

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6284807号
(P6284807)

(45) 発行日 平成30年2月28日 (2018. 2. 28)

(24) 登録日 平成30年2月9日 (2018. 2. 9)

(51) Int. Cl.	F 1
H 0 2 K 7/075 (2006. 01)	H 0 2 K 7/075
F 1 6 H 1/32 (2006. 01)	F 1 6 H 1/32 A

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-74911 (P2014-74911)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成26年3月31日 (2014. 3. 31)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-198498 (P2015-198498A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年11月9日 (2015. 11. 9)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成28年9月15日 (2016. 9. 15)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100116274
			弁理士 富所 輝観夫
		(74) 代理人	100089015
			弁理士 牧野 剛博
		(74) 代理人	100080458
			弁理士 高矢 諭
		(74) 代理人	100076129
			弁理士 松山 圭佑

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータと、偏心体が設けられたクランク軸を有する偏心揺動型の減速機と、を備えた駆動装置において、

前記モータが、前記クランク軸に設けられ、該クランク軸と一体的に回転するロータと、該ロータとの間にギャップを設けて配置されるステータと、を有し、

前記モータは、前記ロータと前記ステータとが、軸方向に前記ギャップを設けて対向するアキシアルギャップ型のモータであり、

前記クランク軸は、前記ロータよりも前記偏心体側においてのみ軸受により支持され、

前記クランク軸が変形していない状態において、前記モータに通電したときの前記ロータと前記ステータとの間に発生する吸引力を、最外周を含む同一の径方向位置において、周方向位置によって異ならせた

ことを特徴とする駆動装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記モータに通電していない状態において、前記ギャップが最外周を含む同一の径方向位置において、周方向位置によって異なる

ことを特徴とする駆動装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記軸受は、前記ロータに最も近い前記偏心体と前記ロータの間に配置され、
前記ロータに最も近い前記偏心体の最大偏心方向における前記ギャップが、該偏心体の反最大偏心方向における前記ギャップよりも小さい
ことを特徴とする駆動装置。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 において、
前記ギャップが、同一の周方向位置において、径方向位置によっても異なる
ことを特徴とする駆動装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、
前記軸受は、前記ロータに最も近い前記偏心体と前記ロータの間に配置され、
前記ギャップが、同一の周方向位置において、前記最大偏心方向から反最大偏心方向に向かって大きくなる
ことを特徴とする駆動装置。

10

【請求項 6】

請求項 2 ～ 5 のいずれかにおいて、
前記ロータは、ベースプレートと、前記ベースプレートの表面に配置された永久磁石と、を有し、
前記ベースプレートの軸方向厚さを周方向位置によって異ならせることにより、前記ギャップが最外周を含む同一の径方向位置において、周方向位置によって異なる
ことを特徴とする駆動装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかにおいて、
前記モータとして、第 1、第 2 のアキシアルギャップ型のモータを有し、
前記クランク軸の一端に、前記第 1 のアキシアルギャップ型のモータのロータ、他端に前記第 2 のアキシアルギャップ型のモータのロータが設けられ、
前記第 2 のアキシアルギャップ型のモータにおける前記ギャップの周方向の変化態様は、前記第 1 のアキシアルギャップ型のモータにおける前記ギャップの周方向の変化態様を、前記クランク軸の軸心を通る面に対して折り返したものである
ことを特徴とする駆動装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれかにおいて、
前記ロータによって形成される磁界が、該ロータの周方向位置によって異なる
ことを特徴とする駆動装置。

【請求項 9】

モータと、偏心体が設けられたクランク軸を有する偏心揺動型の減速機と、を備えた駆動装置において、
前記モータが、前記クランク軸に設けられ、該クランク軸と一体的に回転するロータと、該ロータとの間にギャップを設けて配置されるステータと、を有し、
前記モータは、前記ロータと前記ステータとが、軸方向に前記ギャップを設けて対向するアキシアルギャップ型のモータであり、
前記クランク軸は、前記ロータよりも前記偏心体側においてのみ軸受により支持され、
前記モータに通電していない状態において、前記ギャップが最外周を含む同一の径方向位置において、周方向位置によって異なる
ことを特徴とする駆動装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 に、図 5 ～ 図 7 に示されるような、モータと偏心揺動型の減速機とを備えた駆動装置が開示されている。

【 0 0 0 3 】

構成を簡単に説明すると、この駆動装置 9 0 1 の偏心揺動型の減速機 9 1 0 は、内歯歯車 9 1 2 と、該内歯歯車 9 1 2 に内接噛合する外歯歯車 9 1 4、9 1 6 と、を備えるとともに、該内歯歯車 9 1 2 の軸心 C 9 1 2 から L 9 1 8 だけオフセットした位置に、外歯歯車 9 1 4、9 1 6 を揺動させるための複数（この例では 3 本）のクランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C を備えている。そして、各クランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C に設けられた偏心体 9 2 0、9 2 2 によって外歯歯車 9 1 4、9 1 6 が揺動しながら内歯歯車 9 1 2 に内接噛合している。このタイプの減速機 9 1 0 は、振り分けタイプの偏心揺動型の減速機と称されることもある。

10

【 0 0 0 4 】

また、この駆動装置 9 0 1 は、全てのクランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C に対して第 1 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C、第 2 アキシシャルギャップモータ 9 3 2 A ～ 9 3 2 C が、それぞれ設けられている（図 5 では 9 3 0 A、9 3 2 A についてのみ図示）。第 1 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C は、それぞれクランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C と一体的に回転するロータ 9 4 0 A ～ 9 4 0 C と、該ロータ 9 4 0 A ～ 9 4 0 C との間にギャップ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C を設けて配置されるステータ 9 5 0 A ～ 9 5 0 C と、を有している。第 2 アキシシャルギャップモータ 9 3 2 A ～ 9 3 2 C 側も同様である。そして、第 1 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C は、第 2 アキシシャルギャップモータ 9 3 2 A ～ 9 3 2 C と位相角が揃えられている。

20

【 0 0 0 5 】

第 1 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C に着目すると、第 1 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C のロータ 9 4 0 A ～ 9 4 0 C は、図 6 に示されるように、永久磁石 9 4 0 N 1 ～ 9 4 0 N 4 と永久磁石 9 4 0 S 1 ～ 9 4 0 S 4 が交互に配置されている。永久磁石 9 4 0 N 1 ～ 9 4 0 N 4 は、ベースプレート 9 4 5 の表面に、N 極を駆動装置 9 0 1 の外側に向けて固定されており、永久磁石 9 4 0 S 1 ～ 9 4 0 S 4 は、ベースプレート 9 4 5 の表面に、S 極を駆動装置 9 0 1 の外側に向けて固定されている。各クランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C に対する永久磁石 9 4 0 N 1 ～ 9 4 0 N 4 および永久磁石 9 4 0 S 1 ～ 9 4 0 S 4 の位置は、全てのロータ 9 4 0 A ～ 9 4 0 C で等しい。

30

【 0 0 0 6 】

また、図 7 に示されるように、第 1 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C の第 1 ステータ 9 5 0 A ～ 9 5 0 C の中心 C 9 5 0 A ～ C 9 5 0 C は、夫々のクランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C の軸心 C 9 1 8 A ～ C 9 1 8 C に一致している。第 1 ステータ 9 5 0 A ～ 9 5 0 C は、U 相の電流が流れる巻線 U、V 相の電流が流れる巻線 V、及び W 相の電流が流れる巻線 W を備えている。巻線 U、V 及び W は、圧粉磁心で形成されているステータコア 9 5 6 A ～ 9 5 6 C に巻き付けられている。クランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C の軸心 C 9 1 8 A ～ C 9 1 8 C に対する巻線 U、V 及び W の取り付け位置（回転角）は、全ての第 1 ステータ 9 5 0 A ～ 9 5 0 C で等しい。

40

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 で開示されている駆動装置 9 0 1 では、この構成により、第 1、第 2 アキシシャルギャップモータ 9 3 0 A ～ 9 3 0 C、9 3 2 A ～ 9 3 2 C の駆動により、全クランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C が、同一の方向に同一の回転速度で同期して回転可能である。そして、駆動装置 9 0 1 は、この構成により、キャリア 9 2 4、9 2 6 から各クランク軸 9 1 8 A ～ 9 1 8 C の回転速度を減速した回転出力を得ている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 3 - 9 4 0 1 6 号公報（図 1 ～ 図 3 ）

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、このような偏心揺動型の減速機のクランク軸に、モータのロータを設ける構造の駆動装置にあっては、回転時に脈動が生じ易いという問題があった。本発明は、このような偏心揺動型の減速機のクランク軸にモータのロータを設ける構造の駆動装置に特有の問題を解消するためになされたものであって、回転の円滑性をより高めることのできる駆動装置を提供することをその課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、モータと、偏心体が設けられたクランク軸を有する偏心揺動型の減速機と、を備えた駆動装置において、前記モータが、前記クランク軸に設けられ、該クランク軸と一体的に回転するロータと、該ロータとの間にギャップを設けて配置されるステータと、を有し、前記モータは、前記ロータと前記ステータとが、軸方向に前記ギャップを設けて対向するアキシアルギャップ型のモータであり、前記クランク軸は、前記ロータよりも前記偏心体側においてのみ軸受により支持され、前記クランク軸が変形していない状態において、前記モータに通電したときの前記ロータと前記ステータとの間に発生する吸引力を、最外周を含む同一の径方向位置において、周方向位置によって異ならせた構成とすることにより、上記課題を解決したものである。

【0011】

偏心揺動型の減速機のクランク軸は、偏心揺動回転の影響を受けて撓みながら回転する。しかし、本発明では、クランク軸が変形していない状態において通電したときのロータとステータとの間に発生する吸引力を、ロータの周方向位置によって異ならせるようにしている。そのため、このクランク軸の撓みによってロータとステータとの間のギャップが変化し、実際に発生する吸引力が偏心体（すなわちロータ）の回転角（周方向位置）に依存して異なってしまう現象をより緩和（平準化）することができる。これにより、駆動トルクの脈動をより小さく抑えた運転を行うことができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、回転の円滑性をより高めることのできる駆動装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態の一例に係る駆動装置の全体断面図

【図2】図1の要部拡大断面図

【図3】図2の矢視ⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠ線に沿う断面図

【図4】本発明の他の実施形態の一例に係る駆動装置の要部断面図

【図5】従来の駆動装置の一例を示す全体断面図

【図6】図5の駆動装置について、キャリアからハウジングを取り外した状態の減速機の平面図

【図7】図5の駆動装置について、キャリアから取り外したハウジングの平面図

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態の一例を詳細に説明する。

【0015】

図1は、本発明の実施形態の一例に係る駆動装置の全体断面図である。

【0016】

この駆動装置1は、モータ30と、センタクランクタイプの偏心揺動型の減速機10とを備える。モータ30は、入力軸（クランク軸）18と一体的に回転するロータ40と、該ロータ40との間にギャップ30を設けて対向配置されるステータ50と、を有して

いる。本実施形態に係るモータ30は、ロータ40とステータ50とが軸方向にギャップ30を設けて対向するアキシアルギャップ型のモータである。モータ30の構成については、後に詳述する。

【0017】

モータ30のロータ40は、ボルト41を介して減速機10の入力軸18と連結されている。ロータ40の軸心C40と入力軸18の軸心C18はインロー部43での嵌合によって揃えられる。また、ロータ40の周方向位置と入力軸18の周方向位置は、特定の関係が維持されるように規定されている(後述)。

【0018】

減速機10の入力軸18は、負荷側の径方向中央にホロー部18Hが大きく形成され、軽量化されている。入力軸18の外周には、2個の偏心体(第1、第2偏心体)20、22が一体的に形成されている。なお、偏心体20、22は、図示せぬキー等によって入力軸18に連結する構成であってもよい。偏心体20、22の外周は、入力軸18の軸心C18に対してそれぞれ偏心量eだけ偏心している。2つの偏心体20、22の偏心位相差は、180度である(径方向において互いに離反する方向に偏心している)。

【0019】

偏心体20、22の外周には、ころ(第1、第2ころ)15、17を介して外歯歯車(第1、第2外歯歯車)14、16が組み込まれている。外歯歯車14、16が2枚組み込まれているのは、動力伝達容量を確保すると共に、各外歯歯車14、16のそれぞれの偏心揺動の位相を異ならせることにより、入力軸18の径方向に発生する偏心荷重を相殺して減速機10全体の動的バランスをより向上させるためである。外歯歯車14、16は、揺動しながら内歯歯車12に内接噛合している。

【0020】

内歯歯車12は、この実施形態では、内歯歯車本体12Aおよび内歯を構成する外ピン12Bを有している。内歯歯車本体12Aは、ケーシング62と一体化され、円弧状の溝部12A1を有している。外ピン12Bは、該円弧状の溝部12A1に回転自在に組み込まれている。内歯歯車12の内歯の数(外ピン12Bの本数)は、外歯歯車14、16の外歯の数よりも僅かだけ(この例では1だけ)多い。

【0021】

一方、外歯歯車14、16には、該外歯歯車14、16の軸心(組み立てられた状態で偏心体20、22の軸心C20、C22と同じ)からオフセットした位置に貫通孔(第1、第2貫通孔)14A、16Aが、周方向において複数形成されている。各貫通孔14A、16Aを内ピン(ピン部材)64が貫通している。内ピン64の外周には摺動向上部材として内ローラ66が外嵌されている(ただし、内ローラ66はなくてもよい)。内ローラ66と貫通孔14A、16Aとの間には、偏心体20、22の偏心量eの2倍に相当する隙間が確保されている。

【0022】

外歯歯車14、16の軸方向両側には、キャリア(第1、第2キャリア)24、26が配置されている。内ピン64は、このうちの軸方向負荷側(反モータ側)の第2キャリア26と一体化されている(第2キャリア26から一体的に突出している)。内ピン64の先端部64Aは、軸方向反負荷側の第1キャリア24の凹部24Aと嵌合しており、内ピン64は、ボルト68によって第1キャリア24と連結されている。これにより、第1、第2キャリア24、26は、一体的に回転可能である。第1、第2キャリア24、26は、背面合わせでケーシング62に組み込まれたアンギュラ玉軸受で構成される主軸受(第1、第2主軸受)70、72によって回転自在に支持されている。

【0023】

なお、入力軸18は、一対の玉軸受(第1、第2玉軸受)74、76によって第1、第2キャリア24、26に支持されている。この実施形態では、第1玉軸受74は、第1偏心体20とロータ40との間に配置されている。

【0024】

10

20

30

40

50

この駆動装置 1 は、ケーシング 6 2 がボルト（ボルト孔のみ図示）6 3 を介して第 1 の部材（例えば産業用ロボットの第 1 のアーム：図示略）と連結され、第 2 キャリヤ 2 6 がタップ穴 2 6 A を利用して第 2 の部材（例えば産業用ロボットの第 2 のアーム：図示略）と連結されて使用される。

【0025】

なお、符号 8 0 は、モータ 3 0 の保護ケーシングである。保護ケーシング 8 0 は、モータ 3 0 のロータ 4 0 およびステータ 5 0 を収容する凹部 8 0 A と、該凹部 8 0 A の径方向外側に延在しているフランジ部 8 0 B と、第 1 キャリヤ 2 4 に対するインロー部 8 0 C と、を有している。保護ケーシング 8 0 は、インロー部 8 0 C が第 1 キャリヤ 2 4 の外周と嵌合され、フランジ部 8 0 B が第 1 キャリヤ 2 4 の軸方向端面 2 4 B に当接した状態で、ボルト 8 2 によって該第 1 キャリヤ 2 4 の軸方向端面 2 4 B に固定されている。

10

【0026】

符号 8 4 ~ 8 6 は、オイルシール、8 8 は、第 1 キャリヤ 2 4 のホロー部を閉塞するキャップである。

【0027】

次に、本実施形態に係るモータ 3 0 の構成について詳細に説明する。

【0028】

前述したように、本実施形態に係るモータ 3 0 は、アキシアルギャップ型のモータで、入力軸（クランク軸）1 8 と一体的に回転するロータ 4 0 と、該ロータ 4 0 との間に軸方向にギャップ 3 0 を設けて対向配置されるステータ 5 0 と、を有している。

20

【0029】

ロータ 4 0 は、例えば、図 6 に示した従来のロータ 9 4 0 A ~ 9 4 0 C のように、2 組の永久磁石 4 0 N、4 0 S が円周方向に交互に配置されている。一方の永久磁石 N は、ベースプレート 4 5 の表面 4 5 A に N 極を駆動装置 1 の軸方向外側に向けて固定されており、もう一方の永久磁石 4 0 S は、ベースプレート 4 5 の表面 4 5 A に S 極を駆動装置 1 の軸方向外側に向けて固定されている。

【0030】

一方、ステータ 5 0 は、例えば、図 7 に示した従来のステータ 9 5 0 A ~ 9 5 0 C のように、U 相の電流が流れる巻線 5 0 U、V 相の電流が流れる巻線 5 0 V 及び W 相の電流が流れる巻線 5 0 W を備えている。なお、図 1 には、巻線 5 0 U、5 0 V が現れており、巻線 5 0 W は現れていない。巻線 5 0 U、5 0 V 及び 5 0 W は、例えば圧粉磁心で形成されているコア 5 0 A に巻き付けられている。ステータ 5 0 は、コア 5 0 A を例えば接着剤で保護ケーシング 8 0 の凹部 8 0 A に固定することにより、該保護ケーシング 8 0 に取り付けられている。

30

【0031】

この実施形態では、ロータ 4 0 とステータ 5 0 との間のギャップ 3 0 が、入力軸 1 8 が変形していない状態（つまりクランク軸が撓んでいない状態）において、モータ 3 0（具体的にはステータ 5 0）に通電したときのロータ 4 0 とステータ 5 0 との間に発生する吸引力が、周方向位置によって異なるように設定されている。そして、これを具体的に実現するために、この実施形態に係るモータ 3 0 では、モータ 3 0 に通電していない状態において、ロータ 4 0 とステータ 5 0 との間のギャップ 3 0 が周方向位置によって異なるように設定されている。

40

【0032】

図 2、図 3 を用いて、より詳細に説明する。なお、図 2 は、図 1 の要部拡大断面図、図 3 は、図 2 の矢視 I I I - I I I 線に沿う断面図である。ロータ 4 0 とステータ 5 0 との間のギャップ 3 0 は、通常のアキシアルギャップ型のモータでは、クランク軸が変形していない状態で全ての円周方向位置および全ての径方向位置において同一に設定される。つまり、ロータ 4 0 の永久磁石 4 0 N、4 0 S の軸方向ステータ側の端面（以下単にロータ面 4 0 P と称す）と、ステータ 5 0 のコア 5 0 A の軸方向ロータ側の端面（以下単にステータ面 5 0 P と称す）は、共に軸心 C 1 8 と直角の面とされ、平行に設定される。

50

【0033】

しかしながら、本実施形態においては、ロータ40に最も近い第1偏心体20の最大偏心方向Xa（偏心量eが発生している方向）におけるギャップが、該第1偏心体20の反最大偏心方向Xb（最大偏心方向Xaから180°位相がずれた方向）におけるギャップよりも小さくなるように設定されている。すなわち、本実施形態において、ロータ40に最も近い第1偏心体20の最大偏心方向Xaは、例えば、図2において図面の下方向、図3でも、図面の下方向に相当している。この場合、図2に示されるように、第1偏心体20の最大偏心方向Xaにおけるギャップ30minが、第1偏心体20の反最大偏心方向Xbにおけるギャップ30maxよりも小さくなるように設定される（30min < 30max）。

10

【0034】

より具体的には、この実施形態では、ステータ50のステータ面50Pは、軸心C18と直角である。また、ロータ40のベースプレート45の厚さW45は一定であって、かつベースプレート面（ベースプレートの軸方向ステータ側の面）45Pも、軸心C18と直角である。そして、ギャップ30の大小の変化、つまり、ギャップ30maxからギャップ30minへの変化を、ロータ40の永久磁石40N、40Sの軸方向厚さTh40を周方向位置で変化させることで実現している。この30maxからギャップ30minへの変化は、この実施形態では、（段差的にではなく）漸次的としてある。すなわち、最も広いギャップ30maxから最も狭いギャップ30minへと周方向位置に依存してなだらかに変化している。具体的には、周方向におけるギャップ30の

20

【0035】

また、図2から明らかなように、本実施形態においては、ギャップ30は、同一の周方向位置において、径方向位置によっても異なるように設定してある。具体的には、ギャップ30は、最大偏心方向Xaから反最大偏心方向Xbに向かって大きくなるように設定してある。具体的には、径方向におけるギャップ30の変化率が一定（ロータ面40Pが軸と直角の面に対してなす角度（傾き）が一定）となるように、該ギャップ30が、最も広いギャップ30maxから最も狭いギャップ30minへと径方向位置によ

30

【0036】

一方、ロータ40と入力軸18（第1偏心体20）は、ボルト41によって周方向、径方向、および軸方向に一体化されている。そのため、ロータ40は、第1偏心体20と完全に一体的に回転する。そのため、ロータ40に最も近い第1偏心体20の最大偏心方向Xaにおけるギャップ30minは、該第1偏心体20の最大偏心方向Xaが回転してゆくに従って、共に周方向に回転してゆくようになる。つまり、例えば、最も狭いギャップ30minは、ロータ40に最も近い第1偏心体20の最大偏心方向Xaと常に一致する周方向位置で形成され、最も広いギャップ30maxは、ロータ40に最も近い第1偏心体20の反最大偏心方向Xbと常に一致する周方向位置で形成されることになる。

40

【0037】

次に本実施形態の作用を説明する。

【0038】

始めに、偏心揺動型の減速機10の動力伝達に係る作用を説明する。

【0039】

入力軸（クランク軸）18が回転すると該入力軸18と一体化されている偏心体20、22が回転し、ころ15、17を介して外歯歯車14、16が揺動回転する。このとき、外歯歯車14、16は、偏心体20、22によって内歯歯車12側に押し付けられる状態で内歯歯車12に内接噛合する。この結果、内歯歯車12（の外ピン12B）に対する外歯歯車14、16の噛合位置が順次ずれてゆく現象が発生する。

50

【 0 0 4 0 】

外歯歯車 1 4、1 6 の歯数は、内歯歯車 1 2 の歯数よりも 1 だけ少ないため、外歯歯車 1 4、1 6 は、入力軸 1 8 が 1 回回転するごとに、1 歯分だけ内歯歯車 1 2 に対して位相がずれる（自転する）ことになる。この自転成分が、内ローラ 6 6 および内ピン 6 4 を介してキャリア 2 4、2 6 に伝達され、第 2 キャリア 2 6 からケーシング 6 2 に対する相対回転が出力される。第 2 キャリア 2 6 の回転速度は、入力軸 1 8 の回転速度の $1 / (\text{外歯歯車 } 1 4、1 6 \text{ の歯数})$ となる。なお、外歯歯車 1 4、1 6 の揺動成分は、内ローラ 6 6 と外歯歯車 1 4、1 6 の貫通孔 1 4 A、1 6 A との間に確保された隙間によって吸収される。

【 0 0 4 1 】

この一連の作用がなされる際、入力軸（クランク軸）1 8 には、内歯歯車 1 2 からの噛合反力が、外歯歯車 1 4、1 6 および偏心体 2 0、2 2 を介して掛かると共に、内ピン 6 4 および内ローラ 6 6 側からの自転反力が、やはり外歯歯車 1 4、1 6 および偏心体 2 0、2 2 を介して掛かることになる。

【 0 0 4 2 】

ここで、入力軸 1 8 に対してこれらの反力が掛かる位置（方向）について、図 3 を用いてより詳細に説明する。前述したように、図 3 において、第 1 偏心体 2 0 は、図 3 の下側が最大偏心方向 X a となっている。入力軸 1 8 には第 1 偏心体 2 0 が偏心したときに第 1 外歯歯車 1 4 の揺動の反力が掛かるため、荷重を受ける方向は概ね反最大偏心方向 X b（第 1 偏心体 2 0 の最大偏心方向 X a の反対方向）となる。

【 0 0 4 3 】

ただし、正確には最も荷重が掛かるのは、反最大偏心方向 X b ではなく、反最大偏心方向 X b から周方向に約 45° ずれた方向 X c である。このずれる方向は、入力軸 1 8 の回転が逆転すると反転して（方向 X c と対称の）方向 X d になる。したがって、正確には、入力軸 1 8 に最大荷重が掛かる方向（入力軸 1 8 が撓む方向）は、入力軸 1 8 が正転方向に回転するときは方向 X c であり、逆転方向に回転するときは、方向 X d であるということになる。

【 0 0 4 4 】

しかし、事実上は、正転時および逆転時を含めて、入力軸 1 8 は、概ね反最大偏心方向 X b の近傍において最も撓むと捉えてよい。本実施形態もこの思想に基づいて構成されている。

【 0 0 4 5 】

一方、この実施形態では、ロータ 4 0 は、第 1 玉軸受 7 4 に対して第 1 偏心体 2 0 と軸方向反対側に位置している。したがって、入力軸 1 8 において第 1 偏心体 2 0 の近傍が撓むと、入力軸 1 8 のロータ 4 0 の近傍では、第 1 偏心体 2 0 の近傍で撓む方向と逆の方向、つまり第 1 偏心体 2 0 の最大偏心方向 X a 側（矢印 X r 方向）に撓むことになる。その結果、入力軸 1 8 と一体化されているロータ 4 0（のロータ面 4 0 P）が軸心 C 1 8 と直角の方向から傾くことになる。したがって、入力軸 1 8 が変形していない状態（撓んでいない状態）において、もし、ギャップが均一に設定されていた場合は、該ギャップ 3 0 がより小さくなる側（反最大偏心方向 X b 側：図 2 の上側）の周方向位置の近傍での吸引力が増大し、ギャップ 3 0 がより大きくなる側（最大偏心方向 X a 側：図 2 の下側）の周方向位置の近傍では、吸引力が低下することになる。この結果、偏心体 2 0、2 2 が 1 回回転する毎に、該偏心体 2 0、2 2 の回転角に依存してモータ 3 0 での発生トルクが増減し、脈動や振動を引き起こす要因となってしまう。

【 0 0 4 6 】

しかし、本実施形態では、入力軸（クランク軸）1 8 が変形していない状態（撓んでいない状態）において、モータ 3 0 に通電したときのロータ 4 0 とステータ 5 0 との間に発生する吸引力を、周方向位置によって異ならせるようにしている。具体的には、モータ 3 0 に通電していない状態において、ギャップ 3 0 の大きさが周方向位置によって異なり、ロータ 4 0 に最も近い第 1 偏心体 2 0 の最大偏心方向 X a におけるギャップ 3

10

20

30

40

50

0 min が、該第 1 偏心体 20 の反最大偏心方向 X b におけるギャップ 30 max よりも小さく設定されている (30 min < 30 max)。

【 0 0 4 7 】

そのため、モータ 30 が通電され、偏心体 20、22 から偏心荷重が入力軸 18 に伝達されてきて該入力軸 18 のロータ 40 の近傍が X r 方向に撓んだとしても、これによって、実際のロータ 40 とステータ 50 との間のギャップ 30 は周方向において、「むしろ」より均一に近くなり、モータ 30 が運転時に発生する駆動トルクをより平準化させることができるようになる。

【 0 0 4 8 】

さらには、この実施形態では、ギャップ 30 が、同一の周方向位置において、径方向位置によっても異なるようにし、具体的には、入力軸 18 が変形していない状態において、ギャップ 30 が、第 1 偏心体 20 の最大偏心方向 X a から反最大偏心方向 X b に向かって大きくなるようにしている。これは、入力軸 18 が X r 方向に撓むと、同一の周方向位置でも最大偏心方向 X a 側ほどギャップ 30 がより大きくなり、反最大偏心方向 X b 側ほどギャップ 30 がより小さくなるためである。つまり、反最大偏心方向 X b においてギャップ 30 がより大きくなる (最大でギャップ 30 max にまで大きくなる) ように設定されるため、一層円滑な回転が可能である。

【 0 0 4 9 】

要するならば、(正転時においても、また逆転時においても) 入力軸 18 の撓みによる脈動をより低減し、モータ 30 によって実際に発生されるトルクを、(第 1 偏心体 20 の最大偏心方向 X a の回転角に関わらず) より平準化することができ、回転の円滑性をより向上させることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、上記実施形態では、ロータ 40 に最も近い第 1 偏心体 20 と、ロータ 40 との間に第 1 玉軸受 74 が配置されていた (ロータ 40 が、第 1 玉軸受 74 に対して第 1 偏心体 20 と軸方向反対側に位置していた)。したがって、入力軸 18 において第 1 偏心体 20 の近傍が撓むと、入力軸 18 のロータ 40 の近傍では、第 1 偏心体 20 の近傍で撓む方向 X b と逆の方向 X r に撓む構造となっていた。このため、ロータ 40 に最も近い第 1 偏心体 20 の最大偏心方向 X a におけるギャップ 30 min が、該第 1 偏心体 20 の反最大偏心方向 X b におけるギャップ 30 max よりも小さくなるように設定していた。

【 0 0 5 1 】

しかし、偏心揺動型の減速機においては、必ずしも常にロータに最も近い偏心体と、ロータとの間に軸受が配置されているわけではなく、ときに、軸受に対して同一の側にロータに最も近い偏心体およびロータの双方が位置する場合もある。

【 0 0 5 2 】

このような場合には、クランク軸のロータに最も近い偏心体が撓む方向とロータの近傍が撓む方向が一致するため、ロータに最も近い偏心体の最大偏心方向におけるギャップが、該偏心体の反最大偏心方向におけるギャップよりも大きくなるように設定するとよい。

【 0 0 5 3 】

なお、上記実施形態においては、ロータ 40 の永久磁石 40 N、40 S の軸方向厚さ T h 40 を周方向位置によって変化させることによって、ギャップ 30 を周方向位置によって異ならせる構成を実現していた。しかし、ギャップを周方向位置によって異ならせる手法は、上記手法に限定されない。例えば、ベースプレートの軸方向厚さを周方向位置によって異ならせてもよいし、永久磁石とベースプレートの両方の軸方向厚さを周方向位置によって異ならせてもよい。

【 0 0 5 4 】

また、上記実施形態では第 1 偏心体 20 の最大偏心方向 X a で最少ギャップ 30 min、反最大偏心方向 X b で最大ギャップ 30 max となるように、周方向において一定の変化率でギャップ 30 を変化させていた。しかし、ギャップが周方向位置によって異なっているのであれば、ギャップの周方向における変化態様は、特に上記例に限定されな

10

20

30

40

50

い。より具体的には、駆動装置を駆動することによって、「クランク軸（上記例では入力軸）が変形した状態でのギャップが狭くなる周方向位置における（クランク軸が変形していない状態での）ギャップ」が、「クランク軸が変形した状態でのギャップが広がる周方向位置における（クランク軸が変形していない状態での）ギャップ」よりも大きく形成されていればよい。例えば、軸方向厚さの異なる永久磁石を周方向に並べることによって、ギャップを周方向に階段状に変化させてもよいし、第1偏心体（20）の最大偏心方向Xaの近傍の所定の周方向範囲（例えば、 $Xa \pm 45^\circ$ の周方向範囲）のギャップを、反最大偏心方向Xbの近傍の所定の周方向範囲（例えば、 $Xb \pm 45^\circ$ の周方向範囲）のギャップよりも小さくして、それ以外の周方向範囲のギャップは一定としてもよい。

【0055】

10

さらには、要するに、クランク軸が変形していない状態において、モータに通電したときのロータとステータとの間に発生する吸引力を、周方向位置によって異ならせることができるならば、その手法は、ギャップを周方向位置によって異ならせる手法に限定されない。

【0056】

例えば、ロータによって形成される磁界が、該ロータの周方向位置によって異なるように構成しても、クランク軸が変形していない状態において、モータに通電したときのロータとステータとの間に発生する吸引力を、周方向位置によって異ならせることができる。

【0057】

具体的には、例えば、ロータ40の永久磁石40N1～40N4、40S1～40S4が、例えば、先の図6に示されるような940N1～940N4、940S1～940S4のような態様で配置されている場合には、例えば、永久磁石（40S1、40N1）＜（40S2、40N2、40S4、40N4）＜（40S3、40N3）の3段階に、あるいは、永久磁石（40N4、40S1、40N1、40S2）＜（40N2、40S3、40N3、40S4）の2段階に、それぞれの永久磁石40N1～40N4、40S1～40S4の磁界（磁力）の強度が周方向位置、あるいは径方向位置に依存して変化するように構成してもよい。ロータ40の永久磁石による磁界の強度を変えるには、例えば、永久磁石の素材を変えればよい。

20

【0058】

もちろん、上記構成のうち、2以上の構成を併用してもよい。

30

【0059】

なお、本発明は、例えば、先に図5～図7を用いて説明したような振り分けタイプの偏心揺動型の減速機を採用した駆動装置にも適用可能である。図5～図7を用いて説明したように、振り分けタイプの偏心揺動型の減速機は、クランク軸が内歯歯車の軸心からオフセットした位置に複数設けられており、各クランク軸を同期して回転させる、という構成を備えている。しかし、クランク軸をモータによって駆動するという基本構造自体は先の図1～図3の実施形態と同様に捉えることが可能である。すなわち、本発明は、振り分けタイプの偏心揺動型の減速機を採用した駆動装置にも適用可能である。

【0060】

図4に、振り分けタイプの減速機に組み込まれている複数のクランク軸のうちの1本のクランク軸118に、2個のアキシアルギャップ型のモータ130、132を結合した一例を示す。なお、実際には、全てのクランク軸118に、同様にモータ130、132が設けられる。

40

【0061】

この図4の例では、クランク軸118の一端に、第1のモータ130のロータ140が設けられ、他端に第2のモータ132のロータ142が設けられている。そして、それぞれのロータ140、142とステータ150、152との間のギャップ130、132の変化状況が、周方向において180度ずれている。つまり、1本のクランク軸118の両端に同一構造の第1、第2のアキシアルギャップ型のモータ130、132を、軸方向に対向させる態様で組み込み、かつ、偏心運動による吸引力の変動の影響に関しては、

50

第2のモータ132におけるギャップ 132の周方向の変化態様が、第1のモータ130におけるギャップ 130の周方向の変化態様を、クランク軸118の軸心C118を通る面に対して折り返した変化態様となるように設定されている。そして、それぞれのモータ130、132に対して、先の図1～図3の実施形態と同様の構成を採用している。理解を容易にするために、図1～図3の実施形態と同一または類似する部位、または部材に下2桁が同一の符号を付している。

【0062】

第1のモータ130に着目すると、この実施形態においても、クランク軸118が変形していない状態（撓んでいない状態）において、モータ130に通電したときのロータ140とステータ150との間に発生する吸引力を、周方向位置によって異ならせるようにしている。

10

【0063】

具体的には、モータ130に通電していない状態において、ギャップ 130の大きさが周方向位置によって異なっており、ロータ140に最も近い第1偏心体120の最大偏心方向Xa1におけるギャップ 130minが、該第1偏心体120の反最大偏心方向Xb1におけるギャップ 130maxよりも小さく設定されている。

【0064】

さらには、ギャップ 130が、同一の周方向位置において、径方向位置によっても異なるようにするべく、ギャップ 130が、最大偏心方向Xa1から反最大偏心方向Xb1に向かって大きくなるようにしている。

20

【0065】

一方、第2のモータ132に着目すると、クランク軸118が変形していない状態（撓んでいない状態）において、モータ132に通電したときのロータ142とステータ152との間に発生する吸引力を、周方向位置によって異ならせるようにしている。

【0066】

具体的には、モータ132に通電していない状態において、ギャップ 132の大きさが周方向位置によって異なっており、ロータ142に最も近い第2偏心体122の最大偏心方向Xa2におけるギャップ 132minが、該第2偏心体122の反最大偏心方向Xb2におけるギャップ 132maxよりも小さく設定されている。

【0067】

30

さらには、ギャップ 132が、同一の周方向位置において、径方向位置によっても異なるようにするべく、ギャップ 132が、最大偏心方向Xa2から反最大偏心方向Xb2に向かって大きくなるようにしている。

【0068】

第2偏心体122の最大偏心方向Xa2は、第1偏心体120の最大偏心方向Xa1と位相が180°反転している（ずれている）。同様に、第2偏心体122の反最大偏心方向Xb2は、第1偏心体120の反最大偏心方向Xb1と位相が180°反転している。そのため、結局、偏心運動による吸引力の変動の影響に関しては、第2のモータ132におけるギャップ 132の周方向の変化態様が、第1のモータ130におけるギャップ 130の周方向の変化態様を、クランク軸118の軸心C118を通る面に対して折り返した変化態様となるように設定されることで、クランク軸118の全体においてバランスが取れるように構成することができる。

40

【0069】

すなわち、モータ130、132が通電され、第1、第2偏心体120、122から動力伝達の際の偏心荷重が伝達されてきてクランク軸118が撓んだとしても、これによって、実際のロータ140、142とステータ150、152との間のギャップ 130、132は、周方向および径方向において、より均一に近くなり、モータ130、132が発生する駆動トルクをより平準化させることができるようになる。そして、この実施形態では、アキシヤルギャップ型のモータ130、132が軸方向に対向して設けられているため、それぞれのモータ130、132で発生するスラスト荷重を互いに相殺すること

50

もできる。

【0070】

なお、このような振り分けタイプの偏心揺動型の減速機が採用されている場合においても、先の実施形態で説明したような変形例を同様に採用することができ、同様の作用効果を得ることができる。

【0071】

そして、偏心揺動型の減速機は、上記以外にも種々の構成が知られているが、モータが、クランク軸に設けられ、該クランク軸と一体的に回転するロータと、該ロータとの間にギャップを設けて配置されるステータと、を有している限り、本発明を同様に適用することができ、同様の作用効果を得ることができる。例えば、キャリアが固定され（外歯歯車の自転が拘束され）、内歯歯車が回転する枠回転型の偏心揺動型の減速機でもよいし、内歯歯車が外歯歯車に対して偏心揺動する内歯歯車揺動タイプの偏心揺動型の減速機であってもよい。

10

【0072】

また、本発明は、ロータとステータとの間のギャップの変化に敏感なアキシアルキャップ型のモータに適用することで、特に顕著な作用効果を得ることができるが、モータの種類は、必ずしもアキシアルギャップ型のモータに限定されない。つまり、例えばロータとステータとの間のギャップが径方向に形成されているラジアルギャップ型のモータにも、本発明を同様に適用することができる。つまり、ラジアルギャップ型のモータにおいても、ロータがクランク軸に設けられ、該クランク軸と一体的に回転し、かつステータが、該ロータとの間にギャップを設けて配置される場合には、クランク軸の変形によって、該ロータとステータとの間のギャップが変化するという問題は、同様に発生する。そして、クランク軸が変形していない状態において、モータに通電したときのロータとステータとの間に発生する吸引力を、周方向位置によって異ならせることにより、先の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

20

【0073】

なお、ラジアルギャップ型のモータにおいて、モータに通電したときのロータとステータとの間に発生する吸引力を周方向位置によって異ならせる場合も、例えば、先の実施形態と同様に、モータに通電していない状態において、ギャップが周方向位置によって異なるように構成するようにしてもよい。また、モータに通電していない状態において、ロータの永久磁石の磁力が周方向位置によって異なるように構成するようにしてもよい。

30

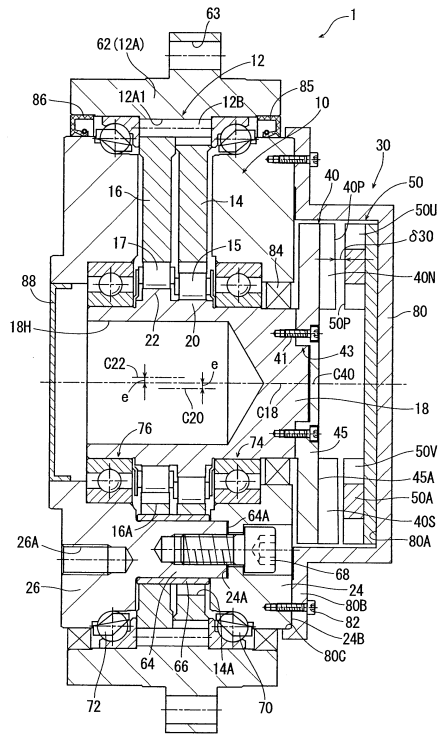
【符号の説明】

【0074】

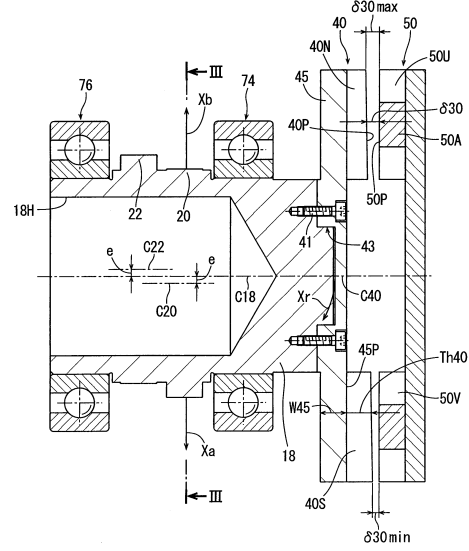
- 1 ... 駆動装置
- 10 ... 減速機
- 12 ... 内歯歯車
- 14、16 ... 外歯歯車
- 18 ... 入力軸（クランク軸）
- 20、22 ... 偏心体
- 24、26 ... キャリヤ
- 30 ... モータ
- 40 ... ロータ
- 50 ... ステータ

40

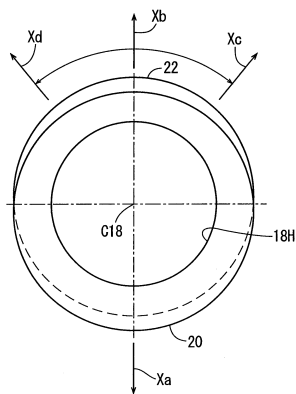
【図 1】



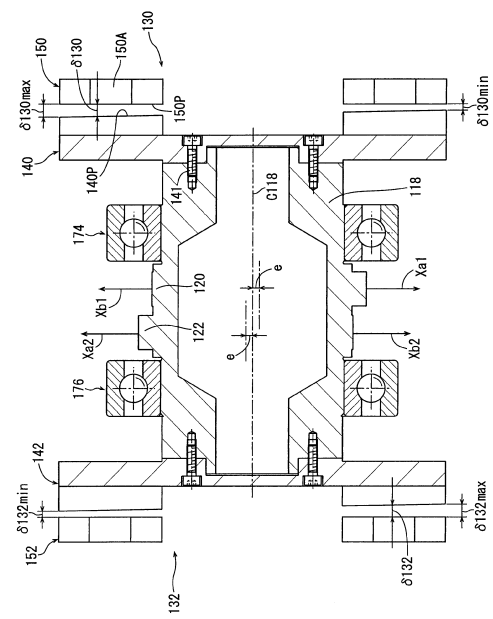
【図 2】



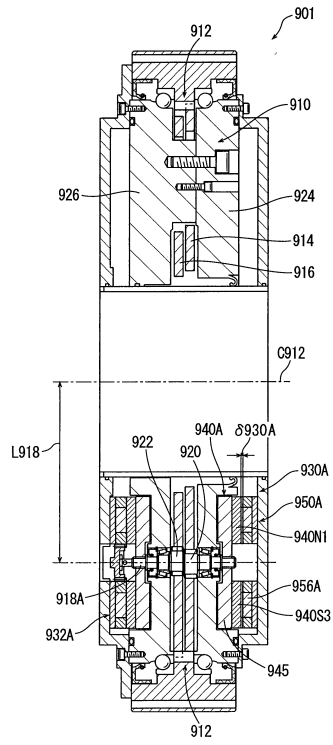
【図 3】



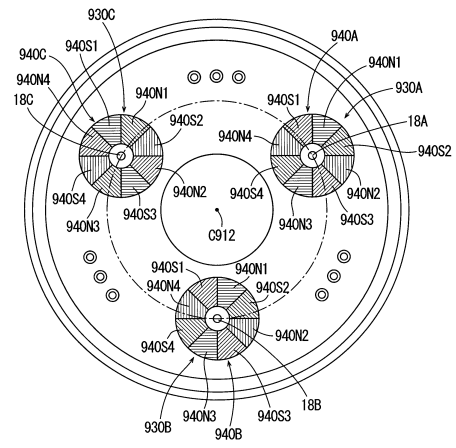
【図 4】



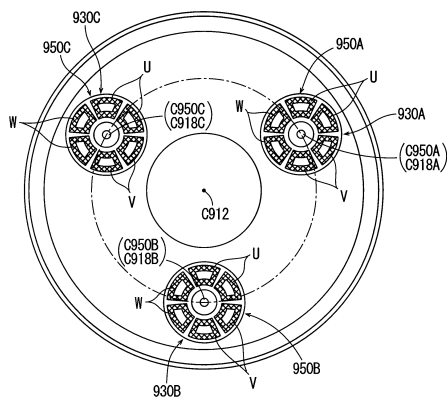
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 石川 哲三
愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重機械工業株式会社 名古屋製造所内
- (72)発明者 西部 慎一
愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重機械工業株式会社 名古屋製造所内
- (72)発明者 光藤 栄
愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重機械工業株式会社 名古屋製造所内

審査官 服部 俊樹

- (56)参考文献 特開2013-094017(JP,A)
実開平04-080949(JP,U)
特開昭50-022206(JP,A)
実開昭57-122166(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 7/075
F16H 1/32