

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5425324号  
(P5425324)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int. Cl.		F I
<b>HO2K 7/116 (2006.01)</b>		HO2K 7/116
<b>HO2K 16/00 (2006.01)</b>		HO2K 16/00

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-47806 (P2013-47806)	(73) 特許権者	503405689 ナブテスコ株式会社 東京都千代田区平河町二丁目7番9号
(22) 出願日	平成25年3月11日(2013.3.11)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
(62) 分割の表示	特願2007-335049 (P2007-335049) の分割	(72) 発明者	東 高仁 兵庫県神戸市西区高塚台七丁目3番3号 ナブテスコ株式会社内
原出願日	平成19年12月26日(2007.12.26)	(72) 発明者	王 宏猷 東京都港区海岸一丁目9番18号 ナブテ スコ株式会社内
(65) 公開番号	特開2013-118814 (P2013-118814A)	審査官	槻木澤 昌司
(43) 公開日	平成25年6月13日(2013.6.13)		
審査請求日	平成25年3月11日(2013.3.11)		

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】

ギアユニットと複数のモータを備えている駆動装置であり、  
ギアユニットは、  
被駆動部材と、  
被駆動部材に係合している複数のインプットシャフトを備えており、  
夫々のモータのロータが、夫々インプットシャフトに係合しており、  
被駆動部材と複数のインプットシャフトの係合を維持しながら、各モータのロータとステータの位相角を個別に機械的に調整可能な調整機構が設けられている駆動装置。

【請求項2】

インプットシャフトとロータの一方に、回転軸に沿って伸びているピンが設けられており、

インプットシャフトとロータの他方に、周方向に沿って伸びており前記ピンに遊嵌している貫通孔が形成されており、

前記ピンを周方向に移動させることにより、各モータのロータとステータの位相角を個別に機械的に調整する請求項1に記載の駆動装置。

【請求項3】

ロータとステータの位相角が全てのモータで等しい請求項1又は2に記載の駆動装置。

【請求項4】

前記ギアユニットは、

10

20

内周に内歯歯車が形成されている内歯部材と、  
 内歯歯車の軸線と同軸に配置されているとともに、内歯部材に回転可能に支持されているキャリアと、  
 内歯歯車の軸線に沿って伸びているとともにキャリアに回転可能に支持されており、偏心体が固定されている複数のインプットシャフトと、  
 内歯歯車と噛み合っている外歯が形成されており、夫々前記偏心体が嵌合している複数の貫通孔が形成されている被駆動部材と、を備えており、  
 各モータのロータが、夫々インプットシャフトに係合しているとともに、各モータのステータがキャリアに固定されている請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の駆動装置。

【請求項 5】

複数のモータの全てが、ひとつのモータドライバで制御される請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の駆動装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はギアユニットと複数のモータを備える駆動装置に関する。特に、ひとつのモータドライバで複数のモータを制御するのに好適な駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に、ギアユニットと複数のモータを備える駆動装置が開示されている。特許文献 1 のギアユニットは、被駆動部材に複数のインプットシャフトに係合している。夫々のインプットシャフトにモータの回転軸（モータのロータ）に係合されている。複数のモータのトルクによって被駆動部材を回転させる。

20

ギアユニットは次の構成を有している。ギアユニットは、内歯部材とキャリアと複数のインプットシャフト（クランクシャフト）と被駆動部材（外歯歯車）を備えている。内歯部材は、内周に内歯歯車が形成されている。キャリアは、内歯歯車の軸線と同軸に配置されており、内歯部材に回転可能に支持されている。クランクシャフトは、内歯部材の軸線に沿って伸びているとともにキャリアに回転可能に支持されている。クランクシャフトには偏心体が固定されている。偏心体の回転軸線は、クランクシャフトの軸線からオフセットしている。被駆動部材の外歯（外歯歯車）は、内歯歯車と噛み合っている。外歯歯車の周方向には複数の貫通孔が形成されており、それらの貫通孔に夫々偏心体が嵌合している。そのため、外歯歯車は、クランクシャフトの回転に伴って内歯歯車の軸線周りを偏心回転する。このように偏心回転する外歯歯車とその外歯歯車に噛み合う内歯歯車によって減速比を得るギアユニットは、偏心揺動型のギアユニットと呼ばれることがある。

30

特許文献 1 の駆動装置では、複数のモータの夫々の回転軸が、クランクシャフトに係合されている。また、複数のモータの夫々のステータが、ギアユニットのキャリアに固定されている。複数のモータの回転軸が外歯歯車に係合している。夫々のモータが出力するトルクの合力によって被駆動部材（外歯歯車）が駆動される。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000 - 154849 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の駆動装置では、夫々のモータを独立に駆動している。すなわち、モータの数と同数のモータドライバを使用して、夫々のモータの回転を個別に制御している。

複数のモータを備える駆動装置では、出力が十分に大きいモータドライバを用意すれば、ひとつのモータドライバで複数のモータを制御することができる。ひとつのモータドラ

50

イバで複数のモータを制御するには、複数のモータを電氣的に並列、あるいは直列に接続すればよい。

ひとつのモータドライバで複数のモータを制御する場合、全てのモータに同位相の電流が流れる。他方、各モータのロータは、被駆動部材（外歯歯車）を介して連動して回転する。すなわち、夫々のモータの回転軸は、他のモータから独立して個別に回転することができない。ひとつのモータのロータ回転角が決まると、残りのモータのロータ回転角が決まる関係にある。すなわち、ひとつのモータのロータとステータの機械的な位相角が決まると、残りのモータのロータとステータの位相角が決まる関係にある。ロータとステータの機械的な位相角が揃っていない複数のモータに同位相の電流を流すと、モータの出力トルクに差が生じてしまう。その結果、夫々のモータの回転軸（出力軸）から外歯歯車に加えられるトルクに偏りが生じてしまう。

10

本発明は、上記の課題に対策するものであり、複数のモータを備えていながらひとつのモータドライバで制御するのに適している駆動装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

ロータとステータの機械的な位相角を全てのモータで等しくすれば、ひとつのモータドライバで複数のモータを制御しても各モータの出力トルクを等しくすることができる。しかしながら従来は、夫々のモータを個別のモータドライバで制御していたため、ロータとステータの機械的な位相を揃えるという発想はなかった。他方、通常は、ギアユニットを完成した後に複数のモータを取り付けるため、複数のモータのロータとステータの位相を揃えながらモータを取り付けることは困難である。

20

本発明の駆動装置は、モータをギアユニットに取り付け、被駆動部材と複数のインプットシャフトの係合を維持しながら、各モータのロータとステータの位相角を個別に調整可能な調整機構を設ける。従来の駆動装置では、複数のモータをひとつのモータドライバで制御することがなかったため、各モータのロータとステータの位相角を個別に調整可能な調整機構を採用する必要がなかった。本発明の駆動装置は、従来は必要とされていなかった調整機構をあえて採用する。従来は採用されない構造をあえて採用することによって、複数のモータを備えていながらひとつのモータドライバで制御するのに適している駆動装置を実現する。

【0006】

30

本発明の駆動装置は、ギアユニットと複数のモータを備えている。ギアユニットは、被駆動部材と、その被駆動部材に係合している複数のインプットシャフトを備えている。夫々のモータのロータが、夫々インプットシャフトに係合している。本発明の駆動装置は、被駆動部材と複数のインプットシャフトの係合を維持しながら、各モータのロータとステータの位相角を個別に調整することが可能な調整機構が設けられている。

調整機構は、典型的には、2つの部材の相対的な回転を許容したり、禁止できる継ぎ手でよい。そのような継ぎ手を、インプットシャフトと回転軸の間、回転軸とロータの間、モータのケースとギアユニットの間、あるいは、モータのケースとステータの間に嵌挿すればよい。

さらに具体的には、調整機構は次のとおりである。モータの回転軸とロータが回転自由に嵌合している。回転軸とロータには、双方に跨る固定部材を取り付けることができる。固定部材なしでは、ロータは回転軸に対して回転自在となる。モータの回転軸がインプットシャフトに係合していても、ロータは自由に回転できるので、ロータとステータの位相角を自由に調整することができる。調整が終了したのちに、固定部材を固定すれば、ロータは回転軸に固定される。より具体的には、固定部材に、周方向に沿って伸びる長円形の貫通孔を設ける。固定部材をロータと回転軸のいずれか一方に回転不能に取り付け、固定部材の貫通孔にボルトを通して、固定部材と他方を固定する。ボルトを緩めれば、ロータあるいは回転軸は、貫通孔の周方向長さ分だけ回転することができる。このような調整機構は、モータケースとステータの間に設けても良い。調整機構には、様々な構成が考え得る。

40

50

調整機構を設けることによって、上記の駆動装置は、ギアユニットにモータを取り付け、被駆動部材と複数のインプットシャフトの係合を維持しながら、ロータとステータの位相角を個別に調整して位相を揃えることができる。すなわち、調整機構によって、ロータとステータの位相角を個別に調整して位相を揃えることができる。

【0007】

ギアユニットの典型的な構成は以下の通りである。ギアユニットは、内歯部材とキャリアと複数のインプットシャフト（クランクシャフトということもある）と被駆動部材（外歯歯車ということもある）を備えている。内歯部材の内周には、内歯歯車が形成されている。キャリアは、内歯歯車の軸線と同軸に配置されており、内歯部材に回転可能に支持されている。夫々のクランクシャフトは、内歯歯車の軸線に沿って伸びているとともにキャリアに回転可能に支持されている。夫々のクランクシャフトには偏心体が固定されている。外歯歯車は、内歯部材に囲まれた位置で内歯歯車と噛み合っている。外歯歯車には周方向に複数の貫通孔が形成されており、夫々の貫通孔には、クランクシャフトの偏心体が嵌合している。そのため、外歯歯車は、クランクシャフトの回転に伴ってケースの軸線周りを偏心回転することができる。

10

各モータのロータは、夫々クランクシャフトに係合している。各モータのステータは、キャリアに固定されている。なお、「ロータとクランクシャフトの係合」として、クランクシャフトがモータの回転軸を兼ねている形態、クランクシャフトにモータの回転軸が同軸に固定されている形態、あるいは、各モータの回転軸とクランクシャフトが歯車等を介して連動する形態等が挙げられる。

20

【0008】

ギアユニットが、上記した内歯部材とキャリアとインプットシャフトと外歯歯車を備えているギアユニットの場合、「インプットシャフトとロータの相対回転角」、及び、「キャリアとステータの相対回転角」の少なくとも一方が、モータ毎に個別に調整可能であれば、被駆動部材と複数のインプットシャフトの係合を維持しながら各モータのロータとステータの位相角を個別に調整することができる。

【0009】

全てのモータでロータとステータの機械的な位相角を揃えることによって、ひとつのモータドライバで複数のモータを制御しても（すなわち、各モータに同位相の電流を流しても）、モータの出力トルクを均一にすることができる。夫々のモータの回転軸から被駆動部材に加えられるトルクを均一にすることができる。

30

本発明の駆動装置は、複数のモータの全てが、ひとつのモータドライバで制御されるのに好適である。

【0010】

本明細書では、全てのモータでロータとステータの機械的な位相角が揃っている駆動装置の製造方法も提供する。

この製造方法は、次の工程を備えている。

(1) ギアユニットと複数のモータを用意する第1工程

(2) 各モータに同位相の電流を印加して、ロータとステータの位相角を揃える第2工程

(3) ギアユニットにモータを固定する第3工程

40

ここで、ギアユニットは、被駆動部材と、その被駆動部材に係合する複数のインプットシャフトを備えている。

上記第2工程において、各モータのステータとロータは、永久磁石と電磁石の相互作用によって相対的に回転する。ロータとステータの相対回転は磁力がバランスする位置で静止する。全てのモータに同じ位相の電流を印加しているため、全てのモータでロータとステータの位相が同じ位置で静止する。すなわち、全てのモータで位相角を揃えることができる。その状態で、ギアユニットにモータを固定する（第3工程）。

上記の製造方法では、磁力によってロータとステータの位相角を全てのモータで揃える。複数のモータのロータとステータの位相角を簡単に同時に揃えることができる。

50

## 【 0 0 1 1 】

モータをギアユニットに組み付ける前に、全てのモータに通電して位相角を揃えてもよいが、モータをギアユニットに仮止めしてからモータの位相角を揃える方が効率がよい。具体的には、次の2通りの工程が好適である。

・第2工程に先立って、モータのロータをインプットシャフトに回転自在に連結するとともに、モータのステータをギアユニットに固定する仮止め工程を実施する。このとき、第3工程では、モータのロータをインプットシャフトに係合すればよい。

・第2工程に先立って、モータのロータをインプットシャフトに係合するとともに、モータのステータをギアユニットに回転自在に連結する仮止め工程を実施する。このとき、第3工程では、モータのステータをギアユニットに固定すればよい。

10

いずれの工程によっても、ロータとステータの位相角を揃えた後の工程が簡単になる。

## 【 0 0 1 2 】

ロータをインプットシャフトに係合するとき、及び、ステータをギアユニットに固定するとき、ギアユニットとモータの間に物理的な力が作用する。第2工程に先立っていずれか一方の仮止め工程を実施しておけば、位相角を揃えた後にギアユニットとモータの間に物理的な力が作用する機会を最少にすることができる。第3工程を実施するとき、ロータとステータの位相角がずれる可能性を少なくすることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 3 】

複数のモータで被駆動部材を駆動する駆動装置であり、ひとつのモータドライバで全てのモータを制御するのに好適な駆動装置を提供することができる。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 第1実施例の減速装置の断面図 ( 1 )

【 図 2 】 図1のII-II線に沿った断面図

【 図 3 】 第1実施例の減速装置の断面図 ( 2 )

【 図 4 】 図1の領域61の拡大図

【 図 5 】 図4の矢印Aから見た平面図

【 図 6 】 図1のVI-VI線に沿った断面図

【 図 7 】 図6の断面図の変形例

30

【 図 8 】 第2実施例の減速装置の部分断面図

【 図 9 】 第3実施例の減速装置の部分断面図

【 図 10 】 第4実施例の減速装置の部分断面図

【 図 11 】 第5実施例の減速装置の部分断面図

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 5 】

実施例の特徴を以下に記す。

( 第1特徴 ) 各モータは、同一のトルク特性を有しており、ひとつのモータドライバで制御される。

( 第2特徴 ) 各モータのうち1つのモータにのみロータの回転角を検出するエンコーダが取り付けられる。他のモータにはエンコーダが連結されていない。

40

( 第3特徴 ) 各モータのロータが、夫々クランクシャフトに同軸に直結しているとともに、各モータのステータがキャリアに固定されている。

( 第4特徴 ) モータの回転軸とロータのいずれか一方に、回転軸に沿って伸びているピンが設けられており、他方に、周方向に沿って伸びており前記ピンに遊嵌している貫通孔が形成されている。その貫通孔は、周方向に沿って長い長円形である。貫通孔の周方向長さの範囲内で、モータの回転軸とステータの相対回転を禁止しながら、ロータとステータを相対回転させることができる。すなわち、ロータとステータの位相角を調整することができる。

( 第5特徴 ) 仮止め工程では、インプットシャフトにロータを回転可能に取り付けると

50

ともに、各モータのステータをキャリアに固定する。このとき、第3工程では、インプットシャフトにロータを固定する。

【実施例1】

【0016】

図面を参照して実施例を説明する。実施例では、ギアユニットの例として減速機構を備えたギアユニットについて説明する。しかしながら、減速機構を備えたギアユニット以外のギアユニット（モータの回転を増幅するギアユニット等）を備えている駆動装置にも本発明を好適に適用することができる。

（第1実施例）

図1は、本実施例の駆動装置（減速装置ということもある）100の断面図を示している。図2は、図1のII-II線に沿った断面図を示している。図3は、減速装置100を、図1とは異なる方向から見たときの断面図を示している。図1の断面図は図2のI-I線に沿った断面に相当し、図3の断面図は図2のIII-III線に沿った断面に相当する。図4は、図1の破線で囲まれた領域61の拡大図を示している。なお、図面の明瞭化のため、図3では、図3の断面図に特有な箇所のみ符号を付し、図1と実質的に同じ部品については符号を省略している。

図1に示すように、減速装置100は、ギアユニット1とモータユニット59を備えている。モータユニット59は、複数のモータ57a～57dを備えている。なお、図1にはモータ57aと57cのみを図示しており、他のモータ57b、57dの図示を省略している。

【0017】

まず、ギアユニット1について説明する。

ギアユニット1は、内歯部材18と外歯歯車（被駆動部材の一例に相当する）20X、20Yと複数のクランクシャフト（インプットシャフトの一例に相当する）49とキャリアを備えている。後述するように、キャリアは、キャリア上部4Xとキャリアベース4Yから形成されている。以下の説明では、キャリア上部4Xとキャリアベース4Yを併せて、キャリア4と称することがある。また、後述するように、内歯部材18をギアユニット1の出力部を称することがある。内歯部材18を回転自在に支持する部分を固定部と称することがある。具体的には、キャリア4（キャリア上部4Xとキャリアベース4Y）が、ギアユニット1の固定部に相当する。なお、以下の説明では、複数個が存在する実質的に同一種類の部品に共通した事象を説明する場合には、アルファベットの添え字を省略することがある。

図2に示すように、内歯部材18はリング状であり、その内周に沿って多数の内歯が形成されている。内歯部材18は、外歯歯車20と異なる歯数を有している。内歯部材18の内周に沿って、多数の内歯ピン（内歯）22が配置された内歯歯車が形成されている。換言すると、内歯部材18自身が内歯歯車を構成しているということもできる。

外歯歯車20は、内歯部材18の内歯ピン22と噛み合いながら偏心回転する。すなわち、外歯歯車20は、内歯部材18の軸線18Mの周りを公転する。なお、軸線18Mは、内歯ピン22群によって形成される内歯歯車の軸線ということもできるし、後述するキャリア4の軸線ということもできる。外歯歯車20の中心に第1貫通孔60が形成されており、第1貫通孔60内を円筒部材64が通過している（図1も参照）。外歯歯車20の第1貫通孔60の周囲に、複数の第2貫通孔68a～68hが形成されている。夫々の第2貫通孔68は、同一円周上に形成されている。なお詳細は後述するが、第2貫通孔68a、68c、68e、68gにはクランクシャフト49の偏心部50が嵌合しており、第2貫通孔68b、68d、68f、68h内をキャリア4の柱状部5が通過している。

【0018】

図3に示すように、キャリア上部4Xとキャリアベース4Yは、ボルト66によって締結されており、一体となってギアユニット1のキャリア4を構成する。キャリア上部4Xとキャリアベース4Yは、位置決めピン67によって、双方の相対的な回転が禁止されている。キャリア4は、内歯部材18の内側に配置されている。減速装置100は、キャリ

アベース 4 Y がボルト等によって基部（例えばロボットの旋回部や回転装置のベース等）に固定される（図 1 も参照）。すなわち、キャリア 4（キャリア上部 4 X とキャリアベース 4 Y）は、基部に対して回転することが拘束される。その結果、外歯歯車 20 X、20 Y は基部に対して回転することが拘束される。そして前述したように、内歯部材 18 が、外歯歯車 20 X、20 Y に対して回転する。したがって、キャリア 4 が、減速装置 100 の固定部に相当する。内歯部材 18 が、減速装置 100 の固定部（キャリア上部 4 X とキャリアベース 4 Y）に対して回転する出力部に相当する。なお、内歯部材 18 が基部に固定される場合、キャリア 4 は、内歯部材 18 に対して回転する。この場合、キャリア 4 の軸線は、内歯部材 18 の軸線 18 M に等しい。すなわち、キャリア 4 は、内歯部材 18 と同軸に配置されている。

10

図 1 に示すように、キャリア 4 と内歯部材 18 の間に、一对のアンギュラ玉軸受 16 X、16 Y が配置されている。アンギュラ玉軸受 16 X、16 Y によって、内歯部材 18 はキャリア 4 に対して回転可能であるとともにスラスト方向に変位不能に支持されている。なお、キャリア 4 が内歯部材 18 に対して回転可能であるとともにスラスト方向に変位不能に支持されているということもできる。本実施例ではキャリア 4 と内歯部材 18 の間に一对のアンギュラ玉軸受 16 X、16 Y を配置したが、アンギュラ玉軸受の代わりに円錐ころ軸受等を使用してもよい。

#### 【0019】

クランクシャフト 49 は、シャフト 54 と、シャフト 54 の軸線 54 M に対して偏心している偏心部 50 X、50 Y を備えている。シャフト 54 は、シャフト 54 a とシャフト 54 b を有している。シャフト 54 a とシャフト 54 b は一体に形成されている。シャフト 54 b は、シャフト 54 の一部ということもできるし、後述するモータ 57 の回転軸ということもできる。軸線 54 M は、内歯部材 18 の軸線（キャリア 4 の軸線ということもできる）18 M と平行に伸びている。すなわち、クランクシャフト 49 は、キャリア 4 の軸線 18 M に沿って伸びている。キャリア 4 とクランクシャフト 49 の間に一对の円錐ころ軸受 40 X、40 Y が配置されている。円錐ころ軸受 40 X、40 Y によって、クランクシャフト 49 はキャリア 4 に対して回転可能であるとともにスラスト方向に変位不能に支持されている。なお、アンギュラ玉軸受 16 において、符号 8 は内輪を示し、符号 14 は外輪を示し、符号 12 は転動体（玉）を示し、符号 10 は転動体 12 を保持する保持器を示している。円錐ころ軸受 40 において、符号 38 は内輪を示し、符号 32 は外輪を示し、符号 36 は転動体（ころ）を示し、符号 34 は転動体 36 を保持する保持器を示している。

20

30

偏心部 50 は、針状ころ軸受 46 を介して第 2 貫通孔 68 a、68 c、68 e、68 g（図 2 を参照）に嵌合している。なお、針状ころ軸受 46 において、符号 44 は転動体を示しており、符号 42 は、転動体 44 を保持する保持器を示している。

#### 【0020】

図 3 に示すように、キャリア上部 4 X の柱状部 5 d が、外歯歯車 20 X の第 2 貫通孔 69 と外歯歯車 20 Y の第 2 貫通孔 68 d を通過している。図 2 に示すように、キャリア上部 4 X は複数の柱状部 5 b、5 d、5 f、5 h を有しており、夫々の柱状部 5 b、5 d、5 f、5 h が対応する第 2 貫通孔 68 b、68 d、68 f、68 h を通過している。図示を省略しているが、夫々の柱状部 5 b、5 d、5 f、5 h は、外歯歯車 20 X の対応する第 2 貫通孔 69（図 3 を参照）も通過している。なお、図 2 では、位置決めピン 67 を嵌め込む穴と、ボルト 66 を締め込むボルト孔（図 3 を参照）を省略している。

40

外歯歯車 20 Y の第 2 貫通孔 68 b、68 d、68 f、68 h と柱状部 5 b、5 d、5 f、5 h の間には、外歯歯車 20 Y が軸線 18 M の周りを偏心回転することを許容する間隔が確保されている。同様に、外歯歯車 20 X の第 2 貫通孔 69 と対応する柱状部 5 の間には、外歯歯車 20 X が軸線 18 M の周りを偏心回転することを許容する間隔が確保されている。

#### 【0021】

上記したように、クランクシャフト 49 は偏心部 50（偏心部 50 X と 50 Y）を有し

50

ている。偏心部 50 Y は、針状ころ軸受 46 Y を介して外歯歯車 20 Y の第 2 貫通孔 68 a、68 c、68 e、68 g (図 2 を参照) に嵌合している。換言すると、外歯歯車 20 Y に、クランクシャフト 49 の偏心部 50 が嵌合している複数の第 2 貫通孔 68 a、68 c、68 e、68 g が形成されている。偏心部 50 Y は、第 2 貫通孔 68 a、68 c、68 e、68 g の内側で自転することができる。同様に、偏心部 50 X は、外歯歯車 50 X の第 2 貫通孔に嵌合している。すなわち、複数のクランクシャフト 49 は、外歯歯車 20 X に係合している。複数のクランクシャフト 49 は、外歯歯車 20 Y にも係合している。

図 1 に示すように、偏心部 50 X と円錐ころ軸受 40 X の間に止め部材 48 が配置されており、偏心部 50 Y と円錐ころ軸受 40 Y の間に止め部材 52 が配置されている。止め部材 48、52 によって、偏心部 50 X、50 Y が軸線 54 M 方向に変位することを防止している。

10

#### 【0022】

クランクシャフト 49 において、偏心部 50 X と 50 Y の夫々の回転軸線は、軸線 54 M からオフセットしている。但し、偏心部 50 X と 50 Y では、オフセットの方向が逆向きである。すなわち、偏心部 50 X の回転軸線と偏心部 50 Y の回転軸線は、常に軸線 54 M を挟んだ反対側にある。その結果、外歯歯車 20 X と外歯歯車 20 Y は、内歯部材 18 の軸線 18 M に対して常に対称の位置に存在している。そのため、ギアユニット 1 の回転バランスが確保される関係が実現されている。

#### 【0023】

キャリア上部 4 X には、その中央を貫通する中心孔 4 X a が形成されている。キャリアベース 4 Y には、その中央を貫通する中心孔 4 Y a が形成されている。円筒部材 64 は、中心孔 4 X a と中心孔 4 Y a の内側でキャリア上部 4 X とキャリアベース 4 Y に固定されている。円筒部材 64 は、外歯歯車 20 X、20 Y の夫々の第 1 貫通孔 60 X、60 Y の双方を通過している。円筒部材 64 の内周面 64 a によって、ギアユニット 1 には、内歯部材 18 (出力部) の軸線 18 M を内包し、ギアユニット 1 の基部側から出力側 (内歯部材 18 が回転させる部材が存在する側)に通じる中心貫通孔が形成される。ギアユニット 1 に、出力部の回転軸線 18 M を内包し、その基部側から出力側に通じる中心貫通孔が形成できるのは、内歯部材 18 がリング状であることと、内歯部材 18 の内側で偏心回転する外歯歯車 20 X、20 Y の中心部に第 1 貫通孔 60 X、60 Y が形成されているからである。

20

30

ここで、ギアユニット 1 の「固定部」と「出力部」という用語について説明する。後述するように、減速装置 100 では、モータ 57 が、キャリアベース 4 Y に固定され、モータ 57 のロータ 56 が回転すると、内歯部材 18 がキャリア 4 とモータ 57 に対して回転する。本実施例では、キャリア 4 がギアユニット 1 の筐体に相当する。したがって、内歯部材 18 をギアユニット 1 の出力部と称することができ、キャリア 4 を、ギアユニット 1 の固定部と称することができる。

#### 【0024】

キャリア 4 と内歯部材 18 の間に、一对のオイルシール 6 X、6 Y が配置されている。キャリアベース 4 Y と夫々のクランクシャフト 49 のシャフト 54 a との間に、オイルシール 30 が配置されている。キャリア上部 4 X の上部にシールキャップ 2 が配置されている。オイルシール 6 X、6 Y、30 と、シールキャップ 2 によって、ギアユニット 1 内に挿入されたオイル等が外部に漏れることを防止できる。

40

#### 【0025】

次に、減速装置 100 のメカニズムについて説明する。

モータ 57 のロータ 56 が回転し、クランクシャフト 49 が軸線 54 M の周りに回転すると、偏心部 50 が偏心回転する。換言すると、偏心部 50 の回転軸線が、軸線 54 M の周りを公転する。偏心部 50 が偏心回転すると、外歯歯車 20 が内歯部材 18 の軸線 18 M の周りを偏心回転する。換言すると、外歯歯車の中心が、内歯部材 18 の軸線 18 M の周りを公転する。

外歯歯車 20 と内歯部材 18 は噛み合っているので、外歯歯車 20 が偏心回転すると、

50



内歯部材 18 が外歯歯車 20 に対して回転する。上記したように、外歯歯車 20 は固定部（キャリア 4）に対して自転が拘束されているため、内歯部材 18 は固定部（キャリア 4）に対して回転する。内歯部材 18 が、減速装置 100 の出力部材に相当する。モータ 57 を駆動すると、内歯部材 18 が固定部（キャリア 4）に対して回転する。モータ 57 の回転が、ギアユニット 1 によって減速されて内歯部材 18 に伝達される。換言すると、モータ 57 の出力トルクが、ギアユニット 1 によって増幅されて内歯部材 18 に伝達される。

図 2 に示すように、減速装置 100 では、外歯歯車 20 の歯数が 51 本であり、内歯部材 18 の歯数（内歯ピン 22 の数）が 26 本である。また、外歯歯車 20 の外歯は、1 つおきに内歯ピン 22 と噛み合っている。そのため、外歯歯車 20 が軸線 18 M の周りを 52 回（ $26 \times 2$ ）公転（偏心回転）すると、内歯部材 18 が軸線 18 M の周りを 1 回回転（自転）する。また、図 2 から明らかなように、外歯歯車 20 の全ての外歯が内歯ピン 22 に接している。そのため、外歯歯車 20 と内歯部材 18 の間にバックラッシュが発生しにくい構造を実現している。また、図 1 に示すように、外歯歯車 20 X、20 Y の双方が 1 つの内歯ピン 22 と噛み合っている。そのため、外歯歯車 20 と内歯部材 18 の間によりバックラッシュが発生しにくい。なお、内歯ピン 22 は内歯部材 18 に固定されていない。内歯ピン 22 は内歯部材 18 に形成された溝に嵌め込まれており、その溝内で自転することができる。

なお、外歯歯車 20 の歯数と内歯部材 18 の歯数（内歯ピン 22 の数）を調整することによって、減速装置 100 の減速比を適宜変更することができる。

#### 【0026】

前述したように、夫々のクランクシャフト 49 の偏心部 50 Y が、外歯歯車 20 Y の第 2 貫通孔 68 に嵌合している。また、夫々のクランクシャフト 49 は、モータ 57 の回転軸 54 b に連結している。したがって、夫々のモータ 57 の回転軸 54 b は、独立に回転することができない。すなわち、夫々のモータ 57 のロータ 56 は、他のモータ 57 のロータ 56 から独立して回転することができない。換言すると、モータ 57 の夫々のロータ 56 は、クランクシャフト 49 を介して被駆動部材（外歯歯車 20 Y）に係合している。全てのモータ 57 のトルクが外歯歯車 20 Y に伝達され、外歯歯車 20 Y が偏心回転する。外歯歯車 20 X についても同様である。

#### 【0027】

次に、モータユニット 59 について説明する。

モータユニット 59 は、モータ 57 a、57 b、57 c 及び 57 d を備えている（モータ 57 b、57 d は図示していない）。複数のモータ 57 の夫々は、ステータ 58 とロータ 56 を備えている。ロータ 56 の表面に、永久磁石 55 が形成されている。永久磁石 55 については後述する。ロータ 56 は、クランクシャフト 49 のシャフト 54 に係合している。上記したように、シャフト 54 はシャフト 54 a とシャフト 54 b を有している。そして、シャフト 54 b はモータ 57 の回転軸ということもできる。そのため、各モータ 57 の回転軸が、夫々のクランクシャフト 49 に同軸に直結しているということができる。ロータ 56 の軸線は、シャフト 54 の軸線 54 M と等しい。ステータ 58 は、キャリアベース 4 Y から伸びているステータ固定部 63 に固定されている。換言すると、ステータ 58 は、キャリア 4 に固定されている。ステータ固定部 63 の外側に、モータケース 65 が配置されている。換言すると、モータケース 65 内に、ステータ固定部 63 に固定された複数のモータ 57 が収容されている。

#### 【0028】

モータ 57 a ~ 57 d のうちの 1 つのモータ 57 a に、ロータ 56 の回転角を検出するエンコーダ（回転角センサ）26 が取り付けられている。他の 3 つのモータ 57 b、57 c 及び 57 d にはエンコーダ 26 が連結されていない。エンコーダ 26 の詳細は後述するが、モータ 57 a ~ 57 d は、モータ 57 a に取り付けられているエンコーダ 26 の出力に基づいてフィードバック制御される。

他の 3 つのモータ 57 b、57 c 及び 57 d にエンコーダ 26 が連結されていないため

10

20

30

40

50

、そのスペースを利用してブレーキ（図示省略）を連結することもできる。エンコーダ 26 が連結されていないモータ 57 にのみブレーキを連結すると、モータ 57 にエンコーダ 26 とブレーキの双方を連結する場合と比較すると、減速装置 100 の軸方向の長さを短くすることができる。なお、全てのモータ 57 にブレーキを連結しないで、モータ 57 のサーボロックをブレーキの代わりにしてもよい。

【0029】

モータ 57 は、ギアユニット 1 の中心貫通孔を軸方向に延長した円筒の外側に配置されている。より正確にいうと、モータ 57 は、減速装置 100 を軸方向から観測したときに、ギアユニット 1 の中心貫通孔の外側に配置されている。換言すると、モータ 57 は、筒状部材 64 の内周面 64 a の外側に配置されている。モータ 57 をそのように配置することによって、モータ 57 に邪魔されることなく、筒状部材 64 の貫通孔 64 a 内に配線や配管等（図示省略）を通過させることができる。

10

【0030】

上記したように、ギアユニット 1 のキャリアベース 4 Y にステータ 58 が固定されており、クランクシャフト 49 のシャフト 54 にロータ 56 が連結されている。ロータ 56 は、ステータ 58 の軸線の周りに回転することができる。ステータ 58 の軸線は、クランクシャフト 49 の軸線 54 M に等しい。すなわち、シャフト 54 とロータ 56 は一体に回転する。

【0031】

図 4 を参照して、モータ 57 について詳細に説明する。

20

上記したように、モータ 57 はロータ 56 とステータ 58 を備えている。モータ 57 は 3 相モータであり、ステータ 58 には巻線 80 が巻きつけられており、ロータ 56 の表面には永久磁石 55 が形成されている。なお、永久磁石 55 はロータ 56 の表面に固着される場合もあれば、ロータ 56 内部に埋め込まれる場合もある。ステータ 58 は、ステータ固定部 63 に固定されている。ロータ 56 は、ステータ 58 の軸線周りを回転することができる。ロータ 56 とシャフト 54 b がスプラインリング（シャフト固定部材と呼ぶ場合もある）72 によって固定されている。より正確にいうと、シャフト 54 b に形成されているスプライン 70 とスプラインリング 72 がスプライン結合しており、ボルト 74 によってスプラインリング 72 とロータ 56 が固定されている。シャフト 54 b とスプラインリング 72 は相対的に回転することが禁止されている。

30

ここで、スプラインリング 72 とロータ 56 の固定状態を説明する。図 5 に、図 4 の矢印 A 方向から観察したスプラインリング 72 を示している。図 5 に示すように、スプラインリング 72 には、周方向に沿って伸びている貫通孔 71 が形成されている。ボルト 74 は、貫通孔 71 を通過して、スプラインリング 72 とロータ 56 を固定している（図 4 も参照）。そのため、貫通孔 71 の周方向の長さの範囲内で、スプラインリング 72 に対するロータ 56 の相対回転角を調整することができる。換言すると、シャフト 54 b（インプットシャフト 49 の一部）に対するロータ 56 の相対回転角が調整可能である。また、スプラインリング 72 をシャフト 54 b（モータの回転軸ということもできる）の一部とみなし、ボルト 74 を回転軸 54 b に沿って伸びているピンとみなすこともできる。その場合、ロータ 56 に回転軸 54 b に沿って伸びているピン 74 が設けられており、回転軸 54 b に周方向に沿って伸びておりピン 74 に遊嵌している貫通孔 71 が形成されているということができる。

40

ロータ 56 は、スプラインリング 72 を介して、シャフト 54 b に固定されている。

【0032】

スプラインリング 72 に対するロータ 56 の相対回転角が調整可能であれば、ロータ 56 とステータ 58 の位相角が全てのモータ 57 で揃っている状態で、シャフト 54 b とロータ 56 を連結することができる。すなわち、スプラインリング 72（又は、スプラインリング 72 に形成されている貫通孔 71）を、ロータ 56 とステータ 58 の位相角を調整可能な調整機構ということもできる。

図 1 に示すように、モータ 57 c もロータ 56 とシャフト 54 b がスプラインリング 7

50

2によって固定されている。図示していないが、モータ57b、57dも同様である。すなわち、減速装置100には、夫々のモータ57a～57dのロータ56とステータ58の位相角が個別に調整可能な調整機構が設けられている。

#### 【0033】

図4に示すように、ロータ56の紙面上側が、シャフト54aとシャフト54bによって形成されている段差に当接している。また、ロータ56の紙面下側が、ロータ支持部材76に当接している。ロータ支持部材76は、ボルト78によって、シャフト54bに固定されている。シャフト54aとロータ支持部材76によって、ロータ56が軸線65M方向に変位することを防止している。ロータ支持部材76は、シャフト54bと一体に回転する。

ボルト78によって、エンコーダ26の回転部90がロータ支持部材76に固定されている。そのため、回転部90は、ロータ支持部材76と一体に回転し、シャフト54bと一体に回転する。回転部90にはスリット板92が形成されている。エンコーダ26の受光素子94が、エンコーダ支持部98に固定されている。エンコーダ26の発光素子95が、ボルト96によってエンコーダ支持部98に固定されている。エンコーダ支持部98は、キャリアベース4Yから伸びているステータ保持部63に固定されている。すなわち、受光素子94と発光素子95は、キャリア4に固定されている。受光素子94と発光素子95の間に、スリット板92が配置されている。

エンコーダ26によって、シャフト54bの回転角を検出することができる。

#### 【0034】

また、図示を省略しているが、モータドライバにトルク指令を出力するコントローラには、モータ57aに取り付けられたエンコーダ26が接続されている。コントローラは、エンコーダ26の検出値に基づいて、モータドライバを制御する。すなわち、複数のモータ57は、ひとつのモータ57aに取り付けられているエンコーダ26の出力に基づいてフィードバック制御される。

#### 【0035】

次に、ロータ56とステータ58の位相角について説明する。

図6に、図1のVI-VI線に沿った断面図を示している。なお、図面の明瞭化のため、図6ではステータ保持部63やモータケース65の図示を省略している。モータ57a～57dは、内歯部材18の軸線18M(図1も参照)の周りに等間隔に配置されている。符号54Mは、ロータ56の軸線を示しており、符号90は、軸線18Mと軸線54Mを半径とする仮想円を示している。上記したように、モータ57a～57dは同一の仕様である。なお、以下の説明では、モータ57a～57dに共通の部品については、同じ符号を付すことにより説明を省略する。

モータ57aは、リング状のステータ58と、ステータ58内に配置されたロータ56を備えている。ステータ58は、9個のポールピース58a～58iを備えている。ポールピース58a、58e及び58fには、巻線80Uが巻き付けられている。ポールピース58b、58c及び58gには、巻線80Wが巻き付けられている。ポールピース58d、58h及び58iには、巻線80Vが巻き付けられている。ロータ56には、8極の永久磁石N1～N4、S1～S4(図1の永久磁石55)が配置されている。永久磁石N1～N4は、同一の磁極(N極)を外側に向けて配置されている。永久磁石S1～S4は、S極を外側に向けて配置されている。永久磁石N1～N4、S1～S4の夫々は、外側に向いている磁極が周方向に交互になるように配置されている。モータユニット59では、ロータ56とステータ58の位相角が、全てのモータ57a～57dで等しい。例えば、全てのモータ57a～57dにおいて、巻線80Uが巻き付けられているポールピース58aと永久磁石N1の中間部が対向している。

#### 【0036】

本実施例のモータ57では、ポールピース58a、58e及び58fに巻線80Uが巻き付けられており、ポールピース58b、58c及び58gに巻線80Wが巻き付けられており、ポールピース58d、58h及び58iに巻線80Vが巻き付けられている。巻

10

20

30

40

50

線 80U、80W及び80Vの夫々が、軸線54Mに対して対称の位置に配置されている。そのため、ロータ56とステータ58の間で生じる電磁力は、軸線54Mに対してほぼ対称になる。ロータ56が回転しているときの電磁力のバランスが良好になり、振動等の不具合が生じることを防止することができる。

【0037】

前記したように、モータ57a～57dは、ひとつのモータドライバによって制御される。そのため、モータ57a～57dの各相には同じ位相の電流が流れる。モータユニット59では、ロータ56とステータ58の位相角が、全てのモータ57a～57dで等しい。そのため、全てのモータ57a～57dが、電氣的に同期する。被駆動部材（外歯歯車20）を安定して駆動させることができる。換言すると、ロータ56とステータ58の位相角を調整可能な調整機構（スプラインリング72）を備えていることによって、複数のモータ57a～57dを、ひとつのモータドライバによって制御することができる。

10

【0038】

次に、減速装置（駆動装置）100の製造方法について説明する。

（第1工程）

まず、前述したギアユニット1、すなわち、外歯歯車20Xに複数のクランクシャフト49が係合しているギアユニット1を用意する。ギアユニット1を製造する工程の詳細は説明を省略する。

【0039】

（仮止め工程）

シャフト54b（クランクシャフト49の一部）に、ロータ56を仮止めする。ここでいう「仮止め」とは、ロータ56がシャフト54bに対して自由に回転可能であることを意味する。換言すると、シャフト54bにロータ56を連結する。

20

次に、キャリア4から伸びているステータ固定部63にステータ58を固定する。換言すると、キャリア4にステータ58を固定する。大局的に言えば、ギアユニット1にステータ58を固定する。ステータ58の固定位置は、当然、ロータ56を囲む位置である。ロータ56と同軸に、ステータ58をギアユニット1に固定する。

全てのモータ57について、ロータ56の仮止めとステータ58の固定を実施する。ロータ56の仮止めとステータ58の固定はどちらが先でもよいし、同時でもよい。

この工程が終了すると、クランクシャフト49を回転することなく、ロータ56を回転することができる。すなわち、クランクシャフト49を回転することなく、ロータ56とステータ58の位相を調整することができる。全てのクランクシャフト49は、外歯歯車20Xに係合しているので、「クランクシャフト49を回転することなく」とは、「外歯歯車20Xと複数のクランクシャフト49の係合を維持したまま」を意味する。

30

この工程では、完全ではないが、モータ57がギアユニット1に取り付けられる。完全ではないという意味で、この工程はモータ57をギアユニット1に仮止めする工程と呼ぶことができる。

【0040】

（第2工程）

全てのモータ57に同位相の電流を印加する。ここで、「同位相の電流を印加する」とは、同一の相（例えばU相（巻線80U））に同じ電流（直流でよい）を印加することを意味する。ロータ56は、クランクシャフト49に対して自由に回転することができるので、ステータ58が発生する磁力により、電磁的に中立の位置で静止する。全てのモータ57に同位相の電流を印加しているため、全てのモータ57で、ステータ58とロータ56の相対回転角が一致する。すなわち、ロータ56とステータ58の位相角が全てのモータ57で一致する。クランクシャフト49が回転することなく、全てのモータ57でロータ56とステータ58の位相角が揃う。

40

【0041】

（第3工程）

この工程は、仮止めしてあったクランクシャフト49とロータ56を固定する。

50

まず、シャフト54bにスプラインリング72を固定する。このときに、スプラインリング72に形成されている貫通孔71（図5を参照）に、ロータ56のボルト孔（貫通孔71を通してロータ56とスプラインリング72を固定するための孔）が露出する位置関係でシャフト54bにスプラインリング72を固定する。シャフト54bとスプラインリング72は、スプライン結合するので、両者の相対角度は、離散的にしか決めることはできない。しかし、貫通孔71の周方向の長さがボルト74の軸部の直径よりも大きいので、貫通孔71にボルト孔が露出する位置で、シャフト54bにスプラインリング72を固定することができる。逆にいえば、貫通孔71の周方向の長さは、スプライン70の1ピッチ分だけボルト74が移動できる長さがあれば十分である。

最後に、全てのモータ57について、ロータ56をスプラインリング72にボルト締めする。すなわち、クランクシャフト49にロータ56を固定する。仮止め工程においてすでにステータ58がキャリア4（大局的にはギアユニット1）に固定されているので、クランクシャフト49にロータ56を固定することで、モータ57のギアユニット1への固定が完了する。換言すると、この第3工程は、ギアユニット1へモータ57を固定する工程ということができる。

この工程が終了すると、全てのモータ57でロータ56とステータ58の位相角が揃っている駆動装置100が完成する。

#### 【0042】

上記の仮止め工程によって、モータ57がギアユニット1に仮止めされる。このとき、シャフト54bとロータ56の自由な相対回転を許容するので、各モータ57にロータ56とステータ58の相対回転を個別に調整する余地が残る。その状態で第2工程を実施する。各モータ57のロータ56とステータ58は、永久磁石55と電磁石80の相互作用によって、ロータ56とステータ58が相対的に回転する。そして、ロータ56とステータ58の相対回転は、磁力のバランスがとれた位置で静止する。全てのモータ57に同じ位相の電流を印加しているので、全てのモータ57でロータ56とステータ58の位相が同じ位置で静止する。その状態でシャフト54bにロータ56を固定する（第3工程）。

上記の製造方法は、ロータ56とステータ58の相対回転を個別に調整する余地を残しながら、モータ57a～57dをギアユニット1に仮止めする。従って、ロータ56とステータ58の位相角を除いてギアユニット1に対してモータ57a～57dを位置決めすることができる。モータ57a～57dを位置決めした後に、磁力によって全てのモータ57a～57dの位相を揃える。ギアユニット1とモータ57a～57dの幾何学的な位置関係と、全てのモータ57のロータ56とステータ58の電磁力的な位相関係を正確に定めることができる。

#### 【0043】

上記の製造方法では、モータ57に電流を印加する第2工程に先立って、仮止め工程を実施する。第2工程に続く第3工程では、ロータ56をクランクシャフト49に固定するだけでギアユニット1とモータ57の固定が完了する。第2工程でロータ56とステータ58の位相角を揃えた後は、ギアユニット1とモータ57の間に物理的な力が作用する機会を最少にすることができる。ギアユニット1とモータ57を固定するときに、ロータ56とステータ58の位相角がずれる可能性を低くすることができる。

また、仮止め工程を実施することで、ギアユニット1に全てのモータ57を取り付けた状態（モータ57がギアユニット1に完全に固定されていない状態）で、ロータ56とステータ58の位相角を揃えることができる。モータ57の位相角を揃えてから、モータ57をギアユニット1に取り付けるよりも、作業が簡単である。

#### 【0044】

上記の製造方法は、第2工程、すなわち、全てのモータ57に同位相の電流を印加することでロータ56とステータ58の位相角を揃えている。複数のモータ57a～57dの位相角を一度に揃えることができる。

また、第3工程を実施するときに、ロータ56とステータ58の位相角がずれないのは、ロータ56とステータ58の位相角が個別に調整可能な調整機構（スプラインリング7

10

20

30

40

50

2に形成されている貫通孔71)を備えているからである。

【0045】

上記の製造方法では、仮止め工程で、ロータ56を仮止めし、ステータ58をキャリア4に固定した。ロータ56を仮止めすることで、クランクシャフト49を回転することなく、ロータ56とステータ58の相対的な回転を許容する。逆に、ロータ56をクランクシャフト49に係合し(固定し)、ステータ58をキャリア4に仮止めしても同じ効果が得られる。「ステータ58をキャリア4に仮止めする」とは、ステータ58をキャリア4に回転可能に取り付けることを意味する。ロータ56とステータ58のどちらを仮止めするにしても、「仮止め工程」は、クランクシャフト49を回転することなく(換言すると、外歯歯車20Xと複数のクランクシャフト49の係合を維持したまま)、ロータ56とステータ58の相対的な回転を許容してモータ57をギアユニット1に取り付ける工程を意味する。

10

なお、仮止め工程においてステータ58を仮止めする場合には、第3工程はステータ58をキャリア4に固定する工程となる。

【0046】

減速装置100の製造工程は、仮止め工程を含んでいることが好ましいが、仮止め工程を省略してもよい。その場合、第3工程では、ロータ56とステータ58の位相角が揃っている複数のモータ57を、ギアユニット1に固定する。すなわち、位相角が揃っている夫々のモータ57について、ロータ56をクランクシャフト49に係合し、ステータ58をキャリア4(ギアユニット1)に固定する。

20

仮止め工程を省略しても、複数のモータ57に同位相の電流を流すことによってロータ56とステータ58の位相角を一度に揃えることができる。そして、位相角が揃っている複数のモータ57を、ギアユニット1に固定することができる。

【0047】

ここで第2工程を実施しないで、ギアユニット1とモータユニット59(モータ57a~57d)を固定した例について説明する。

図7は、第2工程を実施していない減速装置の100のVI-VI線に沿った断面図を示している。図7から明らかなように、ロータ56とステータ58の位相角が、全てのモータ57a~57dで等しくなっていない。具体的にいうと、モータ57aでは、巻線80Uが巻き付けられているポールピース58aと永久磁石S1の中間部が対向している。モータ57bでは、ポールピース58aと永久磁石N1とS1の境界部が対向している。モータ57cでは、ポールピース58aと永久磁石S1の端部が対向している。モータ57dでは、ポールピース58aと永久磁石N1の中間部が対向している。

30

ロータ56とステータ58の位相角が全てのモータ57a~57dで等しくない場合、被駆動部材(外歯歯車20)に加えられるトルクに偏りが生じたり、モータ57a~57dの回転方向が所望する方向と反対になったり、モータ57a~57dの回転を停止するとき遅れが生じたりしてしまう可能性がある。

図6に示すように、ロータ56とステータ58の位相角が全てのモータ57a~57dで等しければ、上記した不具合が生じることを防止することができる。

【0048】

40

なお、図7は、ロータ56とステータ58の位相角が個別に調整可能な調整機構を備えていない減速装置の例も示している。

ロータ56とステータ58の位相角が全てのモータ57a~57dで等しくても、その状態を維持したままギアユニット1とモータ57a~57dを固定しないと、ロータ56とステータ58の位相角が、全てのモータ57a~57dで等しくならない。すなわち、スプラインリング72とロータ56の固定位置が調整可能でなければ、結果として、ロータ56とステータ58の位相角が全てのモータ57a~57dで等しくならない。

【0049】

以下に、他の実施例の減速装置を示す。以下の実施例で説明する減速装置は、減速装置100の変形例である。そのため、減速装置100と異なる部分だけを説明する。具体的

50

には、以下の実施例の減速装置は、減速装置 100 の領域 61 の構成が異なるだけである。そのため、領域 61 の構成（減速装置 100 の図 4 に相当）だけを示す。また、減速装置 100 と実質的に同一の部品には、同じ符号又は下二桁が同じ符号を付すことにより説明を省略することがある。

（第 2 実施例）

図 8 に減速装置 200 の部分断面図を示す。減速装置 200 では、ボルト 274 によって、シャフト 254b とロータ 256 が固定される。具体的にいうと、シャフト 254a とシャフト 254b の間に段差が形成されている。そのため、ボルト 274 を締め付けることによって、ロータ 256 がシャフト 254a に当接する。シャフト 254a とロータ 256 の間に生じる摩擦力によって、シャフト 254b とロータ 256 が相対的に回転することと、ロータ 256 が軸線 54M 方向に変位することを防止している。シャフト 254a とロータ 256 の間に摩擦板 259 が配置されており、シャフト 254a とロータ 256 の間に生じる摩擦力を増大している。

なお、ボルト 274 の軸部は、ロータ 256 に形成されているボルト貫通孔 256a を通過してシャフト 254b に固定される。ボルト貫通孔 256a の径は、ボルト 274 の軸部の径よりも大きく、ボルト 274 の頭部の径よりも小さい。ボルト 274 を緩めると、シャフト 254b とロータ 256 が相対的に回転することができる。そのため、ロータ 256 とステータ 58 の位相角を全てのモータ 57 で揃えて（第 2 工程）、ロータ 256 をシャフト 254b に固定する（第 3 工程）ことができる。ボルト 274 を緩めるとシャフト 254b とロータ 256 が相対的に回転し、ボルト 274 を締め込むとシャフト 254b とロータ 256 の相対的な回転が拘束される構造を、ロータ 256 とステータ 58 の位相角が個別に調整可能な調整機構ということもできる。

ロータ 256 に、固定部材 276 が固定されており、固定部材 276 にエンコーダ 26 の回転部 90 が固定されている。そのため、ロータ 256 とエンコーダ 26 の回転部 90（換言すると、シャフト 254b と回転部 90）は一体に回転する。エンコーダ 26 によって、ロータ 256 の回転角（シャフト 254b の回転角でもある）を検出することができる。エンコーダ 26 を取り付けないモータ 257（図 1 も参照）では、固定部材 276 を省略することができる。

【0050】

減速装置 200 では、シャフト 254a とロータ 256 の間に摩擦板 259 が配置されている。しかしながら、シャフト 254b とロータ 256 が相対的に回転しないようにボルト 274 を締め付ければ、摩擦板 259 を配置しなくてもよい。すなわち、摩擦板 259 は、シャフト 254b に加えられるトルクに応じて適宜採用することができる。

【0051】

（第 3 実施例）

図 9 に減速装置 300 の部分断面図を示す。減速装置 300 では、ボルト 374 によって、シャフト 354b とロータ 356 が固定される。シャフト 354b には傾斜部 373 が形成されており、ロータ 356 には傾斜部 356b が形成されている。そのため、ボルト 374 を締め付けると、シャフト 354b とロータ 356 に摩擦力が生じる。その摩擦力によって、シャフト 354b とロータ 356 が相対的に回転することと、ロータ 356 が軸線 54M 方向に変位することを防止している。ボルト 374 を緩めると、シャフト 354b とロータ 356 が相対的に回転することができる。そのため、シャフト 354b の傾斜部 373 とロータ 356 の傾斜部 356b を、ロータ 356 とステータ 58 の位相角が個別に調整可能な調整機構ということもできる。

なお、ボルト貫通孔 356a の径は、ボルト 374 の軸部の径よりも大きく、ボルト 374 の頭部の径よりも小さい。ロータ 356 に、固定部材 276 が固定されており、固定部材にエンコーダ 26 の回転部 90 が固定されている。そのため、ロータ 356 とエンコーダ 26 の回転部 90 は一体に回転する。エンコーダ 26 によって、ロータ 356 の回転角（シャフト 354b の回転角）を検出することができる。また、エンコーダ 26 を取り付けないモータ 357 では、固定部材 376 を省略することができる。

## 【 0 0 5 2 】

(第4実施例)

図10に減速装置400の部分断面図を示す。減速装置400では、シャフト454bに形成されているねじ部470とナット部材472によって、シャフト454bとロータ56が固定される。ナット部材472を締め付けると、ロータ56がシャフト454aに当接する。その結果、ロータ56がシャフト454aとナット部材472に挟持され、シャフト454bとロータ56が相対的に回転することと、ロータ56が軸線54M方向に変位することを防止している。ナット部材472を緩めるとシャフト454bとロータ56が相対的に回転し、ナット部材472を締め込むとシャフト454bとロータ56の相対回転が拘束される構造を、ロータ56とステータ58の位相角が個別に調整可能な調整機構ということもできる。

10

なお、減速装置400では、ボルト478によって、ナット部材472にエンコーダ26の回転部90が固定されている。そのため、ロータ56とエンコーダ26の回転部90は一体に回転する。

## 【 0 0 5 3 】

(第5実施例)

図11に減速装置500の部分断面図を示す。ここではモータ557にエンコーダが連結されていない例について説明する。

減速装置100では、ロータ支持部材76によって、ロータ56が軸線54M方向に変位することを禁止している(図1を参照)。そのため、エンコーダ26が取り付けられていないモータ57cにもロータ支持部材76aを取り付けている。

20

それに対して、減速装置500では、止め輪575によって、ロータ56が軸線54M方向に変位することを禁止している。減速装置100のロータ支持部材76aと比べて、簡単な構造でロータ56が軸線54M方向に変位することを禁止できる。

## 【 0 0 5 4 】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

## 【 0 0 5 5 】

上記実施例では、インプットシャフトに対するロータの相対回転角が、モータ毎に個別に調整可能である例について説明した。しかしながら、ステータに対するキャリアの相対回転角が、モータ毎に個別に調整可能であってもよい。また、双方の特徴を備えていてもよい。

30

上記実施例では、モータのロータとインプットシャフトが直結している例について説明した。モータの回転軸(出力軸)が、歯車等を介して、インプットシャフトに係合していてもよい。

## 【 0 0 5 6 】

本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組み合わせによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時の請求項に記載の組み合わせに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数の目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

40

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 7 】

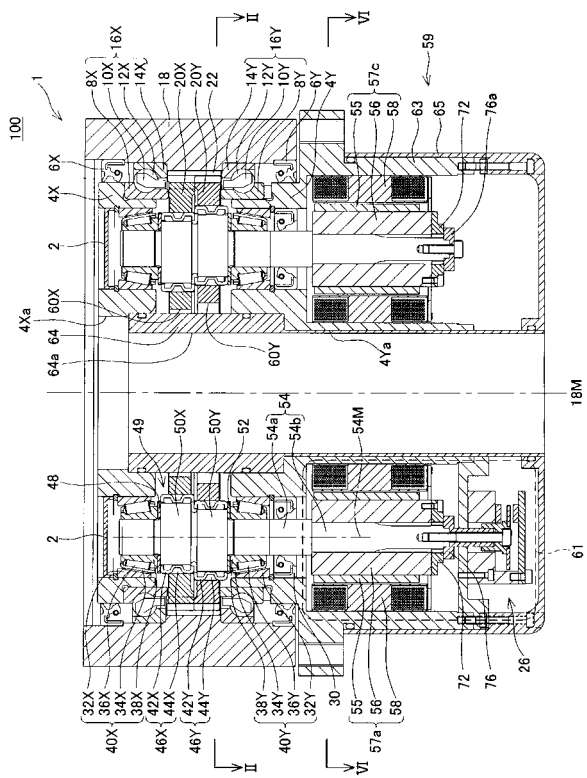
- 1 : ギアユニット
- 4 : キャリア
- 18 : 内歯部材
- 20 : 被駆動部材(外歯歯車)
- 49 : インプットシャフト(クランクシャフト)
- 54 : シャフト(モータの回転軸)
- 56 : ロータ

50

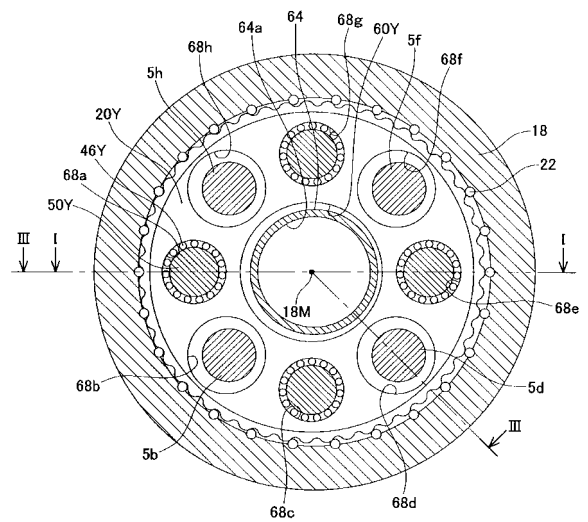


- 57 : モータ
- 58 : ステータ
- 72 : 調整機構 (スプラインリング)
- 100 : 駆動装置 (減速装置)

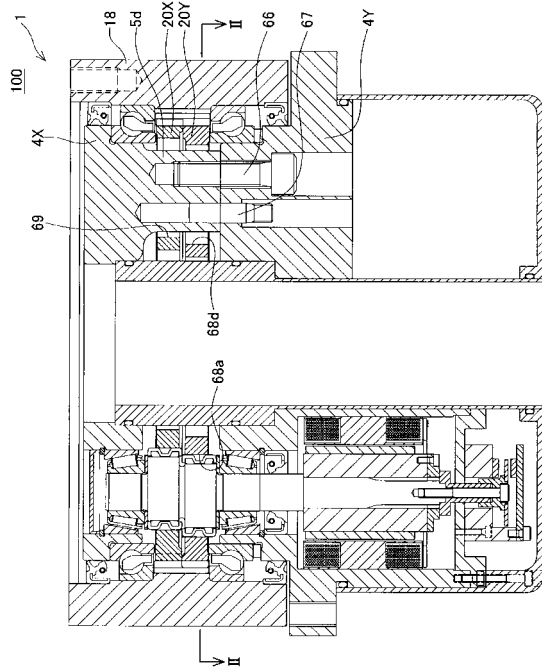
【図1】



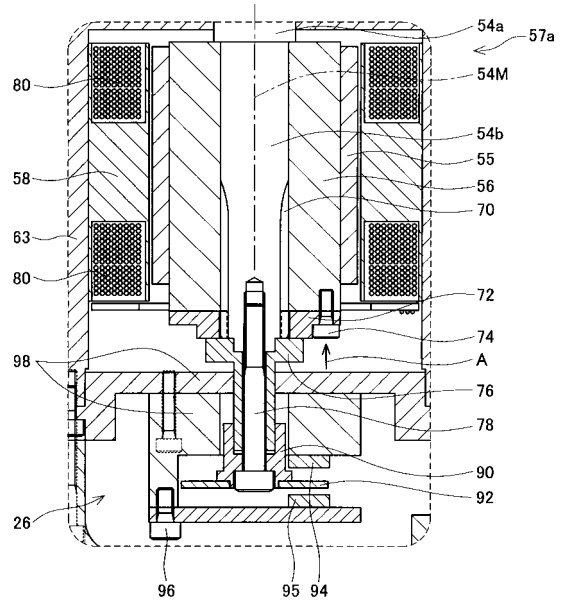
【図2】



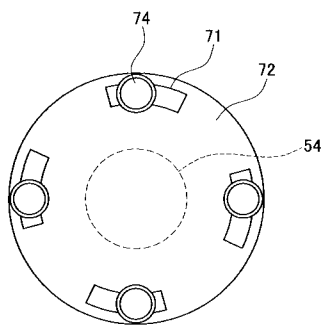
【 図 3 】



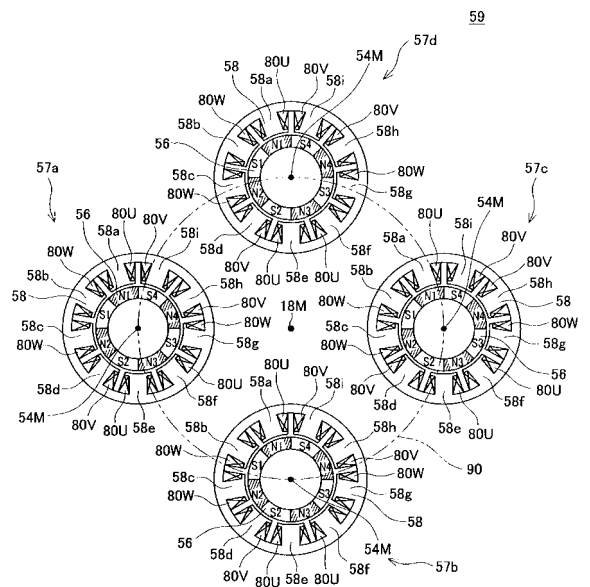
【 図 4 】



【 図 5 】

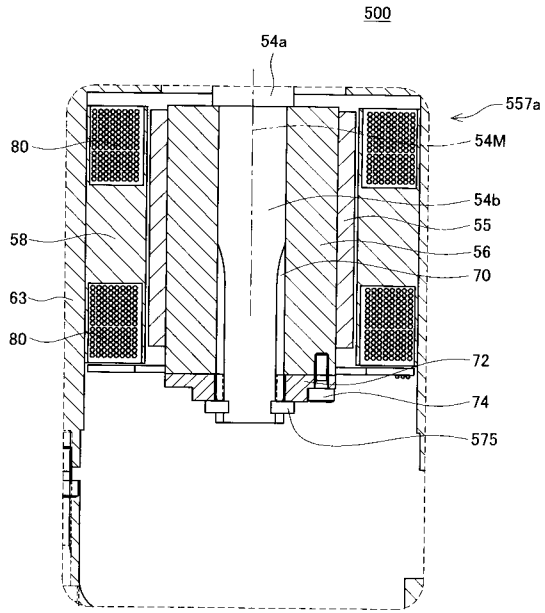


【 図 6 】





【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 046969 (JP, A)  
実開昭53 - 095104 (JP, U)  
特開2005 - 321104 (JP, A)  
特開平07 - 243485 (JP, A)  
特開2005 - 168099 (JP, A)  
特開2001 - 028893 (JP, A)  
特開2000 - 262082 (JP, A)  
特開平08 - 009602 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 7/116  
H02K 16/00