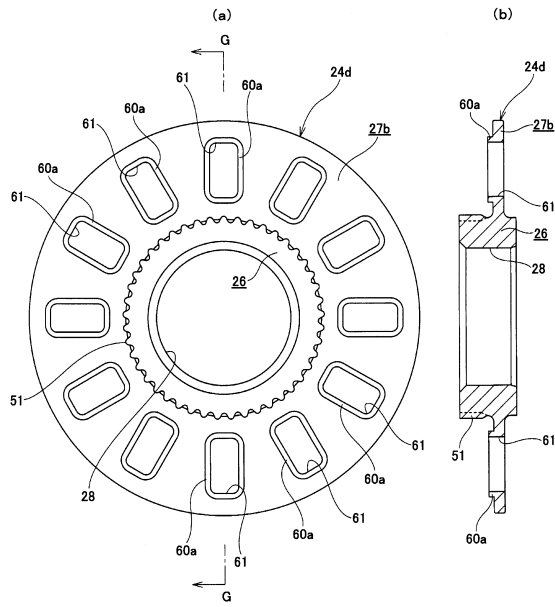
【図 15】



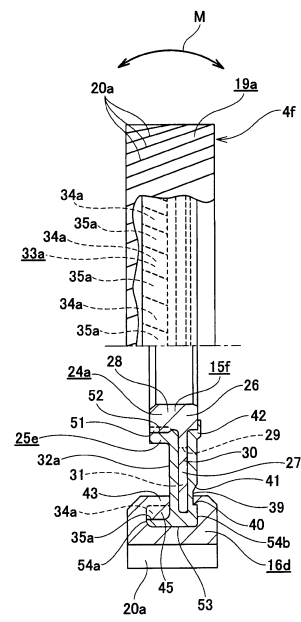
【図 16】



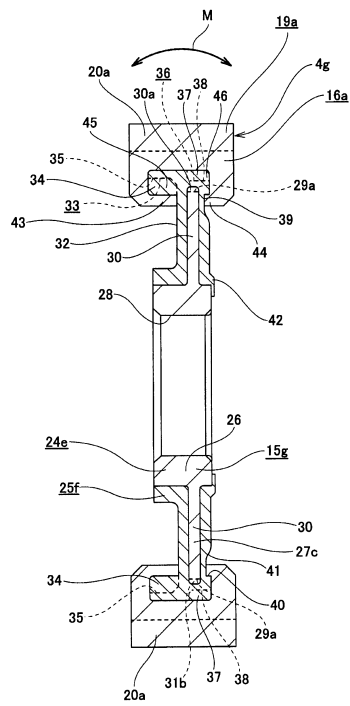
【図 17】



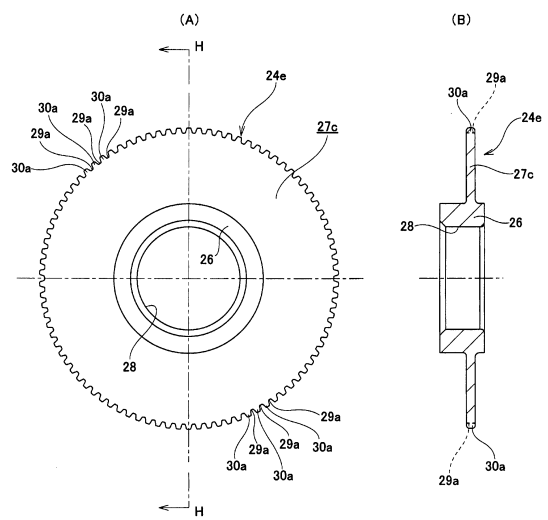
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

- (72)発明者 新井 智浩
群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本精工株式会社内
- (72)発明者 高野 純一
群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本精工株式会社内
- (72)発明者 発田 和喜
群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本精工株式会社内

審査官 前田 浩

- (56)参考文献 特開2010-14253 (JP, A)
特開2013-241953 (JP, A)
特開2015-136872 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F16H | 55/22 |
| F16H | 1/16 |
| F16H | 55/06 |