(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4931725号
(P4931725)
(45)発行日　平成24年5月16日(2012.5.16)　(24)登録日　平成24年2月24日(2012.2.24)

(51)Int.Cl.　F I
F16H 1/32 (2006.01)　F16H 1/32 B

請求項の数 1　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願2007-196338(P2007-196338)
(22)出願日　平成19年7月27日(2007.7.27)
(65)公開番号　特開2009-30739(P2009-30739A)
(43)公開日　平成21年2月12日(2009.2.12)
審査請求日　平成22年4月20日(2010.4.20)

(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　鈴木　充

最終頁に続く

(54)【発明の名称】波動歯車装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
剛性内歯歯車と、
この剛性内歯歯車の内側に同軸状に配置された可撓性外歯歯車と、
この可撓性外歯歯車の内側に嵌め込まれた波動発生器と、
回転入力軸と、
前記波動発生器および前記回転入力軸の間に、これらの半径方向から挟まれた状態で配置されている摩擦部材と、
前記摩擦部材を挟み、前記波動発生器および前記回転入力軸を同軸状に締結している締結部材とを有し、
前記波動発生器は、円筒ハブと、この円筒ハブの外周面に装着した剛性カム板と、この剛性カム板の外周面に嵌めたウエーブベアリングとを備えており、
前記回転入力軸は、前記円筒ハブの中心貫通孔に挿入されている軸端部を備えており、
前記摩擦部材は、前記円筒ハブの前記中心貫通孔の内周面と、前記回転入力軸の前記軸端部の外周面の間に同心状に嵌め込まれている摩擦リングであり、
前記波動発生器と前記回転入力軸は、前記摩擦部材の摩擦係合力によって一体回転し、
前記波動発生器と前記回転入力軸の間の伝達トルクが、波動歯車装置の減速時において前記剛性内歯歯車および前記可撓性外歯歯車の間にラチェッティングが発生するラチェッティングトルク値の６０～７５％に達すると、前記波動発生器と前記回転入力軸の間に回転方向に滑りが発生するように、前記摩擦部材の摩擦係合力が設定されていることを特徴

とする波動歯車装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、過大負荷トルクによってラチェッティング（歯飛び）が発生することを防止するためのラチェッティング防止機能を備えた波動歯車装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
ロボットアーム等に組み込まれているアクチュエータとしては、その駆動源であるモータの回転力を減速するための減速機構として波動歯車装置を備えたものが知られている。波動歯車装置は、剛性内歯歯車と、この内側に配置された可撓性外歯歯車と、この内側に嵌めた波動発生器から基本的に構成されている。典型的な波動発生器は楕円形輪郭をしており、可撓性外歯歯車を楕円形に撓めて剛性内歯歯車に部分的に噛み合わせた状態を形成している。また、波動発生器にはモータ等の高速回転入力軸が連結されており、波動発生器が高速回転すると、両歯車の噛み合い位置が円周方向に移動して、両歯車の歯数差に応じた相対回転運動が両歯車の間に発生する。一般的には剛性内歯歯車が固定され、可撓性外歯歯車から減速回転出力が得られる。
【０００３】
波動歯車装置では、その減速時、増速時あるいは停止時において過大負荷トルクが作用すると、両歯車の間にラチェッティング（歯飛び）が発生する。一旦、ラチェッティングが発生すると、両歯車のラチェッティングトルクが大幅に低下し、各部に塑性変形が生じ、振動が増加し、あるいは異常摩耗が発生するなどの弊害が引き起こされる。このような弊害のために、ラチェッティングが発生した後に位相調整を行っても波動歯車装置を再使用することが困難である。
【０００４】
特許文献１には、過負荷が加わった場合の安全機能を備えた波動歯車装置が提案されている。ここに開示の波動歯車装置では、内歯歯車をハウジングに対して弾性部材を介して緊縛力を与えて嵌合し、過負荷が加わった時にその部分に滑りを生じさせて歯車に過負荷が加わらないようにしている。
【特許文献１】特開２００５－５４９８１号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ここで、波動歯車装置のラチェッティングトルクの大きさは、停止時＞増速時＞減速時の関係があり、また、波動発生器の回転速度が大きいほど低い。ロボットアームなどに組み込まれた波動歯車装置の運転状態においては、主に次の３パターンによるラチェティングの発生が考えられる。
（１）十分なパワーを持つモータで波動歯車装置の過負荷運転を行った場合（減速時）
（２）ロボットアームなどの負荷側部材を運転中に固定物などに衝突させてしまい、波動歯車装置に出力側から大きなトルクが加わる場合（増速時）
（３）波動発生器が機械的に固定されている状態において、波動歯車装置が組み込まれているロボットなどの機器が転倒して、出力側から波動歯車装置に大きなトルクが加わった場合（停止時）
【０００６】
先に述べたように、一旦ラチェッティングが発生すると、波動歯車装置の歯車の歯先の摩耗、波動発生器のウエーブベアリングの外輪、軌道面の塑性変形などにより、単なる位相のずれ以外に、更なるラチェッティングトルクの低下、振動の増加、摩耗粉による耐久寿命の低下が引き起こされる。このため、位相を再度調整して使用することができなくなる。
【０００７】

ここで、波動歯車装置においては、減速時、増速時の波動発生器側の入力側トルクと、出力側トルクの関係は、波動歯車装置のタイプに拘らず、図１のグラフに示す特性線Ａ（減速時）および特性線Ｂ（増速時）のようになることが確認された。すなわち、
（ａ）波動発生器側トルクは、出力側トルクに比べて十分に低い値になる（ほぼ、１／速比になる）。
（ｂ）波動発生器側トルク（Ｗ／Ｇ側トルク）は、出力側トルクに比例するが、常に、
減速時のトルク＞増速時のトルク
の関係になる。
（ｃ）減速時の波動発生器側トルクの急増時の出力側トルクは、ラチェッティングトルク値ＲＴａ（減速時ＲＴ）の６０～７５％であり、増速時のラチェッティングトルク値ＲＴｂ（増速時ＲＴ）のときの波動発生器側トルクよりも小さい。
（ｄ）グラフの特性線Ａおよび特性線Ｂにおける点線部分は、波動歯車装置の各部、特に歯部の塑性変形発生領域である。

【０００８】
このような波動歯車装置の波動発生器側トルクと出力側トルクとの関係から、ラチェッティングを防止するためには、波動発生器の側にラチェット防止機構を設けることが最適であることが分かる。

【０００９】
また、減速時のラチェッティングトルク値ＲＴａの約６０～７５％に相当する出力側トルクに対応する波動発生器側トルクで滑る摩擦部材を波動発生器側に設けることで、ラチェッティングおよび高負荷での波動歯車装置各部の塑性変形を防止できることが分かる。

【００１０】
特許文献１に示すように出力側である剛性内歯歯車に過負荷を防止するための安全機構を設ける場合には、安全機構は大きなトルク伝達性能を備えている必要がある。また、減速時と増速時での許容伝達トルクに大きな差があるので、減速時を基準に許容伝達トルクを決めると、増速時における伝達トルクの最大値が小さくなり過ぎてしまう。

【００１１】
本発明の課題は、これらの知見に基づき、減速時、増速時および停止時におけるラチェッティングおよび各部の塑性変形を防止することのできる簡単な構成のラチェット防止機構を備えた波動歯車装置を提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１２】
上記の課題を解決するために、本発明の波動歯車装置は、
剛性内歯歯車と、
この剛性内歯歯車の内側に同軸状に配置された可撓性外歯歯車と、
この可撓性外歯歯車の内側に嵌め込まれた波動発生器と、
回転入力軸と、
前記波動発生器および前記回転入力軸の間に、これらの半径方向から挟まれた状態で配置されている摩擦部材と、
前記摩擦部材を挟み、前記波動発生器および前記回転入力軸を同軸状に締結している締結部材とを有し、
前記波動発生器は、円筒ハブと、この円筒ハブの外周面に装着した剛性カム板と、この剛性カム板の外周面に嵌めたウエーブベアリングとを備えており、
前記回転入力軸は、前記円筒ハブの中心貫通孔に挿入されている軸端部を備えており、
前記摩擦部材は、前記円筒ハブの前記中心貫通孔の内周面と、前記回転入力軸の前記軸端部の外周面の間に同心状に嵌め込まれている摩擦リングであり、
前記波動発生器と前記回転入力軸は、前記摩擦部材の摩擦係合力によって一体回転し、
前記波動発生器と前記回転入力軸の間の伝達トルクが、波動歯車装置の減速時において前記剛性内歯歯車および前記可撓性外歯歯車の間にラチェッティングが発生するラチェッティングトルク値の６０～７５％に達すると、前記波動発生器と前記回転入力軸の間に回

転方向に滑りが発生するように、前記摩擦部材の摩擦係合力が設定されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【００１７】

本発明の波動歯車装置では、回転入力軸と波動発生器の間に摩擦部材を挟み、摩擦部材の摩擦係合力によって回転入力軸から波動発生器に入力トルクを伝達するようにしている。波動発生器側トルクは出力側トルクに比べて十分に小さく、しかも、波動歯車装置の運転モード（減速時、増速時、停止時）によって大幅に変化することがない。したがって、摩擦リング、摩擦板を用いた簡単なラチェット防止機構を実現できる。

【００１８】

また、本発明では、波動発生器と回転入力軸の間の滑りが両歯車のラチェッティングトルク値の６０～７５％で発生するようにしている。したがって、両歯車がラチェッティング状態に陥る前に歯部など生ずる塑性変形も未然に防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

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。

【００２０】

（実施の形態１）

図２は、本発明を適用したカップ型の波動歯車装置を示す概略縦断面図である。波動歯車装置１は、円環状の剛性内歯歯車２と、この内側に同軸状態に配置されているカップ形状の可撓性外歯歯車３と、この内側に嵌め込まれた楕円形輪郭の波動発生器４とを有している。波動発生器４は可撓性外歯歯車３を楕円形に撓めて、その長軸両端部分の外歯３４を剛性内歯歯車２の内歯２４に噛み合わせている。

【００２１】

波動発生器４には同軸状態でモータシャフトなどの回転入力軸５が連結固定されている。回転入力軸５によって波動発生器４が回転すると、両歯車２、３の噛み合い位置が円周方向に移動し、両歯車の歯数差に応じた相対回転がこれらの間に発生する。一般的には剛性内歯歯車２に対して可撓性外歯歯車３の歯数が２ｎ枚（ｎ：正の整数）少ない。例えば、剛性内歯歯車２が不図示の固定側部材に固定され、可撓性外歯歯車３が不図示の負荷側部材に連結され、可撓性外歯歯車３から負荷側部材に減速出力回転が伝達される。

【００２２】

カップ形状の可撓性外歯歯車３は、円筒状の胴部３１と、この胴部３１の一端を封鎖している環状のダイヤフラム３２と、このダイヤフラムの内周縁に一体形成された肉厚の環状ボス３３と、胴部３１の他方の開口端の外周面に形成された外歯３４とを備えた構成となっている。環状ボス３３には不図示の負荷側部材が連結される。

【００２３】

波動発生器４は、円筒ハブ４１と、この外周面に装着されている楕円形輪郭の剛性カム板４２と、この剛性カム板４２の外周面に嵌めたウエーブベアリング４３とを備えている。ウエーブベアリング４３は、可撓性の外輪および内輪と、これらの間に転動可能な状態で挿入されている複数個のボールから構成されている。

【００２４】

ここで、円筒ハブ４１の中心貫通孔４４には、回転入力軸５の小径軸端部５１が挿入されている。また、小径軸端部５１の軸長は、円筒ハブ４１の中心貫通孔４４の軸長よりも僅かに短く、当該小径軸端部５１の軸端面５２は、円筒ハブ４１の軸端面４５の近傍に位置している。小径軸端部５１には、その軸端面５２からねじ穴５３が形成されており、締結ボルト６が座金６１を挟みねじ込み固定されている。この締結ボルト６によって、座金６１と、回転入力軸５の小径軸端部５１の根元側の円環状段面５４との間に円筒ハブ４１が締結固定されている。

【００２５】

また、円筒ハブ４１と回転入力軸５の小径軸端部５１の間には摩擦リング７が同心状に

挟み込まれている。摩擦リング７は一定厚さのリングであり、その軸長は小径軸端部５１よりも僅かに短く、摩擦リング７の一端は円環状段面５４に接しており、他方の端は小径軸端部５１の軸端面５２の近傍まで延びている。

【００２６】

摩擦リング７の摩擦係数および、摩擦リング７の半径方向の締め付け力を調整することにより、回転入力軸５から円筒ハブ４１への伝達トルクがラチェッティングトルク値ＲＴａの６０～７５％に達すると、回転入力軸５と円筒ハブ４１の間に回転方向に滑りが発生するように設定されている。ラチェッティングトルク値ＲＴａは、減速時における波動歯車装置１の両歯車２、３の間にラチェッティングが発生する時点における波動発生器４の伝達トルク値である。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】波動歯車装置の波動発生器側トルクと出力側トルクの関係を示すグラフである。

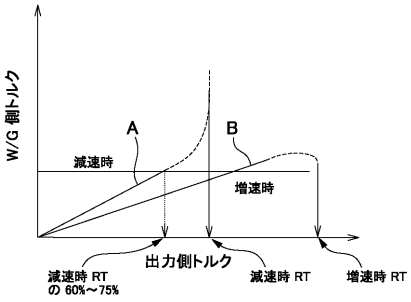
【図２】本発明の実施の形態１に係る波動歯車装置を示す概略縦断面図である。

【符号の説明】

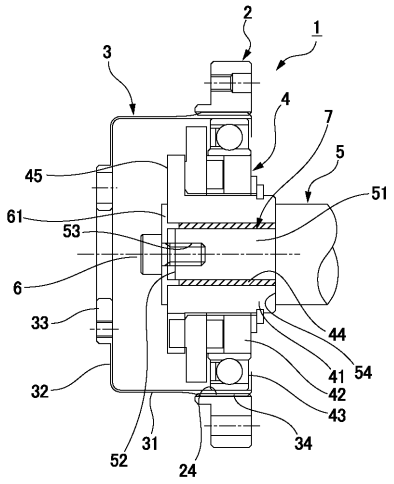
【００３２】

１　波動歯車装置
２　剛性内歯歯車
２４　内歯
３　可撓性外歯歯車
３１　胴部
３２　ダイヤフラム
３３　ボス
３４　外歯
４　波動発生器
４１　円筒ハブ
４２　剛性カム板
４３　ウエーブベアリング
４４　中心貫通孔
４５　軸端面
５　回転入力軸
５１　小径軸端部
５２　軸端面
５３　ネジ穴
５４　円環状段面
６　締結ボルト
６１　座金
７　摩擦リング

【図１】


W/G 側トルク
A
B
減速時
増速時
出力側トルク
減速時 RT
の 60%～75%
減速時 RT
増速時 RT

【図２】


2
1
3
4
7
5
45
51
61
53
6
33
44
54
41
42
32
43
52
31
34
24

フロントページの続き

(56)参考文献　特開平１１－１１８００３（ＪＰ，Ａ）
実開昭４８－０２１０４９（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｈ　　１／３２
Ｆ１６Ｈ　３５／１０