(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2017-9044
(P2017-9044A)
(43)公開日　平成29年1月12日(2017.1.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F16H　1/28	(2006.01)	F16H	1/28	3J027
F16H　55/18	(2006.01)	F16H	55/18	3J030

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 14 頁）

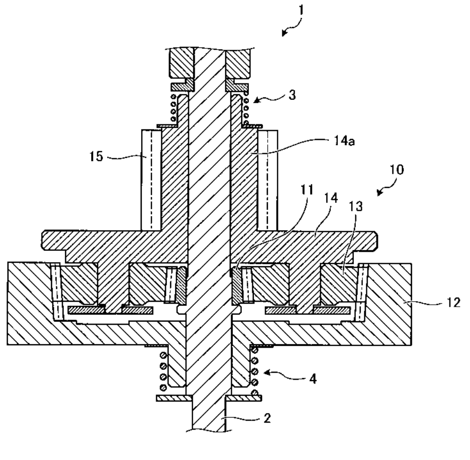
(21)出願番号　特願2015-125594 (P2015-125594)
(22)出願日　平成27年6月23日 (2015.6.23)

(71)出願人　503366841
株式会社アイカムス・ラボ
岩手県盛岡市北飯岡一丁目８番２５号
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(72)発明者　木村　浩行
岩手県盛岡市北飯岡一丁目８番２５号　株式会社アイカムス・ラボ内

Ｆターム(参考)　3J027 FA02 FA04 FB40 GA01 GA10
GB06 GC13 GC22 GD04 GD08
GD12 GE01 GE07 GE14 GE30
3J030 AB05 AB08 BA01 BB06 CA10

(54)【発明の名称】遊星歯車機構のバックラッシレス機構

(57)【要約】
【課題】遊星歯車機構において、サンギヤとプラネットギヤとの噛合い部と、リングギヤとプラネットギヤとの噛合い部とにおけるバックラッシを除去すること。
【解決手段】サンギヤ１１と、リングギヤ１２と、プラネットギヤ１３を自転可能かつ公転可能に保持するキャリア１４との三つの回転要素を有し、かつ各ギヤ１１，１２，１３がテーパ歯車により構成された遊星歯車機構１０のバックラッシレス機構１において、三つの回転要素のうちいずれか二つの回転要素に軸線方向で反対方向の荷重を与える第１弾性体３と第２弾性体４とを備え、キャリア１４は第１弾性体３から受ける弾性力によってプラネットギヤ１３と一体的に軸線方向へ移動可能に構成され、リングギヤ１２は第２弾性体４から受ける弾性力によって軸線方向へ移動可能に構成されていることを特徴とする。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
外歯歯車であるサンギヤと、前記サンギヤと同心円上に配置された内歯歯車であるリングギヤと、前記サンギヤと前記リングギヤとに噛合うプラネットギヤを自転可能かつ公転可能に保持するキャリアとの三つの回転要素を有し、かつ前記サンギヤと前記リングギヤと前記プラネットギヤとがいずれもテーパ歯車により構成された遊星歯車機構のバックラッシレス機構において、
前記三つの回転要素のうちいずれか二つの回転要素に、回転中心軸線方向で反対方向の荷重をそれぞれに与える第１弾性体と第２弾性体とを備え、
前記第１弾性体は、前記キャリアに回転中心軸線方向の弾性力を作用し、
前記第２弾性体は、前記リングギヤと前記サンギヤとのうち一方のギヤに回転中心軸線方向の弾性力を作用し、
前記キャリアは、前記第１弾性体から受ける弾性力によって、前記プラネットギヤと一体的に回転中心軸線方向へ移動可能に構成され、
前記一方のギヤは、前記第２弾性体から受ける弾性力によって、回転中心軸線方向へ移動可能に構成されている
ことを特徴とする遊星歯車機構のバックラッシレス機構。
【請求項２】
前記プラネットギヤは、回転中心軸線方向の一方端側から他方端側へ向けて、歯先円が縮径されたテーパ形状に形成され、
前記第１弾性体は、回転中心軸線方向で前記一方端側から前記他方端側へ向けて作用する弾性力を前記キャリアに与え、
前記第２弾性体は、回転中心軸線方向で前記他方端側から前記一方端側へ向けて作用する弾性力を前記一方のギヤに与える
ことを特徴とする請求項１に記載の遊星歯車機構のバックラッシレス機構。
【請求項３】
外歯歯車であるサンギヤと、前記サンギヤと同心円上に配置された内歯歯車であるリングギヤと、前記サンギヤと前記リングギヤとに噛合うプラネットギヤと、前記プラネットギヤを自転可能かつ公転可能に保持するキャリアとを有する遊星歯車機構のバックラッシレス機構において、
前記キャリアは、回転方向に弾性力を作用する弾性体によって互いに相対回転可能に連結された第１キャリアと第２キャリアとを含み、
前記プラネットギヤは、
前記第１キャリアに自転可能に保持された第１プラネットギヤと、
前記第２キャリアに自転可能に保持された第２プラネットギヤとを含み、
前記サンギヤと前記リングギヤとは、前記第１プラネットギヤと噛み合う第１歯面が前記第２プラネットギヤとは噛み合わず、かつ前記第２プラネットギヤと噛み合う第２歯面が前記第１プラネットギヤとは噛み合わないように構成されている
ことを特徴とする遊星歯車機構のバックラッシレス機構。
【請求項４】
前記第１キャリアは、円形状に形成された第１本体部と、前記第１本体部から回転中心軸線方向に突出し前記第１プラネットギヤを保持する第１爪部と、前記第１本体部から回転中心軸線方向に凹む凹部とを有し、
前記第２キャリアは、径方向に延びる板状の第２本体部と、前記第２本体部から回転中心軸線方向に突出し前記第２プラネットギヤを保持する第２爪部とを有し、
前記第２キャリアは、前記第１キャリアの前記凹部内に配置されている
ことを特徴とする請求項３に記載の遊星歯車機構のバックラッシレス機構。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】

本発明は、遊星歯車機構のバックラッシレス機構に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、複数の回転要素が差動作用をなす差動機構として、遊星歯車機構が知られている。遊星歯車機構は、外歯歯車であるサンギヤと、サンギヤに対して同心円上に配置された内歯歯車であるリングギヤと、それらサンギヤとリングギヤとに噛み合っているプラネットギヤと、そのプラネットギヤを自転可能かつ公転可能に保持しているキャリアとを備えている。
【０００３】
特許文献１には、遊星歯車機構の各ギヤが、テーパ歯車により構成されることが記載されている。また、テーパ歯車同士の噛合い部で生じるバックラッシを除去するために、バネの弾性力によってプラネットギヤを軸線方向に移動させることが記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平５－３９８２４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、特許文献１の構成では、サンギヤとリングギヤの軸線方向位置が適切でない場合に、いずれか一方のギヤとプラネットギヤとの噛合いではバックラッシがなくなるが、もう一方のギヤとプラネットギヤとの噛合いではバックラッシが残ってしまう可能性がある。
【０００６】
例えば、図１０（ａ）に示すように、サンギヤＳの基準位置とリングギヤＲの基準位置とが軸線方向で異なる場合、バネに押されたプラネットギヤＰとリングギヤＲとの噛合いで互いの基準位置が一致するためバックラッシがなくなる。この場合、プラネットギヤＰはそれ以上軸線方向に移動しなくなるので、プラネットギヤＰの基準位置はサンギヤＳの基準位置と一致せず、バックラッシが残る。また、図１０（ｂ）に示すように、サンギヤＳの基準位置とリングギヤＲの基準位置とが軸線方向で異なる場合、バネに押されたプラネットギヤＰがサンギヤＳとの噛合いで互いの基準位置が一致するためバックラッシがなくなる。この場合、プラネットギヤＰはそれ以上軸線方向に移動しなくなるので、プラネットギヤＰの基準位置はリングギヤＲの基準位置と一致せず、バックラッシが残る。
【０００７】
本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、サンギヤとプラネットギヤとの噛合い部と、リングギヤとプラネットギヤとの噛合い部とにおけるバックラッシを除去することができる遊星歯車機構のバックラッシレス機構を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記目的を達成するため、本発明に係る遊星歯車機構のバックラッシレス機構は、外歯歯車であるサンギヤと、前記サンギヤと同心円上に配置された内歯歯車であるリングギヤと、前記サンギヤと前記リングギヤとに噛合うプラネットギヤを自転可能かつ公転可能に保持するキャリアとの三つの回転要素を有し、かつ前記サンギヤと前記リングギヤと前記プラネットギヤとがいずれもテーパ歯車により構成された遊星歯車機構のバックラッシレス機構において、前記三つの回転要素のうちいずれか二つの回転要素に、回転中心軸線方向で反対方向の荷重をそれぞれに与える第１弾性体と第２弾性体とを備え、前記第１弾性体は、前記キャリアに回転中心軸線方向の弾性力を作用し、前記第２弾性体は、前記リングギヤと前記サンギヤとのうち一方のギヤに回転中心軸線方向の弾性力を作用し、前記キャリアは、前記第１弾性体から受ける弾性力によって、前記プラネットギヤと一体的に回転中心軸線方向へ移動可能に構成され、前記一方のギヤは、前記第２弾性体から受ける弾

性力によって、回転中心軸線方向へ移動可能に構成されていることを特徴とする。

【０００９】

本発明に係る遊星歯車機構のバックラッシレス機構は、上記発明において、前記プラネットギヤは、回転中心軸線方向の一方端側から他方端側へ向けて、歯先円が縮径されたテーパ形状に形成され、前記第１弾性体は、回転中心軸線方向で前記一方端側から前記他方端側へ向けて作用する弾性力を前記キャリアに与え、前記第２弾性体は、回転中心軸線方向で前記他方端側から前記一方端側へ向けて作用する弾性力を前記一方のギヤに与えることを特徴とする。

【００１０】

上記目的を達成するため、本発明に係る遊星歯車機構のバックラッシレス機構は、外歯歯車であるサンギヤと、前記サンギヤと同心円上に配置された内歯歯車であるリングギヤと、前記サンギヤと前記リングギヤとに噛合うプラネットギヤと、前記プラネットギヤを自転可能かつ公転可能に保持するキャリアとを有する遊星歯車機構のバックラッシレス機構において、前記キャリアは、回転方向に弾性力を作用する弾性体によって互いに相対回転可能に連結された第１キャリアと第２キャリアとを含み、前記プラネットギヤは、前記第１キャリアに自転可能に保持された第１プラネットギヤと、前記第２キャリアに自転可能に保持された第２プラネットギヤとを含み、前記サンギヤと前記リングギヤとは、前記第１プラネットギヤと噛み合う第１歯面が前記第２プラネットギヤとは噛み合わず、かつ前記第２プラネットギヤと噛み合う第２歯面が前記第１プラネットギヤとは噛み合わないように構成されていることを特徴とする。

【００１１】

本発明に係る遊星歯車機構のバックラッシレス機構は、上記発明において、前記第１キャリアは、円形状に形成された第１本体部と、前記第１本体部から回転中心軸線方向に突出し前記第１プラネットギヤを保持する第１爪部と、前記第１本体部から回転中心軸線方向に凹む凹部とを有し、前記第２キャリアは、径方向に延びる板状の第２本体部と、前記第２本体部から回転中心軸線方向に突出し前記第２プラネットギヤを保持する第２爪部とを有し、前記第２キャリアは、前記第１キャリアの前記凹部内に配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、遊星歯車機構のギヤ同士の噛合い部に弾性体の弾性力を作用させているので、入力要素の回転方向が逆転する場合であってもバックラッシを予め詰めておくことが可能である。そのため、入力要素の回転方向を問わずバックラッシが除去されていることになり、高精度なトルク伝達が可能となるとともに、応答性低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】図１は、第１実施形態の遊星歯車機構のバックラッシレス機構を模式的に示す説明図である。

【図２】図２（ａ）は、テーパ歯車に構成されたプラネットギヤを模式的に示す説明図である。図２（ｂ）は、図２（ａ）の矢視Ａをから見たプラネットギヤの歯形状を示す説明図である。

【図３】図３は、各ギヤの基準位置が一致する状態を示す説明図である。

【図４】図４は、第２実施形態の遊星歯車機構が備えるキャリアを模式的に示す斜視図である。

【図５】図５（ａ）は、遊星歯車機構を軸線方向から見た場合を示す平面図である。図５（ｂ）は、図５（ａ）に示すＢ－Ｂ断面を模式的に示す断面図である。

【図６】図６は、図５（ａ）に示すＣ－Ｃ断面を模式的に示す断面図である。

【図７】図７は、遊星歯車機構の各ギヤ同士の噛合い部を示す説明図である。

【図８】図８は、サンギヤが時計回りに回転する場合の噛合い状態を示す説明図である。

【図９】図９は、サンギヤが反時計回りに回転する場合の噛合い状態を示す説明図である。
【図１０】図１０（ａ）は、従来構成の遊星歯車機構の基準位置を示す説明図である。図１０（ｂ）は、従来構成の遊星歯車機構の基準位置を示す説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下、図面を参照して、本発明の実施形態における遊星歯車機構のバックラッシレス機構について具体的に説明する。
【００１５】
［１．第１実施形態］
図１は、第１実施形態における遊星歯車機構のバックラッシレス機構を模式的に示す説明図である。第１実施形態のバックラッシレス機構１は、各ギヤがテーパ歯車により構成された遊星歯車機構１０を対象とするものである。入力軸２のトルクが遊星歯車機構１０を介して伝達されるように構成されている。
【００１６】
遊星歯車機構１０は、外歯歯車であるサンギヤ１１と、サンギヤ１１に対して同心円上に配置されたリングギヤ１２と、それらサンギヤ１１とリングギヤ１２とに噛み合っているプラネットギヤ１３と、そのプラネットギヤ１３を自転可能かつ公転可能に保持しているキャリア１４とを備えている。各ギヤ１１，１２，１３はいずれもテーパ歯車により構成されている。また、遊星歯車機構１０は、サンギヤ１１が入力要素、キャリア１４が出力要素、リングギヤ１２が反力要素となり、減速機として機能する。
【００１７】
具体的には、サンギヤ１１は入力軸２と一体化されている。リングギヤ１２は、回転不能かつ入力軸２の軸線方向へ移動可能に構成されている。ケースなどの固定部材（図示せず）によってリングギヤ１２の回転が規制されている。キャリア１４は、入力軸２の軸線方向へ移動可能に構成されている。各プラネットギヤ１３は、キャリア１４と一体的に軸線方向に移動するように構成されている。また、キャリア１４は出力ギヤ１５と一体回転するように構成されている。なお、プラネットギヤ１３が自転する際の回転中心軸線は入力軸２と平行である。また、キャリア１４と入力軸２との回転中心軸線は一致する。そのため、回転中心軸線方向を単に軸線方向と記載する。
【００１８】
バックラッシレス機構１は、プラネットギヤ１３およびキャリア１４に予圧（軸線方向の荷重）を与える第１弾性体３と、リングギヤ１２に予圧を与える第２弾性体４とを備えている。プラネットギヤ１３およびキャリア１４に作用する第１弾性体３の予圧の方向は、リングギヤ１２に作用する第２弾性体４の予圧の方向とは反対方向である。各弾性体３，４は、コイルスプリングなどのバネであって、軸線方向に伸縮する。なお、予圧は、軸線方向に作用する荷重（弾性力）であるため、スラスト荷重やアキシャル荷重と称することができる。
【００１９】
第１弾性体３は、キャリア１４の円筒部１４ａを軸線方向に押すように配置されている。その円筒部１４ａの外周面に出力ギヤ１５が設けられている。第２弾性体４は、リングギヤ１２を軸線方向に押すように配置されている。キャリア１４およびプラネットギヤ１３は、第１弾性体３から付与される推力によって軸線方向で一方（図１では下側）に移動する。リングギヤ１２は、第２弾性体４から付与される推力によって軸線方向で他方（図１では上側）に移動する。
【００２０】
図２は、テーパ歯車の形状を説明するための模式図である。図２（ａ）は、プラネットギヤ１３を模式的に示す説明図である。図２（ｂ）は、図２（ａ）の矢視Ａから見た時の歯形状を示す説明図である。
【００２１】

図２（ａ）に示すように、プラネットギヤ１３は、軸線方向で後端側（一方端側）から先端側（他方端側）へ向けて、歯先円が縮径するテーパ形状に形成されている。プラネットギヤ１３の歯先面は回転中心軸線に対して傾斜している。

【００２２】

図２（ｂ）に示すように、プラネットギヤ１３の歯部１３ａは、先端側から後端側へ向けて、歯幅が広がる形状に形成されている。つまり、プラネットギヤ１３の歯溝は、先端側から後端側へ向けて、溝幅が狭くなる形状に形成されている。歯部１３ａの歯面は、プラネットギヤ１３では、歯部１３ａのたけが一定であり、軸線方向で後端側から先端側へ向けて歯底円が縮径している。すなわち、プラネットギヤ１３のピッチ円は軸線方向で後端側から先端側へ向けて縮径することになる。遊星歯車機構１０では、サンギヤ１１とリングギヤ１２とがプラネットギヤ１３のテーパ形状に対応する歯形状となるように形成されている。サンギヤ１１は、外歯歯車であるため、図２に示すプラネットギヤ１３のテーパ形状に形成されている。つまり、サンギヤ１１とプラネットギヤ１３との噛合い部では、サンギヤ１１の先端側とプラネットギヤ１３の先端側とが軸線方向で反対方向を向くように配置されているため、各ギヤ１１，１３の歯部が軸線方向でクサビのようなかたちでプラネットギヤ１３と噛合うことになる。なお、プラネットギヤ１３に対応するテーパ歯車とは、軸線方向に対する歯先面の傾斜が一致する場合が含まれる。

【００２３】

図３は、遊星歯車機構１０の各ギヤの軸線方向位置を説明するための説明図である。バックラッシレス機構１では、第１弾性体３がプラネットギヤ１３を先端側に押し、かつ第２弾性体４がリングギヤ１２をプラネットギヤ１３の後端側へ向けて押しているので、各ギヤ１１，１２，１３の基準位置が軸線方向で一致する状態となる。

【００２４】

第１弾性体３が伸縮することにより、キャリア１４およびプラネットギヤ１３を軸線方向に移動させる推力を生じる。第２弾性体４が伸縮することにより、リングギヤ１２を軸線方向に移動させる推力を生じる。

【００２５】

バックラッシレス機構１では、第１弾性体３から付与される推力によってリングギヤ１２が軸線方向に移動し、かつ第２弾性体４から付与される推力によってキャリア１４およびプラネットギヤ１３が軸線方向に移動する。その結果、図３に示すように、各ギヤ１１，１２，１３の基準位置が一致する状態となる。これにより、サンギヤ１１とプラネットギヤ１３との噛合い部、およびリングギヤ１２とプラネットギヤ１３との噛合い部において、バックラッシが除去されることになる。

【００２６】

以上説明した通り、第１実施形態によれば、テーパ歯車により構成された遊星歯車機構を対象とし、三つの回転要素のうち二つの回転要素に軸線方向の予圧を作用させることによって、各ギヤ同士の噛合い部でバックラッシを除去できる。

【００２７】

なお、第１実施形態のバックラッシレス機構１は小型の遊星歯車機構１０に好適である。例えば、リングギヤ１２のピッチ円が直径数ｃｍであり、プラネットギヤ１３の歯先円は後端側の最も直径が大きい部分で直径数ｍｍ～数ｃｍに構成されてよい。この場合、各ギヤ１１，１２，１３およびキャリア１４はいずれも樹脂製であってもよい。また、各弾性体３，４は軸線方向に弾性変形する部材であればよく、金属製のコイルスプリングに限定されない。

【００２８】

［２．第１実施形態の変形例］

次に、第１実施形態の変形例について説明する。第１実施形態では、入力要素がサンギヤ１１、反力要素がリングギヤ１２、出力要素がキャリア１４に構成された遊星歯車機構１０について説明したが、この発明が対象とする遊星歯車機構はこれに限定されない。

【００２９】

例えば、第１の変形例として、入力要素がキャリア１４、出力要素がサンギヤ１１、反力要素がリングギヤ１２に構成された遊星歯車機構１０であってもよい。第２の変形例として、入力要素がサンギヤ１１、出力要素がリングギヤ１２、反力要素がキャリア１４に構成された遊星歯車機構１０であってもよい。第３の変形例として、入力要素がリングギヤ１２、出力要素がサンギヤ１１、反力要素がキャリア１４に構成された遊星歯車機構１０であってもよい。第１の変形例では、遊星歯車機構１０は増速機として機能する。第２の変形例と第３の変形例では、遊星歯車機構１０は動力を伝達する際に入力要素と出力要素との回転方向が逆転する。

【００３０】

また、第１実施形態では、第１弾性体３がキャリア１４を押すように弾性力を作用し、かつ第２弾性体４がリングギヤ１２を押すように弾性力を作用する構成について説明したが、この発明はこれに限定されない。つまり、第１弾性体３がキャリア１４を軸線方向に引っ張るように弾性力を作用する構成であってもよい。この場合、第２弾性体４がリングギヤ１２を軸線方向に引っ張るように弾性力を作用する。この変形例の説明では図１を参照する。

【００３１】

例えば、第４の変形例として、プラネットギヤ１３の先端側（歯先円が小さい側）が、図１の上側を向くように配置された遊星歯車機構１０であってもよい。その遊星歯車機構１０では、サンギヤ１１は、先端側が図１の下側、後端側が図１の上側を向くよう配置されている。また、リングギヤ１２は、内歯の歯先円が、図１の上側へ向けて縮径するように形成されている。第１弾性体３は、軸線方向でプラネットギヤ１３の後端側から先端側に向けて作用する弾性力を、キャリア１４に作用させる。つまり、プラネットギヤ１３は第１弾性体３によって、軸線方向で図１の上側へ向けて引っ張られる。また、第２弾性体４は、軸線方向でプラネットギヤ１３を先端側から後端側へ向けて作用する弾性力を、リングギヤ１２に作用させる。つまり、リングギヤ１２は第２弾性体４によって、軸線方向で、図１の下側へ向けて引っ張られる。このように、各弾性体３,４がプラネットギヤ１３とリングギヤ１２とを引っ張る場合には、第１弾性体３の端部とキャリア１４とが固着されているとともに、第２弾性体４の端部とリングギヤ１２とが固着されている。

【００３２】

さらに、第１実施形態では、各弾性体３，４が、キャリア１４とリングギヤ１２とに弾性力を作用させる構成について説明したが、この発明はこれに限定されない。要は、バックラッシレス機構１では、遊星歯車機構１０の三つの回転要素のうち、少なくともキャリア１４を含む二つの回転要素に二つの弾性体が予圧（軸線方向の弾性力）を与えるように構成されればよい。なお、三つの回転要素とは、サンギヤ１１と、リングギヤ１２と、キャリア１４とのことである。

【００３３】

例えば、第５の変形例として、キャリア１４とサンギヤ１１に、各弾性体３，４の弾性力が作用するように構成されてもよい。そのサンギヤ１１は、入力軸２の外周面にスプライン嵌合し、入力軸２に対して軸線方向に移動可能に構成されている。リングギヤ１２は、回転不能かつ軸線方向に固定されている。第１弾性体３は、上述した第１実施形態と同様に、図１に示すように配置されている。第２弾性体４は、入力軸２に形成されたボス部とサンギヤ１１とに挟まれるようにして配置される。これにより、サンギヤ１１には第２弾性体４からの弾性力が、軸線方向で図１の上側へ向けて作用する。つまり、サンギヤ１１は第２弾性体４によって軸線方向で図１の上側へ押されることになる。なお、第５の変形例の別の変形例として、プラネットギヤ１３の先端側が軸線方向で反対側（図１の上側）を向くように配置された場合には、キャリア１４が第１弾性体３によって図１の上側に引っ張られ、かつサンギヤ１１が第２弾性体４によって図１の下側に引っ張られるように構成されてもよい。この場合、第２弾性体４の一方の端部はサンギヤ１１に固着され、かつ第２弾性体４の他方の端部は入力軸２のボス部に固着される。

【００３４】

［３．第２実施形態］
次に、図４～図９を参照して、第２実施形態について説明する。第２実施形態は、第１実施形態とは異なり、各ギヤが平歯車に形成された遊星歯車機構を対象とする。さらに、遊星歯車機構は、二つの部材に分割されたキャリアを備えている。図４は、第２実施形態のキャリアを示す斜視図である。図５（ａ）は、遊星歯車機構を軸線方向から見た時の平面図である。図５（ｂ）は、図５（ａ）のＢ－Ｂ断面を示す断面図である。図６は、図５（ａ）のＣ－Ｃ断面を示す断面図である。なお、上述した第１実施形態と同様の構成については説明を省略し、その参照符号を引用する。

【００３５】
第２実施形態の遊星歯車機構２０は、互いに相対回転可能に構成された第１キャリア２１と第２キャリア２２とを備えている。また、遊星歯車機構２０は、第１キャリア２１に保持されている第１プラネットギヤ２３と、第２キャリア２２に保持されている第２プラネットギヤ２４とを備えている。

【００３６】
遊星歯車機構２０は、外歯歯車であるサンギヤ２５と、サンギヤ２５に対して同心円上に配置されたリングギヤ２６と、それらサンギヤ２５とリングギヤ２６とに噛み合っている第１プラネットギヤ２３および第２プラネットギヤ２４と、第１プラネットギヤ２３を自転可能かつ公転可能に保持している第１キャリア２１と、第２プラネットギヤ２４を自転可能かつ公転可能に保持している第２キャリア２２とを備えている。各ギヤ２３，２４，２５，２６はいずれも平歯車により構成されている。遊星歯車機構２０は、サンギヤ２５が入力要素、第１キャリア２１および第２キャリア２２が出力要素、リングギヤ２６が反力要素となり、減速機として機能する。

【００３７】
図４に示すように、第１キャリア２１は、円形状に形成された第１本体部２１ａと、第１本体部２１ａから軸線方向に突出する円柱状の第１爪部２１ｂと、第１本体部２１ａに形成された軸線方向の凹部２１ｃと、第１本体部２１ａから第１爪部２１ｂとは反対側に延びる円筒部２１ｄとを備えている。円筒部２１ｄの外周部分には出力ギヤ２７が設けられている。円筒部２１ｄは入力軸２の外周側に配置される。第１キャリア２１と入力軸２とは相対回転する。第１プラネットギヤ２３は第１爪部２１ｂに取り付けられて回転可能に保持されている。第１キャリア２１の凹部２１ｃ内に第２キャリア２２が配置されている。

【００３８】
第２キャリア２２は、径方向に延びる板状に形成された第２本体部２２ａと、第２本体部２２ａから軸線方向に突出する円柱状の第２爪部２２ｂとを備えている。第２キャリア２２は、第２爪部２２ｂが第１キャリア２１の第１爪部２１ｂと同一方向へ向けて突出するようにして、第２本体部２２ａが第１キャリア２１の凹部２１ｃ内に配置される。第２本体部２２ａは、第１キャリア２１の凹部２１ｃと軸線方向で対向し、かつ回転方向（円周方向）で対向する。要するに、第１キャリア２１の本体表面２１ｅと、第２キャリア２２の本体表面２２ｃとが、軸線方向で同じ位置となるように配置される。これにより、第１キャリア２１と第２キャリア２２とからなるキャリア構造を薄型にすることができる。また、第２プラネットギヤ２４は第２爪部２２ｂに取り付けられて回転可能に保持されている。

【００３９】
図５（ｂ）に示すように、第２実施形態のバックラッシレス機構１は、第１キャリア２１および第２キャリア２２に回転方向の弾性力を作用する弾性体２８を備えている。第１キャリア２１と第２キャリア２２とは弾性体２８によって連結されている。弾性体２８が回転方向に伸縮することによって、第１キャリア２１と第２キャリア２２とが相対回転する。

【００４０】
［３－１．噛合い部］

図７は、サンギヤ２５と各プラネットギヤ２３，２４との噛合い部と、各プラネットギヤ２３，２４とリングギヤ２６との噛合い部とを説明するための説明図である。

【００４１】

遊星歯車機構２０には、第１キャリア２１に支持されている二つの第１プラネットギヤ２３と、第２キャリア２２に支持されている二つの第２プラネットギヤ２４との四つのプラネットギヤが設けられている。円周方向で、第１プラネットギヤ２３と第２プラネットギヤ２４とが交互に配置されている。図７に示す例では、第１キャリア２１には弾性体２８から反時計回り方向の弾性力が作用し、かつ第２キャリア２２には弾性体２８から時計回りの弾性力が作用している。

【００４２】

サンギヤ２５の歯部は、時計回り側を向いている第１歯面２５ａと、反時計回り側を向いている第２歯面２５ｂとを有する。リングギヤ２６の歯部は、時計回り側を向いている第１歯面２６ａと、反時計回り側を向いている第２歯面２６ｂとを有する。第１プラネットギヤ２３の歯部は、自転方向において、時計回り側を向いている第１歯面２３ａと、反時計回り側を向いている第２歯面２３ｂとを有する。第２プラネットギヤ２４の歯部は、自転方向において、時計回り側を向いている第１歯面２４ａと、反時計回り側を向いている第２歯面２４ｂとを有する。

【００４３】

第１プラネットギヤ２３とサンギヤ２５との噛合い部Ｄでは、第１プラネットギヤ２３の第１歯面２３ａとサンギヤ２５の第１歯面２５ａとが接触している。噛合い部Ｄにおいて、第１プラネットギヤ２３の第２歯面２３ｂとサンギヤ２５の第２歯面２５ｂとの間にバックラッシがあってもよい。

【００４４】

第１プラネットギヤ２３とリングギヤ２６との噛合い部Ｅでは、第１プラネットギヤ２３の第２歯面２３ｂとリングギヤ２６の第１歯面２６ａとが接触している。噛合い部Ｅにおいて、第１プラネットギヤ２３の第１歯面２３ａとリングギヤ２６の第２歯面２６ｂとの間にバックラッシがあってもよい。

【００４５】

第２プラネットギヤ２４とサンギヤ２５との噛合い部Ｆでは、第２プラネットギヤ２４の第２歯面２４ｂとサンギヤ２５の第２歯面２５ｂとが接触している。噛合い部Ｆにおいて、第２プラネットギヤ２４の第１歯面２４ａとサンギヤ２５の第１歯面２５ａとの間にバックラッシがあってもよい。

【００４６】

第２プラネットギヤ２４とリングギヤ２６との噛合い部Ｇでは、第２プラネットギヤ２４の第１歯面２４ａとリングギヤ２６の第２歯面２６ｂとが接触している。噛合い部Ｇにおいて、第２プラネットギヤ２４の第２歯面２４ｂとリングギヤ２６の第１歯面２６ａとの間にバックラッシがあってもよい。

【００４７】

このように、第１プラネットギヤ２３は、サンギヤ２５およびリングギヤ２６の時計回り側の歯面（第１歯面２５ａ，２６ａ）と接触している。第２プラネットギヤ２４は、サンギヤ２５およびリングギヤ２６の反時計回り側の歯面（第２歯面２５ｂ，２６ｂ）と接触している。つまり、バックラッシレス機構１では、第１プラネットギヤ２３の噛合い方向と、第２プラネットギヤ２４の噛合い方向とが逆転している。これは、弾性体２８から第１プラネットギヤ２３へ反時計回りに公転させられる弾性力が作用しているとともに、弾性体２８から第２プラネットギヤ２４へ時計回りに公転させられる弾性力が作用しているためである。

【００４８】

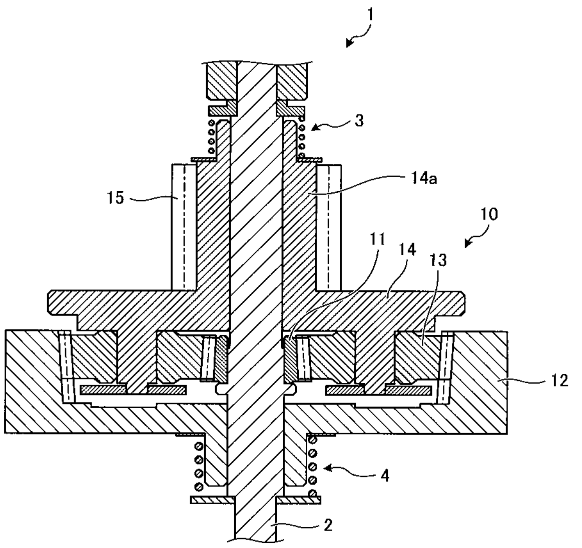
［３－２．動作］

図８は、遊星歯車機構２０の動作を説明するために、入力要素であるサンギヤ２５が時計回りに回転する場合を示す説明図である。図９は、サンギヤ２５が反時計回りに回転す

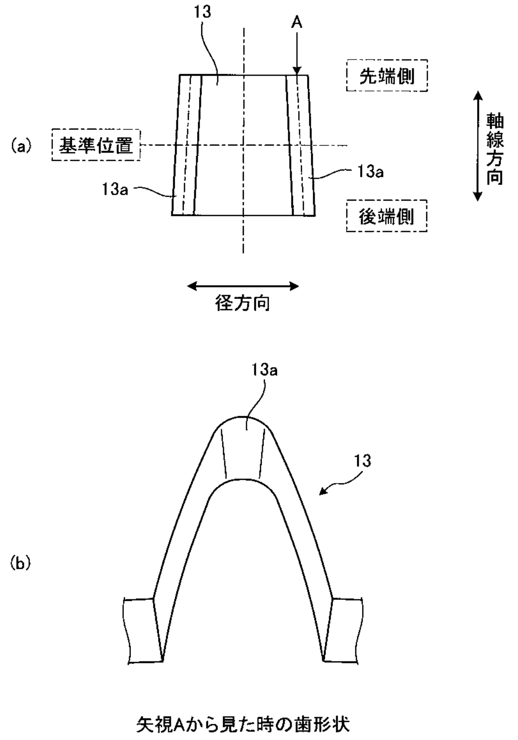
る場合を示す説明図である。
【００４９】
図８に示すように、サンギヤ２５が時計回りに回転する場合、第１歯面２５ａが回転方向前方となる。その第１歯面２５ａは、噛合い部Ｄでは第１プラネットギヤ２３（第１歯面２３ａ）と接触しているが、噛合い部Ｆでは第２プラネットギヤ２４（第１歯面２４ａ）には接触していない。サンギヤ２５は、噛合い部Ｄにおいて第１歯面２５ａが第１プラネットギヤ２３の第１歯面２３ａを押すが、噛合い部Ｆでは第２プラネットギヤ２４を押さない。この場合、サンギヤ２５は駆動ギヤ、第１プラネットギヤ２３は従動ギヤとなり、第２プラネットギヤ２４は連れ回されることになる。
【００５０】
その第１プラネットギヤ２３は、噛合い部Ｅにおいて、第２歯面２３ｂがリングギヤ２６の第１歯面２６ａと接触している。つまり、第１プラネットギヤ２３が従動ギヤとして機能する場合に、サンギヤ２５と第１プラネットギヤ２３との間、および第１プラネットギヤ２３とリングギヤ２６との間で、バックラッシがない状態で回転を開始することができる。このように、サンギヤ２５が時計回りに回転する場合、サンギヤ２５から第１プラネットギヤ２３に伝達されたトルクによって、第１および第２キャリア２１，２２が時計回りに回転する。なお、第２プラネットギヤ２４は、第１および第２キャリア２１，２２が時計回りに回転することによって連れ回されて、時計回りに公転し、かつ反時計回りに自転する。
【００５１】
図９に示すように、サンギヤ２５が反時計回りに回転する場合、第２歯面２５ｂが回転方向前方となる。その第２歯面２５ｂは、噛合い部Ｆでは第２プラネットギヤ２４（第２歯面２４ｂ）と接触しているが、噛合い部Ｄでは第１プラネットギヤ２３（第２歯面２３ｂ）には接触していない。サンギヤ２５は、噛合い部Ｆにおいて第２歯面２５ｂが第２プラネットギヤ２４の第２歯面２４ｂを押すが、噛合い部Ｄでは第１プラネットギヤ２３を押さない。この場合、サンギヤ２５は駆動ギヤ、第２プラネットギヤ２４は従動ギヤとなり、第１プラネットギヤ２３は連れ回されることになる。
【００５２】
その第２プラネットギヤ２４は、噛合い部Ｇにおいて、第１歯面２４ａがリングギヤ２６の第２歯面２６ｂと接触している。つまり、第２プラネットギヤ２４が従動ギヤとして機能する場合に、サンギヤ２５と第２プラネットギヤ２４との間、および第２プラネットギヤ２４とリングギヤ２６との間で、バックラッシがない状態で回転を開始することができる。このように、サンギヤ２５が反時計回りに回転する場合、サンギヤ２５から第２プラネットギヤ２４に伝達されたトルクによって、第１および第２キャリア２１，２２が反時計回りに回転する。なお、第１プラネットギヤ２３は、第１および第２キャリア２１，２２が反時計回りに回転することによって連れ回されて、反時計回りに公転し、かつ時計回りに自転する。
【００５３】
以上説明した通り、第２実施形態によれば、入力要素の回転方向が切り替わる場合であっても、バックラッシを除去することができる。
【００５４】
なお、第２実施形態のバックラッシレス機構１は小型の遊星歯車機構２０に好適である。例えば、リングギヤ２６のピッチ円が直径数ｃｍであり、各プラネットギヤ２３，２４のピッチ円が直径数ｍｍに構成されてよい。この場合、各ギヤ２３，２４，２５，２６および各キャリア２１，２２はいずれも樹脂製であってもよい。また、弾性体２８は軸線方向に弾性変形する部材であればよく、金属製のコイルスプリングに限定されない。
【００５５】
［４．第２実施形態の変形例］
次に、第２実施形態の変形例について説明する。第２実施形態では、入力要素がサンギヤ２５、反力要素がリングギヤ２６、出力要素が第１および第２キャリア２１，２２に構

成された遊星歯車機構２０について説明したが、この発明が対象とする遊星歯車機構はこれに限定されない。
【００５６】
例えば、第１の変形例として、入力要素が第１および第２キャリア２１，２２、出力要素がサンギヤ２５、反力要素がリングギヤ２６に構成された遊星歯車機構２０であってもよい。第２の変形例として、入力要素がサンギヤ２５、出力要素がリングギヤ２６、反力要素が第１および第２キャリア２１，２２に構成された遊星歯車機構２０であってもよい。第３の変形例として、入力要素がリングギヤ２６、出力要素がサンギヤ２５、反力要素が第１および第２キャリア２１，２２に構成された遊星歯車機構２０であってもよい。第１の変形例では、遊星歯車機構２０は増速機として機能する。第２の変形例と第３の変形例では、遊星歯車機構２０は動力を伝達する際に入力要素と出力要素との回転方向が逆転する。
【００５７】
また、第２実施形態では、弾性体２８が第１キャリア２１と第２キャリア２２とを押すように弾性力を作用する構成について説明したが、この発明はこれに限定されない。例えば、第４の変形例として、弾性体２８が第１キャリア２１と第２キャリア２２とを円周方向に引っ張るように弾性力を作用する構成であってもよい。この場合、弾性体２８の一方の端部が第１キャリア２１に固着され、かつ弾性体２８の他方の端部が第２キャリア２２に固着されている。
【００５８】
さらに、第２実施形態では、リングギヤ２６が一つの例について説明したが、二つのリングギヤを備える遊星歯車機構２０であってもよい。いわゆる不思議遊星歯車機構であってもよい。そこで、第５の変形例として、遊星歯車機構２０が不思議遊星歯車機構からなり、リングギヤ２６には、固定要素としての第１リングギヤと、出力要素としての第２リングギヤとが含まれる構成であってもよい。その遊星歯車機構２０では、サンギヤ２５が入力要素となり、第１および第２キャリア２１，２２は自由回転するように構成されている。また、第１リングギヤの歯数と、第２リングギヤの歯数とは、異なる数に設定されている。そして、第１リングギヤおよび第２リングギヤは各プラネットギヤ２３，２４と噛み合うように構成されている。例えば、第１リングギヤと第２リングギヤとが、各プラネットギヤ２３，２４の歯幅方向に並ぶようにして配置されている。この不思議遊星歯車機構からなる遊星歯車機構２０では、上述した第２実施形態よりも大きな減速比を設定することができる。
【符号の説明】
【００５９】
１　バックラッシレス機構
３　第１弾性体
４　第２弾性体
１０　遊星歯車機構
１１　サンギヤ
１２　リングギヤ
１３　プラネットギヤ
１４　キャリア
２０　遊星歯車機構
２１　第１キャリア
２２　第２キャリア
２３　第１プラネットギヤ
２４　第２プラネットギヤ
２５　サンギヤ
２６　リングギヤ
２８　弾性体

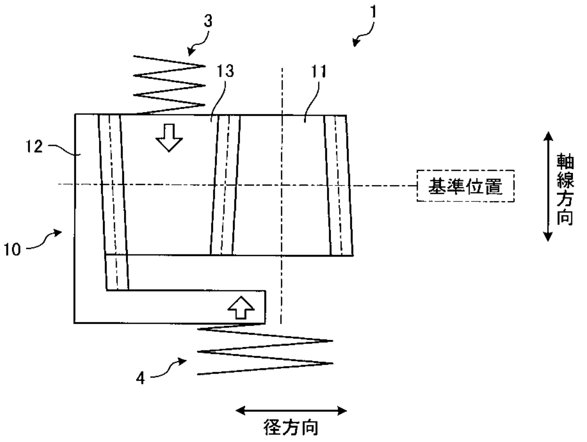
【図１】


1
3
14a
15
10
11
14
13
12
4
2

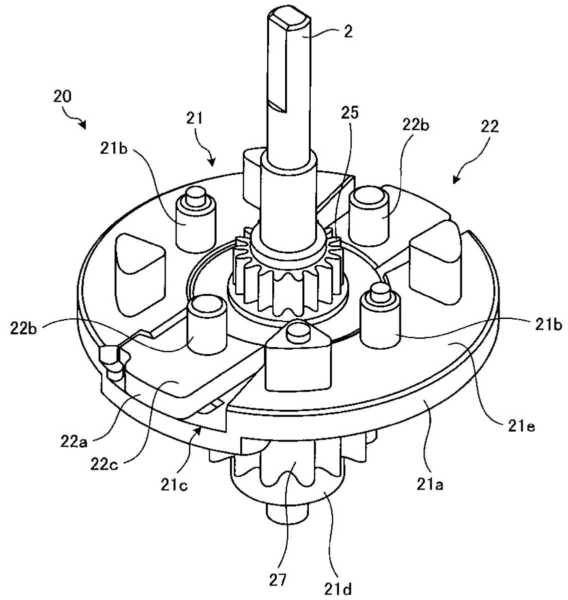
【図２】


13
A
先端側
(a)
基準位置
軸線方向
13a
13a
後端側
径方向
13a
13
(b)
矢視Aから見た時の歯形状

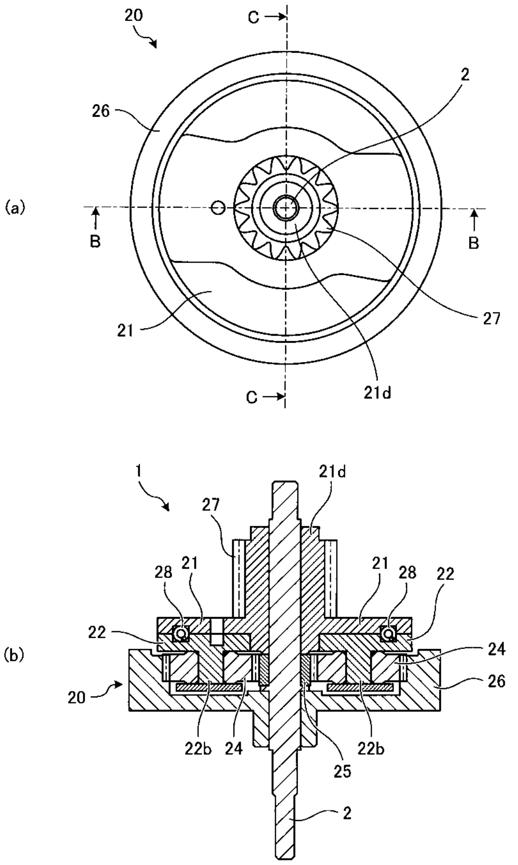
【図３】


3
1
13
11
12
基準位置
軸線方向
10
4
径方向

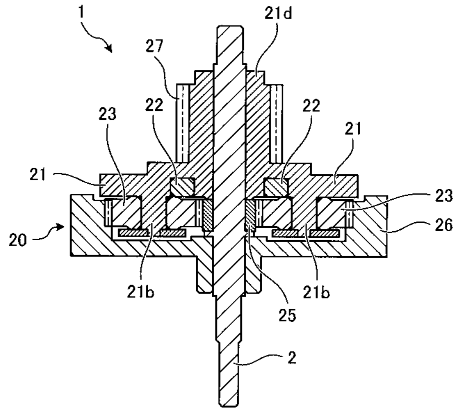
【図４】


2
20
21
25
22b
22
21b
22b
21b
22a
22c
21c
21a
21e
27
21d

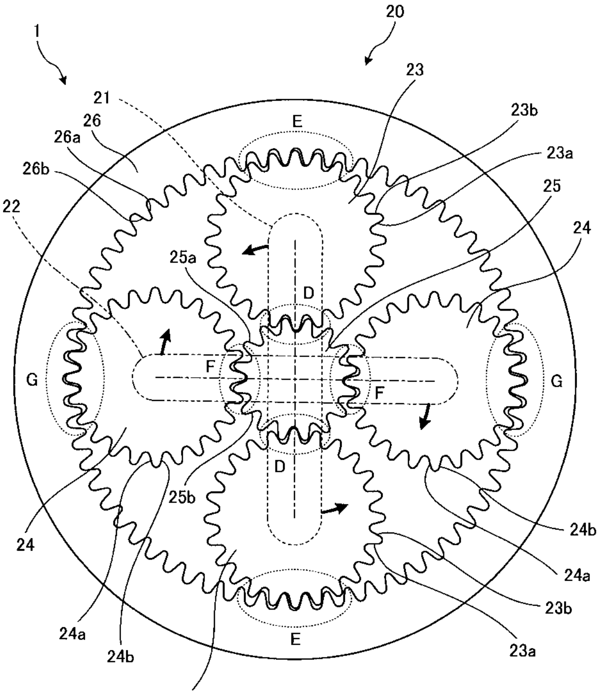
【図５】


(a)
20
C
C
B
B
26
2
21
27
21d
(b)
1
21d
27
28
21
21
28
22
22
24
20
26
22b
24
25
22b
2

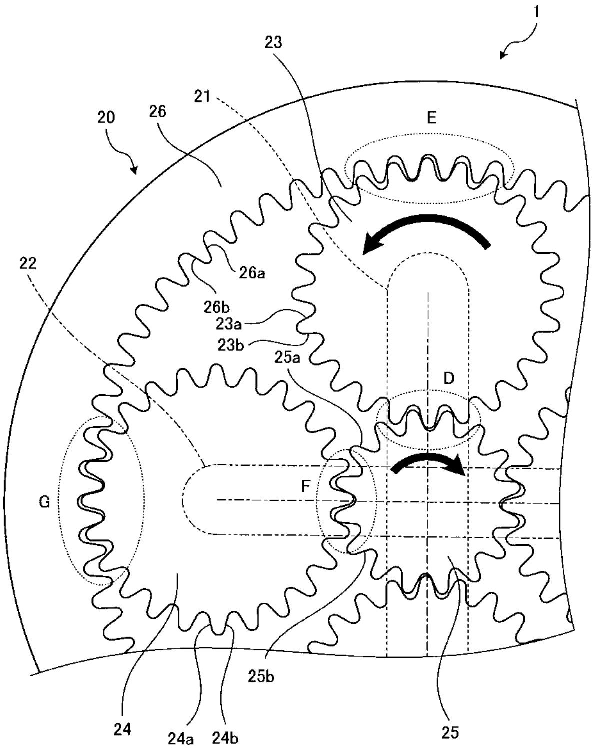
【図６】


1
21d
27
22
22
23
21
21
23
20
26
21b
25
21b
2

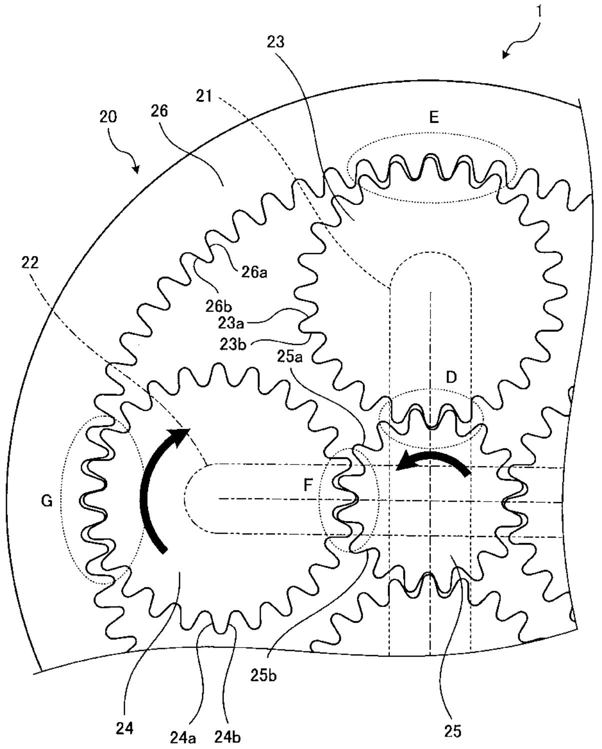
【図７】


1
20
21
23
26
26a
23b
26b
23a
22
25
25a
24
D
E
G
F
F
G
D
25b
24
24b
24a
23b
24a
24b
E
23a
23

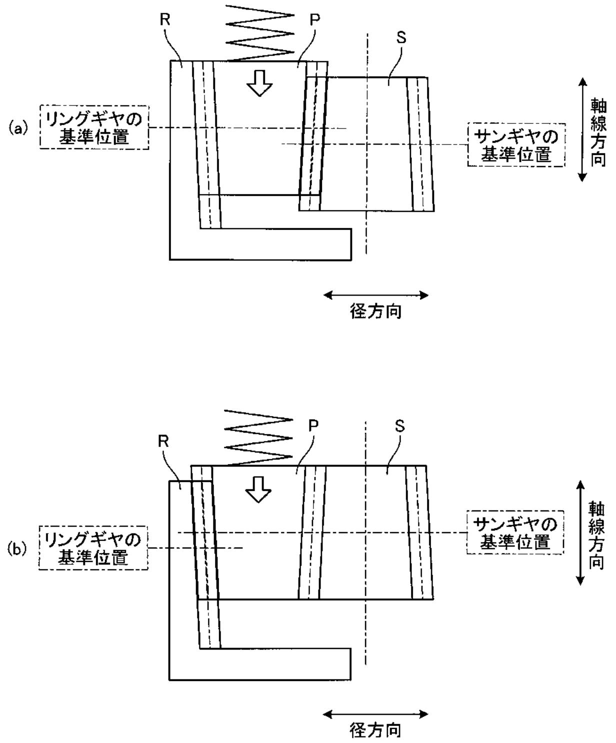
【図８】


1
23
20
26
21
E
22
26a
26b
23a
23b
25a
D
G
F
24
24a
24b
25b
25

【図９】


1
23
21
20
26
E
22
26a
26b
23a
23b
25a
D
G
F
24
24a
24b
25b
25

【図１０】


R
P
S
(a)
リングギヤの
基準位置
サンギヤの
基準位置
軸線方向
径方向
R
P
S
(b)
リングギヤの
基準位置
サンギヤの
基準位置
軸線方向
径方向