(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2011-133004
(P2011-133004A)
(43)公開日　平成23年7月7日(2011.7.7)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F16D	3/26	(2006.01)	F16D	3/26	X	
F16D	1/04	(2006.01)	F16D	1/04		

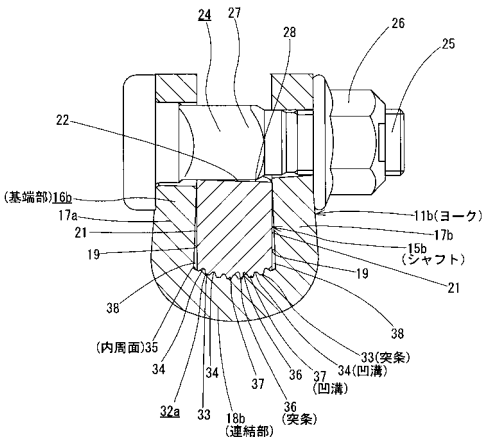
審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 17 頁）

(21)出願番号　特願2009-291905 (P2009-291905)
(22)出願日　平成21年12月24日 (2009.12.24)

(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
特許業務法人貴和特許事務所
(72)発明者　杉山　剛
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　定方　清
群馬県前橋市鳥羽町７８番地　日本精工株式会社内

(54)【発明の名称】シャフトと自在継手のヨークとの結合部

(57)【要約】
【課題】重量を増大させずに、シャフト１５ｂとヨーク１１ｂの基端部１６ｂとの結合部の捩り方向の剛性を向上させる事ができ、しかもこの結合部の耐久性の向上を図れる構造を実現する。
【解決手段】前記基端部１６ｂを構成する連結部１８ｂの内周面３５と、前記シャフト１５ｂの端部外周面の一部でこの内周面３５と対向する部分とに、それぞれがこのシャフトの軸方向に長い突条３３、３６と凹溝３４、３７とをそれぞれ複数本ずつ、この軸方向に対して直角方向である幅方向に交互に配置する。そして、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とを互いに噛合させる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
使用時に回転するシャフトと、このシャフトの先端部両側面に設けられた１対の被抑え面と、片側が開口した基端部を有し、自在継手を構成するヨークと、このヨークの中心軸を挟む状態で互いに離隔して設けられ、互いに対向するそれぞれの内側面を前記両被抑え面と対向する抑え面として、前記基端部を構成する１対の抑え板部と、これら両抑え板部の反開口側端縁同士を互いに連結して前記基端部を構成する連結部と、前記両抑え板部の開口側部分に形成された、互いに同心の通孔と、これら両通孔に挿通する事により前記両抑え板部同士の間に掛け渡された抑えボルトと、この抑えボルトの先端部で前記通孔の外側に突出した部分に螺合したナットとを備え、この抑えボルトが、上記シャフトの端部に対向する部分が断面形状が非円形のカム部であるカムボルトであって、前記ナットの締め付けに伴ってこのカム部が前記シャフトの端部を、前記ヨークの基端部の奥部に押し込むものであり、前記連結部の両面のうちでこの基端部の開口側の面を内周面側対向面とすると共に、前記シャフトの外周面のうちでこの内周面側対向面と対向する面を外周面側対向面としたシャフトと自在継手のヨークとの結合部に於いて、この外周面側対向面と前記内周面側対向面とに、それぞれが前記シャフトの軸方向に長い突条と凹溝とをそれぞれ複数本ずつ、この軸方向に対して直角方向である幅方向に交互に配置すると共に、前記外周面側対向面に形成した前記各突条及び前記各凹溝と、前記内周面側対向面に形成した前記各凹溝及び前記各突条とを互いに噛合させた事を特徴とするシャフトと自在継手のヨークとの結合部。
【請求項２】
各突条の幅寸法が、基端部から先端部に向かうに従って漸次小さくなり、各凹溝の幅寸法が開口部から底部に向かうに従って漸次小さくなる、請求項１に記載したシャフトと自在継手のヨークとの結合部。
【請求項３】
１対の抑え板部同士の間にシャフトの端部を挿入し、抑えボルトを締め付けてこれら両抑え板部同士の間隔を縮める以前の状態で、両抑え面と両被抑え面との間に存在する隙間の厚さの合計が、外周面側、内周面側両対向面に存在する突条と凹溝とのピッチの１／２よりも小さい、請求項１～２のうちの何れか１項に記載したシャフトと自在継手のヨークとの結合部。
【請求項４】
内周面側対向面が部分円筒状の凹面であり、外周面側対向面が部分円筒状の凸面である、請求項１～３のうちの何れか１項に記載したシャフトと自在継手のヨークとの結合部。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、ステアリング装置を構成するシャフトの端部と自在継手のヨークとを結合する為の、シャフトと自在継手のヨークとの結合部の改良に関する。具体的には、この結合部の捩り方向の剛性を向上させる事により、ステアリングホイールの操舵感の向上を図ると共に、前記結合部の耐久性の向上を図るものである。
【背景技術】
【０００２】
自動車用のステアリング装置は、例えば図８に示す様に構成されている。運転者がステアリングホイール１の操作に基づいてステアリングシャフト２を回転させると、この回転は、第一の自在継手３と、中間シャフト４と、第二の自在継手５とを介して、ステアリングギヤユニット６の入力シャフト７に伝達される。すると、このステアリングギヤユニット６は、この入力シャフト７の回転に伴って左右１対のタイロッド８、８を押し引きし、操舵輪に舵角を付与する。
【０００３】
上述の様なステアリング装置に組み込まれる第一、第二の自在継手３、５として従来か

ら、各種構造のものが知られている。又、前記ステアリング装置の組み立て性の向上を考慮して、前記第一、第二の自在継手３、５のうちの少なくとも一方の自在継手を、当該自在継手を構成するヨークとシャフト（ステアリングシャフト２、中間シャフト４、入力シャフト７のうちの何れか）とを、当該ヨークを構成する基部の側方から挿入する、所謂横入れ式とする事も、広く行われている。図９は、この様な横入れ式のヨークを備えた自在継手の１例として、特許文献１に記載されたものを示している。

【０００４】

この自在継手９は、１対のヨーク１０、１１同士を十字軸１２を介して結合して成る。この十字軸１２に設けられた４個所の端部は、それぞれ前記両ヨーク１０、１１の先端部に、軸受カップ１３、１３内に設けられたニードル軸受を介して揺動自在に支持している。この様な構成により、それぞれの中心軸が同一直線上に位置しない、前記両ヨーク１０、１１同士の間での回転力の伝達を可能としている。この様な自在継手９を前述した様なステアリング装置に組み付ける場合、一方（図９の右方）のヨーク１０をステアリングシャフト等の一方のシャフト１４の端部に、溶接或はねじ止め等により予め結合固定し、他方（図９の左方）のヨーク１１を他方のシャフト１５の端部に結合する。

【０００５】

又、前記ステアリング装置の組み付け時には、前記一方のシャフト１４を車体に支持した後、この一方のシャフト１４と前記他方のシャフト１５とを、前記自在継手９により結合する。この結合作業の際、この他方のシャフト１５と、この自在継手９を構成する前記他方のヨーク１１とを、このシャフト１５の軸方向に関して相対変位させる事が難しい場合が多い。そこで、これら他方のシャフト１５と自在継手９との結合作業を可能にする為に、この自在継手９を構成する前記他方のヨーク１１を、前記一方のシャフト１４を軸方向に動かす事なく接続作業を行える、所謂横入れ式のものとする。

【０００６】

図１０～１１は、この様な横入れ式のヨーク１１とシャフト１５との結合部の１例を示している。前記ヨーク１１の基端部１６は、断面形状をＵ字形としており、このヨーク１１の中心軸を挟んで互いに離隔して配置された１対の抑え板部１７ａ、１７ｂと、これら両抑え板部１７ａ、１７ｂの一端縁（図１０～１１の下端縁）同士を互いに連結する連結部１８とを備える。このうちの１対の抑え板部１７ａ、１７ｂの内側面は、互いに略平行な抑え面１９、１９としている。又、これら両抑え板部１７ａ、１７ｂの他端（図１０～１１の上端）寄り部分に、互いに略同心の通孔２０ａ、２０ｂを形成している。

【０００７】

一方、上述の様に構成するヨーク１１に、その先端部を結合する前記シャフト１５は、少なくとも先端部の断面形状を、図１０に示す様な小判形としている。即ち、このシャフト１５の先端部外周面に、それぞれが被抑え面である、互いに平行な１対の外側平面２１、２１を形成している。又、これら両外側平面２１、２１と平行な方向（図１０～１１の上下方向）に関する、このシャフト１５の片側面（図１０～１１の上側面）の先端寄り部分に、切り欠き２２を形成している。

【０００８】

前記シャフト１５の先端部を前記ヨーク１１の基端部１６に結合する場合には、先ず、図９に実線で示す様に、前記シャフト１５の先端部を前記基端部１６の開口側に配置する。そして、この状態から、例えば前記ヨーク１１を、同図の実線状態から鎖線状態に至るまで、前記十字軸１２を中心に回動させる事により、図１０に示す様に、前記シャフト１５の先端部を前記ヨーク１１の基端部１６内に、前記切り欠き２２を挿入方向後側に位置させた状態で進入させる。尚、この様な進入作業を容易に行える様にする為、これらヨーク１１及びシャフト１５の自由状態で、前記両抑え面１９、１９同士の間隔W_{19}を、前記両外側平面２１、２１同士の間隔W_{21}よりも大きく（$W_{19} > W_{21}$）している。従って、上述の様にシャフト１５の先端部をヨーク１１の基端部１６内に進入させた状態では、前記両抑え面１９、１９と前記両外側平面２１、２１との間に、正の嵌合隙間２３、２３が生じる。

【０００９】
上述の様にしてシャフト１５の先端部をヨーク１１の基端部１６内に進入させたならば、次いで、図１１に示す様に、前記各通孔２０ａ、２０ｂの内側に抑えボルト２４を挿通すると共に、この抑えボルト２４の先端部に設けた雄ねじ部２５のうち前記通孔２０ｂの外側に突出した部分にナット２６を螺合し、更にこのナット２６を所定のトルクで締め付ける。これにより、前記１対の抑え面１９、１９同士の間隔を狭めて、これら各抑え面１９、１９を前記各外側平面２１、２１に当接させる（これら各抑え面１９、１９によりこれら各外側平面２１、２１を強く抑え付ける）。前記ナット２６の締め付け時に前記抑えボルト２４は、このナット２６と前記雄ねじ部２５との螺合部の摩擦に伴って、このナット２６の回転方向に回転する（共回りする）傾向になる。この結果、前記抑えボルト２４の中間部に設けたカム部２７の外周面が前記切り欠き２２の底面２８に押し付けられて、前記シャフト１５が前記連結部１８の内側面２９に抑え付けられる。即ち、前記シャフト１５の外周面のうち、前記切り欠き２２と径方向反対側に存在する他側面（図１０～１１の下側面）の一部で、前記シャフト１５の先端部に存在する対向面３０を、前記連結部１８の内側面２９に強く当接させる。更には、前記抑えボルト２４と前記切り欠き２２とを係合させて、万一前記ナット２６の緊締が緩んだ場合でも、前記シャフト１５が前記基端部１６の内側から軸方向に抜けるのを防止する。

【００１０】
尚、前記抑えボルト２４の杆部のうち、前記各通孔２０ａ、２０ｂに挿通させる部分である基端部と中間部とには、それぞれ円柱部３１ａ、３１ｂを設けている。そして、これら各円柱部３１ａ、３１ｂの外周面と前記各通孔２０ａ、２０ｂの内周面との接触部で、前記カム部２７の外周面を前記切り欠き２２の底面２８に押し付ける際の反力を支承する様にしている。

【００１１】
上述した様なシャフト１５とヨーク１１との結合部の場合、この結合部の強度を十分に確保する観点から、前記両抑え面１９、１９は、前記両外側平面２１、２１の全面に対して当接させるのが好ましい。ところが、前記結合部を完成させるべく、上述の様にナット２６を所定のトルクで締め付ける場合、前記両抑え面１９、１９同士の間隔が狭まる量は、前記抑えボルト２４及びナット２６に近い部分（図１１の上側部分）で多くなり、遠い部分（図１１の下側部分）で少なくなる。この為、前記結合部を完成させた状態で、多くの場合には、図１１に示す様に、前記両抑え面１９、１９と前記両外側平面２１、２１とが、前記抑えボルト２４及びナット２６に近い部分でのみ接触し、遠い部分に嵌合隙間２３、２３が残ったままの状態となる。この結果、運転中、これら各嵌合隙間２３、２３の存在に基づいて、前記結合部にがたつきが発生する可能性がある。

【００１２】
この様なガたつきを防止する為に特許文献１には、図１２～１３に示す様に、連結部１８ａの内側面２９ａをＶ字形の凹面とし、シャフト１５ａの対向面３０ａをこの内側面２９ａに、幅方向中央寄りの２個所部分でのみ接触する様にした構造が記載されている。この様な構造によれば、前記シャフト１５ａが、ヨーク１１ａの基端部１６ａを構成する１対の抑え板部１７ａ、１７ｂに対し遠近動する方向（図１２～１３の左右方向）に変位する事がなくなり、結合部でがたつきが発生する事を防止できる。

【００１３】
上述の図１２～１３に示した様な、特許文献１に記載された従来構造の場合、自在継手を通じて伝達するトルクがあまり大きくない場合には特に問題を生じない。例えば、従来一般的に使用されていた油圧式のパワーステアリング装置を組み込んだステアリング装置の場合には、総ての自在継手は、補助操舵力を付与する為のパワーステアリング装置よりもステアリングホイール１（図８参照）の側に設置している。従って、自在継手を通過するトルクは、前記補助操舵力を付加される以前の、比較的小さな値に止まる。この為、前記図１２～１３に示した従来構造で、前記対向面３０ａと前記内側面２９ａとの当接部に作用する面圧は限られた値に止まり、これら両面３０ａ、２９ａがへたる事はない。

【００１４】
これに対して、近年普及している電動式のパワーステアリング装置のうち、特に補助動力源である電動モータをステアリングコラム部分に設置する構造の場合には、自在継手を通過するトルクは、この電動モータにより補助操舵力を付加された後の、大きな値になる。この為、前記対向面３０ａと前記内側面２９ａとの当接部に作用する面圧が大きくなり、これら両面３０ａ、２９ａがへたる可能性がある。そして、へたった場合には、前記ヨーク１１ａと前記シャフト１５ａとの結合部にがたつきを生じ、前記ステアリングホイール１を操作する運転者に違和感を与える原因になる。
【００１５】
特許文献２、３には、断面形状が円形若しくはほぼ円形（半円形よりも大きな欠円形状）であるシャフトの端部外周面に雄セレーションを形成すると共に、断面形状がＵ字形であるヨークの基端部内面に雌セレーションを形成した構造が記載されている。この様な特許文献２、３に記載された構造の場合、前記シャフトの端部を前記ヨークの基端部に、この基端部の開口側から挿入する事で、前記雄、雌両セレーション同士を係合させるとしている。但し、この様な構造の場合、前記シャフトの端部外周面に形成された雄セレーションのうち、挿入方向に対して直角方向に存在する山部が、前記基端部の内面に形成された雌セレーションの山部と干渉して、前記端部を前記基端部内に挿入する作業が面倒になるものと考えられる。又、特許文献２に記載された構造の場合には、部品点数が多くなり、コストが嵩む原因となる。
【００１６】
更に、特許文献４には、断面形状をＵ字形としたヨークの基端部のうちの連結部の幅方向中央部内面に断面矩形の凹溝を形成すると共に、シャフトの端部に形成した凸条をこの凹溝に係合させる構造が記載されている。この様な構造の場合、このシャフトの端部を前記ヨークの基端部に挿入する作業が容易になる代わりに、前記凹溝と前記凸条との係合部に過大な応力が加わり易く、この凹溝の隅角部等から亀裂等の損傷が発生し易くなる。この様な損傷の発生を防止する為には、前記ヨークの基端部の肉厚を十分に確保する必要があり、自在継手の軽量化と耐久性の確保との両立が難しいものと考えられる。又、前記凹溝と前記凸条との係合部の、回転方向に関する隙間をゼロにできない為、係合部のがたつきを完全になくす事ができず、運転者に与える違和感を十分に解消する事が難しい。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１７】
本発明は、上述の様な事情に鑑みて、特に重量を増大させずに、シャフトと自在継手のヨークとの結合部の捩り方向の剛性を向上させる事ができて、ステアリングホイールの操舵感の向上を図ると共に、前記結合部の耐久性の向上を図れるシャフトと自在継手のヨークとの結合部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】
【００１８】
本発明のシャフトと自在継手のヨークとの結合部は、前述した従来から知られているシャフトと自在継手のヨークとの結合部と同様に、シャフトと、１対の被抑え面と、ヨークと、１対の抑え板部と、連結部と、通孔と、抑えボルトと、ナットとを備える。
このうちのシャフトは、使用時に回転する。
又、前記両被抑え面は、前記シャフトの先端部両側面に設けられている。
又、前記ヨークは、自在継手を構成するもので、片側が開口した基端部を有する。
又、前記両抑え板部は、この基端部を構成するもので、前記ヨークの中心軸を挟む状態で互いに離隔して設けられ、互いに対向するそれぞれの内側面を前記両被抑え面と対向する抑え面としている。
又、前記連結部は、前記基端部を構成するもので、前記両抑え板部の反開口側端縁同士を互いに連結する。
又、前記通孔は、前記両抑え板部の開口側部分に、互いにほぼ同心に形成されている。

尚、本明細書及び特許請求の範囲で、ほぼ同心とは、完全に同心でなくても良いが、互いの中心軸のずれが、前記抑えボルトを挿通するのに支障がない程度に小さい状態を言う。

又、前記抑えボルトは、前記通孔に挿通する事により、前記両抑え板部同士の間に掛け渡されたものである。

又、前記ナットは、前記抑えボルトの先端部で前記通孔の外側に突出した部分に螺合している。

又、前記抑えボルトは、前記シャフトの端部に対向する部分が断面形状が非円形のカム部であるカムボルトであり、前記ナットの締め付けに伴って、このカム部により前記シャフトの端部を、ヨークの基端部の奥部に押し込むものである。

更に、前記連結部の両面のうちで前記基端部の開口側の面を内周面側対向面とすると共に、前記シャフトの外周面のうちでこの内周面側対向面と対向する面を外周面側対向面としている。

【００１９】

特に、本発明のシャフトと自在継手のヨークとの結合部に於いては、前記外周面側対向面と前記内周面側対向面とに、それぞれが前記シャフトの軸方向に長い突条と凹溝とをそれぞれ複数本ずつ、この軸方向に対して直角方向である幅方向に交互に配置している。そして、前記外周面側対向面に形成した前記各突条及び前記各凹溝と、前記内周面側対向面に形成した前記各凹溝及び前記各突条とを、互いに噛合させている。

【００２０】

この様な本発明のシャフトと自在継手のヨークとの結合部を実施する場合に好ましくは、請求項２に記載した発明の様に、前記各突条の幅寸法を、基端部から先端部に向かうに従って漸次小さくし、各凹溝の幅寸法を、開口部から底部に向かうに従って漸次小さくする。

或は、請求項３に記載した発明の様に、前記両抑え板部同士の間に前記シャフトの端部を挿入し、前記抑えボルトを締め付けてこれら両抑え板部同士の間隔を縮める以前の状態で、前記両抑え面と前記両被抑え面との間に存在する隙間の厚さの合計を、前記外周面側、内周面側両対向面に存在する前記突条と前記凹溝とのピッチの１／２よりも小さくする。

又、好ましくは、請求項４に記載した発明の様に、前記内周面側対向面を部分円筒状の凹面とし、外周面側対向面を部分円筒状の凸面とする。

【発明の効果】

【００２１】

上述の様に構成する本発明によれば、特に重量を増大させずに、シャフトと自在継手のヨークとの結合部の捩り方向の剛性を向上させる事ができて、ステアリングホイールの操舵感の向上を図ると共に、前記結合部の耐久性の向上を図れるシャフトと自在継手のヨークとの結合部を実現できる。

【００２２】

先ず、捩り剛性の向上は、外周面側、内周面側両対向面に形成した各突条と各凹溝とを互いに噛合させる事により図れる。即ち、これら各突条と各凹溝とを互いに噛合させる事により、前記両対向面が、前記シャフトの中心軸周りの回転方向に変位する事がなくなる。従ってこのシャフトの端部は、直径方向反対側位置、即ち、抑えボルトの締め付けにより強く抑え付けられた、１対の抑え板部の開口寄り部分と、前記各突条と前記各凹溝とを噛合させた、この開口から外れた基端部の奥端寄り部分とで、回転方向の変位を、十分に大きな力で阻止される。この為、前記シャフトと前記基端部を含むヨークとが捩り方向に変位する事が、十分に大きな力により阻止されて、前記結合部の捩り剛性が向上し、操舵感の向上を図れる。

【００２３】

この様に結合部の捩り剛性を向上させる為に、前記両対向面同士の間で、これら両面毎にそれぞれ複数本ずつ設けた突条と凹溝とを係合させている為、前記捩り剛性の向上に寄与する係合面の面積の総和が広くなる。この為、これら各係合面に作用する面圧を低く抑

える事ができて、これら各係合面がへたる（押し潰される方向に塑性変形する）事を防止できる。この結果、長期間に亙り大きなトルクの伝達を行った場合にも、前記結合部にがたつきが発生する事を抑えて、耐久性の向上を図れる。しかも、前記各突条と前記各凹溝との係合部は複数存在し、これら各係合部が分担して前記トルクを伝達するので、何れかの係合部に過大な応力が加わる事はない。この為、特に重量を増大させずに、前記耐久性の向上を図れる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】本発明の実施の形態の１例を示す、図１１と同様の断面図。

【図２】ヨークの基端部とシャフトの端部との結合部の形状を説明する為の部分断面図。

【図３】シャフトの端部に作用する力の方向を説明する為の、シャフトの端面図。

【図４】実施の形態の１例の構造で、シャフトとヨークとの間でのトルク伝達時に於ける、各突条と各凹溝との係合部の挙動を説明する為の部分断面図。

【図５】従来構造で、シャフトとヨークとの間でのトルク伝達時に於ける挙動を説明する為の部分断面図。

【図６】シャフトとヨークとの連結部にトルクを負荷した場合に於ける、このトルクの大きさと、これらシャフトとヨークとの間の相対変位量である捩れ角との関係を示す線図で、（Ａ）は図４に示した本発明の実施の形態の１例の場合を、（Ｂ）は図５に示した従来構造の場合を、それぞれ示している。

【図７】シャフトの端部外周面に形成する各突条と各凹溝との形状の別例を示す、シャフトの部分端面図。

【図８】本発明の対象となるシャフトと自在継手のヨークとの結合部を備えたステアリング装置の１例を示す斜視図。

【図９】本発明の対象となる構造で、シャフトの端部とヨークの基端部とを結合する状態を示す側面図。

【図１０】従来構造の第１例を示す、図９のＸ－Ｘ断面図。

【図１１】各通孔に形成した抑えボルトの先端部にナットを螺合し更に締め付けた状態を示す、図１０と同様の断面図。

【図１２】従来構造の第２例を示す、図１１と同様の断面図。

【図１３】図１２のＹ部拡大図。

【発明を実施するための形態】

【００２５】

図１～４は、本発明の実施の形態の１例を示している。尚、本例の特徴は、シャフト１５ｂの端部と、自在継手を構成するヨーク１１ｂの基端部１６ｂとの結合部の剛性を向上させるべく、これらシャフト１５ｂの端部とヨーク１１ｂの基端部１６ｂとの係合部の構造を工夫した点にある。このヨーク１１ｂの基端部１６ｂ及び前記シャフト１５ｂの端部以外の形状、構造等、自在継手の他の部分の構造及び作用に就いては、前述した従来構造と同様であるから、同等部分に関する図示並びに説明は、省略若しくは簡略にし、以下、本例の特徴部分を中心に説明する。

【００２６】

前記シャフト１５ｂの端部外周面に、それぞれが被抑え面である１対の外側平面２１、２１を、互いに平行に設けている。これら両外側平面２１、２１は、元々は断面円形の丸棒状であった前記シャフト１５ｂの端部の直径方向反対側２箇所位置を平坦に削り取る事により形成して成る。従って、前記シャフト１５ｂの端部外周面で前記両外側平面２１、２１から円周方向に外れた間部分３２ａ、３２ｂの元々の形状は、このシャフト１５ｂの中心軸O_{15}を中心とする部分円筒面である（図２参照）。これら両間部分３２ａ、３２ｂのうち、組み立て状態で前記基端部１６ｂの連結部１８ｂの内周面に対向する間部分３２ａが、特許請求の範囲に記載した外周面側対向面に相当する。

【００２７】

又、本例の構造の場合には、前記両間部分３２ａ、３２ｂを、それぞれが軸方向（図１

～４の表裏方向）に長い突条３３、３３と凹溝３４、３４とを円周方向に関して交互に配置する事で、部分歯車状（部分スプライン状）としている。尚、前記両間部分３２ａ、３２ｂのうち、前記シャフト１５ｂの端部とヨーク１１ｂの基端部１６ｂとを結合した状態で抑えボルト２４のカム部２７と対向する部分には、この抑えボルト２４との干渉を防止すると共に、ナット２６の締め付けに伴って前記カム部２７により押圧される切り欠き２２を形成している。前記各突条３３、３３及び前記各凹溝３４、３４は、後述する様に、前記基端部１６ｂの連結部１８ｂの内周面３５に形成した突条３６、３６及び凹溝３７、３７と係合するものである。従って、機能的には、前記両間部分３２ａ、３２ｂのうち、前記切り欠き２２を形成した側の間部分３２ｂには、前記各突条３３、３３及び前記各凹溝３４、３４を形成する必要はない。但し、これら各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４の加工上の問題から、前記両間部分３２ａ、３２ｂの双方に、これら各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４を形成する事は、差し支えない。前記切り欠き２２を形成した側の間部分３２ｂにこれら各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４を形成する場合でも、少なくとも前記切り欠き２２を形成した後の状態でこれら各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４は、この切り欠き２２から軸方向に外れた部分にのみ存在する（切り欠き２２部分には各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４は存在しない）。

【００２８】

何れにしても前記各突条３３、３３及び前記各凹溝３４、３４は、転造加工、ダイス成形、プレス成形等、適宜の加工方法により形成する。このうちの転造加工による場合には、前記シャフト１５ｂの端部外周面に転造用の押型を押し付けつつこのシャフト１５ｂを回転させて、この押型の形状をこのシャフト１５ｂの端部外周面に転写する（このシャフト１５ｂの端部外径寄り部分を塑性変形させる）。又、ダイス成形による場合には、このシャフト１５ｂの端部をダイス内に軸方向に圧入して、前記各凹溝３４、３４となるべき部分を削り取る。更に、プレス成形による場合には、前記シャフト１５ｂの端部外周面に押型を押し付けて、この押型の形状をこのシャフト１５ｂの端部外周面に転写する（このシャフト１５ｂの端部外径寄り部分を塑性変形させる）。

【００２９】

尚、上述の様な転造加工、ダイス成形、プレス成形による前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４の形成作業は、前記両外側平面２１、２１や前記切り欠き２２を形成した後にも行える。但し、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４や、前記両外側平面２１、２１、前記切り欠き２２の形状及び寸法（ピッチを含む）の精度を確保する為には、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４を形成した後、前記両外側平面２１、２１や前記切り欠き２２を形成する事が好ましい（特に転造加工及びプレス加工により前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４を形成する場合）。

【００３０】

又、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４の形状に関しては、図示の様な台形の他、三角形、インボリュート形状、更には、図７に示す様な丸歯形（Ｕ字形）とする事もできる。何れの形状を採用する場合にも、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４を加工した後に於ける加工用の金型の離脱、更にはこれら各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４と、前記連結部１８ｂの内周面３５に形成した突条３６、３６及び凹溝３７、３７との係脱を確実に行える形状とする。具体的には、前記金型やこれら突条３６、３６及び凹溝３７、３７の変位方向に関してアンダカット部が存在しない形状とする。より具体的には、前記両外側平面２１、２１の幅方向（図１～４の上下方向）に関して、前記各突条３３、３３の何れの円周方向側面も、これら各突条３３、３３の先端寄り部分が基端寄り部分よりも張り出さない（オーバハングしない）形状とする。この為本例の様に、前記各突条３３、３６の形状はそれぞれの幅寸法を、基端部から先端部に向かうに従って漸次小さくし、前記各凹溝３４、３７はそれぞれの幅寸法を、開口部から底部に向かうに従って漸次小さくする。

【００３１】

上述の様なシャフト１５ｂの端部を結合固定する、自在継手を構成する前記ヨーク１１

ｂは、図１、２、４に示す様に、片側が開口した基端部１６ｂを有する。又、この基端部１６ｂは、断面形状をＵ字形としており、前記ヨーク１１ｂの中心軸を挟んで互いに離隔して配置された１対の抑え板部１７ａ、１７ｂと、これら両抑え板部１７ａ、１７ｂの一端縁（図１、２、４の下端縁）同士を互いに連結する、前記連結部１８ｂとを備える。このうちの１対の抑え板部１７ａ、１７ｂの形状及び構造に関しては、前述した従来構造と同様である。

【００３２】

本例の構造の場合には、前記連結部１８ｂの両面のうちで前記基端部１６ｂの開口側の面である前記内周面３５が、特許請求の範囲に記載した、部分円筒状の凹面である内周面側対向面に相当する。本例の場合には、この様な前記内周面３５に、前記シャフト１５ｂの端部外周面のうちの間部分３２ａに形成した、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４と係合する、突条３６、３６及び凹溝３７、３７を、それぞれ複数本ずつ形成している。これら各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７の形状は、前記間部分３２ａに形成した、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４の形状とほぼ同じとして、これら各突条３３、３３と前記各凹溝３７、３７とが、これら各凹溝３４、３４と前記各突条３６、３６とが、それぞれがたつきなく係合する様にしている。

【００３３】

前記内周面３５部分に前記各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７を形成する方法に関しては、前記間部分３２ａに前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４を形成する方法のうち、ダイス成形、プレス成形が採用可能である。前記各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７の形状精度及び寸法精度を確保する必要上、これら各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７の加工は、前記基端部１６ｂを断面Ｕ字形に加工した後に行う事が好ましい。この為、転造加工により前記各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７を形成する事は難しい。

【００３４】

何れの方法により前記各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７を形成した場合でも、これら各突条３６、３６及び各凹溝３７、３７の円周方向側面と、前記各突条３３、３３及び各凹溝３４、３４の円周方向側面とは、前記抑えボルト２４のカム部２７により前記シャフト１５ｂの端部が前記基端部１６ｂの凹部に押し込まれた状態で、隙間なく当接する様に、それぞれの形状精度及び寸法精度を確保する。前記各円周方向側面同士の係合状態は特に問わないが、好ましくは、トルク伝達時にこれら各円周方向側面同士の係合部で、前記シャフト１５ｂの端部を前記基端部１６ｂから押し出す方向の力が発生しないか、仮に発生した場合にも小さな値に止まる様にする。この点に就いて、図２～３を参照しつつ説明する。

【００３５】

前記各円周方向側面同士の係合部は、図２に鎖線αで示す、前記基端部１６ｂへの前記シャフト１５ｂの端部の出し入れ方向に対し傾斜している。又、このシャフト１５ｂと前記ヨーク１１ｂとの間でのトルク伝達時に、基本的には前記各係合部に、図３に複数の矢印で示す様に、前記シャフト１５ｂの中心O_{15}をその中心とする円弧βの法線方向の力が加わる（実際には、後述する様に、中心が若干ずれる）。そして、前記各矢印方向の力に基づいて前記各係合部を構成する前記各円周方向側面に、これら各側面に対し垂直方向に、接触部の面圧を高める力が加わる。この力に対する反力のうち、前記基端部１６ｂの開口側（図２の上側）に向いた分力が、前記シャフト１５ｂの端部を前記基端部１６ｂから押し出す方向の力となる。但し、この分力の大きさが、前記各係合部に作用している摩擦力よりも大きくならない限り、実際に前記シャフト１５ｂの端部に、前記基端部１６ｂから押し出す方向の力が加わる事はない。又、前記分力の大きさは、前記各係合部毎に異なる値となる。

【００３６】

例えば、図２～３で、前記シャフト１５ｂの側から前記ヨーク１１ｂに、同図で時計方向のトルクを伝達する場合を考える。この場合には、前記シャフト１５ｂ側の突条３３、

３３の回転方向前側面と、前記ヨーク１１ｂ側の突条３６、３６の回転方向後側面とが当接して、前記トルクを伝達する。この場合に、前記鎖線αで示した出し入れ方向に対する、上記各係合部を構成する１対ずつの側面の傾斜角度は、これら各係合部毎に異なる。そして、この傾斜角度が大きくなる程、前記開口側に向いた分力が大きくなり、この分力が前記摩擦力を上回る傾向になる。逆に、前記傾斜角度が小さくなる程この分力が小さくなり、この摩擦力がこの分力を大きく上回る傾向になる。上記場合では、図２の右半部では前記シャフト１５ｂが前記基端部１６ｂから押し出される傾向になっても、左半部ではこのシャフト１５ｂをこの基端部１６内に止め様とする力が十分に大きくなる。前記シャフト１５ｂの端部を前記基端部１６ｂから押し出す方向の力を発生させない為には、前記各係合部全体で、前記シャフト１５ｂを前記基端部１６ｂから押し出す方向の力よりも、この基端部１６ｂ内に止め様とする力が上回れば良い。

【００３７】

本例の場合、前記各係合部は、前記シャフト１５ｂの中心を通る前記鎖線αに関して対称に配置されている。そこで、この鎖線α上に存在する（中央の）突条３６と凹溝３４との円周方向側面同士の係合部で、前記押し出す方向の力よりも前記止め様とする力が上回る様に、この係合部を構成する１対の円周方向側面の、前記鎖線αに対する傾斜角度（圧力角）θを、これら両側面同士の摩擦係数との関係で設定している。この為本例の場合には、前記シャフト１５ｂと前記ヨーク１１ｂとの間でのトルク伝達時に、このシャフト１５ｂの端部を前記基端部１６ｂから押し出す方向の力が発生する事は殆どない。仮にあっても、前記抑えボルト２４の存在により、前記シャフト１５ｂの端部が前記基端部１６ｂから押し出される事はない。

【００３８】

本例の構造を組み立てる場合、前記抑えボルト２４を未装着の状態で、前記基端部１６ｂを構成する両抑え板部１７ａ、１７ｂ同士の間に前記シャフト１５ｂの端部を、前記切り欠き２２と反対側の間部分３２ａの側から、前述の図９に示す様にして挿入する。そして、この間部分３２ａに形成した前記各突条３３、３３と、前記基端部１６ｂを構成する連結部１８ｂの内周面３５に形成した凹溝３７、３７とを係合させると同時に、この内周面３５に形成した前記各突条３６、３６と、前記間部分３２ａに形成した前記各凹溝３４、３４とを係合させる。本例の場合、前記両抑え板部１７ａ、１７ｂ同士の間に前記シャフト１５ｂの端部を挿入した直後の状態、即ち、前記抑えボルト２４を締め付けて前記両抑え板部１７ａ、１７ｂ同士の間隔を縮める以前の状態で、これら両抑え板部１７ａ、１７ｂ同士の間隔を、前記シャフト１５ｂの端部の幅よりも少しだけ大きくしている。具体的には、前記両抑え板部１７ａ、１７ｂの内側面である１対の抑え面１９、１９と、前記両外側平面２１、２１との間に存在する隙間３８、３８の厚さの合計を、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とのピッチの１／２よりも小さくしている。従って、これら各突条３３、３６とこれら各凹溝３４、３７とは、一義的に係合する（係合状態が非正規状態となる可能性はない）。更には、前記各突条３３、３６の先端面同士が突き当たりにくくして、これら各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とを係合させる作業を容易に行なえる。

【００３９】

上述の様に、前記基端部１６ｂに前記シャフト１５ｂの端部を挿入し、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とを係合させた後、前記両抑え板部１７ａ、１７ｂの通孔２０ａ、２０ｂに前記抑えボルト２４を挿通し、更に、この抑えボルト２４の先端部の雄ねじ部２５に、ナット２６を螺合させる。そして、このナット２６を締め付ける。このナット２６の締め付け作業の初期段階で、前記抑えボルト２４の中間部に形成したカム部２７が、前記シャフト１５ｂの端部に形成した切り欠き２２の底面２８に当接する。この状態で、前記抑えボルト２４がそれ以上回転する事はなくなるので、この抑えボルト２４の共回りを防止しつつ、前記ナット２６の締め付け作業を行える。又、この締め付け作業の際に前記抑えボルト２４は、このナット２６の回転と共に回転する傾向になるので、前記カム部２７が前記シャフト１５ｂの端部を、前記基端部１６ｂの奥部に向け強く押圧する

。この結果、このシャフト１５ｂの端部がこの基端部１６ｂの奥部に押し込まれ、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とが隙間なく係合する（噛合する）。

【００４０】

この様な本例のシャフトと自在継手のヨークとの結合部の構造によれば、この結合部の捩り剛性の向上を図れる。即ち、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とが隙間なく係合する為、前記シャフト１５ｂの外周面のうちの間部分３２ａと、前記基端部１６ｂの連結部１８ｂの内周面３５とが、前記シャフト１５ｂの中心軸周りの回転方向に変位する事がなくなる。一方、このシャフト１５ｂの端部のうちで、他の間部分３２ｂ寄り部分、即ち、前記両抑え板部１７ａ、１７ｂの開口寄り部分は、前記抑えボルト２４と前記ナット２６との締め付けにより、十分に大きな力で抑え付けられた（大きな予圧を付与された）状態となる。従って前記シャフト１５ｂの端部は、直径方向反対側位置、即ち、前記抑えボルト２４の締め付けにより強く抑え付けられた、前記両抑え板部１７ａ、１７ｂの開口寄り部分と、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７とを噛合させた、この開口から外れた前記基端部１６ｂの奥端寄り部分とで、回転方向の変位を、十分に大きな力で阻止される。この為、前記シャフト１５ｂと前記基端部１６ｂを含む前記ヨーク１１ｂとが捩り方向に変位する事が、十分に大きな力により阻止されて、前記結合部の捩り剛性が向上し、操舵感の向上を図れる。

【００４１】

又、この操舵感の向上は、前記各突条３３、３６と前記各凹溝３４、３７との係合部（噛合部）の傾斜角度が、複数の係合部毎に少しずつ異なる事によっても得られる。この点に就いて、図４～６を参照しつつ説明する。図４で、シャフト１５ｂが時計方向に回転する場合、このシャフト１５ｂはヨーク１１ｂの基端部１６ｂに対し、同図のイ点、即ち、前記開口寄りの間部分３２ｂの回転方向前端縁と一方の抑え板部１７ｂの抑え面１９との当接部を中心として、前記基端部１６ｂに対し時計方向に捩れる傾向になる。この結果、前記シャフト１５ｂ側の突条３３、３３の回転方向前側面が、前記ヨーク１１ｂ側の突条３６、３６の回転方向後側面に押し付けられて、トルク伝達が行われる。

【００４２】

これら各突条３３、３６の側面同士の係合部には、本来隙間は存在しないが、前記シャフト１５ｂは図４の表裏方向に長い為、大きなトルクを伝達する際には、このシャフト１５ｂが前記基端部１６ｂに対し出入りする方向（図４の上下方向）に抉られる様に変位して、前記各突条３３、３６の側面同士の係合部に、僅かな隙間（微小隙間）が生じる傾向になる。前記トルク伝達時に於ける、前記イ点を中心とする前記シャフト１５ｂの捩れ方向に関する、前記微小隙間の大きさ（この捩れ方向に関する厚さの値）は、均一ではない。具体的には、前記イ点と前記各係合部とを結ぶ、図４の直線L_1～L_7と、前記各係合部を構成する各突条３３、３６の側面とのなす角度θ_1～θ_7が大きい程、前記微小隙間の値が大きくなる。そして、図４から明らかな通り、これら各角度θ_1～θ_7は、前記揺動中心点イが存在する、前記抑え板部１７ｂ側の係合部程大きい（$\theta_1 < \theta_2 < \cdots < \theta_6 < \theta_7$）。従って、前記各微小隙間の値は、前記抑え板部１７ｂ側の係合部が最も大きく、この抑え板部１７ｂから離れるに従って小さくなる。

【００４３】

前記シャフト１５ｂと前記ヨーク１１ｂとの間でのトルク伝達時、トルクが小さい状態では、前記抑えボルト２４と前記ナット２６との締め付けにより互いに結合された、前記両抑え板部１７ａ、１７ｂと、前記シャフト１５ｂの端部のうち、前記基端部１６ｂの開口寄り部分との当接部で、前記トルクを伝達する。この状態では、前記各係合部に微小隙間が存在したとしても、この微小隙間が残留したままである。伝達すべきトルクが次第に大きくなり、前記開口寄り部分だけではこのトルクを伝達し切れなくなると、前記各突条３３、３６同士の係合部でも、このトルクの一部を伝達し始める。これら各係合部でトルクを伝達し始めるのに先立って、これら各係合部に存在する微小隙間を解消し、前記各突条３３、３６の円周方向側面同士を当接させる。但し、前記各係合部に存在する前記各微小隙間の値は不均一であるから、これら各係合部が同時にトルク伝達を開始する（トルク

伝達に寄与し始める）訳ではない。具体的には、前記各微小隙間の値が小さい、前記抑え板部１７ｂから遠い側の係合部からトルク伝達を始める。そして、他の係合部に関しても、伝達すべきトルクの値が大きくなるに従って、順次トルク伝達を開始する。そして、この伝達すべきトルクが十分に大きくなった状態では、前記各突条３３、３６の弾性変形に基づいて全係合部が、このトルクの伝達に寄与する（このトルクの一部をそれぞれ伝達する）状態になる。

【００４４】

伝達すべきトルクの値が上昇し、前記各係合部が順次トルク伝達に寄与し始める過程で、前記ヨーク１１ｂの基端部１６ｂと前記シャフト１５ｂの端部との結合部の剛性（伝達トルク／捩れ角度）が次第に高くなる。この結合部の剛性は、前記複数の係合部がトルク伝達を順次始めるのに伴って、段階的に高くなる為、前記結合部が伝達するトルクの大きさと、この結合部の捩れ角度との関係は、図６の（Ａ）に示す様に、前記各係合部が順次トルク伝達に寄与し始める過程でも比較的滑らかになる。この為、ステアリングホイールの操舵感を悪化させにくい。これに対して、図５に示す様な従来構造の場合、伝達すべきトルクが上昇する過程で、シャフト１５ａの端部の何れかの外側平面２１と、ヨーク１１ａの何れかの抑え面１９とが当接する瞬間に剛性が急に高くなる為、ステアリングホイールの操舵感が悪化し易い。

【００４５】

又、本例の構造の場合には、前述の様に、結合部の捩り剛性を向上させる為に、前記ヨーク１１ｂの基端部１６ｂの連結部１８ｂの内周面３５と、前記シャフト１５ｂの間部分３２ａとを、これら両面毎にそれぞれ複数本ずつ設けた突条３３、３６と凹溝３４、３７とを係合させている為、前記捩り剛性の向上に寄与する係合面の面積の総和が広くなる。この為、これら各係合面に作用する面圧を低く抑える事ができて、これら各係合面がへたる（押し潰される方向に塑性変形する）事を防止できる。この結果、長期間に亙って大きなトルクの伝達を行った場合にも、前記結合部にがたつきが発生する事を抑えて、耐久性の向上を図れる。更に、部分的に過大な応力が加わる事もない為、構成各部品の寸法を大きくせずに必要な強度を確保できて、小型化が可能になり、軽量化と耐久性向上との両立を図り易い。この様な本例の構造は、補助動力源である電動モータをステアリングコラム部分に設置する、所謂コラムタイプの電動式のパワーステアリング装置に組み込んで、大きなトルクが入力された場合にもがたつきが発生しにくい構造として、好適に利用できる。

【産業上の利用可能性】

【００４６】

以上の説明は、本発明を、自動車用のステアリング装置を構成するシャフトの端部と自在継手のヨークとを結合する為の、シャフトと自在継手のヨークとの結合部で実施する場合に就いて説明した。但し、本発明は、ステアリング装置以外の、各種機械装置に組み込むシャフトと自在継手のヨークとの結合部で実施する事もできる。又、ヨーク側に設ける内周面側対向面、及び、シャフト側に設ける外周面側対向面の基本形状（突条及び凹溝を形成する以前の形状）に関しても、図示の例の様な、部分円筒状の凹面又は凸面に限らず、平面とする事もできる。

【符号の説明】

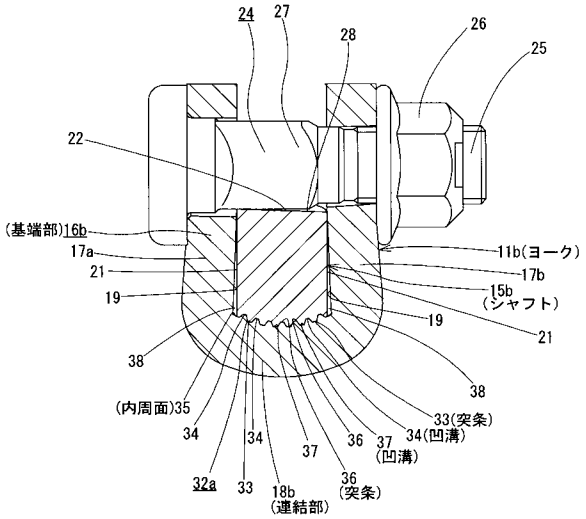
【００４７】

１　ステアリングホイール
２　ステアリングシャフト
３　第一の自在継手
４　中間シャフト
５　第二の自在継手
６　ステアリングギヤユニット
７　入力シャフト
８　タイロッド

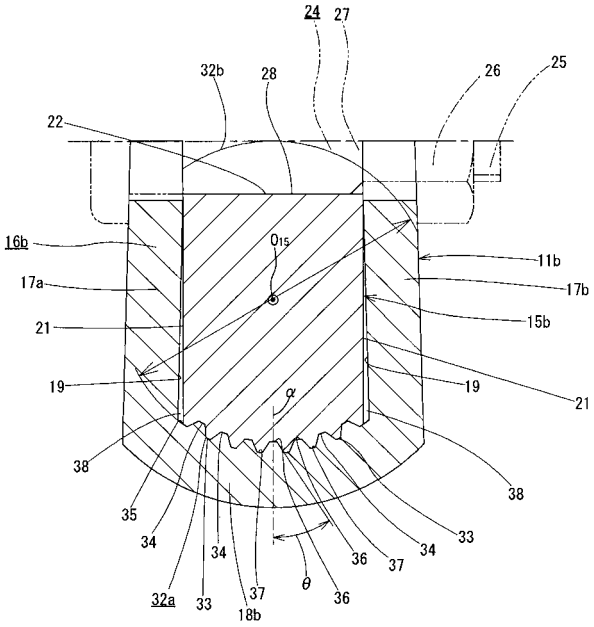
９　自在継手
１０　ヨーク
１１、１１ａ、１１ｂ　ヨーク
１２　十字軸
１３　軸受カップ
１４　シャフト
１５、１５ａ、１５ｂ　シャフト
１６、１６ａ、１６ｂ　基端部
１７ａ、１７ｂ　抑え板部
１８、１８ａ、１８ｂ　連結部
１９　抑え面
２０ａ、２０ｂ　通孔
２１　外側平面
２２　切り欠き
２３　嵌合隙間
２４　抑えボルト
２５　雄ねじ部
２６　ナット
２７　カム部
２８　底面
２９、２９ａ　内側面
３０、３０ａ　対向面
３１ａ、３１ｂ　円柱部
３２ａ、３２ｂ　間部分
３３　突条
３４　凹溝
３５　内周面
３６　突条
３７　凹溝
３８　隙間

【先行技術文献】
【特許文献】
【００４８】
【特許文献１】特開２００６－９７８８４号公報
【特許文献２】特開平９－１３３１５０号公報
【特許文献３】特開平９－２１００７４号公報
【特許文献４】特開２００４－３６０８１４号公報

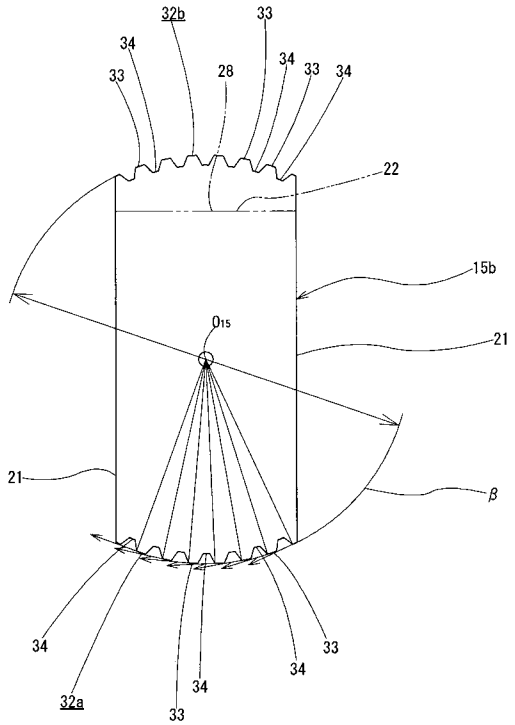
【図１】


24
27
28
26
25
22
(基端部)16b
17a
21
19
11b(ヨーク)
17b
15b
(シャフト)
19
21
38
38
(内周面)35
33(突条)
34
34
37
36
37
34(凹溝)
(凹溝)
32a
33
18b
(連結部)
36
(突条)

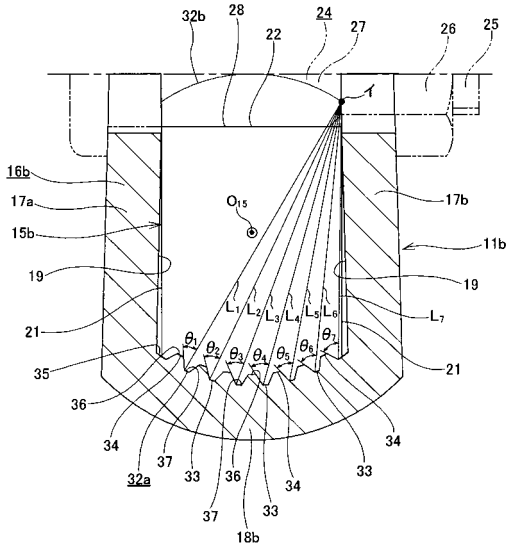
【図２】


24
27
32b
28
26
25
22
16b
O15
11b
17a
17b
21
15b
19
19
21
α
38
38
35
34
34
33
36
37
34
θ
32a
33
37
36
18b

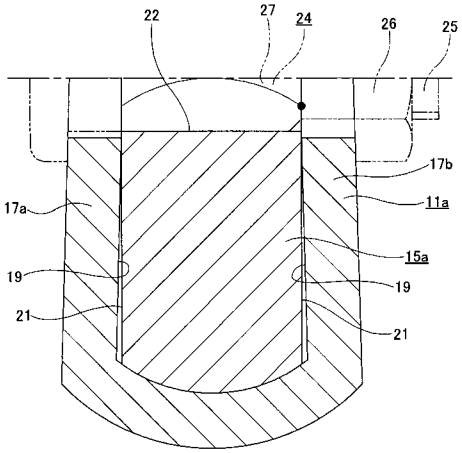
【図３】


32b
33
34
33
28
34
33
34
22
15b
O15
21
21
β
34
33
34
34
32a
33

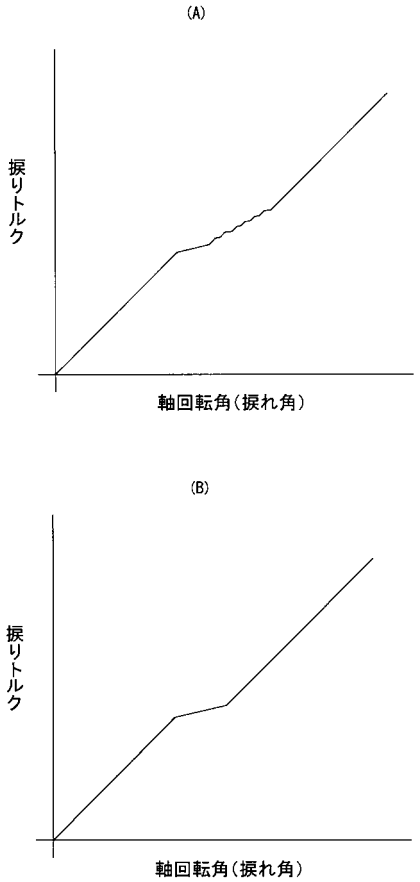
【図４】


32b
28
22
24
27
26
25
16b
17a
O15
17b
15b
11b
19
19
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
21
θ1
θ2
θ3
θ4
θ5
θ6
θ7
21
35
36
34
34
37
33
32a
36
34
33
37
33
18b

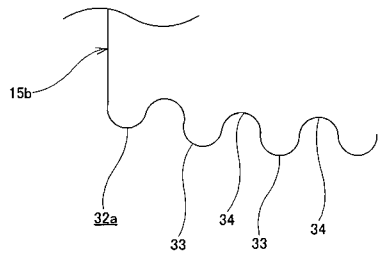
【図５】


22
27
24
26
25
17b
17a
11a
15a
19
19
21
21

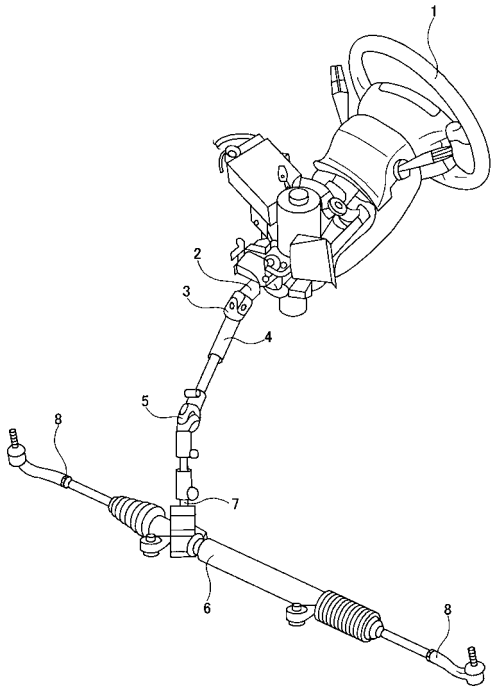
【図６】


(A)
振りトルク
軸回転角(捩れ角)
(B)
振りトルク
軸回転角(捩れ角)

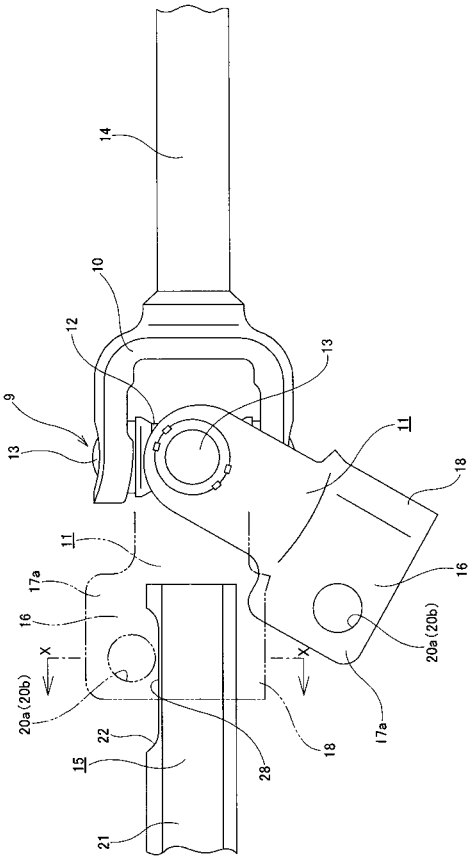
【図７】


15b
32a
33
34
33
34

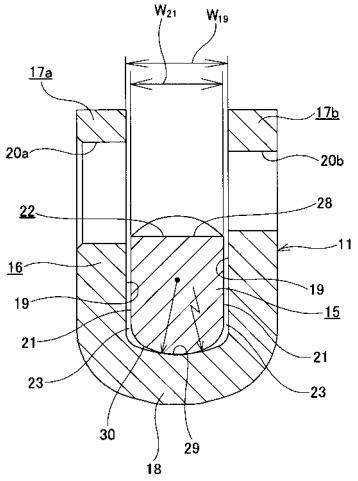
【図８】


1
2
3
4
5
6
7
8
8

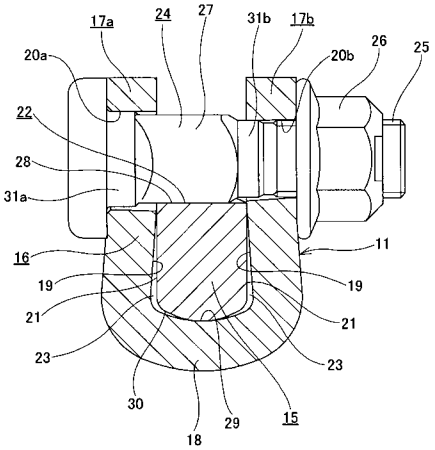
【図９】



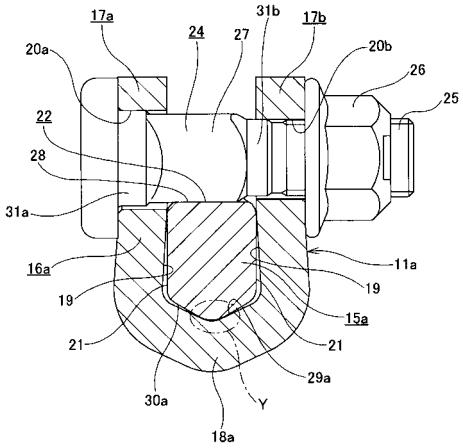
【図１０】



【図１１】



【図１２】



【図１３】

