

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4787753号
(P4787753)

(45) 発行日 平成23年10月5日(2011.10.5)

(24) 登録日 平成23年7月22日(2011.7.22)

(51) Int.Cl. F 1
F 1 6 H 1/32 (2006.01) F 1 6 H 1/32 B

請求項の数 6 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-528620 (P2006-528620) (86) (22) 出願日 平成17年6月24日(2005.6.24) (86) 国際出願番号 PCT/JP2005/011621 (87) 国際公開番号 W02006/003847 (87) 国際公開日 平成18年1月12日(2006.1.12) 審査請求日 平成20年4月1日(2008.4.1) (31) 優先権主張番号 特願2004-196311 (P2004-196311) (32) 優先日 平成16年7月2日(2004.7.2) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号 (74) 代理人 100064414 弁理士 磯野 道造 (72) 発明者 竹村 佳也 埼玉県和光市中央1丁目4-1 株式会社 本田技術研究所内 審査官 鈴木 充</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 減速機付き駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、
 前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、
 前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、
 前記波動発生手段は、モータのロータであり、
前記ロータの外周部に、前記ロータの変形を防ぐ変形拘束部材をさらに備えた
 ことを特徴とする減速機付き駆動装置。

10

【請求項2】

外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、
 前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、
 前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、
 前記波動発生手段は、前記可撓歯車の外側に前記可撓歯車に対して回転自在に配置され、前記可撓歯車を半径方向に撓ませるべく押圧する押圧部を備えた回転部材であり、

20

前記回転部材は、モータのロータであり、

前記ロータの外周部に、前記ロータの変形を防ぐ変形拘束部材をさらに備えた

ことを特徴とする減速機付き駆動装置。

【請求項 3】

前記ロータの外周側に、ロータを回転させるモータのステータが配置され、

前記剛体歯車は、第 1 の部材に結合されるとともに、両端部において第 2 の部材により回転自在に支持される

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の減速機付き駆動装置。

【請求項 4】

同じ径の筒状部を有する前記可撓歯車を 2 つ有し、各可撓歯車の一端側を互いに向かい合わせて配置した上、各可撓歯車を前記剛体歯車に噛合させるとともに、各可撓歯車を他端側で支持した

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の減速機付き駆動装置。

【請求項 5】

前記ロータは、少なくとも内周が楕円形状をなすとともに複数の磁石が配置され、前記複数の磁石は、前記楕円形状の長軸または短軸を線対称軸として配置された

ことを特徴とする請求の請求項 1 または請求項 2 に記載の減速機付き駆動装置。

【請求項 6】

前記ロータは、前記モータの回転軸に沿った磁束を発生するように構成され、

前記ロータを回転させるステータは、前記ロータの磁束の発生部分に対面して配置されるとともに、前記回転軸に沿った磁束を発生するように構成された

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の減速機付き駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は減速機付き駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の駆動装置に用いられる減速機としての波動歯車装置は、図 1 2 に示すような構成を有している（特許文献 1 参照）。すなわち、外周面が楕円形状に形成されたウェーブジェネレータ 40 を囲むように可撓ベアリング 50 を介してフレクスブライン 30 を配置し、フレクスブライン 30 の外側に内周面が円形状のサーキュラスブライン 20 を配置するように構成されている。

サーキュラスブライン 20 の内周面に内歯が形成され、フレクスブライン 30 の外周面にはサーキュラスブライン 20 の内歯と噛合可能な外歯が形成され、かつフレクスブライン 30 が半径方向に撓むことが可能になっている。フレクスブライン 30 の歯数はサーキュラスブライン 20 の歯数より僅かに少なく設定されている。

ウェーブジェネレータ 40 は、長径部分で可撓ベアリング 50 を介してフレクスブライン 30 を撓ませ、フレクスブライン 30 の外歯をサーキュラスブライン 20 の内歯と噛合させている。

【0003】

このように構成された波動歯車装置では、例えばウェーブジェネレータ 40 を回転させた場合、ウェーブジェネレータ 40 の長径部分位置の変化に応じて、フレクスブライン 30 の外歯とサーキュラスブライン 20 の内歯が噛み合う噛合点が円周方向に移動する。このとき、フレクスブライン 30 の歯数はサーキュラスブライン 20 のそれより僅かに少ないので、例えばウェーブジェネレータ 40 を 360 度回転させた場合、フレクスブライン 30 は円周方向にサーキュラスブライン 20 との歯数差分回転することになる。すなわち、ウェーブジェネレータ 40 を入力端に、フレクスブライン 30 を出力端にして前記従来の波動歯車装置を減速機として使用した場合、ウェーブジェネレータ 40 の回転速度に対してフレクスブライン 30 の回転速度が大きく減速されることになる。

10

20

30

40

50

【0004】

このような高減速比を有する波動歯車装置は、例えば脚式移動ロボットにおける足の屈伸動作の発生に利用されている。図13は脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す図である。

第1リンク70と第2リンク90とは回動支持機構91で連結され、互いに回動可能になっている。第1リンク70と第2リンク90との回転中心に回転軸がくるように波動歯車装置60が装着されている。すなわち、サーキュラスプライン20が第2リンク90に固定される。そして、フレクスプライン30が第1回転軸30a(出力軸)において複数のボルト80によって第1リンク70に固定される。ウェーブジェネレータ40には第2回転軸40aが設けられ、第2回転軸40aは、第1回転軸30aに対して回転可能に支持され、第1回転軸30aを設けていない側に駆動力を伝達するためのプーリ61が固定されている。

10

ここで、ベルト62によって図示しないモータからの駆動力をプーリ61に伝え、ウェーブジェネレータ40が駆動され、ウェーブジェネレータ40の回転にしたがってフレクスプライン30が減速して回転し、第1リンク70が回動される。

【0005】

しかしながら、前記波動歯車装置60では、第1回転軸30aにおけるフレクスプライン30の取付位置は、第1回転軸30aの端部に制限されるため、第1回転軸30aに対する波動歯車装置60の配置位置も第1回転軸30aの端部に限られる。このため、第1回転軸30aを例えば二列のベアリングで支持する構成では、二列のベアリングの間で波動歯車装置を配置することができないなど、レイアウト上の自由度が低いという問題がある。

20

また、ウェーブジェネレータ40に駆動力を伝えるプーリ61は、ウェーブジェネレータ40と並んで第2回転軸40aに配置されることにより、回転軸方向の大きさが大きくなるのが避けられず、用途によっては使用しにくい問題がある。

【0006】

これに対し、ウェーブジェネレータをフレクスプラインの外周側に配置したものも知られている(特許文献2参照)。

【特許文献1】特開平5-141485号公報(特許請求の範囲、請求項1、図1)

【特許文献2】特開昭59-9336号公報(第2図)

30

【発明の開示】

【0007】

しかしながら、特許文献2の技術においても、駆動力の付与は、一方の端部から行われており、軸方向の大きさが大きかった。また、駆動力がウェーブジェネレータに伝わるまでの経路を構成する部材は、剛性が低いので、応答性が悪いという問題がある。

本発明は、前記従来の問題点に鑑み、波動歯車装置の軸方向の大きさを小さくし、減速機付き駆動装置のレイアウトの自由度を向上させるとともに、良好な応答性を有する減速機付き駆動装置を提供することを目的とする。

【0008】

このため、第1の発明は、こ外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、前記波動発生手段は、モータのロータであり、前記ロータの外周部に、前記ロータの変形を防ぐ変形拘束部材をさらに備えたものとした。

40

【0009】

第2の発明は、外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、前記可撓歯車を半径方向に

50

撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、前記波動発生手段は、前記可撓歯車の外側に前記可撓歯車に対して回転自在に配置され、前記可撓歯車を半径方向に撓ませるべく押圧する押圧部を備えた回転部材であり、前記回転部材は、モータのロータであり、前記ロータの外周部に、前記ロータの変形を防ぐ変形拘束部材をさらに備えたものとした。

【0010】

第3の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータの外周側に、ロータを回転させるモータのステータが配置され、前記剛体歯車は、第1の部材に結合されるとともに、両端部において第2の部材により回転自在に支持されたものとした。

10

【0011】

第4の発明は、第1または第2の発明において、同じ径の筒状部を有する前記可撓歯車を2つ有し、各可撓歯車の一端側を互いに向かい合わせて配置した上、各可撓歯車を前記剛体歯車に噛合させるとともに、各可撓歯車を他端側で支持したものとした。

【0012】

第5の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータが、少なくとも内周が楕円形状をなすとともに複数の磁石が配置され、前記複数の磁石は、前記楕円形状の長軸または短軸を線対称軸として配置されたものとした。

【0014】

第6の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータが、前記モータの回転軸に沿った磁束を発生するように構成され、前記ロータを回転させるステータが、前記ロータの磁束の発生部分に対面して配置されるとともに、前記回転軸に沿った磁束を発生するように構成されたものとした。

20

【0015】

第1の発明によれば、剛体歯車を内側に、剛体歯車の外側に可撓歯車を配置して、波動発生手段が可撓歯車の外側に可撓歯車に対して回転自在に配置されたモータのロータで構成される。このとき、モータのロータで可撓歯車を撓ませ、撓ませた部分で剛体歯車の外歯を可撓歯車の内歯と噛合させることができる。そして、モータのロータの回転によってその噛合点を円周方向に移動させることができる。

そして、波動発生手段は、モータのロータであるため、モータの出力を直接波動歯車装置の入力として利用でき、波動歯車装置がコンパクトになるとともに、波動歯車装置の入力部分の剛性が高くなり応答性を良好にすることができる。

30

さらに、ロータの回転速度に対して剛体歯車の回転速度が大きく減速されるため、例えば剛体歯車の回転軸を中空構造にし、そこに電気ハーネスなどを通して電気ハーネスと回転軸の摺動速度が小さく、ハーネスが損傷される恐れも少なくなる。

また、第1の発明によれば、変形拘束部材により、ロータの変形が抑制される。また、ウェーブジェネレータの剛性を高くすることができる。

【0016】

第2の発明によれば、モータのロータが最も外側にあるため、従来に比べて、軸方向の大きさを小さくできる。

40

また、モータのロータは、可撓歯車より外周側にあるため、駆動力の入力のために、回転軸の一端または両端を用いる必要が無く、回転軸両端付近のレイアウトの自由度が向上する。

さらに、波動発生手段はモータのロータであり押圧部で可撓歯車を機械的に撓ませるため、剛体歯車の外歯と可撓歯車の内歯とを確実に噛合させることができる。

また、第1の発明によれば、変形拘束部材により、ロータの変形が抑制される。また、ウェーブジェネレータの剛性を高くすることができる。

【0017】

第3の発明によれば、高トルクのトルク伝達を可能にしつつ、リンクの関節の小型化を図ることができる。

50

【0018】

第4の発明によれば、可撓歯車を幅広に構成でき、さらに高トルクのトルク伝達が可能になる。

【0019】

第5の発明によれば、トルク変動の幅(リップル)が低減する。また、磁路が対称に形成され、適正な磁路となるので磁気抵抗が低くなり、モータの最大トルクが向上する。

【0021】

第6の発明によれば、ベアリング、フレクスプラインまたはサーキュラスプラインなどにより磁束が乱れることがない。その結果、磁束の乱れにより発生する熱を抑えることができる。また、ステータの配置を気にすることなくロータの外径を大きくしうるため、ウェーブジェネレータの剛性を高く保つことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】減速機付き駆動装置の基礎的形態としての波動歯車装置の構成を示す図である。

【図2】波動歯車装置の分解斜視図である。

【図3】図1におけるA-A断面を概念的に示す図である。

【図4】フレクスプラインを固定した状態で、プーリに駆動力を与えることにより、サーキュラスプラインを駆動する場合の動作を示す図である。

【図5】減速機付き駆動装置の構成を示す断面図である。

【図6】図5のB-B断面を概念的に示した図である。

20

【図7】減速機付き駆動装置の配置レイアウトを説明する図である。

【図8】ロータの変形例を説明する図である。

【図9】減速機付き駆動装置の他の変形例を示す断面図である。

【図10】フラットモータを利用した場合の減速機付き駆動装置の断面図である。

【図11】脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す断面図である。

【図12】従来の波動歯車装置を示す図である。

【図13】従来の波動歯車装置を用いた脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

30

以下、本発明の実施形態について説明する。まず最初に、本発明の減速機付き駆動装置の基礎的形態として、剛体歯車の外側に可撓歯車が位置し、可撓歯車の外側にあるプーリを入力とする形態を説明する。図1は、減速機付き駆動装置の基礎的形態としての波動歯車装置の構成を示す図で、図2は、その分解斜視図である。図3は、図1におけるA-A断面を概念的に示す図である。

波動歯車装置10は主として、剛体歯車としてのサーキュラスプライン1と、サーキュラスプライン1の外側に配置される可撓歯車としてのフレクスプライン2と、フレクスプライン2の外側に配置された波動発生手段としてのプーリ3で構成されている。

サーキュラスプライン1は、図2に示すように小径部の端部側の外周面に外歯1aが形成され、その中心部に貫通孔が設けられている。

40

フレクスプライン2は、半径方向に変形可能な可撓性を有する円筒状の部材で、その内周面に外歯1aと噛合可能な内歯2aが形成され、内歯2aを設けていない側の端部には剛性のフランジ2bが形成されている。サーキュラスプライン1の外歯1aはフレクスプライン2の内歯2aより歯数が少なく設定されている。

【0024】

プーリ3は、円形状の外周面にベルト9を装着するための溝が形成され、内周面が図3に示すように外周面と同じ中心で楕円形状に形成され、可撓ベアリング4を介してフレクスプライン2を撓ませ、短径部分でフレクスプライン2の内歯2aとサーキュラスプライン1の外歯1aとを噛合させている。すなわち、短径部分はフレクスプライン2を半径方向に押圧する押圧部として機能することによってフレクスプライン2を撓ませている。こ

50

のように、プーリ3は駆動力を伝えるためのプーリとしての機能だけでなく、波動歯車装置におけるウェーブジェネレータとしての機能をも果たす。

フレクスブライン2のフランジ2bの両側には図1に示すように、プーリ支持リング6とリンク8が配置され、プーリ支持リング6とリンク8は、フランジを挟んで円周方向に並んだ複数のボルト8aによって連結されている。フレクスブライン2は、フランジ2bを固定端として内歯2aが設けられた側を半径方向へ撓ませることができる。プーリ支持リング6は、図1に示すように第1ベアリング5を介してプーリ3を支持し、リンク8は第2ベアリング7を介してサーキュラスブライン1を支持している。

【0025】

これによって、フレクスブライン2に対してサーキュラスブライン1は相対的に回転することができる。一方、プーリ3は可撓ベアリング4を介してフレクスブライン2の外周面でフレクスブライン2を撓ませながら回転することができる。すなわち、プーリ3、フレクスブライン2、サーキュラスブライン1がそれぞれ所定の関係を保ちながら独立に相対回転することができる。この三つの回転要素のうち、いずれかの一つを入力端側に、一つを出力端側にして減速機または増速機として使用することができる。また、一つの回転要素を出力端側にし、他の二つの回転要素を入力端側にすれば、差動機構として機能させることもできる。

【0026】

次に、波動歯車装置10の動作について説明する。図4は、フレクスブラインを固定した状態で、プーリに駆動力を与えて、サーキュラスブラインを駆動する場合の動作を示す図である。

図4(a)では、プーリ3の内周面における短径部分で、サーキュラスブライン1の歯mとフレクスブライン2の歯nが噛み合っている。この噛み合い位置を噛み合い位置を噛み合い位置として、プーリ3を反時計方向に90度回転させた場合、(b)に示すように、噛み合い位置がプーリ3の内周面における短径部分と同様に90度回転することになる。このとき、噛み合い位置がずれることによって、歯mと歯nが噛み合わなくなる。そして、プーリ3をさらに90度、すなわち(a)の位置から反時計方向に180度回転させると、噛み合い位置も同様に180度回転することになる。このとき、フレクスブライン2の歯nが、サーキュラスブライン1の歯と再び噛み合うことになるが、サーキュラスブライン1の歯数がフレクスブライン2のそれより少ないため、サーキュラスブライン1の歯mが歯nからずれることになる。したがって、フレクスブライン2を固定した場合、プーリ3の回転速度に対して、サーキュラスブライン1の回転速度が大きく減速されることになり、波動歯車装置10を減速機として使用する場合、大きな減速比が得られる。

【0027】

波動歯車装置10は以上のように構成され、プーリ3を最外周に配置し、プーリ3に対して回転速度が減速されるサーキュラスブライン1を中心部に配置したため、例えばサーキュラスブライン1の回転軸を中空構造にし、そこに電気ハーネスを通して使用することができる。この場合、サーキュラスブライン1の回転が低速であるため回転軸とハーネスの摺動速度が小さく、ハーネスが損傷される恐れが少ない。また波動歯車装置10を潤滑するため回転軸を介して流体を流した場合でも、遠心力で流体が目的の部位に届かないようなこともない。

【0028】

また、減速機として使用する場合、最外周にあるプーリ3に駆動力を与え、中央部にあるサーキュラスブライン1から駆動力を出力することができる。このとき、サーキュラスブライン1は図1に示すように最も内側にあり、かつ軸方向には従来のように駆動力を伝達するためのプーリが存在しないため、出力軸におけるサーキュラスブライン1の配置位置が自由に設定することができるとともに、出力軸の両側から駆動力を出力することができる。

すなわち、出力軸に対する波動歯車装置10の配置位置は出力軸の端部だけでなく内側にも設定することもでき、そして内側に設定した場合には、波動歯車装置の両側から伸び

10

20

30

40

50

た出力軸から駆動力を出力することもできる。

【0029】

次に、駆動用のモータのロータを波動発生手段として用いた本発明の減速機付き駆動装置について説明する。図5は、減速機付き駆動装置の構成を示す断面図であり、図6は、図5のB-B断面を概念的に示した図である。

前記した基礎的形態としての波動歯車装置10を減速機として使用する場合、プーリ3をモータのロータとして形成し、モータの駆動力を減速してサーキュラスプライン1から直接に出力することで、駆動源と減速機を一体にしつつコンパクトにした装置を構成することができる。

本実施形態の減速機付き駆動装置10は、図5に示すように外歯1aが形成されたサーキュラスプライン1の外側に、内歯2aが形成されたフレクスプライン2が配置され、フレクスプライン2の外側には可撓ベアリング4を介してモータの回転軸の一例としてのロータ16が配置されている。ここでのロータとは、同軸上に固定して配置されたステータとの間で互いに吸引力または反発力などの磁力が作用されて回転されるものである。ロータには、永久磁石または電磁石が配置され、これらの永久磁石または電磁石は、対向するステータと電磁石または永久磁石との間で相互に力を及ぼし合う。

ロータ16は、内周面が楕円形状に形成され、その短径部分でフレクスプライン2を撓ませ、フレクスプライン2の内歯2aをサーキュラスプライン1の外歯1aに噛合させている。すなわち、このロータ16は前記波動歯車装置10におけるプーリ3と同様にウェーブジェネレータとしての機能を発揮するものである。

【0030】

サーキュラスプライン1は、第2ベアリング7を介してリンク8に回転可能に支持され、フレクスプライン2は、そのフランジがリンク8とケーシング15の壁面に挟まれた状態でボルト8aによって固定される。

ロータ16は、2つの第1ベアリング5によってケーシング15に回転可能に支持されている。ロータ16の外側に、ケーシング15に固定され、円周方向に形成された複数の突極にコイル17aが巻かれたステータ17が配置されている。このコイル17aに順次に通電することによって、ロータ16を挟んだ回転磁場を形成することができる。

図7に示すように、ロータ16には円周方向に等間隔に複数の永久磁石16aが配置され、したがって、ステータ17との磁気吸引または反発でロータ16が駆動力を得て回転することができる。

サーキュラスプライン1の端部側にロータ16の回転速度を検出するエンコーダ18が設けられ、その回転円盤18aは、第3ベアリング19を介してケーシング15に回転可能に支持されるとともに、ロータ16と連結されている。

【0031】

減速機付き駆動装置10は以上のように構成され、ステータ17の各コイル17aに順次に通電することによってロータ16が駆動され、その回転でサーキュラスプライン1とフレクスプライン2との噛合点が円周方向に移動され、サーキュラスプライン1が減速駆動される。

そして、ロータ16が回転するとき、エンコーダ18で回転円盤18aの回転角を示す情報が作成されるので、その情報を用いてロータ16の回転速度を検出することができる。

このように、ロータ16はウェーブジェネレータとしての機能をもつと同時に、ステータ17とでモータを構成し、モータにおける駆動力を出力する出力軸の機能も果たすので、駆動力を直接に減速して出力することができる。

【0032】

以上のような減速機付き駆動装置10によれば、次のような効果を奏する。

まず、モータを軸の端部に設けることなく、外周側に配置して扁平型にしたので、軸方向の長さを短くすることができる。なお、従来の外歯を備えた可撓歯車で構成される波動歯車装置において、ウェーブジェネレータとロータ(アウターロータ)とを一体化した場

10

20

30

40

50

合には、波動歯車装置の出力に比較してモータが小さすぎるため、実用的な装置とはならない。

そして、モータの回転を制御する場合に、モータから回転体までの間の剛性が低いと、制御を安定させるため速度ループゲインを大きくするのが難しいが、本実施形態では、ロータとウェーブジェネレータを軸で結合するのではなく、ロータ自体がウェーブジェネレータとなっていることから回転体までの弾性要素が無いとみなすことができ、速度ループゲインを高くして応答性を良好にすることができる。しかも、ロータが中空形状で径が大きいことから、ロータ自体の捩り剛性も高く、これによっても応答性が良好になる。

また、減速機付き駆動装置 10 は、モータが中空構造となり、表面積が大きくなるため、冷却性能に優れ、高トルクを持続することが期待できる。

10

さらに、モータ、ウェーブジェネレータおよびフレクスプラインの 3 つが一体となっているので、サーキュラスプラインを備えたリンクにこの一体化された装置を挿入し、締結するだけで組立が可能であるので、部品点数・組立工数が削減され、低コスト化が可能となる。

また、従来は、モータとウェーブジェネレータのシャフト同士の締結で回り止めのキーを使用していたが、減速機付き駆動装置 10 では、キーを使用する必要がないので、キー溝の疲労によるガタが発生することがない。したがって、ロータからウェーブジェネレータまでの運動の伝達経路においてガタを 0 にでき、前記したとおりウェーブジェネレータの応答性が良好になる上、騒音の低下や耐久性の向上も期待できる。

また、従来は、モータとウェーブジェネレータのシャフト同士の結合において、精度を要するテーパシャフトとテーパハウジングによる結合を行っていたが、減速機付き駆動装置 10 では、そのようなテーパ加工は不要となり、加工工数の削減と低コスト化を実現することができる。

20

【 0 0 3 3 】

さらに、本実施形態によれば、減速機付き駆動装置のレイアウトの自由度が向上する。図 7 は、波動歯車装置の配置レイアウトを説明する図である。従来の波動歯車装置 60 は、横側に駆動力を伝達するベルトがあるため、図 7 に示すように、その配置位置が出力軸 24 (第 1 回転軸 30 a) の端部に限られる。すなわち、片側にしか出力軸が設けられない構成である。これに対して、本実施形態の減速機付き駆動装置 10 は、両側に出力軸を設けることができるため、従来のように出力軸の端部に配置できることはもちろん、図 7 に示すように、出力軸 24 (サーキュラスプライン 1 の回転軸) を支持するベアリング 21、22、23 の間でも配置することができ、レイアウトの自由度が向上する。

30

【 0 0 3 4 】

なお、本実施形態ではロータ 16 の内周面を楕円形状にして、その短径部分でフレクスプライン 2 を撓ませたが、内周面は必ずしも楕円形状である必要はなく、例えば図 8 に示すように円形状の内周面に対向する二ヶ所に押圧部として突起 16 b₁、16 b₂ を形成し、突起 16 b₁、16 b₂ によってフレクスプライン 2 を撓ませることもできる。この場合、本実施形態と同様にロータ 16 を回転させると、突起 16 b₁、16 b₂ がフレクスプライン 2 とサーキュラスプライン 1 との噛合点を移動させ、サーキュラスプライン 1 の回転速度を減速させることができる。なお、この場合、突起 16 b₁、16 b₂ の先端面は、円形の一部でもよく、楕円形の一部でもよい。もちろん、突起 16 b₁ を一つのみ形成しても構わない。

40

【 0 0 3 5 】

次に、図 5 の減速機付き駆動装置の変形例を説明する。図 9 は、減速機付き駆動装置の変形例の断面図である。

図 9 に示す減速機付き駆動装置 10 は、図 5 の減速機付き駆動装置 10 のサーキュラスプライン 1 を、片持ち支持から両持ち支持に変更し、フレクスプライン 2 を両側から配置したものである。このような両持ち支持は、波動発生手段をフレクスプライン 2 の外周側に配置したことにより可能になっている。

減速機付き駆動装置 10 は、幅広の外歯 1 a が形成されたサーキュラスプライン 1

50

の外周側に、内歯 2 a が形成されたフレクスライン 2 が配置され、フレクスライン 2 の外周側には幅広の可撓ベアリング 4 を介してロータ 1 6 が配置されている。

ロータ 1 6 は、内周面が楕円形状に形成され、その短径部分でフレクスライン 2 を撓ませ、フレクスライン 2 の内歯 2 a がサーキュラスライン 1 の外歯 1 a に噛合されている。つまり、ロータ 1 6 は図 5 のロータ 1 6 と同様にウェーブジェネレータとしての機能を有する。

【 0 0 3 6 】

サーキュラスライン 1 は、後述するフレクスライン 2 の内周側に入り込む筒部 1 0 1 と、筒部 1 0 1 の図 9 における右側に連続し、筒部 1 0 1 より一回り太い筒状のリンク結合部 1 0 2 とから構成されている。リンク結合部 1 0 2 の右端部には、ネジ穴 1 0 9 が設けられており、このネジ穴 1 0 9 に、第 1 の部材である第 1 リンク 1 0 7 がボルト 8 a により結合されている。同様に、筒部 1 0 1 a の左端にもネジ穴 1 0 9 が形成され、このネジ穴 1 0 9 に、左側から第 1 の部材である第 1 リンク 1 0 7 がボルト 8 a により結合されている。筒部 1 0 1 a の外周には、前記した外歯 1 a が形成されている。このように、筒部 1 0 1 a は、左側の一端がフレクスライン 2 の内径より小さいため、フレクスライン 2 へ挿入して組み付けるのが容易である。

サーキュラスライン 1 は、一端側、図 9 においては右側が第 2 ベアリング 7 を介して第 2 の部材の一部である第 2 リンク 1 0 6 に回転可能に支持され、他端側、図 9 においては左側も第 2 ベアリング 7 を介して第 2 リンク 1 0 6 に回転可能に支持されている。このようにサーキュラスライン 1 が両側で回転支持されることにより、減速機付き駆動装置 1 0 をロボットの関節などの高トルクを要する関節として利用することができる。

なお、サーキュラスライン 1 は、第 2 リンクと一体になっている部材、例えばケーシング 1 5 により回転自在に支持されていてもよい。

【 0 0 3 7 】

フレクスライン 2 は、半径方向に可撓性を有する薄い筒状部 2 b と筒状部 2 b の端部から半径方向に延びるフランジ部 2 c からなっている。筒状部 2 b の内面には、前記した内歯 2 a が形成されている。フレクスライン 2 は、筒状部 2 b の端部（一端側）を互いに向き合わせた状態で同じ物が 2 つ配置されている。両端（他端側）に位置したフランジ部 2 c は、右側については、右側の第 2 リンク 1 0 6 とケーシング 1 5 の間に挟まれた上、ボルト 8 a で固定され、左側については、左側の第 2 リンク 1 0 6 とケーシング 1 5 の間に挟まれた上、ボルト 8 a で固定されている。このように、2 つのフレクスライン 2 をその筒状部 2 b を一端で向かい合わせて、内歯 2 a の幅を広くとっているため、減速機付き駆動装置 1 0 は、高トルクのトルク伝達が可能となる。

【 0 0 3 8 】

ロータ 1 6 およびステータ 1 7 の機能および構造は図 5 のロータ 1 6 およびステータ 1 7 の機能と同様であり、ステータ 1 7 のコイル 1 7 a への通電によりロータ 1 6 が回転させられる。また、ロータ 1 6 の他端側の外周には回転円盤 1 8 a が固定され、エンコーダ 1 8 で回転円盤 1 8 a の回転を検出することでロータ 1 6 の回転速度、回転角が検出される。

【 0 0 3 9 】

減速機付き駆動装置 1 0 は以上のように構成され、ステータ 1 7 の各コイル 1 7 a に順次に通電することによって、ロータ 1 6 が駆動され、その回転で、サーキュラスライン 1 とフレクスライン 2 との噛合点が円周方向に移動され、サーキュラスライン 1 が減速駆動される。

そして、ロータ 1 6 が回転するとき、エンコーダ 1 8 で回転円盤 1 8 a の回転角を示す情報が作成されるので、その情報を用いてロータ 1 6 の回転速度を検出することができる。

このように、サーキュラスライン 1 およびフレクスライン 2 を両側で支持したことにより、図 5 の減速機付き駆動装置 1 0 が有する利点に加え、高トルクの回転伝達

10

20

30

40

50

が可能となる。また、同じトルク伝達力にしようとした場合には、減速機付き駆動装置 10 の半径方向の大きさを小さくすることができる。

【0040】

次に、図5の減速機付き駆動装置10の他の変形例について説明する。図10は、フラットモータを利用した場合の減速機付き駆動装置の断面図である。

図10に示す減速機付き駆動装置10は、図5の減速機付き駆動装置10におけるステータ17に比べ、若干内径側に寄せて配置されたステータ171を有している。ステータ171は、コイル171aを有し、コイル171aへの通電により、モータの回転軸、すなわち第1リンク107と第2リンク106の互いの回転軸の方向に磁束を発生する。

10

ステータ171の図10における左右両側には、ステータ171を両側から囲む形でロータ161が配置されている。ロータ161は、ステータ171の両側に、永久磁石162, 163を有している。永久磁石162, 163も、前記回転軸に沿った磁束を発生しており、ステータ171への通電により、ロータ161が回転するように、ステータ171とロータ161とでいわゆるフラットモータを構成している。

ロータ161の永久磁石162, 163は、フレクスプライン2の内歯2aと、サーキュラスプライン1の外歯1aが噛み合う部分の外周に配置されている。

【0041】

このような構成の減速機付き駆動装置10によれば、磁束が延びる方向と、ベアリング、フレクスプラインまたは中空サーキュラスプラインなどとの位置関係上、ステータ171や永久磁石162が発生する磁束がこれらの部材に乱されることがない。そのため、磁束の乱れによる渦電流の発生が抑えられ、渦電流による不要な熱の発生を抑えることができる。

20

そして、ロータ161は、フレクスプライン2の内歯2aと、サーキュラスプライン1の外歯1aが噛み合う部分の外周に位置する部分が厚く形成されているので、永久磁石162, 163の剛性により、外歯1aと内歯2aとを、しっかりと噛み合わせることができる。また、第1ベアリング5, 5は、ロータ161の両端付近の外周に嵌合されているので、ロータ161がフレクスプライン2を押圧した反力として半径方向外側に広げられたとしても、第1ベアリング5, 5が変形を拘束する変形拘束部材として機能するので、ロータ161の見かけ上の剛性が高く、外歯1aと内歯2aの確実な噛合を実現できる。さらに、第1ベアリング、5, 5を、ロータ161の外周の中でも各永久磁石162, 163の外周に嵌合させれば、ロータ161の見かけ上の剛性をさらに向上し、外歯1aと内歯2aの確実な噛合を実現できる。特に、本実施形態のように永久磁石162, 163が外歯1aと内歯2aの外周部分に配置されているときは、効果的である。なお、変形拘束部材は、必ずしもベアリングである必要はなく、永久磁石162, 163の外周に、リング状の部材を嵌合させてもよい。

30

また、ステータ171とロータ161とを、フラットモータの構成としたことで、ステータ171の外径が小さくなり、減速機付き駆動装置10を小型にすることができる。

【0042】

次に、応用例として前記した減速機付き駆動装置10を脚式移動ロボットに使用した場合を説明する。

40

図11は、脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す断面図である。

図11に示すように、減速機付き駆動装置10は、サーキュラスプライン1の両端が、ボルト8aにより第2リンク12に結合されている。すなわち、第2リンク12はサーキュラスプライン1と一体になっている。そして、第1リンク13は、図11における右側において、第2ベアリング7によりサーキュラスプライン1に回動可能に支持され、左側において、第2ベアリング7により第2リンク12に回動可能に支持されている。なお、左右の第2リンク12, 12は、上方で一体になっており、左右の第1リンク13, 13は、下方で一体になっている。

【0043】

50

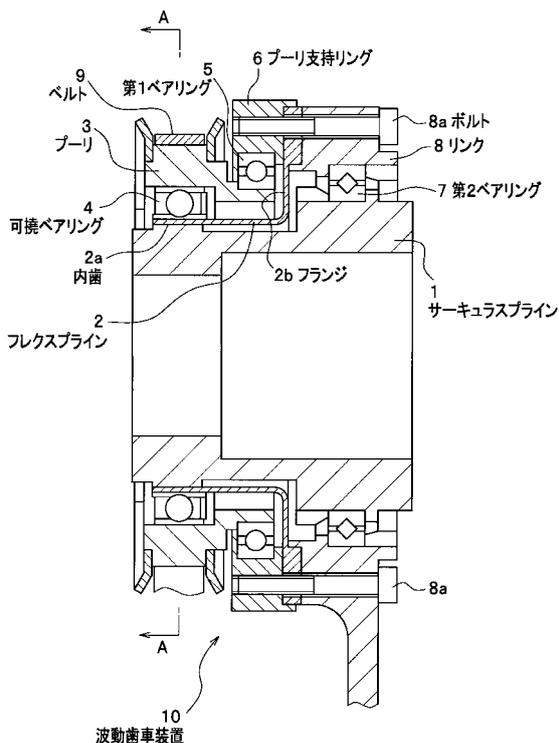
ここで、減速機付き駆動装置 10 を動作させて、ロータ 16 を回転させれば、前記したように、フレクスプライン 2 の内歯 2a とサーキュラスプライン 1 の外歯 1a が噛合してサーキュラスプライン 1 が減速回転する。その結果、第 1 リンク 13 に対して第 2 リンク 12 がゆっくりと回転されることになる。

このように、減速機付き駆動装置 10 が動作する場合、サーキュラスプライン 1 の両側で均等に駆動力を出力することができるので、第 1 リンク 13 と第 2 リンク 12 バランスよく回転させることができる。また、ロータ 16 自体がウェーブジェネレータとしての機能を有するため、ロータ 16 を高速で回転させ、応答性良く第 1 リンク 13 と第 2 リンク 12 とを互いに回転させることができる。

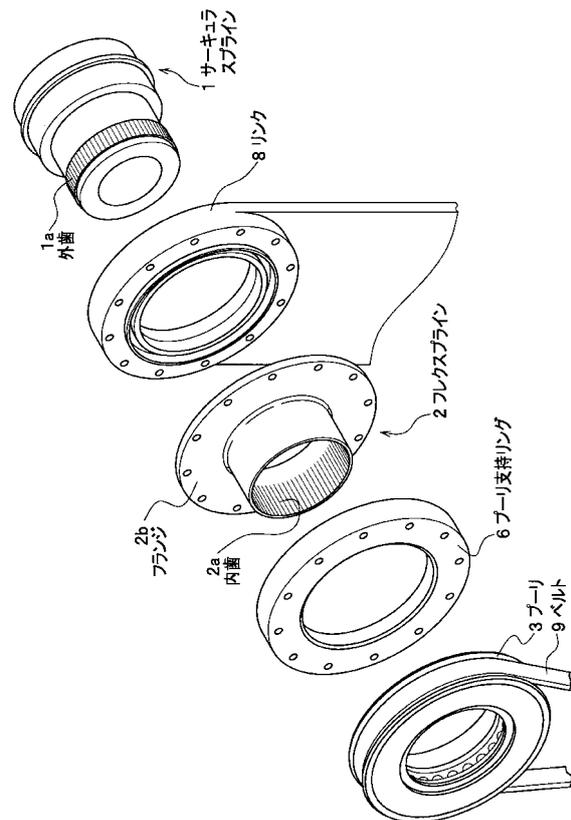
また、サーキュラスプライン 1 の回転速度が低速であるため、その中央の貫通孔にハーネスを通して、サーキュラスプライン 1 との摺動で、ハーネスが損傷される恐れは少なく、ロボットの信頼性を向上させることができる。また、例えば減速機付き駆動装置 10 を潤滑するための流体を流した場合でも、大きな遠心力で流体が貫通孔の壁面に付着して目的の部分に届かないという不具合もない。

10

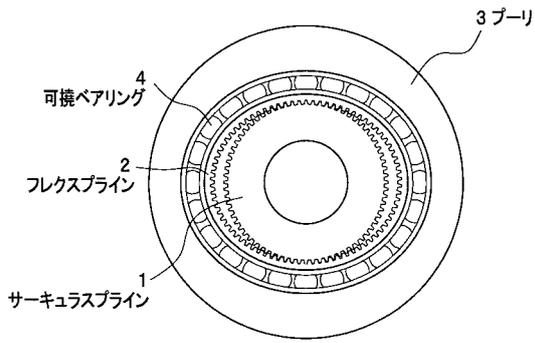
【図 1】



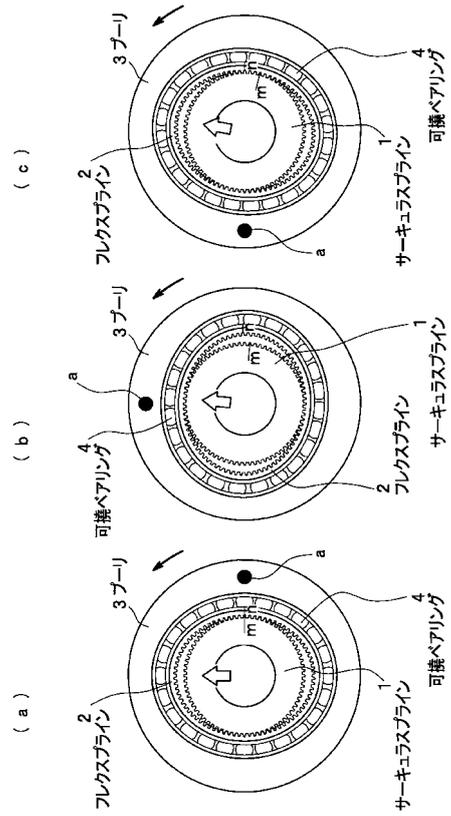
【図 2】



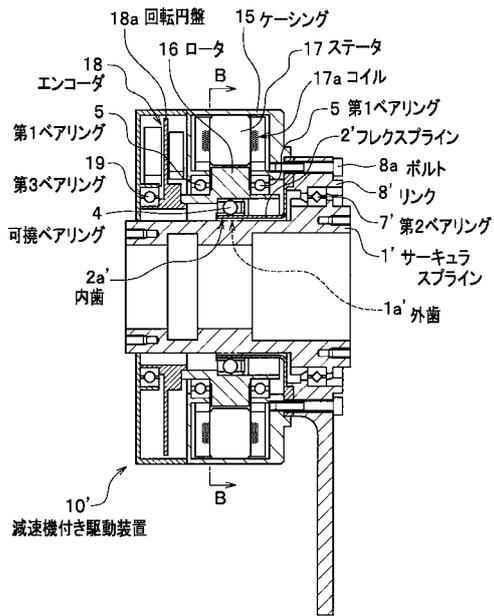
【図3】



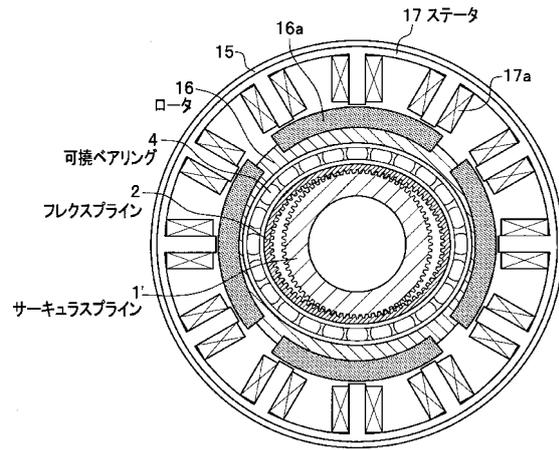
【図4】



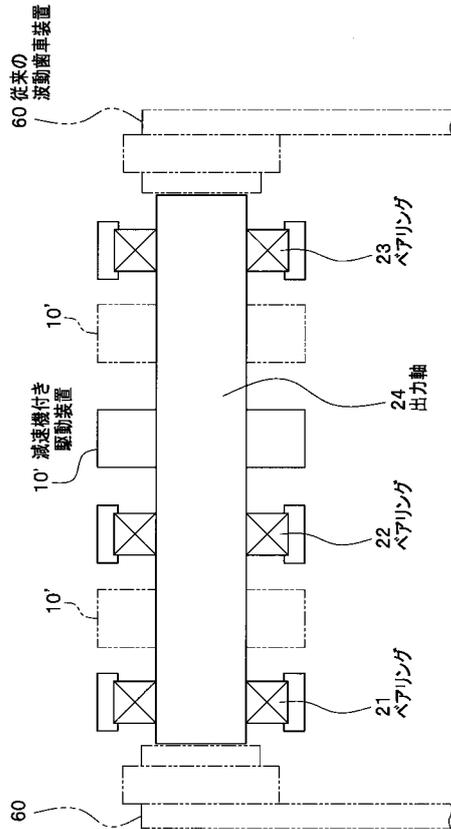
【図5】



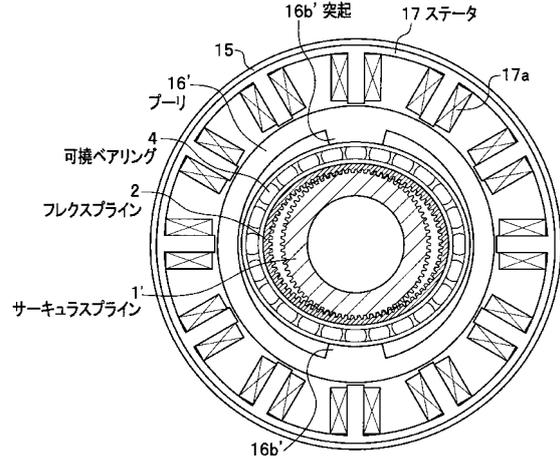
【図6】



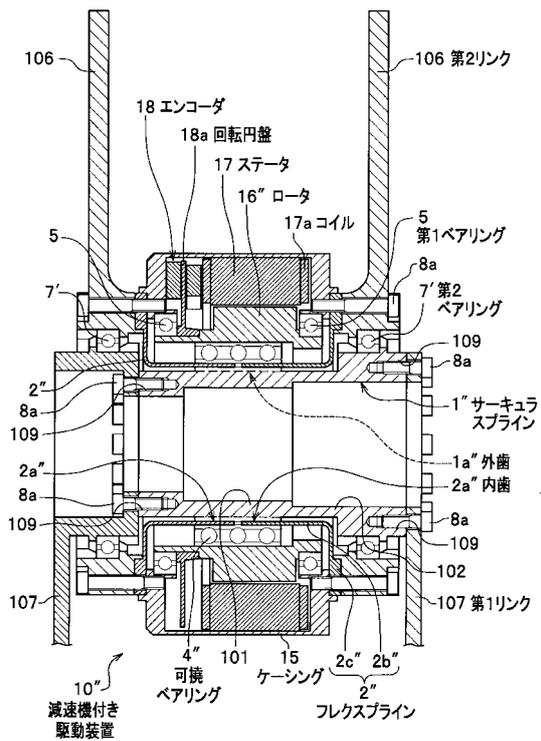
【図7】



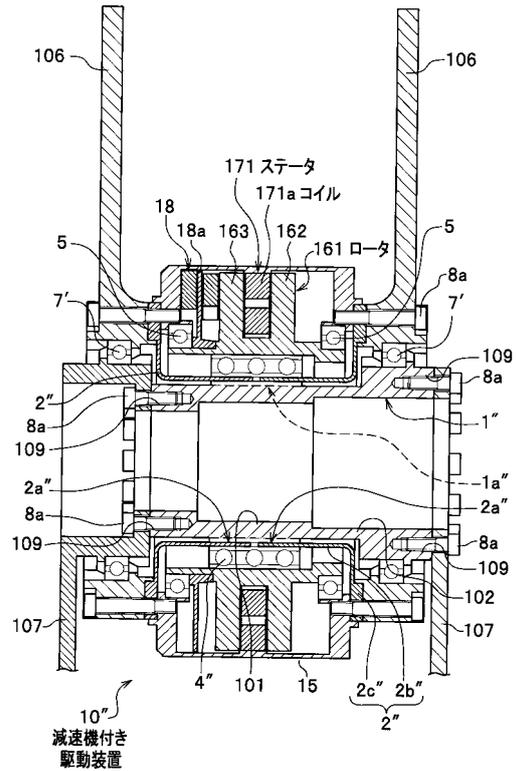
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特公平06-021611(JP, B2)
特開昭61-231863(JP, A)
特開昭61-074936(JP, A)
特開2003-083340(JP, A)
特開2003-319607(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 1/28- 1/48、48/00-48/30

H02K 7/00- 7/20、37/00