

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6848669号
(P6848669)

(45) 発行日 令和3年3月24日 (2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月8日 (2021.3.8)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 H 1/32 (2006.01)	F 1 6 H 1/32 B
B 2 5 J 17/00 (2006.01)	B 2 5 J 17/00 E
F 1 6 H 57/04 (2010.01)	F 1 6 H 57/04 D

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-96344 (P2017-96344)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成29年5月15日 (2017.5.15)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-25291 (P2018-25291A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成30年2月15日 (2018.2.15)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	令和2年4月24日 (2020.4.24)		弁理士 増田 達哉
(31) 優先権主張番号	特願2016-149796 (P2016-149796)	(74) 代理人	100091627
(32) 優先日	平成28年7月29日 (2016.7.29)		弁理士 朝比 一夫
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	坂田 正昭
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	山尾 宗弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットおよび歯車装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1部材と、

前記第1部材に対して回転可能に設けられた第2部材と、

前記第1部材および前記第2部材の一方側から他方側へ駆動力を伝達する歯車装置と、
を備え、

前記歯車装置は、

前記駆動力の伝達経路の途中に設けられ、互いに噛み合う内歯および外歯と、

前記内歯と前記外歯との間に配置されている潤滑剤と、を有し、

前記外歯の構成材料の平均結晶粒径が前記内歯の構成材料の平均結晶粒径よりも小さい
ことを特徴とするロボット。 10

【請求項 2】

前記内歯の構成材料の平均結晶粒径が $20\ \mu\text{m}$ 以上 $150\ \mu\text{m}$ 以下である請求項1に記載のロボット。

【請求項 3】

前記外歯の構成材料の平均結晶粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下である請求項1または2に記載のロボット。

【請求項 4】

前記内歯および前記外歯は、それぞれ、金属材料で構成されている請求項1ないし3のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項 5】

前記内歯は、鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方で構成されている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6】

前記外歯は、ニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか 1 つで構成されている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7】

前記歯車装置は、
前記内歯を有する内歯車と、
前記内歯に部分的に噛み合う前記外歯を有する可撓性の外歯車と、
前記外歯車を撓めて前記内歯車と前記外歯車との噛み合い位置を周方向に移動させる波動発生器と、を有する請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のロボット。

10

【請求項 8】

互いに噛み合う内歯および外歯と、
前記内歯と前記外歯との間に配置されている潤滑剤と、を有し、
前記外歯の構成材料の平均結晶粒径が前記内歯の構成材料の平均結晶粒径よりも小さいことを特徴とする歯車装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、ロボットおよび歯車装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

少なくとも 1 つのアームを含んで構成されたロボットアームを備えるロボットでは、例えば、ロボットアームの関節部をモーターにより駆動するが、一般に、そのモーターからの駆動力（回転力）による回転を減速機により減速することが行われている。このような減速機として、例えば、特許文献 1 に記載されている波動歯車装置のような歯車装置が知られている。

【0003】

30

特許文献 1 に記載の波動歯車装置は、環形状をした剛性の内歯歯車と、環形状をした可撓性の外歯歯車と、この外歯歯車を半径方向にて内歯歯車に部分的に噛み合わせるとともに当該噛み合わせ位置を円周方向に移動させる波動発生器と、を備える。そして、内歯歯車および外歯歯車の歯面部には、グリースが充填されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2002 - 349681 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0005】

特許文献 1 に記載の波動歯車装置では、内歯歯車および外歯歯車が極めて少ないバックラッシュで互いに噛み合う。従来、このような噛み合い部における潤滑剤の潤滑寿命が短く、かかる波動歯車装置をロボットに用いた場合、焼き付きや摩耗等が比較的早期に生じやすいという問題があった。

【0006】

本発明の目的は、歯車装置に用いる潤滑剤の潤滑寿命を効果的に向上させることができるロボットおよび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】**【0007】**

50

上記目的は、下記の本発明により達成される。

本発明のロボットは、第 1 部材と、

前記第 1 部材に対して回転可能に設けられた第 2 部材と、

前記第 1 部材および前記第 2 部材の一方側から他方側へ駆動力を伝達する歯車装置と、
を備え、

前記歯車装置は、

前記駆動力の伝達経路の途中に設けられ、互いに噛み合う内歯および外歯と、

前記内歯と前記外歯との間に配置されている潤滑剤と、を有し、

前記外歯の構成材料の平均結晶粒径が前記内歯の構成材料の平均結晶粒径よりも小さい
ことを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

このようなロボットによれば、外歯の結晶粒径を小さくして、潤滑剤を外歯上に保持させやすくすることができる。そのため、潤滑剤を外歯の回転による遠心力に抗して外歯上に留めておくことができる。その一方で、内歯の結晶粒径を大きくして、潤滑剤を内歯上に沿って流動させやすくすることができる。そのため、潤滑剤が内歯上で偏ったり固化したりするのを低減することができる。そして、前述したような、潤滑剤を外歯上に留めておく効果、および、潤滑剤が内歯上で偏ったり固化したりするのを低減する効果の 2 つの効果が相乗して、潤滑剤の潤滑寿命を効果的に向上させることができる。

【 0 0 0 9 】

本発明のロボットでは、前記内歯の構成材料の平均結晶粒径が $20\ \mu\text{m}$ 以上 $150\ \mu\text{m}$
以下の範囲内にあることが好ましい。

20

【 0 0 1 0 】

これにより、潤滑剤を内歯上に沿ってより効果的に流動させることができる。また、内歯が金属で構成されている場合において、内歯の機械的強度を優れたものとすることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明のロボットでは、前記外歯の構成材料の平均結晶粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$
以下の範囲内にあることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

これにより、潤滑剤を外歯上により効果的に保持させることができる。また、外歯が金属で構成されている場合において、外歯の機械的強度を優れたものとするすることができる。

30

【 0 0 1 3 】

本発明のロボットでは、前記内歯および前記外歯は、それぞれ、金属材料で構成されていることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

一般に、金属は、優れた機械的特性を有するとともに、比較的簡単に機械加工でき、また、その加工精度も高い。そのため、優れた特性（機械的強度、精度等）を有する内歯および外歯を簡単に実現することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明のロボットでは、前記内歯は、鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方で構成されていることが好ましい。

40

【 0 0 1 6 】

これにより、優れた特性（機械的強度、精度等）を有する内歯を簡単に実現することができる。特に、鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼は、それぞれ、潤滑剤を内歯上に沿って効果的に流動させる適切な結晶粒径を実現しやすく、また、機械的強度および加工性のバランスに優れている。そのため、内歯を鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方で構成することで、内歯の機械的強度を優れたものとしつつ、潤滑剤を内歯上に沿ってより効果的に流動させることができる。

【 0 0 1 7 】

本発明のロボットでは、前記外歯は、ニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼

50

および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか１つで構成されていることが好ましい。

【００１８】

これにより、優れた特性（機械的強度、精度等）を有する外歯を簡単に実現することができる。特に、ニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼は、それぞれ、潤滑剤を外歯上に効果的に保持させる適切な結晶粒径を実現しやすく、また、機械的強度および加工性のバランスに優れている。そのため、外歯をニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか１つで構成することで、外歯の機械的強度を優れたものとしつつ、潤滑剤を外歯上により効果的に保持させることができる。

【００１９】

本発明のロボットでは、前記歯車装置は、
前記内歯を有する内歯車と、
前記内歯に部分的に噛み合う前記外歯を有する可撓性の外歯車と、
前記外歯車を撓めて前記内歯車と前記外歯車との噛み合い位置を周方向に移動させる波動発生器と、を有することが好ましい。

【００２０】

このような歯車装置では、一般に、内歯車および外歯車が極めて少ないバックラッシュで互いに噛み合うため、潤滑剤の潤滑寿命に対する要求が極めて高い。そのため、このような歯車装置に本発明を適用すると、その効果が顕著となる。

【００２１】

本発明の歯車装置は、互いに噛み合う内歯および外歯と、
前記内歯と前記外歯との間に配置されている潤滑剤と、を有し、
前記外歯の構成材料の平均結晶粒径が前記内歯の構成材料の平均結晶粒径よりも小さいことを特徴とする。

このような歯車装置によれば、潤滑剤の潤滑寿命を効果的に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明のロボットの実施形態の概略構成を示す図である。

【図２】本発明の第１実施形態に係る歯車装置を示す分解斜視図である。

【図３】図２に示す歯車装置の縦断面図である。

【図４】図２に示す歯車装置の正面図である。

【図５】図２に示す歯車装置の噛合部および摺動部に配置された潤滑剤を説明する図である。

【図６】本発明の第２実施形態に係る歯車装置を示す縦断面図である。

【図７】本発明の第３実施形態に係る歯車装置を示す分解斜視図である。

【図８】図７に示す歯車装置の縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２３】

以下、本発明のロボットおよび歯車装置を添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

【００２４】

１．ロボット

まず、本発明のロボットの実施形態について説明する。

【００２５】

図１は、本発明のロボットの実施形態の概略構成を示す図である。

図１に示すロボット１００は、精密機器やこれを構成する部品（対象物）の給材、除材、搬送および組立等の作業を行うことができる。

【００２６】

ロボット１００は、６軸の垂直多関節ロボットであり、基台１１１と、基台１１１に接続されたロボットアーム１２０と、ロボットアーム１２０の先端部に設けられた力検出器

10

20

30

40

50

１４０およびハンド１３０と、を有する。また、ロボット１００は、ロボットアーム１２０を駆動させる動力を発生させる複数の駆動源（モーター１５０および歯車装置１を含む）を制御する制御装置１１０と、を有している。

【００２７】

基台１１１は、ロボット１００を任意の設置箇所に取り付ける部分である。なお、基台１１１の設置箇所は、特に限定されず、例えば、床、壁、天井、移動可能な台車上などが挙げられる。

【００２８】

ロボットアーム１２０は、第１アーム１２１（アーム）と、第２アーム１２２（アーム）と、第３アーム１２３（アーム）と、第４アーム１２４（アーム）と、第５アーム１２５（アーム）と、第６アーム１２６（アーム）とを有し、これらが基端側（基台側）から先端側に向ってこの順に連結されている。第１アーム１２１は、基台１１１に接続されている。第６アーム１２６の先端には、例えば、各種部品等を把持するハンド１３０（エンドエフェクター）が着脱可能に取り付けられている。このハンド１３０は、２本の指１３１、１３２を有しており、指１３１、１３２で例えば各種部品等を把持することができる。

10

【００２９】

基台１１１には、第１アーム１２１を駆動するサーボモーター等のモーター１５０および歯車装置１（減速機）を有する駆動源が設けられている。また、図示しないが、各アーム１２１～１２６にも、それぞれ、モーターおよび減速機を有する複数の駆動源が設けられている。そして、各駆動源は、制御装置１１０により制御される。

20

【００３０】

このようなロボット１００では、歯車装置１が、基台１１１（第１部材）および第１アーム１２１（第２部材）の一方から他方へ駆動力を伝達する。より具体的には、歯車装置１が、第１アーム１２１を基台１１１に対して回動させる駆動力を基台１１１側から第１アーム１２１側へ伝達する。ここで、歯車装置１が減速機として機能することにより、駆動力の回転を減速して第１アーム１２１を基台１１１に対して回動させることができる。なお、「回動」とはある中心点に対して一方向またはその反対方向を含めた双方向に動くこと、および、ある中心点に対して回転することを含むものである。

【００３１】

30

このように、ロボット１００は、「第１部材」である基台１１１と、基台１１１に対して回動可能に設けられた「第２部材」である第１アーム１２１と、基台１１１（第１部材）および第１アーム１２１（第２部材）の一方側から他方側へ駆動力を伝達する歯車装置１と、を備えている。なお、第２～第６アーム１２２～１２６のうち第１アーム１２１側から順次選択した任意の数のアームを「第２部材」と捉えてもよい。すなわち、第１アーム１２１、および、第２～第６アーム１２２～１２６のうち第１アーム１２１側から順次選択した任意の数のアームからなる構造体が「第２部材」であるとも言える。例えば、第１、第２アーム１２１、１２２からなる構造体が「第２部材」であるとも言えるし、ロボットアーム１２０全体が「第２部材」であるとも言える。また、「第２部材」がハンド１３０を含んでいてもよい。すなわち、ロボットアーム１２０およびハンド１３０からなる構造体が「第２部材」であるとも言える。

40

【００３２】

以上説明したようなロボット１００は、以下に説明するような歯車装置１を備えることにより、歯車装置１に用いる潤滑剤の潤滑寿命を効果的に向上させることができる。

【００３３】

２．歯車装置

以下、本発明の歯車装置の実施形態について説明する。

【００３４】

< 第１実施形態 >

図２は、本発明の第１実施形態に係る歯車装置を示す分解斜視図である。図３は、図２

50

に示す歯車装置の縦断面図である。図 4 は、図 2 に示す歯車装置の正面図である。なお、各図では、説明の便宜上、必要に応じて各部の寸法を適宜誇張して図示しており、各部間の寸法比は実際の寸法比とは必ずしも一致しない。

【 0 0 3 5 】

図 2 ないし図 4 に示す歯車装置 1 は、波動歯車装置であり、例えば減速機として用いられる。この歯車装置 1 は、内歯車である剛性歯車 2 と、剛性歯車 2 の内側に配置されているカップ型の外歯車である可撓性歯車 3 と、可撓性歯車 3 の内側に配置されている波動発生器 4 と、を有している。

【 0 0 3 6 】

この歯車装置 1 では、可撓性歯車 3 の横断面が波動発生器 4 により楕円形または長円形に変形した部分を有し、当該部分の長軸側の両端部において可撓性歯車 3 が剛性歯車 2 と噛み合っている。そして、剛性歯車 2 および可撓性歯車 3 の歯数が互いに異なっている。

【 0 0 3 7 】

本実施形態では、剛性歯車 2 が前述したロボット 1 0 0 の基台 1 1 1 (第 1 部材)側に固定され、可撓性歯車 3 が前述したロボット 1 0 0 の第 1 アーム 1 2 1 (第 2 部材)側に接続され、波動発生器 4 が前述したロボット 1 0 0 のモーター 1 5 0 の回転軸側に接続されている。

【 0 0 3 8 】

このような歯車装置 1 において、例えば、波動発生器 4 に駆動力 (例えば、前述したモーター 1 5 0 からの駆動力) が入力されると、剛性歯車 2 および可撓性歯車 3 は、互いの噛み合い位置が周方向に移動しながら、歯数差に起因して軸線 a まわりに相対的に回転する。これにより、駆動源から波動発生器 4 に入力された駆動力 (回転力) による回転を減速して可撓性歯車 3 から出力することができる。すなわち、波動発生器 4 を入力軸側、可撓性歯車 3 を出力軸側とする減速機を実現することができる。

【 0 0 3 9 】

なお、剛性歯車 2、可撓性歯車 3 および波動発生器 4 の接続形態は、前述した形態に限定されず、例えば、可撓性歯車 3 を基台 1 1 1 側に固定し、剛性歯車 2 を第 1 アーム 1 2 1 側に接続しても、歯車装置 1 を減速機として用いることができる。また、可撓性歯車 3 をモーター 1 5 0 の回転軸側に接続しても、歯車装置 1 を減速機として用いることができ、この場合、波動発生器 4 を基台 1 1 1 側に固定し、剛性歯車 2 を第 1 アーム 1 2 1 側に接続すればよい。また、歯車装置 1 を増速機として用いる場合 (入力された駆動力の回転を増速させる場合)、前述した入力側 (モーター 1 5 0 側) と出力側 (第 1 アーム 1 2 1 側) との関係を反対にすればよい。

【 0 0 4 0 】

以下、歯車装置 1 の構成を簡単に説明する。

図 2 ないし図 4 に示すように、剛性歯車 2 は、径方向に実質的に撓まない剛体で構成された歯車であって、内歯 2 3 を有するリング状の内歯車である。本実施形態では、剛性歯車 2 が、平歯車である。すなわち、内歯 2 3 は、軸線 a に対して平行な歯スジを有する。

【 0 0 4 1 】

可撓性歯車 3 は、剛性歯車 2 の内側に挿通されている。この可撓性歯車 3 は、径方向に撓み変形可能な可撓性を有する歯車であって、剛性歯車 2 の内歯 2 3 に噛み合う外歯 3 3 (歯) を有する外歯車である。また、可撓性歯車 3 の歯数は、剛性歯車 2 の歯数よりも少ない。このように可撓性歯車 3 および剛性歯車 2 の歯数が互いに異なることにより、減速機を実現することができる。

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、可撓性歯車 3 は、一端が開口したカップ状をなし、その開口側の端部に外歯 3 3 が形成されている。ここで、可撓性歯車 3 は、軸線 a まわりの筒状 (より具体的には円筒状) の胴部 3 1 (筒部) と、胴部 3 1 の軸線 a 方向での一端部側に接続されている底部 3 2 と、を有する。これにより、胴部 3 1 の底部 3 2 とは反対側の端部を径方向に撓み易くすることができる。そのため、剛性歯車 2 に対する可撓性歯車 3 の良好な撓み

10

20

30

40

50

噛み合いを実現することができる。また、胴部 3 1 の底部 3 2 側の端部の剛性を高めることができる。そのため、底部 3 2 に入力軸または出力軸を安定的に接続することができる。

【 0 0 4 3 】

また、図 3 に示すように、底部 3 2 には、軸線 a に沿って貫通した孔 3 2 1 と、孔 3 2 1 の周囲において貫通した複数の孔 3 2 2 と、が形成されている。孔 3 2 1 には、出力側の軸体を挿通することができる。また、孔 3 2 2 には、出力側の軸体を底部 3 2 に固定するためのネジを挿通するネジ孔として用いることができる。なお、これらの孔は、適宜設ければよく、省略することもできる。

【 0 0 4 4 】

図 3 に示すように、波動発生器 4 は、可撓性歯車 3 の内側に配置され、軸線 a まわりに回転可能である。そして、波動発生器 4 は、可撓性歯車 3 の底部 3 2 とは反対側の部分の横断面を長軸 L a および短軸 L b とする楕円形または長円形に変形させて外歯 3 3 を剛性歯車 2 の内歯 2 3 に噛み合わせる（図 4 参照）。ここで、可撓性歯車 3 および剛性歯車 2 は、同一の軸線 a まわりに回転可能に互いに内外で噛み合わされることとなる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、波動発生器 4 は、本体部 4 1 と、本体部 4 1 から軸線 a に沿って突出した軸部 4 2 と、本体部 4 1 に対して軸線 a に平行な軸線 a 1 まわりに回転可能に設けられた 1 対のローラー 4 3 と、を有する。このような波動発生器 4 は、1 対のローラー 4 3 が可撓性歯車 3 の内周面上を転動しながら可撓性歯車 3 を内側から押し広げて、本体部 4 1、軸部 4 2 および 1 対のローラー 4 3 が軸線 a まわりに回転可能である。したがって、例えば、駆動源から波動発生器 4 に駆動力が入力されると、剛性歯車 2 および可撓性歯車 3 の互いの噛み合い位置が周方向に移動する。

【 0 0 4 6 】

以上、歯車装置 1 の構成を簡単に説明した。このような歯車装置 1 では、前述したように、例えば、波動発生器 4 に駆動力（例えば、前述したモーター 1 5 0 からの駆動力）が入力されると、剛性歯車 2 および可撓性歯車 3 は、互いの噛み合い位置が周方向に移動しながら、歯数差に起因して軸線 a まわりに相対的に回転する。ここで、歯車装置 1 の各部の摩擦を低減するため、潤滑剤が用いられるが、歯車装置 1 は、剛性歯車 2 と可撓性歯車 3 との噛み合い部において、潤滑剤を良好な状態で長期にわたり保持するため、以下に述べるような構成を有する。

【 0 0 4 7 】

図 5 は、図 2 に示す歯車装置の噛合部および摺動部に配置された潤滑剤を説明する図である。

【 0 0 4 8 】

前述したように、歯車装置 1 は、内歯 2 3 を有する「内歯車」である剛性歯車 2 と、内歯 2 3 に部分的に噛み合う外歯 3 3 を有する可撓性の「外歯車」である可撓性歯車 3 と、可撓性歯車 3 を撓めて剛性歯車 2 と可撓性歯車 3 との噛み合い位置を周方向に移動させる波動発生器 4 と、を有する。ここで、図 5 に示すように、剛性歯車 2 の内歯 2 3 の歯面 2 3 1 と可撓性歯車 3 の外歯 3 3 の歯面 3 3 1 との間の領域である噛合部 6 1 には、潤滑剤 5 1 が配置されている。すなわち、歯車装置 1 は、駆動力（例えばモーター 1 5 0 からの駆動力）の伝達経路の途中に設けられ、互いに噛み合う内歯 2 3 および外歯 3 3 と、内歯 2 3 と外歯 3 3 との間に配置されている潤滑剤 5 1 と、を有する。ここで、「駆動力の伝達経路の途中」とは、駆動力の伝達経路の始点から終点までの任意の位置を言う。

【 0 0 4 9 】

内歯 2 3 および外歯 3 3 は、それぞれ、後述するような金属材料で構成されており、その金属組織内に結晶粒を有する。そして、外歯 3 3 の構成材料の平均結晶粒径が内歯 2 3 の構成材料の平均結晶粒径よりも小さい。

【 0 0 5 0 】

このような内歯 2 3 および外歯 3 3 の構成材料の平均結晶粒径の大小関係により、外歯

10

20

30

40

50

33の結晶粒径を小さくして、潤滑剤51を外歯33上に保持させやすくすることができる。そのため、潤滑剤51を外歯33の回転による遠心力に抗して外歯33上に留めておくことができる。ここで、潤滑剤51は、外歯33の表面に存在する結晶粒界に優先的に保持される。これは、当該結晶粒界が潤滑剤51を収容する微細な凹部や溝のような役割を果たすためと考えられる。したがって、外歯33の結晶粒径を小さくすることで、外歯33の表面に存在する結晶粒界の密度が高くなり、それに伴って、外歯33の表面に潤滑剤51が保持されやすくなる。

【0051】

また、外歯33の結晶粒径を小さくすると、外歯33の機械的強度を高めるとともに、外歯33の靱性を高めることができる。外歯33は、前述したように剛性歯車2および可撓性歯車3の互いの噛み合い位置の移動に伴って変形を繰り返すことから、内歯23に比べて高い機械的強度および靱性が要求される。そのため、外歯33の機械的強度および靱性を高めることは極めて有益である。なお、一般に、金属の機械的強度は、結晶粒径の1/2乗に反比例して高まる。

【0052】

その一方で、内歯23の結晶粒径を大きくして、潤滑剤51を内歯23上に沿って流動させやすくすることができる。そのため、潤滑剤51が内歯23上で偏ったり固化したりするのを低減することができる。ここで、内歯23は非回転であるため、内歯23において、前述した外歯33のような遠心力が働かないため、もともと潤滑剤51を保持しやすい傾向にある。そこで、内歯23上の潤滑剤51を流動しやすくすることで、潤滑剤51の固着や必要箇所での油切れを防ぐ。これにより、潤滑剤51の性能を十分に発揮させることが可能となる。

【0053】

このように、歯車装置1では、前述したような、潤滑剤51を外歯33上に留めておく効果、および、潤滑剤51が内歯23上で偏ったり固化したりするのを低減する効果の2つの効果を同時に発揮させることができる。そして、この2つの効果が相乗して、潤滑剤51の潤滑寿命を効果的に向上させることができる。特に、歯車装置1のような波動歯車装置では、一般に、内歯車および外歯車が極めて少ないバックラッシュで互いに噛み合うため、潤滑剤の潤滑寿命に対する要求が極めて高い。そのため、このような歯車装置に本発明を適用すると、その効果が顕著となる。

【0054】

なお、詳細な説明は省略するが、可撓性歯車3の胴部31の内周面311と波動発生器4のローラー43の外周面431との間の領域である摺動部62には、潤滑剤52が配置されている。また、図示しないが、波動発生器4内の摺動部にも潤滑剤が配置されている。

【0055】

ここで、「平均結晶粒径」は、JIS G 0551「鋼 - 結晶粒度の顕微鏡試験方法」に準拠して測定されるものである。この平均結晶粒径の測定に際しては、試験片（内歯または外歯）の表面を腐食液によりエッチングすることで結晶粒界を出現させ、その出現した結晶粒界を顕微鏡観察することにより行うが、腐食液としては、5%ナイトール（5%硝酸 - エチルアルコール）を用いる。また、前述したような平均結晶粒径の大小関係は、少なくとも内歯23および外歯33において満たしていればよく、剛性歯車2および可撓性歯車3の他の部分同士において満たしていなくてもよいが、他の部分同士においても満たしていると、その効果が顕著となる。また、内歯23および外歯33の結晶粒径は、例えば、これらを構成する材料（金属組成）および製造時の熱処理等に応じて調整が可能である。

【0056】

外歯33の構成材料の平均結晶粒径をAとし、内歯23の構成材料の平均結晶粒径をBとしたとき、 $A < B$ なる関係を満たせばよいが、前述したような2つの効果を好適に発揮させる上で、好ましくは、 $1.2 \leq B/A \leq 100$ 、より好ましくは、 $2 \leq B/A \leq 50$

10

20

30

40

50

とされる。これに対し、 B/A が小さすぎると、前述した2つの効果のバランスが悪くなる傾向を示し、一方、 B/A が大きすぎると、内歯23と外歯33の強度差が大きくなりすぎて、内歯23および外歯33のうちの一方の摩耗が早くなる傾向を示す。

【0057】

内歯23の構成材料の平均結晶粒径(B)は、特に限定されないが、 $20\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることがより好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることがさらに好ましい。これにより、潤滑剤51を内歯23上に沿ってより効果的に流動させることができる。また、内歯23が金属で構成されている場合において、内歯23の機械的強度を優れたものとすることができる。これに対して、かかる平均結晶粒径が小さすぎると、内歯23上での潤滑剤51の流動性が低下する傾向を示す。一方、かかる平均結晶粒径が大きすぎると、内歯23の構成材料によっては、内歯23の強度が不足する場合がある。なお、剛性歯車2の全体において、前述した平均結晶粒径の範囲を満たしていると、前述した効果が顕著となる。

【0058】

一方、外歯33の構成材料の平均結晶粒径(A)は、前述した $A < B$ を満たす限り特に限定されないが、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることが好ましく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることがより好ましく、 $5\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下の範囲内にあることがさらに好ましい。これにより、潤滑剤51を外歯33上により効果的に保持させることができる。また、外歯33が金属で構成されている場合において、外歯33の機械的強度を優れたものとすることができる。これに対し、かかる平均結晶粒径が小さすぎると、外歯33を製造する際の加工性が悪く、また、外歯33の表面に存在する結晶粒界に起因する凹部の深さも小さくなるため、かえって、潤滑剤51を外歯33上に保持し難くなってしまう。一方、かかる平均結晶粒径が大きすぎると、潤滑剤51を外歯33上に保持する効果が低下する傾向を示し、また、外歯33に必要な機械的強度および靱性を確保することが難しい。なお、可撓性歯車3の全体において、前述した平均結晶粒径の範囲を満たしていると、前述した効果が顕著となる。

【0059】

ここで、内歯23および外歯33は、それぞれ、金属材料で構成されていることが好ましく、特に、機械的特性および加工性に優れ、かつ、比較的安価であることから、鉄系材料を用いることが好ましい。一般に、金属は、優れた機械的特性を有するとともに、比較的簡単に機械加工でき、また、その加工精度も高い。そのため、優れた特性(機械的強度、精度等)を有する内歯23および外歯33を簡単に実現することができる。特に、外歯33は、前述したように高い靱性を有することが好ましいため、金属材料で構成されていることが好ましい。なお、内歯23は、実質的な剛体であるため、セラミックス材料で構成することも可能であるが、外歯33との強度のバランスから、金属材料を用いることが好ましい。

【0060】

また、内歯23を構成する金属材料は、前述した $A < B$ を満たす限り特に限定されず、種々の金属材料を用いることができるが、特に、鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方であることが好ましい。内歯23が鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方で構成されていることにより、優れた特性(機械的強度、精度等)を有する内歯23を簡単に実現することができる。特に、鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼は、それぞれ、前述したような潤滑剤51を内歯23上に沿って効果的に流動させる適切な結晶粒径を実現しやすく、また、機械的強度および加工性のバランスに優れている。そのため、内歯23を鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方で構成することで、内歯23の機械的強度を優れたものとしつつ、潤滑剤51を内歯23上に沿ってより効果的に流動させることができる。なお、剛性歯車2の内歯23の少なくとも表面が前述したような材料で構成されていればよいが、前述したような効果を顕著なものとするために、歯底部まで前述したような材料で構成することが好ましい。更には剛性歯車

2 全体を前述したような材料で構成すれば同様な効果を得つつ製造が比較的容易になる。また、鋳鉄および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか一方に他の物質を添加した材料で内歯 2 3 を構成してもよい。

【 0 0 6 1 】

また、外歯 3 3 を構成する金属材料は、前述した $A < B$ を満たす限り特に限定されず、種々の金属材料を用いることができるが、特に、ニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか 1 つであることが好ましい。外歯 3 3 がニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか 1 つで構成されていることにより、優れた特性（機械的強度、精度等）を有する外歯 3 3 を簡単に実現することができる。特に、ニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼は、それぞれ、前述したような潤滑剤 5 1 を外歯 3 3 上に効果的に保持させる適切な結晶粒径を実現しやすく、また、機械的強度および加工性のバランスに優れている。そのため、外歯 3 3 をニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか 1 つで構成することで、外歯 3 3 の機械的強度を優れたものとしつつ、潤滑剤 5 1 を外歯 3 3 上により効果的に保持させることができる。なお、可撓性歯車 3 の外歯 3 3 の表面が前述したような材料で構成されていればよいが、前述したような効果を顕著なものとするため、歯底部まで前述したような材料で構成することが好ましい。更には可撓性歯車 3 全体を前述したような材料で構成すれば同様な効果を得つつ製造が比較的容易になる。また、ニッケルクロムモリブデン鋼、マルエージング鋼および析出硬化型ステンレス鋼のうちのいずれか 1 つに他の物質を添加した材料で外歯 3 3 を構成してもよい。

【 0 0 6 2 】

また、潤滑剤 5 1 は、グリースであっても潤滑油であってもよいが、グリースであることが好ましい。すなわち、潤滑剤 5 1 は、基油および増ちょう剤を含んでいることが好ましい。これにより、潤滑剤 5 1 を固体状または半固体状のグリースとすることができる。したがって、潤滑剤 5 1 を必要箇所に留まらせやすくすることができる。ここで、増ちょう剤としては、例えば、カルシウム石けん、カルシウム複合石けん、ナトリウム石けん、アルミニウム石けん、リチウム石けん、リチウム複合石けん等の石けん系、また、ポリウレア、ナトリウムテレフタメート、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、有機ペントナイト、シリカゲル等の非石けん系等が挙げられ、これらのうちの 1 種を単独でまたは 2 種以上を組み合わせる用いることができるが、リチウム石けんを用いることが好ましい。増ちょう剤としてリチウム石けんを用いることにより、潤滑剤 5 1 のせん断安定性を優れたものとすることができる。また、潤滑剤 5 1 の潤滑剤としての特性のバランスを優れたものとすることができる。

【 0 0 6 3 】

また、基油としては、例えば、パラフィン系、ナフテン系等の鉱油（精製鉱物油）、ポリオレフィン、エステル、シリコン等の合成油が挙げられ、これらのうちの 1 種を単独でまたは 2 種以上を組み合わせる用いることができる。

【 0 0 6 4 】

また、潤滑剤 5 1 が基油および増ちょう剤を含む場合、潤滑剤 5 1 は、酸化防止剤、極圧剤、防錆剤等の添加剤、また、黒鉛、硫化モリブデン、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等の固体潤滑剤等を含んでいることが好ましい。これにより、長期にわたり高い最大非焼付き荷重および融着荷重を発揮可能な潤滑剤 5 1 を容易に得ることができる。

【 0 0 6 5 】

特に、潤滑剤 5 1 が極圧剤を含んでいることが好ましい。これにより、潤滑対象部が極圧潤滑状態となっても、焼き付きやスカuffing を効果的に防止することができる。特に、極圧剤として、有機モリブデン化合物、ジアルキルジチオリン酸亜鉛を用いることが好ましい。

【 0 0 6 6 】

潤滑剤 5 1 が有機モリブデン化合物を含んでいることにより、潤滑対象部における摩擦

10

20

30

40

50

を効果的に低減することができる。特に、有機モリブデンは、二硫化モリブデンと同等の極圧性および耐摩耗性を発揮し、しかも、二硫化モリブデンに比べて酸化安定性に優れる。そのため、潤滑剤 5 1 の長寿命化を図ることができる。ここで、潤滑剤 5 1 中における有機モリブデン化合物の含有量は、例えば、1 質量 % 以上 5 質量 % 以下の範囲内にあることが好ましい。また、潤滑剤 5 1 中におけるジアルキルジチオリン酸亜鉛の含有量は、例えば、1 質量 % 以上 5 質量 % 以下の範囲内にあることが好ましい。

【0067】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る歯車装置を示す縦断面図である。

10

【0068】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。

【0069】

図 6 に示す歯車装置 1 A は、剛性歯車 2 の内側に配置されているハット型の外歯車である可撓性歯車 3 A を有している。

【0070】

この可撓性歯車 3 A は、軸線 a まわりに筒状をなす胴部 3 1 の軸線 a 方向での一端部に軸線 a とは反対側に突出して設けられたフランジ部 3 2 A を有する。このような形状の可撓性歯車 3 A によっても、剛性歯車 2 に対する可撓性歯車 3 A の良好な撓み噛み合いを実現することができる。また、フランジ部 3 2 A に入力軸または出力軸を安定的に接続することができる。

20

【0071】

本実施形態では、フランジ部 3 2 A には、軸線 a に沿って貫通した複数の孔 3 2 2 A が形成されている。この孔 3 2 2 A には、出力側の軸体をフランジ部 3 2 A に固定するためのネジを挿通するネジ孔として用いることができる。また、フランジ部 3 2 A の内周部 3 2 1 A には、出力側の軸体を挿通することができる。

【0072】

このように、歯車装置 1 A は、内歯 2 3 を有する「内歯車」である剛性歯車 2 と、内歯 2 3 に部分的に噛み合う外歯 3 3 を有する可撓性の「外歯車」である可撓性歯車 3 A と、可撓性歯車 3 A を撓めて剛性歯車 2 と可撓性歯車 3 A との噛み合い位置を周方向に移動させる波動発生器 4 と、を有する。ここで、歯車装置 1 A は、互いに噛み合う内歯 2 3 および外歯 3 3 と、内歯 2 3 と外歯 3 3 との間に配置されている潤滑剤 5 1 と、を有する。そして、前述した第 1 実施形態と同様、外歯 3 3 の構成材料の平均結晶粒径が内歯 2 3 の構成材料の平均結晶粒径よりも小さい。

30

【0073】

以上説明したような第 2 実施形態によっても、潤滑剤 5 1 の潤滑寿命を効果的に向上させることができる。

【0074】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。

40

【0075】

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る歯車装置を示す分解斜視図である。図 8 は、図 7 に示す歯車装置の縦断面図である。

【0076】

なお、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。

【0077】

図 7 および図 8 に示す歯車装置 2 0 0 は、円柱状の外形を有する本体部 2 0 2 を備えている。本体部 2 0 2 の軸線方向での一方側には、第 1 回転軸 2 0 3 が設けられ、一方、本

50

体部 202 の軸線方向での他方側には、第 2 回転軸 204 が設けられている。第 1 回転軸 203 および第 2 回転軸 204 は、互いに同一の中心軸 205 を中心として回転する。ここで、中心軸 205 は、本体部 202 の軸線と同一線上に配置されている。本体部 202 を固定した状態で第 1 回転軸 203 を回転させると、その回転が後述するような本体部 202 内の機構によって減速されて第 2 回転軸 204 から出力される。つまり、第 1 回転軸 203 が高速回転する入力軸であり、第 2 回転軸 204 が低速回転する出力軸となる。

【0078】

図 7 に示すように、歯車装置 200 は、空洞部 206c を有する円筒形のリングギア 206 を備えている。リングギア 206 の内周には、複数のギア歯 206a が形成されている。また、リングギア 206 の内側には、リングギア 206 の内周よりも少し小さい外周を有する第 1 公転ギア 207 および第 2 公転ギア 208 が設置されている。第 1 公転ギア 207 の外周には、ギア歯 206a の歯数よりも少ない数の複数のギア歯 207a が配置され、第 2 公転ギア 208 の外周には、ギア歯 207a の歯数と同じ数の複数のギア歯 208a が配置されている。そして、ギア歯 207a およびギア歯 208a がギア歯 206a と噛み合っている。

10

【0079】

第 1 公転ギア 207 の中央には、軸孔 207b が設けられ、同様に、第 2 公転ギア 208 の中央には、軸孔 208b が設けられている。軸孔 207b には、第 1 ペアリング 209 が設置され、同様に、軸孔 208b には、第 2 ペアリング 210 が設置されている。

【0080】

20

第 1 回転軸 203 には、中心軸 205 に対して互いに反対側に同量偏心している円形カムである第 1 偏心カム 211 および第 2 偏心カム 212 が設置されている。そして、第 1 偏心カム 211 が第 1 ペアリング 209 の内輪に設置され、同様に、第 2 偏心カム 212 が第 2 ペアリング 210 の内輪に設置されている。これにより、ギア歯 207a がギア歯 206a と噛み合う部分と、ギア歯 208a がギア歯 206a と噛み合う部分との間に、中心軸 205 が位置している。

【0081】

第 1 公転ギア 207 には、第 1 公転ギア 207 の中央を中心とする同心円上の 4 か所に第 1 貫通孔 207c が設けられている。同様に、第 2 公転ギア 208 には、第 2 公転ギア 208 の中央を中心とする同心円上の 4 か所に第 2 貫通孔 208c が設けられている。各第 1 貫通孔 207c および各第 2 貫通孔 208c には、それぞれ、第 1 公転ギア 207 の自転の動きを取り出すための貫通ピン 213 が挿入されている。各第 1 貫通孔 207c の内周壁には、弾性を有する略円筒形の第 1 弾性部 214 が圧入により嵌めこまれている。同様に、各第 2 貫通孔 208c の内周壁には、弾性を有する略円筒形の第 2 弾性部 215 が圧入により嵌めこまれている。ここで、貫通ピン 213 は、第 1 弾性部 214 および第 2 弾性部 215 の内側を貫通している。

30

【0082】

各貫通ピン 213 は、本体部 202 の第 1 回転軸 203 側において、円板状の下蓋板 216 に取り付けられ、第 2 回転軸 204 側において、ナット 217 によって円板状の上蓋板 218 に固定されている。下蓋板 216 および上蓋板 218 は、中心軸 205 の軸方向に沿って並んでおり、リングギア 206 に対して回転可能となるように隙間をもってリングギア 206 を挟んでいる。

40

【0083】

下蓋板 216 の中央には、第 1 回転軸 203 が挿入されている中心孔 216a が形成されている。そして、第 1 回転軸 203 の第 1 偏心カム 211 および第 2 偏心カム 212 側の一端部が下蓋板 216 から本体部 202 内へ突出し、第 1 回転軸 203 の他端部が下蓋板 216 から本体部 202 外に突出している。上蓋板 218 の中央には、第 2 回転軸 204 が固定されている。そして、上蓋板 218 の回転に伴って、上蓋板 218 の回転トルクが第 2 回転軸 204 に伝達される。

【0084】

50

以上のように構成された歯車装置 200 において、「内歯車」であるリングギア 206 と「外歯車」である第 1 公転ギア 207 および第 2 公転ギア 208 との噛み合い部には、図示しないが、前述した第 1 実施形態の潤滑剤 51 と同様の潤滑剤が配置されている。そして、第 1 公転ギア 207 および第 2 公転ギア 208 のそれぞれの外歯の構成材料の平均結晶粒径は、リングギア 206 の内歯の構成材料の平均結晶粒径よりも小さい。

【0085】

以上説明したような第 3 実施形態によっても、潤滑剤の潤滑寿命を効果的に向上させることができる。

【0086】

以上、本発明のロボットおよび歯車装置を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

10

【0087】

前述した実施形態では、ロボットが備える基台が「第 1 部材」、第 1 アームが「第 2 部材」であり、第 1 部材から第 2 部材へ駆動力を伝達する歯車装置について説明したが、本発明は、これに限定されず、第 n (n は 1 以上の整数) アームが「第 1 部材」、第 $(n+1)$ アームが「第 2 部材」であり、第 n アームおよび第 $(n+1)$ アームの一方から他方へ駆動力を伝達する歯車装置についても適用可能である。また、第 2 部材から第 1 部材へ駆動力を伝達する歯車装置についても適用可能である。

20

【0088】

また、前述した実施形態では、6 軸の垂直多関節ロボットについて説明したが、本発明は、可撓性歯車を有する歯車装置を用いるものであれば、これに限定されず、例えば、ロボットの関節数は任意であり、また、水平多関節ロボット(スカラロボット)にも適用可能である。

【0089】

また、本発明は、互いに噛み合う内歯および外歯を有する各種歯車装置に適用可能であり、歯車装置の構成は、前述した実施形態に限定されない。例えば、波動発生器が、玉軸受において内輪の外周面を楕円形とするとともに外輪を弾性変形な薄肉としたような形態であってもよい。

30

【実施例】

【0090】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

1. 歯車装置(減速機)の製造

(実施例 1)

図 2 に示すような構成の歯車装置を製造した。

【0091】

ここで、製造した歯車装置は、内歯車の外径 60、内歯車の内径および外歯車の外径(かみ合い基準円直径) 45、減速比 50 であった。また、内歯車の構成材料として鋳鉄、外歯車の構成材料としてニッケルクロムモリブデン鋼を用いた。また、内歯車の内歯の構成材料の平均結晶粒径(B)は、 $20\text{ }\mu\text{m}$ であり、外歯車の外歯の構成材料の平均結晶粒径(A)は、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ であった。

40

【0092】

(実施例 2 ~ 13、比較例)

内歯車および外歯車の構成材料および平均結晶粒径を表 1 に示すようにした以外は、前述した実施例 1 と同様にして歯車装置を製造した。

【0093】

【表 1】

表1

	外歯車		内歯車		評価
	構成材料	平均結晶粒径(A)[μm]	構成材料	平均結晶粒径(B)[μm]	寿命[回転]
実施例1	SNCM439	0.5	鋳鉄	20	1×10^8
実施例2	SNCM439	5	鋳鉄	30	8×10^7
実施例3	SNCM439	20	鋳鉄	50	5×10^7
実施例4	SNCM439	30	鋳鉄	150	1×10^7
実施例5	マルエージング鋼	10	SUS630	30	5×10^7
実施例6	マルエージング鋼	20	SUS630	50	4×10^7
実施例7	マルエージング鋼	30	SUS630	140	2×10^7
実施例8	SUS630	5	鋳鉄	20	9×10^7
実施例9	SUS630	15	鋳鉄	50	5×10^7
実施例10	SUS630	30	鋳鉄	150	1×10^7
実施例11	SNCM439	40	鋳鉄	50	5×10^5
実施例12	SNCM439	30	鋳鉄	160	3×10^5
実施例13	SNCM439	0.3	鋳鉄	20	1×10^7
比較例	SNCM439	30	鋳鉄	20	6×10^4

【0094】

なお、表1中、SNCM439は、ニッケルクロムモリブデン鋼であり、SUS630は、析出硬化型ステンレス鋼であり、鋳鉄は、ダクタイル鋳鉄である。

【0095】

2. 評価

前述した1.で得られた各歯車装置について、入力軸回転数：2000rpm、負荷トルク1000Nmにて連続運転を行い、寿命（50%故障確率の入力軸総回転数）を測定した。その結果を表1に併せて示す。

【0096】

表1から明らかなように、各実施例は、比較例に比べて、寿命が格段に長くなっていることがわかる。

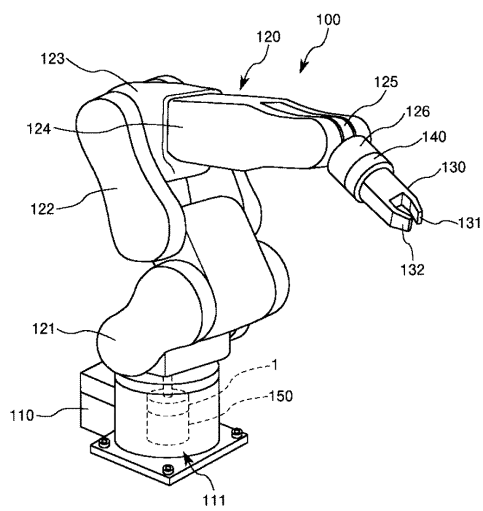
【符号の説明】

【0097】

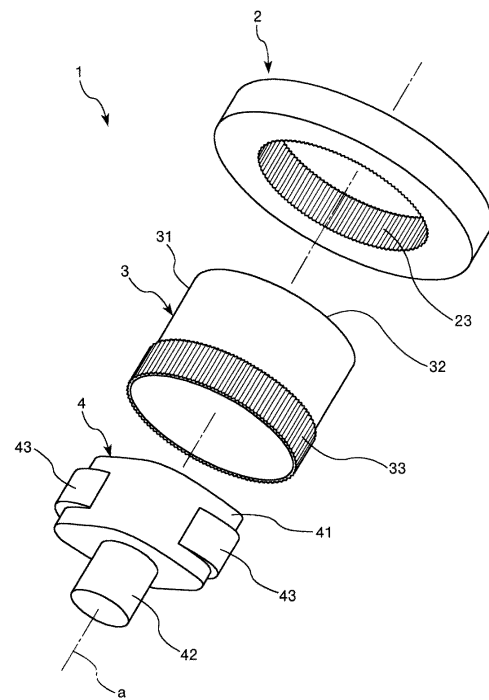
1...歯車装置、1A...歯車装置、2...剛性歯車（内歯車）、3...可撓性歯車（外歯車）、3A...可撓性歯車（外歯車）、4...波動発生器、23...内歯、31...胴部、32...底部、32A...フランジ部、33...外歯、41...本体部、42...軸部、43...ローラー、51...潤滑剤、52...潤滑剤、61...噛合部、62...摺動部、100...ロボット、110...制御装置、111...基台（第1部材）、120...ロボットアーム、121...第1アーム（第2部材）、122...第2アーム、123...第3アーム、124...第4アーム、125...第5アーム、126...第6アーム、130...ハンド、131...指、132...指、140...力検出器、150...モーター、200...歯車装置、202...本体部、203...第1回転軸、204...第2回転軸、205...中心軸、206...リングギア、206a...ギア歯、206c...空洞部、207...第1公転ギア、207a...ギア歯、207b...軸孔、207c...第1貫通孔、208...第2公転ギア、208a...ギア歯、208b...軸孔、208c...第2貫通孔、209...第1ベアリング、210...第2ベアリング、211...第1偏心カム、212...第2偏心カム、213...貫通ピン、214...第1弾性部、215...第2弾性部、216...下蓋板、216a...中心孔、217...ナット、218...上蓋板、231...歯面、31

1 ... 内周面、3 2 1 ... 孔、3 2 1 A ... 内周部、3 2 2 ... 孔、3 2 2 A ... 孔、3 3 1 ... 齒面、
4 3 1 ... 外周面、L a ... 長軸、L b ... 短軸、a ... 軸線、a 1 ... 軸線

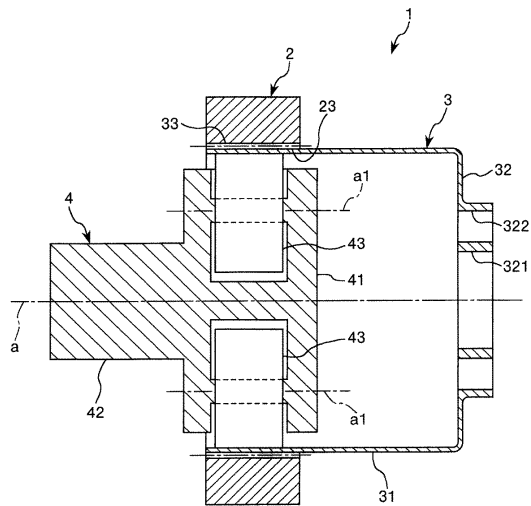
【図 1】



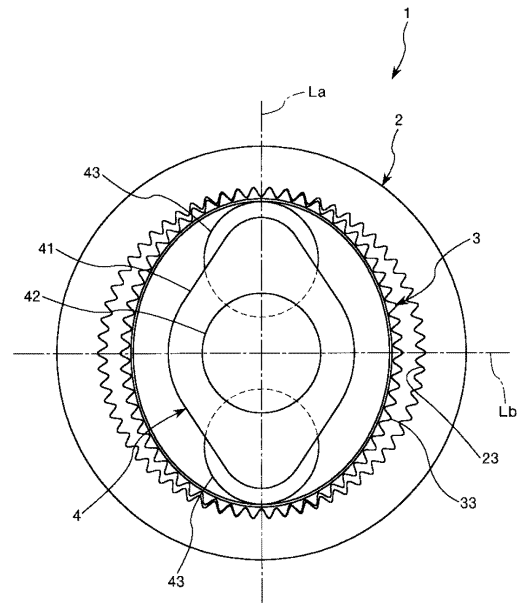
【図 2】



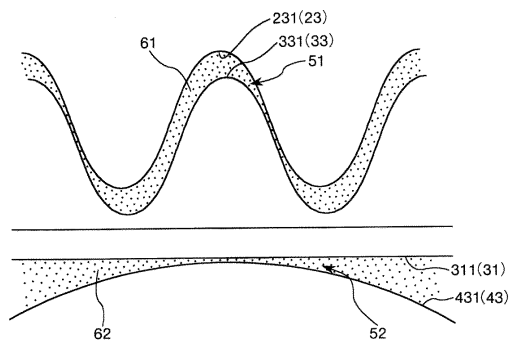
【図 3】



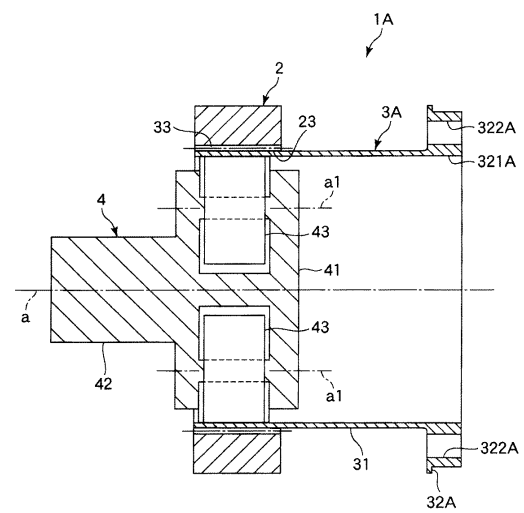
【図 4】



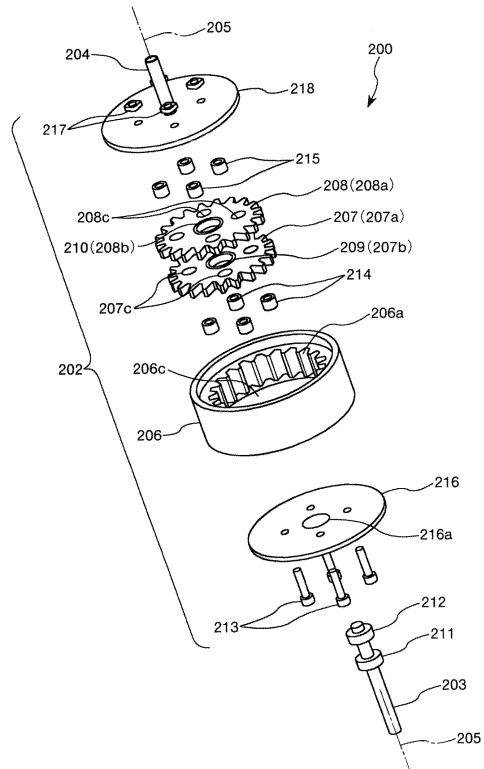
【図 5】



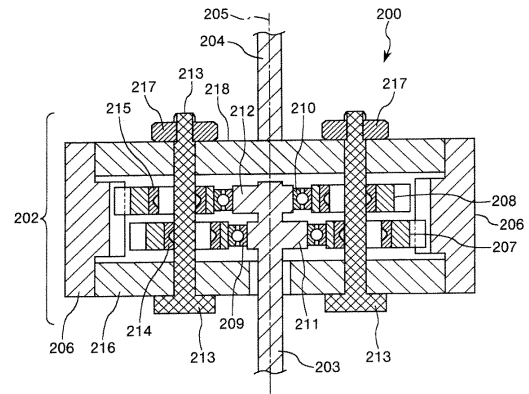
【図 6】



【圖 7】



【圖 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-83905(JP,A)
実開昭59-168045(JP,U)
特開2002-307237(JP,A)
特開2013-170295(JP,A)
特開昭56-13421(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H	1/32
B25J	17/00
F16H	57/04