

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5275150号
(P5275150)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 H 1/32 (2006. 01)

F 1 6 H 1/32

B

F 1 6 H 55/08 (2006. 01)

F 1 6 H 55/08

Z

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-148203 (P2009-148203)
 (22) 出願日 平成21年6月23日 (2009. 6. 23)
 (65) 公開番号 特開2011-7206 (P2011-7206A)
 (43) 公開日 平成23年1月13日 (2011. 1. 13)
 審査請求日 平成24年2月20日 (2012. 2. 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2番3号
 (74) 代理人 100090170
 弁理士 横沢 志郎
 (72) 発明者 金井 覚
 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 小林 忠志

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】

円形内周面に内歯が形成されている剛性のサーキュラスラインと、

半径方向に撓み可能な円筒状胴部、この円筒状胴部の後端に一方の端が連続しているダイヤフラム、このダイヤフラムの他方端に形成されている剛性のボス、および、前記円筒状胴部の開口端側の外周面部分に形成された外歯を備え、前記サーキュラスラインの内側に配置されているフレクスラインと、

前記フレクスラインの円筒状胴部を楕円形に撓めて前記外歯を前記サーキュラスラインの内歯に対して部分的に噛み合わせ、両歯の噛み合い位置を円周方向に移動させて、両歯の歯数差に応じた相対回転を両スプラインの間に発生させるウエーブジェネレータとを有し、

前記ウエーブジェネレータによって楕円形に撓められた前記円筒状胴部における楕円の長軸位置における半径方向への撓み量は、前記後端から前記開口端に向かうに連れて漸増している波動歯車装置において、

前記外歯は、歯底面および歯先面が平行な一定歯丈の歯形を基本歯形とし、その歯筋方向における前記開口端側の歯丈が当該開口端側の歯筋端に向かって漸減するように、当該歯筋端側の歯先面部分がテーパ面となっており、

前記内歯は、歯底面および歯先面が平行な一定歯丈の歯形を基本歯形とし、その歯筋方向における前記開口端側の歯丈が当該開口端側の歯筋端に向かって漸減するように、当該歯筋端側の歯先面部分がテーパ面となっており、

10

20

前記外歯および前記内歯に形成した各テーパ面は、前記ウエーブジェネレータによって噛み合い状態とされた前記内歯および外歯における一方の歯の歯先面が他方の歯の歯元面に干渉することの無いように、それらのテーパ面角度および歯筋方向におけるテーパ面形成範囲が設定されていることを特徴とする波動歯車装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の波動歯車装置に用いる前記フレクスプラインの加工方法であって、
前記円筒状胴部、前記ダイヤフラム、前記ボス、および外歯形成部分を備えたフレクスプライン用ブランクを製造し、

当該フレクスプライン用ブランクの開口端側の前記外歯形成部分における前記外歯の歯先面となる部分にテーパ加工を施し、

テーパ加工後の前記外歯形成部分に、直線加工による歯切り加工を施して前記外歯を形成することを特徴とするフレクスプラインの加工方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の波動歯車装置に用いる前記サーキュラスプラインの加工方法であって、
、

内周面部分に内歯形成部分を備えた円環状のサーキュラスプライン用ブランクを製造し、
、

当該サーキュラスプライン用ブランクの前記内歯形成部分における前記開口端側の歯先面となる部分にテーパ加工を施し、

テーパ加工後の前記内歯形成部分に、直線加工による歯切り加工を施して前記内歯を形成することを特徴とするサーキュラスプラインの加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カップ状あるいはシルクハット状のフレクスプラインを楕円状に撓めてサーキュラスプラインに対して楕円の長軸両端の部分で噛み合わせ、これら両スプラインの噛み合い位置を円周方向に移動させることにより両スプラインの歯数差に応じた相対回転が両スプラインの間に発生する波動歯車装置に関する。さらに詳しくは、開口端側に向けて半径方向の撓み量が漸増する状態に撓められるカップ状あるいはシルクハット状のフレクスプラインの外歯をサーキュラスプラインの内歯に対して干渉することなく噛み合わせる

【背景技術】

【0002】

波動歯車装置として、カップ状のフレクスプラインを備えたカップ型波動歯車装置、および、シルクハット状のフレクスプラインを備えたシルクハット型波動歯車装置が知られている。これらの波動歯車装置におけるサーキュラスプライン、フレクスプラインの基本的な歯形は直線であるが（特許文献 1：米国特許第 2,906,143 号明細書）、インボリュート歯形も提案されている（特許文献 2：特公昭 45-41171 号公報）。さらに、両スプラインの歯末面の歯形を、サーキュラスプラインに対するフレクスプラインの歯のラック近似による移動軌跡上の噛み合い点の限界点から、当該軌跡の所要の範囲を縮比 1/2 で相似変換して得られる曲線によって規定する方法も提案されている（特許文献 3：特開昭 63-115943 号公報）。

【0003】

ここで、カップ型およびシルクハット型の波動歯車装置において、楕円形輪郭のウエーブジェネレータによって楕円形に撓められたフレクスプラインは、楕円形の長軸を含む縦断面で切断した場合に、そのダイヤフラム側から開口端側にかけてダイヤフラムからの距離に略比例して撓み量が漸増する撓み状態になる（開口端側からダイヤフラム側にかけて開口端からの距離に略比例して撓み量が漸減する撓み状態になる）。この三次元の撓み状態はコーニングと呼ばれている。

【0004】

このコーニングのために、両スプラインの歯形を一般的な平歯車において採用されているような歯筋方向における歯丈が同一のものとした場合には、フレクスプラインの開口端側において、一方のスプライン歯の歯先面が他方のスプライン歯の歯底面に干渉してしまい、適切な噛み合い状態を得ることができない。

【 0 0 0 5 】

従来においては、コーニングに起因する歯の干渉を回避するために、フレクスプラインの外歯において、その開口端側の歯先部分および歯底部分に、サーキュラスプラインの側から後退するようにエンドリリーフ加工を施すことが提案されている。このような歯形修正は、例えば、特許文献 4（国際公開 W O 9 6 / 1 9 6 8 3 号のパフレット、第 1 1 図）、特許文献 5（実用新案登録第 2 5 3 5 5 0 3 号公報、図 1 1）に開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】米国特許第 2 , 9 0 6 , 1 4 3 号明細書

【特許文献 2】特公昭 4 5 - 4 1 1 7 1 号公報

【特許文献 3】特開昭 6 3 - 1 1 5 9 4 3 号公報

【特許文献 4】国際公開 W O 9 6 / 1 9 6 8 3 号のパフレット、第 1 1 図

【特許文献 5】実用新案登録第 2 5 3 5 5 0 3 号公報、図 1 1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このような歯形修正が施されている歯形を備えたフレクスプラインの歯切り加工は、一般的な平歯車のように直線加工により行うことができないので、利用できる歯車加工方法が制限されるという問題点がある。

【 0 0 0 8 】

本発明の課題は、この点に鑑みて、一般的な歯切り加工用の加工機械を用いて加工可能な、コーニングによる干渉を回避可能な歯形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】

【 0 0 0 9 】

30

上記の課題を解決するために、本発明は、

円形内周面に内歯が形成されている剛性のサーキュラスプラインと、

半径方向に撓み可能な円筒状胴部、この円筒状胴部の後端に一方の端が連続しているダイヤフラム、このダイヤフラムの他方端に形成されている剛性のボス、および、前記円筒状胴部の開口端側の外周面部分に形成された外歯を備え、前記サーキュラスプラインの内側に配置されているフレクスプラインと、

前記フレクスプラインの円筒状胴部を楕円形に撓めて前記外歯を前記サーキュラスプラインの内歯に対して部分的に噛み合わせ、両歯の噛み合い位置を円周方向に移動させて、両歯の歯数差に応じた相対回転を両スプラインの間に発生させるウエーブジェネレータとを有し、

40

前記ウエーブジェネレータによって楕円形に撓められた前記円筒状胴部における楕円の長軸位置における半径方向への撓み量は、前記後端から前記開口端に向かうに連れて漸増している波動歯車装置において、

前記外歯は、歯底面および歯先面が平行な一定歯丈の歯形を基本歯形とし、その歯筋方向における前記開口端側の歯丈が当該開口端側の歯筋端に向かって漸減するように、当該歯筋端側の歯先面部分がテーパ面となっており、

前記内歯は、歯底面および歯先面が平行な一定歯丈の歯形を基本歯形とし、その歯筋方向における前記開口端側の歯丈が当該開口端側の歯筋端に向かって漸減するように、当該歯筋端側の歯先面部分がテーパ面となっており、

前記外歯および前記内歯に形成した各テーパ面は、前記ウエーブジェネレータによって

50

噛み合い状態とされた前記内歯および外歯における一方の歯の歯先面が他方の歯の歯元面に干渉することの無いように、それらのテーパ面角度および歯筋方向におけるテーパ面形成範囲が設定されていることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

本発明の波動歯車装置に用いるフレクスプラインにおいては、円筒状胴部、ダイヤフラム、ボス、および外歯形成部分を備えたフレクスプライン用ブランクを製造し、当該フレクスプライン用ブランクの開口端側の外歯形成部分における外歯歯先面となる部分にテーパ加工を施し、テーパ加工後の外歯形成部分に、直線加工による歯切り加工を施して外歯を形成することができる。このように、歯車加工を、一般的な直線状の平歯車の加工と同様に直線加工により行うことができる。よって、従来では困難であったコーニングによる干渉回避用のフレクスプラインの歯車加工を、ワイヤー加工機などの一般的な加工機械を用いて行うことが可能になる。

10

【 0 0 1 1 】

同様に、本発明の波動歯車装置に用いるサーキュラスプラインにおいては、内周面部分に内歯形成部分を備えた円環状のサーキュラスプライン用ブランクを製造し、当該サーキュラスプライン用ブランクの内歯形成部分における開口端側の内歯歯先面となる部分にテーパ加工を施し、テーパ加工後の内歯形成部分に、直線加工による歯切り加工を施して内歯を形成することができる。この場合においても一般的な加工機械を用いて干渉回避用の内歯を加工することが可能になる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明の波動歯車装置では、そのサーキュラスプラインおよびフレクスプラインの歯形として、歯筋方向に沿って歯底面および歯先面が平行な一定歯丈の歯形を基本とし、その開口端側の歯筋端側の歯先面部分にテーパを付けたものを用いている。この形状の歯形を双方のスプラインに採用することにより、両スプラインをコーニングによる干渉が生ずることなく噛み合わせることができ、歯車加工も一般的な加工機械を用いて簡単に行うことが可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本発明を適用したカップ型の波動歯車装置の斜視図および概略正面図である。

30

【 図 2 】 図 1 の波動歯車装置の縦断面図である。

【 図 3 】 図 1 のカップ状のフレクスプラインのコーニングを示す説明図である。

【 図 4 】 (a) はコーニングによる両スプラインの干渉状態を示す説明図であり、(b) は本発明を適用した歯形を示す説明図である。

【 図 5 】 両スプラインの歯車加工工程を示す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下に、図面を参照して本発明を適用した波動歯車装置を説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 および図 2 は、カップ型の波動歯車装置を示す縦断面図および概略正面図である。カップ型の波動歯車装置 1 は、剛性のサーキュラスプライン 2 と、この内側に配置されたカップ状のフレクスプライン 3 と、この内側に装着された楕円形のウエーブジェネレータ 4 から構成されている。カップ状のフレクスプライン 3 はウエーブジェネレータ 4 によって楕円状に撓められた状態にある。ウエーブジェネレータ 4 が回転すると、これら両スプラインの噛み合い位置を円周方向に移動して、両スプライン 2、3 の歯数差に応じた相対回転が両スプライン 2、3 の間に発生する。

40

【 0 0 1 6 】

図 3 はコーニングによるフレクスプライン 3 の撓み状態を示す説明図であり、(a) は変形前の状態を示す縦断面図であり、(b) はウエーブジェネレータ 4 によって楕円状に撓められた場合における楕円形の長軸 3 a を含む断面における撓み状態を示す縦断面図で

50

あり、(c)は楕円状に撓められた場合における楕円形の短軸3bを含む断面における撓み状態を示す縦断面図である。

【0017】

楕円形の長軸上においては、図3(b)から分かるように、フレクスプライン3は、コーニングによって、その円筒状胴部31の開口端30において半径方向外方への撓み量が最大となり、円筒状胴部31の後端に連続しているダイヤフラム32に向けて開口端30からの距離に比例して撓み量が漸減している。楕円形の短軸上においては、図3(c)から分かるように、半径方向の内側への撓み量が漸減している。ダイヤフラム32の内周縁には円盤状をした剛性のボス33が一体形成されている。

【0018】

なお、シルクハット形のフレクスプライン3Aの場合には、破線で示すように、ダイヤフラム32Aが半径方向の外方に広がっており、その外周縁に円環形状をした剛性のボス33Aが一体形成されている。この場合においてもフレクスプライン3Aにはコーニングが発生する。

【0019】

図4(a)はコーニングによる両スプライン2、3の噛み合いの干渉を示す説明図である。ここで、サーキュラスプライン2の内歯24の歯形24Aが、その歯底面24aおよび歯先面24bが平行であり、歯筋方向の全体に沿って一定歯丈の直線歯形あるいはインボリュート歯形であるとする。同様に、フレクスプライン3の外歯34の歯形34Aは、その歯底面34aおよび歯先面34bが平行であり、歯筋方向の全体に亘って一定歯丈の直線歯形あるいはインボリュート歯形であるとする。この場合には、内歯24と外歯34は、コーニングによって、フレクスプライン3の開口端30の側の歯筋端34c、24cの側の部分において他方の歯底面34a、24aと干渉してしまう。図においては干渉部分を斜線で示してある。

【0020】

そこで、本例のサーキュラスプライン2においては、図4(b)に示すように、内歯形24Aにおける開口端30の側の歯筋端部分の歯先面部分に平坦なテーパ面24dを形成した歯形24Bを用いている。同様に、フレクスプライン3においては、外歯34における開口端30の側の歯筋端部分の歯先面部分に平坦なテーパ面34dを形成した歯形34Bを用いている。ここで、各テーパ面24d、34dの角度(24)、(34)、および、各テーパ面24d、34dの歯筋端24c、34cからの歯筋方向の長さL(24)、L(34)はコーニングによる干渉を回避できるように設定される。

【0021】

図5は、外歯34を備えたフレクスプライン3の加工方法を示す説明図である。まず、図5(a)に示すように、円筒状胴部31、ダイヤフラム32、ボス33、および外歯形成部分36を備えたフレクスプライン用ブランク37を製造する。次に、図5(b)に示すように、フレクスプライン用ブランク37の開口端側の外歯形成部分36における外歯歯先面34bとなる部分にテーパ加工を施して、一定角度の平坦なテーパ面34dを付ける。次に、図5(c)に示すように、ブランク37におけるテーパ加工後の外歯形成部分36に、一般的な歯車加工機械を用いて、直線加工による歯切り加工を施して、テーパ付き外歯34を形成する。この後は所定の表面処理などの後処理が施される。

【0022】

内歯24を備えたサーキュラスプライン2の場合も同様であり、図5(d)に示すように、内周面部分に内歯形成部分26を備えた円環状のサーキュラスプライン用ブランク27を製造する。次に、図5(e)に示すように、サーキュラスプライン用ブランク27の内歯形成部分26におけるフレクスプライン開口端側に位置する歯筋方向の歯先面部分にテーパ加工を施して、一定角度の平坦なテーパ面24dを付ける。この後は、図5(f)に示すように、テーパ加工後の内歯形成部分26に、直線加工による歯切り加工を施してテーパ付き内歯24を形成する。

【0023】

10

20

30

40

50

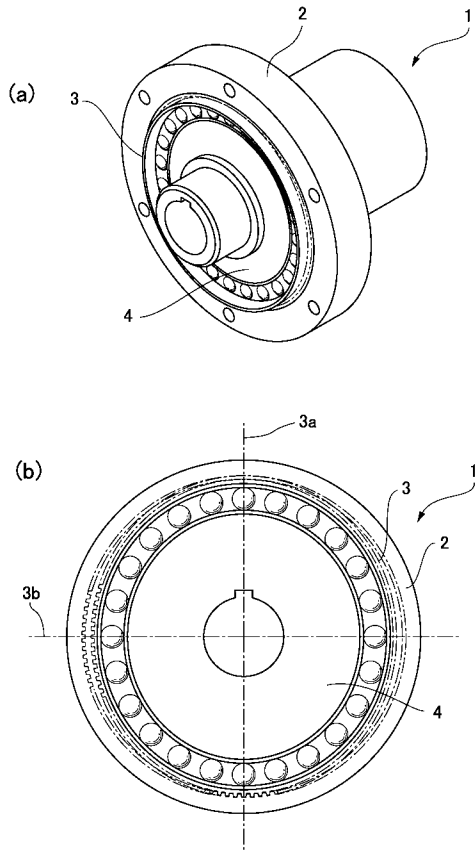
なお、上記の例はカップ型の波動歯車装置についてのものであるが、シルクハット型の波動歯車装置のサーキュラスプラインの内歯およびフレクスプラインの外歯も、上記の例と同様な歯形を用いることができる。

【符号の説明】

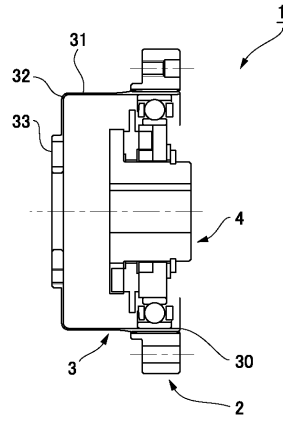
【 0 0 2 4 】

1	波動歯車装置	
2	サーキュラスプライン	
3、3 A	フレクスプライン	
3 a	長軸	
3 b	短軸	10
4	ウエーブジェネレータ	
2 4	内歯	
2 4 A	内歯歯形	
2 4 B	歯形	
2 4 a	歯底面	
2 4 b	歯先面	
2 4 c	歯筋端	
2 4 d	テーパ面	
2 6	内歯形成部分	
2 7	ブランク	20
3 0	開口端	
3 1	円筒状胴部	
3 2、3 2 A	ダイヤフラム	
3 3、3 3 A	ボス	
3 4	外歯	
3 4 A	歯形	
3 4 B	歯形	
3 4 a	歯底面	
3 4 b	歯先面	
3 4 c	歯筋端	30
3 4 d	テーパ面	
3 6	外歯形成部分	
3 7	ブランク	
(2 4)、(3 4)	テーパ面角度	
L (2 4)、L (3 4)	テーパ面の長さ	

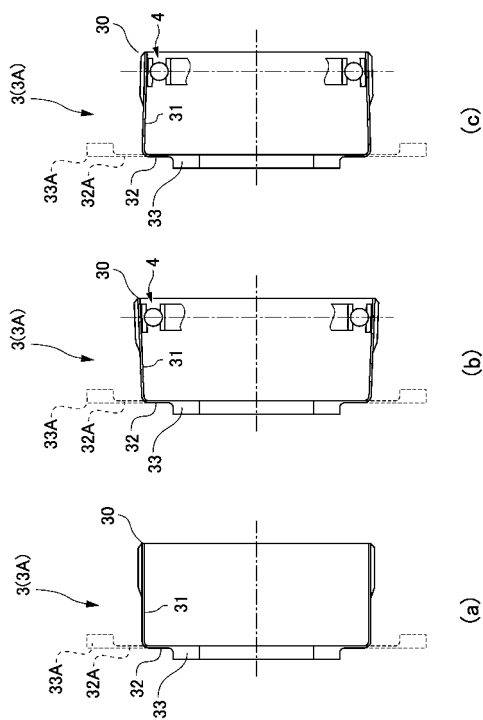
【図 1】



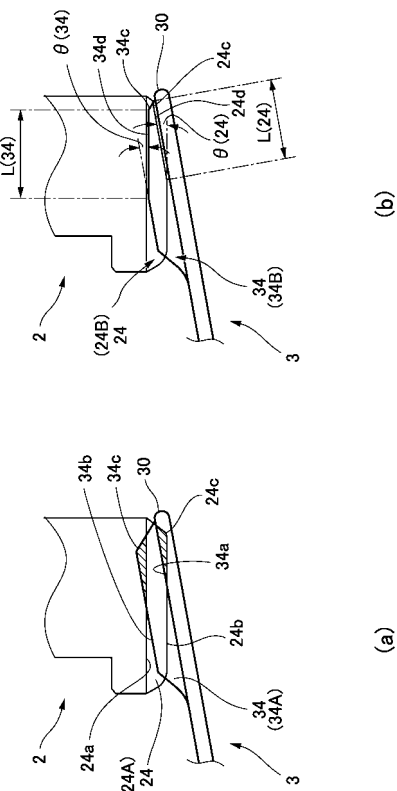
【図 2】



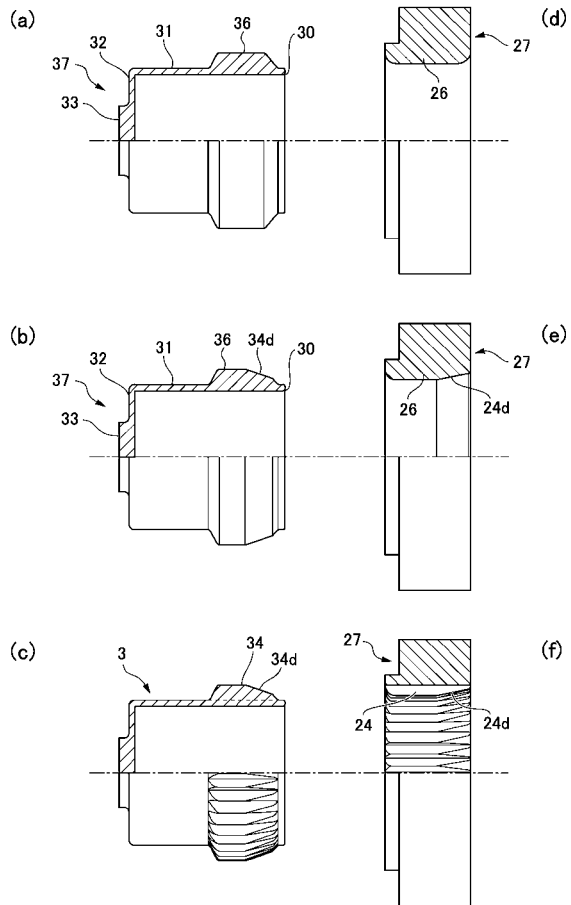
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭62-075153(JP,A)
再公表特許第2005/121597(JP,A1)
再公表特許第2005/124189(JP,A1)
特開平09-276977(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F16H 1/28 - 1/48
F16H 48/00 - 48/42
F16H 51/00 - 55/30