

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6424128号
(P6424128)

(45) 発行日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(24) 登録日 平成30年10月26日(2018.10.26)

(51) Int.Cl.

F 16 H 1/28 (2006.01)

F 1

F 16 H 1/28

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-69325 (P2015-69325)
 (22) 出願日 平成27年3月30日 (2015.3.30)
 (65) 公開番号 特開2016-188681 (P2016-188681A)
 (43) 公開日 平成28年11月4日 (2016.11.4)
 審査請求日 平成30年1月5日 (2018.1.5)

(73) 特許権者 000000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
 (74) 代理人 100087941
 弁理士 杉本 修司
 (74) 代理人 100086793
 弁理士 野田 雅士
 (74) 代理人 100112829
 弁理士 堀 健郎
 (74) 代理人 100154771
 弁理士 中田 健一
 (74) 代理人 100155963
 弁理士 金子 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】遊星歯車装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

動力の入力軸に同心状に固定された、外歯を有するサンギヤと、
 外歯を有して前記サンギヤに噛合する複数のプラネットギヤと、
 内歯を有して前記複数のプラネットギヤに噛合するリングギヤと、
 前記リングギヤに相対回転不能に連結されて、前記リングギヤを支持する筒状支持部材
 と、
 を備え、

前記リングギヤに、径方向外方に突出する外向きフランジが全周に渡って設けられており、

前記筒状支持部材に、径方向内方に突出する複数の突片を有する波形の内向きフランジが全周に渡って設けられており、

前記外向きフランジと、前記内向きフランジとをボルトおよびナットによって締結することにより、前記リングギヤと前記筒状支持部材とが連結されており、

前記内向きフランジにおいて、複数の前記突片間の谷部の深さが周期的に深くなるよう、前記谷部として、浅い第1谷部と、この第1谷部よりも深い第2谷部が形成されている

遊星歯車装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の遊星歯車装置において、前記第2谷部の深さが、前記内向きフランジ

に設けられた複数のボルト挿通孔に外接する仮想円の円周よりも深く設定されており、前記第1谷部の深さが、前記仮想円の円周よりも浅く設定されている遊星歯車装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載の遊星歯車装置において、

前記内向きフランジに、前記ナットの緩みを防止する回り止めプレートが、周方向に所定の間隔を空けて複数取り付けられており、

前記内向きフランジにおいて、前記回り止めプレートが存在しない周方向部分に前記第2谷部が位置し、前記回り止めプレートが存在する周方向部分に前記第1谷部が位置するよう10
に設定されていることにより、前記内向きフランジが、前記谷部の深さが周期的に深くなるように形成されている

遊星歯車装置。

【請求項4】

請求項3に記載の遊星歯車装置において、連続して配置された2つ～5つの前記ナットに対して1つの前記回り止めプレートが設けられており、前記内向きフランジにおいて、連続して配置された2つ～5つの前記谷部毎に、前記第2谷部が形成されている遊星歯車装置。

【請求項5】

請求項3または4に記載の遊星歯車装置において、前記回り止めプレートの内径側縁部が、前記筒状支持部材の径方向に突出する山部および径方向に凹む谷部を有する波形に形成されており、前記回り止めプレートは、その谷部の周方向位置が、前記内向きフランジの谷部の周方向位置に対応するように配置されており、前記回り止めプレートの谷部の深さが、前記筒状支持部材の内向きフランジの谷部の深さよりも浅い遊星歯車装置。20

【請求項6】

請求項3から5のいずれか一項に記載の遊星歯車装置において、前記回り止めプレートが、前記内向きフランジに設けられた複数の固定ピンを介して前記内向きフランジに取り付けられており、前記複数の固定ピンは、それぞれ、前記第1谷部の外径側に、互いに周方向に離間して配置されている遊星歯車装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば航空機等の動力伝達機構に用いられる遊星歯車装置に関する。30

【背景技術】

【0002】

従来、この種の遊星歯車装置は、外歯を有するサンギヤと、外歯を有して前記サンギヤに噛合する複数のプラネットギヤと、各プラネットギヤの回転軸を支持して複数のプラネットギヤの相対位置決めをする共通のプラネットキャリアと、内歯を有して複数のプラネットギヤに噛合するリングギヤとを備えている（例えば、特許文献1参照）。ガスタービンエンジンなどの動力源で発生した動力は、例えば、まずサンギヤに入力され、その後プラネットギヤに伝達される。プラネットギヤに伝達された動力は、2種類の異なる出力として、すなわち、プラネットギヤの自転によるリングギヤの回転動力、およびプラネットギヤのサンギヤに対する公転によるプラネットキャリアの回転動力として、それぞれ取り出すことができる。40

【0003】

例えば、航空機エンジン用の遊星歯車装置のように、エンジン構造に支持された片端支持の回転軸の先端にプロペラが取り付けられている場合、航空機の運転中に曲げモーメントがエンジンに作用し、エンジン構造に曲げ変形が発生する。エンジン構造の曲げ変形の影響により、遊星歯車装置全体にも曲げ変形が発生する場合があり、この曲げ変形により、プラネットギヤとプラネットギヤに噛合するサンギヤおよびリングギヤとの平行度がずれた状態、すなわちミスマライメントが生じる。ミスマライメントが生じると、歯車や軸受の片あたりが発生する。

【0004】

遊星歯車装置全体の重量増加を招くことなく、剛性の確保とミスアライメントの防止を両立させる技術として、当該装置を支持する入出力部材のうち、リングギヤにボルト連結された筒状支持部材のみに剛性の低い柔構造部を設けることにより、当該装置の振れ回りを防止するのに十分な剛性を確保するとともに、飛行荷重によるエンジンの変形を前記柔構造部で吸収してミスアライメントの発生を防止することが提案されている（特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】米国特許第5433674号明細書

【特許文献2】特開2012-112454号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

遊星歯車装置の外周部に位置するリングギヤと筒状支持部材との連結部、すなわちボルト挿通用のフランジには、プラネットギヤの公転により、周期的に径方向荷重が負荷される。リングギヤのフランジと筒状支持部材のフランジの剛性に大きな差がある場合、上記径方向荷重により、リングギヤのフランジと筒状支持部材のフランジとの間で径方向の変位差が生じ、両フランジ面間でフレッティングが生じるおそれがある。このようなフレッティングを防止するために、例えば、両フランジ間の摩擦で伝達できる程度のボルト軸力を確保するためにボルト径を大きくすることや、リーマボルトを使用することが考えられるが、重量や加工コスト等の観点から好ましくない。

20

【0007】

本発明の目的は、上記の課題を解決するために、装置全体の重量増加を招くことなく、リングギヤと筒状支持部材との間のフレッティングを防止することが可能な、寿命性能に優れる遊星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】

【0008】

30

前記した目的を達成するために、本発明に係る遊星歯車装置は、動力の入力軸に同心状に固定された、外歯を有するサンギヤと、外歯を有して前記サンギヤに噛合する複数のプラネットギヤと、内歯を有して前記複数のプラネットギヤに噛合するリングギヤと、前記リングギヤに相対回転不能に連結されて、前記リングギヤを支持する筒状支持部材とを備え、前記リングギヤに、径方向外方に突出する外向きフランジが全周に渡って設けられており、前記筒状支持部材に、径方向内方に突出する複数の突片を有する波形の内向きフランジが全周に渡って設けられており、前記外向きフランジと、前記内向きフランジとをボルトおよびナットによって締結することにより、前記リングギヤと前記筒状支持部材とが連結されており、前記内向きフランジにおいて、複数の前記突片間の谷部の深さが周期的に深くなるように、前記谷部として、浅い第1谷部と、この第1谷部よりも深い第2谷部が形成されている。

40

【0009】

なお、本明細書において、「谷部の深さ」とは、径方向外側に凹む谷部の底部（最外径側部）の径方向位置のことであり、谷部の深さが「深い」とは、谷部の底部がより外径側に位置することを意味し、谷部の深さが「浅い」とは、谷部の底部がより内径側に位置することを意味する。

【0010】

この構成によれば、リングギヤの外周部分に波形のフランジを設けることにより、リングギヤの剛性を確保しながら遊星歯車装置の重量を低減することができる。しかも、筒状支持部材の突片間の谷部の深さを周期的に深くすることにより、当該筒状支持部材の内向きフランジについて、駆動トルクに対して必要な突片の剛性を確保しつつ、内向きフラン

50

ジ全体の径方向剛性を低減し、筒状支持部材がリングギヤの変形に追従しやすくなることができる。これにより、プラネットギヤの公転による径方向荷重を受けても、筒状支持部材の内向きフランジとリングギヤの外向きフランジとの間での変位差が抑制され、フランジ面間のフレッティング発生を防止できる。

【0011】

本発明の一実施形態において、前記第2谷部の深さが、前記内向きフランジに設けられた複数のボルト挿通孔に外接する仮想円の円周よりも深く設定されており、前記第1谷部の深さが、前記仮想円の円周よりも浅く設定されていてもよい。この構成によれば、深い谷部に、ボルト挿通孔の最外径側部分よりも内径側の部分が存在することにより、駆動トルクに起因する変形を抑制するのに必要な突片の剛性を確保できる。

10

【0012】

本発明の一実施形態において、前記内向きフランジに、前記ナットの緩みを防止する回り止めプレートが、周方向に所定の間隔を空けて複数取り付けられており、

前記内向きフランジにおいて、前記回り止めプレートが存在しない周方向部分に前記第2谷部が位置し、前記回り止めプレートが存在する周方向部分に前記第1谷部が位置するように設定されていることにより、前記内向きフランジが、前記谷部の深さが周期的に深くなるように形成されていてもよい。この構成によれば、回り止めプレートを設けてナットを固定することにより組立作業の効率を向上させながら、筒状支持部材の内向きフランジの剛性と回り止めプレートの剛性とを併せて低下させることにより、フランジ面間のフレッティング発生を防止できる。

20

【0013】

本発明の一実施形態において、例えば、連続して配置された2つ～5つの前記ナットに対して1つの前記回り止めプレートが設けられており、前記内向きフランジにおいて、連続して配置された2つ～5つの前記谷部毎に、前記第2谷部が形成されていてもよい。この構成によれば、深い谷部を確保して駆動トルクに起因する突片の倒れ変形およびねじれ変形を効果的に抑制できるとともに、剛性の低い部分を内向きフランジの全周に均等に配置することにより、プラネットギヤの公転に起因する応力が局所的に作用することを防止できる。

【0014】

本発明の一実施形態において、前記回り止めプレートの内径側縁部が、前記支持部材の径方向に突出する山部および径方向に凹む谷部を有する波形に形成されており、前記回り止めプレートは、その谷部の周方向位置が、前記内向きフランジの谷部の周方向位置に対応するように配置されており、前記回り止めプレートの谷部の深さが、前記支持部材の内向きフランジの谷部の深さよりも浅くてもよい。この構成によれば、筒状部を有しない板状部材からなる回り止めプレートの強度が十分に確保される。

30

【0015】

本発明の一実施形態において、前記回り止めプレートが、前記内向きフランジに設けられた複数の固定ピンを介して前記内向きフランジに取り付けられており、前記複数の固定ピンは、それぞれ、前記第1谷部の外径側に、互いに周方向に離間して配置されていてもよい。この構成によれば、ボルトを締結する際に回り止めプレートに固定されたナットがボルトと供回りするのを防ぐことができ、組立作業の効率が一層向上する。

40

【発明の効果】

【0016】

このように、本発明の遊星歯車装置によれば、装置全体の重量増加を招くことなく、リングギヤと筒状支持部材との間のフレッティングを防止することが可能となり、遊星歯車装置の寿命性能が大幅に向上する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る遊星歯車装置を示す部分破断斜視図である。

【図2】図1の遊星歯車装置の縦断面図である。

50

【図3】図2のフレックスサポートの内向きフランジの座繰り周辺を拡大して示す縦断面図である。

【図4】図1の遊星歯車装置のリングギヤとフレックスサポートの連結構造を示す分解斜視図である。

【図5】図2のフレックスサポートの内向きフランジを示す正面図である。

【図6】図2のフレックスサポートの内向きフランジに回り止めプレートを取り付けた状態を示す正面図である。

【図7】図5の内向きフランジを拡大して示す正面図である。

【図8】図6の内向きフランジに回り止めプレートを取り付けた状態を拡大して示す正面図である。

10

【図9】図2のフレックスサポートの内向きフランジを拡大して示す斜視図である。

【図10】図2のフレックスサポートの内向きフランジの谷部周辺を拡大して示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施形態に係る遊星歯車装置1を示す斜視図である。この遊星歯車装置1は、例えばプロペラ推進型の航空機エンジンに設置されて、図示しないガスタービンエンジンに入力軸3を介して連結されており、このガスタービンエンジンの動力を、図示しない2つのロータに、それぞれ互いに独立の出力として伝達する。もっとも、遊星歯車装置1は、1つのロータにのみ出力される動力を伝達するために使用されてもよい。なお、以下の説明において、軸方向の、ガスタービンエンジンが配置されている側(図1の左側)を前側と呼び、その反対側を後側と呼ぶ。また、特に示した場合を除き、「径方向」とは後述する入力軸3と同一の軸心C1を中心とした径方向を指す。

20

【0019】

図2は、図1の遊星歯車装置1の要部を示す縦断面図である。同図に示すように、遊星歯車装置1は複列の歯車機構として構成されており、サンギヤ5、複数のプラネットギヤ7、リングギヤ9、プラネットキャリア11、およびプラネット軸13を備えている。サンギヤ5は、互いに逆方向に傾斜した複列のはすば歯車からなる外歯を有する歯車であり、回転軸となる入力軸3の外周に嵌合されている。プラネットギヤ7は、サンギヤ5に対応したはすば歯車からなる複列の外歯を有する歯車であり、回転軸となる中空のプラネット軸13の外周に複列の軸受15を介して回転自在に取付けられた状態で、サンギヤ5に噛合している。本実施形態では、5つのプラネットギヤ7が、サンギヤ5の円周方向に等間隔に配置されている。リングギヤ9は、複列のはすばからなる内歯を有する歯車であり、プラネットギヤ7に噛合している。なお、各ギヤは、はすば歯車に限定されず、例えば平歯車であってもよい。

30

【0020】

複数のプラネットギヤ7の各プラネット軸13は、その前端部が、入力軸3と同一の軸心C1を有する環状のフロントプレート17に支持されている。フロントプレート17は、同心状に配置された円筒状の軸であるスタブシャフト19の内周部に、複数のボルトによって連結されている。フロントプレート17の背面にはバックプレート21が連結されている。バックプレート21には、周方向に等間隔で複数の支柱22(図1)が一体形成されており、これら支柱22を介してバックプレート21がフロントプレート17にボルト止めされている。このバックプレート21にプラネット軸13の後端部が支持されている。このように、スタブシャフト19と、スタブシャフト19を介して互いに連結されたフロントプレート17およびバックプレート21が、プラネット軸13およびプラネットギヤ7を支持するプラネットキャリア11を構成しており、このプラネットキャリア11によって、各プラネット軸13間の相対位置、すなわち各プラネットギヤ7間の相対位置が決められる。

40

【0021】

50

スタブシャフト 19 の前端部は、入力軸 3 と同心の前方出力軸 23 に連結されており、複数のプラネットギヤ 7 の、軸心 C 1 回りの公転による動力は、スタブシャフト 19 および前方出力軸 23 を介して駆動力として、例えば前側のプロペラ 26 に出力される。一方、リングギヤ 9 は、入力軸 3 と同心に配置される筒状支持部材であるフレックスサポート 27 に連結されており、フレックスサポート 27 の後端部は、入力軸 3 と同心の後方出力軸 29 に連結されている。リングギヤ 9 とフレックスサポート 27 との連結構造については後に詳述する。プラネットギヤ 7 の自転軸心 C 2 回りの回転による動力は、リングギヤ 9、フレックスサポート 27 および後方出力軸 29 を介して駆動力として、例えば後側のプロペラ 32 に出力される。

【0022】

10

このようにして、遊星歯車装置 1 の全体は、入力軸 3 およびスタブシャフト 19 によって前方から支持されるとともに、リングギヤ 9 を支持するフレックスサポート 27 によって後方から支持されている。入力軸 3 およびスタブシャフト 19 (プラネットキャリア 11) は、剛性の高い部材として形成されている。一方、フレックスサポート 27 は、内径側に凹入した縦断面 V 字形状の柔構造部 41 を有する剛性の低い部材として形成されている。本実施形態では、フレックスサポート 27 は、リングギヤ 9 側に形成された大径円筒部 43 と、後方の出力側に形成された小径円筒部 45 とを有しており、これら両円筒部 43, 45 の間に柔構造部 41 が形成されている。

【0023】

20

次に、リングギヤ 9 とフレックスサポート 27 との連結構造について説明する。図 3 に示すように、リングギヤ 9 の外周部には、径方向外方に突出する外向きフランジ 51 が設けられている。一方、フレックスサポート 27 の前端部の内周部には、径方向内側に突出する内向きフランジ 53 が設けられている。リングギヤ 9 の外向きフランジ 51 は、リングギヤ 9 の外周部の全周に渡って設けられており、フレックスサポート 27 の内向きフランジ 53 は、フレックスサポート 27 の内周部に全周に渡って設けられている。

【0024】

30

図 4 に示すように、外向きフランジ 51 と、内向きフランジ 53 とは、それぞれ、波形状を周方向に複数連ねたシェブロン形状に形成されている。具体的には、リングギヤ 9 の外向きフランジ 51 は、径方向に板状に突出するフランジ本体 51a と、フランジ本体 51a のフレックスサポート 27 側を向く面から軸方向に傾斜して延びる環状の連結壁 55 を有している。環状の連結壁 55 には、内径側に凹む谷部 55a が周方向へ全周に渡って等間隔に複数形成されており、これら谷部 55a の間の部分が山部 55b を形成している。すなわち、外向きフランジ 51 においては、環状の連結壁 55 の谷部 55a と山部 55b とが、周方向へ全周に渡って等間隔に連続して設けられている。環状の連結壁 55 が設けられることにより、リングギヤ 9 の軸方向端部の跳ね上がりが防止される。フランジ本体 51a における、連結壁 55 の谷部 55a に相当する各周方向位置に、軸心方向に貫通するボルト挿通孔 57 が設けられている。一方、フレックスサポート 27 の内向きフランジ 53 は、径方向内方に突出する複数の突片 53a を有する波形に形成されている。この突片 53a は、内向きフランジ 53 の全周に渡って等間隔に設けられている。図 5 に示すように、内向きフランジ 53 の各突片 53a が、波形状の山部に相当し、隣り合う突片 53a, 53a 間に、波形状の谷部 (以下、「内向きフランジ谷部」という。) 58 が形成される。また、図 3 に示すように、各突片 53a には、軸心方向に貫通するボルト挿通孔 59 が設けられている。

40

【0025】

フレックスサポート 27 の内向きフランジ 53 側に、連結ナット 61 の緩みを防止する回り止めプレート 63 が設けられている。この回り止めプレート 63 に、各連結ナット 61 が、例えばリベットにより回り止めされた状態で固定されている。連結ナット 61 は、回り止めプレート 63 に他の方法、例えば溶接により固定されていてもよい。

【0026】

図 4 に示すリングギヤ 9 の外向きフランジ 51 の谷部 55a に、フレックスサポート 2

50

7 の内向きフランジ 5 3 の山部、つまり突片 5 3 a の軸方向端面が重なるように外向きフランジ 5 1 と内向きフランジ 5 3 とを嵌め合わせた状態で、図 3 に示すように、リングギヤ 9 側から連結ボルト 6 5 を各ボルト挿通孔 5 7, 5 9 に挿通し、回り止めプレート 6 3 に固定された連結ナット 6 1 に螺合させることにより、リングギヤ 9 とフレックスサポート 2 7 とが相対回転不能に連結されている。なお、外向きフランジ 5 1 と内向きフランジ 5 3 とが連結されると、内向きフランジ谷部 5 8 の位置に連結壁 5 5 の山部 5 5 b が入り込んだ状態となる。これにより、内向きフランジ 5 3 と連結壁 5 5 の山部 5 5 b との干渉が回避される。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、図 6 に示すように、複数の回り止めプレート 6 3 が、周方向に所定の間隔を空けて設けられている。各回り止めプレート 6 3 には、複数（図示の例では 3 つ）の連結ナット 6 1 が取付けられている。各回り止めプレート 6 3 は、図 7 に示す固定ピン 6 7 によって、フレックスサポート 2 7 の内向きフランジ 5 3 に取り付けられている。連結ボルト 6 5 を締結する際に回り止めプレート 6 3 に固定された連結ナット 6 1 が連結ボルト 6 5 と供回りするのを防ぐために、固定ピン 6 7 は、1 つの回り止めプレート 6 3 の外周部の周方向に離間した位置に複数（図示の例では 2 つ）設けられる。

10

【 0 0 2 8 】

同図に示すように、フレックスサポート 2 7 内向きフランジ 5 3 は、複数の内向きフランジ谷部 5 8 の深さが周期的に深くなるように形成されている。つまり、内向きフランジ 5 3 には、内向きフランジ谷部 5 8 として、浅い第 1 内向きフランジ谷部 5 8 A と、この第 1 内向きフランジ谷部 5 8 A よりも深い第 2 内向きフランジ谷部 5 8 B が形成されており、これら 2 種類の谷部 5 8 A, 5 8 B が周期的に配置されている。なお、以下の説明では、第 1 内向きフランジ谷部 5 8 A を「浅い内向きフランジ谷部 5 8 A」と呼び、第 2 内向きフランジ谷部 5 8 B を「深い内向きフランジ谷部 5 8 B」と呼ぶ場合がある。また、必要に応じて、第 1 内向きフランジ谷部 5 8 A と第 2 内向きフランジ谷部 5 8 B とをまとめて「内向きフランジ谷部 5 8」と呼ぶ場合がある。

20

【 0 0 2 9 】

本実施形態では、深い内向きフランジ谷部 5 8 B の深さが、内向きフランジ 5 3 に設けられた複数のボルト挿通孔 5 9 に外接する仮想円の円周 A よりも深く設定されており、浅い内向きフランジ谷部 5 8 A の深さが、仮想円の円周 A よりも浅く設定されている。

30

【 0 0 3 0 】

また、本実施形態では、回り止めプレート 6 3 が存在しない周方向部分に位置する内向きフランジ谷部 5 8 の深さが、回り止めプレート 6 3 が存在する周方向部分に位置する内向きフランジ谷部 5 8 の深さよりも深く設定されていることにより、フレックスサポート 2 7 の内向きフランジ谷部 5 8 の深さが周期的に深くなるように形成されている。本実施形態では、具体的には、図 8 に示すように、回り止めプレート 6 3 が存在しない周方向部分に位置する内向きフランジ谷部 5 8 の底部が、回り止めプレート 6 3 が存在する周方向部分に位置する内向きフランジ谷部 5 8 の底部よりも外径側に位置している。本実施形態では、上述のように、連続して配置された 3 つの連結ナット 6 1 に対して 1 つの回り止めプレート 6 3 が設けられているので、フレックスサポート 2 7 の内向きフランジ 5 3 において、周方向に連続して位置する 3 つの内向きフランジ谷部 5 8（つまり 3 ピッチ）毎に、回り止めプレート 6 3 が存在する周方向部分に位置する浅い内向きフランジ谷部 5 8 A よりも深い内向きフランジ谷部 5 8 B が 1 つ形成されている。

40

【 0 0 3 1 】

本実施形態では、すべての内向きフランジ谷部 5 8 の深さを一様に深くするのではなく、内向きフランジ谷部 5 8 の深さを周期的に深くしている、つまり浅い内向きフランジ谷部 5 8 A と深い内向きフランジ谷部 5 8 B とを周期的に配置しているのは、以下の理由による。図 9 に示すように、突片 5 3 a には、駆動トルクにより、回転方向とは反対方向 R v への周方向の倒れ変形が生じる。さらに、突片 5 3 a は、リングギヤ 9 の外向きフランジ 5 1（図 3）に接する側の面においてせん断力 F を受ける。このせん断力 F は突片 5 3

50

aの反対側の面には作用しないので、突片53aはモーメントMを受けてねじれ変形が生じる。これらの変形を抑制するのに必要な剛性を確保するためには、複数の突片53a間の内向きフランジ谷部58のうち、深い谷部85Bの数は、内向きフランジ53の径方向剛性を低下させるのに必要最小限とするべきである。

【0032】

さらに、特に、図3に示す例のように、内向きフランジ53に回り止めプレート63を軸心方向に当接させて取り付ける場合、内向きフランジ谷部58のみを深くしても効果的に内向きフランジ53の周方向剛性を低下させることは困難であり、回り止めプレート63にも同程度に深い谷部を形成する必要が生じる。しかし、板状部材である回り止めプレート63は、フレックスサポート27のように筒状部を有していないので、回り止めプレート63にも同程度に深い谷部を形成した場合には、回り止めプレート63の径方向寸法が強度を確保するうえで不十分となってしまう。

10

【0033】

また、深い内向きフランジ谷部58Bを設ける間隔(ピッチ)は図示の例に限定されないが、以下の理由により、複数の内向きフランジ谷部58に一つの割合で深い内向きフランジ谷部58Bを設けることが好ましい。具体的には、深い内向きフランジ谷部58Bを設ける間隔を、2ピッチ～5ピッチの範囲内とすることが好ましく、3ピッチとすることがより好ましい。

【0034】

まず、ピッチ数が少ない場合には、上述のとおり、突片53aの倒れ変形およびねじれ変形を効果的に抑制できない。一方、ピッチ数を多くした場合には、フレックスサポート27の内向きフランジ53の全周に対して、剛性の低い箇所の不連続性が増大することとなる。この場合、プラネットギヤ7の公転に起因する応力が局所的に作用し、リングギヤ9の変形が滑らかではなく角ばったものとなり、歯車の噛合いに悪影響を及ぼす恐れがある。これを考慮すると、剛性の低い部分を内向きフランジ53の全周に均等に配置することが好ましい。

20

【0035】

さらには、特に、本実施形態のように、回り止めプレート63を用いて連結ナット61の供回りを防止する場合、上述のように、固定ピン67は、1つの回り止めプレート63の外周部の周方向に離間した位置に2つ以上設ける必要があるが、深い内向きフランジ谷部58Bには固定ピン67を設けることが難しい。すなわち、これら複数の固定ピン67は、それぞれ、浅い内向きフランジ谷部58Aの外径側に、互いに周方向に離間して配置されることになる。なお、固定ピン67は省略してもよい。

30

【0036】

なお、上記の観点から、深い内向きフランジ谷部58B間の周方向部分の全周に対する割合、換言すれば、1つの回り止めプレート63が配置される周方向部分の全周に対する割合は、20分の1～12分の1の範囲内であることが好ましく、17分の1～15分の1の範囲内であることがより好ましい。すなわち、全周に渡って設けられる回り止めプレート63の数は、12～20の範囲内であることが好ましく、15～17の範囲内であることが好ましい。この状態において、深い内向きフランジ谷部58Bを設ける間隔を、2ピッチ～5ピッチの範囲内とすることが好ましく、3ピッチとすることがより好ましい。

40

【0037】

また、本実施形態では、回り止めプレート63を設けたことにより、図7に示すように回り止めプレート63が存在しない周方向部分に位置する内向きフランジ谷部58の深さは、内向きフランジ53に設けられた複数のボルト挿通孔59に外接する仮想円Aの円周よりも深く設定されている。他方、回り止めプレート63が存在する周方向部分に位置する内向きフランジ谷部58の深さは、仮想円の円周Aよりも浅く設定されている。深い内向きフランジ谷部58Bの深さは、フレックスサポート27の大径円筒部43の内周面に達するまで深くてもよい。

【0038】

50

回り止めプレート63の有無にかかわらず、浅い内向きフランジ谷部58Aの深さは、図10に示すように、リングギヤ9の外向きフランジ51の連結壁55と干渉しない範囲で任意に設定してよい。もっとも、図7に示したように、浅い内向きフランジ谷部58Aの深さを、仮想円の円周Aよりも浅く設定した場合は、当該谷部58Aの底部に仮想円円周Aよりも内径側の部分が存在することにより、連結ボルト65から受ける荷重に対するモーメントアームを縮小できるので、周方向の曲げ応力を効果的に抑制できる。さらに、当該谷部58Aの底部の仮想円円周Aよりも内径側の部分がリングギヤの外向きフランジ51のフランジ面と強く接触するので、上述の突片53aに対するねじれ変形も効果的に抑制することができる。

【0039】

10

図8に示すように、回り止めプレート63は、その内径側縁部が、フレックスサポート27の径方向に突出する山部63aおよび径方向に凹む谷部63b（以下、「回り止めプレート谷部」という。）を有する波形に形成されており、回り止めプレート谷部63bの周方向位置が、フレックスサポート27の内向きフランジ谷部58の周方向位置に対応するように配置されている。回り止めプレート谷部63bの深さは、フレックスサポート27の内向きフランジ谷部58の深さよりも浅く設定されている。これにより、筒状部を有しない板状部材からなる回り止めプレート63の強度が十分に確保される。

【0040】

なお、本実施形態では、リングギヤ9とフレックスサポート27との連結作業を効率化するために回り止めプレート63を設けた例を示したが、回り止めプレート63は省略してもよい。

20

【0041】

上記の実施形態に係る遊星歯車装置1によれば、リングギヤ9の外周部分に波形の外向きフランジ51を設けることにより、リングギヤ9の剛性を確保しながら遊星歯車装置1の重量を低減することができる。しかも、筒状支持部材であるフレックスサポート27の突片53a間の谷部58の深さを周期的に深くすることにより、フレックスサポート27の内向きフランジ53について、駆動トルクに対して必要な突片の剛性を確保しつつ、内向きフランジ53全体の径方向剛性を低減し、フレックスサポート27がリングギヤ9の変形に追従しやすくすることができる。これにより、プラネットギヤ7の公転による径方向荷重を受けても、フレックスサポート27の内向きフランジ53とリングギヤ9の外向きフランジ51との間での変位差が抑制され、フランジ面間におけるフレッティング発生を防止できる。

30

【0042】

以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能である。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

【符号の説明】

【0043】

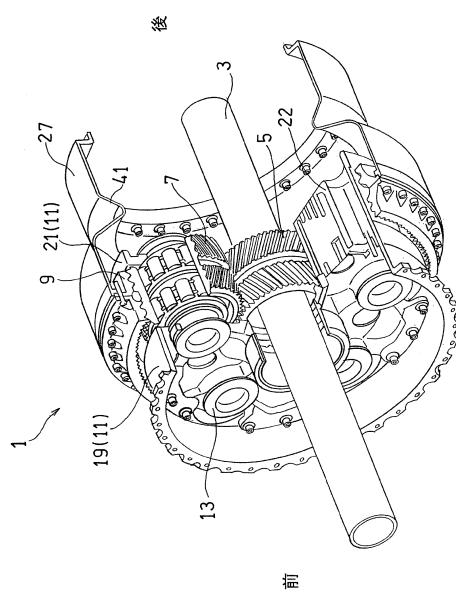
- 1 遊星歯車装置
- 3 入力軸
- 5 サンギヤ
- 7 プラネットギヤ
- 9 リングギヤ
- 27 フレックスサポート（筒状支持部材）
- 51 外向きフランジ
- 53 内向きフランジ
- 53a 内向きフランジの突片
- 58 内向きフランジの谷部
- 58A 浅い内向きフランジ谷部（第1谷部）
- 58B 深い内向きフランジ谷部（第2谷部）

40

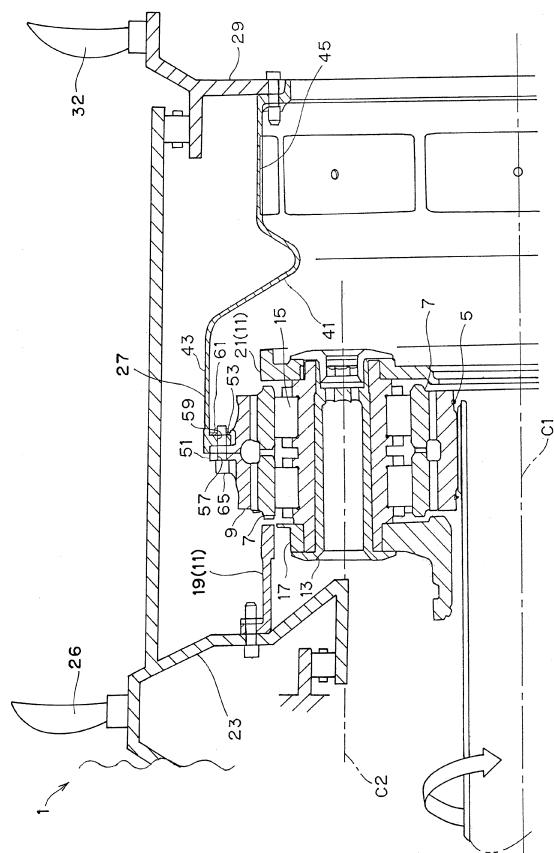
50

- 5 9 ボルト挿通孔
 6 1 連結ナット(ナット)
 6 3 回り止めプレート
 6 5 連結ボルト(ボルト)
 6 7 固定ピン
 A 複数のボルト挿通孔に外接する仮想円の円周

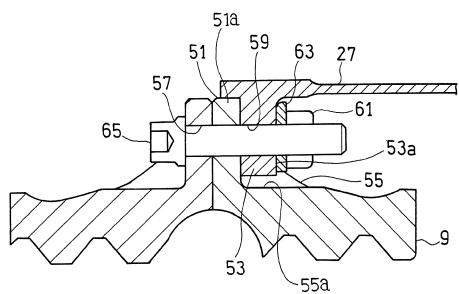
【図 1】



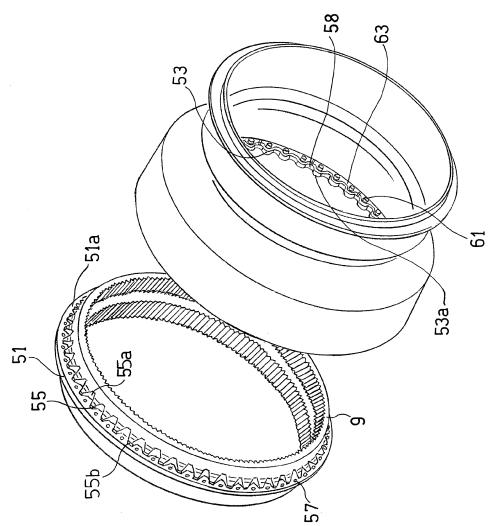
【図 2】



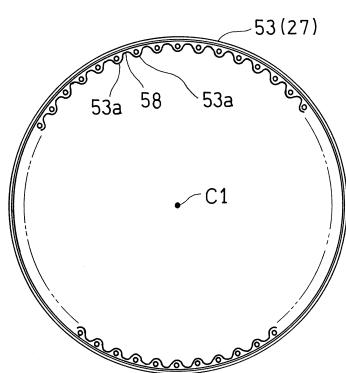
【図3】



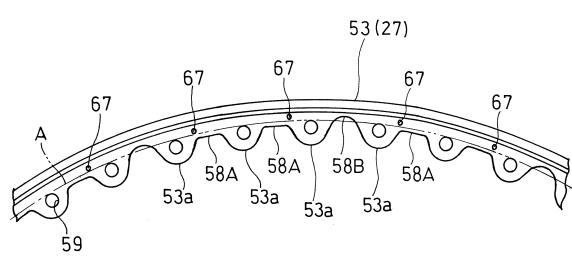
【図4】



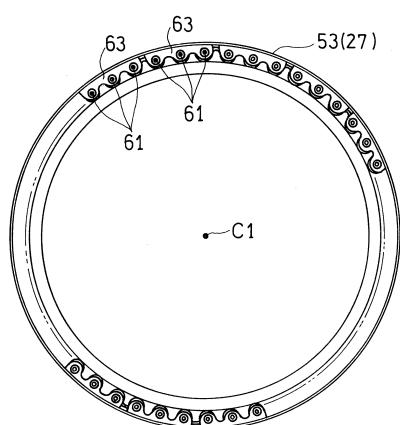
【図5】



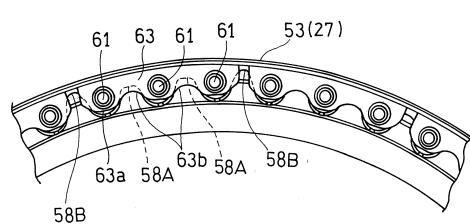
【図7】



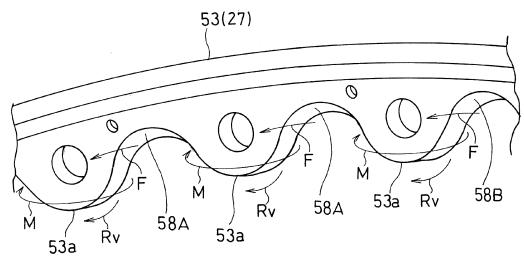
【図6】



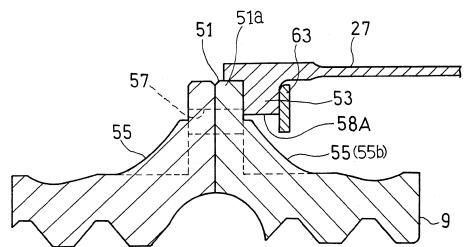
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 松岡 哲也
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 西川 弘泰
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 坂野 孝彦
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 浅原 茉左利
兵庫県明石市川崎町1番1号 川重明石エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 佐藤 桂匡
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内

審査官 塚本 英隆

(56)参考文献 特開2000-2306 (JP, A)
国際公開第2012/070199 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 H 1 / 28