(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年2月14日(14.02.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/030843 A1

(51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/028893

(22) 国際出願日： 2017年8月9日(09.08.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ(**HARMONIC DRIVE SYSTEMS INC.**) [JP/JP]; 〒1400013 東京都品川区南大井６丁目２５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 城 越 教 夫 (**SHIROKOSHI Norio**); 〒3998305 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 Nagano (JP).

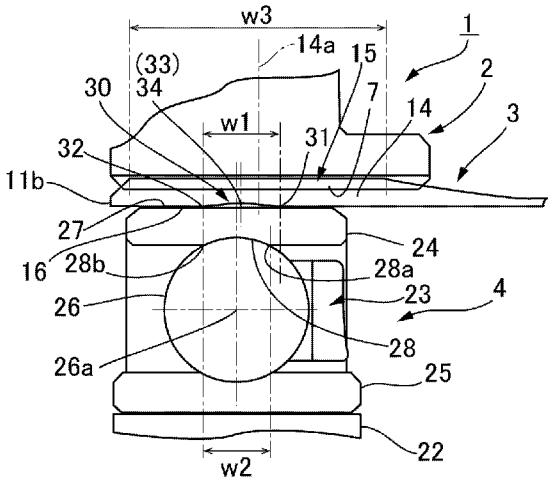
(74) 代理人: 横 沢 志 郎 (**YOKOZAWA Shiro**); 〒3900852 長野県松本市島立１１３２番地１８ Nagano (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) **Title:** WAVE GEAR DEVICE

(54) 発明の名称： 波動歯車装置



(57) **Abstract:** A wave gear device (1) wherein the outer circumferential surface (27) of an outer ring of a wave generator (4) is in contact with an inner-circumferential-surface portion (16) of a flexible externally toothed gear (3), and a release groove (30), which is not in contact with the outer circumferential surface (27), is formed in the inner-circumferential-surface portion (16). The release groove (30) is formed in a region containing a ball raceway groove (28). The groove depth of the release groove (30) gradually increases from both sides of the groove in the groove width direction toward a deepest portion (34) of the groove provided at an intermediate portion in the groove width direction. By providing the release groove (30), it is possible to smooth the distribution of pressing force of the wave generator (4) acting on the externally toothed gear (3) in the tooth-trace direction. In addition, the tooth root fatigue strength and the transmission torque capacity of the externally toothed gear (3) can be improved.

WO 2019/030843 A1

［続葉有］

ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

— 補正された請求の範囲（条約第19条(1)）

(57) 要約：波動歯車装置（１）において、可撓性の外歯歯車（３）の内周面部分（１６）に接する波動発生器（４）の外輪外周面（２７）が接している外歯歯車の内周面部分（１６）には、外輪外周面（２７）に接触しない逃がし溝（３０）が形成されている。逃がし溝（３０）は、ボール軌道溝（２８）を包含する領域に形成されている。逃がし溝（３０）の溝深さは、溝幅方向の両側の溝端から、溝幅方向の途中に設けた溝最深部（３４）に向かって、漸増している。逃がし溝（３０）を設けることにより、外歯歯車（３）に作用する波動発生器（４）の押圧力の歯筋方向の分布をなだらかにできる。外歯歯車（３）の歯底疲労強度、伝達トルク容量を向上できる。

明　細　書

発明の名称 ： 波動歯車装置

技術分野

[0001] 本発明は、波動発生器によって非円形に撓められる可撓性歯車に生じる応力を緩和できる波動歯車装置に関する。

背景技術

[0002] 典型的な波動歯車装置は、剛性の内歯歯車、可撓性の外歯歯車、および波動発生器を備えている。波動発生器によって、外歯歯車は半径方向に撓められて、内歯歯車に部分的に噛み合っている。波動発生器を回転させると、両歯車の噛み合い位置が円周方向に移動して、両歯車の間に、それらの歯数差に起因する相対回転が発生する。

[0003] 波動発生器は、一般に、楕円形輪郭の剛性プラグと、この外周面に装着したウエーブベアリングとを備えている。ウエーブベアリングは、半径方向に撓み可能な外輪および内輪と、これらの間に転動可能な状態で装着されている複数個のボールとを備えている。ウエーブベアリングは、剛性プラグの非円形外周面と、外歯歯車の内周面との間に装着され、外歯歯車と剛性プラグを相対回転可能な状態に保持している。

[0004] 例えば、波動発生器の剛性プラグが回転入力要素とされ、内歯歯車あるいは外歯歯車が減速回転出力要素とされる。剛性プラグは、ウエーブベアリングおよび外歯歯車の各部分を繰り返し半径方向に変位させながら、回転する。ウエーブベアリングの内輪が剛性プラグと共に高速回転し、その外輪が外歯歯車と一体となって回転する。内外輪の間に挿入されているボールは、外輪および内輪の軌道面に沿って転動する。これにより、剛性プラグおよび外歯歯車が小さなトルクでスムーズに相対回転可能である。

[0005] なお、特許文献１には、カップ形状あるいはシルクハット形状の外歯歯車を備えた波動歯車装置が記載されている。特許文献２には、円筒形状の外歯歯車を備えたフラット型波動歯車装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第２０１６／０９２６３６号

特許文献2：特開２００９－１５６４６２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 波動歯車装置では、内歯歯車と外歯歯車の噛み合い部分を介してトルク伝達が行われる。外歯歯車の外歯における歯底疲労強度は、伝達トルクを決定する上で重要な要因となる。外歯の歯底疲労強度を高めるためには、歯底に発生する応力を下げることが有効である。外歯歯車を撓めている波動発生器の押圧力（ボール荷重）は、外歯の歯筋方向におけるボール中心位置において大きくなる。波動発生器の押圧力の歯筋方向の分布をなだらかにできれば、外歯歯車の歯底疲労強度および装置の伝達トルク容量の向上に有利である。

[0008] 本発明の目的は、この点に鑑みて、外歯歯車に対する波動発生器の押圧力における歯筋方向の分布をなだらかにして、外歯歯車に生じる応力を低減可能な波動歯車装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の波動歯車装置は、剛性歯車と、剛性歯車にかみ合い可能な可撓性歯車と、可撓性歯車を非円形に撓めて剛性歯車に部分的にかみ合わせると共に、かみ合い位置を円周方向に移動させる波動発生器とを備えている。波動発生器は、剛性プラグと、可撓性歯車と剛性プラグの間に装着されるウエーブベアリングとを備えている。また、波動歯車装置は、可撓性歯車とウエーブベアリングとの間の面接触部分に形成した円周方向に延びる１条の逃がし溝を備えている。ウエーブベアリングは、一対の可撓性の軌道輪と、これらの間に装着された複数のボールを備えており、軌道輪の一方は、可撓性歯車との間で面接触部分を形成している第１軌道輪であり、逃がし溝は、可撓性

歯車および第１軌道輪のうち、少なくとも、第１軌道輪の可撓性歯車に接触する外周面に形成されている。

[0010] 逃がし溝は、面接触部分において、第１軌道輪に形成されているボール軌道溝に対応する領域、あるいは当該領域を包含する領域に形成されている。逃がし溝の溝幅は、ボール軌道溝の軌道幅と同一あるいは当該軌道幅よりも広い。逃がし溝の溝深さは、溝幅方向の両側の溝端から、溝幅方向の途中に設けた溝最深部に向かって、漸増している。

[0011] 本発明では、可撓性歯車と波動発生器の間の面接触部分に、所定幅の逃がし溝を形成してある。逃がし溝を設けることにより、面接触部分には、可撓性歯車に作用する波動発生器の押圧力が最大となるボール中心を含む領域に、相互に接触していない部分が形成される。歯筋方向において、外歯歯車に作用する押圧力の分布をなだらかにできる。この結果、可撓性歯車の歯底部分に生じる最大応力を低減でき、可撓性歯車の伝達トルク容量を上げることができる。

[0012] 波動歯車装置が、剛性歯車として内歯歯車を備え、可撓性歯車として外歯歯車を備えている場合には、波動発生器は、外歯歯車の内側に同軸に配置され、ウエーブベアリングの外輪の外周面と外歯歯車の内周面との間に、面接触部分が形成される。

[0013] フラット型波動歯車装置の場合には、通常、外歯の歯筋方向の中心に、ウエーブベアリングのボール中心が位置する。したがって、逃がし溝の溝幅方向の中心を、ボール中心に対応する位置とし、逃がし溝の溝幅をボール軌道溝の幅と同一とすればよい。また、逃がし溝の溝深さを、溝幅方向の両側の溝端から、溝幅方向の中心に設けた溝最深部に至るまで、漸増させる。溝最深部の溝深さは、０．０２ｍｍ以下にすることが望ましい。

[0014] カップ型あるいはシルクハット型の波動歯車装置の場合には、外歯歯車は、円筒状胴部と、当該円筒状胴部の一方の端から半径方向に延びるダイヤフラムと、円筒状胴部の他方の端である開口端の側の外周面部分に形成された外歯とを備えたカップ形状あるいはシルクハット形状の外歯歯車である。こ

の形状の外歯歯車には、波動発生器によって、コーニングと呼ばれる撓みが生じる。この場合には、外歯の歯筋方向の中心に対して、ウエーブベアリングのボール中心が、外歯歯車の開口端の側にシフトしている場合がある。

[0015] カップ型あるいはシルクハット型の波動歯車装置の場合には、逃がし溝の溝幅を、ボール軌道溝の幅よりも広くし、逃がし溝の溝端のうち、開口端の側の溝端を、ボール軌道溝における開口端の側の端に対応する位置とし、逃がし溝の溝最深部を、ボール中心に対応する位置から外歯の有効歯幅の中心に対応する位置までの間に位置させる。

[0016] 例えば、ボール軌道溝の軌道幅と同一の幅から、その１．１倍の幅までの範囲内とし、逃がし溝の溝端のうち、開口端の側の溝端を、ボール軌道溝における開口端の側の端に対応する位置とし、逃がし溝の溝最深部を、ボールの中心に対応する位置から、ダイヤフラムの側に向かって、軌道幅の０．１倍の距離の位置までの間に位置させる。このように逃がし溝を形成すると、大きな押圧力が作用する領域に逃がし溝の溝最深部を位置させることができる。この場合においても、溝最深部の溝深さは、０．０２ｍｍ以下にすることが望ましい。

[0017] なお、個々の装置については、上記の条件を満たす範囲内において、逃がし溝の幅、深さ、形状を、主として、外歯歯車の内周面部分と外輪の外周面との間の接触面圧および縦弾性係数を考慮して決定すればよい。

図面の簡単な説明

[0018] [図1A]本発明を適用した波動歯車装置の概略端面図である。

[図1B]図１Ａの波動歯車装置の概略断面図である。

[図2A]図１の逃がし溝が形成されている部分を示す部分拡大断面図である。

[図2B]逃がし溝の別の例を示す部分拡大断面図である。

[図2C]逃がし溝の更に別の例を示す部分拡大断面図である。

[図3A]本発明を適用可能な波動歯車装置の例を示す説明図である。

[図3B]本発明を適用可能な波動歯車装置の例を示す説明図である。

[図3C]本発明を適用可能な波動歯車装置の例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[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。以下の実施の形態は、カップ型波動歯車装置に関するものである。しかしながら、本発明は、シルクハット型波動歯車装置およびフラット型波動歯車装置にも、同様に適用可能である。

[0020] 図１Ａは実施の形態に係る波動歯車装置の概略端面図であり、図１Ｂはその概略縦断面図である。これらの図に示すように、波動歯車装置１は、円環状の剛性の内歯歯車２（剛性歯車）と、この内側に同軸に配置したカップ形状の可撓性の外歯歯車３（可撓性歯車）と、この内側に嵌め込まれた波動発生器４とを備えている。

[0021] 外歯歯車３は、波動発生器４によって、楕円形状に撓められている。波動発生器４によって撓められた外歯歯車３には、楕円形状における長軸Ｌｍａｘの両端の２か所に、内歯歯車２にかみ合うかみ合い部分が形成される。図１Ａにおいて、一点鎖線で囲む部分が、かみ合い部分５ａ、５ｂである。

[0022] 波動発生器４がモータ等（図示せず）によって回転すると、両歯車２、３のかみ合い部分５ａ、５ｂが内歯歯車２の円周方向に移動する。かみ合い部分５ａ、５ｂが１周すると、両歯車２、３の歯数差分だけ、両歯車２、３の間に相対回転が生じる。内歯歯車２と外歯歯車３の間の歯数差は２ｎ枚（ｎ：正の整数）であり、例えば、２枚（ｎ＝１）である。例えば、内歯歯車２を回転しないように固定すると、波動発生器４の回転を、外歯歯車３の側から、大幅に減速された減速回転として取り出すことができる。

[0023] 内歯歯車２は、ほぼ矩形断面をした円環状部材６と、この円環状部材６の円形内周面に形成した内歯７とを備えている。外歯歯車３は、半径方向に撓み可能な円筒状胴部１１と、この円筒状胴部１１の後端１１ａから半径方向の内側に延びている円盤状のダイヤフラム１２と、ダイヤフラム１２の内周縁に繋がっている剛体である円環状のボス１３と、円筒状胴部１１の開口端１１ｂの側の外周面部分に形成した外歯１４とを備えている。

[0024] 波動発生器４は、円筒状の剛性ハブ２１と、この外周面に取り付けた剛性

のウエーブプラグ２２と、ウエーブプラグ２２の楕円状輪郭の外周面２２ａに装着したウエーブベアリング２３とを備えている。ウエーブベアリング２３は、可撓性の外輪２４、可撓性の内輪２５、および、これらの間に転動可能に装着されている複数のボール２６を備えている。ウエーブプラグ２２の外周面２２ａに装着したウエーブベアリング２３の外輪外周面２７は楕円状輪郭に撓められている。外歯歯車３において、円筒状胴部１１の外歯１４が形成されている外歯形成部分１５は、外輪外周面２７によって内側から外方に押圧されて、輪郭形状に対応した楕円形状に撓められている。

[0025] ここで、外歯歯車３と波動発生器４との間の面接触部分には、円周方向に延びる１条の逃がし溝３０が形成されている。面接触部分は、外歯歯車３の外歯形成部分１５の内周面部分１６と、波動発生器４のウエーブベアリング２３の外輪外周面２７との間に形成される。逃がし溝３０は、内周面部分１６および外輪外周面２７のうちの少なくとも一方に形成される。本例では、外輪外周面２７に形成されている。

[0026] 図２Ａは逃がし溝３０が形成されている部分を示す部分拡大断面図である。ウエーブベアリング２３において、外輪２４の内周面には、所定の曲率の湾曲面からなるボール軌道溝２８が形成されている。ボール軌道溝２８は一定の軌道幅ｗ２を備えている。ボール軌道溝２８における幅方向の中心は、ボール中心２６ａに一致している。

[0027] 逃がし溝３０の溝幅ｗ１は、外輪２４に形成されているボール軌道溝２８の軌道幅ｗ２と同一あるいは、それよりも広い。本例では、軌道幅ｗ２の１．１倍の寸法としてある。

[0028] また、逃がし溝３０の溝幅方向（外歯１４の歯筋方向）の両側の溝端３１、３２のうち、外歯歯車３の開口端１１ｂの側の溝端３２は、ボール軌道溝２８における開口端１１ｂの側の端２８ｂに対応する位置とされる。したがって、本例では、逃がし溝３０の他方の溝端３１は、ボール軌道溝２８の他方の端２８ａから軌道幅ｗ２の０．１倍の距離の位置にある。逃がし溝３０における溝幅方向の中心３３は、ボール中心２６ａよりもダイヤフラム側に

位置する。

[0029] 逃がし溝３０の溝最深部３４は、ボール中心２６ａに対応する位置から、外歯１４の有効歯幅ｗ３の中心１４ａに対応する位置までの間に設けてある。本例では、ボール中心２６ａから、ダイヤフラムの側に向かって、軌道幅ｗ２の０．１倍の距離の位置までの間に設けてある。例えば、溝幅方向の中心３３に溝最深部３４が位置する。また、溝最深部３４の溝深さは、０．０２ｍｍ以下に設定されている。さらに、逃がし溝３０の溝深さは、溝幅方向の両側の溝端３１、３２から溝最深部３４に至るまで、漸増している。

[0030] 本例の波動歯車装置１においては、外歯歯車３と波動発生器４との間の面接触部分に、逃がし溝３０を形成してある。すなわち、外歯歯車３の内周面部分１６とウエーブベアリング２３の外輪外周面２７との間において、ボール真上の位置を包含する部分を、接触しないように相互に逃がしてある（離してある）。外歯歯車３の外歯形成部分１５において、ボール真上の部分に作用する応力を緩和できる。すなわち、ウエーブベアリング２３の側から外歯形成部分１５に作用する押圧力における歯筋方向の分布を平坦化できる。これにより、外歯１４の歯面荷重分布を平坦化でき、歯筋方向の各位置において外歯１４を内歯７に対して適切にかみ合わせることができる。外歯歯車３の歯底疲労強度および装置の伝達トルク容量の向上に有利である。

[0031] また、逃がし溝３０は、外歯歯車３の内周面部分とウエーブベアリングの外輪外周面との間に、潤滑剤溜まりとして機能する。これにより、これらの摺動面の潤滑信頼性が向上する。

[0032] 図２Ｂは、外輪２４の側に逃がし溝を形成した例を示す部分拡大断面図である。この場合においても、逃がし溝３０Ａの溝幅、形状、形成範囲は、逃がし溝３０の場合と同様である。図２Ｃに示すように、外歯歯車３の内周面部分１６および外輪外周面２７の双方に、逃がし溝３０Ｂ、３０Ｃを形成することも可能である。例えば、逃がし溝３０Ｂ、３０Ｃを線対称の形状にする。また、それぞれの溝最深部の溝深さの合計を、０．０２ｍｍ以下にすればよい。なお、図２Ｂ、２Ｃにおいて、図２Ａにおける対応する部位には同

一の符号を付してある。

[0033] ［その他の実施の形態］

図３Ａ、３Ｂ、３Ｃには、本発明を適用可能な波動歯車装置を示してある。図３Ａに示す波動歯車装置１２０は、最も内側に剛性の外歯歯車１２２（剛性歯車）が配置されている。外歯歯車１２２を同心状に取り囲む状態に、円環状の可撓性の内歯歯車１２３（可撓性歯車）が配置されている。内歯歯車１２３を同心状に取り囲む状態に、環状の波動発生器１２４が配置されている。内歯歯車１２３は、波動発生器１２４によって、楕円状に撓められている。波動発生器１２４によって撓められた内歯歯車１２３には、楕円形状の短軸Ｌｍｉｎの両端の２か所に、外歯歯車１２２に対するかみ合い部分１２５ａ、１２５ｂが形成される。

[0034] 波動発生器１２４は円環状の剛性カム板１２６と、この内側に装着されたウエーブベアリング１２７とを備えている。なお、図示の例では、ウエーブベアリング１２７の外輪は剛性カム板１２６に一体形成されている。例えば、波動発生器１２４をモータなどの回転駆動源によって回転し、外歯歯車１２２を回転しないように固定すると、両歯車１２２、１２３のかみ合い位置が周方向に移動し、両歯車の歯数差に応じた相対回転が両歯車の間に発生する。この回転を内歯歯車１２３から取り出すことができる。

[0035] ウエーブベアリング１２７の内輪１２８の内周面１２８ａと、可撓性の内歯歯車１２３の外周面部分１２３ａとの間の面接触部分に、逃がし溝１３０が形成される。逃がし溝１３０は、内周面１２８ａ、外周面部分１２３ａ、あるいは、双方に形成される。

[0036] 図３Ｂに示す波動歯車装置１４０は、剛性の内歯歯車１４２（剛性歯車）と、この内側に配置されている可撓性の外歯歯車１４３（可撓性歯車）と、この内側に嵌め込まれている非円形輪郭の波動発生器１４４を有している。外歯歯車１４３における外歯が形成されている部分は、波動発生器１４４によって非円形に撓められている。

[0037] 波動発生器１４４は、非円形輪郭の剛性カム板１４６と、この外周に装着

したウエーブベアリング１４７とを備えている。剛性カム板１４６の非円形外周面１４６ａは、真円に対して、その円周方向に沿って等間隔の複数箇所において内接可能な閉曲線によって規定されている。本例では、非円形外周面１４６ａは、三つ葉形状（３ローブ形状）であり、真円に対して、その円周方向に沿って等間隔の３箇所において内接可能な閉曲線によって規定されている。真円に対して、その円周方向に沿って等間隔の４か所以上の複数箇所において内接可能な閉曲線によって非円形外周面を規定することも可能である。

[0038] この形状の波動発生器１４４によって、外歯歯車１４３は、当該波動発生器１４４の非円形輪郭に沿った形状に撓められて、１２０°の角度間隔の３か所で、内歯歯車１４２に対するかみ合い部分１４５ａ、１４５ｂ、１４５ｃが形成されている。

[0039] 波動発生器１４４にはモータ軸などの高速回転入力軸が連結される。波動発生器１４４が回転すると、両歯車１４２、１４３の噛み合い位置が円周方向に移動して、両歯車１４２、１４３の間には、それらの歯数差に起因する相対回転が発生する。例えば、内歯歯車１４２が回転しないように固定され、外歯歯車１４３が負荷側の部材に連結され、外歯歯車１４３から減速回転が取り出されて負荷側の部材に伝達される。この場合の両歯車１４２、１４３の歯数差は３ｎ枚（ｎは正の整数）に設定される。

[0040] 波動発生器１４４のウエーブベアリング１４７の外輪１４８の外周面１４８ａと、可撓性の外歯歯車１４３の内周面部分１４３ａとの間の面接触部分に、逃がし溝１５０が形成される。逃がし溝１５０は、外周面１４８ａ、内周面部分１４３ａ、あるいは、双方に形成される。

[0041] 図３Ｃに示す波動歯車装置１６０は、可撓性の内歯歯車１６３（可撓性歯車）が剛性の外歯歯車１６２（剛性歯車）の外側に配置されており、内歯歯車１６３の外周側に、非円形輪郭の内周面を備えた波動発生器１６４が配置されている。

[0042] 波動発生器１６４は、非円形内周面１６６ａを備えた剛性カム板１６６と

、この非円形内周面１６６ａに装着したウエーブベアリング１６７とを備えている。剛性カム板１６６の非円形内周面１６６ａは、真円に対して、その円周方向に沿って等間隔の複数箇所において外接可能な閉曲線によって規定されている。本例では、非円形内周面１６６ａは、三つ葉形状（３ローブ形状）であり、真円に対して、その円周方向に沿って等間隔の３箇所において外接可能な閉曲線によって規定されている。真円に対して、その円周方向に沿って等間隔の４か所以上の複数箇所において外接可能な閉曲線によって非円形内周面を規定することも可能である。

[0043] この形状の波動発生器１６４によって、内歯歯車１６３は、当該波動発生器１６４の非円形輪郭に沿った形状に撓められて、１２０°の角度間隔の３か所で、外歯歯車１６２に対するかみ合い部分１６５ａ、１６５ｂ、１６５ｃが形成される。例えば、波動発生器１６４をモータなどの回転駆動源によって回転し、外歯歯車１６２を回転しないように固定しておくと、両歯車１６２、１６３のかみ合い位置が周方向に移動し、両歯車の歯数差に応じた相対回転が両歯車の間に発生する。この回転を内歯歯車１６３から取り出すことができる。この場合の両歯車１６２、１６３の歯数差は３ｎ枚（ｎは正の整数）に設定される。

[0044] 波動発生器１６４のウエーブベアリング１６７の内輪１６８の内周面１６８ａと、可撓性の内歯歯車１６３の外周面部分１６３ａとの間の面接触部分に、逃がし溝１７０が形成される。逃がし溝１７０は、内周面１６８ａ、外周面部分１６３ａ、あるいは、双方に形成される。

請求の範囲

[請求項1] 剛性歯車と、

前記剛性歯車にかみ合い可能な可撓性歯車と、

前記可撓性歯車を非円形に撓めて前記剛性歯車に部分的にかみ合わせると共に、かみ合い位置を円周方向に移動させるために、剛性プラグと、前記可撓性歯車と前記剛性プラグの間に装着されるウエーブベアリングとを備えた波動発生器と、

前記可撓性歯車と前記ウエーブベアリングとの間の面接触部分に形成した円周方向に延びる1条の逃がし溝と

を有しており、

前記ウエーブベアリングは、一対の可撓性の軌道輪と、これらの間に装着された複数のボールを備えて、前記軌道輪の一方は、前記可撓性歯車との間で前記面接触部分を形成している第1軌道輪であり、

前記逃がし溝は、前記可撓性歯車および前記第1軌道輪のうち、少なくとも、前記第1軌道輪の前記可撓性歯車に接触する外周面に形成されており、

前記逃がし溝は、前記面接触部分において、前記第1軌道輪に形成されているボール軌道溝に対応する領域、あるいは当該領域を包含する領域に形成されており、

前記逃がし溝の溝幅は、前記ボール軌道溝の軌道幅と同一あるいは当該軌道幅よりも広く、

前記逃がし溝の溝深さは、溝幅方向の両側の溝端から、前記溝幅方向の途中に設けた溝最深部に向かって、漸増している波動歯車装置。

[請求項2] 請求項1において、

前記剛性歯車は内歯歯車であり、

前記可撓性歯車は、前記内歯歯車の内側に同軸に配置した外歯歯車であり、

前記波動発生器は、前記外歯歯車の内側に同軸に配置されており、

前記第１軌道輪は外輪であり、

前記面接触部分は、前記可撓性歯車の内周面と前記第１軌道輪の外周面との間に形成されている波動歯車装置。

[請求項3] 請求項２において、

前記外歯歯車は、円筒形状の外歯歯車であり、

前記逃がし溝の前記溝幅方向の中心は、前記ボール軌道溝の幅方向の中心に対応する位置にあり、

前記逃がし溝の前記溝幅は前記ボール軌道溝の前記軌道幅と同一であり、

前記逃がし溝の溝深さは、前記溝幅方向の両側の前記溝端から、前記溝幅方向の中心に設けた前記溝最深部に至るまで、漸増している波動歯車装置。

[請求項4] 請求項３において、

前記溝最深部の溝深さは、０．０２ｍｍ以下である波動歯車装置。

[請求項5] 請求項２において、

前記外歯歯車は、円筒状胴部と、当該円筒状胴部の一方の端から半径方向に延びるダイヤフラムと、前記円筒状胴部の他方の端である開口端の側の外周面部分に形成された外歯とを備えたカップ形状あるいはシルクハット形状の外歯歯車であり、

前記逃がし溝の前記溝幅は、前記ボール軌道溝の前記軌道幅よりも広く、

前記逃がし溝の前記溝端のうち、前記開口端の側の前記溝端は、前記ボール軌道溝における前記開口端の側の端に対応する位置にあり、

前記逃がし溝の前記溝最深部は、前記ボールの中心に対応する位置から、前記外歯歯車の外歯の有効歯幅の中心までの間に位置している波動歯車装置。

[請求項6] 請求項５において、

前記逃がし溝の前記溝幅は、前記ボール軌道溝の前記軌道幅の１．

１倍以下であり、

前記逃がし溝の前記溝端のうち、前記開口端の側の前記溝端は、前記ボール軌道溝における前記開口端の側の端に対応する位置にあり、

前記逃がし溝の前記溝最深部は、前記ボールの中心に対応する位置から、前記ダイヤフラムの側に向かって、前記軌道幅の０．１倍の距離の位置までの間に位置している波動歯車装置。

[請求項7] 請求項５において、

前記溝最深部の溝深さは、０．０２ｍｍ以下である波動歯車装置。

補正された請求の範囲
[2018年6月18日(18.06.2018) 国際事務局受理]

［請求項１］（削除）

［請求項２］（削除）

［請求項３］（補正後）　剛性歯車と、

前記剛性歯車にかみ合い可能な可撓性歯車と、

前記可撓性歯車を非円形に撓めて前記剛性歯車に部分的にかみ合わせると共に、かみ合い位置を円周方向に移動させるために、剛性プラグと、前記可撓性歯車と前記剛性プラグの間に装着されるウエーブベアリングとを備えた波動発生器と、

前記可撓性歯車と前記ウエーブベアリングとの間の面接触部分に形成した円周方向に延びる１条の逃がし溝と

を有しており、

前記ウエーブベアリングは、一対の可撓性の軌道輪と、これらの間に装着された複数のボールとを備えており、前記軌道輪の一方は、前記可撓性歯車との間で前記面接触部分を形成している第１軌道輪であり、

前記逃がし溝は、前記可撓性歯車および前記第１軌道輪のうち、少なくとも、前記第１軌道輪の前記可撓性歯車に接触する外周面に形成されており、

前記逃がし溝は、前記面接触部分において、前記第１軌道輪に形成されているボール軌道溝に対応する領域に形成されており、

前記逃がし溝の溝幅は、前記ボール軌道溝の軌道幅と同一であり、

前記逃がし溝の溝深さは、溝幅方向の両側の溝端から、前記溝幅方向の途中に設けた溝最深部に向かって、漸増しており、

前記剛性歯車は内歯歯車であり、

前記可撓性歯車は、前記内歯歯車の内側に同軸に配置した外歯歯車であり、

前記波動発生器は、前記外歯歯車の内側に同軸に配置されており、

前記第１軌道輪は外輪であり、

前記面接触部分は、前記可撓性歯車の内周面と前記第１軌道輪の外周面との間に形成されており、

前記外歯歯車は、円筒形状の外歯歯車であり、

前記逃がし溝の前記溝幅方向の中心は、前記ボール軌道溝の幅方向の中心に対応する位置にあり、

前記逃がし溝の溝深さは、前記溝幅方向の両側の前記溝端から、前記溝幅方向の中心に設けた前記溝最深部に至るまで、漸増している波動歯車装置。

［請求項４］　請求項３において、

前記溝最深部の溝深さは、０．０２ｍｍ以下である波動歯車装置。

［請求項５］（補正後）　剛性歯車と、

前記剛性歯車にかみ合い可能な可撓性歯車と、

前記可撓性歯車を非円形に撓めて前記剛性歯車に部分的にかみ合わせると共に、かみ合い位置を円周方向に移動させるために、剛性プラグと、前記可撓性歯車と前記剛性プラグの間に装着されるウエーブベアリングとを備えた波動発生器と、

前記可撓性歯車と前記ウエーブベアリングとの間の面接触部分に形成した円周方向に延びる１条の逃がし溝と

を有しており、

前記ウエーブベアリングは、一対の可撓性の軌道輪と、これらの間に装着された複数のボールを備えて、前記軌道輪の一方は、前記可撓性歯車との間で前記面接触部分を形成している第１軌道輪であり、

前記逃がし溝は、前記可撓性歯車および前記第１軌道輪のうち、少なくとも、前記第１軌道輪の前記可撓性歯車に接触する外周面に形成されており、

前記逃がし溝は、前記面接触部分において、前記第１軌道輪に形成されているボール軌道溝に対応する領域を包含する領域に形成されており、

前記逃がし溝の溝幅は、前記ボール軌道溝の軌道幅よりも広く、

前記逃がし溝の溝深さは、溝幅方向の両側の溝端から、前記溝幅方向の途

中に設けた溝最深部に向かって、漸増しており、

前記剛性歯車は内歯歯車であり、

前記可撓性歯車は、前記内歯歯車の内側に同軸に配置した外歯歯車であり、

前記波動発生器は、前記外歯歯車の内側に同軸に配置されており、

前記第１軌道輪は外輪であり、

前記面接触部分は、前記可撓性歯車の内周面と前記第１軌道輪の外周面との間に形成されており、

前記外歯歯車は、円筒状胴部と、当該円筒状胴部の一方の端から半径方向に延びるダイヤフラムと、前記円筒状胴部の他方の端である開口端の側の外周面部分に形成された外歯とを備えたカップ形状あるいはシルクハット形状の外歯歯車であり、

前記逃がし溝の前記溝端のうち、前記開口端の側の前記溝端は、前記ボール軌道溝における前記開口端の側の端に対応する位置にあり、

前記逃がし溝の前記溝最深部は、前記ボールの中心に対応する位置から、前記外歯歯車の外歯の有効歯幅の中心までの間に位置している波動歯車装置。

［請求項６］　請求項５において、

前記逃がし溝の前記溝幅は、前記ボール軌道溝の前記軌道幅の１．１倍以下であり、

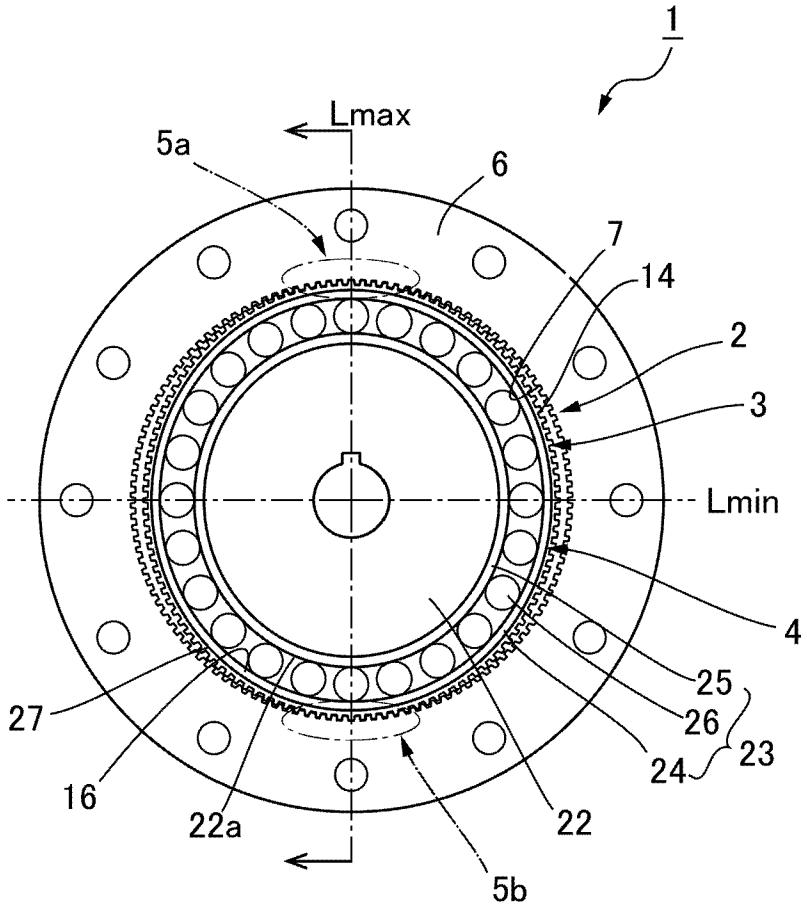
前記逃がし溝の前記溝端のうち、前記開口端の側の前記溝端は、前記ボール軌道溝における前記開口端の側の端に対応する位置にあり、

前記逃がし溝の前記溝最深部は、前記ボールの中心に対応する位置から、前記ダイヤフラムの側に向かって、前記軌道幅の０．１倍の距離の位置までの間に位置している波動歯車装置。

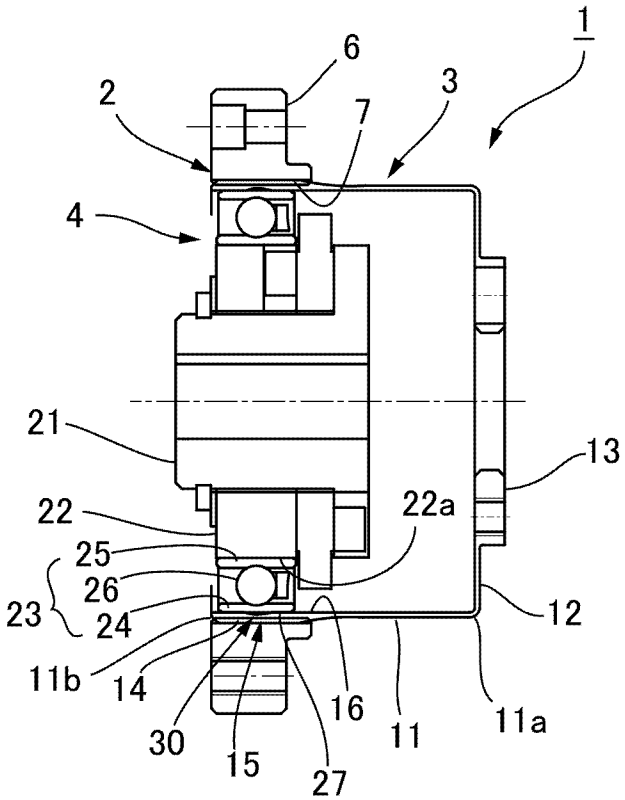
［請求項７］　請求項５において、

前記溝最深部の溝深さは、０．０２ｍｍ以下である波動歯車装置。

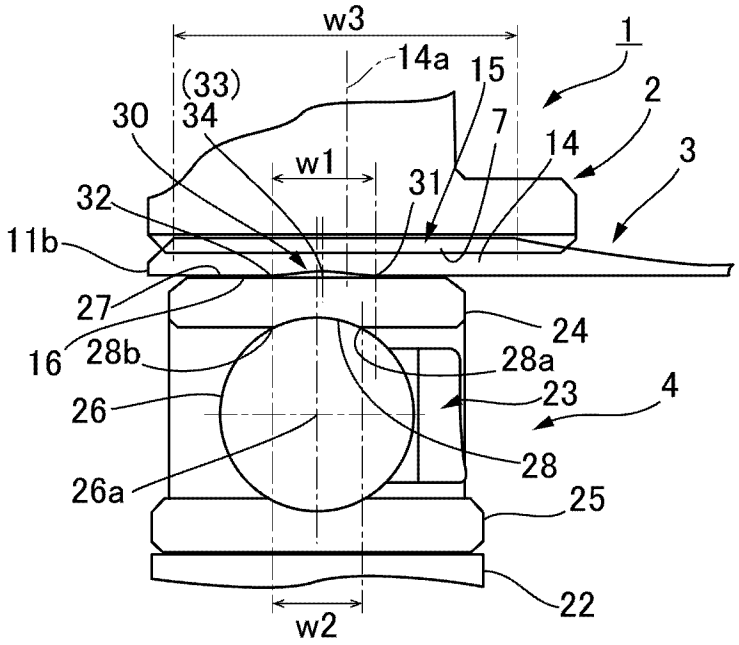
[図1A]


1
Lmax
5a
6
7
14
2
3
Lmin
4
25
26
24
23
27
16
22a
22
5b

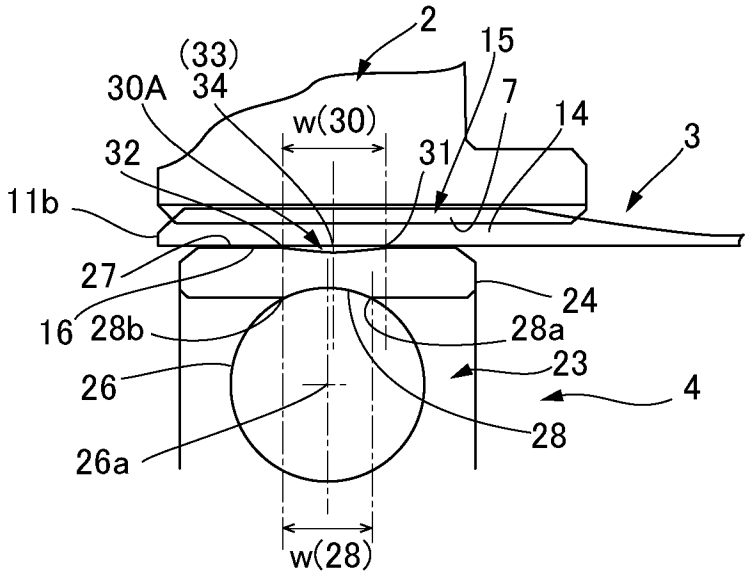
[図1B]


1
6
2
3
7
4
21
13
22
22a
25
26
23
24
12
11b
14
16
11
11a
30
15
27

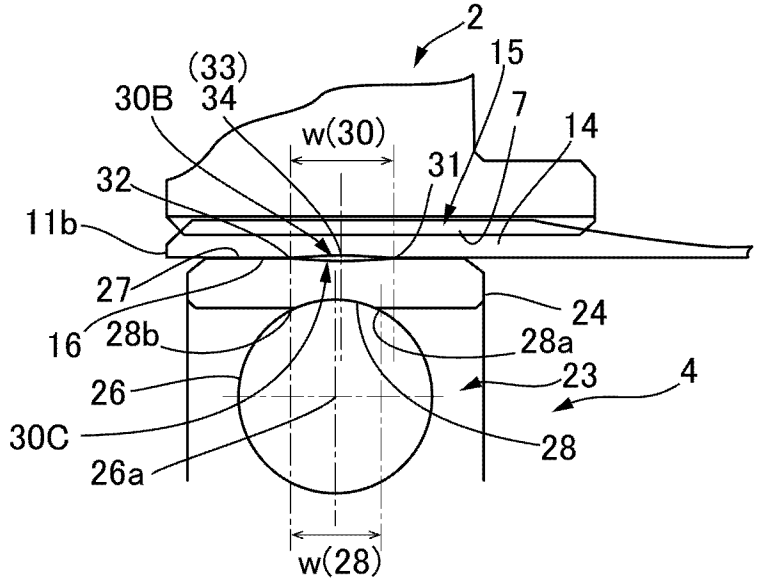
[図2A]


w3
14a
1
15
(33)
2
30
34
7
14
3
w1
31
32
11b
27
24
16
28b
28a
23
4
26
28
26a
25
22
w2

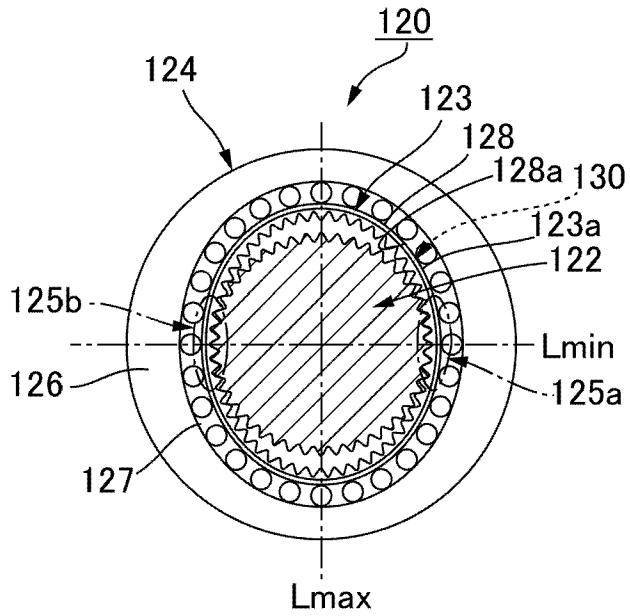
[図2B]


2
15
(33)
30A
34
7
w(30)
14
3
32
31
11b
27
24
16
28b
28a
23
4
26
28
26a
w(28)

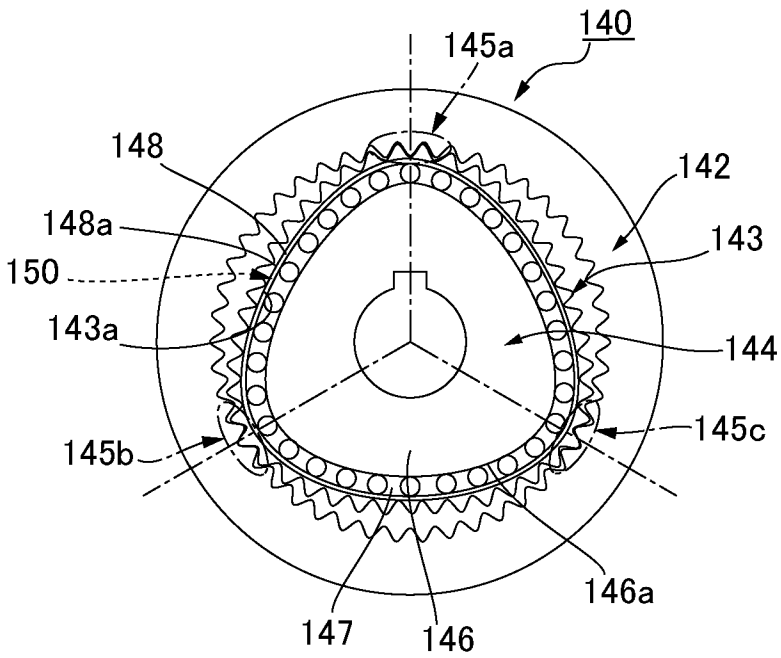
[図2C]


2
15
(33)
30B
34
7
14
w(30)
31
32
11b
27
24
16
28b
28a
23
4
26
30C
28
26a
w(28)

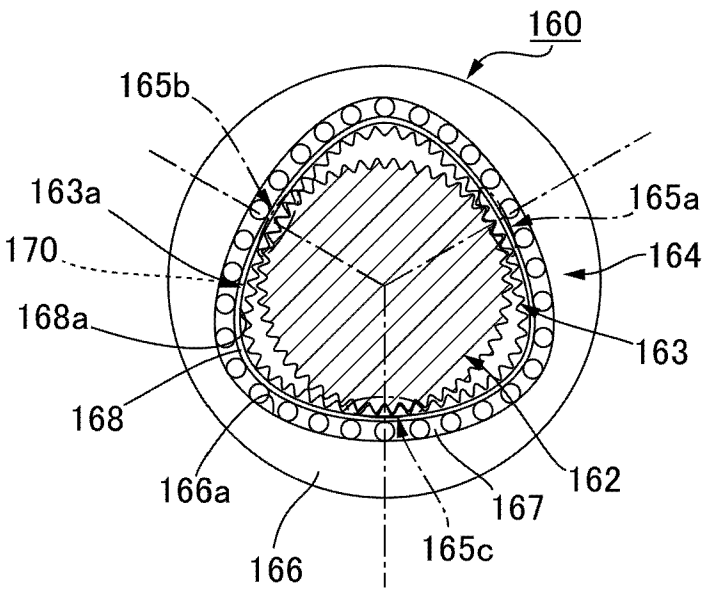
[図3A]


120
124
123
128
128a
130
123a
122
125b
Lmin
126
125a
127
Lmax

[図3B]


140
145a
148
142
148a
143
150
143a
144
145c
145b
146a
147
146

[図3C]


160
165b
163a
165a
170
164
168a
163
168
162
166a
167
165c
166

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/028893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16H1/32(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16H1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 102015223419 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG&CO.), 10 November 2016 (10.11.2016), fig. 2 (Family: none)	1-2 3-7
A	JP 2009-133414 A (JTEKT Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), fig. 6 (Family: none)	1-7
A	JP 2017-110705 A (JTEKT Corp.), 22 June 2017 (22.06.2017), fig. 3 (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 October 2017 (19.10.17)	31 October 2017 (31.10.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/028893

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-159917 A (Harmonic Drive Systems Inc.), 16 June 1998 (16.06.1998), fig. 1 (Family: none)	1-7
A	WO 2013/175531 A1 (Harmonic Drive Systems Inc.), 28 November 2013 (28.11.2013), fig. 3 & US 2013/0312558 A1 fig. 3	1-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 88817/1985(Laid-open No. 206154/1986) (Toshiba Corp.), 26 December 1986 (26.12.1986), fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 17379/1984(Laid-open No. 129546/1985) (Harmonic Drive Systems Inc.), 30 August 1985 (30.08.1985), fig. 3 to 4 (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２８８９３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H1/32(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H1/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X A	DE 102015223419 A1（ＳＣＨＡＥＦＦＬＥＲ ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ　ＡＧ＆ＣＯ．）2016.11.10, Ｆｉｇ．２（ファミリーなし）	１－２ ３－７
A	JP 2009-133414 A（株式会社ジェイテクト）2009.06.18, 図６（ファミリーなし）	１－７
A	JP 2017-110705 A（株式会社ジェイテクト）2017.06.22, 図３（ファミリーなし）	１－７

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１９．１０．２０１７	３１．１０．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｊ　３３３１
塚本　英隆
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 10-159917 A (株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ) 1998.06.16, 図１ (ファミリーなし)	１－７
A	WO 2013/175531 A1 (株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ) 2013.11.28, 図３ & US 2013/0312558 A1,FIG.3	１－７
A	日本国実用新案登録出願 60-88817 号(日本国実用新案登録出願公開 61-206154 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社東芝）1986.12.26, 第１－２図 (ファミリーなし)	１－７
A	日本国実用新案登録出願 59-17379 号(日本国実用新案登録出願公開 60-129546 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社ハーモニツク・ドライブ・システムズ）1985.08.30, 第３－４図（ファミリーなし）	１－７