

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3949863号  
(P3949863)

(45) 発行日 平成19年7月25日(2007.7.25)

(24) 登録日 平成19年4月27日(2007.4.27)

(51) Int. Cl. F I  
**F 1 6 D 3/205 (2006.01)** F 1 6 D 3/205 M  
**F 1 6 D 3/20 (2006.01)** F 1 6 D 3/20 F

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2000-3987 (P2000-3987)	(73) 特許権者	000102692 NTN株式会社
(22) 出願日	平成12年1月12日 (2000.1.12)		大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(65) 公開番号	特開2001-193752 (P2001-193752A)	(74) 代理人	100064584 弁理士 江原 省吾
(43) 公開日	平成13年7月17日 (2001.7.17)	(74) 代理人	100093997 弁理士 田中 秀佳
審査請求日	平成16年9月17日 (2004.9.17)	(74) 代理人	100101616 弁理士 白石 吉之
		(74) 代理人	100107423 弁理士 城村 邦彦
		(72) 発明者	後藤 電宏 静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌテ イエヌ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 等速自在継手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内周部に軸方向の3本のトラック溝が形成され、各トラック溝の両側にそれぞれ軸方向のローラ案内面を有する外側継手部材と、半径方向に突出した3本の脚軸を有するトリポード部材と、前記トリポード部材の各脚軸にそれぞれ装着されたローラ機構とを備え、前記ローラ機構は、前記脚軸に対して首振り揺動自在で、前記ローラ案内面に沿って外側継手部材の軸線と平行な方向に案内されるローラを有する等速自在継手において、

前記ローラ機構が、前記ローラ案内面に案内されるローラと、前記脚軸の外周面に外嵌されて前記ローラを回転自在に支持する支持リングとを有し、前記支持リングの内周面は円弧状凸断面であり、前記脚軸の外周面は縦断面においてはストレート形状で、横断面においては継手の軸線と直交する方向で前記支持リングの内周面と接触し、かつ、継手の軸線方向で前記支持リングの内周面との間にすきまを形成するようになっており、

少なくとも1つの構成部品が炭素含有量0.15~0.40wt%の鋼で形成され、所定表面の直下に浸炭焼入れ焼戻しにより形成された表層部を有し、かつ、前記構成部品を焼入れした後に200°C×2時間の焼戻しを行ったときの、前記所定表面から深さ0.5mm以内の領域での最高ピッカース硬さ(Hv)で表される軟化抵抗特性値(R)が705<R<820であることを特徴とする等速自在継手。

【請求項2】

内周部に軸方向の3本のトラック溝が形成され、各トラック溝の両側にそれぞれ軸方向のローラ案内面を有する外側継手部材と、半径方向に突出した3本の脚軸を有するトリポ

ード部材と、前記トリポード部材の各脚軸にそれぞれ装着されたローラ機構とを備え、前記ローラ機構は、前記脚軸に対して首振り揺動自在で、前記ローラ案内面に沿って外側継手部材の軸線と平行な方向に案内されるローラを有する等速自在継手において、

前記ローラ機構が、前記ローラ案内面に案内されるローラと、前記脚軸の外周面に外嵌されて前記ローラを回転自在に支持する支持リングとを有し、前記支持リングの内周面は円弧状凸断面であり、前記脚軸の外周面は縦断面においてはストレート形状で、横断面においては継手の軸線と直交する方向で前記支持リングの内周面と接触し、かつ、継手の軸線方向で前記支持リングの内周面との間にすきまを形成するようになっており、

少なくとも1つの構成部品が炭素含有量0.15~0.40wt%の鋼で形成され、所定表面の直下に浸炭窒化焼入れ焼戻しにより形成された表層部を有し、かつ、前記構成部品を焼入れした後に200°C×2時間の焼戻しを行ったときの、前記所定表面から深さ0.5mm以内の領域での最高ビッカース硬さ(Hv)で表される軟化抵抗特性値(R)が705<R<820であることを特徴とする等速自在継手。

10

#### 【請求項3】

内周部に軸方向の3本のトラック溝が形成され、各トラック溝の両側にそれぞれ軸方向のローラ案内面を有する外側継手部材と、半径方向に突出した3本の脚軸を有するトリポード部材と、前記トリポード部材の各脚軸にそれぞれ装着されたローラ機構とを備え、前記ローラ機構は、前記脚軸に対して首振り揺動自在で、前記ローラ案内面に沿って外側継手部材の軸線と平行な方向に案内されるローラを有する等速自在継手において、

前記ローラ機構が、前記ローラ案内面に案内されるローラと、前記脚軸の外周面に外嵌されて前記ローラを回転自在に支持する支持リングとを有し、前記支持リングの内周面は円弧状凸断面であり、前記脚軸の外周面は縦断面においてはストレート形状で、横断面においては継手の軸線と直交する方向で前記支持リングの内周面と接触し、かつ、継手の軸線方向で前記支持リングの内周面との間にすきまを形成するようになっており、

20

少なくとも1つの構成部品が炭素含有量0.45~0.60wt%の鋼で形成され、所定表面の直下に高周波焼入れ焼戻しにより形成された表層部を有し、かつ、前記構成部品を焼入れした後に200°C×2時間の焼戻しを行ったときの、前記所定表面から深さ0.5mm以内の領域での最高ビッカース硬さ(Hv)で表される軟化抵抗特性値(R)が630<R<820であることを特徴とする等速自在継手。

#### 【請求項4】

前記脚軸の横断面が、継手の軸線と直交する長軸をもった略楕円形である請求項1~3の何れかに記載の等速自在継手。

30

#### 【請求項5】

前記構成部品がトリポード部材である請求項1~3の何れかに記載の等速自在継手。

#### 【請求項6】

前記構成部品が外側継手部材である請求項1~3の何れかに記載の等速自在継手。

#### 【請求項7】

前記構成部品の所定表面に微小な凹部が無数にランダムに形成されている請求項1~3の何れかに記載の等速自在継手。

#### 【請求項8】

前記構成部品の所定表面に化成処理被膜を下地層とする固体潤滑被膜が形成されている請求項1~3の何れかに記載の等速自在継手。

40

#### 【請求項9】

前記構成部品の所定表面に常温浸硫処理が施されている請求項1~3の何れかに記載の等速自在継手。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車や各種産業機械等の動力伝達装置に使用される等速自在継手に関し、特にトリポード型等速自在継手に関するものである。

50

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来 の 技 術 】

例えば、自動車のエンジンから車輪に回転動力を伝達する動力伝達装置の一要素として（ドライブシャフトやプロペラシャフトの連結用継手として）、トリポード型等速自在継手が用いられている。

## 【 0 0 0 3 】

トリポード型等速自在継手は、一般に、内周部に軸方向の3本のトラック溝が形成され、各トラック溝の両側にそれぞれ軸方向のローラ案内面を有する外側継手部材と、半径方向に突出した3本の脚軸を有し、各脚軸にそれぞれローラを回転自在に配設したトリポード部材とを主体として構成される。トリポード部材の脚軸と外側継手部材のローラ案内面とがローラを介して回転方向に係合することにより、駆動側から従動側に回転トルクが等速で伝達される。また、各ローラが脚軸に対して回転しながらローラ案内面上を転動することにより、外側継手部材とトリポード部材との間の相対的な軸方向変位や角度変位が吸収されると同時に、外側継手部材とトリポード部材とが作動角を取りつつ回転トルクを伝達する際の、回転方向位相の変化に伴う、各脚軸のローラ案内面に対する軸方向変位が吸収される。

10

## 【 0 0 0 4 】

トリポード型等速自在継手としては、上記ローラを複数のニードルローラを介して脚軸の円筒状外周面に装着したものもあるが、外側継手部材とトリポード部材とが作動角をとりつつ回転トルクを伝達する際、脚軸の傾きに伴って各ローラとローラ案内面とが互いに斜交した関係になるので、両者の間に滑りが生じ、その際の摺動抵抗によって各ローラの円滑な転動が妨げられて誘起スラストが大きくなるという問題がある。また、各ローラとローラ案内面との間の摺動抵抗によって、外側継手部材とトリポード部材とが軸方向に相対変位する際のスライド抵抗が大きくなるという問題がある。

20

## 【 0 0 0 5 】

そこで、ローラとローラ案内面との斜交状態を解消して、誘起スラストやスライド抵抗の低減を図るため、脚軸に対するローラの首振り揺動を自在とする機構（ローラ機構）を備えたトリポード型等速自在継手が種々提案され、実用化されている。この種のトリポード型等速自在継手として、例えば、ローラ案内面に案内される外側ローラと、脚軸の外周面に複数のニードルローラを介して回転自在に支持された内側ローラとを備えた構成が知ら

30

## 【 0 0 0 6 】

1 外側ローラの外周面を凸球状（曲率中心が脚軸の軸線上にある「真球面」、曲率中心が脚軸の軸線から外径側にオフセットされている、いわゆる「トーラス面」の双方を含む。）、内周面を円筒状、内側ローラの外周面を凸球状とし、外側ローラの円筒状の内周面と内側ローラの凸球状の外周面との間の滑りによって、外側ローラの首振り揺動を自在としたもの（特公平3 - 1529号等）。

## 【 0 0 0 7 】

2 外側ローラの外周面を凸球状（真球面、トーラス面の双方を含む。）、内周面を内側ローラの外周面と線接触する形状、内側ローラの外周面を凸球状とし、外側ローラの内周面と内側ローラの凸球状の外周面との間の滑りによって、外側ローラの首振り揺動を自在とし、かつ、誘起スラストやスライド抵抗を一層低減するため、外側ローラの内周面を内側ローラの外周面との接触位置で脚軸先端側に向けた負荷分力を発生させる形状としたもの（特開平9 - 14280号等）。

40

## 【 0 0 0 8 】

3 ローラ案内面を平坦面、外側ローラの外周面を円筒状、内周面を凹球状、内側ローラの外周面を凸球状とし、外側ローラの凹球状の内周面と内側ローラの凸球状の外周面との間の滑りによって、外側ローラの首振り揺動を自在としたもの（特願平8 - 4073号、特願平8 - 138335号）。

## 【 0 0 0 9 】

50

4 上記 3 の構成に加え、ローラ案内面と脚軸の軸線とを作用角が  $0^\circ$  の状態で互いに非平行としたもの（特開平 11 - 13779 号）。

【0010】

また、この種のトリポード型等速自在継手として、5 脚軸の外周面を凸球状に形成すると共に、ローラを複数のニードルローラを介して支持リングに組み付けてローラアッセンブリを構成し、支持リングの円筒状の内周面を脚軸の凸球状の外周面に外嵌した構成が知られている（特公平 7 - 117108 号、特許 2623216 号等）。この構成によれば、支持リングの円筒状の内周面と脚軸の凸球状の外周面との間の滑りによって、ローラを含むローラアッセンブリの首振り揺動が自在となる。

【0011】

さらに、本出願人は、この種のトリポード型等速自在継手における誘起スラストやスライド抵抗を一層効果的に低減するため、6 ローラ案内面に案内されるローラと、脚軸の外周面に外嵌されてローラを回転自在に支持する支持リングとを有し、支持リングの内周面は円弧状凸断面であり、脚軸の外周面は縦断面においてはストレート形状で、横断面においては継手の軸線と直交する方向で支持リングの内周面と接触し、かつ、継手の軸線方向で支持リングの内周面との間にすきまを形成するようになっている構成について既に出願している（特願平 11 - 059040 号）。この構成によれば、支持リングの円弧状凸断面の内周面と脚軸のストレート形状の外周面との間の滑りによって、ローラを含むローラアッセンブリの首振り揺動が自在となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述したようなローラ機構を備えたトリポード型等速自在継手において、構成部品の転動疲労寿命を高め、また振り疲労等に対する強度を高めることにより、現状のサイズを維持したままより耐久性や強度に優れたトリポード型等速自在継手を提供し、また、現状品と同等以上の耐久性や強度を確保しつつよりコンパクトなトリポード型等速自在継手を提供しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、内周部に軸方向の 3 本のトラック溝が形成され、各トラック溝の両側にそれぞれ軸方向のローラ案内面を有する外側継手部材と、半径方向に突出した 3 本の脚軸を有するトリポード部材と、トリポード部材の各脚軸にそれぞれ装着されたローラ機構とを備え、ローラ機構は、脚軸に対して首振り揺動自在で、ローラ案内面に沿って外側継手部材の軸線と平行な方向に案内されるローラを有する等速自在継手において、ローラ機構が、ローラ案内面に案内されるローラと、脚軸の外周面に外嵌されてローラを回転自在に支持する支持リングとを有し、支持リングの内周面は円弧状凸断面であり、脚軸の外周面は縦断面においてはストレート形状で、横断面においては継手の軸線と直交する方向で支持リングの内周面と接触し、かつ、継手の軸線方向で支持リングの内周面との間にすきまを形成するようになっており、少なくとも 1 つの構成部品の軟化抵抗特性値（R）を所定範囲内に規制した構成を提供する。

【0014】

本出願人は多くの実験の結果、上記等速自在継手の構成部品の耐久性、特にトリポード部材や外側継手部材の耐久性を上記の軟化抵抗特性値 R を用いることによって精度良く良く管理できることを見出した。

【0015】

トリポード部材を例にとると、その耐久性に影響を及ぼす因子として、脚軸の外周面の転動疲労、脚軸の基端部の振り疲労、セレーション部（又はスプライン部）の振り疲労等が挙げられる。脚軸の外周面は、ニードルローラの外周面と転がり接触し、あるいはローラアッセンブリの支持リングの内周面と転がり及び滑り接触するため、転動疲労が問題となる。脚軸の基端部やセレーション部は、トルク伝達時に振り応力が集中し、しかもこれらの部分は通常非研削の状態に残されるため、振り疲労が問題となる。また、外側継手部材

10

20

30

40

50

を例にとると、その耐久性に影響を及ぼす因子として、トラック溝のローラ案内面の転動疲労等が挙げられる。ローラ案内面は、ローラの外周面と転がり及び滑り接触するため、転動疲労が問題となる。また、外側継手部材はローラを介して継手荷重を受けるので、割れ強度も問題となる。さらに、ローラ機構を構成する部品についても、相手部材と転がり接触や滑り接触を生じる部位の転動疲労が問題となる。

【 0 0 1 6 】

一般に、鋼材料の疲労強度が表面硬さと相関のあることは良く知られており、鋼材料に熱処理等を施して表面硬化層を形成し、その表面硬化層の表面硬さを管理することによって、所要の疲労強度を確保することが行われている。しかしながら、本出願人による実験の結果では、疲労強度は表面硬さよりも、表面から所定深さまでの領域の軟化抵抗特性（ある程度の高温になっても材料が軟化し難い性質）とより密接な相関を有することが認められた。そして、この軟化抵抗特性は、所定表面から深さ 0.5 mm 以内の領域での最高硬さによって正しく評価することができ（軟化抵抗特性値 R）、この軟化抵抗特性値 R を疲労強度の評価指数として使用できることが分かった。ここで、「軟化抵抗特性値 R」は、構成部品を焼入れした後に 200 °C × 2 時間の焼戻しを行って、表面から深さ 0.5 mm 以内の領域での最高ピッカース硬さ Hv の値として表す。この軟化抵抗特性値 R を所定範囲内に規制することにより、構成部品の転動疲労寿命を高め、また擦り疲労等に対する強度を高めることができる。

10

【 0 0 1 7 】

構成部品を炭素含有量 0.15 ~ 0.40 wt % の鋼で形成し、所定表面の直下に浸炭焼入れ焼戻しによる表層部を形成する場合は、軟化抵抗特性値 R を  $705 < R \leq 820$ 、好ましくは  $710 \leq R \leq 815$  の範囲内に規制することにより、望ましい結果を得ることができる。

20

【 0 0 1 8 】

構成部品を炭素含有量 0.15 ~ 0.40 wt % の鋼で形成し、所定表面の直下に浸炭窒化焼入れ焼戻しによる表層部を形成する場合も、軟化抵抗特性値 R を  $705 < R \leq 820$ 、好ましくは  $710 \leq R \leq 815$  の範囲内に規制することにより、望ましい結果を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

また、構成部品を炭素含有量 0.45 ~ 0.60 wt % の鋼で形成し、所定表面の直下に高周波焼入れ焼戻しによる表層部を形成する場合は、軟化抵抗特性値 R を  $630 < R \leq 820$ 、好ましくは  $640 \leq R \leq 810$  の範囲内に規制することにより、望ましい結果を得ることができる。

30

【 0 0 2 0 】

本発明において、ローラ機構は、ローラ案内面に案内されるローラと、脚軸の外周面に外嵌されてローラを回転自在に支持する支持リングとを有し、支持リングの内周面は円弧状凸断面であり、脚軸の外周面は縦断面においてはストレート形状で、横断面においては継手の軸線と直交する方向で支持リングの内周面と接触し、かつ、継手の軸線方向で支持リングの内周面との間にすきまを形成するようになっている。この構成では、ローラ及び支持リングを含むローラアセンブリが、脚軸に対して、ユニットとして首振り揺動する。ここで、首振り揺動とは、脚軸の軸線を含む平面内で、脚軸の軸線に対して支持リングおよびローラの軸線が傾くことをいう。

40

【 0 0 2 1 】

脚軸の横断面形状について、継手の軸線と直交する方向で支持リングの内周面と接触するとともに継手の軸線方向で支持リングの内周面との間にすきまを形成するような形状とは、言い換えれば、トリポード部材の軸方向で互いに向き合った面部分が相互方向に、つまり、仮想円筒面よりも小径側に退避している形状を意味する。その一つの具体例として略楕円形が挙げられる。「略楕円形」には、字義どおりの楕円形の他、一般に卵形、小判形等と称される形状も含まれる。

【 0 0 2 2 】

50

従来円形であった脚軸の断面形状を上記の形状としたことにより、継手が作動角をとったとき、ローラアセンブリの姿勢を変えることなく、脚軸が外側継手部材に対して傾くことができる。しかも、脚軸の外周面と支持リングとの接触楕円が従来の横長から点に近づくため（図1（C）参照）、ローラアセンブリを傾けようとする摩擦モーメントが低減する。したがって、ローラアセンブリの姿勢が常に安定し、ローラがローラ案内面と平行に保持されるため円滑に転動することができる。これにより、スライド抵抗の低減ひいては誘起スラストの低減に寄与する。

#### 【0023】

なお、ローラアセンブリは脚軸と外側継手部材との間に介在してトルクを伝達する役割を果たすものであるが、この種の等速自在継手におけるトルクの伝達方向は常に継手の軸線に直交する方向であるため、当該トルクの伝達方向において脚軸と支持リングとが接していることでトルクの伝達は可能であり、継手の軸線方向において両者間にすきまがあってもトルク伝達に支障を来すことはない。

10

#### 【0024】

上記構成において、支持リングの内周面の母線を、中央部の円弧部と両端部の逃げ部とで構成することができる。円弧部の曲率半径は、 $2 \sim 3^\circ$ 程度の脚軸の傾きを許容できる大きさとするのが好ましい。また、支持リングとローラとの間に複数の転動体を配置して支持リングとローラを相対回転自在とすることができ、その転動体として、ニードルローラを用いることができる。さらに、ローラの外周面を球状（真球面又はトーラス面）に形成し、このローラの球状外周面を外側継手部材のローラ案内面とアンギュラコンタクトさせた構成とすることができる。ローラとローラ案内面とをアンギュラコンタクトさせることにより、ローラが振れにくくなってその姿勢が一層安定するため、ローラが外側継手部材の軸方向に移動する際にローラ案内面上をより少ない抵抗で円滑に転動する。かかるアンギュラコンタクトを実現するための具体的な構成として、ローラ案内面の断面形状をテーパ形状またはゴシックアーチ形状とすることが挙げられる。

20

#### 【0025】

一方、上記構成の等速自在継手の場合、脚軸の外周面と支持リングの内周面との接触部の接触面圧が他の構成に比べて高くなり、脚軸の外周面の転動疲労寿命が低くなる傾向にある。また、他の構成に比べて脚軸の基端部に応力集中が生じ易く、基端部の疲労強度が低くなる傾向にある。従って、上述のように、脚軸の外周面や基端部表面の軟化抵抗特性値Rを所定範囲に規制して、外周面の転動疲労寿命を高め、また基端部の擦り疲労強度等を高めることは、特にこの構成の等速自在継手において有用である。

30

#### 【0029】

以上の構成において、脚軸の外周面やローラ案内面等の接触面には、微小な凹部を無数にランダムに形成しても良い。接触面に形成された微小凹部が油溜りの役割を果たし、接触面における油膜形成が促進されるので、潤滑性が改善され、接触面の転動疲労寿命が向上する。微小凹部は、例えば大きさ数 $10 \mu\text{m}$ 程度、深さ $1 \mu\text{m}$ 程度のものである。接触面の研磨条件を変えることにより、任意の大きさ、深さ、数の微小凹部を形成することが可能である。尚、接触面にのみ選択的に微小凹部を形成することが困難な場合は、その構成部品の接触面の周辺部を含めて、あるいは全表面に微小凹部を形成しても良い。

40

#### 【0030】

また、脚軸の外周面やローラ案内面等の接触面には、化成処理被膜を下地層とする固体潤滑被膜を形成しても良い。固体潤滑被膜により、接触面の摩擦抵抗が軽減され、潤滑性が改善されるので、接触面の転動疲労寿命が向上する。下地層となる化成処理被膜は、固体潤滑被膜の接触面に対する密着性を高める目的で形成される。化成処理被膜としては、例えばりん酸マンガ処理被膜、りん酸鉄処理被膜、りん酸亜鉛処理被膜等を挙げることができる。また、固体潤滑被膜としては、二硫化モリブデン被膜、PTFE被膜等を挙げることができる。尚、処理前の接触面（母材表面）の表面粗さは処理後の効果に影響するので、適度な油溜りの作用が得られるように、接触面の表面粗さを、 $Ra 0.2 \sim 0.8$ に仕上げ加工しておくのが望ましい。また、接触面にのみ選択的に被膜処理を施すことが困

50

難な場合は、その構成部品の接触面の周辺部を含めて、あるいは全表面に被膜処理を施しても良い。

【0031】

また、脚軸の外周面やローラ案内面等の接触面には、常温浸硫処理を施しても良い。浸硫処理は、鋼の表面に硫黄を浸透させ、硫化鉄を生成させる表面処理法である。浸硫処理を施すことにより、表面の摩擦抵抗が軽減されるので、初期なじみ性が改善され、転動疲労寿命の向上になる他、NVH特性も安定する。また、常温浸硫処理によれば、例えば $30 \sim 40^\circ\text{C} \times 10 \sim 30$ 分の条件で処理を行うので、表面硬化層の硬さ低下も起こらない。処理前の接触面の表面粗さは処理後の効果に影響するので、適度な油溜りの作用が得られるように、接触面の表面粗さを、 $Ra 0.2 \sim 0.8$ に仕上げ加工しておくのが望ましい。

10

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

【0033】

図1および図2は、本発明の第1の実施の形態を示している。図1(A)は継手の横断面を示し、図1(B)は脚軸に垂直な断面を示し、図1(C)は支持リングの断面を示し、図2は作動角( )をとった状態の継手の縦断面を示している。

【0034】

図1に示すように、等速自在継手は外側継手部材10とトリポード部材20とを主体として構成され、連結すべき2軸の一方が外側継手部材10と連結され、他方がトリポード部材20と連結される。

20

【0035】

外側継手部材10は内周部に軸方向に延びる3本のトラック溝12を有する。各トラック溝12の円周方向で向かい合った側壁にそれぞれローラ案内面14が形成されている。トリポード部材20は半径方向に突設した3本の脚軸22を有し、各脚軸22にはローラ34が取り付けられてあり、このローラ34が外側継手部材10のトラック溝12内に収容される。ローラ34の外周面34aはローラ案内面14に適合する凸曲面である。

【0036】

ここでは、ローラ34の外周面34aは脚軸22の軸線から半径方向に離れた位置に曲率中心を有する円弧を母線とする凸曲面であり、ローラ案内面14の断面形状はゴシックアーチ形状であって、これにより、ローラ34の外周面34aとローラ案内面14とがアンギュラコンタクトをなす。図1(A)に、2つの当たり位置を一点鎖線で示してある。球状のローラ外周面に対してローラ案内面14の断面形状をテーパ形状としても両者のアンギュラコンタクトが実現する。このようにローラ34の外周面34aとローラ案内面14とがアンギュラコンタクトをなす構成を採用することによって、ローラが振れにくくなるため姿勢が安定する。なお、アンギュラコンタクトを採用しない場合には、たとえば、ローラ案内面14を軸線が外側継手部材10の軸線と平行な円筒面の一部で構成し、その断面形状をローラ34の外周面34aの母線に対応する円弧とすることもできる。

30

【0037】

脚軸22の外周面22aに支持リング32が外嵌している。この支持リング32とローラ34とは複数のニードルローラ36を介してアセンブリ(ユニット化)され、相対回転可能なローラアセンブリを構成している。すなわち、支持リング32の円筒形外周面を内側軌道面とし、ローラ34の円筒形内周面を外側軌道面として、これらの内外軌道面間にニードルローラ36が転動自在に介在する。図1(B)に示されるように、ニードルローラ36は、できるだけ多くのころを入れた、保持器のない、いわゆる総ころ状態で組み込まれている。符号33, 35で示してあるのは、ニードルローラ36の抜け落ち止めのためにローラ34の内周面に形成した環状溝に装着した一対のワッシャである。

40

【0038】

脚軸22の外周面22aは、縦断面{図1(A)}で見ると脚軸22の軸線と平行なスト

50

レート形状であり、横断面{図1(B)}で見ると、長軸が継手の軸線に直交する楕円形状である。脚軸の断面形状は、トリポード部材20の軸方向で見た肉厚を減少させて略楕円状としてある。言い換えれば、脚軸の断面形状は、トリポード部材の軸方向で互いに向き合った面が相互方向に、つまり、仮想円筒面よりも小径側に退避している。

#### 【0039】

支持リング32の内周面32cは円弧状凸断面を有する。すなわち、内周面32cの母線が半径rの凸円弧である{図1(C)}。このことと、脚軸22の断面形状が上述のように略楕円形状であり、脚軸22と支持リング32の間には所定のすきまが設けてあることから、支持リング32は脚軸22の軸方向での移動が可能であるばかりでなく、脚軸22に対して首振り揺動自在である。また、上述のとおり支持リング32とローラ34はニードルローラ36を介して相対回転自在にアセンブリ(ユニット化)されているため、脚軸22に対し、支持リング32とローラ34がユニットとして首振り揺動可能な関係にある。ここで、首振りとは、脚軸22の軸線を含む平面内で、脚軸22の軸線に対して支持リング32およびローラ34の軸線が傾くことをいう(図2参照)。

10

#### 【0040】

この種の従来継手の場合、脚軸の外周面が全周にわたって支持リングの内周面と接するため、接触楕円が円周方向に延びた横長形状を呈する。そのため、外側継手部材に対して脚軸が傾くとき、脚軸の動きに伴って支持リングを、延いてはローラを傾かせるように作用する摩擦モーメントが発生する。これに対し、図1に示した実施の形態では、脚軸22の横断面が略楕円状で、支持リング32の内周面32cの横断面が円弧状凸断面であることから、図1(C)に破線で示すように、両者の接触楕円は点に近いものとなり、同時に面積も小さくなる。したがって、ローラアセンブリ(32、34、36)を傾かせようとする力が従来のものに比べると非常に低減し、ローラ34の姿勢の安定性が一層向上する。

20

#### 【0041】

上記構成において、トリポード部材20は炭素含有量0.15~0.40wt%の鋼材料から、鍛造加工 機械加工 浸炭焼入れ焼戻し 脚軸22の外周面22aの研削加工という主要工程を経て製造される。完成後のトリポード部材20における脚軸22の外周面22aやその他の表面を基準とする軟化特性抵抗値Rは、 $705 < R \leq 820$ 、好ましくは $710 \leq R \leq 810$ の範囲内に規制されている。そのため、トリポード部材20は、脚軸22の外周面22aの転動疲労寿命が高く、また脚軸22の基端部やセレーション部(又はスプライン部)の捩り疲労強度等が高く、優れた耐久性と強度を有する。

30

#### 【0042】

尚、上記工程中の浸炭焼入れ焼戻しに代えて、浸炭窒化焼入れ焼戻しを採用すると、転動疲労寿命や捩り疲労強度等の向上により効果的である。

#### 【0043】

また、浸炭焼入れ焼戻しにより形成された表層部(浸炭層)、または、浸炭窒化焼入れ焼戻しにより形成された表層部(浸炭窒化層)の残留オーステナイト量を20~40vol%の範囲内に適正化することにより、表面の亀裂感性を改善して、転動疲労寿命を一層高めることができる。

#### 【0044】

あるいは、トリポード部材20は炭素含有量0.45~0.60wt%の鋼材料から、鍛造加工 機械加工 高周波焼入れ焼戻し 脚軸22の外周面22aの研削加工という主要工程を経て製造することもできる。この場合、完成後のトリポード部材20における脚軸22の外周面22aやその他の表面を基準とする軟化特性抵抗値Rは、 $630 < R \leq 820$ 、好ましくは $640 \leq R \leq 810$ の範囲内に規制される。そのため、トリポード部材20は、脚軸22の外周面22aの転動疲労寿命が高く、また脚軸22の基端部やセレーション部(又はスプライン部)の捩り疲労強度等が高く、優れた耐久性と強度を有する。尚、高周波焼入れ焼戻しは、脚軸22の外周面22aや基端部の全周にわたって行っても良いし、あるいは、脚軸22の軸線を含み、トリポード部材20の軸線と直交する平面内の位置を中心とする周辺領域にのみ局部的に行っても良い。浸炭焼入れ焼戻し、浸炭窒化焼

40

50

入れ焼戻しの場合も、防炭・防窒を行うことにより、そのような局所的な処理が可能である。

#### 【0045】

外側継手部材10は炭素含有量0.15~0.40wt%の鋼材料から、鍛造加工 機械加工 浸炭焼入れ焼戻し 軸部10a {図2(A)参照}の研削加工という主要工程を経て製造される。浸炭焼入れ焼戻しに代えて、浸炭窒化焼入れ焼戻し又は高周波焼入れ焼戻しを採用することもできる。軟化抵抗特性値Rの規制やその他の事項はトリポード部材20に準じるので、重複する記載を省略する。

#### 【0046】

また、トリポード部材20の脚軸22の外周面22aや外側継手部材10のローラ案内面14には、前述した微小凹部、化成処理被膜を下地層とする固体潤滑被膜を形成しても良い。また、常温浸硫処理を施しても良い。

#### 【0047】

さらに、上述した主要工程を経た後、トリポード部材20の脚軸22の外周面22a、基端部、およびセレーション部(又はスプライン部)のうち少なくとも1箇所、外側継手部材10のローラ案内面14および軸部10a(特にセレーション部又はスプライン部)のうち少なくとも1箇所にショットピーニング処理を施しても良い。ショットピーニング処理を施すことにより、表面組織が微細化されると共に、表面に残留圧縮応力が発生する。そのため、転動疲労寿命が向上し、また振り疲労等に対する強度が向上する。また、浸炭層又は浸炭窒化層を形成した場合には、ショット粒の高い衝突エネルギーにより、表層部の残留オーステナイトがマルテンサイト変態を起こす。これにより、残留圧縮応力がさらに増加し、同時に表面に微小ディンプルが形成されて油溜りとなり、耐摩耗性の向上、転動疲労寿命や振り疲労強度の向上に一層効果的である。特に、残留オーステナイト量が多い浸炭窒化層ではその傾向が顕著である。

#### 【0048】

この実施形態の等速自在継手は、トリポード部材20や外側継手部材10の材料、表面及びその下層部の性状が最適化され、転動疲労寿命の向上や振り疲労等に対する強度向上が図られている結果、現状の同サイズの等速自在継手と比較して、優れた耐久性や強度を有する。また、現状品と同等以上の耐久性や強度を確保しつつ、よりコンパクト化を図ることが可能である。

#### 【0049】

図3および図4は、本発明の第2の実施の形態を示している。この第2の実施の形態は、支持リング32の内周面32cの母線が、上述の第1の実施の形態では単一の円弧で形成されているのに対して、中央の円弧部32aとその両側の逃げ部32bとの組合せで形成されている点でのみ相違する。逃げ部32bは、図3(C)のように作動角( )をとったときの脚軸22との干渉を避けるための部分であり、円弧部32aの端から支持リング32の端部に向かって徐々に拡径した直線または曲線で構成する。ここでは、逃げ部32bを円錐角 = 50°の円錐面の一部とした場合を例示してある。円弧部32aは、支持リング32に対する脚軸22の2~3°程度の傾きを許容するため、たとえば30mm程度の大きな曲率半径(r)とする。トリポード型等速自在継手では、機構上、外側継手部材10が1回転するときトリポード部材20は外側継手部材10の中心に対して3回振り回る。このとき符号e {図2(A)}で表わされる偏心量は作動角( )に比例して増加する。そして、3本の脚軸22は120°ずつ離間しているが、作動角( )をとると、図2(B)に示すように、図の上側に表われている垂直な脚軸22を基本として考えると、他の2本の脚軸22は、一点鎖線で示す作動角0°のときのそれらの軸線からわずかに傾く。その傾きは作動角( )がたとえば約23°のとき2~3°程度となる。この傾きが支持リング32の内周面32cの円弧部32aの曲率によって無理なく許容されるため、脚軸22と支持リング32との接触部における面圧が過度に高くなるのを防止することができる。なお、図2(B)は、図2(A)の左側面から見たトリポード部材20の3本の脚軸22を模式的に図示したもので、実線が脚軸を表わしている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 0 】

この実施形態においても、トリポード部材 2 0 や外側継手部材 1 0 は、それらの材料、表面及び下層部の性状が最適化され、転動疲労寿命の向上や擦り疲労等に対する強度向上が図られている。そのため、この実施形態の等速自在継手は、現状の同サイズの等速自在継手と比較して、優れた耐久性や強度を有する。また、現状品と同等以上の耐久性や強度を確保しつつ、よりコンパクト化を図ることが可能である。

## 【 0 0 5 1 】

図 5 および図 6 は、参考例を示している。尚、図 5 は、継手の作動角が  $0^\circ$  で、かつ、継手に回転トルクが負荷されていない時の状態を示している。

## 【 0 0 5 2 】

この参考例のトリポード型等速自在継手は、連結すべき二軸の一方に結合される外側継手部材 1 と、他方に結合されるトリポード部材 2 とを備えている。

## 【 0 0 5 3 】

外側継手部材 1 は概ねカップ状の外観をなし、軸方向に延びる 3 本のトラック溝 1 a が内周部の円周等配位置に形成されている。各トラック溝 1 a の両側には、それぞれローラ案内面 1 a 1 が設けられている。

## 【 0 0 5 4 】

トリポード部材 2 は半径方向に突出した 3 本の脚軸 2 a を円周等配位置に有する。各脚軸 2 a の外周面 2 a 1 は凸球状に形成され、その外周面 2 a 1 に、支持リング 3、複数のニードルローラ 4、およびローラ 5 をアッセンブリしたローラアッセンブリ A が装着されている。

## 【 0 0 5 5 】

図 5 ( B ) に拡大して示すように、ローラアッセンブリ A は、支持リング 3 の円筒状の外周面 3 a とローラ 5 の円筒状の内周面 5 a との間に複数のニードルローラ 4 を転動自在に介装し、ローラ 5 の内周面 5 a に嵌着した一对のスナップリング 6 によって、支持リング 3 およびニードルローラ 4 の両端を係止して、ローラ 5 に対する支持リング 3 およびニードルローラ 4 の軸方向移動 ( 脚軸 2 a の軸線 Z 方向への移動 ) を規制したものである。支持リング 3 の両端面およびニードルローラ 4 の両端面と、一对のスナップ支持リング 6 との間には僅かなアキシャル隙間がある。図面では、アキシャル隙間の大きさを実際よりもかなり誇張して示している。また、支持リング 3 の端面とスナップ支持リング 6 との間のアキシャル隙間と、ニードルローラ 4 の端面とスナップ支持リング 6 との間のアキシャル隙間とは、設計上、同じ値に設定する場合もあるし、異なる値に設定する場合もあるが、図面では両者の場合を区別することなくアキシャル隙間として示している。さらに、支持リング 3 の外周面 3 a およびローラ 5 の内周面 5 a とニードルローラ 4 の転動面との間には僅かなラジアル隙間がある。

## 【 0 0 5 6 】

支持リング 3 の内周面 3 b は、脚軸 2 a の球状の外周面 2 a 1 に嵌合される。この参考例において、支持リング 3 の内周面 3 b は脚軸 2 a の先端側に向かって漸次縮径した円錐状で、脚軸 2 a の外周面 2 a 1 と線接触する。これにより、ローラアッセンブリ A の脚軸 2 a に対する首振り揺動が許容される。支持リング 3 の内周面 3 b の傾斜角は、例えば  $0.1^\circ \sim 3^\circ$ 、好ましくは  $0.1^\circ \sim 1^\circ$  と僅かなものであり、この参考例では  $= 0.5^\circ$  に設定している。図面では、内周面 3 b の傾斜の度合をかなり誇張して示している。

## 【 0 0 5 7 】

ローラ 5 の外周面 5 b の母線は、脚軸 2 a の中心から外側にオフセットされた点を中心とする円弧である。

## 【 0 0 5 8 】

この参考例において、外側継手部材 1 のローラ案内面 1 a 1 の断面形状は、2 円弧状 ( ゴシックアーチ状 ) になっている。そのため、ローラ案内面 1 a 1 とローラ 5 の外周面 5 b とは 2 点 p、q でアンギュラコンタクトする。アンギュラコンタクト点 p、q は、ロー

10

20

30

40

50

ラ5の外周面5bの中心を含み、脚軸2aの軸線Zと直交する中心線に対して、軸線Z方向に等距離だけ反対側に離れた位置にある。尚、ローラ案内面1a1の断面形状は、V字状または放物線状等でも良い。また、この参考例において、トラック溝1aに、ローラ案内面1a1と近接して肩面1a2が設けられ、この肩面1a2によってローラ5の脚軸先端側の端面5cが案内される。

【0059】

支持リング3の内周面3bが脚軸先端側に向かって漸次縮径した円錐状になっているため、この継手に回転トルクが負荷されると、図6に示すように(内周面3bの傾斜の度合いを図5よりもさらに誇張して示している。)、支持リング3の内周面3bと脚軸2aの外周面2a1との接触位置Sに脚軸先端側に向けた負荷分力Fが発生する。この負荷分力Fは、支持リング3およびニードルローラ4を脚軸先端側に押し上げるように作用して、支持リング3およびニードルローラ4を、脚軸先端側のワッシャ6に押し付けた状態にする。そのため、支持リング3の内周面3bと脚軸2aの外周面2a1との接触位置Sが安定する。また、この負荷分力Fは、支持リング3およびニードルローラ4を介して、ローラ5を脚軸先端側に押し上げるように作用して、ローラ案内面1a1に対するローラ5の姿勢を安定させる。このような接触位置Sの安定化とローラ5の姿勢安定化とが相俟って、誘起スラストが効果的に低減され、また安定化される。尚、支持リング3の内周面3bは円筒状にしても良い。

10

【0060】

トリポード部材2や外側継手部材1は、第1及び第2の実施形態と同様に、それらの材料、表面及び下層部の性状が最適化され、転動疲労寿命の向上や擦り疲労等に対する強度向上が図られている。そのため、この参考例の等速自在継手は、現状の同サイズの等速自在継手と比較して、優れた耐久性や強度を有する。また、現状品と同等以上の耐久性や強度を確保しつつ、よりコンパクト化を図ることが可能である。

20

【0061】

図7は、他の参考例を示している。尚、図7は、継手の作動角が0°の時の状態を示している。

【0062】

図7に示すように、この参考例の等速自在継手は、連結すべき二軸の一方に結合される外側継手部材1'と、他方に結合されるトリポード部材2'とを備えている。外側継手部材1'は概ねカップ状の外観をなし、軸方向に延びる3本のトラック溝1a'が内周部の円周等配位置に形成されている。各トラック溝1a'の両側には、それぞれローラ案内面1a'1が設けられている。トリポード部材2'は半径方向に突出した3本の脚軸2a'を円周等配位置に有する。各脚軸2a'の円筒状の外周面には、複数のニードルローラ7'を介して内側ローラ3'が回転自在に嵌合され、さらにその外側に外側ローラ4'が回転自在に嵌合されている。

30

【0063】

図7(B)に拡大して示すように、ニードルローラ7'および内側ローラ3'は、それらの一端が脚軸2a'の先端部に装着された抜け止めリング8'と止め輪9'によって係止され、他端が脚軸2a'の基端部に装着されたワッシャ10'によって係止され、脚軸2a'の軸線Z方向への移動が規制されている。実際には、ニードルローラ7'および内側ローラ3'と、抜け止めリング8'およびワッシャ10'の間には僅かなアキシャル隙間'がある。図面では、アキシャル隙間'の大きさが実際よりもかなり誇張されている。また、脚軸2a'の外周面および内側ローラ3'の内周面3a'とニードルローラ7'の間には僅かなラジアル隙間がある。内側ローラ3'の内周面3a'は円筒状、外周面3b'は凸球状である。この参考例において、外周面3b'の母線は、内側ローラ3'の半径中心O2'から所定量だけ外側にオフセットされた点O1'を中心とする半径r1の円弧である。半径r1は、外周面3b'の最大半径r2よりも小さい。

40

【0064】

外側ローラ4'は、内側ローラ3'の外周面3b'に嵌合される。この参考例において

50

、外側ローラ4'の内周面4a'は脚軸2a'の先端側に向かって漸次縮径した円錐状で、内側ローラ3'の外周面3b'と線接触する。これにより、外側ローラ4'の脚軸2a'に対する首振り揺動が許容される。内周面4a'の傾斜角は例えば $0.1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ と僅かなものであり、この参考例では $0.3^{\circ} \sim 0.7^{\circ}$ に設定している。図面では、内周面4a'の傾斜がかなり誇張されている。外側ローラ4'の外周面4b'の母線は、点O1'よりもさらに外側にオフセットされた点O3'を中心とする半径 $r_3$ の円弧である。

【0065】

この参考例において、外側継手部材1'のローラ案内面1a'1の断面形状は、2円弧状（ゴシックアーチ状）になっている。そのため、ローラ案内面1a'1と外側ローラ4'の外周面4b'とは2点p'、q'でアンギュラコンタクトする。アンギュラコンタクト点p'、q'は、外側ローラ4'の外周面4b'の中心O3'を含み、脚軸2a'の軸線Zと直交する中心線に対して、軸線Z方向に等距離だけ反対側に離れた位置にある。尚、ローラ案内面1a'1の断面形状は、V字状または放物線状等でも良い。

10

【0066】

外側ローラ4'の内周面4a'が脚軸先端側に向かって漸次縮径した円錐状になっているため、図7(C)に示すように、内側ローラ3'の外周面3b'との接触位置S'に脚軸先端側に向いた負荷分力Fが発生する。この負荷分力Fは、外側ローラ4'を脚軸先端側に押し上げるように作用して、非負荷側のローラ案内面1a'1におけるB部の接触面圧を低減する。また、接触位置S'には、負荷分力Fの反力として脚軸基端側（同図で下側）に向いた力が発生する。この反力は、内側ローラ3'を脚軸基端側に押し下げるように作用して、内側ローラ3'およびニードルローラ7'の脚軸2a'に対する軸方向移動を抑制する。その結果、図7(B)に示すように、内側ローラ3'およびニードルローラ7'は下側のワッシャ10'に押し付けられた状態になり、アキシヤル隙間'に起因する接触位置S'の変動が抑制される。このような非負荷側のローラ案内面1a'1におけるB部の接触面圧低減と、接触位置S'の安定化とが相俟って、誘起スラストが効果的に低減され、また安定化される。尚、外側ローラ4'の内周面4a'は円筒状にしても良い。

20

【0067】

トリポード部材2'や外側継手部材1'は、第1、第2の実施形態及び前述の参考例と同様に、それらの材料、表面及びその下層部の性状が最適化され、転動疲労寿命の向上や擦り疲労等に対する強度向上が図られている。そのため、この参考例の等速自在継手は、現状の同サイズの等速自在継手と比較して、優れた耐久性や強度を有する。また、現状品と同等以上の耐久性や強度を確保しつつ、よりコンパクト化を図ることが可能である。

30

【0068】

尚、本発明は、以上に説明した構成の等速自在継手に限らず、例えば、ローラ案内面を平坦面、外側ローラの外周面を円筒状、内周面を凹球状、内側ローラの外周面を凸球状とし、外側ローラの凹球状の内周面と内側ローラの凸球状の外周面との間の滑りによって、外側ローラの首振り揺動を自在とした等速自在継手（特願平8-4073号、特願平8-138335号）、さらにローラ案内面と脚軸の軸線とを作動角が $0^{\circ}$ の状態互いに非平行とした等速自在継手（特開平11-13779号）にも同様に適用することができる。

【0069】

40

【実施例】

表1、表2は第1の実施形態の等速自在継手のトリポード部材について行った試験の結果を示している。

【0070】

【表1】

試料No	鋼材料の主要成分含有量 (Wt%)						軟化抵抗特性値R (実測値) (Hv)
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
1	0.16	0.26	0.73	0	1.1	0	712
2	0.2	0.05	0.2	0	1	0	705
3	0.2	0.05	0.5	0	0.8	0	709
4	0.2	0.75	0.5	0	1.5	0	715
5	0.2	0.75	0.8	0.7	1.5	0	721
6	0.2	0.9	1	0.8	1	0	735
7	0.2	0.9	1.2	1	1.5	0	729
8	0.2	0.5	1.2	1.8	2	0.5	799
9	0.2	0.5	1	2	1	0.5	817
10	0.2	0.75	1.5	2	1	0.5	823
11	0.2	0.25	0.84	0	0.94	0.03	735
12	0.21	0.93	0.82	0	0.7	0	730
13	0.21	0.09	0.84	0	1	0	688
14	0.23	0.02	0.65	0	1.13	0.49	770
15	0.23	0.03	0.95	0	1.14	0.3	774
16	0.23	0.04	0.81	0	1.14	0.41	774
17	0.4	0.24	0.8	0	1	0.24	750

10

20

30

40

【0071】

【表2】

試料No		2	3	6	15	8	9	10
軟化抵抗特性値 R (Hv)	実測値	705	709	735	774	799	817	823
	推定値	702	709	735	756	800	814	825
耐久性		△	○	○	○	◎	◎	◎
鍛造性		◎	◎	◎	○	○	○	△

10

## 【0072】

まず、主要成分含有量が種々異なる鋼材料を用いてトリポード部材を形成し（試料No 1～No 17）、950°C×8時間の浸炭焼入れの後、200°C×2時間の焼戻しを行って、脚軸の外周面の軟化特性抵抗値R（外周面から深さ0.5mm以内の領域での最高ピッカース硬さHv）を実測した。その結果を表1に示す。尚、脚軸の外周面には、浸炭焼入れ焼戻しの後、研削加工を施してあり、上記の「深さ0.5mm」は研削加工後の表面を基準にしている。つぎに、各試料について、耐久性、鍛造加工性を評価した。その内、6種類の試料に対する評価と軟化抵抗特性値R（Hv）の実測値および推定値（推定値については後述する）との関係を表2に示す。評価項目の は目標特性を十分満足できたもの、 は目標特性を満足できたもの、 は目標特性を満足できなかったものを表している。

20

## 【0073】

表2に示す結果より、浸炭焼入れ焼戻し品の場合、軟化特性抵抗値Rを705<R 820、好ましくは710 R 815の範囲内に規制することにより、耐久性および鍛造加工性ともに満足できる結果が得られることが確認できた。軟化特性抵抗値Rが705以下であると、耐久性の点で好ましい結果が得られず、また軟化特性抵抗値Rが820を越えると鍛造加工性の点で好ましい結果が得られない。

30

## 【0074】

一方、芯部の硬さを左右する母材の炭素含有量は、疲労強度確保の観点から、0.15～0.40wt%の範囲内とするのが好ましい。母材の炭素含有量が0.15wt%よりも低くなると、浸炭に要する時間が長くなってしまると同時に、芯部の硬さが不足し、満足する疲労強度が得られない。逆に、炭素含有量が0.4wt%よりも多くなると、芯部の硬さが必要以上に上昇して、靱性が著しく低下し、同時に歪みも増加する。

## 【0075】

以上により、トラニオン部材や外側継手部材等の構成部品を浸炭焼入れ焼戻し品とする場合は、これら部品を炭素含有量0.15～0.40wt%の鋼で形成し、かつ、軟化抵抗特性値Rを705<R 820、好ましくは710 R 815の範囲内に規制することが望ましく、これにより、転動疲労寿命や疲労強度等を高めて耐久性を向上させ、同時に鍛造加工性も確保することができる。さらに、軟化抵抗特性値Rを上記範囲に規制することにより、材料の焼入れ性も良くなり、従来よりも深焼きが可能となるので、疲労強度等の向上に一層効果的である。

40

## 【0076】

上述した軟化抵抗特性値Rは、実測によって求めても良いが、以下に示す回帰式（a）を用いて比較的精度良く推定することができる。

$$R(\text{推定値}) = 713.4 + \{20.7 \times \text{Si}(\%) \} + \{12.3 \times \text{Mn}(\%) \} + \{6.4 \times \text{Ni}(\%) \} - \\ \{14.8 \times \text{Cr}(\%) \} + \{159.0 \times \text{Mo}(\%) \} \quad \dots (a)$$

50

上記回帰式 ( a ) は、表 1 に示す 17 種類の試料 ( 試料 No 1 ~ No 17 ) の軟化特性抵抗値 R ( 実測値 ) と各試料の主要成分元素含有率 ( wt % ) との重回帰分析を行って求めたものである。この例では、主要成分元素として Si、Mn、Ni、Cr、Mo を選定し、炭素 C については浸炭によりどの試料も含有率が均等になるため、変数から除外している。

【 0077 】

表 2 に示すように、上記回帰式 ( a ) に求めた軟化特性抵抗値 R の推定値は、実測値と良く近似しており、この推定値 R を  $705 < R < 820$ 、好ましくは  $710 < R < 815$  の範囲内に規制することにより、耐久性および鍛造加工性を簡易にかつ比較的精度良く評価することが可能となる。

10

【 0078 】

尚、トラニオン部材や外側継手部材等の構成部品を浸炭窒化焼入れ焼戻し品とすることもでき、その場合、母材の炭素含有量、軟化抵抗特性値 R ( 実測値又は推定値 ) を浸炭焼入れ焼戻し品と同様に規制することにより、上記と同様の効果を得ることができる。さらに、浸炭窒化焼入れ焼戻し品では、表層部 ( 浸炭窒化層 ) の残留オーステナイト量が適度に増え、亀裂敏感性が改善されるので、転動疲労寿命の向上に一層効果的である。また、脚軸の基端部やセレーション部の表面硬さが上昇し、擦り疲労強度等も向上する。

【 0079 】

また、浸炭焼入れ焼戻し、浸炭窒化焼入れ焼戻しを行う場合、表 1 に示す鋼材料の他、表 5 に示す種々の鋼材料を使用することができる。

20

【 0080 】

【 表 5 】

鋼材記号	主要成分含有量 (Wt%)						軟化抵抗特性値 (実測値) (Hv)
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
SCr415	0.15	0.25	0.725	0.00	1.050	0.000	712
SCr420	0.20	0.25	0.725	0.00	1.050	0.000	712
SCr430	0.30	0.25	0.725	0.00	1.050	0.000	712
SCr435	0.35	0.25	0.725	0.00	1.050	0.000	712
SCr440	0.40	0.25	0.725	0.00	1.050	0.000	712
SCM415	0.15	0.25	0.725	0.00	1.050	0.225	748
SCM420	0.20	0.25	0.725	0.00	1.050	0.225	748
SCM430	0.30	0.25	0.725	0.00	1.050	0.225	748
SCM435	0.35	0.25	0.725	0.00	1.050	0.225	748
SCM440	0.40	0.25	0.725	0.00	1.050	0.225	748
SNCM220	0.20	0.25	0.750	1.25	0.525	0.225	764
SNCM415	0.15	0.25	0.550	1.80	0.525	0.225	765
SNCM420	0.20	0.25	0.550	1.80	0.525	0.225	765
SNCM815	0.15	0.25	0.450	4.25	0.850	0.225	774

10

20

30

## 【0081】

下記の表3、表4は、第1の実施形態の等速自在継手のトリポード部材について行った他の試験の結果を示している。まず、主要成分含有量が種々異なる鋼材料を用いてトリポード部材を形成し(試料No1~No18)、10kHz×170kW×3秒の高周波焼入れの後、200°C×2時間の焼戻しを行って、脚軸の外周面の軟化特性抵抗値R(外周面から深さ0.5mm以内の領域での最高ビッカース硬さHv)を実測した。その結果を表3に示す。尚、脚軸の外周面には、高周波焼入れ焼戻しの後、研削加工を施してあり、上記の「深さ0.5mm」は研削加工後の表面を基準にしている。つぎに、各試料について、耐久性、鍛造加工性を評価した。その内、7種類の試料に対する評価と軟化抵抗特性値R(Hv)の実測値および推測値(推測値については後述する)との関係を表4に示す。評価項目の は目標特性を十分満足できたもの、 は目標特性を満足できたもの、 は目標特性を満足できなかったものを表している。

40

## 【0082】

## 【表3】

試料No	鋼材料の主要成分含有量 (Wt%)						軟化抵抗特性値R (実測値) (Hv)
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
1	0.54	0.19	0.86	0	0.15	0	682
2	0.47	0.21	0.76	0	0.16	0	640
3	0.47	0.1	0.75	0	0.15	0	630
4	0.48	0.21	0.88	0.29	0.16	0.31	715
5	0.53	0.22	0.86	0	0.16	0.3	724
6	0.48	0.2	0.88	0	0.15	0.3	701
7	0.48	0.2	0.75	0	0.15	0.3	695
8	0.48	0.2	0.88	0	0.15	0.25	689
9	0.48	0.15	0.83	0	0.1	0.3	712
10	0.48	0.05	0.88	0	0.15	0.3	689
11	0.48	0.1	0.88	0	0.02	0.3	705
12	0.48	0.15	0.88	0	0.02	0.3	715
13	0.48	0.2	0.88	0	0.02	0.3	718
14	0.45	0.8	1.1	0	0.15	0	692
15	0.54	0.24	1	1.1	0.1	0.5	810
16	0.53	0.49	1	1.2	0.12	0.5	827
17	0.52	0.25	0.87	0	0.15	0.4	740
18	0.59	0.23	0.77	0	0.1	0	714

10

20

30

40

【0083】

【表4】

試料No		3	2	1	12	17	15	16
軟化抵抗特性値 R (Hv)	実測値	630	640	682	715	740	810	827
	推定値	633	641	679	714	742	811	827
耐久性		△	○	○	○	○	◎	◎
鍛造性		◎	◎	○	○	○	○	△

10

## 【0084】

表4に示す結果より、高周波焼入れ焼戻し品の場合、軟化特性抵抗値Rを $630 < R < 820$ 、好ましくは $640 < R < 810$ の範囲内に規制することにより、耐久性および鍛造加工性ともに満足できる結果が得られることが確認できた。軟化特性抵抗値Rが630以下であると、耐久性の点で好ましい結果が得られず、また軟化特性抵抗値Rが820を越えると鍛造加工性の点で好ましい結果が得られない。

## 【0085】

一方、高周波焼入れにより十分な表面硬さを得るためには、母材の炭素含有量を $0.45 \sim 0.60 \text{ wt} \%$ の範囲内にすることが必要である。

## 【0086】

以上により、トラニオン部材や外側継手部材等の構成部品を高周波焼入れ焼戻し品とする場合は、これら部品を炭素含有量 $0.45 \sim 0.60 \text{ wt} \%$ の鋼で形成し、かつ、軟化抵抗特性値Rを $630 < R < 820$ 、好ましくは $640 < R < 810$ の範囲内に規制することが望ましく、これにより、転動疲労寿命や疲労強度等を高めて耐久性を向上させ、同時に鍛造加工性も確保することができる。また、高周波焼入れ焼戻しにより、表面に残留圧縮応力が発生するので、転動疲労寿命や疲労強度の向上に一層効果的である。

## 【0087】

上述した軟化抵抗特性値Rは、実測によって求めても良いが、以下に示す回帰式(b)を用いて比較的精度良く推定することができる。

$$R(\text{推定値}) = 378.0 + \{516.2 \times C(\%) \} + \{83.2 \times Si(\%) \} + \{31.8 \times Mn(\%) \} + \{29.1 \times Ni(\%) \} - \{132.6 \times Cr(\%) \} + \{167.9 \times Mo(\%) \} \cdots (b)$$

上記回帰式(b)は、表3に示す18種類の試料(試料No1~No18)の軟化特性抵抗値R(実測値)と各試料の主要成分元素含有率(%)との重回帰分析を行って求めたものである。この例では、主要成分元素としてC、Si、Mn、Ni、Cr、Moを選定している。

## 【0088】

表3に示すように、上記回帰式(b)に求めた軟化特性抵抗値Rの推定値は、実測値と良く近似しており、この推定値Rを $630 < R < 820$ 、好ましくは $640 < R < 810$ の範囲内に規制することにより、耐久性および鍛造加工性を簡易にかつ比較的精度良く評価することが可能となる。

## 【0089】

また、高周波焼入れ焼戻しを行う場合、表3に示す鋼材料の他、表6に示す種々の鋼材料を使用することができる。

## 【0090】

## 【表6】

30

40

鋼材記号	主要成分含有量 (Wt%)						軟化抵抗特性値 (実測値) (Hv)
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
S45C	0.45	0.25	0.75	0	0.1	0	642
S48C	0.48	0.25	0.75	0	0.1	0	657
S50C	0.50	0.25	0.75	0	0.1	0	667
S53C	0.53	0.25	0.75	0	0.1	0	683
S55C	0.55	0.25	0.75	0	0.1	0	693
S58C	0.58	0.25	0.75	0	0.1	0	709
S61C	0.61	0.25	0.75	0	0.1	0	724

10

20

## 【0091】

尚、上記はトラニオン部材について行った試験の結果であるが、外側継手部材、ローラ、支持リング等のその他の構成部品についても同様の結果が得られた。また、第2の実施形態の等速自在継手、及び上述した参考例の等速自在継手についても同様の結果が得られた。

## 【0092】

## 【発明の効果】

本発明によれば、構成部品、特にトリポード部材や外側継手部材の材料、表面及びその下層部の性状が最適化され、転動疲労寿命や擦り疲労等に対する強度が向上するので、現状のサイズを維持したままより耐久性や強度に優れたトリポード型等速自在継手を提供し、また、現状品と同等以上の耐久性や強度を確保しつつよりコンパクトなトリポード型等速自在継手を提供することができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態を示し、図1(A)は一部を断面にした端面図、図1(B)は図1(A)における脚軸に垂直な断面図、図1(C)は接触楕円を説明するための支持リングの断面図である。

【図2】 図2(A)は図1の等速自在継手の縦断面図であって作動角をとった状態を示し、図2(B)は図2(A)におけるトリポード部材の模式的側面図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態を示し、図3(A)は一部を断面にした端面図、図3(B)は図3(A)における脚軸に垂直な断面図、図3(C)は作動角をとった状態を示す縦断面図である。

40

【図4】 図3における支持リングの拡大断面図である。

【図5】 本発明の参考例を示し、図5(A)は一部を断面にした端面図、図5(B)は図5(A)の要部拡大横断面図である。

【図6】 図5における支持リングと脚軸との接触位置に発生する負荷分力Fを説明するための図である。

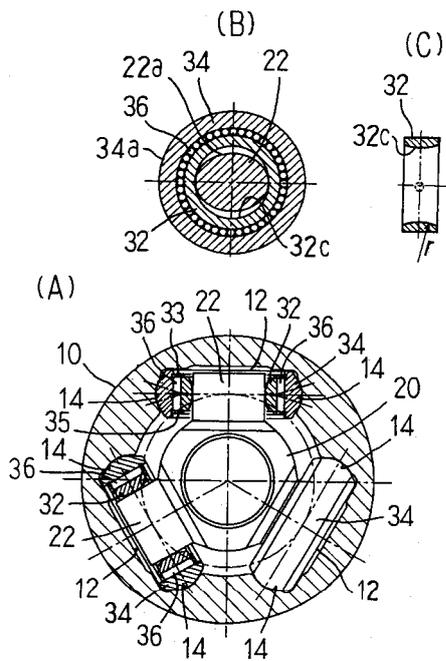
【図7】 本発明の他の参考例を示し、図7(A)は横断面図、図7(B)は図7(A)の要部拡大横断面図、図7(C)は外側ローラと内側ローラとの接触位置に発生する負荷分力Fを説明するための図である。

## 【符号の説明】

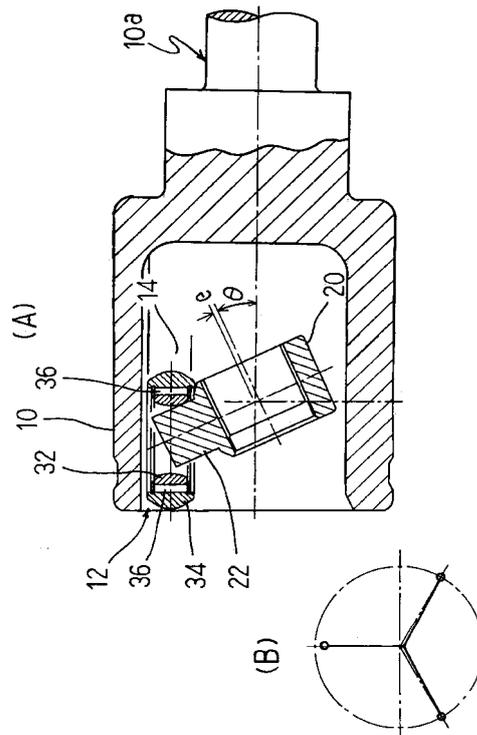
50

- 10 外側継手部材
- 12 トラック溝
- 14 ローラ案内面
- 20 トリボード部材
- 22 脚軸
- 32 支持リング
- 32 a 円弧部
- 32 b 逃げ部
- 34 ローラ
- 36 ニードルローラ

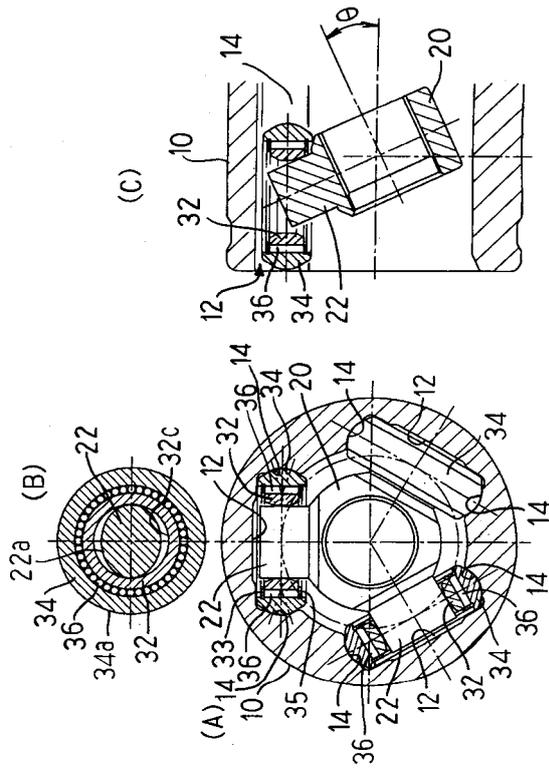
【 図 1 】



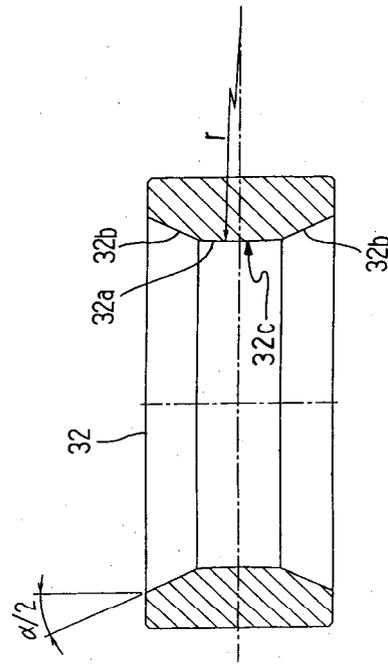
【 図 2 】



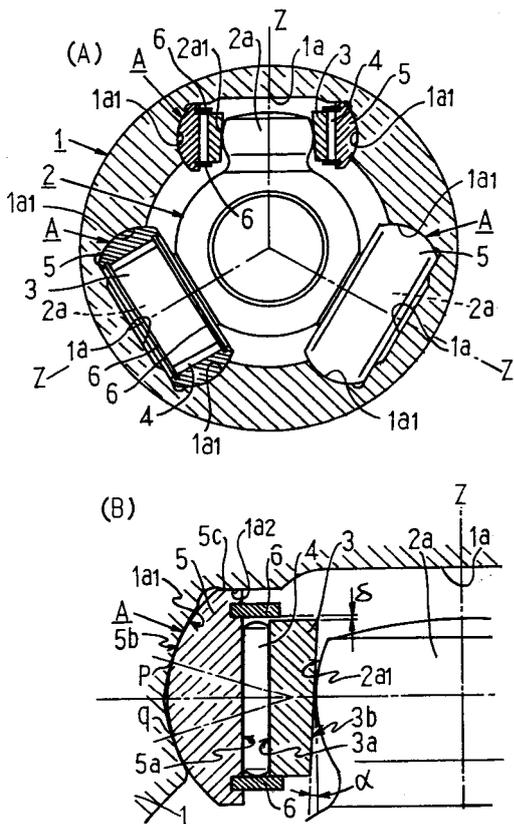
【 図 3 】



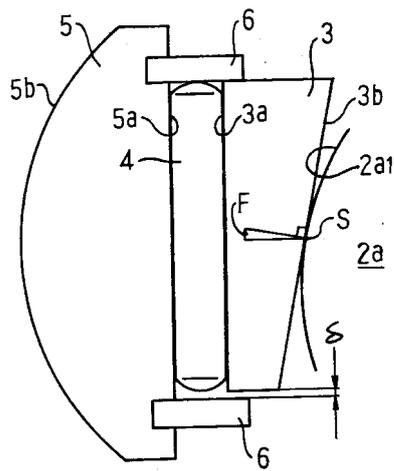
【 図 4 】



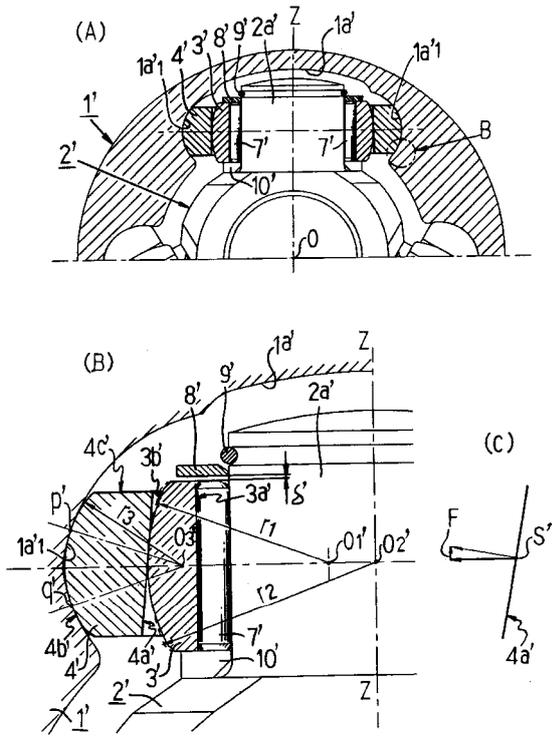
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 石黒 重好

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(72)発明者 吉田 和彦

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

審査官 北村 亮

- (56)参考文献 特開平11-336783(JP,A)  
特開昭64-039321(JP,A)  
特開平11-217649(JP,A)  
特開平09-014280(JP,A)  
特開平10-220490(JP,A)  
実開平07-008628(JP,U)  
特開昭62-171525(JP,A)  
特開平05-331616(JP,A)  
特開平04-211725(JP,A)  
特開平02-107808(JP,A)  
特開昭49-090747(JP,A)  
米国特許第05213546(US,A)  
米国特許第04886479(US,A)  
特表平07-501125(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16D 1/00-9/00