

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6632341号
(P6632341)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int.Cl.

F 16 H 1/32 (2006.01)
F 16 H 13/08 (2006.01)

F 1

F 16 H 1/32
F 16 H 13/08B
M

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2015-222402 (P2015-222402)
 (22) 出願日 平成27年11月12日 (2015.11.12)
 (65) 公開番号 特開2017-89804 (P2017-89804A)
 (43) 公開日 平成29年5月25日 (2017.5.25)
 審査請求日 平成30年9月4日 (2018.9.4)

(73) 特許権者 390040051
 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ
 東京都品川区南大井6丁目25番3号
 (74) 代理人 100090170
 弁理士 横沢 志郎
 (72) 発明者 小林 優
 長野県安曇野市穂高牧1856-1 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ
 穂高工場内
 審査官 増岡 亘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トランクションドライブ機構を備えた波動歯車装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

転がり軸受け型のトランクションドライブ機構と、
 波動歯車機構と、
 を有しており、

前記波動歯車機構は、

剛性の内歯車と、

前記内歯車の内側に同軸に配置されている半径方向に撓み可能な可撓性の外歯車と、
 前記外歯車の内側に同軸に装着され、前記外歯車を非円形に撓めて前記内歯車に対して部分的にかみ合わせている波動発生器と、

前記波動発生器の内側に同軸に配置されている回転軸と、
 を有しており、

前記波動発生器は、

支持軸受けを介して、前記回転軸によって回転自在の状態に支持されている剛性の波動発生器プラグと、

前記波動発生器プラグの非円形外周面と前記外歯車の外歯形成部分の内周面との間にはめ込まれている波動発生器軸受けと、
 を備えており、

前記波動発生器軸受は、前記トランクションドライブ機構であり、前記波動発生器軸受は、

10

20

前記外歯形成部分の内周面に嵌めた外輪と、
前記波動発生器プラグの前記非円形外周面に嵌めた内輪と、
前記外輪および前記内輪の間に転動自在の状態に装着されている転動体と、
前記転動体を転動自在の状態で所定の角度間隔に保持し、前記回転軸と一体回転する転動体保持器と、
を備えている波動歯車装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低減速比の波動歯車装置に関し、特に、転がり軸受け型のトラクションドライブ機構を用いて低減速比を実現した波動歯車装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

波動歯車装置は、入出力部材が同軸上に位置し、一段で高減速比が得られ、高トルク容量、優れた位置決め精度および優れた回転精度を備えている。現行の波動歯車装置の減速比は、一般に1/30~1/160である。

【0003】

近年、波動歯車装置については、それが組み込まれるアクチュエータの更なる高速動作が求められ、その低速比化の要求が増している。波動歯車装置の低速比化を図るために、現行の波動歯車装置の速比を利用して、内歯車（サークュラスライン）の歯数を、外歯車（フレックスライン）に対して4枚差、6枚差などにする手法がある。この場合には、内歯車を別に、設計する必要がある。 20

【0004】

一方、減速機構としてはトラクションドライブ機構が知られている。トラクションドライブ機構としては、特許文献1に記載されているような遊星ローラ型のトラクションドライブ機構が提案されている。また、転がり軸受け型のトラクションドライブ機構も知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】実公平04-52510号公報 30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、波動歯車装置の低減速比化を実現するに当たっては、現行の波動歯車装置の内歯車の歯数を変えずに、その優れた特性を維持しつつ、低減速比化を実現できることが望ましい。

【0007】

本発明の課題は、この点に鑑みて、転がり軸受け型のトラクションドライブ機構を利用して、内歯車の歯数を変えることなく低減速比化を実現可能な波動歯車装置を提供することにある。 40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、本発明の波動歯車装置は、

転がり軸受け型のトラクションドライブ機構と、

波動歯車機構と、

を有しており、

前記波動歯車機構は、

剛性の内歯車と、

前記内歯車の内側に同軸に配置されている半径方向に撓み可能な可撓性の外歯車と、

50

前記外歯車の内側に同軸に装着され、前記外歯車を非円形に撓めて前記内歯車に対して部分的にかみ合わせている波動発生器と、

前記波動発生器の内側に同軸に配置されている回転軸と、
を有しております、

前記波動発生器は、
支持軸受けを介して、前記回転軸によって回転自在の状態に支持されている剛性の波動発生器プラグと、
前記波動発生器プラグの非円形外周面と前記外歯車の外歯形成部分の内周面との間にはめ込まれている波動発生器軸受けと、
を備えており、

前記波動発生器軸受は、前記トラクションドライブ機構であり、

前記波動発生器軸受は、

前記外歯形成部分の内周面に嵌めた外輪と、

前記波動発生器プラグの前記非円形外周面に嵌めた内輪と、

前記外輪および前記内輪の間に転動自在の状態に装着されている転動体と、

前記転動体を転動自在の状態で所定の角度間隔に保持し、前記回転軸と一体回転する転動体保持器と、
を備えている。

【0009】

転がり軸受け型のトラクションドライブ機構は、一般に、その転動体保持器を出力要素として用いた減速機として利用されている。本発明においては、トラクションドライブ機構を増速機として利用している。すなわち、転動体保持器を回転入力要素とし、内輪を回転出力要素としている。トラクションドライブ機構からの増速回転出力が波動歯車機構の波動発生器に伝達される。増速分だけ、波動歯車機構の減速比が低くなる。

【0010】

例えば、波動歯車機構として、減速比が1/30の現行の波動歯車減速機を使用する。トラクションドライブ機構の転動体保持器に、モータなどから高速回転を入力する。トラクションドライブ機構が例えば2.5倍の増速を得る転動体軸受け構造であるとすると、波動歯車機構の波動発生器の回転は、入力回転に対して2.5倍に増速される。この結果、波動歯車装置の全体の減速比は、1/12となる。よって、低減速比の波動歯車装置を得られる。

【0011】

本発明によれば、波動歯車機構の構成歯車の歯数を変えることなく、波動歯車機構の特性（高トルク容量、優れた位置きめ精度、優れた回転精度）を維持しつつ、従来に比べて低減速比の波動歯車装置を実現できる。

【0012】

ここで、転動体保持器に入力軸部を一体形成して、当該入力軸部にモータ回転軸などの回転軸を連結して、回転を入力すればよい。

【0013】

この場合、波動歯車機構とトラクションドライブ機構を、それらの軸線の方向に配列する場合には、波動歯車装置の全体の軸長が長くなる。したがって、本発明においては、トラクションドライブ機構を波動歯車機構に一体化した構造を採用している。

【0014】

すなわち、本発明の波動歯車装置においては、転動体保持器の入力軸部の外周面に、支持軸受けを介して、波動発生器を回転自在の状態で支持する。また、波動発生器を、非円形の外周面を備えた剛性のプラグと、当該プラグの外周面に装着されて非円形に撓められている波動発生器軸受けとから構成する。そして、波動発生器軸受けにおける外輪、内輪、および、転動体を、それぞれ、トラクションドライブ機構の外輪、内輪および転動体として用いる。

【0015】

10

20

30

40

50

波動歯車機構において、波動発生器の波動発生器軸受けは、そのプラグによって非円形に撓められ、外歯車を内歯車に対して部分的にかみ合わせている。両歯車のかみ合い位置に対応する部位に位置する波動発生器軸受けの転動体は、半径方向に予圧が掛けた状態にある。したがって、波動発生器軸受けの転動体保持器を回転入力要素とすることにより、当該波動発生器軸受けを、そのまま、トラクションドライブ機構として機能させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明を適用したトラクションドライブ機構が一体化された構造の波動歯車装置の一例を示す横断面図および縦断面図である。
10

【図2】トラクションドライブ機構を備えた波動歯車装置の参考例を示す縦断面図である。
。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した波動歯車装置の実施の形態を説明する。

【0019】

図1(a)は実施の形態1に係る波動歯車装置を、その中心軸線に直交する平面で切断した場合の横断面を示す横断面図であり、図1(b)はその中心軸線を含む平面で切断した場合の縦断面を示す縦断面図である。

【0020】

波動歯車装置1は、波動歯車機構2と、当該波動歯車機構2に組み込まれたトラクションドライブ機構3とから構成されている。波動歯車機構2は、円環形状をしている剛性の内歯車11と、この内側に同軸に配置したカップ形状をした可撓性の外歯車12と、この内側に同軸に嵌めた波動発生器13とを備えている。本例では、波動発生器13によって外歯車12は楕円状に撓められ、その楕円形状の長軸L1の位置において内歯車11にかみ合っている。
20

【0021】

なお、本例では、カップ形状の外歯車12を備えた波動歯車機構2を用いているが、シリクハット形状の外歯車を備えた波動歯車機構であってもよい。また、2枚の内歯車の内側に円筒状の外歯車が配置され、一方の内歯車から減速回転が出力されるフラット型と呼ばれる波動歯車機構であってもよい。さらに、本例では、波動発生器13によって外歯車12を楕円状に撓めて、円周方向の2箇所の位置で両歯車11、12をかみ合わせている。外歯車を非円形に撓めて3箇所以上の位置で内歯車にかみ合わせるようにしてもよい。
30

【0022】

波動歯車機構2において、波動発生器13が回転すると、両歯車11、12のかみ合い位置が円周方向に移動する。波動発生器13が1回転すると、両歯車11、12の歯数差分だけ両歯車の間に相対回転が生じる。例えば、内歯車11が回転しないように固定され、外歯車12が不図示の負荷部材の側に連結される。この場合には、波動発生器13の回転が歯数差に応じて減速されて、外歯車12から不図示の負荷部材に出力される。

【0023】

外歯車12は、半径方向に撓み可能な円筒状胴部14と、この後端から半径方向の内方に延びるダイヤフラム15と、このダイヤフラム15の内周縁に連続して形成されている円環形状をした剛性のボス16を備えている。円筒状胴部14の前端開口の側の部分は外歯形成部分17であり、その外周面に外歯18が形成されている。

【0024】

波動発生器13は外歯車12の外歯形成部分17の内側にはめ込まれている。波動発生器13は、筒形状をした剛性の波動発生器プラグ21と、この波動発生器プラグ21の楕円状外周面22に装着して楕円状に撓められている波動発生器軸受け23とを備えている。また、波動発生器13は、波動発生器プラグ21の中空部に同軸に配置した中空回転軸(保持器入力軸)24を備えており、中空回転軸24は、その外周面に取り付けたボール
40

軸受けからなる支持軸受け 25 を介して、波動発生器プラグ 21 を回転自在の状態で支持している。

【0025】

波動発生器軸受け 23 は、外歯車 12 の外歯形成部分 17 の内周面 19 に嵌めた外輪 26 と、波動発生器プラグ 21 の楕円状外周面 22 に嵌めた内輪 27 と、これら外輪 26 および内輪 27 の間の軌道に転動自在の状態で装着されている複数個の転動体 28 と、転動体 28 を円周方向において一定の角度間隔で回転自在に保持している転動体保持器 30 とを備えている。

【0026】

転動体保持器 30 は、中空回転軸 24 の外側の軸端部 24a に一体形成されており、当該軸端部 24a から半径方向の外方に広がる円盤状の腕部 31 (あるいは放射状に延びる複数本の腕部 31) と、腕部 31 の外周端部から直角に折れ曲がって、各転動体 28 の間に差し込まれている複数の転動体保持部 32 とを備えている。隣接する転動体保持部 32 の間に、各転動体 28 が回転自在の状態に保持されるので、各転動体 28 は、外輪 26 、内輪 27 の軌道面に沿って転動自在である。

【0027】

本例では、波動発生器軸受け 23 としてボール軸受けを用いている。波動発生器軸受け 23 としては、ローラ軸受けなどの各種の軸受けを用いることができる。

【0028】

波動歯車機構 2 において、その波動発生器軸受け 23 は波動発生器プラグ 21 によって楕円状に撓められており、楕円形状の長軸 L1 の付近に位置する転動体 28 は半径方向に予圧が掛けた状態になる。したがって、波動発生器軸受け 23 の転動体保持器 30 を回転入力要素として、波動発生器軸受け 23 はそのままトラクションドライブ機構 3 として機能する。

【0029】

波動歯車装置 1 において、転動体保持器 30 が一体形成されている中空回転軸 24 を回転させると、トラクションドライブ機構 3 として機能する波動発生器軸受け 23 の内輪 27 が增速回転する。したがって、内輪 27 が装着されている楕円状の波動発生器プラグ 21 も增速回転する。例えば、波動発生器軸受け 23 の構成部品の寸法を設定して、増速比が 2.5 のトラクションドライブ機構 3 を構成しておく。

【0030】

2.5 倍の速度で回転する波動発生器プラグ 21 によって、波動歯車機構 2 の両歯車 11 、 12 のかみ合い位置が円周方向に移動して、両歯車 11 、 12 の間に生じる相対回転が、外歯車 12 から不図示の負荷側に出力される。波動歯車機構 2 の減速比を現行の波動歯車装置で実現可能な 1/30 であるとする。この場合には、中空回転軸 24 に入力される回転は、トラクションドライブ機構 3 によって 2.5 倍に增速された後に、1/30 に減速される。減速回転出力要素である外歯車 12 からは、入力回転が 1/12 に減速された回転が取り出される。よって、1/12 の低減速比の波動歯車装置を実現できる。

【0031】

(参考例)

図 2 は、トラクションドライブ機構を備えた波動歯車装置の参考例を示す縦断面図である。波動歯車装置 100 は、波動歯車機構 110 とトラクションドライブ機構 120 とが、中心軸線 100a の方向にタンデムに連結されている。波動歯車装置 100 の軸長は大きくなるが、トラクションドライブ機構 120 の增速比の設計が容易である。

【0032】

波動歯車機構 110 は、一般的な波動歯車機構と同様であり、剛性の内歯車 111 と、この内側に同軸に配置した可撓性の外歯車 112 と、外歯車 112 の内側に嵌めた楕円状輪郭の波動発生器 113 を備えている。外歯車 112 は例えばカップ形状をしており、その外歯形成部分 114 の内側に波動発生器 113 が装着されている。

【0033】

10

20

30

40

50

波動発生器 113 は、円筒状のハブ 115 と、このハブ 115 の外周面にオルダム継ぎ手を介して装着されている波動発生器プラグ 116 と、波動発生器プラグ 116 の楕円状外周面に装着した波動発生器軸受け 117 とを備えている。

【0034】

トラクションドライブ機構 120 は、転がり軸受け型の機構であり、その転がり軸受け部 121 は、外輪 122 と、内輪 123 と、これらの間に転動自在の状態で装着されている複数個の転動体 124 と、転動体 124 を円周方向に等角度間隔で回転自在の状態に保持している転動体保持器 125 とを備えている。転動体保持器 125 には同軸に保持器入力軸 126 が一体形成されている。

【0035】

トラクションドライブ機構 120 の転がり軸受け部 121 における波動歯車機構 110 の側には支持軸受け 127 が同軸に配置されている。転がり軸受け部 121 の内輪 123 および支持軸受け 127 の内輪 128 には、出力軸 130 がはめ込まれている。転がり軸受け部 121 の外輪 122 および支持軸受け 127 の外輪 129 は、不図示の装置ハウジングなどの固定側部材に固定されており、出力軸 130 は、転がり軸受け部 121 および支持軸受け 127 を介して、回転自在の状態で、不図示の固定側部材によって支持されている。

10

【0036】

トラクションドライブ機構 120 の出力軸 130 における波動歯車機構 110 の側に軸端面には同軸に小径の軸連結部 131 が伸びている。軸連結部 131 は、波動歯車機構 110 のハブ 115 の中心軸穴に装着されて、ハブ 115 と一緒に回転するように同軸に連結されている。

20

【0037】

波動歯車装置 100において、トラクションドライブ機構 120 の保持器入力軸 126 を回転させると、出力軸 130 が增速回転する。增速回転は、出力軸 130 に連結されている波動歯車機構 110 の波動発生器 113 に入力される。波動発生器 113 が回転すると、両歯車 111、112 のかみ合い位置が円周方向に移動し、両歯車の間に歯数差に応じた相対回転が生じる。例えば、内歯車 111 が固定され、外歯車 112 から減速回転が不図示の負荷側に出力される。

【0038】

30

トラクションドライブ機構 120 によって增速された回転が波動歯車機構 110 によって減速されて、負荷側に出力される。したがって、現行の波動歯車機構を用いて、低速比の波動歯車減速装置を実現できる。

【符号の説明】

【0039】

- 1 波動歯車装置
- 2 波動歯車機構
- 3 トラクションドライブ機構
- 11 内歯車
- 12 外歯車
- 13 波動発生器
- 14 円筒状胴部
- 15 ダイヤフラム
- 16 ボス
- 17 外歯形成部分
- 18 外歯
- 19 内周面
- 21 波動発生器プラグ
- 22 楕円状外周面
- 23 波動発生器軸受け

40

50

2 4 中空回転軸（保持器入力軸）

2 4 a 軸端部

2 5 支持軸受け

2 6 外輪

2 7 内輪

2 8 転動体

3 0 転動体保持器

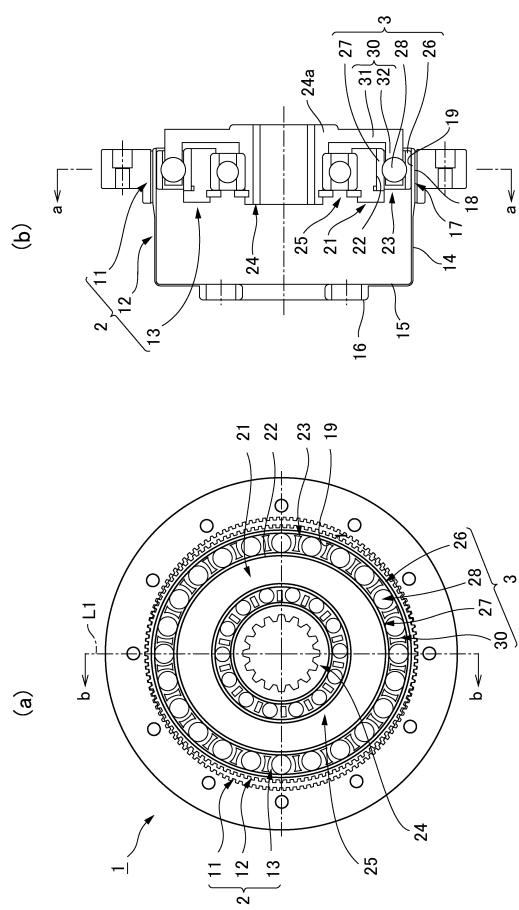
3 1 腕部

3 2 転動体保持部

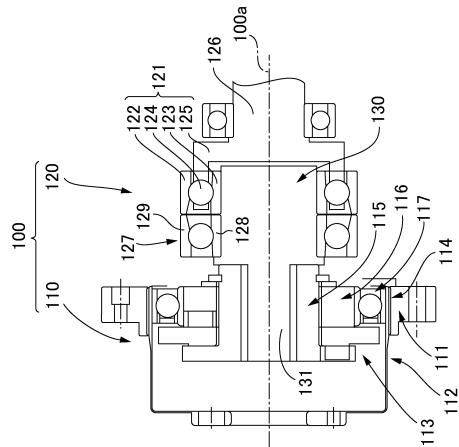
L 1 長軸

10

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平2 - 41692 (JP, U)
特開昭56 - 20858 (JP, A)
実公昭51 - 29418 (JP, Y1)
特開昭58 - 46252 (JP, A)
実開昭64 - 25552 (JP, U)
特公昭49 - 9534 (JP, B1)
特開2007 - 225035 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 H 1 / 32

F 16 H 13 / 08