

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5178542号
(P5178542)

(45) 発行日 平成25年4月10日(2013.4.10)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

(51) Int.Cl.

F 16 H 1/32 (2006.01)

F 1

F 16 H 1/32

B

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2009-4452 (P2009-4452)
 (22) 出願日 平成21年1月13日 (2009.1.13)
 (65) 公開番号 特開2010-164068 (P2010-164068A)
 (43) 公開日 平成22年7月29日 (2010.7.29)
 審査請求日 平成23年10月12日 (2011.10.12)

(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 張 新月
 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
 (72) 発明者 山岸 俊実
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】波動歯車装置の波動発生器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円環状の剛性内歯歯車(2)の内側に配置された可撓性外歯歯車(3)を非円形に撓めて剛性内歯歯車(2)に部分的に噛み合わせ、これら両歯車(2, 3)の噛み合い位置を円周方向に移動させ、両歯車(2, 3)の間に両歯車(2, 3)の歯数差に起因する相対回転を発生させる波動歯車装置(1)の波動発生器(4)であって、

剛性プラグ(5)と、

この剛性プラグ(5)の非円形外周面(5a)によって非円形に撓められている円環状の可撓性ペアリング(6)とを有し、

この可撓性ペアリング(6)は、半径方向に撓み可能な円環状の可撓性外輪(12)および可撓性内輪(11)を備えた深みぞ玉軸受であり、

この可撓性ペアリング(6)のボール径Daは、各型番の現行品寸法に対して5~15%大きい寸法に設定され、

可撓性内輪(11)の軌道面半径roとボール径Daの比ro/Da、および、可撓性外輪(12)の軌道面半径riとボール径Daの比ri/Daは共に、各型番の現行品における各比に対して、0.8~2%小さくなるように、これら内外輪の軌道面半径ro、riの寸法が設定されていることを特徴とする波動歯車装置(1)の波動発生器(4)。

【請求項 2】

ボール径Daは、各型番の現行品寸法に対して11%大きい寸法に設定されており、

比ro/Daおよびri/Daは、それぞれ、各型番の現行品における各比に対して、

10

20

1. 2 % 小さくなるように、内外輪の軌道面半径 r_o 、 r_i の寸法が設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の波動歯車装置(1)の波動発生器(4)。

【請求項 3】

剛性プラグ(5)は楕円形外周面(5a)を備えており、

可撓性ペアリング(6)および可撓性外歯歯車(3)は楕円形に撓められることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の波動歯車装置(1)の波動発生器(4)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は波動歯車装置の波動発生器に関し、更に詳しくは、波動歯車装置の長寿命化を達成するために不可欠な波動発生器の可撓性ペアリングの長寿命化を実現するための技術に関する。 10

【背景技術】

【0002】

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、この可撓性外歯歯車を楕円状に撓めて剛性内歯歯車に部分的に噛み合せる波動発生器とを備えている。波動発生器をモータなどによって回転すると、両歯車の噛み合い位置が周方向に移動し、両歯車の歯数差に応じて減速された相対回転が両歯車の間に発生する。一方の歯車を回転しないように固定しておくことにより、他方の歯車から減速回転を出力して負荷側に伝達することができる。 20

【0003】

波動発生器は、モータ回転軸などに取り付けられる剛性プラグと、この剛性プラグの楕円形外周面に装着された可撓性ペアリングとを備えている。可撓性ペアリングは、一般的ラジアル玉軸受と同一の構造であるが、内外輪が半径方向に撓み可能な可撓性軌道輪となっている。可撓性ペアリングは剛性プラグの楕円形外周面と可撓性外歯歯車の内周面の間に装着され、可撓性ペアリングによって、剛性プラグと可撓性外歯歯車は相対回転可能な状態に保持されている。 30

【0004】

波動歯車装置は、その可撓性外歯歯車の形状に応じて、フラット型、カップ型およびシリクハット型と呼ばれる三種類の形式に分類することができる。特許文献 1、2 および 3 には、各形式の波動歯車装置が開示されている。 30

【特許文献 1】特開平 05 - 172195 号公報

【特許文献 2】特開平 08 - 166052 号公報

【特許文献 3】実開平 02 - 91238 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

波動歯車装置は、部品点数が少なく、回転伝達精度が高く、高減速比であるので、ロボットアームなどの駆動機構に組み込まれて使用される。近年においては、ロボットの高性能化、高速化に対する要求がますます強まっており、これに伴って、波動歯車装置の高性能化、特に長寿命化に対する要求が強まっている。波動歯車装置の高寿命化を達成するためには、可撓性外歯歯車を撓めながら回転運動を行う波動発生器の可撓性ペアリングの長寿命化が不可欠である。 40

【0006】

しかしながら、今まで、内外輪が半径方向に撓みながら回転する可撓性ペアリングについては、その長寿命化に対する考察がなされていない。すなわち、波動歯車装置が実用化されて数十年経過するが、可撓性ペアリングの各部の寸法はその間変更されることなくそのまま使用されているに過ぎない。

【0007】

本発明の課題は、波動歯車装置における半径方向に撓められながら回転する可撓性ペア 50

リングを改良して、その長寿命化を達成することにある。

【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、本発明は、円環状の剛性内歯歯車の内側に配置された可撓性外歯歯車を非円形に撓めて前記剛性内歯歯車に部分的に噛み合わせ、これら両歯車の噛み合い位置を円周方向に移動させ、両歯車の間に両歯車の歯数差に起因する相対回転を発生させる波動歯車装置の波動発生器において、

剛性プラグと、

この剛性プラグの非円形外周面によって非円形に撓められている円環状の可撓性ペアリングとを有し、

前記可撓性ペアリングは、半径方向に撓み可能な円環状の可撓性外輪および可撓性内輪を備えた深みぞ玉軸受であり、

当該可撓性ペアリングのボール径 D_a は、各型番の現行品寸法に対して 5 ~ 15 % 大きい寸法に設定され、

内輪の軌道面半径 r_o とボール径 D_a の比 r_o / D_a 、および、外輪の軌道面半径 r_i とボール径 D_a の比 r_i / D_a は、共に、各型番の現行品における各比に対して、0.8 ~ 2 % 小さくなるように、内外輪の軌道面半径 r_o 、 r_i の寸法が設定されていることを特徴としている。

【0009】

ここで、ボール径 D_a は、各型番の現行品寸法に対して 11 % 大きい寸法に設定されており、

比 r_o / D_a および r_i / D_a は、それぞれ、各型番の現行品における各比に対して、1.2 % 小さくなるように、内外輪の軌道面半径 r_o 、 r_i の寸法が設定されていることが望ましい。

【0010】

また、一般的には、前記剛性プラグは梢円形外周面を備えており、前記可撓性ペアリングおよび前記外歯歯車は梢円形に撓められる。

【発明の効果】

【0011】

本発明者等は、現行の波動歯車装置について、各型番および各形式のものについて、その波動発生器の可撓性ペアリングのボール径およびコンフォミティ (r_o / D_a 、 r_i / D_a) を変えて定格寿命の変化を調べた。この結果、ボール径を各型番の現行品寸法に対して 5 ~ 15 % 大きくすると共に、コンフォミティを 0.8 % ~ 2 % 小さくなるように内外輪の軌道面半径 r_o 、 r_i の寸法を設定することにより、定格寿命を約 5 倍以上にできることが確認された。

【0012】

特に、ボール径を各型番の現行品寸法に対して約 11 % 大きくすると共に、コンフォミティを約 1.2 % 小さくなるように軌道面半径を設定すると、定格寿命を少なくとも 6 倍以上にできることが確認された。

【0013】

したがって、本発明によれば、波動発生器の可撓性ペアリングの長寿命化を達成できるので、従来に比べて波動歯車装置の大幅な長寿命化を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した波動歯車装置における波動発生器の長寿命可撓性ペアリングについて説明する。

【0015】

図 1 は本発明を適用可能な波動歯車装置の一例を示す説明図である。この図に示す波動歯車装置 1 はカップ型のものであり、剛性内歯歯車 2 と、この内側に配置されたカップ形状の可撓性外歯歯車 3 と、この可撓性外歯歯車 3 を梢円状に撓めて剛性内歯歯車 2 に部分

的に噛み合せる波動発生器4とを備えている。両歯車2、3の歯数差は2n枚（nは正の整数）であり、一般的には2枚とされており、剛性内歯歯車2の方が歯数が多い。

【0016】

波動発生器4を不図示のモータなどによって高速回転すると、両歯車2、3の噛み合い位置が周方向に移動し、両歯車2、3の歯数差に応じて減速された相対回転が両歯車2、3の間に発生する。一方の歯車を回転しないように固定しておくことにより、他方の歯車から減速回転を出力して負荷側に伝達することができる。

【0017】

波動発生器4は、剛性プラグ5と、この剛性プラグ5の楕円形外周面5aに装着された可撓性ペアリング6とを備えている。剛性プラグ5はハブ7に一体回転するように取り付けられており、ハブ7がモータ回転軸などに連結固定される。可撓性ペアリング6は、一般的の深みぞ玉軸受と同一の構造であるが、内輪11および外輪12が半径方向に撓み可能な可撓性軌道輪となっており、これらの間に形成されている軌道に沿ってボール13が転動可能である。この可撓性ペアリング6は剛性プラグ5の楕円形外周面5aと可撓性外歯歯車3の外歯形成部分の内周面3aとの間に装着される。可撓性ペアリング6によって、剛性プラグ5と可撓性外歯歯車3は相対回転可能な状態に保持されている。

【0018】

図2は可撓性ペアリング6の部分断面図である。この図に示すように、可撓性ペアリング6の基本構造は一般的の深みぞ玉軸受と同一であるが、ボール径とコンフォミティ（内外輪の軌道面半径とボール径との比）が現行品寸法とは相違している。

【0019】

図2に示すように、ボール径をDa、内輪11の軌道面11aの軌道面半径をro、外輪12の軌道面12aの軌道面半径をriとすると、可撓性ペアリング6に組み込まれているボール13のボール径Daは、各型番の現行品のボール径に対して11%大きい寸法に設定してある。また、内輪11の側のコンフォミティ（内輪軌道面半径roとボール径Daの比ro/Da）、および、外輪12の側のコンフォミティ（外輪軌道面半径riとボール径Daの比ri/Da）を、共に、各型番の現行品における各比に対して、1.2%小さくなるように、内外輪11、12の軌道面半径ro、riの寸法を設定してある。

【0020】

ここで、現行品の各型番におけるボール径は次の通りであり、コンフォミティの最小値は51%、最大値53%、平均値は52%である。

型番	ボール径（mm）
8	2.000
11	2.381
14	3.175
17	4.000
20	4.763
25	5.556
32	7.144
40	9.525
45	11.000
50	11.906
58	13.494
65	14.288
80	19.050
90	21.431
100	23.813

【0021】

図3は、本発明者等が行った可撓性ペアリングの疲労寿命試験結果の一例を示すグラフである。疲労寿命試験は、現行品、比較例1、比較例2、および本発明品について同一条

10

20

30

40

50

件で運転したときの破損時間を測定したものである。現行品の可撓性ペアリングのボール径、コンフォミティに対して、比較例1ではコンフォミティのみを1.2%小さくなるように内外の軌道面半径を設定し、比較例2では現行品に対してボール径のみを11%大きくし、本発明品ではコンフォミティを1.2%小さくすると共にボール径を11%大きくしてある。その他の条件は同一であり、使用材質も同一である。

【0022】

このグラフにおいて、横線Aは現行品の平均寿命であり、横線Bは比較例1の平均寿命であり、横線Cは比較例2の平均寿命であり、横線Dは本発明品の平均寿命である。比較例1、2では平均寿命がそれぞれ3.5倍、2.5倍に増加しているが、本発明品では平均寿命が6.8倍に増加している。したがって、本発明によれば、可撓性ペアリング6の寿命を大幅に長くすることが可能であることが分かる。10

【0023】

図4は、上記の4種類の可撓性ペアリングについての疲労寿命試験結果を、縦軸を破損率(%)、横軸を寿命(時間)とした座標軸を用いて表したグラフである。直線a～dは、それぞれ、現行品、比較例1、比較例2および本発明品について求まった運転時間に対する破損率を示す近似直線である。本発明品は、現行品、比較例1、比較例2に対して、定格寿命 L_{10} が大幅に改善されることが分かる。また、比較例1、2に比べて、運転時間に対する破損率の増加率も少ない。

【0024】

本発明者等の実験によれば、ボール径を5～15%大きくし、コンフォミティを0.82%小さくすることにより、可撓性ペアリングの寿命を現行品に対して5倍以上の長寿命にできることが確認された。20

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明を適用可能なカップ型の波動歯車装置の説明図である。

【図2】図1の波動歯車装置の可撓性ペアリングの部分断面図である。

【図3】本発明による可撓性ペアリングの耐久試験結果を示すグラフである。

【図4】本発明による可撓性ペアリングの耐久試験結果を示すグラフである。

【符号の説明】

【0026】

1 波動歯車装置

2 剛性内歯歯車

3 可撓性外歯歯車

4 波動発生器

5 剛性プラグ

5 a 楕円形外周面

6 可撓性ペアリング

7 ハブ

11 内輪

11 a 軌道面

12 外輪

12 a 軌道面

13 ボール

D a ボール径

r_o 内輪の軌道面半径

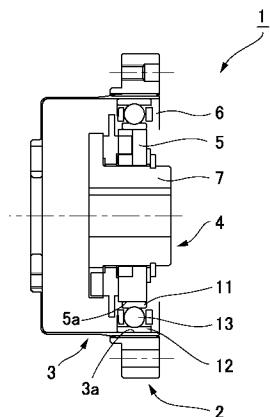
r_i 外輪の軌道面半径

20

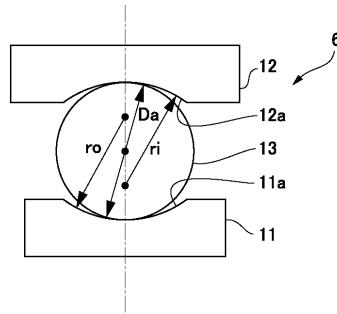
30

40

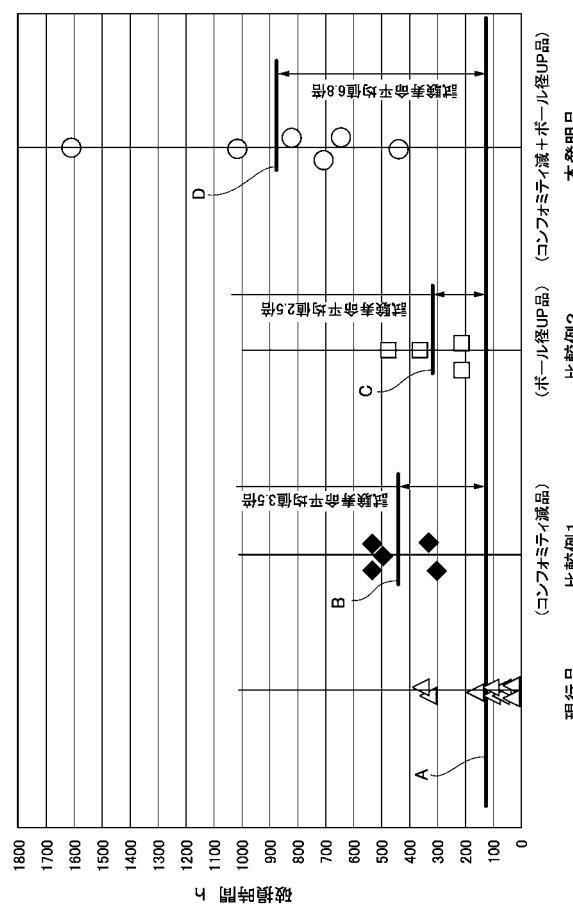
【図1】



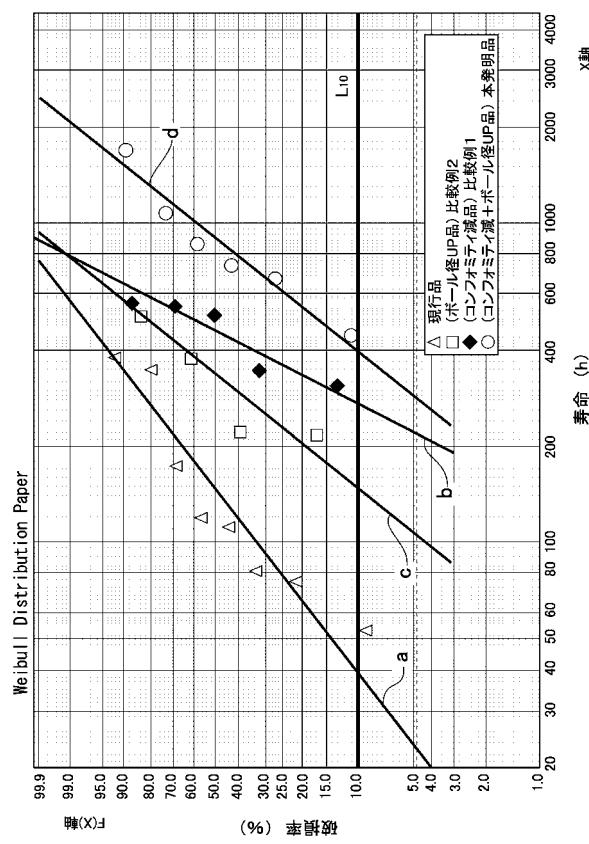
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 上浦 啓次

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 高吉 統久

(56)参考文献 特開2005-016608 (JP, A)

特開2004-232683 (JP, A)

特開2002-349645 (JP, A)

特開2005-100818 (JP, A)

特開平10-271745 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 33/58

F16H 1/32