

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-51571
(P2020-51571A)

(43) 公開日 令和2年4月2日(2020.4.2)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
F 1 6 H 25/06 (2006.01) F 1 6 H 25/06 Z 3 J 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-183657 (P2018-183657)
(22) 出願日 平成30年9月28日 (2018.9.28)

(71) 出願人 000102692
NTN株式会社
大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(74) 代理人 100107423
弁理士 城村 邦彦
(74) 代理人 100120949
弁理士 熊野 剛
(74) 代理人 100155457
弁理士 野口 祐輔
(72) 発明者 井木 泰介
静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
株式会社内
(72) 発明者 大場 浩量
静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
株式会社内

最終頁に続く

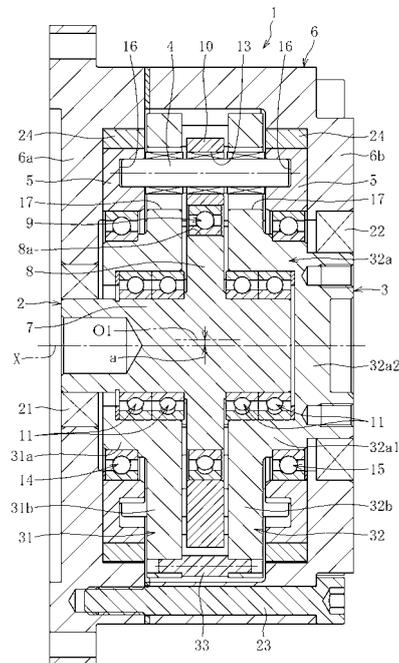
(54) 【発明の名称】 動力伝達装置

(57) 【要約】

【課題】 転動体を介して軸方向に回転トルクを伝達する動力伝達装置において、装置全体の小型化を図る。

【解決手段】 減速装置1は、複数のローラ4と、複数のローラ4が挿通された複数の第1ポケット13を有する入力部材10(第1部材)と、入力部材10の軸方向両側に設けられ、複数のローラ4の軸方向両端に係合する転動体係合溝16を有する一对の固定部材5(第2部材)と、入力部材10と一对の固定部材5との軸方向間にそれぞれ設けられ、複数のローラ4が挿通された複数の第2ポケット17を有する一对の出力部材31, 32(第3部材)とを備える。複数の第1ポケット13は、回転中心Xから偏心した曲率中心を有する円に沿って形成される。転動体係合溝16は、回転中心X上に曲率中心を有するピッチ円に対して交互に交差する波状曲線に沿って形成される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力回転部に入力された回転を、同軸に配された出力回転部に所定の変速比で伝達する動力伝達装置であって、

複数のローラと、前記複数のローラが挿通された複数の第 1 ポケットを有する第 1 部材と、前記第 1 部材の軸方向両側に設けられ、それぞれ前記複数のローラが係合する転動体係合溝を有する一对の第 2 部材と、前記第 1 部材と前記一对の第 2 部材との軸方向間にそれぞれ設けられ、前記複数のローラが挿通された複数の第 2 ポケットを有する一对の第 3 部材とを備え、

前記複数の第 1 ポケットが、前記入力回転部及び前記出力回転部の回転中心から偏心した曲率中心を有する円に沿って形成され、前記転動体係合溝が、前記回転中心上に曲率中心を有するピッチ円に対して交互に交差する波状曲線に沿って形成され、

前記第 1 部材、前記一对の第 2 部材、及び前記一对の第 3 部材のうちの何れかが前記入力回転部に設けられ、前記第 1 部材、前記一对の第 2 部材、及び前記一对の第 3 部材のうちの他の何れかが前記出力回転部に設けられた動力伝達装置。

【請求項 2】

前記第 1 部材を前記入力回転部に設け、前記一对の第 3 部材を前記出力回転部に設け、前記一对の第 2 部材を固定部材とした請求項 1 に記載の動力伝達装置。

【請求項 3】

前記一对の第 3 部材を一体に回転可能とした請求項 2 に記載の動力伝達装置。

【請求項 4】

前記ローラの外周面と、前記第 1 部材の第 1 ポケット、前記一对の第 3 部材の第 2 ポケット、及び前記一对の第 2 部材の転動体係合溝の 3 要素のうち少なくとも 1 要素との接触部に摩擦低減部材を設けた請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の動力伝達装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力回転部に入力された回転を、同軸に配された出力回転部に所定の変速比で伝達する動力伝達装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献 1 には、図 9 に示すように、ボール係合溝 111 が形成された入力板 110 及びボール係合溝 121 が形成された出力板 120 を軸方向に対向させて配置し、両ボール係合溝 111、121 に係合させたボール 130 を介して、入力板 110 から出力板 120 に回転トルクを伝達する減速装置が示されている。

【0003】

具体的に、この減速装置は、共通の回転中心 X 周りに回転自在に設けられた入力板 110 及び出力板 120 と、これらに介在した複数のボール 130 と、ハウジング 160 に固定された保持器 140 とを備える。入力板 110 に設けられた第 1 のボール係合溝 111 は円形に形成され、出力板 120 に設けられた第 2 のボール係合溝 121 は波形に形成される（図 10 参照）。入力板 110 は、入力軸 170 の外周に偏心カム 180 を介して取り付けられ、これにより、円形の第 1 のボール係合溝 111 の曲率中心 O1 は、回転中心 X から偏心量 a だけ偏心している。入力軸 170 が回転すると、入力板 110 が回転中心 X 周りに振れ回り半径 a で公転し、これに伴って第 1 のボール係合溝 111 に係合したボール 130 が、保持器 140 に設けられたポケット 141 内で半径方向に往復動する。このボール 130 と波形の第 2 のボール係合溝 121 との接触力の回転方向の分力により、出力板 120 が回転する。

【0004】

例えば、入力軸 170 の回転に伴って、入力板 110 の中心線 O1 が図 10 に示す位置

10

20

30

40

50

から矢印方向に公転すると、回転中心 X よりも上方に位置するボール 130 (A) が波形の第 2 のボール係合溝 121 の外径側部分に押しつけられ、回転中心 X よりも下方に位置するボール 130 (B) が波形の第 2 のボール係合溝 121 の内径側部分に押しつけられる。このときのボール 130 から第 2 のボール係合溝 121 に付与される接触力の回転方向の分力 F (矢印参照) により、出力板 120 が回転する。このように、上記の減速装置では、複数のボール 130 のうち、回転中心 X よりも上側のボール 130 (A) のみでなく、回転中心 X よりも下側のボール 130 (B) もトルク伝達に寄与するため、負荷容量の増大や振動軽減を図ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2018 - 021602 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記の減速装置では、図 11 に示すように、ボール 130 と各ボール係合溝 111, 121 とがアキシャル方向に対して傾斜した角度で接触するため、入力板 110 及び出力板 120 がボール 130 から受ける接触力 F_3' , F_4' (ボール 130 に加わる接触力 F_3 , F_4 の反力) は、ラジアル方向成分 F_3a' , F_4a' 及びアキシャル方向成分 F_3b' , F_4b' を有する。このため、入力板 110 を支持する軸受 151, 152 及び出力板 120 を支持する軸受 153, 154 には、ラジアル・アキシャル両方向の荷重を受けられるものを使用する必要がある。このような軸受としては、深溝玉軸受やアンギュラ玉軸受が一般的であるが、これらの軸受は、ラジアル方向の許容不可と比べてアキシャル方向の許容不可が小さいため、ラジアル・アキシャル両方向の荷重に耐え得るものを選定しようとする、軸受サイズが大きくなり、結果として減速装置全体のサイズが大きくなってしまふ。

【0007】

以上の事情から、本発明は、転動体を介して軸方向に回転トルクを伝達する動力伝達装置において、装置全体の小型化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明は、入力回転部に入力された回転を、同軸に配された出力回転部に所定の変速比で伝達する動力伝達装置であって、複数のローラと、前記複数のローラが挿通された複数の第 1 ポケットを有する第 1 部材と、前記第 1 部材の軸方向両側に設けられ、それぞれ前記複数のローラが係合する転動体係合溝を有する一对の第 2 部材と、前記第 1 部材と前記一对の第 2 部材との軸方向間にそれぞれ設けられ、前記複数のローラが挿通された複数の第 2 ポケットを有する一对の第 3 部材とを備え、前記複数の第 1 ポケットが、前記入力回転部及び前記出力回転部の回転中心から偏心した曲率中心を有する円に沿って形成され、前記転動体係合溝が、前記回転中心上に曲率中心を有するピッチ円に対して交互に交差する波状曲線に沿って形成され、前記第 1 部材、前記一对の第 2 部材、及び前記一对の第 3 部材のうちの何れかが前記入力回転部に設けられ、前記第 1 部材、前記一对の第 2 部材、及び前記一对の第 3 部材のうちの他の何れかが前記出力回転部に設けられた動力伝達装置を提供する。

【0009】

このように、本発明では、トルクを伝達する転動体として、ボールではなく、筒状の外周面を有するローラ (例えば、円筒ころ) を使用した。この場合、ローラと各部材の間には、アキシャル方向の荷重はほとんど生じないため、ローラから接触力を受ける入力部材及び出力部材を支持する軸受は、ラジアル荷重のみを支持するもので足りる。このように、軸受に加わる荷重がラジアル方向に限定されることで、耐久力を維持しつつ軸受を小型化できると共に、軸受内部におけるトルク損失を低減することができる。

10

20

30

40

50

【0010】

しかし、上記のようにトルクを伝達する転動体としてローラを用いる場合、ローラの外周面の軸方向複数箇所に各部材が接触して異なる方向の接触力が加わるため、ローラにモーメントが加わり、ローラが倒れる（中心線が軸方向に対して傾斜する）恐れがある。そこで、本発明では、第1部材を中心として、その軸方向両側に一对の第3部材及び一对の第2部材を軸方向で対称に配置し、各ローラを、第1部材の第1ポケット及び一对の第3部材の第2ポケットに挿通すると共に、各ローラの軸方向両端を一对の第2部材の転動体係合溝に係合させた。これにより、第1ポケット、第2ポケット、及び転動体係合溝からローラに付与される接触力が軸方向対称となるため、ローラに加わるモーメントが相殺され、ローラの倒れを回避してトルクをスムーズに伝達することができる。

10

【0011】

上記の動力伝達装置は、例えば、第1部材を入力回転部に設け、一对の第3部材を出力回転部に設け、一对の第2部材を固定部材とすることができる。このように、第2部材を固定部材とすることで、ローラと第2の転動体係合溝との間に発生する接触力を固定部材で支持することができるため、この接触力を支持するための大型の軸受が不要となる。また、第3部材を出力回転部に設けることで、ローラと出力回転部の第2ポケットとの間に周方向（回転方向）の接触力のみが生じるため、第3部材を支持する軸受に加わる負荷が軽減されて、軸受サイズを縮小することができると共に、軸受内部におけるトルク損失を低減することができる。

20

【0012】

この場合、出力回転部に設けられた一对の第3部材を一体に回転可能とすれば、入力回転部に設けられた第1部材からローラを介して軸方向両側に分かれて伝達された動力を、再び合成して出力することができる。また、一对の第3部材を一体化することで、各第3部材に設けられた第2ポケットの相対位置（位相）が固定されるため、これらの第2ポケットにローラを挿通することでローラの倒れを確実に防止できる。

【0013】

上記の動力伝達装置では、ローラの外周面と、第1部材の第1ポケット、一对の第3部材の第2ポケット、及び一对の第2部材の転動体係合溝の3要素のうち少なくとも1要素との接触部に摩擦低減部材（例えば、ニードル軸受又は滑り軸受）を設けることが好ましい。このように、ローラと各要素とを摩擦低減部材を介して接触させることで、これらを直接接触させる場合と比べて、接触部の摩擦損失が大幅に低減されるため、トルクの伝達効率がさらに高められる。

30

【発明の効果】

【0014】

以上のように、軸方向に回転トルクを伝達する転動体としてローラを用いることで、入力回転部及び出力回転部を支持する軸受を小型化して装置全体を小型化すると共に、軸受内部におけるトルク損失を低減してトルク伝達効率を高めることができる。また、第1部材の軸方向両側に一对の第2部材及び一对の第3部材を軸方向対称に配置することで、ローラの倒れを防止し、トルクを効率的に伝達することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0015】

【図1】本発明の一実施形態に係る減速装置の断面図である。

【図2】入力部材（第1部材）の正面図である。

【図3】固定部材（第2部材）の正面図である。

【図4】出力部材（第3部材）の正面図である。

【図5】図4のV部の拡大図である。

【図6】入力部材、出力部材、固定部材、及びローラを模式的に示す分解斜視図である。

【図7】ローラに加わる接触力を示す正面図である。

【図8】図1の減速装置の拡大図である。

【図9】従来の減速装置の断面図である。

50

【図10】図9の減速装置の出力板及びボールの正面図である。

【図11】図9の減速装置の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0017】

本発明の一実施形態に係る動力伝達装置としての減速装置1は、図1に示すように、入力回転部2と、出力回転部3と、転動体としてのローラ4と、固定部材5と、これらを收容するハウジング6とを主に備える。図示例では、ハウジング6が、入力側(図1では左側)に設けられた第1ハウジング部材6aと、出力側(図1では右側)に設けられた第2ハウジング部材6bとで構成される。両ハウジング部材6a, 6bは、ボルト23等の適宜の手段により固定される。入力回転部2と出力回転部3とは同軸に配置され、共通の回転中心Xを有する。固定部材5は、ハウジング6に固定されている。

10

【0018】

入力回転部2は、入力軸7、偏心カム部8、転がり軸受9および入力部材10を有する。入力軸7は、ハウジング6に対して回転中心X周りに回転自在とされる。本実施形態では、入力軸7が、出力回転部3の内周面との間に装着された複数の転がり軸受11によって、ハウジング6に対して回転自在に支持されている。図示例では、偏心カム部8の軸方向両側に、軸受11がそれぞれ2個ずつ設けられる。入力軸7の外周面と第1ハウジング部材6aの内周面との間には、ハウジング6内に充填されたグリース又は油の漏れだしを防止するためのシール部材21が設けられる。偏心カム部8は入力軸7の外周に設けられ、図示例では入力軸7と一体に設けられている。偏心カム部8の円筒形外周面8aの中心線O1は、回転中心Xに対して偏心量aだけ半径方向に偏心している。入力部材10は略円盤状を成し、入力部材10の中心線は、偏心カム部8の円筒形外周面8aの中心線O1と一致している。偏心カム部8の円筒形外周面8aと入力部材10の内周面との間には、転がり軸受9が装着される。これにより、入力部材10が偏心カム部8に対して相対回転自在とされる。

20

【0019】

固定部材5は、入力部材10の軸方向両側に設けられる。固定部材5は環状を成し、図示例では両固定部材5が同一材料で同一形状に形成される。各固定部材5は、適宜の手段によりハウジング6に固定される。図示例では、固定部材5のハウジング6に対する周方向移動を規制する規制部材24が設けられる。規制部材24は、各ハウジング部材6a, 6bの内周面及び各固定部材5の外周面に設けられたキー溝に装着され、これらと周方向で係合することで、固定部材5のハウジング6に対する周方向移動を規制している。

30

【0020】

入力部材10と各固定部材5とは、所定の間隔で軸方向に並べて配置される。入力部材10には、入力部材10を軸方向に貫通する複数の第1ポケット13が形成される。各固定部材5の軸方向内側(入力部材10と対向する側)の面には、転動体係合溝16が形成される。すなわち、本実施形態では、第1ポケット13を有する第1部材が入力部材10として入力回転部2に設けられ、転動体係合溝16を有する一対の第2部材が固定部材5とされる。

40

【0021】

この減速装置1では、トルクを伝達する転動体として、筒状の外周面を有するローラ4が使用される。図示例では、ローラ4として、円筒状の外周面を有する円筒ころが使用される。ローラ4は、入力部材10の第1ポケット13に挿通され、軸方向両端が固定部材5の転動体係合溝16に係合する。ローラ4は、自身の中心線周りに自転しながら転動体係合溝16内を転走する。

【0022】

図2に示すように、入力部材10に設けられた複数の第1ポケット13は、周方向等間隔に配置される。複数の第1ポケット13の軌道中心線L1は、中心線O1を中心とした

50

半径 r の円に沿って形成される。第 1 ポケット 13 の軌道中心線 $L1$ の曲率中心は、偏心カム部 8 の円筒形外周面 8a および入力部材 10 の中心線 $O1$ と一致する。すなわち、軌道中心線 $L1$ の曲率中心（すなわち中心線 $O1$ ）は、入力回転部 2 の回転中心 X に対して偏心量 a だけ偏心している。各第 1 ポケット 13 の半径方向幅は、ローラ 4 の外径と略同等（僅かに大きい寸法）とされ、各第 1 ポケット 13 の周方向長さは、ローラ 4 の外径よりも大きくなっている。これにより、各ローラ 4 が、第 1 ポケット 13 内で、周方向（軌道中心線 $L1$ に沿う方向）に移動可能な状態で所定の半径方向位置に保持される。図示例では、入力部材 10 に形成される第 1 ポケット 13 が、ローラ 4 と同じ数だけ設けられている。ただし、第 1 ポケット 13 の数はこれに限らず、例えば、ローラ 4 よりも少ない数とし、1 個の第 1 ポケット 13 に複数のローラ 4 を挿通してもよい。尚、第 1 ポケット 13 の軌道中心線 $L1$ とは、第 1 ポケット 13 内でローラ 4 を移動させたときのローラ 4 の中心線の軌跡を意味する。

10

【0023】

図 3 に示すように、固定部材 5 に形成された転動体係合溝 16 の軌道中心線 $L2$ は、回転中心 X 上に曲率中心を有する基準ピッチ円 C に対して一定のピッチで交互に交差する波状曲線で形成される。すなわち、転動体係合溝 16 は、回転中心 X との距離 R が基準ピッチ円半径 PCR に対して増減変動する波状曲線に沿って形成される。本実施形態では、軌道中心線 $L2$ を構成する波状曲線に、回転中心 X との距離 R が基準ピッチ円半径 PCR より大きい山部が 10 個、回転中心 X との距離 R が基準ピッチ円半径 PCR より小さい谷部が 10 個設けられる。各固定部材 5 に形成される転動体係合溝 16 は、同じ形状を有し、山部及び谷部の位相が一致するように配される。尚、転動体係合溝 16 の軌道中心線とは、転動体係合溝 16 に沿ってローラ 4 を移動させたときのローラ 4 の中心線の軌跡を意味する。

20

【0024】

転動体係合溝 16 は、ローラ 4 が嵌合する断面形状を有し、図示例では断面矩形を成している（図 1 参照）。転動体係合溝 16 の溝幅は、ローラ 4 の外径と略同じ（僅かに大径）とされる。転動体係合溝 16 の底面とローラ 4 の端面との間には、軸方向隙間が形成される。ローラ 4 の軸方向端面が何れかの転動体係合溝 16 の底面に当接することで、ローラ 4 のそれ以上の軸方向移動が規制される。

【0025】

図 1 に示すように、出力回転部 3 は、入力部材 10 の軸方向一方側（図中左側）に設けられた第 1 出力部材 31 と、入力部材 10 の軸方向他方側（図中右側）に設けられた第 2 出力部材 32 と、第 1 出力部材 31 と第 2 出力部材 32 とを連結する連結部材 33 とを有する。第 1 出力部材 31 は、円筒状の軸部 31a と、軸部 31a から外径側に延びる円盤部 31b とを有する。第 2 出力部材 32 は、出力軸として機能する軸部 32a と、軸部 32a から外径側に延びる円盤部 32b とを有する。第 2 出力部材 32 の軸部 32a は、円筒部 32a1 と、円筒部 32a1 の開口部を閉塞する蓋部 32a2 とを有する。蓋部 32a2 には、減速された回転を伝達すべき他の部材を連結するための連結部が設けられる。図示例では、第 1 出力部材 31 の軸部 31a 及び円盤部 31b が一体成形され、第 2 出力部材 32 の軸部 32a 及び円盤部 32b が一体成形される。

30

40

【0026】

出力回転部 3 は、ハウジング 6 に対して回転中心 X 周りに回転自在とされる。本実施形態では、第 1 出力部材 31 の円盤部 31b の外径端と第 2 出力部材 32 の円盤部 32b の外径端とが連結部材 33 で連結され、これにより両出力部材 31, 32 が一体に回転可能とされる。出力回転部 3 は、第 1 出力部材 31 の軸部 31a の外周面と軸方向一方側の固定部材 5 の内周面との間に装着された転がり軸受 14 と、第 2 出力部材 32 の軸部 32a の外周面と軸方向他方側の固定部材 5 の内周面との間に装着された転がり軸受 15 とで、ハウジング 6 に対して一体に回転自在に支持されている。第 2 出力部材 32 の軸部 32a の外周面と第 2 ハウジング部材 6b の内周面との間には、ハウジング 6 内に充填されたグリース又は油の漏れだしを防止するためのシール部材 22 が設けられる。

50

【0027】

第1出力部材31の円盤部31b及び第2出力部材32の円盤部32bは、それぞれ入力部材10と固定部材5との軸方向間に設けられる。両出力部材31, 32の円盤部31b, 32bには、これらを軸方向に貫通する複数の第2ポケット17が形成される。すなわち、本実施形態では、第2ポケット17を有する一对の第3部材が出力部材31, 32として出力回転部3に設けられる。第2ポケット17は、図4に示すように、回転中心Xを中心に径方向に放射状に延びる長穴である。第2ポケット17は、同一円周上に周方向等間隔に形成される。両出力部材31, 32に設けられた第2ポケット17は、軸方向と直交する面内で同じ位置(すなわち、同じ半径方向位置及び位相)に設けられる。各出力部材31, 32に形成される第2ポケット17の個数(すなわち、ローラ4の個数)は、軌道中心線L2の波状曲線の山部又は谷部の個数(10個)より1個多い11個である。

10

【0028】

図5に示すように、ローラ4は、各第2ポケット17内で、基準ピッチ円Cに対して半径方向に所定量mの範囲で移動することができる。本実施形態では、各第2ポケット17の周壁に、周方向に対向する一对の平行な平坦面17aが設けられ、この平坦面17aの周方向間隔が、ローラ4の外径と略同等(僅かに大径)とされる。これにより、各ローラ4が、第2ポケット17内で、半径方向移動可能な状態で所定の周方向位置に保持される。

【0029】

図6に示すように、入力回転部2の入力部材10と出力回転部3の両出力部材31, 32とは共通の回転中心Xを有し、この回転中心X上に両固定部材5の軸心が配置されている。入力部材10の中心軸O1(すなわち、第1ポケット13の軌道中心線L1の曲率中心)は、回転中心Xに対して偏心量aだけ偏心している。ローラ4は、入力部材10の第1ポケット13、及び、各出力部材31, 32の各第2ポケット17に挿通されて軸方向両側に突出した状態となり、この突出部分(軸方向両端)が各固定部材5の転動体係合溝16に係合する(図1参照)。尚、図6では、各部材を模式的に示している。

20

【0030】

本実施形態の減速装置1では、転動体係合溝16の軌道中心線L2の山部の個数が10個(谷部の個数も同様に10個)で、ローラ4の個数が11個であるので、次式により求められる減速比*i*は1/11となる。

30

減速比 $i = (\text{ローラ個数} - \text{山部の個数}) / \text{ローラの個数}$

なお、山部の個数はローラの個数±1とされ、減速比*i*がマイナスの値となる場合は、入力回転部2の回転方向に対して出力回転部3の回転方向が逆であることを意味する。

【0031】

転動体係合溝16の軌道中心線L2の形状は、入力回転部2から出力回転部3に減速された回転運動が同期回転で伝達されるように設定される。具体的に、減速装置1の減速比を*i*としたとき、入力軸7の回転角において、出力回転部3が回転角*i*の状態、第1ポケット13に係合したローラ4が転動体係合溝16に係合してトルクを伝達するように、転動体係合溝16の形状が設定される。詳しくは、入力回転部2及び出力回転部3の回転中心Xと転動体係合溝16の軌道中心線L2との距離Rが下記の式(1)を満たすように、転動体係合溝16の形状が設定される。

40

$$R = a \cdot \cos(\quad / i) + \{ r^2 - (a \cdot \sin(\quad / i))^2 \} \cdots (1)$$

但し、

R : 回転中心Xと転動体係合溝16の軌道中心線L2との距離

a : 回転中心Xに対する第1ポケット13の軌道中心線L1の中心O1の偏心量

i : 減速比

 : 出力回転部3の回転角

r : 第1ポケット13の軌道中心線L1の半径

【0032】

入力部材10、両出力部材31, 32、及び両固定部材5のうち、少なくともローラ4

50

と接触する第1ポケット13の周壁、第2ポケット17の周壁、及び転動体係合溝16の側壁は、ローラ4との表面硬度差による摩耗を低減するために、ローラ4の表面と同程度の表面硬度を付与することが好ましい。例えば、第1ポケット13の側壁、第2ポケット17の周壁、及び転動体係合溝16の側壁の表面硬度を、HRC50～60の範囲内とすることが好ましい。具体的には、入力部材10、出力部材31, 32、及び固定部材5を、S45CやS50Cなどの機械構造用炭素鋼や、SCM415やSCM420などの機械構造用合金鋼を用いて形成し、これに全体熱処理又は浸炭熱処理を行うことで、上記の表面硬度を得ることができる。あるいは、上記の各部材を、SUJ2などの軸受鋼を用いて形成し、これに全体熱処理又は高周波熱処理を行うことでも、上記の表面硬度を得ることができる。

10

【0033】

次に、本実施形態の減速装置1の動作を要約して説明する。図1に示す入力回転部2の入力軸7を回転させると、入力部材10が、回転中心Xを中心に振り回り半径aで公転運動を行う。その際、入力部材10は、入力軸7に設けられた偏心カム部8に対して回転自在であるので、自転運動をほとんど行わない。これにより、第1ポケット13とローラ4との間の相対的な摩擦量が低減され、回転トルクの伝達効率が高められる。

【0034】

入力部材10が公転運動を行うと、円形の第1ポケット13に係合する各ローラ4が、固定部材5に形成された転動体係合溝16に沿って移動する。詳しくは、入力部材10の中心線O1が図4に示す位置から矢印方向に公転すると、図7に示すように、入力部材10に形成された第1ポケット13と係合して、各ローラ4に略上向きの接触力F1が作用する。このローラ4の軸方向両端が、転動体係合溝16と係合することで、転動体係合溝16にローラ4との接触力F2'が作用すると同時に、ローラ4に、転動体係合溝16との接触による接触力F2が作用する。この接触力F2の周方向成分F2aにより、ローラ4が転動体係合溝16に沿って周方向に移動する。このローラ4が、出力回転部3の第2ポケット17と周方向に係合し、これにより生じる接触力F3'が、出力回転部3を入力軸7と同方向に回転させる力として作用する(図4参照)。

20

【0035】

出力回転部3を回転させる力(すなわち、ローラ4から各出力部材31, 32の第2ポケット17に作用する接触力F3'、ローラ4が転動体係合溝16から受ける接触力F2の周方向成分F2a)は、ローラ4と波形の転動体係合溝16との接触状態によって変化するため、各々のローラ4の位置によって大きさが異なる(図4参照)。ローラ4は、入力回転部2及び出力回転部3の回転中心Xを中心として配置されているため、出力回転部3を回転させる力は、回転中心Xを中心に分布される。具体的に、波形の転動体係合溝16のうち、山部の頂部と谷部の頂部との中央付近(回転中心Xを中心としたピッチ円に対する傾斜角度が大きい部位)に接触する図中上下両端のローラ4は、出力回転部3を回転させる力が大きく、波形の転動体係合溝16の山部の頂部又は谷部の頂部付近(回転中心Xを中心としたピッチ円に対する傾斜角度が小さい部位)に接触する図中左右両端のローラ4は、出力回転部3を回転させる力が小さい。

30

【0036】

上記のように、トルクを伝達する転動体としてローラ4を使用することで、図8に示すように、ローラ4と各部材(入力部材10、出力部材31, 32、及び固定部材5)との間にアキシャル方向の荷重がほとんど発生しない。特に、本実施形態のように転動体として円筒ころを使用すれば、ローラ4と各部材間のアキシャル方向の荷重が0になる。これにより、入力部材10を支持する軸受9, 11や、出力部材31, 32を支持する軸受14, 15に加わる荷重がラジアル方向のみとなるため、ラジアル・アキシャル両方向の荷重が加わる場合と比べて、軸受を小型化することができ、ひいては減速装置1全体を小型化することができる。また、上記の軸受に加わる荷重がラジアル方向に限定されることで、これらの軸受の内部におけるトルク損失が小さくなるため、回転トルクの伝達効率が高められる。

40

50

【0037】

また、上記の減速装置1では、入力部材10を中心として、一对の固定部材5及び一对の出力部材31、32を軸方向対称に配置し、各ローラ4を、入力部材10の第1ポケット13及び出力部材31、32の第2ポケット17に挿通すると共に、各ローラ4の軸方向両端を両固定部材5の転動体係合溝16に係合させている。トルク伝達時には、ローラ4の軸方向中央に入力部材10の第1ポケット13との接触力 F_1 が作用し、その軸方向両側に、両出力部材31、32の第2ポケット17との接触力 F_3 （図7参照）、及び、両固定部材5の転動体係合溝16との接触力 F_2 が作用する。このように、ローラ4に対して各部材との接触力 F_1 、 F_2 、 F_3 が軸方向対称に作用することで、ローラ4に加わるモーメントが相殺されるため、ローラ4の倒れを防止してトルクをスムーズに伝達することができる。特に、本実施形態では、連結部材33により一体化された一对の出力部材31、32の第2ポケット17に各ローラ4を挿通することで、各ローラ4の軸方向2箇所が同じ位相に配された第2ポケット17で常に同じ周方向位置に保持されるため、ローラ4の周方向の倒れを確実に防止できる。

10

【0038】

上記の減速装置1において、ローラ4と、第1ポケット13、転動体係合溝16、及び第2ポケット17の3要素のうち少なくとも1要素との接触部に、ニードル軸受や滑り軸受（例えば焼結含油軸受）などの摩擦低減部材を設ければ、これらの接触部における摩擦損失が大幅に低減され、トルクの伝達効率が向上する。特に、ローラ4と、上記の3要素のうち2要素との接触部に摩擦低減部材を設ければ、残りの1要素との接触が転がり接触となるため、トルクの伝達効率の向上効果が高まる。本実施形態では、図8に示すように、ローラ4の外周面のうち、第1ポケット13と接触する軸方向領域、及び、各第2ポケット17と接触する軸方向領域に、それぞれ摩擦低減部材30を設けている。尚、摩擦低減部材30を設ける箇所は上記に限定されず、ローラ4と上記3要素の全てとの接触部に摩擦低減部材30を設けてもよい。また、摩擦低減部材が特に必要なければ、ローラ4と上記3要素の全てとを直接接触させてもよい。

20

【0039】

上記の減速装置1では、ローラ4から転動体係合溝16に作用する接触力 F_2' が、ハウジング6に固定された固定部材5で支持されるため、この接触力 F_2' を支持する大型の軸受が不要となる。また、ローラ4が、半径方向に往復動しながら第2ポケット17と回転方向で係合することで、ローラ4から出力回転部3に回転方向の接触力 F_3' のみが加わる。このように、接触力 F_3' の方向が回転方向に限定されることで、出力回転部3を支持する軸受14、15を小型化して減速装置1の小型化が図られると共に、軸受内部におけるトルク損失が低減され、減速装置1のトルク伝達効率が高められる。

30

【0040】

上記のように、トルク伝達時には、各出力部材31、32の円盤部31b、32bのうち、第2ポケット17間に設けられた柱部に、ローラ4との接触による周方向の接触力 F_3' が加わる（図7参照）。従って、円盤部31b、32bの第2ポケット17間に設けられた柱部が、ローラ4から受ける接触力 F_3' により損傷することが懸念される。特に、減速比を大きくするために第2ポケット17の数（すなわちローラ4の数）を多くすると、第2ポケット17間の柱部の周方向幅が細くなるため、ローラ4との接触力 F_3' により柱部が損傷する懸念が高まる。

40

【0041】

この点に関し、本実施形態では、図4に示すように、回転中心Xよりも上側のローラ4だけでなく、回転中心Xよりも下側のローラ4にも第2ポケット17との接触力 F_3' が作用し、トルク伝達に寄与する。このため、例えば回転中心Xよりも上側のローラ4だけでトルク伝達を行う場合と比べて、各ローラ4から円盤部31b、32bに加わる接触力 F_3' が分散されるため、円盤部31b、32bの各柱部に加わる荷重が軽減される。特に、本実施形態では、入力部材10の両側に一对の出力部材31、32を設けることで、ローラ4と出力部材31、32との接触点が増えるため、各接触点における荷重をさらに

50

軽減できる。さらに、本実施形態では、上述のように、円盤部 3 1 b , 3 2 b の材料選択や熱処理により、第 2 ポケット 1 7 の周壁の表面硬度を H R C 5 0 以上まで高めている。以上により、各出力部材 3 1 , 3 2 の第 2 ポケット 1 7 間の柱部の耐久性が高められ、あるいは、柱部の耐久性を維持しながら負荷容量を高めることができる。

【 0 0 4 2 】

こうして、入力回転部 2 の入力軸 7 に入力された回転が、ローラ 4 を介して出力回転部 3 に伝達される。その際、入力回転部 2 及び出力回転部 3 の回転中心 X と転動体係合溝 1 6 の軌道中心線 L 2 との距離 R が上記の式 (1) を満たすように、転動体係合溝 1 6 の軌道中心線 L 2 が設計されていることで、出力回転部 3 は入力軸 7 に対して減速された回転数で常に同期して回転する。

10

【 0 0 4 3 】

本発明の実施形態は上記に限られない。以下、本発明の他の実施形態を説明するが、上記の実施形態と同様の点については説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

上記の実施形態では、入力部材 1 0 を入力軸 7 に対して回転自在としたが、入力部材 1 0 と入力軸 7 とを一体に回転する構成としてもよい。また、上記の実施形態では、入力軸 7 と偏心カム部 8 とを一体形成した構成を例示したが、これに限らず、入力軸 7 と偏心カム部 8 とを別体に形成し、入力軸 7 の外周面に偏心カム部 8 を固定してもよい。

【 0 0 4 5 】

また、上記の実施形態では、第 1 出力部材 3 1 の軸部 3 1 a 及び円盤部 3 1 b や、第 2 出力部材 3 2 の軸部 3 2 a 及び円盤部 3 2 b をそれぞれ一体形成しているが、これらの部材を別体に形成してもよい。また、第 1 出力部材 3 1 と第 2 出力部材 3 2 とを同一材料で同一形状に形成すれば、これらの製作コストを低減できる。

20

【 0 0 4 6 】

また、上記の実施形態では、第 1 出力部材 3 1 と第 2 出力部材 3 2 とを連結部材 3 3 により連結した場合を示したが、これに限らず、例えば、両出力部材 3 1 , 3 2 を一体形成したり、これらを溶接により一体化したりしてもよい。また、両出力部材 3 1 , 3 2 は、必ずしも連結する必要はなく、これらをそれぞれ独立して回転可能としてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、上記実施形態では、減速比 i の大きさが $1 / 1 1$ の減速装置 1 に本発明を適用した場合を例示したが、これに限らず、本発明は、例えば $1 / 5 \sim 1 / 5 0$ の範囲内の任意の大きさの減速比を有する減速装置に好適に適用することができる。この場合は、減速比 i に応じて、転動体係合溝の軌道中心線の波状曲線の山部 / 谷部の数や、固定部材のポケットおよびローラの数を適宜設定すればよい。

30

【 0 0 4 8 】

また、上記の実施形態では、第 1 ポケット 1 3 を有する第 1 部材を入力部材 1 0 、波形の転動体係合溝 1 6 を有する第 2 部材を固定部材 5 、第 2 ポケット 1 7 を有する第 3 部材を出力部材 3 1 , 3 2 とした場合を示したが、これに限らず、使用者の要求仕様や使用環境等によって、第 1 部材、第 2 部材、及び第 3 部材を、入力回転部、固定部材、及び出力回転部のそれぞれに適宜割り当てることで、動力伝達形態を任意に変更することができる。

40

【 符号の説明 】

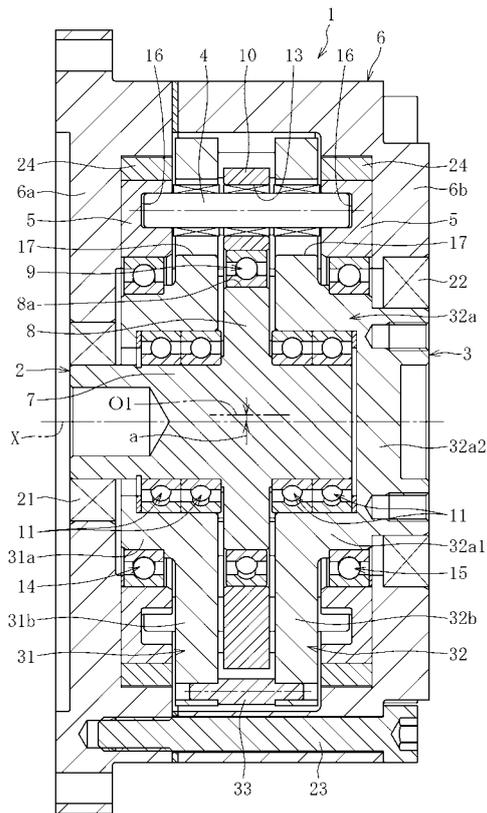
【 0 0 4 9 】

- 1 減速装置 (動力伝達装置)
- 2 入力回転部
- 3 出力回転部
- 4 ローラ
- 5 固定部材 (第 2 部材)
- 6ハウジング
- 7 入力軸

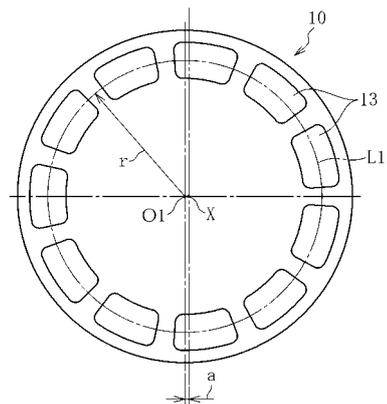
50

- 8 偏心カム部
- 10 入力部材（第1部材）
- 13 第1ポケット
- 16 転動体係合溝
- 17 第2ポケット
- 30 摩擦低減部材
- 31, 32 出力部材（第3部材）
- 33 連結部材
- F1, F1' ローラと第1の転動体係合溝との接触力
- F2, F2' ローラと第2の転動体係合溝との接触力
- F3, F3' ローラとポケットとの接触力
- L1 第1の転動体係合溝の軌道中心線
- L2 第2の転動体係合溝の軌道中心線
- O1 第1の転動体係合溝の軌道中心線の曲率中心（入力部材の中心線）
- X 入力回転部及び出力回転部の回転中心

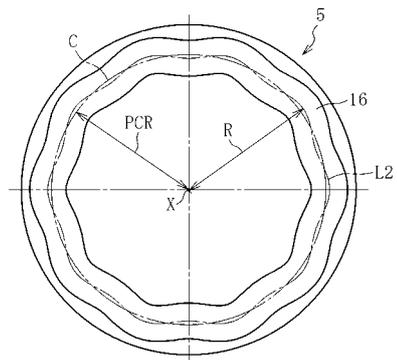
【図1】



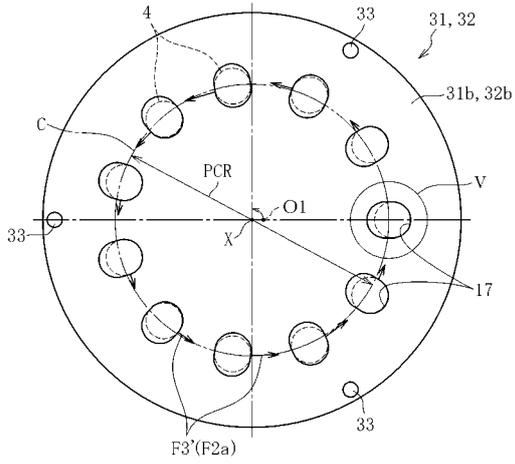
【図2】



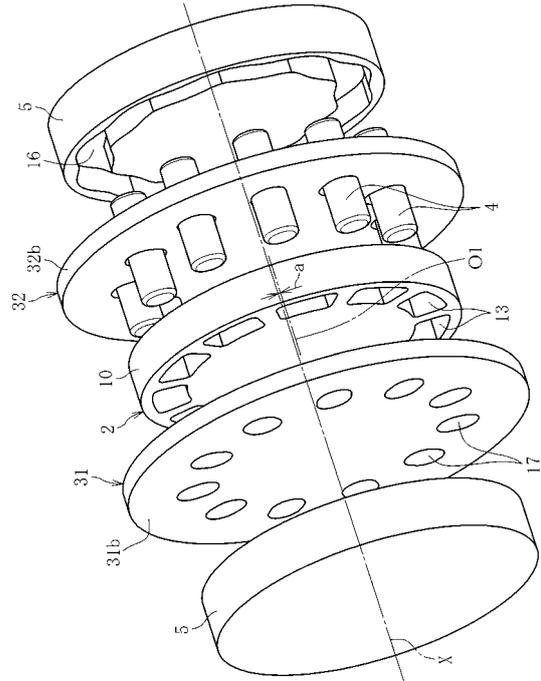
【図3】



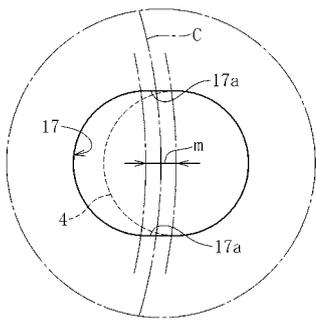
【 図 4 】



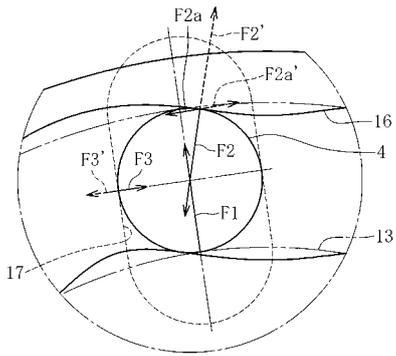
【 図 6 】



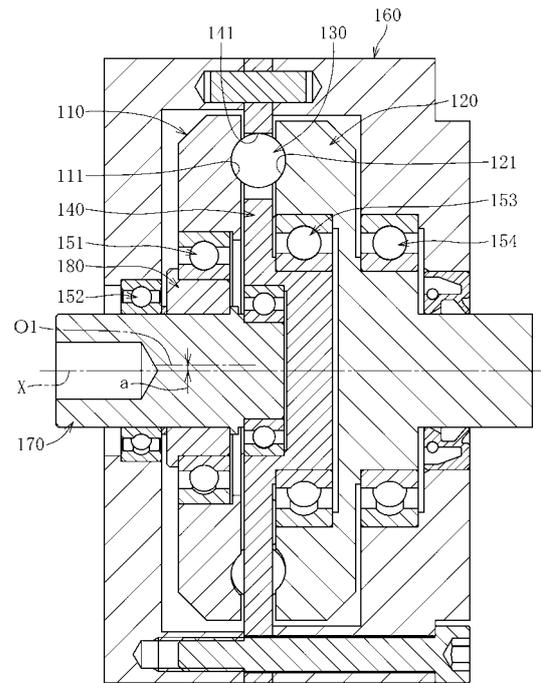
【 図 5 】



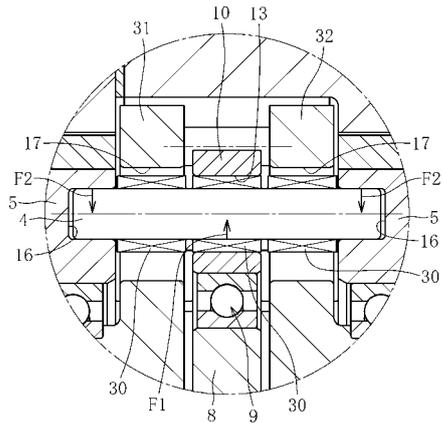
【 図 7 】



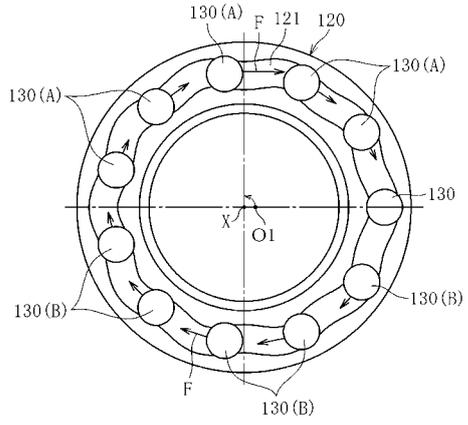
【 図 9 】



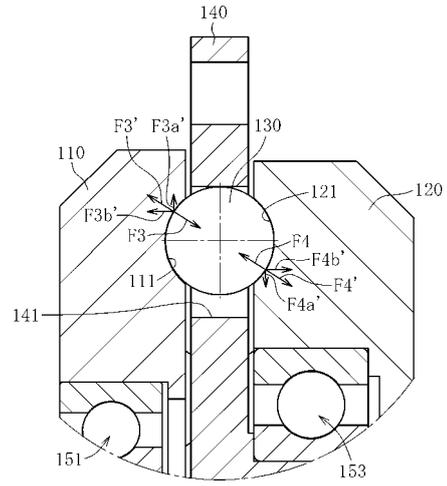
【 図 8 】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J062 AB32 AC01 BA12 BA31 CC06 CC34