(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3712515号
(P3712515)
(45)発行日　平成17年11月2日(2005.11.2)　(24)登録日　平成17年8月26日(2005.8.26)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F16H　1/32　F16H　1/32　A

請求項の数 5　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平9-362101
(22)出願日　平成9年12月11日(1997.12.11)
(65)公開番号　特開平11-173386
(43)公開日　平成11年6月29日(1999.6.29)
審査請求日　平成14年8月23日(2002.8.23)

(73)特許権者　503405689
ナブテスコ株式会社
東京都港区海岸一丁目９番１８号
(74)代理人　100082681
弁理士　三中　英治
(74)代理人　100077654
弁理士　三中　菊枝
(72)発明者　王　宏猷
三重県津市片田町字壱町田５９４番地　帝人製機株式会社津工場内
(72)発明者　広瀬　淳
三重県津市片田町字壱町田５９４番地　帝人製機株式会社津工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】遊星歯車装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

内歯歯車の歯形に円弧歯形を、遊星歯車の外歯歯車の歯形にエピトロコイド歯形を用いた内接噛合い型遊星歯車装置において、前記内歯歯車は両持ち支持したピンおよび該ピンに嵌合したころがり軸受からなり、前記外歯歯車の歯形を歯先と歯底が前記ころがり軸受の外輪と噛合わないように修整してあるとともに該ころがり軸受の外輪を前記外歯歯車に予圧状態で噛合させていることを特徴とする遊星歯車装置。

【請求項２】

前記遊星歯車を複数枚具備していることを特徴とする請求項１に記載の遊星歯車装置。

【請求項３】

前記内歯歯車のピンを支持する箇所に半円溝が形成されていることを特徴とする請求項１または２に記載の遊星歯車装置。

【請求項４】

ＭＣ用割り出し装置などの高精度モーションコントロール装置としてサーボモータとともに請求項１～３の何れか１項に記載の遊星歯車装置を用いたことを特徴とする遊星歯車装置。

【請求項５】

回転軸線に対して偏心配置したクランク部を有するクランクピンおよび該クランク部に嵌合させた遊星歯車からなり、該遊星歯車に噛合する内歯歯車の歯形に円弧歯形を、遊星歯車の外歯歯車の歯形にエピトロコイド歯形を用いた内接噛み合い型遊星歯車装置の組立

て方法において、前記外歯歯車と噛合う内歯歯車としてころがり軸受を使用し、該ころがり軸受を両持ち支持したピンで支持するようにし、該ピンを自由にころがり軸受に挿入できるよう嵌め合い隙間を有するとともに外歯歯車と内歯歯車との組立て後にころがり軸受の外輪と前記外歯歯車との間に予圧が掛かるような寸法のものを選定するとともに前記外歯歯車のトロコイド歯形は歯底と歯先とが前記ころがり軸受と噛合わないように修整しており、クランクピンの偏心方向に合致した位置に位置しているころがり軸受にピンを挿入し、順次クランクピンをころがり軸受１個分ずつ回転させクランクピンおよび遊星歯車の偏心方向を変化させて、クランクピンの偏心方向に合致した位置に位置しているころがり軸受にピンを順次挿入し、全てのころがり軸受にピンを挿入した後、外歯歯車と内歯歯車とを該ころがり軸受の外輪を前記外歯歯車に予圧状態で噛合うよう組立てることを特徴とする遊星歯車装置の組立て方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、内歯歯車に円弧歯形を、遊星歯車の外歯歯車の歯形にエピトロコイド歯形を用いた内接噛み合い型遊星歯車装置に関する。更に詳しくは、本発明は、上述の型式の遊星歯車装置において高効率、無摩耗、ノーバックラッシ、高負荷能力、高剛性、高精度、および優れた制御性を同時に得るための技術に関する。

【０００２】

本発明は、工作機械の割り出し盤や産業用ロボットなどのモーションコントロール装置またはサーボアクチュエータの高性能化を図ることを目的とするものである。

【０００３】

【従来の技術】

従来のマシニングセンター（ＭＣ）の割り出し盤などでは、ＡＣサーボモータとウオーム減速機との組合せ構成がほとんどである。しかし、ウオーム減速機の効率が極めて低く、噛合い歯面に大きな滑りや高い面圧のため高速化に問題が生じる。また、歯面の滑りによる摩耗によりバックラッシが増加し、性能が低下する。バックラッシを除去するためには調整機構を必要とし、この調整機構のメンテナンスが繁雑である。

【０００４】

一方、ウオーム減速機以外に容易に高減速比を得られる減速機としては、工業用ロボットの関節によく使用されているように、内歯歯車に円弧歯形を有する内接噛み合い型遊星歯車装置や波動歯車装置がある。

【０００５】

例えば、実公昭６１－１６４３９号公報には、内歯歯車のハウジングである環状枠の内面に取付けられた外ピンに２分割した外ローラを回動可能に取付け、外ローラ間に微少間隔δだけ離れた外ピンの中間支持部を設けたことを特徴とする内歯歯車がピンとローラよりなる円弧歯形を、外歯歯車がトロコイド系歯形を有する内接式遊星歯車減速機が開示されている。

【０００６】

また、実開昭５８－１０２８５５号公報には、ピン形状の内歯を具備したケース、該ケースと相対回転可能に配設した支持ブロック、前記内歯に噛合する外歯を具備し偏心公転運動を行なうピニオン、および前記支持ブロックに設けられ該ピニオンを作動させる偏心クランク機構を有する偏心揺動型減速機において、前記ピンの両端を転がり軸受により前記ケースに回転可能に支持したことを特徴とする偏心揺動型減速機が開示されている。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来のＭＣの割り出し盤などに用いられるＡＣサーボモータとウオーム減速機との組合せ構成では、ウオーム減速機の効率が極めて低く、高速化に問題が生じる。また、歯面の滑りによる摩耗でバックラッシが増加して性能が低下する。バックラッシを除去するために調整の機構も必要とし、調整のメンテナンスが繁雑である。

【０００８】
上述した実公昭６１－１６４３９号公報においては、ピンに支持されている滑り軸受（ローラ）が外歯であるトロコイド歯車と噛合っており、ローラと外歯の間、或いは、ローラとピンの間のどちらかに必ず滑りを生じる。
【０００９】
また、実開昭５８－１０２８５５号公報においては、ピンの両端がころがり軸受により支持されており、ピンで外歯と噛合うが、位相の異なる二つの外歯歯車は同時に同一ピンと噛合うことで必ず滑りを生じる。また、バックラッシを調整する機構もない。
【００１０】
更に、特開昭５８－１４９４３８号公報においては、片持ち支持されたピンに滑り軸受（ローラ）が片持ち支持されており、剛性が弱く、接触状態が片当りとなり、バックラッシ調整機構も複雑である。
【００１１】
しかし、これらの減速機においても、歯面の噛合いには滑りが必ず存在し、歯面の摩耗によりバックラッシが増加するという問題を生じる。これら減速機の使用中に、このバックラッシを調整する機構はないので、従来のこの減速機はＭＣ割り出し盤のような高精度のモーションコントロール装置として実用化できていない。
【００１２】
【発明の目的】
本発明は、モーションコントロール装置の高速化、ノーメンテナンス化、高性能化を目的とする。すなわち、運転に伴って性能の劣化と変化が少なく、ノーバックラッシ、小ヒステリシスで、ハイリニアリティを有し、入力に対して出力に高い追従性を保つことができ、変動の少ない高効率で入力側から出力側の負荷トルクやイナーシャルを推定することが容易にでき、且つ、高剛性を有する正確なモーションコントロール用途に最適な増減速機を提供することを目的とする。
【００１３】
【課題を解決するための手段】
本発明においては、上記の目的を、内歯歯車の歯形に円弧歯形を、遊星歯車の外歯歯車の歯形にエピトロコイド歯形を用いた内接噛合い型遊星歯車装置において、前記内歯歯車は両持ち支持したピンおよび該ピンに嵌合したころがり軸受からなり、前記外歯歯車の歯形を歯先と歯底が前記ころがり軸受の外輪と噛合わないように修整してあるとともに該ころがり軸受の外輪を前記外歯歯車に予圧状態で噛合させていることを特徴とする遊星歯車装置により達成する。
【００１４】
また、本発明は、この遊星歯車装置の組立て方法として、回転軸線に対して偏心配置したクランク部を有するクランクピンおよび該クランク部に嵌合させた遊星歯車からなり、該遊星歯車に噛合する内歯歯車の歯形に円弧歯形を、遊星歯車の外歯歯車の歯形にエピトロコイド歯形を用いた内接噛み合い型遊星歯車装置の組立て方法において、前記外歯歯車と噛合う内歯歯車としてころがり軸受を使用し、該ころがり軸受を両持ち支持したピンで支持するようにし、該ピンを自由にころがり軸受に挿入できるよう嵌め合い隙間を有するとともに外歯歯車と内歯歯車との組立て後にころがり軸受の外輪と前記外歯歯車との間に予圧が掛かるような寸法のものを選定するとともに前記外歯歯車のトロコイド歯形は歯底と歯先とが前記ころがり軸受と噛合わないように修整しており、クランクピンの偏心方向に合致した位置に位置しているころがり軸受にピンを挿入し、順次クランクピンをころがり軸受１個分ずつ回転させクランクピンおよび遊星歯車の偏心方向を変化させて、クランクピンの偏心方向に合致した位置に位置しているころがり軸受にピンを順次挿入し、全てのころがり軸受にピンを挿入した後、外歯歯車と内歯歯車とを該ころがり軸受の外輪を前記外歯歯車に予圧状態で噛合うよう組立てることを特徴とする遊星歯車装置の組立て方法を提供する。
【００１５】

【実施の形態】
本発明は、内歯歯車の歯形に円弧歯形を、遊星歯車の外歯歯車の歯形にエピトロコイド歯形を用いた内接噛み合い型遊星歯車装置であり、外歯歯車と噛合うのは両持ち支持されているピンに嵌合されたころがり軸受の外輪としている。かつ、ころがり軸受を支持するピンところがり軸受間の嵌め合いは、ピンを自由にころがり軸受に挿入できるような隙間をもたせている。また、簡単にバックラッシをなくすため、外歯歯車の直径寸法と内歯歯車の直径寸法を考慮し適切なピンを選択して歯面に予圧をかけるようにする。このピンところがり軸受間の嵌め合いは隙間ばめとしており、また、外歯歯車の歯形を歯先と歯底をころがり軸受と噛合わせないように修整して、外歯歯車の歯底と歯先の位置に抵抗を与えることなく、ころがり軸受の支持用のピンを簡単にころがり軸受に挿入して組立ることができるようにする。ピンの直径が大きいほど歯面にかける予圧が大きい。噛み合い部は転がり噛合いであるので、歯面に大きな予圧をかけても、クランクを軽く回転でき、ピンを順次に挿入していくことができる。このため、ピンの直径サイズを変えることで簡単に歯面予圧を調整でき、バックラッシをなくすことができる。また、歯面に予圧をかけて初期変形が発生したり、多少の加工誤差があっても、無負荷時に同時に多数の歯が噛合うことができ、精度、剛性とリニアリティ性を改善できる。

【００１６】
好ましくは、遊星歯車のピンを支持する箇所に半円溝を形成して、内研削し易い構造として高精度に仕上げることができるようにする。

【００１７】
【実施例】
以下本発明の実施例を示す添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。支持ブロック１３本体は、図１に示すように、円板状部１７および該円板状部１７から突設した柱状部２１からなる。円板状部１７は、裏面に第２外歯車４３を収納する凹部１７ａを有し、表面には隣接柱状部２１間に所定深さの軸受装着孔１７ｂを形成している。また図１の如く、支持ブロック１３の一部をなす端円板２５を支持ブロックの柱状部２１にピン２３により一体的に結合するために、ピン孔２１ｃを柱状部２１の頭部部分に形成している。このピン２３は負荷により作用する剪断荷重に耐え得るに充分な寸法を有している。また、端円板２５を支持ブロックの柱状部２１にボルト２４によっても固定するための螺子孔２１ｅを柱状部２１に形成している。

【００１８】
図１において端円板２５には、柱状部２１のピン孔２１ｃに対応してピン孔２５ａを穿ち、螺子孔２１ｅに対応してボルト貫通孔２５ｃを穿ち、前述の円板状部１７に形成した軸受装着孔１７ｂに対応して軸受装着孔２５ｄを形成している。

【００１９】
軸受装着孔１７ｂ、２５ｄにそれぞれローラ軸受２７、２９を装着し、該軸受２７、２９間に２枚のピニオン３３の自転運動を取出すピンとしてクランクピン３１を回転可能に両端支持している。クランクピン３１はその回転軸線A_{CD}に対し距離ｅだけ偏心配置した２つのクランク部３１ａ、３１ｃを有し、ピニオン３３が軸受３５を介して該クランク部３１ａ、３１ｃに嵌合されている。

【００２０】
ピニオン（遊星歯車）３３は図２に示すように外周面にエピトロコイド歯形を用いた外歯３３ａを有し、クランクピン３１のクランク部３１ａまたは３１ｃに軸受３５を介して係合するピン孔３３ｂを具備する。

【００２１】
本実施例においては支持ブロック１３の円板状部１７および端円板２５の外周部にボール軸受３６ａ、３６ｂを装着し、ハブ３７を回転可能に支持している。ハブ３７はその内周面に、ピニオン３３の外周に形成した外歯３３ａの歯数より僅かに多い数の小径ピン３９を、等配的に設けている。すなわち、ハブ３７の内面に小径ピン３９の数に等しい数の半円溝３７ａ（図３、図４）を等配的に形成しており、この半円溝３７ａに小径ピン３９を

装着することにより小径ピン３９の軸方向の両端が両持ち支持される。また、小径ピン３９の軸方向両端面は図１に示すように軸受３６ａ、３６ｂの外輪の側面により軸方向の移動が防止されている。

【００２２】

小径ピン３９は、２つのころがり軸受４０、４０に挿着されており、ころがり軸受４０、４０の外輪はピニオン３３（図２に示すように外歯歯車になっている）の外歯３３ａに噛合うようになっている。なお、上述の実施例では、ころがり軸受４０、４０の内輪を省略して小径ピン３９を挿着していたが、場合によっては、図５および図６に示す第２実施例のように、ころがり軸受４０、４０の内輪に小径ピン３９を挿着してもよい。

【００２３】

以上の構成により、ピニオン３３は支持ブロック１３の柱状部２１に遊嵌合しており、クランクピン３１の自転運動によりそのクランク部３１ａ、３１ｃの中心軸線がクランクピン３１の回転軸線に対して公転運動することにより２つのピニオン３３は偏心公転運動され、外歯３３ａがハブ３７のピンに支持されたころがり軸受４０、４０の外輪と係合する。

【００２４】

サーボモータなどのモータ（図示せず）の出力軸の回転は、該出力軸に止着した、または入力回転軸（図示せず）に止着した第１外歯車（図示せず）を通じそれに噛合う第２外歯車４３に両歯車の歯数比に応じ減速して伝達される。第２外歯車４３の回転により支持ブロック１３に回転可能に両端支持されたクランクピン３１のクランク部３１ａは公転運動を生じ、ピニオン３３は軸受３５を介してピン孔３３ｂがクランク部３１ａに係合しているので、クランク部３１ａの公転運動により偏心公転運動される。

【００２５】

このとき、複数個のクランクピン３１は、ピニオン３３の公転運動成分と自転運動成分のうち、自転運動成分のみがハブ３７に取り出されるように、機能している。従って、ピニオン３３の偏心公転運動によりピニオンの外周に形成した外歯３３ａがハブ３７の内周に両持ち支持したピンに支承されたころがり軸受４０の外輪に係合しハブ３７を減速回転させる。しかして、ハブ３７に取付けたスプロケット（図示せず）により出力が取出される。

【００２６】

以下、図１および図２に示した遊星歯車装置の組立て手順を説明する。支持ブロック１３を構成している円板状部１７の軸受装着穴１７ｂに軸受２７を装着し、その軸受２７にクランクピン３１の図１で示した左側端部を装着する。

【００２７】

次に、支持ブロック１３の柱状部２１およびクランクピン３１に２枚のピニオン３３を装着する。

【００２８】

一方、ハブ３７のピン３９を装着する半円溝３７ａに対応する位置に、ころがり軸受４０を装着する。ころがり軸受４０はハブ３７に形成された半円溝３７ａに相当する数だけ装着する。

【００２９】

支持ブロック１３の円板状部１７の外周部にボール軸受３６ａを装着し、このボール軸受３６ａに、上述のようにしてころがり軸受４０を装着したハブ３７を挿入する。これにより、支持ブロック１３とハブ３７がほぼ同軸状に二重の円筒状態となるとともに、クランクピン３１ａが支持ブロック１３に装着された状態となる。

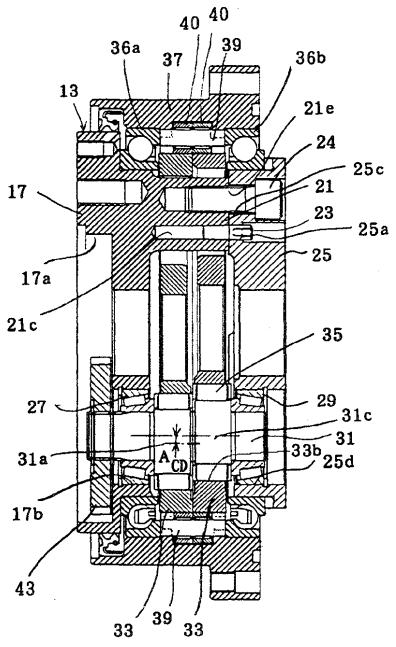
【００３０】

すなわち、ピニオン３３の外周に形成された外歯歯車とハブ３７との間に所定数のころがり軸受４０が装着された状態となる。但し、このころがり軸受４０にはピン３９が未だ装着されていないため、ころがり軸受４０は装着位置の近傍において僅かに移動可能である。

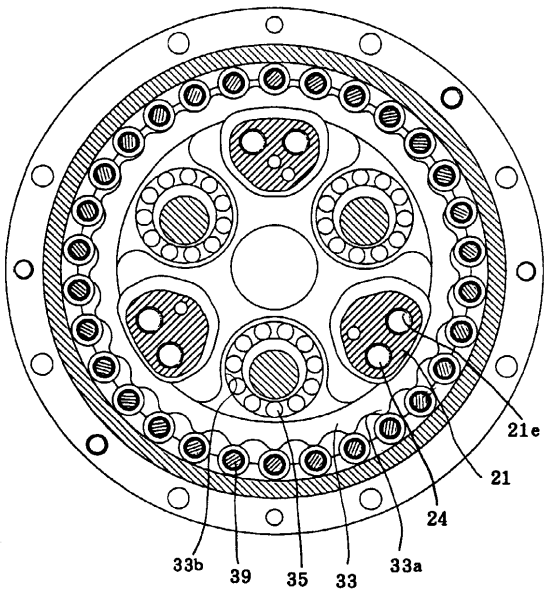
【００３１】
次に、図７に示すように、クランクピン３１の偏心方向に合致した位置に位置している軸受４０にピン３９を挿入し、ピン３９の両端をハブ３７の半円溝３７ａに装着する。この状態ではクランクピン３１の偏心によりピニオン３３が偏心しており、ハブ３７とピニオン３３の歯形の先端との間に隙間があるため、ピン３９は容易に半円溝３７ａに装着可能である。
【００３２】
このようにして、クランクピン３１の偏心方向に偏心した位置にある一対のころがり軸受４０にピン３９を挿入した後で、クランクピン３１を回転させることにより、図８に示すようにクランクピン３１の偏心方向を変化させ、それに合わせてピニオン３３の偏心方向を変化させ、ころがり軸受４０の１個分だけ変化させる。その状態で、図９に示すように、クランクピン３１の偏心方向に合致した次のころがり軸受４０にピン３９を装着し、ピン３９の両端をハブ３７に形成した半円溝３７ａによって固定する。
【００３３】
以下、順次クランクピン３１を回転させ、クランクピン３１の偏心方向に位置したころがり軸受４０に、ピン３９を順次挿入して行く。全てのころがり軸受４０にピン３９が挿入された後で、ボール軸受３６ｂをハブ３７と支持ブロック１３の円板状部１７の先端部との間に装着し、更に端円板２５を被せ、位置決めピン２３により円板状部１７と端円板２５との位置決めをした上で、ボルト２４により円板状部１７と端円板２５を締結して、支持ブロック１３を堅固に構成する。
【００３４】
以上のようにしてピニオン３３の外歯歯車と噛合うころがり軸受４０は、両持ち支持されたピン３９により支持された状態となる。なお、この場合に、ころがり軸受４０を支持するピン３９ところがり軸受４０間の嵌め合いとしては、ピン３９を自由にころがり軸受４０に挿入できるような隙間を持たせておく。また、バックラッシュをなくすために、外歯歯車（ピニオン３３）の直径寸法ところがり軸受４０で構成される内歯歯車の直径寸法を考慮し、適切なピン３９を選択して、ころがり軸受４０の外輪と外歯歯車（ピニオン３３）の歯面との間に予圧を掛けるようにする。この場合に、ピン３９ところがり軸受４０間の嵌め合いは隙間嵌めとしておく。外歯歯車（ピニオン３３）の歯形には、歯先と歯底を修整して歯底と歯先の位置に抵抗を与えることなく、ころがり軸受４０の支持用ピン３９を簡単にころがり軸受４０に挿入して組立てができるようにしている。
【００３５】
なお、図５および図６に示す第２実施例はセンタークランク型の遊星歯車装置であって、入力回転軸３１はクランクピンを構成しており、入力回転軸（クランクピン）３１はローラ軸受２７、２９を介してピニオン３３の内周に係合しており、ピニオン３３は外周に２つの外歯部３３ａを具備している。また、円板体４５はボルト４５ａによって支持ブロック１３に着脱自在に取付けられている。この円板体４５と支持ブロック１３とが着脱自在になっているので、ボール軸受３６ａ、３６ｂ、小径ピン３ａ、ころがり軸受４０の組付けが容易に行える。
【００３６】
【発明の効果】
本発明により、モーションコントロール装置の高速化、ノーメンテナンス化、高性能化がはかられる。すなわち、運転に伴って性能の劣化と変化が少なく、ノーバックラッシ、小ヒステリシスで、ハイリニアリティを有し、入力に対して出力に高い追従性を保つことができ、変動の少ない高効率で入力側から出力側の負荷トルクやイナーシャルを推定することが容易にでき、且つ、高剛性を有する正確なモーションコントロール用途に最適な増減速機が提供される。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第一実施例の断面図である。
【図２】図１の縦断面図である。

【図３】図１のころがり軸受４０支持部の詳細を示す断面図である。
【図４】図３の側面図である。
【図５】本発明の第二実施例の断面図である。
【図６】図５の一部断面とした側面図である。
【図７】本発明に係る遊星歯車装置の組立て手順を説明する正面図である。
【図８】本発明に係る遊星歯車装置の組立て手順を説明する正面図である。
【図９】本発明に係る遊星歯車装置の組立て手順を説明する正面図である。
【符号の説明】
１３　支持ブロック
１７　円板状部
２５　端円板
３１　クランク部
３３　ピニオン３３
３７　ハブ３７
３９　ピン３９
４０　ころがり軸受４０

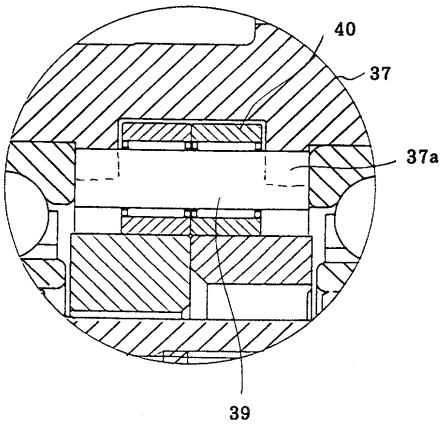
【図１】



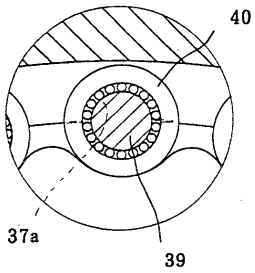
【図２】



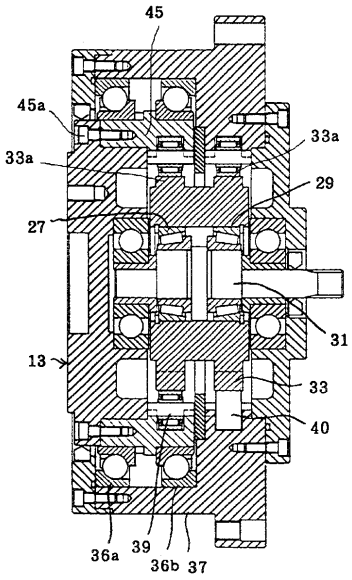
【図３】


40
37
37a
39

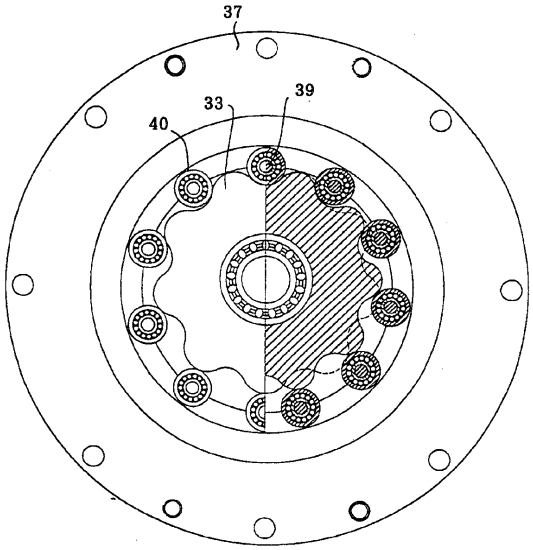
【図４】


40
37a
39

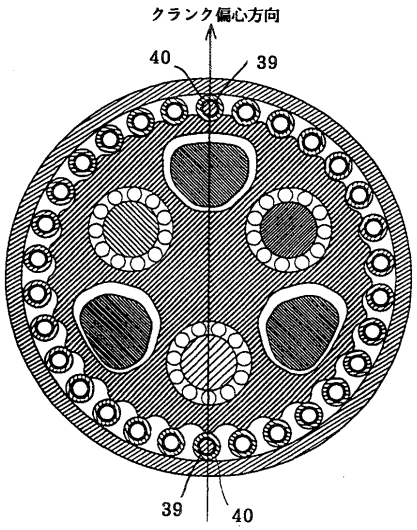
【図５】


45
45a
33a
33a
29
27
31
13
33
40
36a
39
36b
37

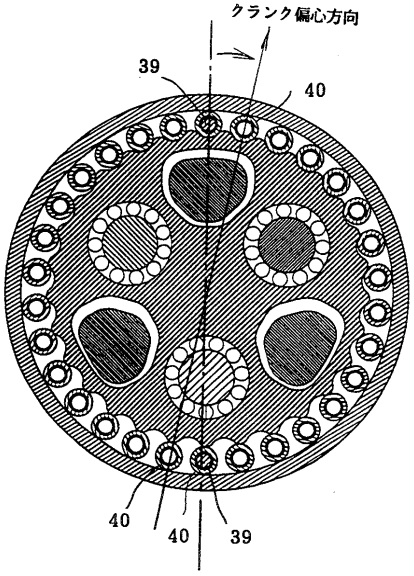
【図６】


37
33
39
40

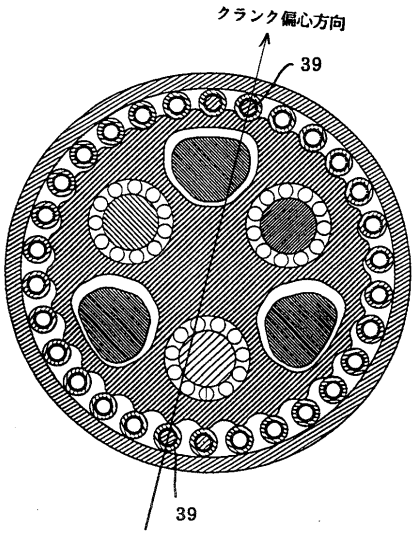
【図７】


クランク偏心方向
40
39
39
40

【図８】



【図９】



フロントページの続き

(72)発明者　十万　真司
三重県津市片田町字壱町田５９４番地　帝人製機株式会社津工場内
(72)発明者　吉川　敏夫
三重県津市片田町字壱町田５９４番地　帝人製機株式会社津工場内

審査官　鈴木　充

(56)参考文献　実公昭６１－１６４３９（ＪＰ，Ｙ２）
特開平０８－１８９５４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２２３１４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２９０６４３（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２６１９４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
F16H　1/32