

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-126830

(P2013-126830A)

(43) 公開日 平成25年6月27日(2013.6.27)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|-----------------|-------------|
| B 6 2 D 5/04 (2006.01) | B 6 2 D 5/04 | 3 D 2 3 3 |
| F 1 6 H 55/06 (2006.01) | F 1 6 H 55/06 | 3 J 0 3 0 |
| F 1 6 H 55/14 (2006.01) | F 1 6 H 55/14 | 4 F 0 7 2 |
| F 1 6 H 55/22 (2006.01) | F 1 6 H 55/22 | 4 J 0 0 1 |
| F 1 6 H 55/17 (2006.01) | F 1 6 H 55/17 Z | |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-277288 (P2011-277288)
 (22) 出願日 平成23年12月19日 (2011.12.19)

(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 100105647
 弁理士 小栗 昌平
 (74) 代理人 100105474
 弁理士 本多 弘徳
 (74) 代理人 100108589
 弁理士 市川 利光
 (72) 発明者 矢部 俊一
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内
 (72) 発明者 村上 豪
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内

最終頁に続く

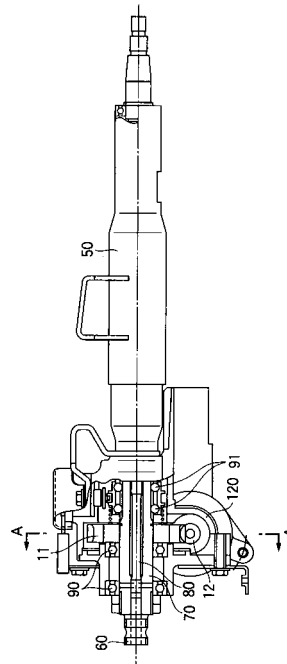
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】吸水による膨潤が小さく、ポリ - オレフィン油を基油とするグリースを用いたときの潤滑性にも優れた樹脂部を備え、寸法安定性や耐久性、信頼性を高めた電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】減速歯車機構の従動歯車が、金属製芯管の外周に、樹脂組成物からなり外周面にギア歯が形成された樹脂部を一体に設けてなり、かつ、前記樹脂組成物が、1,9 - ノンジアミンと2 - メチル - 1,8 - オクタンジアミンとの混合物からなるジアミン成分と、シュウ酸ジエステルとの重縮合物に、該樹脂組成物全量の10 ~ 40質量%の割合で強化繊維材を配合してなり、融点が230 ~ 240 であることことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動モータによる補助出力を、減速歯車機構を介して車両のステアリング機構に伝達する電動パワーステアリング装置であって、

前記減速歯車機構の従動歯車が、金属製芯管の外周に、樹脂組成物からなり外周面にギア歯が形成された樹脂部を一体に設けてなり、かつ、

前記樹脂組成物が、1,9-ノナンジアミンと2-メチル-1,8-オクタンジアミンとの混合物からなるジアミン成分と、シュウ酸ジエステルとの重縮合物に、該樹脂組成物全量の10～40質量%の割合で強化繊維材を配合してなり、融点が230～240であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

【請求項 2】

前記減速歯車機構を構成する従動歯車と駆動歯車との間に、基油としてポリ-オレフィン油を主成分とするグリース組成物が介在していることを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記従動歯車及び駆動歯車が、円筒ウォームギア、はすば歯車、平歯車、かさ歯車またはハイポイドギアであることを特徴とする請求項1または2記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、電動モータによる補助出力を、減速歯車機構を介して車両のステアリング機構に伝達する電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車に組み込まれる電動パワーステアリング装置には、電動モータに比較的高回転、低トルクのものが使用されるため、電動モータとステアリングシャフトとの間に減速機構が組み込まれている。減速機構としては、一組で大きな減速比が得られる等の理由から、図3に示されるような、ウォーム12と、ウォーム12に噛み合うウォームホイール11とから構成される電動パワーステアリング装置用減速ギア20（以下、単に「減速ギア」ともいう）が使用されるのが一般的である。ここで、ウォーム12は図2に示す電動モータ100の回転軸に連結しており、駆動歯車に相当し、一方ウォームホイール11は従動歯車に相当する。

30

【0003】

このような減速ギア20では、ウォームホイール11とウォーム12の両方を金属製にすると、ハンドル操作時に歯打ち音や振動音等の不快音が発生するという不具合を生じていた。そこで、ウォームホイール11に、金属製の芯管1の外周に、樹脂製で外周面にギア歯10を形成してなる樹脂部3を、接着剤8を用いるなどして一体化させたものを使用して騒音対策を行っている。

【0004】

40

上記樹脂部3には、例えば、特許文献1に記載されているように、ポリアミド6、ポリアミド66、ポリアセタール、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）等のベース樹脂に、ガラス繊維や炭素繊維等の強化材を配合した材料の他、強化材を含有しないMC（モノマーキャスト）ナイロン、ポリアミド6、ポリアミド66等が使用されている。中でも、寸法安定性やコストを考慮して、強化材を含有しないMCナイロン、ガラス繊維を含有したポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド46等のポリアミド樹脂が主流となっている。

【0005】

また、減速ギア20のウォーム12は、図2に示すように、一对の玉軸受等の転がり軸受110で支持されて電動モータ100と連結しており、ハウジング120の一对の転が

50

り軸受 1 1 0 の間の空間には、通常、ウォーム 1 2 とウォームホイール 1 1 との両ギア歯間の潤滑のためにグリースが充填されている。グリースの基油には、鉱油や耐熱性に優れたポリ - オレフィン油が一般に使用されている。

【 0 0 0 6 】

更に、転がり軸受 1 1 0 に予圧をかけるとともに、タイヤ側からの微小なキックバック入力が入ってきたときに、ウォーム 1 2 を軸方向に動かして電動モータ 1 0 0 が回転しないようにし、ハンドル側にキックバックのみの情報を伝えるために、図示されるように、転がり軸受 1 1 0 のウォーム側にゴム製のダンパー 1 3 0 を取り付けているものも知られており、使用されるゴムとしては圧縮永久歪が小さいエチレンアクリルゴムに代表されるアクリルゴムが一般である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特公平 6 - 6 0 6 7 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、樹脂部 3 を形成する上記の樹脂組成物の中で、脂肪族ポリアミド樹脂は、耐疲労性に優れたものの、吸水性が高く、水分を吸収してウォームホイール 1 1 のギア歯 1 0 が膨潤し、当初設定されていたウォーム 1 2 との隙間が無くなり、更に膨潤するとウォーム 1 2 を圧迫する。その結果、ギアの抵抗が大きくなってハンドルが重くなったり、ギアが摩耗や破損を起こして装置全体として機能しなくなることが想定される。

20

【 0 0 0 9 】

また、低吸水性のポリアミド樹脂も知られているが、その融点はポリアミド 1 1 で 1 8 7 、ポリアミド 1 2 で 1 7 6 、ポリアミド 6 1 2 で 2 1 6 。ポリアミド 6 1 0 で 2 2 0) であり、ポリアミド 6 6 (融点 2 6 5) に比べると低くなっている。減速ギア 2 0 にもより高温に耐え得ることが要求されてきているが、低吸水性のポリアミド樹脂では十分とはいえない。

【 0 0 1 0 】

更に、鉱油やポリ - オレフィン油は、金属への濡れ性は良いものの、極性の大きいポリアミド樹脂への濡れ性は悪いという性質があり、そのため金属製のウォーム 1 2 のギア歯と、ウォームホイール 1 1 のギア歯 1 0 との間の潤滑状態は必ずしも十分とは言えない状況にある。

30

【 0 0 1 1 】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、吸水による膨潤が小さく、ポリ - オレフィン油を基油とするグリースを用いたときの潤滑性にも優れた樹脂部を備え、寸法安定性や耐久性、信頼性を高めた電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するために本発明は、下記の電動パワーステアリング装置を提供する。
(1) 電動モータによる補助出力を、減速歯車機構を介して車両のステアリング機構に伝達する電動パワーステアリング装置であって、前記減速歯車機構の従動歯車が、金属製芯管の外周に、樹脂組成物からなり外周面にギア歯が形成された樹脂部を一体に設けてなり、かつ、

40

前記樹脂組成物が、 1 , 9 - ノナンジアミンと 2 - メチル - 1 , 8 - オクタンジアミンとの混合物からなるジアミン成分と、シュウ酸ジエステルとの重縮合物に、該樹脂組成物全量の 1 0 ~ 4 0 質量% の割合で強化繊維材を配合してなり、融点が 2 3 0 ~ 2 4 0 であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

(2) 前記減速歯車機構を構成する従動歯車と駆動歯車との間に、基油としてポリ - オ

50

レフィン油を主成分とするグリース組成物が介在していることを特徴とする上記(1)記載の電動パワーステアリング装置。

(3)前記従動歯車及び駆動歯車が、円筒ウォームギア、はすば歯車、平歯車、かさ歯車またはハイポイドギアであることを特徴とする上記(1)または(2)記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、減速ギアのウォームホイールの樹脂部を特定のジアミン成分とシュウジエステルとの重縮合物に強化繊維材を配合して形成したため、吸水による寸法変化を抑えるとともに、ポリ - オレフィン油を基油とするグリースを用いたときの潤滑性にも優れるため、寸法安定性や耐久性、信頼性に優れた電動パワーステアリング装置が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】電動パワーステアリング装置の一例を示す一部断面構成図である。

【図2】図1のAA断面図であり、電動モータと減速ギアとの連結部周辺を示す概略構成図である。

【図3】減速ギアの一例(円筒ウォームギア)を示す斜視図である。

【図4】減速ギアの他の例(平歯車)を示す斜視図である。

【図5】減速ギアの更に他の例(はすば歯車)を示す斜視図である。

20

【図6】減速ギアの更に他の例(かさ歯車)を示す斜視図である。

【図7】減速ギアの更に他の例(ハイポイドギア)を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

本発明において、電装パワーステアリング装置自体の構成には制限がなく、例えば図1に示す電動パワーステアリング装置を例示することができる。図示される電動パワーステアリング装置において、ステアリングコラム50の出力軸60側には、図2及び図3に示したような減速ギア20をハウジング120に収容して構成されるギアボックスが配設されている。

30

【0017】

また、ステアリングコラム50は中空になっており、ステアリングシャフト70が挿通され、ハウジング120に収納された転がり軸受90、91により回転自在に支承されている。また、ステアリングシャフト70は中空軸であり、トーションバー80を収容している。そして、ステアリングシャフト70の外周面には、ウォームホイール11が設けてあり、このウォームホイール11にウォーム12が噛合してある。また、これらウォームホイール11とウォーム12とからなる減速ギア20には、図2に示したように、電動モータ100が連結されている。

【0018】

40

減速ギア20は、図3に示したように、金属製の芯管1の外周に、外周端面にギア歯10を形成した樹脂部3を一体化したウォームホイール11と、金属製のウォーム12とから構成される。尚、ウォームホイール11において、金属製芯管1と樹脂部3とを接着剤8により接着してもよく、接着剤8として例えばシラン系カップリング剤、チタネート系カップリング剤またはトリアジンチオール化合物を用いることができる。

【0019】

本発明では、樹脂部3を、1,9-ノナンジアミンと2-メチル-1,8-オクタンジアミンとの混合物からなるジアミン成分と、シュウ酸ジエステルとの重縮合物(以下「特定の重縮合物」)に、強化繊維材を配合した樹脂組成物で形成する。

【0020】

50

特定の重縮合物の融点は、樹脂部 3 がより高温に耐え得るように 230 ~ 240 であり、ジアミン成分における (1, 9 - ノナンジアミン : 2 - メチル - 1, 8 - オクタンジアミン) 比を調整することにより上記融点とすることができる。具体的には、(1, 9 - ノナンジアミン : 2 - メチル - 1, 8 - オクタンジアミン) 比を 5 : 95 ~ 10 : 90 モル%、好ましくは 70 : 30 ~ 90 : 10 モル% とすることができ、この範囲で上記融点となるように調整する。

【0021】

シュウ酸ジエステルはアミノ基との反応性を有するものであれば特に制限はなく、シュウ酸ジメチル、シュウ酸ジエチル、シュウ酸ジ n - (または i -) プロピル、シュウ酸ジ n - (または i - 、または t -) ブチル等の脂肪族 1 価アルコールのシュウ酸ジエステル、シュウ酸ジシクロヘキシル等の脂環式アルコールのシュウ酸ジエステル、シュウ酸ジフェニル等の芳香族アルコールのシュウ酸ジエステル等が挙げられる。中でも、炭素原子数が 3 を超える脂肪族 1 価アルコールのシュウ酸ジエステル、脂環式アルコールのシュウ酸ジエステル、芳香族アルコールのシュウ酸ジエステルが好ましく、シュウ酸ジブチル及びシュウ酸ジフェニルが特に好ましい。

10

【0022】

また、ジアミン成分とシュウ酸ジエステルとの比は、(シュウ酸ジエステル / ジアミン成分) 比で 0.99 ~ 1.01 が好適である。

【0023】

特定の重縮合物の分子量は、強化繊維材を含有した状態で射出成形できる範囲、すなわち数平均分子量で 13000 ~ 30000 が好ましく、耐疲労性や成形性を考慮すると数平均分子量で 18000 ~ 26000 がより好ましい。数平均分子量が 13000 未満では、分子量が低すぎて耐疲労性が悪く、実用性が低い。これに対して数平均分子量が 30000 を超える場合には、強化繊維材を規定量含有した状態での熔融粘度が高すぎて、精度よく射出成形することが困難となる。

20

【0024】

このような特定の重縮合物の飽和吸水率は、0.9 ~ 1.3 % であり、従来低吸水性ポリアミドとして使用されているポリアミド 66 (飽和吸水率 5.6 %) やポリアミド 6 (飽和吸水率 10.7 %) に比べて格段に低く、吸水による寸法変化が非常に小さく、寸法安定性に優れるようになる。

30

【0025】

尚、重合方法は、例えば以下に示すような (1) 前重縮合工程、(2) 後重縮合工程の順で行うのが好ましい。

(1) 前重縮合工程

反応器内を窒素置換した後、ジアミン成分とシュウ酸ジエステルとを上記比率で混合する。混合に際してジアミン成分及びシュウ酸ジエステルが共に可溶性溶媒を用いることができ、例えば、トルエン、キシレン、トリクロロベンゼン、フェノール、トリフルオロエタノールなどを用いることができる。そして、例えば、ジアミン成分を溶解したトルエン溶液を 50 に加熱した後、シュウ酸ジエステルを加える。次いで、反応器内を攪拌及び / 又は窒素パブリングしながら、常圧下で昇温する。反応温度は、最終到達温度が 80 ~ 150、好ましくは 100 ~ 140 の範囲になるように制御する。また、最終到達温度での反応時間は 3 時間 ~ 6 時間である。

40

(2) 後重縮合工程

高分子量化を図るために、前重縮合工程で生成した重合物を常圧下において反応器内で徐々に昇温する。昇温過程において前重縮合工程の最終到達温度 (80 ~ 150) から、最終的に 220 以上 300 以下、好ましくは 230 以上 280 以下、更に好ましくは 240 以上 270 以下の温度範囲にまで到達させる。昇温時間を含めて 1 ~ 8 時間、好ましくは 2 ~ 6 時間保持して反応を行うことが好ましい。さらに後重合工程において、必要に応じて減圧下での重合を行うこともできる。減圧重合を行う場合の好ましい最終到達圧力は 0.1 MPa 未満 ~ 13.3 Pa である。

50

【0026】

特定の重縮合物は、それ自身で一定以上の耐久性を示し、ウォームホイール11の相手材であるウォーム12の摩耗に対して有利に働き、減速ギア20として十分に機能するが、より過酷な使用条件で使用されるとギア歯10が破損や摩耗することも想定されるため、信頼性を高めるために強化繊維材を配合する。

【0027】

強化繊維材としては、ガラス繊維、炭素繊維、チタン酸カリウムウイスキー、ホウ酸アルミニウムウイスキー等が好ましく、特定の重縮合物との接着性を考慮してシランカップリング剤で表面処理したものが更に好ましい。また、これらの強化繊維材は複数種を組み合わせることができる。衝撃強度を考慮すると、ガラス繊維や炭素繊維等の繊維状物を配合することが好ましく、更にウォーム12の損傷を考慮するとウイスキー状物を繊維状物と組み合わせて配合することが好ましい。混合使用する場合の混合比は、繊維状物及びウイスキー状物の種類により異なり、衝撃強度やウォーム12の損傷等を考慮して適宜選択される。また、ガラス繊維は、少ない配合量で高強度化及び耐摩耗性の改善が可能な平均繊維径が5~7 μm のもの、あるいは異形断面のものがより好適である。

10

【0028】

また、強化繊維材は、全体の10~40重量%、特に15~30重量%の割合で配合することが好ましい。強化繊維材の配合量が10重量%未満の場合には、機械的強度の改善が少なく好ましくない。強化繊維材の配合量が40重量%を超える場合には、ウォーム12を損傷し易くなり、ウォーム12の摩耗が促進されて減速ギアとしての耐久性が不足する可能性があり好ましくない。

20

【0029】

更に、特定の重縮合物には、成形時及び使用時の熱による劣化を防止するために、ヨウ化物系熱安定化剤やアミン系酸化防止剤を、それぞれ単独あるいは併用して添加されていてもよい。

【0030】

上記の如く構成される電動パワーステアリング装置では更に、従来と同様に、ハウジング120の一对の転がり軸受110の間の空間に、ウォーム12とウォームホイール11との両ギア歯間の潤滑のためのグリースが充填される(図2参照)。本発明では、特定の重縮合物との濡れ性を考慮して、ポリ-オレフィン油を主成分とする基油を含むグリースを用いることが好ましい。特定の重縮合物は、アミド基間に長い炭化水素鎖または芳香族環を含有しない分子構造であるため、ポリアミド6やポリアミド66に比べてポリ-オレフィン油との濡れ性に優れる。

30

【0031】

ここで、主成分とは、ポリ-オレフィン油が基油全量の50質量%を超えることを意味し、好ましくは70質量%以上をポリ-オレフィン油とする。ポリ-オレフィン油と混合できる潤滑油としては、ポリ-オレフィン油の潤滑性を改善させる効果があることから、ジエステル油や芳香族エステル油等が挙げられる。

【0032】

また、基油の動粘度は40~220 mm^2/s (40)が好ましく、ジエステル油や芳香族エステル油等と混合する場合は、混合油としてこの動粘度範囲とする。

40

【0033】

増ちょう剤には制限は無く、金属石けんやウレア化合物を使用できるが、特定の重縮合物に構造が類似し、吸着性に優れるウレア化合物が好ましい。また、増ちょう剤の配合量も上記基油とともにグリースを形成し得る限り制限されるものではないが、グリース全量の10~20重量%が適当である。

【0034】

グリースには、必要に応じて種々の添加剤を添加することもできる。例えば、アミン系やフェノール系等の酸化防止剤、カルシウムスルホネート等の防錆剤、ジチオカルバミン酸モリブデン等の極圧添加剤、モンタン酸エステルワックス、モンタン酸エステル部分け

50

ん化ワックス、オレイン酸等の油性向上剤等を添加することができる。

【0035】

尚、本発明の電動パワーステアリング装置では、減速ギア20として、上記したウォームホイール11及びウォーム12以外にも、図4に示す平歯車、図5に示すはすば歯車、図6に示すかさ歯車、図7に示すハイポイドギア等が可能であり、何れもウォームホイール11を、金属製芯管1の外周に、上記樹脂組成物からなり、その外周面にギヤ歯10が形成された樹脂部3を、接着剤8を用いるなどして一体化して構成する。

【実施例】

【0036】

以下に実施例及び比較例を挙げて本発明を更に説明するが、本発明はこれにより何ら制限されるものではない。

【0037】

(実施例1)

1,9-ノナンジアミンを85モル%及び2-メチル-1,8-オクタンジアミンを15モル%からなるジアミン成分と、シュウ酸ジブチルとを1:1の割合で重合させて得た重縮合物Aを調製した。重縮合物Aの数平均分子量は22000で、融点は235であった。尚、重縮合物Aには、熱安定剤としてヨウ化銅系熱安定化剤を添加した。

【0038】

次いで、重縮合物Aに、シランカップリング剤で処理したガラス繊維(平均繊維径6.5 μ m)を25質量%の割合となるように配合して樹脂組成物を調製した。

【0039】

そして、クロスローレット加工を施し、脱脂した外径45mm、幅13mmのS45C製の芯管を、スプルー及びディスクゲートを装着した金型に配置し、上記の樹脂組成物を射出成形して外径60mm、幅13mmの外周部にヘリカルギヤ歯を有するものを作製した。次いで、ボブカッターを用いて切削加工してギヤ歯の仕上げを行い、ウォームホイール試験体を作製した。

【0040】

(実施例2)

ジアミン成分を、1,9-ノナンジアミンを6モル%、2-メチル-1,8-オクタンジアミンを94モル%とした以外は実施例1と同様にして重縮合物Bを調製し、同様にしてウォームホイール試験体を作製した。尚、重縮合物Bの数平均分子量は22000で、融点は232であった。

【0041】

(比較例1)

シランカップリング剤で処理したガラス繊維(平均繊維径13 μ m)を30質量%の割合で含有するポリアミド66(宇部興産製「ナイロン2020GU6」:Cu系熱安定剤含有、数平均分子量20000、融点265)を用いて同様のウォームホイール試験体を作製した。

【0042】

(比較例2)

ジアミン成分を、1,9-ノナンジアミンを50モル%、2-メチル-1,8-オクタンジアミンを50モル%とした以外は実施例1と同様にして重縮合物Cを調製し、同様にしてウォームホイール試験体を作製した。尚、重縮合物Cの数平均分子量は22000で、融点は206であった。

【0043】

(比較例3)

シランカップリング剤で処理したガラス繊維(平均繊維径10 μ m)を30質量%の割合で含有するポリアミド9T(クラレ製「ジェネスタG1300A」:熱安定剤含有グレード、融点304)を用いて同様のウォームホイール試験体を作製した。

【0044】

10

20

30

40

50

表 1 に、上記の実施例及び比較例の各樹脂組成物の組成及び融点を示す。

【 0 0 4 5 】

【 表 1 】

表 1

| | 実施例 1 | 実施例 2 | 比較例 1 | 比較例 2 | 比較例 3 |
|---------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ベース樹脂 | 重縮合物 A 75 質量% | 重縮合物 B 75 質量% | ポリアミド 66 70 質量% | 重縮合物 C 75 質量% | ポリアミド 9T 70 質量% |
| 強化繊維材 | シランカップリング剤 処理ガラス繊維 (平均繊維 径 6.5 μm) 25 質量% | シランカップリング剤 処理ガラス繊維 (平均繊維 径 6.5 μm) 25 質量% | シランカップリング剤 処理ガラス繊維 (平均繊維 径 13 μm) 30 質量% | シランカップリング剤 処理ガラス繊維 (平均繊維 径 6.5 μm) 25 質量% | シランカップリング剤 処理ガラス繊維 (平均繊維 径 10 μm) 30 質量% |
| 融点 (°C) | 235 | 232 | 265 | 206 | 304 |

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

また、上記の実施例及び比較例の各ウォームホイール試験体について、下記に示すように寸法安定性及び耐久性を評価した。結果を表 2 に示す。

(1) 寸法安定性

ウォームホイール試験体を下記条件 I または条件 II の下に放置し、放置後にギア外径寸法を測定し、放置前のギア外径寸法からの変化量を求めた。何れの条件でも変化量が $40\ \mu\text{m}$ 以下の場合を合格「○」、 $40\ \mu\text{m}$ を超える場合を不合格「×」とした。

- ・条件 I : 60°C 、 $90\% \text{RH}$ 、70 時間
- ・条件 II : 80°C 、 $90\% \text{RH}$ 、300 時間

(2) 耐久性

ウォームホイール試験体を実際の電動パワーステアリング装置の減速ギアに組み込み、下記条件 I ~ III にて操舵操作を繰り返し行った。減速ギアには、ポリ - オレフィン油 (動粘度 ; $8\ \text{mm}^2/\text{s}$ @ 40°C) を基油とし、脂肪族ジウレア化合物を増ちょう剤 (増ちょう剤量 : 13 質量%) とし、ポリエチレンワックス (摩耗防止剤) 及び 4,4'-ジオクチルジフェニルアミン (酸化防止剤) 及び中性カルシウムスルホネート (防錆剤) を添加し、ちょう度 No. 2 に調整したグリースを充填した。何れの条件でも、10 万回の操舵に耐え得る場合を合格「○」、10 万回の操舵に耐えられなかった場合を不合格「×」とした。

- ・条件 I : 30°C 、 $50\% \text{RH}$
- ・条件 II : 50°C 、 $90\% \text{RH}$
- ・条件 III : 80°C 、 $50\% \text{RH}$

【0047】

【表 2】

表 2

| | 実施例 1 | 実施例 2 | 比較例 1 | 比較例 2 | 比較例 3 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 寸法安定性 (条件 I) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 寸法安定性 (条件 II) | ○ | ○ | × | ○ | ○ |
| 耐久性 (条件 I) | ○ | ○ | ○ | ○ | × |
| 耐久性 (条件 II) | ○ | ○ | × | ○ | × |
| 耐久性 (条件 III) | ○ | ○ | ○ | × | × |

【0048】

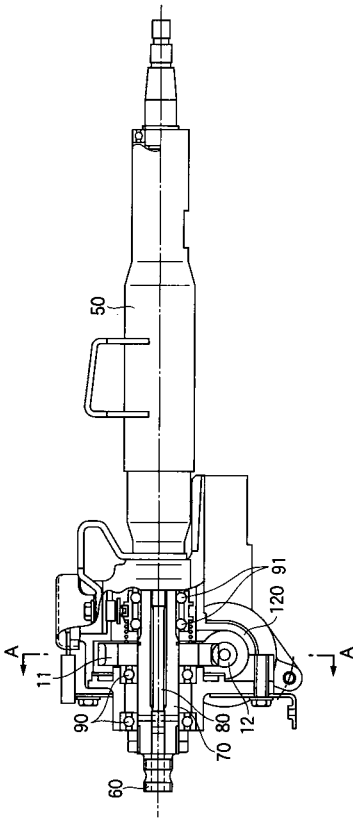
表 2 に示すように、本発明に従う実施例 1, 2 は、何れの条件下でも寸法安定性及び耐久性に優れている。これに対し、従来の樹脂材料であるポリアミド 66 を用いた比較例 1 では、高温、高湿度の過酷な条件では寸法安定性及び耐久性に劣るようになる。また、比較例 2 の重縮合物 C を用いた場合には、融点が低く、高温での耐久性が低下している。更に、ポリアミド 9T を用いた比較例 3 では、寸法安定性は問題がないものの、ポリ - オレフィン油を基油とするグリースとの濡れ性が悪いため、樹脂の摩耗の進行が早く、何れの条件でも耐久性に劣っている。

【符号の説明】

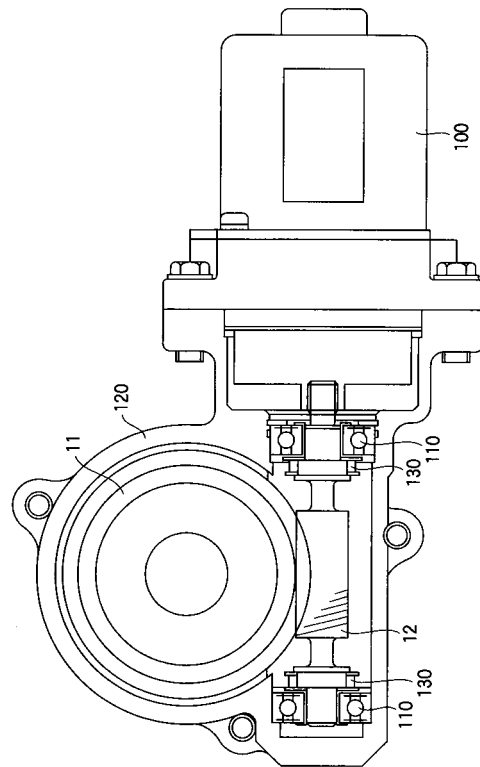
【0049】

- 1 芯管
- 3 樹脂部
- 10 ギア歯
- 11 ウォームホイール
- 12 ウォーム
- 20 減速ギア
- 50 ステアリングコラム
- 70 ステアリングシャフト
- 90 軸受
- 91 軸受
- 100 電動モータ
- 110 転がり軸受
- 120 ハウジング
- 130 ダンパー

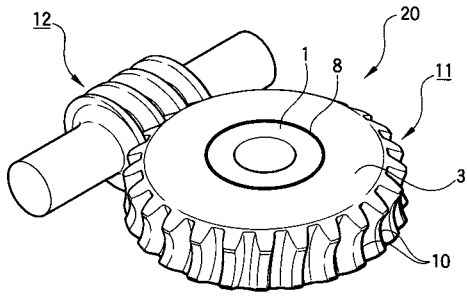
【図1】



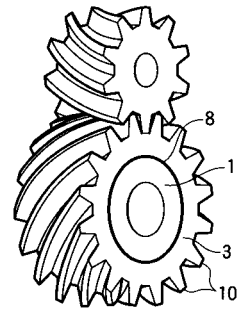
【図2】



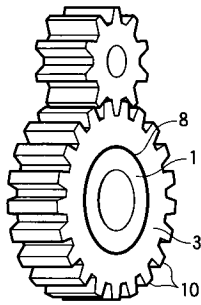
【 図 3 】



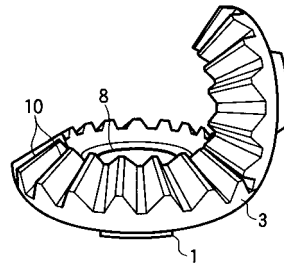
【 図 5 】



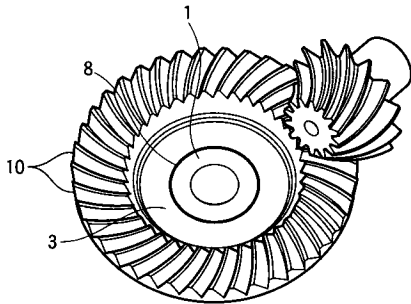
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | F I | テーマコード(参考) |
|--------------------------------|--|---------------|------------|
| C 0 8 G 69/26 (2006.01) | | C 0 8 G 69/26 | |
| C 0 8 J 5/04 (2006.01) | | C 0 8 J 5/04 | |

(72)発明者 常増 卓也

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3D233 CA04

3J030 AA03 AA11 AC01 BA01 BA02 BA03 BA05 BC01 BC02 CA10
4F072 AA01 AA08 AB09 AC06 AC15 AD44 AK15 AL02 AL16
4J001 DA01 DB02 EB04 EC09 EC13 FA01 FB03 FC06 FD01 HA01
JA02 JB01 JB06 JB46