

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7664678号
(P7664678)

(45)発行日 令和7年4月18日(2025.4.18)

(24)登録日 令和7年4月10日(2025.4.10)

(51)国際特許分類 F I
F 1 6 D 3/224(2011.01) F 1 6 D 3/224

請求項の数 6 (全21頁)

(21)出願番号	特願2019-72805(P2019-72805)	(73)特許権者	000102692 NTN株式会社 大阪府大阪市北区中之島三丁目6番32号
(22)出願日	平成31年4月5日(2019.4.5)	(74)代理人	100107423 弁理士 城村 邦彦
(65)公開番号	特開2020-169718(P2020-169718 A)	(74)代理人	100120949 弁理士 熊野 剛
(43)公開日	令和2年10月15日(2020.10.15)	(72)発明者	藤尾 輝明 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内
審査請求日	令和4年3月28日(2022.3.28)	(72)発明者	船橋 雅司 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内
審判番号	不服2024-876(P2024-876/J1)		
審判請求日	令和6年1月18日(2024.1.18)	合議体	

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固定式等速自在継手

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

球状内周面に概ね軸方向に延びる複数のトラック溝が形成され、軸方向に離間する開口側と奥側を有する外側継手部材と、球状外周面に概ね軸方向に延びる複数のトラック溝が前記外側継手部材のトラック溝に対向して形成された内側継手部材と、対向する各トラック溝間に組込まれたトルク伝達ボールと、このトルク伝達ボールをポケットに保持し、前記外側継手部材の球状内周面に案内される球状外周面と前記内側継手部材の球状外周面に案内される球状内周面が形成された保持器とからなる固定式等速自在継手であって、前記外側継手部材のトラック溝の軌道中心線(X)は、継手中心(O)に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分を少なくとも備え、前記軌道中心線(X)と継手中心(O)を含む平面(M)が継手の軸線(N-N)に対して傾斜すると共に、その傾斜方向が周方向に隣り合う前記トラック溝で互いに反対方向に形成されており、前記内側継手部材のトラック溝の軌道中心線(Y)は、作動角0°の状態では継手中心(O)を含み継手の軸線(N-N)に直交する平面(P)を基準として、前記外側継手部材の対となるトラック溝の軌道中心線(X)と鏡像対称に形成された固定式等速自在継手において、前記固定式等速自在継手は、トルク伝達時の最大作動角が50°を超える角度に設定され、前記最大作動角を取ったときに、前記外側継手部材のトラック溝の開口側に移動する少なくとも1個の前記トルク伝達ボールが、前記外側継手部材のトラック溝の開口側端部と接触点を失う作動形態を有し、

10

作動角0°の状態において、前記外側継手部材の開口側端部から前記保持器の端部が軸

20

方向に突出し、

前記保持器は、前記保持器のポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の開口側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_F) が、前記ポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の奥側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_E) より長く設定されていることを特徴とする固定式等速自在継手。

【請求項 2】

前記外側継手部材のトラック溝の軌道中心線 (X) が、前記継手中心 (O) に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分と、この円弧状部分とは異なる形状の部分とからなり、前記円弧状部分と前記異なる形状の部分とが接続点 (J) において滑らかに接続し、前記接続点 (J) が、前記継手中心 (O) より前記外側継手部材の開口側に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の固定式等速自在継手。

10

【請求項 3】

前記異なる形状の部分が直線状であることを特徴とする請求項 2 に記載の固定式等速自在継手。

【請求項 4】

前記内側継手部材を保持器に組込むための円筒状内径面を有する前記保持器のインロー側端部が、前記外側継手部材の奥側に配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の固定式等速自在継手。

【請求項 5】

前記保持器のポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の開口側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_F) と前記継手中心 (O) から前記外側継手部材の開口側の端面までの軸方向寸法 (L_1) との比 W_F / L_1 が、 $1.18 \sim 1.32$ であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の固定式等速自在継手。

20

【請求項 6】

前記トルク伝達ボールの個数を 8 個以上としたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の固定式等速自在継手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、固定式等速自在継手に関する。

30

【背景技術】

【0002】

自動車や各種産業機械の動力伝達系を構成する等速自在継手は、駆動側と従動側の二軸をトルク伝達可能に連結すると共に、前記二軸が作動角をとっても等速で回転トルクを伝達することができる。等速自在継手は、角度変位のみを許容する固定式等速自在継手と、角度変位および軸方向変位の両方を許容する摺動式等速自在継手とに大別され、例えば、自動車のエンジンから駆動車輪に動力を伝達するドライブシャフトにおいては、デフ側（インボード側）に摺動式等速自在継手が使用され、駆動車輪側（アウトボード側）には固定式等速自在継手を使用される。

【0003】

自動車のドライブシャフト用の固定式等速自在継手に求められる機能として、車輪の回転に合わせた高い作動角と、それに伴う、高作動角時の強度が重要である。従来、最大作動角は、ツェッパ型等速自在継手（BJタイプ）で 47° 、アンダーカットフリー型等速自在継手（UJタイプ）で 50° が一般的であるが、自動車の旋回性の向上や小回り性の向上の観点から、 50° を超える要求が増えつつある。それらの要求に応えるために、種々の構造の固定式等速自在継手が提案されている。

40

【0004】

固定式等速自在継手において従来の作動角 50° を超える高作動角で使用される場合、中間シャフトが外側継手部材と干渉しないように、外側継手部材の長さを短くする必要があるが、その結果、外側継手部材のトラック溝が短くなり、位相角 0° 付近のボールはト

50

トラック溝から外れて接触点を失うことになる。外側継手部材のトラック溝を延長する手段として、ボールのピッチ円直径（PCD）を拡張することが挙げられるが、外側継手部材の外径が大径化すると共に重量が増加することになる。

【0005】

特許文献1には、外側継手部材および内側継手部材のそれぞれのトラック溝を円弧状とテーパ状の組合せとし、外径の増加を抑制し、高作動角化できる構造の固定式等速自在継手が提案されている。

【0006】

特許文献2では、従来型の固定式等速自在継手において、最大作動角の際、トルク伝達ボール（以下、単にボールともいう）が外側継手部材の開口側に最も移動する位相角（位相角 0° ）のボールの中心と継手中心との軸平行距離と、ボールの中心と外側継手部材の開口円錐面との軸平行距離の比を2.9未満とすることで、最大作動角時においても機能を維持することができるとしている。さらに作動角を取ってボールが外側継手部材のトラック溝から接触点を失うまで突出した場合において、前記比を2.2未満とすることで機能性を維持できるとしている。また、最大作動角を大きくする手段として、最大作動角の際のボールが最も外側継手部材の開口側端部から出てくる位相（ 0° 位相）のボール中心と継手中心との軸方向距離と、ボール中心と外側継手部材の開口円錐面との軸方向距離との比率を設定することで、保持器および外側継手部材からボールの脱落を防止できるとしている。

【0007】

特許文献3には、最大作動角が従来の作動角（ 50° ）を超える角度に設定された固定式等速自在継手ではないが、外側継手部材と内側継手部材のトラック溝の軌道中心線が継手中心Oに対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分を備え、この円弧状の軌道中心線が周方向の反対方向に傾斜した構造を備えた高効率な固定式等速自在継手が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】特許第4041641号公報

【文献】特許第4885236号公報

【文献】特開2013-104432号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1の構造では、外側継手部材の外径の増加を抑制するものではあるが、外側継手部材のトラック溝が外径側に向かうテーパ形状であるため、高作動角時のボールとトラック溝との接触点を確保するには外側継手部材の外径が大きくなってしまふ。

【0010】

特許文献2の構造では、高作動角時にボールが外側継手部材のトラック溝から接触点を失うほど突出した場合に保持器のポケット内に接触が残る（保持器のポケット内に保持される）ことで、機能を損なわないとしている。しかし、ボールが外側継手部材のトラック溝から接触点を失うほど突出した場合、保持器に作用する力のバランスが、接触点のある場合に比べて損なわれるため、保持器のポケット内に保持されるが、保持器の強度については不十分であることが判明した。

【0011】

特許文献3の固定式等速自在継手は、トルク損失および発熱が少なく高効率ではあるが、従来の作動角（ 50° ）を超える高作動角で使用される場合には未知の問題が残っている。この問題について、後述するように検討および検証を行った。

【0012】

上記のような問題に鑑み、本発明は、最大作動角が従来の作動角（ 50° ）を超える角

10

20

30

40

50

度に設定され、高作動角を取った際に、ボールが外側継手部材から出てくる位相（位相角 0° ）領域で接触点を失う作動形態の固定式等速自在継手において、等速性、伝達効率、耐久性を確保できると共に、保持器の強度を向上させることができる固定式等速自在継手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】

【0013】

本発明者らは、前述した問題について種々の検討と検証を行い、以下の知見と着想を得たことにより、本発明に至った。

（1）ボールが接触点を失った場合の継手内の力のバランスの崩れ

固定式等速自在継手において従来の作動角（ 50° ）を超える高作動角で使用される場合、前述したように、外側継手部材のトラック溝が短くなり、位相角 0° 付近のボールはトラック溝から外れて接触点を失うことになる。そして、ボールがトラック溝との接触点を失う位相範囲では、ボールと外側継手部材のトラック溝および内側継手部材のトラック溝との接触力や、ボールから保持器に作用する力が失われることになり、他のボールでその荷重を受け持つことになり、内部の力のバランスが崩れる。特に、トラック溝の曲率中心が軸方向にオフセットした（以下、軸方向トラックオフセットタイプともいう）ツェッパ型等速自在継手（BJタイプ）やアンダーカットフリー型等速自在継手（UJタイプ）では、等速自在継手内の力のバランスが大きく崩れてしまうことが判明した。

【0014】

（2）継手内の力のバランス崩れについての考察

軸方向トラックオフセットタイプの固定式等速自在継手は、外側継手部材のトラック溝の曲率中心が継手中心Oに対して外側継手部材の開口側にオフセットし、一方、内側継手部材のトラック溝の曲率中心は、外側継手部材のトラック溝の曲率中心とは逆方向にオフセットしており、ボールは、外側継手部材のトラック溝と内側継手部材のトラック溝との間に形成される開口側に開く楔状空間に配置され、保持器によって位置決めされる。

【0015】

常用角程度の小さな角度でトルクが負荷されると、外側継手部材のトラック溝と内側継手部材のトラック溝との接触力の分力により、各ボールは、同じ方向に保持器を押し、保持器の球状外周面、球状内周面は、それぞれ、外側継手部材の球状内周面、内側継手部材の球状外周面と強く接触することになる。中角度から高角度でトルクが負荷されると、各ボールと外側継手部材のトラック溝および内側継手部材のトラック溝との接触力に強弱が発生し、各ボールが保持器を押し力にも強弱が発生するため、保持器に作用するモーメントの釣り合いも二等分平面から若干ずれることになる。さらに、ボールが外側継手部材のトラック溝との接触点を失う高作動角では、荷重を分担するボールの数が減少するため、保持器に掛かるモーメントのバランスが大きく変化し、保持器が二等分平面から大きくずれる。それに伴い、等速性および伝達効率が低下することに加えて、保持器の強度が大幅に低下する恐れがあるということが考察された。

【0016】

（3）着目点と検証

上記の考察結果より、ボールから保持器に作用する力のバランスに優れた交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手に着目した。交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手は、外側継手部材のトラック溝が軸方向にオフセットがない曲率中心をもつ円弧状で形成され、かつ継手の軸線に対して周方向に傾斜すると共に、隣り合うトラック溝間で互いに傾斜方向が逆方向に形成されており、内側継手部材のトラック溝の軌道中心線が、外側継手部材のトラック溝の軌道中心線に対して鏡像対称であり、外側継手部材のトラック溝と内側継手部材のトラック溝の間の交差部にボールが配置される。

【0017】

交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手では、ボールがトラック溝と接触状態となる小さな角度の常用角や中角度から高角度の領域まで、トルクが負荷されると、基本的に隣り合うトラック溝で互いに逆方向にボールが保持器を押し力が発生する構造のため、ボ

10

20

30

40

50

ールの作用による保持器のモーメントと力が釣り合う。中角度から高角度の領域では、各ボールと外側継手部材のトラック溝および内側継手部材のトラック溝との接触力に強弱が発生するが、従来の軸方向トラックオフセット式に比べ、ボールの作用による保持器のモーメントと力が釣り合うため、保持器は二等分平面の近傍に安定する。さらに、ボールが外側継手部材のトラック溝との接触点を失う高作動角でも、従来の軸方向トラックオフセット式に比べ、依然としてボールの作用による保持器のモーメントと力が釣り合う方向に働くため、保持器は二等分平面から大きくずれないことが判明した。

【 0 0 1 8 】

以上の検証結果より、交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手は、ボールが外側継手部材のトラック溝との接触点を失った状態下でも、保持器が二等分平面から大きくずれることなく、等速性および伝達効率の低下や内部力の変化は最小限に止まるという結論に至った。

【 0 0 1 9 】

(4) 新たな着想

最大作動角が従来の作動角 (5 0 °) を超える角度に設定され、高作動角を取った際に、ボールが外側継手部材から出てくる位相角 (位相角 0 ° 付近) で接触点を失う作動形態の固定式等速自在継手として、交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手をベースとするという着想により、本発明に至った。

【 0 0 2 0 】

前述の目的を達成するための技術的手段として、本発明は、球状内周面に概ね軸方向に延びる複数のトラック溝が形成され、軸方向に離間する開口側と奥側を有する外側継手部材と、球状外周面に概ね軸方向に延びる複数のトラック溝が前記外側継手部材のトラック溝に対向して形成された内側継手部材と、対向する各トラック溝間に組込まれたトルク伝達ボールと、このトルク伝達ボールをポケットに保持し、前記外側継手部材の球状内周面に案内される球状外周面と前記内側継手部材の球状外周面に案内される球状内周面が形成された保持器とからなる固定式等速自在継手であって、前記外側継手部材のトラック溝の軌道中心線 (X) は、継手中心 (O) に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分を少なくとも備え、前記軌道中心線 (X) と継手中心 (O) を含む平面 (M) が継手の軸線 (N - N) に対して傾斜すると共に、その傾斜方向が周方向に隣り合う前記トラック溝で互いに反対方向に形成されており、前記内側継手部材のトラック溝の軌道中心線 (Y) は、作動角 0 ° の状態で継手中心 (O) を含み継手の軸線 (N - N) に直交する平面 (P) を基準として、前記外側継手部材の対となるトラック溝の軌道中心線 (X) と鏡像対称に形成された固定式等速自在継手において、前記固定式等速自在継手は、トルク伝達時の最大作動角が 5 0 ° を超える角度に設定され、前記最大作動角を取ったときに、前記外側継手部材のトラック溝の開口側に移動する少なくとも 1 個の前記トルク伝達ボールが、前記外側継手部材のトラック溝の開口側端部と接触点を失う作動形態を有し、作動角 0 ° の状態において、前記外側継手部材の開口側端部から前記保持器の端部が軸方向に突出し、前記保持器は、前記保持器のポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の開口側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_F) が、前記ポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の奥側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_E) より長く設定されていることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

上記の構成により、最大作動角が従来の作動角 (5 0 °) を超える角度に設定され、高作動角を取った際に、ボールが外側継手部材から出てくる位相角 (0 ° 位相角付近) で接触点を失う作動形態の固定式等速自在継手において、等速性、伝達効率、耐久性を確保できると共に、保持器の強度を向上させることができる固定式等速自在継手を実現することができる。保持器は、保持器のポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の開口側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_F) が、前記ポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の奥側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_E) より長く設定されていることにより、保持器の強度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

具体的には、上記の外側継手部材のトラック溝の軌道中心線 X が、継手中心 O に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分と、この円弧状部分とは異なる形状の部分とからなり、円弧状部分と異なる形状の部分とが接続点 J において滑らかに接続し、接続点 J が、継手中心 O より外側継手部材の開口側に位置することが好ましい。これにより、等速性、伝達効率を確保すると共に、接触点を確保するに有効なトラック溝の長さや高作動角時のくさび角の大きさを調整することができる。

【 0 0 2 3 】

上記の異なる形状の部分が直線状であることをことにより、有効なトラック長さを増加させることができる。

10

【 0 0 2 4 】

内側継手部材を保持器に組込むための円筒状内径面を有する保持器のインロー側端部が、外側継手部材の奥側に配置されていることにより、保持器の剛性を高めることができる。

【 0 0 2 6 】

上記の保持器のポケットの中心 (O_C) から外側継手部材の開口側の保持器の端面までの保持器の軸方向寸法 (W_F) と前記継手中心 (O) から前記外側継手部材の開口側の端面までの軸方向寸法 (L_1) との比 W_F / L_1 が、 $1.18 \sim 1.32$ であることが好ましい。これにより、外側継手部材への保持器の組み込みを可能にすると共に、保持器の強度を向上させることができる。

【 0 0 2 7 】

上記のトルク伝達ボールの個数を 8 個以上としたことにより、実用的なコンパクトな固定式等速自在継手を実現することができる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明によれば、最大作動角が従来の作動角 (50°) を超える角度に設定され、高作動角を取った際に、ボールが外側継手部材から出てくる位相角 (0° 位相角付近) で接触点を失う作動形態の固定式等速自在継手において、等速性、伝達効率、耐久性を確保できると共に、保持器の強度を向上させることができる固定式等速自在継手を実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 (a) 図は、本発明の一実施形態に係る固定式等速自在継手の縦断面図で、(b) 図は、(a) 図の右側面図である。

【 図 2 】 (a) 図は、図 1 (a) の外側継手部材の縦断面図で、(b) 図は、(a) 図の右側面図である。

【 図 3 】 (a) 図は、図 1 (a) の内側継手部材の正面図で、(b) 図は、(a) 図の右側面図である。

【 図 4 】 図 1 (a) の P - P 線上の 1 個のトルク伝達ボールとトラック溝を拡大した横断面図である。

【 図 5 】 図 1 (a) の固定式等速自在継手と従来の最大作動角を有する交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手のそれぞれの縦断面を対比した図である。

40

【 図 6 】 (a) 図は、図 1 (a)、図 1 (b) の固定式等速自在継手が最大作動角を取ったときの縦断面図で、(b) 図は、(a) 図の右側面図である。

【 図 7 】 図 6 (a) の E 部を拡大した縦断面図である。

【 図 8 】 最大作動角において、トルク伝達ボールが外側継手部材のトラック溝との接触点を失う範囲を図 1 (b) に表示した図である。

【 図 9 】 図 8 の外側継手部材のトラック溝とトルク伝達ボールとが接触点を失う範囲がトラック溝の傾斜方向により異なる状態を示す外側継手部材の内周面の展開図である。

【 図 10 】 図 1 (a) に示す固定式等速自在継手の寸法的な特徴を説明する縦断面図である。

50

【図 1 1】保持器を外側継手部材に組み込む状態を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

本発明の一実施形態に係る固定式等速自在継手を図 1 ~ 図 1 1 に基づいて説明する。図 1 (a) は、本発明の一実施形態に係る固定式等速自在継手の縦断面図で、図 1 (b) は、図 1 (a) の右側面図である。図 2 (a) は、図 1 (a) の外側継手部材の縦断面図で、図 2 (b) は、図 2 (a) の右側面図である。図 3 (a) は、図 1 (a) の内側継手部材の正面図で、図 3 (b) は、図 3 (a) の右側面図である。図 1 (a)、図 1 (b) に示すように、本実施形態の固定式等速自在継手 1 は、交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手であり、外側継手部材 2、内側継手部材 3、トルク伝達ボール（以下、単にボールともいう）4 および保持器 5 を主な構成とする。外側継手部材 2 の球状内周面 6 には 8 本のトラック溝 7 が形成され、内側継手部材 3 の球状外周面 8 には、外側継手部材 2 のトラック溝 7 と対向する 8 本のトラック溝 9 が形成されている。外側継手部材 2 の球状内周面 6 と内側継手部材 3 の球状外周面 8 との間に、ボール 4 を保持する保持器 5 が配置されている。保持器 5 の球状外周面 1 2 は外側継手部材 2 の球状内周面 6 に摺動自在に嵌合し、保持器 5 の球状内周面 1 3 は内側継手部材 3 の球状外周面 8 に摺動自在に嵌合している。

10

【0031】

外側継手部材 2 の球状内周面 6 と内側継手部材 3 の球状外周面 8 の曲率中心は、それぞれ継手中心 O に形成され、外側継手部材 2 の球状内周面 6 と内側継手部材 3 の球状外周面 8 にそれぞれ嵌合する保持器 5 の球状外周面 1 2 と球状内周面 1 3 の曲率中心も、それぞれ継手中心 O に位置する。

20

【0032】

内側継手部材 3 の内径孔 1 0 には、雌スプライン（スプラインはセレーションを含む。以下同じ。）1 1 が形成され、中間シャフト 1 4 [図 6 (a) 参照] の端部に形成された雄スプライン 1 5 を雌スプライン 1 1 に嵌合し、トルク伝達可能に連結される。内側継手部材 3 と中間シャフト 1 4 は、止め輪 1 6 により軸方向に位置決めされている。

【0033】

図 1 (a)、図 1 (b)、図 2 (a)、図 2 (b)、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように、外側継手部材 2 および内側継手部材 3 のそれぞれ 8 本のトラック溝 7、9 は概ね軸方向に延びる。トラック溝 7、9 は、継手の軸線 N - N に対して周方向に傾斜すると共にその傾斜方向が周方向に隣り合うトラック溝 7 A、7 B および 9 A、9 B で互いに反対方向に形成されている。そして、外側継手部材 2 および内側継手部材 3 の対となるトラック溝 7 A、9 A および 7 B、9 B の各交差部に 8 個のボール 4 が配置されている。図 1 (a) では、トラック溝 7、9 については、それぞれ、図 2 (a) に示す平面 M および図 3 (a) に示す平面 Q における断面を傾斜角 $\theta = 0^\circ$ まで回転させた状態で示している。作動角 0° の状態では、継手の軸線 N - N は、外側継手部材の軸線 $N_o - N_o$ および内側継手部材の軸線 $N_i - N_i$ でもある。

30

【0034】

特許請求の範囲における「外側継手部材のトラック溝の軌道中心線 (X) が、継手中心 (O) に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分と、この円弧状部分とは異なる形状の部分とからなり、円弧状部分と異なる形状の部分とが接続点 (J) において滑らかに接続し、接続点 (J) が、前記継手中心 (O) より前記外側継手部材の開口側に位置する」構成の一例として、本実施形態の固定式等速自在継手 1 を図 1 (a) に基づいて説明する。上述した外側継手部材のトラック溝の軌道中心線 X が、継手中心 O に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分と、この円弧状部分とは異なる形状の部分とからなるので、等速性、伝達効率、耐久性を確保すると共に、接触点を確保するに有効なトラック溝の長さ、高作動角時のくさび角の大きさを調整することができる。

40

【0035】

図 1 (a) に示すように、外側継手部材 2 のトラック溝 7 は軌道中心線 X を有し、トラ

50

ック溝 7 は、継手中心 O を曲率中心とする円弧状の軌道中心線 X a を有する第 1 のトラック溝部 7 a と、直線状の軌道中心線 X b を有する第 2 のトラック溝部 7 b とからなり、第 1 のトラック溝部 7 a の軌道中心線 X a に第 2 のトラック溝部 7 b の軌道中心線 X b が接線として滑らかに接続されている。上記直線状の部分は、前述した円弧状部分と異なる形状の部分となる。第 1 のトラック溝部 7 a の軌道中心線 X a が、本明細書および特許請求の範囲における外側継手部材のトラック溝の軌道中心線 X が少なくとも備えている「継手中心 (O) に対して軸方向にオフセットのない曲率中心をもつ円弧状部分」を意味する。

【0036】

概ね軸方向に延びるトラック溝の形態、形状を的確に示すために、本明細書では、軌道中心線という用語を用いて説明する。ここで、軌道中心線とは、トラック溝に配置されたボールがトラック溝に沿って移動するときのボールの中心が描く軌跡を意味する。

10

【0037】

図 1 (a) に示すように、内側継手部材 3 のトラック溝 9 は軌道中心線 Y を有し、トラック溝 9 は、継手中心 O を曲率中心とする円弧状の軌道中心線 Y a を有する第 1 のトラック溝部 9 a と、直線状の軌道中心線 Y b を有する第 2 のトラック溝部 9 b とからなり、第 1 のトラック溝部 9 a の軌道中心線 Y a に第 2 のトラック溝部 9 b の軌道中心線 Y b が接線として滑らかに接続されている。外側継手部材 2 と内側継手部材 3 の第 1 のトラック溝部 7 a、9 a の軌道中心線 X a、Y a の各曲率中心を、継手中心 O、すなわち継手の軸線 N - N 上に配置したことにより、トラック溝深さを均一にすることができ、かつ加工を容易にすることができる。

20

【0038】

図 2 (a)、図 2 (b) に基づき、外側継手部材 2 のトラック溝 7 が継手の軸線 N - N に対して周方向に傾斜している状態を詳細に説明する。外側継手部材 2 のトラック溝 7 は、その傾斜方向の違いから、トラック溝 7 A、7 B の符号を付す。図 2 (a) に示すように、トラック溝 7 A の軌道中心線 X と継手中心 O を含む平面 M は、継手の軸線 N - N に対して角度 θ だけ傾斜している。そして、トラック溝 7 A に周方向に隣り合うトラック溝 7 B は、図示は省略するが、トラック溝 7 B の軌道中心線 X と継手中心 O を含む平面 M が、継手の軸線 N - N に対して、トラック溝 7 A の傾斜方向とは反対方向に角度 θ だけ傾斜している。

【0039】

30

本実施形態では、トラック溝 7 A の軌道中心線 X の全域、すなわち、第 1 のトラック溝部 7 a の軌道中心線 X a および第 2 のトラック溝部 7 b の軌道中心線 X b の両方が平面 M 上に形成されている。

【0040】

ここで、トラック溝の符号について補足する。外側継手部材 2 のトラック溝全体を指す場合は符号 7 を付し、その第 1 のトラック溝部に符号 7 a、第 2 のトラック溝部に符号 7 b を付す。さらに、傾斜方向の違うトラック溝を区別する場合には符号 7 A、7 B を付し、それぞれの第 1 のトラック溝部に符号 7 A a、7 B a、第 2 のトラック溝部に符号 7 A b、7 B b を付す。後述する内側継手部材 3 のトラック溝についても、同様の要領で符号を付している。

40

【0041】

次に、図 3 (a)、図 3 (b) に基づき、内側継手部材 3 のトラック溝 9 が継手の軸線 N - N に対して周方向に傾斜している状態を詳細に説明する。内側継手部材 3 のトラック溝 9 は、その傾斜方向の違いから、トラック溝 9 A、9 B の符号を付す。図 3 (a) に示すように、トラック溝 9 A の軌道中心線 Y と継手中心 O を含む平面 Q は、継手の軸線 N - N に対して角度 θ だけ傾斜している。そして、トラック溝 9 A に周方向に隣り合うトラック溝 9 B は、図示は省略するが、トラック溝 9 B の軌道中心線 Y と継手中心 O を含む平面 Q が、継手の軸線 N - N に対して、トラック溝 9 A の傾斜方向とは反対方向に角度 θ だけ傾斜している。傾斜角 θ は、固定式等速自在継手 1 の作動性および内側継手部材 3 のトラック溝 9 の最も接近した側の球面幅 I を考慮し、 $4^\circ \sim 12^\circ$ にすることが好ましい。

50

【 0 0 4 2 】

また、前述した外側継手部材 2 と同様、本実施形態では、トラック溝 9 A の軌道中心線 Y の全域、すなわち、第 1 のトラック溝部 9 a の軌道中心線 Y a および第 2 のトラック溝部 9 b の軌道中心線 Y b の両方が平面 Q 上に形成されている。内側継手部材 3 のトラック溝 9 の軌道中心線 Y は、作動角 0° の状態で継手中心 O を含み継手の軸線 N - N に直交する平面 P を基準として、外側継手部材 2 の対となるトラック溝 7 の軌道中心線 X と鏡像対称に形成されている。

【 0 0 4 3 】

図 1 (a) に基づいて、外側継手部材 2 および内側継手部材 3 の縦断面より見たトラック溝の詳細を説明する。図 1 (a) では、前述したように、トラック溝 7、9 については、それぞれ、図 2 (a) に示す平面 M および図 3 (a) に示す平面 Q における断面を傾斜角 $\theta = 0^\circ$ まで回転させた状態で示している。すなわち、外側継手部材 2 については、図 2 (a) の外側継手部材 2 のトラック溝 7 A の軌道中心線 X と継手中心 O を含む平面 M で見た断面図である。したがって、厳密には、継手の軸線 N - N を含む平面における縦断面図ではなく、角度 θ だけ傾斜した断面を示している。図 1 (a) には、外側継手部材 2 のトラック溝 7 A が示されているが、トラック溝 7 B は、傾斜方向がトラック溝 7 A とは反対方向であるだけで、その他の構成はトラック溝 7 A と同じであるので、説明は省略する。外側継手部材 2 の球状内周面 6 にはトラック溝 7 A が概ね軸方向に沿って形成されている。

【 0 0 4 4 】

トラック溝 7 A は軌道中心線 X を有し、トラック溝 7 A は、継手中心 O を曲率中心（軸方向のオフセットがない）とする円弧状の軌道中心線 X a を有する第 1 のトラック溝部 7 A a と、直線状の軌道中心線 X b を有する第 2 のトラック溝部 7 A b とからなる。そして、第 1 のトラック溝部 7 A a の軌道中心線 X a の開口側の端部 J において、第 2 のトラック溝部 7 A b の直線状の軌道中心線 X b が接線として滑らかに接続されている。すなわち、端部 J が第 1 のトラック溝部 7 A a と第 2 のトラック溝 7 A b との接続点である。端部 J は継手中心 O よりも開口側に位置するので、第 1 のトラック溝部 7 A a の軌道中心線 X a の開口側の端部 J において接線として接続される第 2 のトラック溝部 7 A b の直線状の軌道中心線 X b は、開口側に行くにつれて継手の軸線 N - N に接近するように形成されている。これにより、有効なトラック長さを増加させると共に、くさび角が過大になるのを抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

図 1 (a) に示すように、端部 J と継手中心 O とを結ぶ直線を S とする。トラック溝 7 A の軌道中心線 X と継手中心 O を含む平面 M 上に投影された継手の軸線 N' - N' は継手の軸線 N - N に対し θ だけ傾斜し、軸線 N' - N' の継手中心 O における垂線 K と直線 S とがなす角度を θ' とする。上記の垂線 K は作動角 0° の状態の継手中心 O を含み継手の軸線 N - N に直交する平面 P 上にある。したがって、本発明でいう直線 S が平面 P に対してなす角度 θ' は、 $\sin \theta' = \sin \theta \times \cos \theta$ の関係になる。

【 0 0 4 6 】

同様に、図 1 (a) に基づいて、内側継手部材 3 の縦断面よりトラック溝の詳細を説明する。図示は、図 3 (a) の内側継手部材 3 のトラック溝 9 A の軌道中心線 Y と継手中心 O を含む平面 Q で見た断面図である。したがって、厳密には、継手の軸線 N - N を含む平面における縦断面図ではなく、角度 θ だけ傾斜した断面を示している。図 1 (a) には、内側継手部材 3 のトラック溝 9 A が示されているが、トラック溝 9 B は、傾斜方向がトラック溝 9 A とは反対方向であるだけで、その他の構成はトラック溝 9 A と同じであるので、説明は省略する。内側継手部材 3 の球状外周面 8 にはトラック溝 9 A が概ね軸方向に沿って形成されている。

【 0 0 4 7 】

トラック溝 9 A は軌道中心線 Y を有し、トラック溝 9 A は、継手中心 O を曲率中心（軸方向のオフセットがない）とする円弧状の軌道中心線 Y a を有する第 1 のトラック溝部 9

A aと、直線状の軌道中心線 Y bを有する第2のトラック溝部 9 A bとからなる。そして、第1のトラック溝部 9 A aの軌道中心線 Y aの奥側の端部 J 'において、第2のトラック溝部 9 A bの軌道中心線 Y bが接線として滑らかに接続されている。すなわち、端部 J 'が第1のトラック溝部 9 A aと第2のトラック溝部 9 A bとの接続点である。端部 J 'は継手中心 Oよりも奥側に位置するので、第1のトラック溝部 9 A aの軌道中心線 Y aの奥側の端部 J 'において接線として接続される第2のトラック溝部 9 A bの直線状の軌道中心線 Y bは、奥側に行くにつれて継手の軸線 N - Nに接近するように形成されている。これにより、有効なトラック長さを増加させると共に、くさび角が過大になるのを抑制することができる。

【0048】

図1(a)に示すように、端部 J 'と継手中心 Oとを結ぶ直線を S 'とする。トラック溝 9 Aの軌道中心線 Yと継手中心 Oを含む平面 Q上に投影された継手の軸線 N ' - N 'は継手の軸線 N - Nに対し、だけ傾斜し、軸線 N ' - N 'の継手中心 Oにおける垂線 Kと直線 S 'とがなす角度を θ とする。上記の垂線 Kは作動角 0° の状態の継手中心 Oを含み継手の軸線 N - Nに直交する平面 P上にある。したがって、直線 S 'が作動角 0° の状態の継手中心 Oを含む平面 Pに対してなす角度 θ_0 は、 $\sin \theta = \sin \theta_0 \times \cos \alpha$ の関係になる。

【0049】

次に、直線 S、S 'が作動角 0° の状態の継手中心 Oを含み継手の軸線 N - Nに直交する平面 Pに対してなす角度 θ_0 について説明する。作動角 α を取ったとき、外側継手部材 2および内側継手部材 3の継手中心 Oを含む平面 Pに対して、ボール 4が $\theta_0/2$ だけ移動する。使用頻度が多い作動角の $1/2$ より角度 θ_0 を決め、使用頻度が多い作動角の範囲においてボール 4が接触するトラック溝の範囲を決める。ここで、使用頻度が多い常用角について定義する。継手の常用角とは、水平で平坦な路面上で1名乗車時の自動車において、ステアリングを直進状態にした時にフロント用ドライブシャフトの固定式等速自在継手に生じる作動角をいう。常用角は、通常、 $2^\circ \sim 15^\circ$ の間で車種ごとの設計条件に応じて選択・決定される。

【0050】

上記の角度 θ_0 により、図1(a)において、第1のトラック溝部 7 A aの軌道中心線 X aの端部 J は、常用角時に軸方向に沿って開口側に最も移動したときのボールの中心位置となる。同様に、内側継手部材 3では、第1のトラック溝部 9 A aの軌道中心線 Y aの端部 J 'は、常用角時に軸方向に沿って奥側に最も移動したときのボールの中心位置となる。このように設定されているので、常用角の範囲では、ボール 4は、外側継手部材 2および内側継手部材 3の第1のトラック溝部 7 A a、9 A aと、傾斜方向が反対の 7 B a、9 B aに位置するので、保持器 5の周方向に隣り合うポケット部 5 aにボール 4から相反する方向の力が作用し、保持器 5は継手中心 Oの位置で安定する〔図1(a)参照〕。このため、保持器 5の球状外周面 1 2と外側継手部材 2の球状内周面 6との接触力、および保持器 5の球状内周面 1 3と内側継手部材 3の球状外周面 8との接触力が抑制され、トルク損失や発熱が抑えられ、耐久性が向上する。

【0051】

高作動角の範囲では、周方向に配置されたボール 4が第1のトラック溝部 7 A a、9 A aと第2のトラック溝部 7 A b、9 A bに一時的に分かれて位置する。これに伴い、保持器 5と外側継手部材 2との球面接触部 1 2、6および保持器 5と内側継手部材 3との球面接触部 1 3、8の接触力が発生するが、従来の軸方向トラックオフセット式に比べ、ボール 4の作用による保持器 5のモーメントと力が釣り合うため、保持器 5は二等分平面の近傍に安定する。また、高作動角の範囲は使用頻度が少ないため、本実施形態の固定式等速自在継手 1は、総合的にみるとトルク損失や発熱を抑制できる。したがって、トルク損失および発熱が少なく高効率な固定式等速自在継手を実現することができる。

【0052】

図4は、図1(a)の P - P 線上の1個のボールとトラック溝を拡大した横断面図である。ただし、トラック溝 7、9については、それぞれ、図2(a)に示す平面 Mおよび図

10

20

30

40

50

3 (a) に示す平面 Q における断面を傾斜角 $\theta = 0^\circ$ まで回転させた状態で示している。外側継手部材 2 のトラック溝 7 および内側継手部材 3 のトラック溝 9 の横断面形状は楕円形状やゴシックアーチ形状とされており、図 4 に示すように、ボール 4 は、外側継手部材 2 のトラック溝 7 と 2 点 C 1、C 2 でアンギュラコンタクトし、内側継手部材 3 のトラック溝 9 と 2 点 C 3、C 4 でアンギュラコンタクトしている。ボール 4 の中心 O b と各接触点 C 1、C 2、C 3、C 4 を通る直線と、ボール 4 の中心 O b と継手中心 O (図 1 (a) 参照) を通る直線がなす角度 (接触角) は 30° 以上に設定することが好ましい。尚、トラック溝 7、9 の横断面形状を円弧形状とし、トラック溝 7、9 とボール 4 との接触をサーキュラコンタクトとしてもよい。

【 0 0 5 3 】

本実施形態の固定式等速自在継手 1 の全体的な構成は以上のとおりである。本実施形態の固定式等速自在継手 1 は、 50° を大幅に超える最大作動角に設定されているが、その特徴的な構成は次のとおりである。

(1) 交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手において、最大作動角を取ったときにボールが接触点を失う作動形態を実現したことである。

(2) 加えて、作動角 0° の状態において、外側継手部材の開口側端部から保持器の端部が軸方向に突出していることである。

【 0 0 5 4 】

上記の構成により、交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手において、最大作動角を取ったときにボールが接触点を失う作動形態としたので、ボール 4 が外側継手部材 2 のトラック溝 7 との接触点を失う高作動角でも、ボール 4 の作用による保持器 5 のモーメントと力が釣り合う方向に働くため、保持器 5 は二等分平面から大きくずれることがなく、等速性および伝達効率の低下や内部力の変化を最小限にとどめることができるという交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手がベースに有する有利な特徴的な構成 (1) に、特徴的な構成 (2) が相俟って、等速性、伝達効率、耐久性を確保できると共に、保持器の強度を向上させることができる固定式等速自在継手を実現することができる。

【 0 0 5 5 】

まず、本実施形態の固定式等速自在継手 1 の特徴的な構成 (1) について、図 5 に基づいて説明する。図 5 の中心線 (継手の軸線) に対して、上側半分が本実施形態の固定式等速自在継手 1 の縦断面図で、下側半分が従来の最大作動角を有する 8 個ボールを使用した交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手の縦断面図である。下側半分に示す従来の最大作動角を有する交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手 1 0 1 は、最大作動角が 47° のものである。固定式等速自在継手 1 0 1 は、外側継手部材 1 0 2、内側継手部材 1 0 3、ボール 1 0 4 および保持器 1 0 5 を主な構成とする。固定式等速自在継手 1 0 1 の外側継手部材 1 0 2、内側継手部材 1 0 3 のトラック溝 1 0 7、1 0 9 は、本実施形態のトラック溝 7、9 と同様であるので、概要のみ説明する。

【 0 0 5 6 】

固定式等速自在継手 1 0 1 の外側継手部材 1 0 2 および内側継手部材 1 0 3 のトラック溝 1 0 7、1 0 9 は、それぞれ、第 1 のトラック溝部 1 0 7 a、1 0 9 a と第 2 のトラック溝部 1 0 7 b、1 0 9 b とから形成されている。第 1 のトラック溝部 1 0 7 a、1 0 9 a は、それぞれ、継手中心 O を曲率中心 (軸方向のオフセットがない) とする円弧状の軌道中心線 x_a 、 y_a を有し、第 2 のトラック溝部 1 0 7 b、1 0 9 b は、それぞれ、直線状の軌道中心線 x_b 、 y_b を有する。外側継手部材 1 0 2 の第 1 のトラック溝部 1 0 7 a の軌道中心線 x_a と第 2 のトラック溝部 1 0 7 b の軌道中心線 x_b は、継手中心 O より開口側の接続点 A において接線で滑らかに接続されている。内側継手部材 1 0 3 の第 1 のトラック溝部 1 0 9 a の軌道中心線 y_a と第 2 のトラック溝部 1 0 9 b の軌道中心線 y_b は、奥側の接続点 A' において接線で滑らかに接続されている。

【 0 0 5 7 】

本実施形態の固定式等速自在継手 1 と同様に、外側継手部材 1 0 2 および内側継手部材 1 0 3 のトラック溝 1 0 7、1 0 9 は、それぞれ継手の軸線 N - N に対して周方向に傾斜

10

20

30

40

50

すると共に、周方向に隣り合うトラック溝 107、109 は、それぞれ、傾斜方向が逆方向に形成されている。接続点 A、A' と継手中心 O とを結ぶ直線 L、L' は、継手中心 O を含み継手の軸線 N - N に直交する平面 P に対する角度 θ_1 は、本実施形態の固定式等速自在継手 1 の角度 θ_1 より大きく設定されている。

【0058】

固定式等速自在継手 101 は、最大作動角 (47°) まで常に、ボール 104 が外側継手部材 102 のトラック溝 107 と接触状態が確保された作動形態を有する。外側継手部材 102 の開口側端部に設けられた入口チャンファ 120 は、最大作動角において、中間シャフトが干渉することなく、かつ、ボール 104 と外側継手部材 102 のトラック溝 107 との接触状態が確保されるように設定されている。このため、外側継手部材 102 の継手中心 O から開口側の端面までの軸方向寸法 L2 は比較的長く設定されている。

10

【0059】

最大作動角が 47° を超える高作動角が必要な場合、中間シャフトが入口チャンファ 120 に干渉するので、これを回避するためには、入口チャンファ 120 を継手中心 O の側に軸方向へ移動させると共に傾斜角度を適宜増加させることになるが、これに伴い、外側継手部材 102 の継手中心 O から開口側の端面までの軸方向寸法を短くする必要がある。これに対応したのが本実施形態の固定式等速自在継手 1 であり、従来の最大作動角を大幅に超える設定となっている。図 5 の上側半分に示す本実施形態の固定式等速自在継手 1 では外側継手部材 2 の継手中心 O から開口側の端面までの軸方向寸法 L1 は、下側半分に示す従来の最大作動角を有する固定式等速自在継手 101 の外側継手部材 102 の継手中心 O から開口側の端面までの軸方向寸法 L2 より短縮されている。

20

【0060】

本実施形態の固定式等速自在継手 1 が最大作動角を取ったときの状態を図 6 (a)、図 6 (b) を参照して説明する。図 6 (a) は固定式等速自在継手 1 が最大作動角を取ったときの縦断面図で、図 6 (b) は、図 6 (a) の右側面図である。上述したように、外側継手部材 2 の開口側のトラック溝 7 の長さが減少するので、本実施形態の固定式等速自在継手 1 の作動形態は、図 6 (a) に示すように、従来より大幅に大きな最大作動角 θ_{max} を取ったときに、外側継手部材 2 のトラック溝 7 の開口側の端部からボール 4 が外れてトラック溝 7 との接触点を失う状態となる。また、内側継手部材 3 のトラック溝 9 の奥側の端部からボール 4 が外れてトラック溝 9 との接触点を失う状態となる。図 6 (b) に示すように、最大作動角 θ_{max} を取った時、ボール 4 の中心 O_b が位相角 0° (0) の位置で外側継手部材 2 のトラック溝 7 の開口側端部から最も外れる。

30

【0061】

図 6 (a) は、外側継手部材 2 の軸線 $N_o - N_o$ に対して内側継手部材 3 (中間シャフト 14) の軸線 $N_i - N_i$ を同図の紙面上で最大作動角 θ_{max} (例えば、 55°) まで屈曲させた状態を示す。保持器 5 の軸線 $N_c - N_c$ は二等分角度 $\theta_{max} / 2$ で傾斜する。ここで、位相角 0° とは、図 1 (b) 示す作動角が 0° の状態で一番上側 (頂点) のボール 4 の中心 O_b の周方向の角度位置と定義する。本明細書および特許請求の範囲において、位相角は、位相角 0° [図 6 (b) では 0 と表記、以下、 0 ともいう] から反時計方向に進む要領で示す。また、本明細書および特許請求の範囲において、最大作動角 θ_{max} とは、固定式等速自在継手 1 が使用時に許容できる最大の作動角という意味で用いる。

40

【0062】

図 6 (a) では、最大作動角時に中間シャフト 14 が入口チャンファ 20 に当接した状態で図示しているが、実際には、入口チャンファ 20 は、最大作動角を取ったときに中間シャフト 14 の外径面との間に僅かに余裕のある形状、寸法に設定され、入口チャンファ 20 は、中間シャフト 14 が最大作動角を超えたときのストッパ面として機能する。

【0063】

図 6 (a) に示すように、本実施形態の固定式等速自在継手 1 では、最大作動角を取った時、外側継手部材 2 のトラック溝 7 の開口側に向かって移動する位相角 0 付近のボ-

50

ル4が、外側継手部材2のトラック溝7の開口側の端部（入口チャンファ20）から外れてトラック溝7と接触点を失い、内側継手部材3のトラック溝9の奥側の端部からボール4が外れてトラック溝9との接触点を失う状態となる。この状態の詳細を図6（a）のE部を拡大した図7を参照して説明する。

【0064】

外側継手部材2の開口側の端部に形成された入口チャンファ20、トラック溝7、9と接触する場合のボール4の表面位置4a_o、4a_iおよび保持器5のポケット5aと接触するボール4の表面位置4bを破線で示す。また、外側継手部材2のトラック溝7とボール4との接触点C2（又はC1、図4参照）を軸方向につないだ接触点軌跡をCL_oとし、内側継手部材3のトラック溝9とボール4との接触点C3（又はC4、図4参照）を軸方向につないだ接触点軌跡をCL_iとし、それぞれを破線で示す。接触点軌跡CL_o、CL_iは、トラック溝7、9の溝底から離れた位置に形成される。

10

【0065】

接触点軌跡CL_oは外側継手部材2の開口側では入口チャンファ20の縁部で終わっている。この入口チャンファ20の縁部が外側継手部材2のトラック溝7の開口側の端部である。接触点軌跡CL_oの終端に対してボール4の表面位置4a_oは、図7の右方向に外れており、ボール4とトラック溝7とは非接触状態となっている。トラック溝7と接触点を失うボール4は8個のうちの1～2個程度である。このボール4はトルク伝達には関与しない。内側継手部材3のトラック溝9の接触点軌跡CL_iは、奥側の端部3aで終わっている。接触点軌跡CL_iの終端に対してボール4の表面位置4a_iは、図7の左方向に外れており、ボール4とトラック溝9とは非接触状態となっている。ボール4の表面位置4a_oと外側継手部材2のトラック溝7の接触点軌跡CL_oの終端との外れ量は、ボール4の表面位置4a_iと内側継手部材3のトラック溝9の接触点軌跡CL_iの終端との外れ量よりも大きく設定されている。

20

【0066】

ボール4の表面位置4bは、保持器5に対して、保持器5の球状外周面12手前の半径方向位置でポケット5aと接触状態が確保されている。そして、ポケット5aとボール4とは、極わずかな締め代の嵌め合いに設定されており、かつ、内側継手部材3のトラック溝9とは非接触状態のためトラック溝9とボール4との間の不可避的な干渉もないので、ボール4は、ポケット5a内で確実に保持され、異音の発生などが防止される。万一、ボール4がポケット5aから外れても、トラック溝7の入口チャンファ20の縁部と保持器5のポケット5aの縁部との間隔Wが、ボール4の直径D_bに対して、D_b>Wの関係に設定されているので、ボール4の脱落は防止される。

30

【0067】

次に、ボール4がトラック溝7から外れる範囲、すなわち、ボール4とトラック溝7とが非接触状態になる位相角の範囲（以下、単に範囲ともいう）について図8を参照して説明する。図8は、最大作動角において、ボール4が外側継手部材2のトラック溝7から外れる範囲を図1（b）に表示した図である。図8に矢印でボール4が外側継手部材2のトラック溝7から外れる範囲を示す。各矢印の引き出し線は、ボール4の中心O_bを表示している。本実施形態の固定式等速自在継手1では、外側継手部材2のトラック溝7A、7Bは、継手の軸線N-Nに対して周方向に傾斜角を有し、かつ周方向に隣り合うトラック溝7A、7Bが、互いに傾斜方向が逆方向に形成されているので、ボール4が、トラック溝7Aから外れる位相角範囲M_Aとトラック溝7Bから外れる位相角範囲がM_Bとが図8に示すように若干異なる。

40

【0068】

ボール4がトラック溝7から外れる範囲について、図6（a）、図6（b）および図8におけるトラック溝7Aに位置する1個のボール4を例として具体的に説明する。図6（a）に示す外側継手部材2の軸線N_o-N_oと内側継手部材3（中間シャフト14）の軸線N_i-N_iを一定状態とし、固定式等速自在継手1を位相角0から反時計方向に回転させたとき、図8の位相角0の手前の位相角2_A（例えば、2_A=336°）の位置

50

において、ボール4が外側継手部材2のトラック溝7Aの開口側の端部から外れてトラック溝7Aとの接触点を失い非接触状態を開始する。そして、位相角 θ_0 を過ぎて、位相角 θ_{1A} (例えば、 $\theta_{1A} = 24^\circ$)の位置において、ボール4が外側継手部材2のトラック溝7Aの開口側の端部に戻りトラック溝7Aとの接触状態を開始する。

【0069】

上記では、1個のボール4を例として説明したが、固定式等速自在継手1を回転させると実際には、8個のボール4が、順次、非接触状態になる位相角の範囲を通過することになる。トラック溝7Bに位置するボール4も同様であるが、トラック溝7Bはトラック溝7Aとは傾斜方向が逆方向に形成されているので、ボール4が外側継手部材2のトラック溝7Bの開口側の端部から外れてトラック溝7Bとの接触点を失い非接触状態を開始する位相角 θ_{2B} (例えば、 $\theta_{2B} = 333^\circ$)であり、ボール4が外側継手部材2のトラック溝7Bの開口側の端部に戻りトラック溝7Bとの接触状態を開始する位相角 θ_{1B} (例えば、 $\theta_{1B} = 27^\circ$)となる。したがって、図8に示すように、ボール4が、トラック溝7Aから外れる範囲 M_A とトラック溝7Bから外れる範囲が M_B とが若干異なることになる。

10

【0070】

さらに、上記の理由について図9を参照して説明する。図9は、図8の外側継手部材のトラック溝とトルク伝達ボールとが接触点を失う範囲がトラック溝の傾斜方向により異なる状態を示す外側継手部材の内周面の展開図である。図9は、図の上下方向の中心線の右側がトラック溝7Aからボール4が外れる状態を示し、左側がトラック溝7Bからボール4が外れる状態を示している。図9の白抜き矢印は、内側継手部材3から外側継手部材2へのトルク負荷方向を示す。

20

【0071】

トラック溝7は軸線に対して傾斜しているため、図9のトルク負荷方向に合わせて、トラック溝7Aはボール4の中心 O_b より奥側方向にずれた位置で接触し、トラック溝7Bはボール4の中心 O_b より開口側方向にずれた位置で接触することになる。このため、ボール4の表面位置 $4a_o$ が、トラック溝7Aの接触点軌跡 CL_o の終端(入口チャンファ20の縁部)に掛かり、接触点を失う位相角 θ_{2A} となり、一方、トラック溝7Bの接触点軌跡 CL_o の終端(入口チャンファ20の縁部)に掛かり、接触点を失う位相角 θ_{2B} となる。したがって、位相角 θ_{2A} と θ_{2B} に差が生じることになる。

【0072】

ボール4がトラック溝7に戻り、接触状態を開始する位相角 θ_1 は、上記の理由と同様であるので展開図は省略するが、ボール4の表面位置 $4a_o$ が、トラック溝7Aの接触点軌跡 CL_o の終端(入口チャンファ20の縁部)に戻り、接触状態を開始する位相角 θ_{1A} (図8参照)となり、一方、トラック溝7Bの接触点軌跡 CL_o の終端(入口チャンファ20の縁部)に戻り、接触状態を開始する位相角 θ_{1B} (図8参照)となる。この結果、最大作動角を取って反時計方向に回転させた場合、図8に示すように、ボール4が、トラック溝7Aと接触点を失う範囲 M_A は、トラック溝7Bと接触点を失う範囲 M_B より小さくなる。逆に、時計方向に回転させた場合には、上記とは逆になり、ボール4が、トラック溝7Aと接触点を失う範囲 M_A は、トラック溝7Bと接触点を失う範囲 M_B より大きくなる。

30

【0073】

本実施形態の固定式等速自在継手1は、前述したように、最大作動角を取った時、外側継手部材2のトラック溝7の開口側に向かって移動する位相角 θ_0 付近のボール4が、外側継手部材2のトラック溝7の開口側の端部(入口チャンファ20)から外れてトラック溝7と接触点を失い、内側継手部材3のトラック溝9の奥側の端部からボール4が外れてトラック溝9との接触点を失う状態となる。しかし、位相角 θ_0 付近に対して直径方向に対向する位相角($\theta = 180^\circ$)に位置するボール4は、図6(a)に示すように、外側継手部材2のトラック溝7の奥側で接触点を有すると共に、内側継手部材3のトラック溝9の開口側で接触点を有する設定となっている。これにより、負荷を受けるボール4の個数が増加すると共に、内部力のバランスが向上し、強度、耐久性を維持することができる。

40

【0074】

50

次に、本実施形態の固定式等速自在継手 1 の特徴的な構成 (2)、すなわち、作動角 0° の状態において、外側継手部材の開口側端部から保持器の端部が軸方向に突出していることについて、図 1 0 ~ 図 1 1 を参照して説明する。図 1 0 は、図 1 (a) に示す固定式等速自在継手 1 の寸法的な特徴を説明する縦断面図で、図 1 1 は保持器を外側継手部材に組み込む状態を示す側面図である。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 に示すように、本実施形態の固定式等速自在継手 1 は、保持器 5 の剛性を高めるために、内側継手部材 3 を保持器 5 に組み込むための円筒状内径面 5 c を有するインロー側端部 5 b を外側継手部材 2 の奥側に配置している。さらに、保持器 5 の球状外周面 1 2 および球状内周面 1 3 の曲率中心は、それぞれ継手中心 O に位置し、作動角が 0° の状態で、保持器 5 のポケット 5 a の中心 O c は継手中心 O と軸方向の位置が一致している。本実施形態の固定式等速自在継手 1 の保持器 5 は、ポケット 5 a の中心 O c に対して非対称な形状になっている。

10

【 0 0 7 6 】

具体的には、ポケット 5 a の中心 O c に対して、外側継手部材 2 の奥側方向の軸方向寸法を W_E と開口側の軸方向寸法を W_F とは、 $W_F > W_E$ の関係になっており、開口側の軸方向寸法 W_F が長く設定されている。そして、開口側の軸方向寸法 W_F は、継手中心 O から外側継手部材 2 の開口側の端面までの軸方向寸法 L_1 より長く設定されている ($W_F > L_1$)。つまり、作動角 0° の状態で、外側継手部材 2 の開口側端部から保持器 5 の端部が軸方向に突出している。本明細書および特許請求の範囲における「作動角 0° の状態において、前記外側継手部材の開口側端部から前記保持器の端部が軸方向に突出していること」は上記の意味である。

20

【 0 0 7 7 】

上記の $W_F > L_1$ の設定に関して、本実施形態の交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手 1 における保持器 5 の外側継手部材 2 への組み込み方法について検討した。保持器 5 を外側継手部材 2 に組み込む場合は、図 1 1 に示すように、保持器 5 の軸線を外側継手部材 2 の軸線に対して直交させ縦方向に配置し、外側継手部材 2 の球状内周面 6 を保持器 5 のポケット 5 a が跨ぐ状態で組み込む。交差トラック溝タイプは、隣り合うトラック溝 7 A、7 B が反対方向に傾斜しているため、外側継手部材 2 の開口側端部において球状内周面 6 が狭くなっている部分 6 S があることから、ポケット 5 a の中心 O c から保持器 5 の端面までの長さを非対称にすることが可能である。

30

【 0 0 7 8 】

上記の理由は、図 1 1 に示すように、外側継手部材 2 の開口側端部において球状内周面 6 が狭くなっている部分 6 S があることから、保持器ポケット幅 (ボールの直径) と外側継手部材の開口側端部における球状内周面幅との制限 (保持器ポケット幅が球状内周面幅より長い必要がある) に余裕ができ、容易に挿入することができる上、外側継手部材 2 の軸心と保持器 5 の軸心をずらした配置 (ずれ量 e) で挿入できるためである。

【 0 0 7 9 】

保持器 5 の開口側の軸方向寸法 W_F と継手中心 O から外側継手部材 2 の開口側の端面までの軸方向寸法 L_1 の比 W_F / L_1 は、 $1.18 \sim 1.32$ に設定することが望ましい。 $W_F / L_1 < 1.18$ の場合、最大作動角を取った際、外側継手部材 2 の球状内周面 6 の奥側に最も移動した保持器 5 の開口側端面部分 (位相角 $= 180^\circ$) が、継手中心 O より奥側に位置することになり、保持器 5 の強度向上が期待できない。これに対して、本実施形態の固定式等速自在継手 1 では、 $W_F / L_1 \geq 1.18$ となっているので、図 6 (a) の下側に示すように、外側継手部材の 2 の球状内周面 6 の奥側に最も移動した保持器 5 の開口側端面部分 (位相角 $= 180^\circ$) が、継手中心 O より開口側に距離 U をもって位置するので、保持器 5 の強度を向上させることができる。一方、 $W_F / L_1 > 1.32$ の場合、保持器 5 の開口側の軸方向寸法 W_F が長くなりすぎるため、外側継手部材に保持器が組み込まなくなる。

40

【 0 0 8 0 】

50

本実施形態の固定式等速自在継手 1 の特徴的な構成 (2) である作動角 0 ° の状態において、外側継手部材の開口側端部から保持器の端部が軸方向に突出していることにより、交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手において、50 ° を超える作動角で使用され、ボールがトラック溝と接触点を失う際に、保持器 5 に作用する力のバランスが崩れて保持器 5 に過大な負荷が作用した場合でも、固定式等速自在継手 1 の開口側端部の保持器 5 の肉厚や保持器 5 と外側継手部材 2 とが継手中心 O より開口側に接触範囲が確保できることから、保持器 5 の強度を向上させることができる。

【 0 0 8 1 】

以上に説明したように、本実施形態の固定式等速自在継手 1 は、交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手において、最大作動角を取ったときにボールが接触点を失う作動形態としたので、ボール 4 が外側継手部材 2 のトラック溝 7 との接触点を失う高作動角でも、ボール 4 の作用による保持器 5 のモーメントと力が釣り合う方向に働くため、保持器 5 は二等分平面から大きくずれることがなく、等速性および伝達効率の低下や内部力の変化を最小限にとどめることができるという交差トラック溝タイプの固定式等速自在継手がベースに有する有利な特徴的な構成 (1) に、特徴的な構成 (2) が相俟って、等速性、伝達効率、耐久性を確保できると共に、保持器の強度を向上させることができる固定式等速自在継手を実現することができる。

【 0 0 8 2 】

以上の実施形態では、外側継手部材 2 、内側継手部材 3 の周方向に傾斜したトラック溝 7 、 9 が、継手中心 O を曲率中心とする円弧状の軌道中心線 X a 、 Y a を有する第 1 のトラック溝部 7 a 、 9 a と、直線状の軌道中心線 X b 、 Y b を有する第 2 のトラック溝部 7 b 、 9 b とから構成された固定式等速自在継手 1 を例示したが、これに限られず、外側継手部材 2 、内側継手部材 3 の周方向に傾斜したトラック溝 7 、 9 の軸方向全域が、継手中心 O を曲率中心とする円弧状の軌道中心線 X 、 Y で形成された固定式等速自在継手とすることもできる。

【 0 0 8 3 】

本発明は前述した実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、さらに種々の形態で実施し得ることは勿論のことであり、本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

- 1 固定式等速自在継手
- 2 外側継手部材
- 3 内側継手部材
- 3 a 端部
- 4 トルク伝達ボール
- 5 保持器
- 5 a ポケット
- 5 b インロー側端部
- 6 球状内周面
- 7 トラック溝
- 7 a 第 1 のトラック溝部
- 7 b 第 2 のトラック溝部
- 8 球状外周面
- 9 トラック溝
- 9 a 第 1 のトラック溝部
- 9 b 第 2 のトラック溝部
- 1 2 球状外周面
- 1 3 球状内周面

10

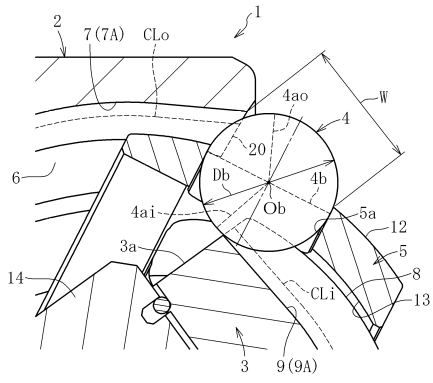
20

30

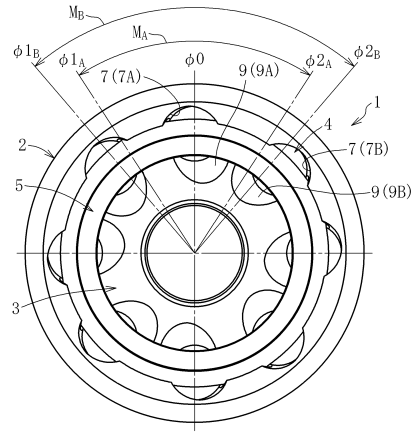
40

50

【図 7】

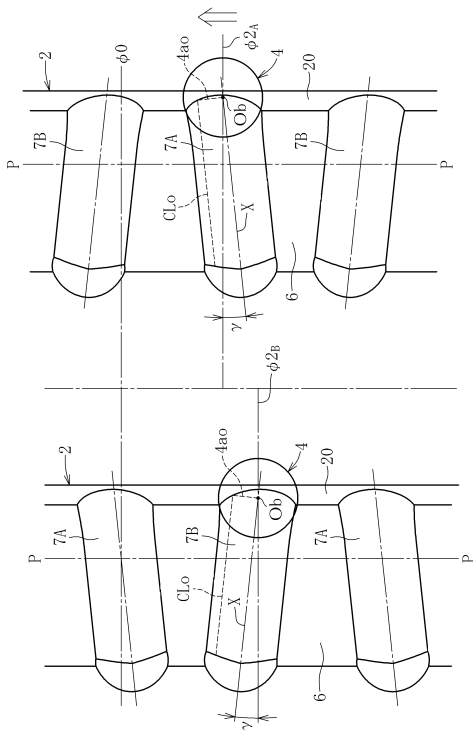


【図 8】

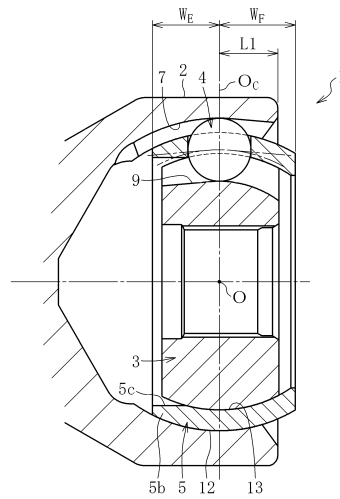


10

【図 9】



【図 10】




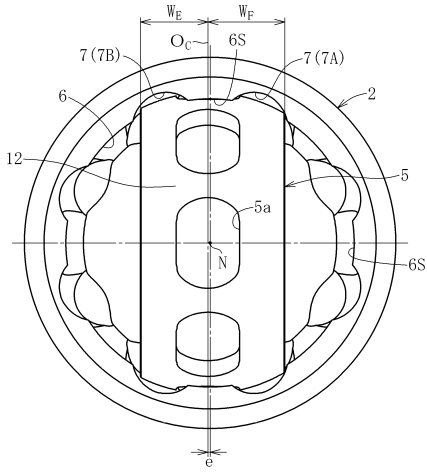
20

30

40

50

【 1 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審判長 小川 恭司

審判官 横山 幸弘

審判官 平城 俊雅

- (56)参考文献 特開2004-332815号公報(JP, A)
特開2007-270997号公報(JP, A)
特開2009-250365号公報(JP, A)
特開2012-17844(JP, A)
特開2013-133919号公報(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16D 3/224