

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7457489号
(P7457489)

(45)発行日 令和6年3月28日(2024.3.28)

(24)登録日 令和6年3月19日(2024.3.19)

(51)国際特許分類 F I
F 1 6 H 1/28 (2006.01) F 1 6 H 1/28

請求項の数 2 (全15頁)

(21)出願番号	特願2019-217182(P2019-217182)	(73)特許権者	000114215 ミネベアミツミ株式会社
(22)出願日	令和1年11月29日(2019.11.29)		長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1
(65)公開番号	特開2021-85509(P2021-85509A)		0 6 - 7 3
(43)公開日	令和3年6月3日(2021.6.3)	(74)代理人	100114890 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラ インハルト
審査請求日	令和4年11月25日(2022.11.25)	(74)代理人	100116403 弁理士 前川 純一
		(74)代理人	100162880 弁理士 上島 類
		(72)発明者	角 友紀 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内
		(72)発明者	根岸 央樹

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】

第1内歯車と、

前記第1内歯車と軸線方向に離間して設けられている第2内歯車と、

前記第1内歯車に噛み合う複数の第1遊星歯車、及び、前記第2内歯車に噛み合う複数の第2遊星歯車を有し、一組の前記第1遊星歯車及び前記第2遊星歯車が一体となって回転するように軸線方向に連結されている複数の遊星歯車ユニットと、

を備える遊星歯車装置であり、

前記第1内歯車、前記第1遊星歯車、前記第2内歯車、及び、前記第2遊星歯車は、軸線方向に対して所定のねじれ角を有するはすば歯車によって構成され、

前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車の軸線方向に対する傾く方向、及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車の軸線方向に対する傾く方向が同一であり、

前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角は、異なっていて、

前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角は、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車と前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車それぞれの軸線方向に働く力に基づいて定められていて、

前記第1遊星歯車の軸線方向に対するねじれ角を 1、前記第2遊星歯車の軸線方向に対

10

20

するねじれ角を α_2 、前記第 1 遊星歯車の歯車圧力角を α_{n1} 、前記第 2 遊星歯車の歯車圧力角を α_{n2} 、摩擦係数を μ とするとき、先に決めた前記ねじれ角 α_1 から、スラスト方向に動かない限界の α_2 を以下の式

$$\tan \alpha_2 = F_1 / F_2 (\tan \alpha_{n1} - \mu / \cos \alpha_{n1}) - \mu / \cos \alpha_{n2}$$

から求める、

遊星歯車装置。

【請求項 2】

前記第 2 内歯車及び前記第 2 遊星歯車は、前記第 1 内歯車及び前記第 1 遊星歯車と歯数が異なっていて、

前記第 1 内歯車及び前記第 1 遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角及び前記第 2 内歯車及び前記第 2 遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角は、前記第 1 内歯車及び前記第 1 遊星歯車と前記第 2 内歯車及び前記第 2 遊星歯車それぞれの軸線方向に働く力が等しくなるように定められている、

請求項 1 に記載の遊星歯車装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遊星歯車装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、モータ等の駆動源の出力軸の回転速度を減速するために減速機が用いられている。減速機としては例えば、太陽歯車、内歯車、及び、太陽歯車と内歯車との間に設けられている遊星歯車を同軸上に複数段備える複合遊星歯車装置が知られている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2002 - 221259 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、遊星歯車装置において、歯車から発する騒音を低減するために、はすば歯車が用いられている。

【0005】

しかしながら、はすば歯車は、動力を伝達する際に、軸線方向（スラスト方向）に分力が生じる。このため、はすば歯車を用いる遊星歯車装置は、遊星歯車に生じるスラスト方向に分力により、遊星歯車の端面及びその受け面である内歯車の端面に摩擦が生じていた。従来のはすば歯車を用いる遊星歯車装置では、この摩擦により効率の低下する場合や、あるいは歯車が摩耗して耐久性の低下につながる場合があり、上記スラスト方向に分力を低減することが求められていた。

【0006】

本発明は、上述の課題を一例とするものであり、効率と寿命とを両立することができる遊星歯車装置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】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係る遊星歯車装置は、第 1 内歯車と、前記第 1 内歯車と軸線方向に離間して設けられている第 2 内歯車と、前記第 1 内歯車に噛み合う複数の第 1 遊星歯車、及び、前記第 2 内歯車に噛み合う複数の第 2 遊星歯車を有し、一組の前記第 1 遊星歯車及び前記第 2 遊星歯車が一体となって回転するように軸線方向に連結されている複数の遊星歯車ユニットと、を備え、前記第 1 内歯車、前記第 1 遊星歯車、前記第

10

20

30

40

50

2内歯車、及び、前記第2遊星歯車は、軸線方向に対して所定のねじれ角を有するはすば歯車によって構成され、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車の軸線方向に対する傾く方向、及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車の軸線方向に対する傾く方向が同一であり、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角は、異なっていて、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角は、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車と前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車それぞれの軸線方向に働く力に基づいて定められている。

【0008】

本発明の一態様に係る遊星歯車装置において、前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車は、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車と歯数が異なっていて、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角及び前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車を構成するはすば歯車のねじれ角は、前記第1内歯車及び前記第1遊星歯車と前記第2内歯車及び前記第2遊星歯車それぞれの軸線方向に働く力が等しくなるように定められている。

【0009】

本発明に係る遊星歯車装置によれば、効率と寿命とを両立することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態に係る遊星歯車装置を備える駆動装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図2】遊星歯車装置の構成を概略的に示す軸線方向に沿った断面図である。

【図3】図1に示す遊星歯車装置のA-A断面図である。

【図4】図1に示す遊星歯車装置が備える太陽歯車、遊星歯車ユニット、第1内歯車、及び第2内歯車を示すためのA-A断面図である。

【図5】図1に示す遊星歯車装置が備える第1遊星歯車と第1内歯車とを示すための平面図である。

【図6】図1に示す遊星歯車装置が備える第2遊星歯車と第2内歯車とを示すための平面図である。

【図7】図1に示す遊星歯車装置が備える太陽歯車、遊星歯車ユニット、及びキャリアを示すための側面図である。

【図8】図1に示す遊星歯車装置が備える遊星歯車ユニットを示すための側面図である。

【図9】図1に示す遊星歯車装置が備える第1遊星歯車及び第2遊星歯車に加わる分力を示すための模式図である。

【図10】図1に示す遊星歯車装置が備える太陽歯車、第2内歯車、及び、第2遊星歯車の回転方向と第2遊星歯車に加わる分力を示すための模式図である。

【図11】図1に示す遊星歯車装置が備える遊星歯車ユニットに加わる分力、及び、遊星歯車ユニットと遊星歯車軸部との摩擦面を示すための模式図である。

【図12】図1に示す遊星歯車装置が備える遊星歯車に加わる分力を示すための模式図である。

【図13】図1に示す遊星歯車装置が備える遊星歯車ユニットに加わる力を示すための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態に係る遊星歯車装置について図面を参照しながら説明する。

【0012】

図1は、本発明の実施の形態に係る遊星歯車装置2を備える駆動装置1の構成を概略的に示す斜視図である。図1に示すように、駆動装置1は、本発明の実施の形態に係る遊星歯車装置2と、駆動源としてのモータ3とを有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

[遊星歯車装置の構成]

次に、駆動装置 1 が備える本実施の形態に係る遊星歯車装置 2 の構成を説明する。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、遊星歯車装置 2 の構成を概略的に示す軸線方向に沿った断面図である。また、図 3 は、遊星歯車装置 2 の A - A 断面図である。

【 0 0 1 5 】

以下、説明の便宜上、遊星歯車装置 2 において、出力側（図 2 の矢印 a 方向側）を外側とし、入力側（図 2 の矢印 b 方向側）を内側とする。また、説明の便宜上、遊星歯車装置 2 や駆動装置 1 の各構成について、遊星歯車装置 2 及び駆動装置 1 における入力軸 2 0 の軸線 x に基づいて説明する。遊星歯車装置 2 を構成している歯車は、単体においてそれぞれ軸線を有している。

10

【 0 0 1 6 】

図 2 及び図 3 に示すように、本実施の形態に係る遊星歯車装置 2 は、第 1 内歯車 1 2 0 と、第 1 内歯車 1 2 0 と軸線 x 方向に離間して設けられている第 2 内歯車 2 2 0 と、第 1 内歯車 1 2 0 に噛み合う複数の第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0、及び、第 2 内歯車 2 2 0 に噛み合う複数の第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 を有し、一組の第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 が一体となって回転するように軸線 x 方向に連結されている複数の遊星歯車ユニット 3 1 0, 3 2 0, 3 3 0, 3 4 0 と、を備える遊星歯車装置である。第 1 内歯車 1 2 0、第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0、第 2 内歯車 2 2 0、及び、第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 は、軸線 x 方向に対して所定のねじれ角を有するはすば歯車によって構成されている。第 1 内歯車 1 2 0 及び第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0 を構成するはすば歯車の軸線 x 方向に対する傾く方向、及び第 2 内歯車 2 2 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 を構成するはすば歯車の軸線 x 方向に対する傾く方向が同一である。第 1 内歯車 1 2 0 及び第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0 を構成するはすば歯車のねじれ角及び第 2 内歯車 2 2 0 及び前記第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 を構成するはすば歯車のねじれ角は、異なっている。第 1 内歯車 1 2 0 及び第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0 を構成するはすば歯車のねじれ角及び第 2 内歯車 2 2 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 を構成するはすば歯車のねじれ角は、第 1 内歯車 1 2 0 及び第 1 遊星歯車 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0 と第 2 内歯車 2 2 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0, 2 6 0 それぞれの軸線 x 方向に働く力に基づいて定められている。以下、遊星歯車装置 2 の構成及び動作を具体的に説明する。

20

30

【 0 0 1 7 】

筐体部 1 0 は、遊星歯車装置 2 の入力側（内側 b）を覆う入力側筐体 1 1 と、遊星歯車装置 2 の出力側（外側 a）を覆う出力側筐体 1 2 とを有している。入力側筐体 1 1 は、入力軸 2 0 の一部など、遊星歯車装置 2 の構成要素のうち、モータ 3 に近い入力側に配置されている構成要素を収容している。入力側筐体 1 1 は、軸線 x 方向において入力側の端部に入力軸 2 0 の入力端部 2 1 を露出させることができるように入力側開口部 1 3 が設けられている。出力側筐体 1 2 は、出力部 4 0、及び、第 2 内歯車 2 2 0 など、遊星歯車装置 2 の構成要素のうち、軸線 x 方向においてモータ 3 とは反対側の出力側に配置されている構成要素を収容している。出力側筐体 1 2 は、軸線 x 方向において出力側の端部に出力部 4 0 の出力端部 4 1 を露出させることができるように出力側開口部 1 4 が設けられている。

40

【 0 0 1 8 】

筐体部 1 0 は、入力側筐体 1 1 と出力側筐体 1 2 とを突き合わせて接合することで、遊星歯車装置 2 の構成要素を収容する。筐体部 1 0 は、軸線 x 方向において、入力側筐体 1 1 と出力側筐体 1 2 との間に、第 1 内歯車 1 2 0 の径方向外側に設けられている挟持リブ 1 2 1 が挟持されている。筐体部 1 0 は、挟持リブ 1 2 1 を挟んで入力側筐体 1 1 と出力側筐体 1 2 とを突き合わせて接合することで、筐体部 1 0 が第 1 内歯車 1 2 0 の固定部材

50

として機能する。

【0019】

入力軸20は、筐体部10の入力側筐体11内部において軸線xに一致または略一致するように配置されている。入力軸20は、入力端部21がモータ3の回転軸（不図示）と共働して回転可能に接続されることで、モータ3からの回転力が入力される。入力軸20は、例えば、径方向内側の軸中心に空洞部22が設けられている中空軸である。なお、入力軸20は、中空軸に限定されず、空洞部を有しない中実の軸であってもよい。入力軸20は、径方向外側に太陽歯車110が形成されている。

【0020】

図4は、遊星歯車装置2が備える太陽歯車110、遊星歯車ユニット310、320、330、340、第1内歯車120、及び第2内歯車220を示すためのA-A断面図である。

10

【0021】

図4に示すように、遊星歯車装置2は、太陽歯車110と、複数段の遊星歯車を有する遊星歯車ユニット310、320、330、340と、複数段の内歯車により構成されている、3K型の複合遊星歯車機構である。複数段の遊星歯車は、具体的には、例えば、第1遊星歯車130、140、150、160及び第2遊星歯車230、240、250、260である。また、複数段の内歯車は、具体的には、例えば、第1内歯車120及び第2内歯車220である。なお、本実施の形態において、遊星歯車機構の段数は、遊星歯車装置2の例に限定されない。また、本実施の形態において、遊星歯車機構は、太陽歯車を有していない、2K-H型などの複合遊星歯車機構であってもよい。

20

【0022】

上述したように、太陽歯車110、第1内歯車120、第1遊星歯車130、140、150、160、第2内歯車220、及び、第2遊星歯車230、240、250、260は、いずれも軸線x方向に対して所定のねじれ角 θ_1 、 θ_2 を有するはずば歯車によって構成される。以下の説明において、遊星歯車装置2における入力側の歯車である、第1内歯車120、第1遊星歯車130、140、150、160を複数段の遊星歯車機構のうち第1段の遊星歯車機構（以下、「第1遊星歯車機構100」。）ともいう。また、以下の説明において、第2内歯車220、第2遊星歯車230、240、250、260を複数段の遊星歯車機構のうち第2段の遊星歯車機構（以下、「第2遊星歯車機構200」。）ともいう。

30

【0023】

太陽歯車110は、入力軸20の径方向外側に形成されている。太陽歯車110は、遊星歯車ユニット310、320、330、340を構成している第1遊星歯車130、140、150、160と噛み合う。このため、太陽歯車110は、ねじれ角 θ_1 のほか、モジュール、圧力角などの歯車の基本的な仕様である諸元が第1内歯車120及び第1遊星歯車130、140、150、160と共通しているはずば歯車である。

【0024】

図5は、遊星歯車装置2が備える第1遊星歯車130、140、150、160と第1内歯車120とを示すための平面図である。

40

【0025】

図2乃至図5に示すように、第1内歯車120は、入力軸20の径方向外側に設けられている。第1内歯車120は、径方向内側に設けられている第1内歯車本体122が太陽歯車110及び第1遊星歯車130、140、150、160に面し、第1遊星歯車130、140、150、160と噛み合う。このため、第1内歯車120は、第1内歯車本体122に、ねじれ角 θ_1 のほか、モジュール、圧力角などの歯車の基本的な仕様である諸元が太陽歯車110及び第1遊星歯車130、140、150、160と共通しているはずば歯車が構成されている。第1内歯車120は、上述したように径方向外側に設けられている挟持リブ121が筐体部10に挟持されていることにより、筐体部10に固定されている。

50

【 0 0 2 6 】

図 6 は、遊星歯車装置 2 が備える第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 と第 2 内歯車 2 2 0 とを示すための平面図である。

【 0 0 2 7 】

図 2 乃至図 4、及び図 6 に示すように、第 2 内歯車 2 2 0 は、入力軸 2 0 の径方向外側であり、かつ、第 1 内歯車 1 2 0 に対して軸線 x 方向において出力側に設けられている。第 2 内歯車 2 2 0 は、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 に面し、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 と噛み合う。このため、第 2 内歯車 2 2 0 は、径方向内側に、ねじれ角 α_2 のほか、モジュール、圧力角などの歯車の基本的な仕様である諸元が第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 と共通しているはずば歯車である第 2 内歯車本体 2 2 1 が構成されている。第 2 内歯車 2 2 0 は、第 2 内歯車本体 2 2 1 の出力側に、第 2 内歯車軸部 2 2 2 が構成されている。第 2 内歯車 2 2 0 は、出力側筐体 1 2 に取り付けられている軸受 5 0 に支持されている。第 2 内歯車 2 2 0 は、軸受 5 0 に支持されていることにより、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 から伝達される回転力に応じて回転可能に構成されている。第 2 内歯車 2 2 0 は、軸線 x の位置に中空軸である入力軸 2 0 との間で軸線 x 方向において連通している貫通孔を構成するために、軸線 x を中心として環状の孔部 2 2 3 が設けられている。

10

【 0 0 2 8 】

図 7 は、遊星歯車装置 2 が備える太陽歯車 1 1 0、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0、及びキャリア 1 7 0 , 2 7 0 を示すための側面図である。また、図 8 は、遊星歯車装置 2 が備える遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 を示すための側面図である。

20

【 0 0 2 9 】

図 7 及び図 8 に示すように、複数の遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、軸線 x に平行な軸を軸線として、太陽歯車 1 1 0 の径方向外側かつ第 1 内歯車 1 2 0 の径方向内側に配置されている。複数の遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、それぞれ軸線 x 方向において入力側に第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 が構成されている。第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 は、太陽歯車 1 1 0、及び、第 1 内歯車 1 2 0 の双方と噛み合う。このため、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 は、ねじれ角 α_1 のほか、モジュール、圧力角などの歯車の基本的な仕様である諸元が太陽歯車 1 1 0 及び第 1 内歯車 1 2 0 と共通しているはずば歯車が構成されている。なお、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 の歯の位置と、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 との歯の位置との周方向における角度の差（位相差）は、特に限定されない。また、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、いずれのユニットも第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 と第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 との間に設計上の位相差がなくてもよい。

30

【 0 0 3 0 】

また、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、それぞれ軸線 x 方向において出力側に第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 が構成されている。第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 は、第 2 内歯車 2 2 0 と噛み合う。このため、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 は、ねじれ角 α_2 のほか、モジュール、圧力角などの歯車の基本的な仕様である諸元が第 2 内歯車 2 2 0 と共通しているはずば歯車が構成されている。

40

【 0 0 3 1 】

以上のように、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 のねじれ角 α_1 は、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 のねじれ角 α_2 と異なっている。

【 0 0 3 2 】

遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 において、遊星歯車軸部 3 1 1 , 3

50

2 1 , 3 3 1 , 3 4 1 と各遊星歯車との間には軸受が設けられており、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0、及び、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 は、それぞれ遊星歯車軸部 3 1 1 , 3 2 1 , 3 3 1 , 3 4 1 に対して一体となって回転する。つまり、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 において、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 と、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 とは、一体となって共働して回転する。

【 0 0 3 3 】

遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、周方向にそれぞれ所定の角度を設けて等間隔で配置されている。角度 は、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 の数に応じて定まる。遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、

10

【 0 0 3 4 】

ここで、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 のうち、遊星歯車ユニット 3 2 0 は、遊星歯車軸部 3 2 1 の出力端部 3 2 1 a と第 2 遊星歯車 2 4 0 の出力側の端部 2 4 0 a との間に移動規制部として機能するスペーサ部 3 2 2 が設けられている。スペーサ部 3 2 2 は、遊星歯車ユニット 3 2 0 がキャリア 1 7 0 に支持されている状態において、キャリア 1 7 0 の出力側の端部 1 7 0 a と第 2 遊星歯車 2 4 0 の端部 2 4 0 a との間に生じる間隙（遊び）を解消している。

20

【 0 0 3 5 】

遊星歯車ユニット 3 2 0 は、遊星歯車軸部 3 2 1 の入力端部 3 2 1 b と第 1 遊星歯車 1 4 0 の入力側の端部 1 4 0 b との間に移動規制部として機能するスペーサ部 3 2 3 が設けられている。スペーサ部 3 2 3 は、遊星歯車ユニット 3 2 0 がキャリア 1 7 0 に支持されている状態において、キャリア 1 7 0 の入力側の端部 1 7 0 b と第 1 遊星歯車 1 4 0 の端部 1 4 0 b との間に生じる間隙（遊び）を解消している。

【 0 0 3 6 】

なお、遊星歯車装置 2 において、スペーサ部が設けられている遊星歯車ユニットは、上述した遊星歯車ユニット 3 1 0 に限定されず、他の遊星歯車ユニット 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 に設けられていてもよい。また、スペーサ部が設けられている遊星歯車ユニットの数は、少なくとも 1 つの遊星歯車ユニットであればよい。また、複数の遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 にスペーサ部が設けられていてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

また、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 において、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0、及び、遊星歯車軸部 3 1 1 , 3 2 1 , 3 3 1 , 3 4 1 は、それぞれ別部材により製作したものを組み立てても、あるいは、切削加工などにより一体で成形してもよい。また、遊星歯車装置 2 において、搭載される遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 の数は、上述の 4 個に限定されず、適宜選択可能である。

【 0 0 3 8 】

出力部 4 0 は、筐体部 1 0 の出力側筐体 1 2 内部において軸線 x に一致または略一致するように配置されている。出力部 4 0 は、出力端部 4 1 が第 2 内歯車 2 2 0 の第 2 内歯車軸部 2 2 2 の出力側の端部と接続している。出力部 4 0 は、出力端部 4 2 が出力側の回転軸（不図示）と共働して軸線 x 周りに回転可能に接続される。このため、出力部 4 0 の出力端部 4 2 からは、モータ 3 からの回転力が出力される。出力部 4 0 は、例えば、径方向内側の軸中心に空洞部 4 3 が設けられている中空軸である。なお、出力部 4 0 は、中空軸に限定されず、空洞部を有しない中実の軸であってもよい。また、出力部 4 0 を設けず、第 2 内歯車 2 2 0 の第 2 内歯車軸部 2 2 2 を直接出力側の回転軸とすることも可能である。

40

【 0 0 3 9 】

[遊星歯車装置の動作]

50

次に、以上説明した構成を備える遊星歯車装置 2 の動作について説明する。

【 0 0 4 0 】

遊星歯車装置 2 において、図 1 及び図 2 に示すように、入力軸 2 0 は、入力端部 2 1 がモータ 3 の回転軸（不図示）に接続されているため、モータ 3 からの回転力により回転する。複数の遊星歯車ユニット 3 1 0、3 2 0、3 3 0、3 4 0 は、入力軸 2 0 の径方向外側に形成されている太陽歯車 1 1 0 と複数の第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 が噛み合っているため、入力軸 2 0 が回転することで太陽歯車 1 1 0 と第 1 内歯車 1 2 0 との間で回転する。

【 0 0 4 1 】

第 2 内歯車 2 2 0 は、遊星歯車ユニット 3 1 0、3 2 0、3 3 0、3 4 0 の第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 と噛み合っているため、遊星歯車ユニット 3 1 0、3 2 0、3 3 0、3 4 0 が回転することで回転する。ここで、第 2 内歯車 2 2 0 は、遊星歯車ユニット 3 1 0、3 2 0、3 3 0、3 4 0 に構成されている第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 と第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 との歯数の差により減速して回転する。出力部 4 0 は、第 2 内歯車 2 2 0 とともに回転可能に構成されているため、第 2 内歯車 2 2 0 が回転することにより回転する。

10

【 0 0 4 2 】

遊星歯車装置 2 は、第 1 遊星歯車機構 1 0 0 を構成している太陽歯車 1 1 0、第 1 内歯車 1 2 0、及び、第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 のねじれ角 θ_1 と、第 2 遊星歯車機構 2 0 0 を構成している第 2 内歯車 2 2 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 のねじれ角 θ_2 と異なっている。このように、第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 のねじれ角 θ_1 と、第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 のねじれ角 θ_2 を異なる角度とすることで、位相誤差があった場合に、適切な噛み合い位置を得るために z 軸方向に移動する移動量を少なくすることが可能となる。また、遊星歯車装置 2 は、入力軸 2 0 からの回転力が出力部 4 0 から出力される際に減速される減速機として機能する。このため、第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 の歯数は、第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 の歯数よりも多い。

20

【 0 0 4 3 】

図 9 は、遊星歯車装置 2 が備える第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 に加わる分力を示すための模式図である。また、図 1 0 は、遊星歯車装置 2 が備える太陽歯車 1 1 0、第 2 内歯車 2 2 0、及び、第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 の回転方向と第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 に加わる分力を示すための模式図である。

30

【 0 0 4 4 】

図 9 に示すように、第 1 内歯車 1 2 0 及び第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 を構成するはすば歯車の軸線 x 方向に対する傾く方向、及び、第 2 内歯車 2 2 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 を構成するはすば歯車の軸線 x 方向に対する傾く方向（ねじれ方向）が同一である。このため、図 9 及び図 1 0 に示すように、遊星歯車装置 2 は、第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 に加わる接線方向の分力（接線荷重） Y_1 の方向と第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 に加わる接線荷重 Y_2 の方向とが反対の方向となっている。また、遊星歯車装置 2 は、第 2 遊星歯車 2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0 の回転方向 RP_2 と太陽歯車 1 1 0 の回転方向 RS_1 及び第 2 内歯車 2 2 0 の回転方向 R_2 とが反対の方向となっている。

40

【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、遊星歯車装置 2 が備える遊星歯車ユニット 3 1 0、3 2 0、3 3 0、3 4 0 に加わる分力、及び、遊星歯車ユニット 3 1 0、3 2 0、3 3 0、3 4 0 と遊星歯車軸部 3 1 1、3 2 1、3 3 1、3 4 1 との摩擦面 F_r を示すための模式図である。

【 0 0 4 6 】

図 9 及び図 1 1 に示すように、遊星歯車装置 2 は、第 1 遊星歯車 1 3 0、1 4 0、1 5 0、1 6 0 に加わる軸線 x 方向に働く力、つまりスラスト方向の分力（スラスト荷重） T

50

1 の方向と第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 に加わるスラスト荷重 T 2 の方向とが反対の方向となっている。このため、遊星歯車装置 2 が備える遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 において、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 と遊星歯車軸部 3 1 1 , 3 2 1 , 3 3 1 , 3 4 1 との接触面 F r 1 は、スラスト荷重 T 1 による摩擦力 X 1 を受ける。また、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 において、第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 と遊星歯車軸部 3 1 1 , 3 2 1 , 3 3 1 , 3 4 1 との接触面 F r 2 は、スラスト荷重 T 2 による摩擦力を受ける。

【 0 0 4 7 】

遊星歯車装置 2 において、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 が有する第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 のねじれ角 θ_1 と第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 のねじれ角 θ_2 とが異なっている。ここで、ねじれ角 θ_1 , θ_2 は、第 1 内歯車 1 2 0 及び第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 に加わるスラスト荷重 T 1 と第 2 内歯車 2 2 0 及び第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 に加わるスラスト荷重 T 2 に基づいて、スラスト荷重 T 1 とスラスト荷重 T 2 とが等しくなるように定められている。

10

【 0 0 4 8 】

図 1 2 は、遊星歯車装置 2 が備える遊星歯車に加わる分力を示すための模式図である。

【 0 0 4 9 】

上述したように、遊星歯車装置 2 が備える遊星歯車は、いずれもはすば歯車を用いている。図 1 2 に示すように、はすば歯車は、ねじれ角 θ を有しているため、スラスト荷重 T が発生する。

20

【 0 0 5 0 】

スラスト荷重 : T、半径方向荷重 : S、接線荷重 : F、円周方向荷重 : f、及び、歯面に垂直な方向の荷重 : V には、

$$T = F \cdot \tan \theta \quad \dots (1)$$

$$S = F \cdot \tan \theta / \cos \theta \quad \dots (2)$$

$$f = F / \cos \theta \quad \dots (3)$$

$$V = f / \cos \theta = F / (\cos \theta \cdot \cos \theta) \quad \dots (4)$$

の関係がある。ここで、歯車圧力角 : θ とする。

【 0 0 5 1 】

なお、はすば歯車は、通常歯車同士が滑らずに力を伝えるため、摩擦力 X , T T 1 は無視できるが、2 段遊星歯車においてスラスト荷重 T の差分が生じる場合は以下の摩擦力 X , T T 1 を考慮する。

$$X = T T 1 \cdot \cos \theta \quad \dots (5)$$

$$T T 1 = \mu V \quad \dots (6)$$

ここで、 μ : 摩擦係数

【 0 0 5 2 】

図 1 3 は、遊星歯車装置 2 が備える遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 に加わる力を示すための模式図である。

【 0 0 5 3 】

遊星歯車装置 2 において、遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 は、第 1 遊星歯車 1 3 0 , 1 4 0 , 1 5 0 , 1 6 0 と第 2 遊星歯車 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 とにより構成される 2 段はすば遊星歯車である。このような遊星歯車ユニット 3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 において、スラスト荷重 T 1 , T 2 により軸線 x 方向に滑らない条件は、摩擦力 X 1 , X 2 を考慮すると T 1 > T 2 となり、以下の式 (6) により定められる。

【 0 0 5 4 】

$$T 1 - T 2 \leq X 1 + X 2 \quad \dots (6)$$

【 0 0 5 5 】

ここで、T 1、T 2、X 1、X 2 は、式 (1) ~ 式 (5) より、

30

40

50

$$T_1 = F_1 \cdot \tan \theta_1 \dots (7)$$

$$T_2 = F_2 \cdot \tan \theta_2 \dots (8)$$

$$X_1 = \mu \cdot F_1 / \cos \theta_1 \dots (9)$$

$$X_2 = \mu \cdot F_2 / \cos \theta_2 \dots (10)$$

である。

これら式(7)~式(10)を式(6)に代入すると、

【0056】

$$F_1 \cdot \tan \theta_1 - F_2 \cdot \tan \theta_2 - \mu \cdot F_1 / \cos \theta_1 + \mu \cdot F_2 / \cos \theta_2 \dots (11)$$

となる。

【0057】

ここで、 θ_1 を先に決め、スラスト方向に動かない限界の θ_2 を求める。具体的には、式(11)を以下の式(12)に変形することにより求められる。

【0058】

$$\tan \theta_2 = F_1 / F_2 (\tan \theta_1 - \mu / \cos \theta_1) - \mu / \cos \theta_2 \dots (12)$$

【0059】

以上の式(12)の関係を満たすねじれ角 θ_1 、 θ_2 のはずば歯車を用いるように構成されていることにより、遊星歯車装置2は、使用状態において、スラスト荷重 T_1 とスラスト荷重 T_2 とを等しくすることができるとともに、スラスト荷重 T_1 とスラスト荷重 T_2 との方向を軸線x方向において反対方向にすることができる。つまり、遊星歯車装置2は、摩擦力 X_1 、 X_2 、スラスト荷重 T_1 、スラスト荷重 T_2 のx軸方向の力の差分を最小限に抑えることができる。つまり、遊星歯車装置2によれば、第1遊星歯車機構100を構成するはずば歯車のねじれ角 θ_1 及び第2遊星歯車機構200を構成するはずば歯車のねじれ角 θ_2 の差が式(12)の条件を満たす角度以下であれば遊星歯車ユニット310、320、330、340が軸線x方向に移動することを抑えることができる。また、遊星歯車装置2は、式(12)の関係を満たすようにねじれ角 θ_1 、 θ_2 を選択すれば適宜角度を設定することができるため、ねじれ角 θ_1 、 θ_2 の選択範囲が広がり、上述のような作用を奏する遊星歯車装置を容易に設計することができる。

【0060】

従って、第1内歯車120及び第1遊星歯車130、140、150、160を構成するはずば歯車の軸線x方向に対する傾く方向、及び第2内歯車220及び第2遊星歯車230、240、250、260を構成するはずば歯車の軸線x方向に対する傾く方向が同一であり、第1遊星歯車機構100を構成するはずば歯車のねじれ角 θ_1 及び第2遊星歯車機構200を構成するはずば歯車のねじれ角 θ_2 が以上の式(12)の関係を満たすように異なっている遊星歯車装置2によれば遊星歯車ユニット310、320、330、340の軸線x方向の移動を抑えることで、摩擦面 F_{r1} 、 F_{r2} での摩擦と伝達効率の低下を防ぐことが可能となるため、効率と寿命とを両立することができる。

【0061】

その他、当業者は、従来公知の知見に従い、本発明を適宜改変することができる。かかる改変によってもなお本発明の構成を具備する限り、勿論、本発明の範疇に含まれるものである。

【符号の説明】

【0062】

1...駆動装置、2...遊星歯車装置、3...モータ、10...筐体部、11...入力側筐体、12...出力側筐体、13...入力側開口部、14...出力側開口部、20...入力軸、21...入力端部、22...空洞部、30...軸受、31...遊星歯車軸部、40...出力部、41...出力端部、42...出力端部、43...空洞部、100...第1遊星歯車機構、110...太陽歯車、120...第1内歯車、121...挟持リブ、122...第1内歯車本体、130、140、150、160...第1遊星歯車、140b...端部、170...キャリア、170a...端部、200...

10

20

30

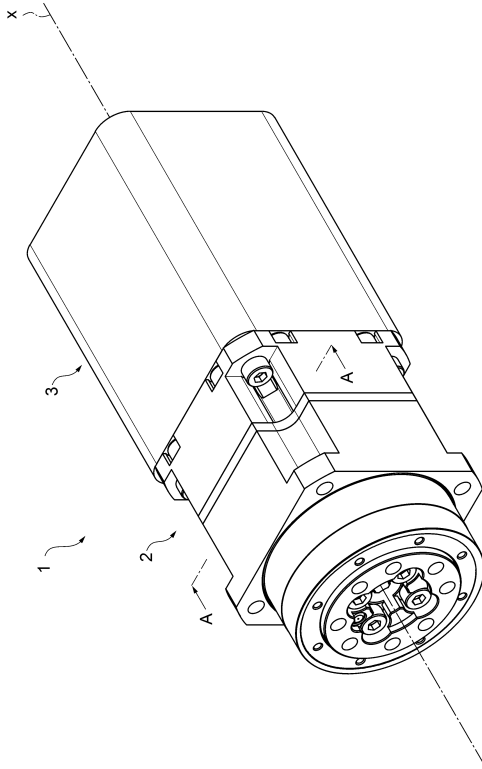
40

50

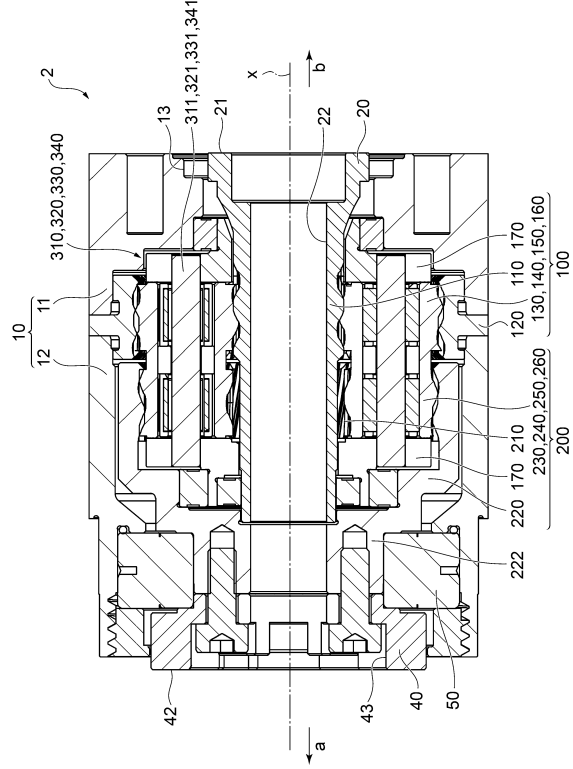
第2遊星歯車機構、220...第2内歯車、221...第2内歯車本体、222...第2内歯車軸部、223...孔部、230, 240, 250, 260...第2遊星歯車、240a...端部、270...キャリア、270b...端部、310, 320, 330, 340...遊星歯車ユニット、311, 321, 331, 341...遊星歯車軸部、321a...出力端部、321b...入力端部、322, 323...スペーサ部

【図面】

【図1】



【図2】



10

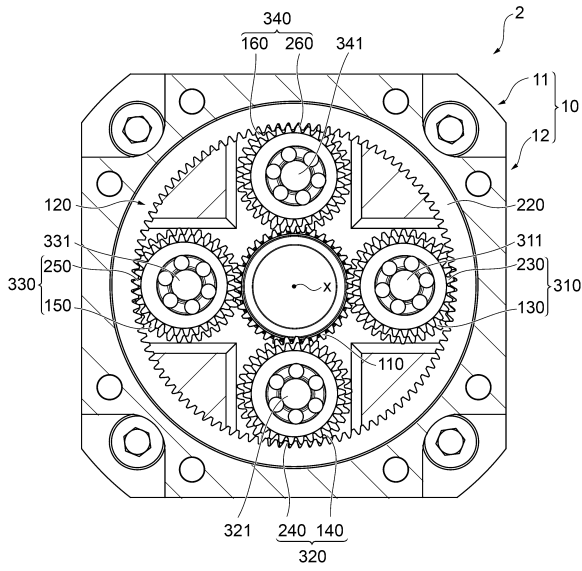
20

30

40

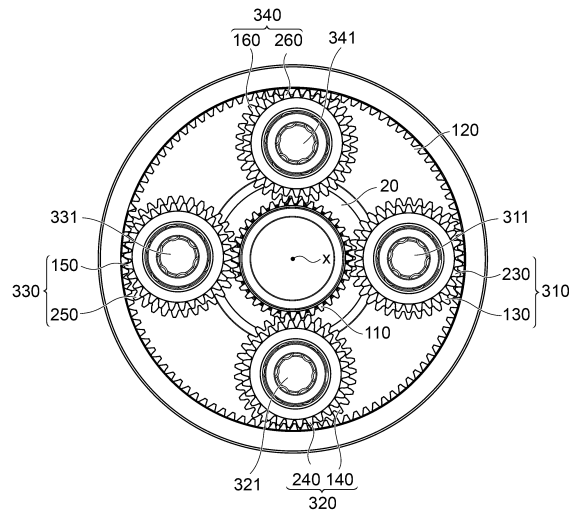
50

【 図 3 】



⊙ a ⊗ b

【 図 4 】

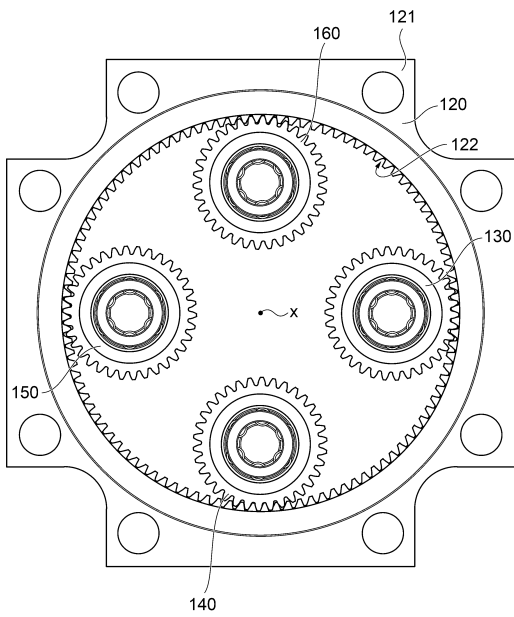


⊙ a ⊗ b

10

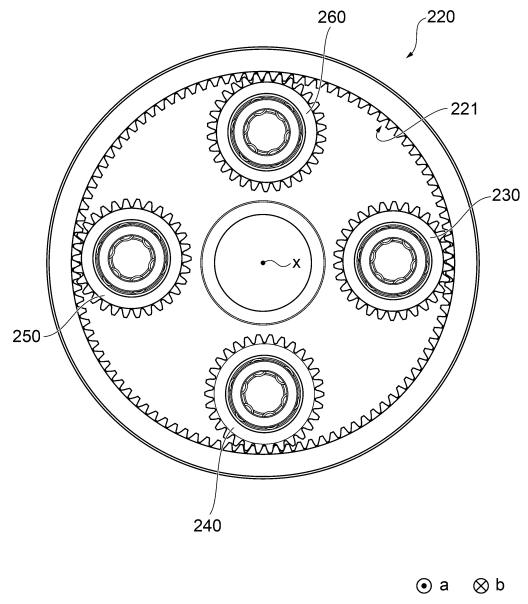
20

【 図 5 】



⊙ a ⊗ b

【 図 6 】



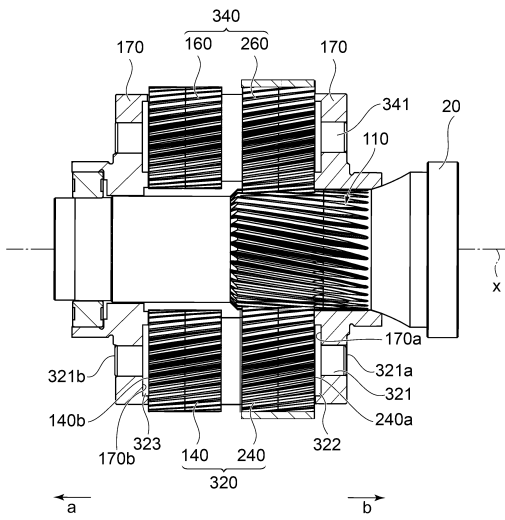
⊙ a ⊗ b

30

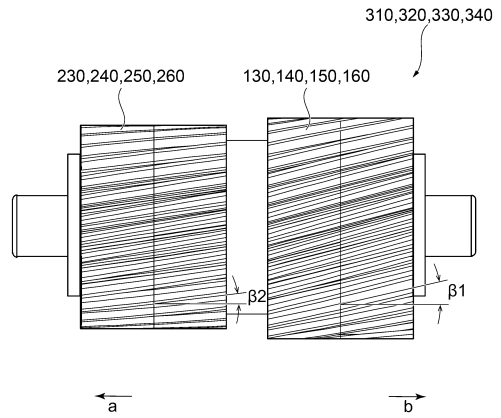
40

50

【 図 7 】



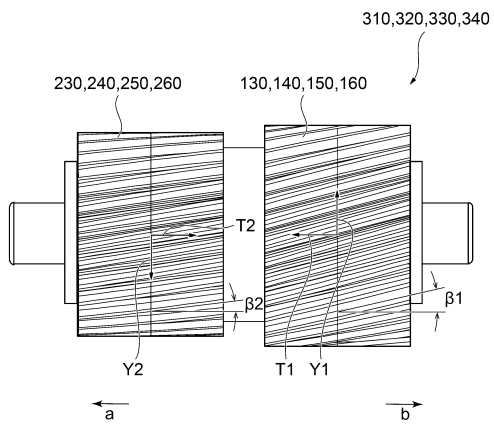
【 図 8 】



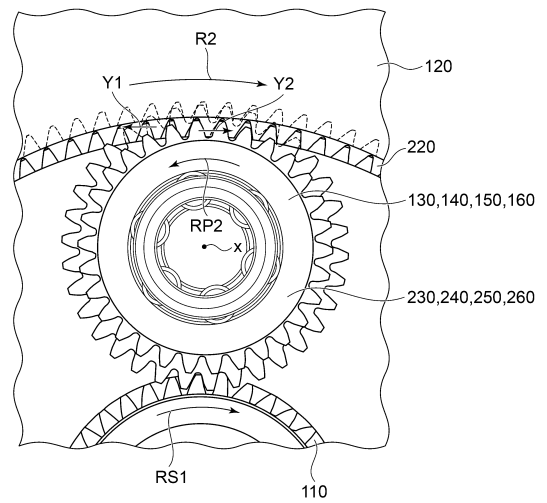
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

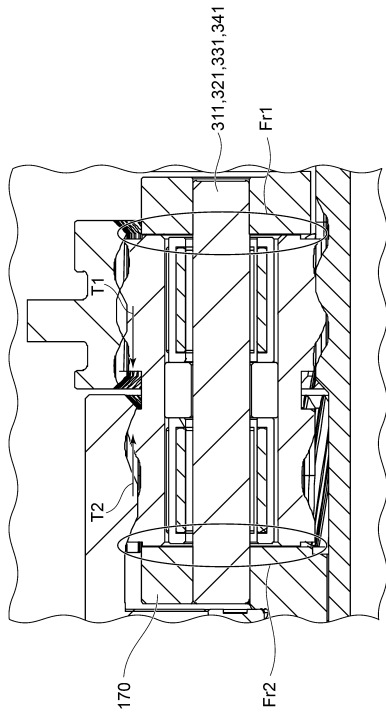


30

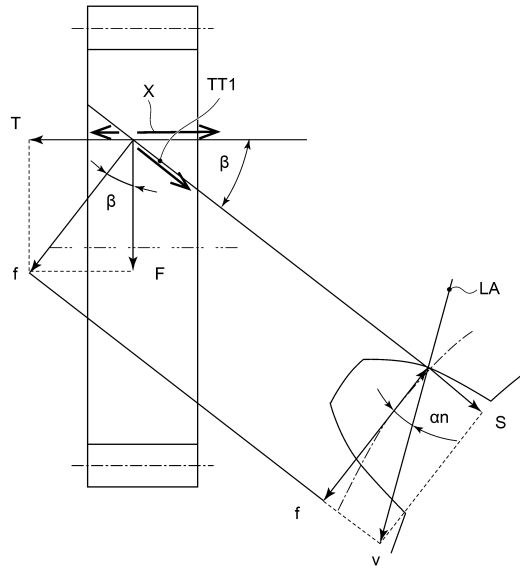
40

50

【 図 1 1 】



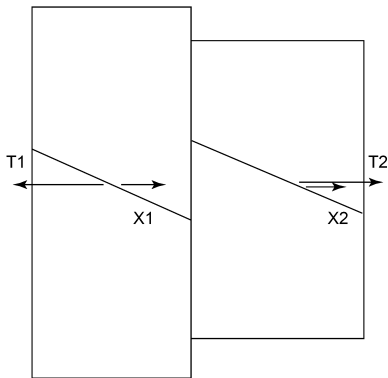
【 図 1 2 】



10

20

【 図 1 3 】



30

40

50

フロントページの続き

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内

審査官 藤村 聖子

- (56)参考文献 特開平 0 6 - 2 5 7 6 4 6 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 2 3 0 0 5 2 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 1 0 0 4 6 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 1 6 H 1 / 2 8