

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6418689号
(P6418689)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int.Cl.		F 1	
F 1 6 H	1/46	(2006.01)	F 1 6 H 1/46
F 1 6 H	1/36	(2006.01)	F 1 6 H 1/36

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-17875 (P2015-17875)	(73) 特許権者	801000027
(22) 出願日	平成27年1月30日 (2015.1.30)		学校法人明治大学
(65) 公開番号	特開2016-142317 (P2016-142317A)		東京都千代田区神田駿河台 1-1
(43) 公開日	平成28年8月8日 (2016.8.8)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成29年10月26日 (2017.10.26)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100126882
			弁理士 五十嵐 光永
		(72) 発明者	加藤 恵輔
			神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1
			明治大学生田キャンパス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 減速装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外装体に固定されている第一歯車と、
 前記第一歯車と噛み合い、前記第一歯車の径方向の中心軸と同軸を中心に公転する第一遊星歯車と、
 前記第一遊星歯車と連動可能に設けられた入力軸と、
 前記第一遊星歯車と同期して公転する第二遊星歯車と、
 前記第二遊星歯車に噛み合い、前記第二遊星歯車の公転によって前記第二遊星歯車の公転の軸と同軸を中心に自転すると共に前記第一歯車と異なる歯数を有する第二歯車と、
 前記第二歯車に接続されている出力軸と、
 前記入力軸に設けられ、前記第一遊星歯車及び前記第二遊星歯車に噛み合う補助歯車と

を備えていることを特徴とする減速装置。

【請求項 2】

前記入力軸には該入力軸の軸線方向に貫通する貫通孔が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の減速装置。

【請求項 3】

駆動部を備え、

該駆動部が前記貫通孔に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の減速装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、減速装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、火山性ガス等の化学物質が充満する地帯や惑星での探査及び作業には、走行環境や路面の状況に応じて車両型、クローラ型、脚移動型等のロボットが活用されている。このようなロボットには、仕様に適合したマニピュレータ、駆動機構、センサ等が搭載されている。

【0003】

特に探査用又は生活支援用等の低速による確実な動作を要するロボットには、仕様に適合する減速比を持つ減速装置が搭載されている。このような減速装置の一つに、不思議遊星歯車機構がある。不思議遊星歯車機構は、入力軸に取り付けられた太陽歯車と、該太陽歯車に噛み合う遊星歯車と、該遊星歯車に噛み合い、且つ互いに歯数の異なる固定内歯車と可動内歯車と、を備えた差動歯車機構である。入力軸を回転させると、太陽歯車を介して遊星歯車が公転し、可動内歯車及び可動内歯車に取り付けた出力軸が減速して回転する。

【0004】

例えば、特許文献1には、固定内歯車と、可動内歯車と、前記固定内歯車に噛み合う第1遊星歯車と前記可動内歯車に噛み合う第2遊星歯車とを同軸として固着させた結合歯車と、を備えた減速装置が開示されている。

この減速装置では、固定内歯車の回転は、外装体に対して固定されている。固定内歯車と可動内歯車との歯数差は1とされ、第1遊星歯車と第2遊星歯車の歯数は同一とされている。第1遊星歯車の歯形の位置に対する第2遊星歯車の歯形の位置関係は相違している。また、第1遊星歯車は固定内歯車だけではなく太陽歯車に噛み合う。太陽歯車と固定内歯車の歯数は、各歯車の噛み合い条件に適合する歯数とされている。そして、第2遊星歯車は太陽歯車と噛み合っていないので、前記噛み合い条件に拘泥する必要がない。第2遊星歯車の歯の位置は可動内歯車の歯に噛み合う位置で第1遊星歯車に固着されている。

従って、第1遊星歯車が公転すると、可動内歯車が可動内歯車と固定内歯車との歯数差分に相当する角度だけ回転し、この可動内歯車の回転が減速装置の出力となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-16695号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1に記載の減速装置では、径方向の中心に太陽歯車が配備される構成上、軸線方向の厚み寸法が大きくなってしまふ。従来の産業用ロボット等の用途では、前記軸線方向の厚み寸法が大きいことは問題視されていなかった。

【0007】

本発明者らは、屋外で探索や作業等を行うロボット(以下、屋外ロボットと記載する)等の移動性能を高め、屋外ロボットによって確実な動作を実行させるためには、関節部分の設計自由度を確保することが重要であることを見出した。そして、本発明者らは、軸線方向の厚み寸法の大きい不思議遊星歯車機構等の従来の減速装置では十分な設計自由度が得られず、従来の減速装置が屋外ロボット等の用途には適さないことを新たに見出し、本発明を完成させるに至った。即ち、本発明は軸線方向の厚み寸法を低減可能な減速装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の減速装置は、外装体に固定されている第一歯車と、前記第一歯車と噛み合い、前記第一歯車の径方向の中心軸と同軸を中心に公転する第一遊星歯車と、前記第一遊星歯車と連動可能に設けられた入力軸と、前記第一遊星歯車と同期して公転する第二遊星歯車と、前記第二遊星歯車に噛み合い、前記第二遊星歯車の公転によって前記第二遊星歯車の公転の軸と同軸を中心に自転すると共に前記第一歯車と異なる歯数を有する第二歯車と、前記第二歯車に接続されている出力軸と、前記入力軸に設けられ、前記第一遊星歯車及び前記第二遊星歯車に噛み合う補助歯車と、を備えていることを特徴とする。

【0009】

上記の「同期して公転する」とは、一方の歯車が他方の歯車と互いに相対関係を有して公転することを示し、その相対関係は特に制限されない。

10

【0010】

上記の「同期して公転する」形態としては、例えば第一歯車の径方向の中心軸と、第一遊星歯車の径方向の中心軸と、第二遊星歯車の径方向の中心軸とが互いに同一平面上に配置された形態が挙げられる。また、例えば第一歯車の径方向の中心軸と第一遊星歯車の径方向の中心軸とが通る平面と、第一歯車の径方向の中心軸と第二遊星歯車の径方向の中心軸とが通る平面が所定の角度をなし、該角度が保持されている形態が挙げられる。

【0011】

本発明の減速装置において、前記入力軸には該入力軸の軸線方向に貫通する貫通孔が形成されていてもよい。

また、本発明の減速装置は、駆動部を備え、該駆動部が前記貫通孔に配置されていてもよい。

20

【発明の効果】

【0012】

上記減速装置において、入力軸を回転させると、第一遊星歯車が第一歯車の径方向の中心軸と同軸を中心に公転する。続いて、第一遊星歯車の公転に同期して第二遊星歯車が第二歯車の径方向の中心軸と同軸を中心に公転し、それによって第二歯車が回転する。第二歯車の歯数は第一歯車の歯数と異なるため、第二歯車の回転が出力軸に伝達されて取り出された際に、入力軸の回転に対する減速比が得られる。本減速装置は従来の不思議遊星歯車機構の必須構成要素である太陽歯車を有しておらず、各構成部材が外装体に固定又は支持されている。そのため、従来は第一遊星歯車の公転中心に配置されていた太陽歯車や支持部材等が不要となり、軸線方向における減速装置の厚み寸法が縮小される。

30

従って、本発明によれば、軸線方向の厚み寸法を低減可能な減速装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第一実施形態である減速装置の構成要素を分解して示した斜視図である。

【図2】本発明の第一実施形態の減速装置を示す図であり、図1に示す各構成要素を組み立てて完成する減速装置をX-X線で矢視した場合に対応する断面図である。

【図3】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図4】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

40

【図5】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図6】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図7】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図8】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図9】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図10】本発明の第一実施形態の減速装置の変形例を示す断面図である。

【図11】本発明の第二実施形態の減速装置を構成する歯車のピッチ円の相対関係を示す概略図である。

【図12】本発明の第二実施形態の減速装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態である減速装置について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明で用いる図面は模式的なものであり、長さ、幅、及び厚みの比率等は実際のものと同ーとは限らず、適宜変更できる。

【 0 0 1 5 】

(第一実施形態)

始めに、本発明の第一実施形態を図 1 及び図 2 に基づいて説明する。図 1 は第一実施形態である減速装置 1 A の構成要素を分解して示した斜視図である。図 2 は減速装置 1 A を示す図であり、図 1 に示す各構成要素を組み立てて完成する減速装置 1 A を X - X 線で矢視した場合に対応する断面図である。

10

【 0 0 1 6 】

[減速装置 1 A の構成]

図 1 及び図 2 に示すように、減速装置 1 A は車両型等の各種屋外ロボット (図示略) に搭載可能な減速装置である。減速装置 1 A は、少なくとも固定内歯車 (第一歯車) 1 0 と、第一遊星歯車 2 0 と、入力軸 3 0 と、第二遊星歯車 4 0 と、可動内歯車 (第二歯車) 5 0 と、出力軸 7 0 と、を備えている。

以下では、図 1 に示す軸線 J に沿って、組み立てて完成した減速装置 1 A の入力軸 3 0 が配置されている側を「入力側」とし、出力軸 7 0 が配置されている側を「出力側」という (図 2 参照) 。

【 0 0 1 7 】

はじめに、図 1 を参照して減速装置 1 A の組み立て方法を説明する。

入力軸 3 0 の軸受 3 4 に連結軸 3 5 を挿入し、連結軸 3 5 の入力側 (図 1 に示す D 方向先端側) の端部に第一遊星歯車 2 0 を装着する。同様にして、連結軸 3 5 の出力側 (図 1 に示す D 方向基端側) の端部に第二遊星歯車 4 0 を装着する。

次に、D 方向に沿って、支持部材 8 0 の径方向中心の空洞部に入力軸 3 0 を挿通させ、ベアリング 8 4 を介して入力軸 3 0 を支持部材 8 0 に接続する。この際、入力軸 3 0 に連設された第三歯車 9 0 を支持部材 8 0 の入力側から突出させると共に、支持部材 8 0 に連設された固定内歯車 1 0 の内周側に第一遊星歯車 2 0 を噛み合わせる。そして、モータ (駆動部) 9 7 に設けられた第四歯車 9 5 を第三歯車 9 0 の外周側に噛み合わせる。

20

【 0 0 1 8 】

続いて、第二遊星歯車 4 0 に対し、D 方向に沿って、出力軸 7 0 に連設された可動内歯車 5 0 の内周側を噛み合わせる。該噛み合わせを行う前後で、D 方向に沿って、且つベアリング 7 4 を介し、出力軸 7 0 に支持部材 7 8 を接続する。

次に、D 方向に対して反対の方向に沿って、外装体 2 を支持部材 7 8 , 8 0 に外嵌させる。この際、外装体 2 の内周面に適当な接着剤を塗布してもよい。

上記工程により、図 2 に示す減速装置 1 A が完成する。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、固定内歯車 1 0 は環状に形成された部材の内周側に複数の歯を有する歯車であり、外装体 2 に固定され、回転不能とされている。外装体 2 は屋外ロボットの本体 (図示略) に連設された部材である。外装体 2 は有底筒状に形成され、円盤部 2 P と円盤部 2 P の外縁に立設された側壁 2 E とを備えている。

30

40

【 0 0 2 0 】

側壁 2 E の内周面には固定内歯車 1 0 を支持する支持部材 8 0 が配設されている。支持部材 8 0 は有底筒状に形成され、空洞部を有する円盤部 8 0 P と円盤部 8 0 P の外縁に立設された側壁 8 0 E とを備えている。側壁 8 0 E の外周面が側壁 2 E の内周面に当接することで、支持部材 8 0 は外装体 2 に固定されている。

【 0 0 2 1 】

固定内歯車 1 0 は側壁 8 0 E の内周面に配置され、外装体 2 に固定されるとともに回転不能とされている。

外装体 2 は上記のように固定内歯車 1 0 を少なくとも固定することができれば、特に限

50

定されない。例えば、機械加工や鋳造（ダイキャスト）等の成形法によって加工され、固定内歯車 10 と一体となったものも外装体 2 として機能する。また、既存の装置を外装体 2 として扱い、該装置に固定内歯車 10 を固定したものも外装体 2 として機能する。さらに、外装体 2 に図示しない固定部が配置され、該固定部を介して外装体 2 が種々の装置に組み込まれていてもよい。このような構成によって、減速装置 1 A は減速機（ボックス・モジュール）として機能する。

【 0 0 2 2 】

第一遊星歯車 20 は円筒状に形成された部材の外周側に複数の歯を有し、固定内歯車 10 に噛み合う歯車である。第一遊星歯車 20 は、固定内歯車 10 の中心軸（径方向の中心軸）J 10 と同軸を中心に公転する。第一遊星歯車 20 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角は、固定内歯車 10 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角を考慮し、固定内歯車 10 との噛み合い条件が成立する範囲内で設定されている。第一遊星歯車 20 の設置数は特に制限されない。第一遊星歯車 20 は少なくとも 1 つ設置されていれば減速装置 1 A を動作させることができるが、動作の安定性の面から第一遊星歯車 20 の設置数は 3 以上であることが好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

入力軸 30 は、支持部材 80 の円盤部 80 P の空洞部を貫通すると共に、ベアリング 84 によって支持部材 80 の円盤部 80 P の内周面に接続されている部材である。これにより、入力軸 30 は支持部材 80 及び固定内歯車 10 に対して回転可能に支持されている。

入力軸 30 には、中心軸（径方向の中心軸）J 30 の方向（軸線方向）に貫通する貫通孔 H が形成されている。第一実施形態の入力軸 30 は円筒状に形成され、入力軸 30 の径方向中心には貫通孔 H をなす空洞部が存在する。

20

【 0 0 2 4 】

入力軸 30 の入力側の端部 30 a の外周面には、第三歯車 90 が設けられている。第三歯車 90 は環状に形成された部材の外周側に複数の歯を有する歯車である。

【 0 0 2 5 】

入力軸 30 の出力側の端部 30 b は外装体 2 の側壁 2 E に向かって拡径し、軸支部 32 を構成している。軸支部 32 には軸受 34 が設けられ、軸受 34 には連結軸 35 が支持されている。連結軸 35 の入力側の端部 35 a には、第一遊星歯車 20 が連結されている。これにより、入力軸 30 は第一遊星歯車 20 と連動可能とされている。

30

【 0 0 2 6 】

第四歯車 95 は円筒状に形成された部材の外周側に複数の歯を有し、第三歯車 90 と噛み合う歯車である。第四歯車 95 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角は、第三歯車 90 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角を考慮し、第三歯車 90 との噛み合い条件が成立する範囲内で設定されている。

本明細書の実施例において、第四歯車 95 にはモータ 97 が接続されている。該構成において、第四歯車 95 は公転せず、モータ 97 の作動により自転する。これにより、第四歯車 95 に接続された入力軸 30 が減速して回転可能とされている。即ち、第四歯車 95 は入力軸 30 の予備減速機を構成し、この予備減速機により減速装置 1 A の減速比が増大する。なお、モータ 97 と接続されない第四歯車 95 が、単数又は複数設置されてもよい。この場合、減速装置 1 A の動作の安定性が向上するため好ましい。第四歯車 95 の設置数は特に制限されないが、減速装置 1 A の動作の安定性の面から第四歯車 95 の設置数は 2 以上 4 以下であることが好ましい。

40

【 0 0 2 7 】

第二遊星歯車 40 は円筒状に形成された部材の外周側に複数の歯を有する歯車である。第二遊星歯車 40 は連結軸 35 の出力側の端部 35 b に連結され、第一遊星歯車 20 と同期して中心軸 J 10 を中心に公転する。

ここで、固定内歯車 10 の中心軸 J 10 と第一遊星歯車 20 の中心軸（径方向の中心軸）J 20 とが通る平面を仮想平面 P 20 とし、固定内歯車 10 の中心軸 J 10 と第二遊星歯車 40 の中心軸（径方向の中心軸）J 40 とが通る平面を仮想平面 P 40 とする。第一

50

実施形態では、仮想平面 P 2 0 と仮想平面 P 4 0 とが同一とされ、それによって第二遊星歯車 4 0 は第一遊星歯車 2 0 と同期して公転する。

第二遊星歯車 4 0 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角は特に制限されないが、例えば第一遊星歯車 2 0 と同程度とされている。第二遊星歯車 4 0 の設置数は第一遊星歯車 2 0 の設置数と同一である。

【 0 0 2 8 】

可動内歯車 5 0 は環状に形成された部材の内周側に複数の歯を有し、第二遊星歯車 4 0 に噛み合う歯車である。可動内歯車 5 0 は、第二遊星歯車 4 0 が公転することによって、第二遊星歯車 4 0 の公転の軸と同軸（即ち、中心軸 J 1 0 ）を中心に自転する。従って、可動内歯車 5 0 の歯数は第二遊星歯車 4 0 との噛み合い条件が成立する範囲内で、且つ固定内歯車 1 0 の歯数とは異なる歯数で設定されている。可動内歯車 5 0 と固定内歯車 1 0 との歯数差は特に制限されないが、例えば 1 とされている。即ち、固定内歯車 1 0 の歯数を N とすると、可動内歯車 5 0 の歯数は $N - 1$ 、又は $N + 1$ である。可動内歯車 5 0 のピッチ円の直径及び圧力角は、第二遊星歯車 4 0 のピッチ円の直径及び圧力角を考慮し、第二遊星歯車 4 0 との噛み合い条件が成立する範囲内で設定されている。

10

【 0 0 2 9 】

出力軸 7 0 は可動内歯車 5 0 に接続されている。出力軸 7 0 は円筒状に形成され、出力軸 7 0 の径方向中心には空洞部 Q が存在する。空洞部 Q は貫通孔 H と連通し、これらによって減速装置 1 A の中空部分が構成されている。出力軸 7 0 の端部 7 0 a は外装体 2 の側壁 2 E に向かって拡径し、その先端には側壁 7 0 E が立設されている。側壁 7 0 E の内周面には可動内歯車 5 0 が固定されている。また、出力軸 7 0 はベアリング 7 4、固定部材 7 2 及び支持部材 7 8 を順次介して外装体 2 の側壁 2 E の内周面に配設され、ベアリング 7 4 により回転可能に支持されている。

20

出力軸 7 0 は屋外ロボットの手輪や腕、足、その他の稼働部分（図示略）等に連設されている。

【 0 0 3 0 】

支持部材 7 8 は有底筒状に形成され、空洞部を有する円盤部 7 8 P と円盤部 7 8 P の外縁に立設された側壁 7 8 E とを備えている。側壁 7 8 E の外周面が外装体 2 の側壁 2 E の内周面に当接することで、支持部材 7 8 は外装体 2 に固定されている。側壁 7 8 E が支持部材 8 0 の側壁 8 0 E よりも径方向の外側に位置しているため、減速装置 1 A の組み立てを行う際に、側壁 2 E が側壁 7 8 E によって係止される。

30

なお、固定部材 7 2 及び支持部材 7 8 は一体的に形成されていてもよく、同一部材から構成されていてもよい。

【 0 0 3 1 】

[減速装置 1 A の動作]

続いて、上記説明した減速装置 1 A の動作を説明する。

先ず、モータ 9 7 が作動すると、第四歯車 9 5 が第三歯車 9 0 の内周側で自転し、入力軸 3 0 が第四歯車 9 5 の自転速度に比べて減速して自転する。

【 0 0 3 2 】

入力軸 3 0 が自転すると、連動して連結軸 3 5 が入力軸 3 0 の周方向に公転する。これに伴い、第一遊星歯車 2 0 が固定内歯車 1 0 と噛み合いながら固定内歯車 1 0 の内周側を公転する。そして、第一遊星歯車 2 0 と同期して、第二遊星歯車 4 0 が公転し、それによって可動内歯車 5 0 が第二遊星歯車 4 0 と噛み合いながら自転する。第一遊星歯車 2 0 と固定内歯車 1 0、及び第二遊星歯車 4 0 と可動内歯車 5 0 の各歯車同士では噛み合い条件が成立している。そのため、可動内歯車 5 0 は第一遊星歯車 2 0 及び第二遊星歯車 4 0 の一公転毎に、固定内歯車 1 0 との歯数差に相当する角度だけ回転する。可動内歯車 5 0 のピッチ円の直径は第一遊星歯車 2 0 及び第二遊星歯車 4 0 のピッチ円の直径よりも大きく、可動内歯車 5 0 及び固定内歯車 1 0 の各歯数も第一遊星歯車 2 0 及び第二遊星歯車 4 0 の各歯数よりも多い。また、可動内歯車 5 0 と固定内歯車 1 0 との歯数差に相当する角度は約 $360^\circ / N$ 程度と小さく、可動内歯車 5 0 は入力軸 3 0 の自転速度に比べて大きく

40

50

減速して回転する。

従って、出力軸 70 は、モータ 97 の動作速度に対する入力軸 30 の減速比に、入力軸 30 の自転速度に対する出力軸 70 の減速比を乗じた減速比に応じて減速して回転する。その減速回転に応じて、出力軸 70 に連設された屋外ロボットの稼働箇所が動作する。

【0033】

[減速装置 1A の効果]

以上説明した第一実施形態の減速装置 1A は、従来の不思議遊星歯車機構の減速装置の主要な構成要素である太陽歯車を有しておらず、第一遊星歯車 20 の公転中心に配置されていた各種支持部材等も必要としない。そのため、軸線 J 方向における厚み寸法が従来の不思議遊星歯車機構よりも小さい減速装置が得られる。

また、減速装置 1A においては、第一遊星歯車 20 の公転に同期して第二遊星歯車 40 が公転し、第二遊星歯車 40 の公転によって可動内歯車 50 が自転する。上述のように可動内歯車 50 の歯数は固定内歯車 10 の歯数と異なるため、可動内歯車 50 の回転が出力軸 70 に伝達されて取り出された際に、入力軸 30 の自転に対する大きな減速比が容易に得られる。即ち、比較的少数の部材且つ単段で、従来の不思議遊星歯車機構又はハーモニックドライブ（登録商標）と同程度或いはそれ以上の大減速比を容易に得ることができる。そして、従来のハーモニックドライブに比べると、バックドライブアビリティが良いので、減速装置 1A における出力側からの外力や衝撃に対する耐性を大きくすることができる。また、簡素な構成からなり、各部材に対してハーモニックドライブ程の精密さが要求されないため、減速装置 1A の摩耗寿命等を長くすることができる。

加えて、前述のように太陽歯車が不要となり、固定内歯車 10 及び可動内歯車 50 のピッチ円の直径を自在に設定し易く、且つ大きくすることができる。そして、ピッチ円の直径の大きな固定内歯車 10 及び可動内歯車 50 の内周側に噛み合わせて、多数の第一遊星歯車 20 及び第二遊星歯車 40 を設置可能である。これにより、減速装置 1A の許容トルクを大きく確保することができる。また、第一遊星歯車 20 及び第二遊星歯車 40 のピッチ円の直径を小さくすることができ、小出力のモータ 97 で入力軸 30 や各遊星歯車を回転させることができる。

【0034】

また、減速装置 1A においては、入力軸 30 に貫通孔 H が形成されているので、減速装置 1A 及び屋外ロボットを作動させるために必要な種々の配線を入力軸 30 の内部（即ち、貫通孔 H）に通線可能になる。これにより、屋外ロボットの信号線や動力線を貫通孔 H に通すことができ、油圧や空圧等の配管を貫通孔 H に通すこともできる。また、ロッド・ベルト等の伝送機構を貫通孔 H に配置することができる。さらに、これらの配線や伝送機構の露出を無くし、その長さ寸法を低減することができる。

【0035】

また、減速装置 1A は第四歯車 95 及び第三歯車 90 を含む入力軸 30 の予備減速機を備えているため、入力軸 30 の自転速度を予め減速させ、減速装置 1A の減速比をより一層増大させることができる。

【0036】

[減速装置 1A の変形例]

続いて、図 1 及び図 2 に示す減速装置 1A の変形例を説明する。

図 3 から図 10 は減速装置 1A の変形例を示す図であって、図 1 に示す減速装置 1A と同様に各構成要素を組み立てて完成する減速装置 1B から 1I を減速装置 1A に図示した X-X 線に相当する位置で矢視した場合に対応する断面図である。なお、図 3 及び図 4 では第四歯車 95 及びモータ 97 の図示を省略する。また、図 3 から図 10 に示す減速装置 1B から 1I の構成要素において、図 1 及び図 2 に示す減速装置 1A の構成要素と同一の構成要素については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0037】

図 3 に示す減速装置 1B は軸支部材 36 を備えている。

軸支部材 36 は筒状に形成され、軸支部材 36 の径方向中心には空洞部が存在する。軸

10

20

30

40

50

支部材 3 6 の入力側の端部 3 6 a と出力側の端部 3 6 b は拡径し、それぞれ軸支部 3 2 を構成している。二つの軸支部 3 2 , 3 2 にはそれぞれ軸受 3 4 が設けられ、二つの軸受 3 4 , 3 4 のそれぞれには連結軸 3 5 の入力側の端部 3 5 a 及び出力側の端部 3 5 b が支持されている。連結軸 3 5 は軸線 J 方向に隣り合う第一遊星歯車 2 0 及び第二遊星歯車 4 0 を貫通している。

入力軸 3 0 の端部 3 0 a は外装体 2 の側壁 2 E に向かって僅かに拡径している。入力軸 3 0 の拡径部分は軸支部材 3 6 の端部 3 6 b 及び端部 3 6 b に構成された軸支部 3 2 に連設されている。

【 0 0 3 8 】

図 4 に示す減速装置 1 C は減速装置 1 B と同様の構成要素を備えている。

10

減速装置 1 C では、入力軸 3 0 が減速装置 1 B の入力軸 3 0 よりも軸線 J 方向に延在し、入力軸 3 0 の拡径部分は軸支部材 3 6 の端部 3 6 a に構成された軸支部 3 2 に連設されている。

【 0 0 3 9 】

減速装置 1 B , 1 C の動作は、入力軸 3 0 の自転に伴って軸支部材 3 6 も自転し、且つ軸支部材 3 6 の自転に連動して連結軸 3 5 が入力軸 3 0 の周方向に公転すること以外、減速装置 1 A の動作と同様である。

従って、減速装置 1 B , 1 C によれば、減速装置 1 A と同様の作用効果が得られる。

【 0 0 4 0 】

図 5 に示す減速装置 1 D は減速装置 1 A の構成において 3 つの第四歯車 9 5 全てにモータ 9 7 が接続されている。

20

減速装置 1 D の動作は減速装置 1 A の動作と同様である。

従って、減速装置 1 D によれば、減速装置 1 A と同様の作用効果が得られる。また、減速装置 1 D によれば、より小出力のモータ 9 7 を使用可能とし、且つ減速装置 1 D の動作の安定性を保持することができる。

【 0 0 4 1 】

図 6 に示す減速装置 1 E は、減速装置 1 B の構成において、環状に形成された部材の外周側に複数の歯を有する第三歯車 9 0 を前記部材の内周側に複数の歯を有する第三歯車 9 2 に替えていたものである。第三歯車 9 0 と同様に、第三歯車 9 2 も第四歯車 9 5 と噛み合う歯車である。

30

また、入力軸 3 0 の端部 3 0 a は拡径すると共に縮径し、貫通孔 H に突出する突出部 3 3 を構成している。突出部 3 3 の内周面には第三歯車 9 2 が固定されている。これにより、第三歯車 9 2 と第四歯車 9 5 とモータ 9 7 の少なくとも一部が入力軸 3 0 の貫通孔 H に配置されている。

【 0 0 4 2 】

また、モータ 9 7 の出力側端部は外装体 2 の円盤部 2 P、図示しないモータマウント又は既存の装置に連設されていてもよい。その場合、モータ 9 7 の相対的な配置に合わせて、円盤部 2 P は入力側及び径方向中心側に延設されている。モータ 9 7 の出力側端部にフランジ状の取付部（図示略）が設けられ、径方向外方に拡径されていれば、この取付部を外装体 2 の円盤部 2 P、モータマウント又は既存の装置の入力側端面に当接させ、固定することができる。

40

【 0 0 4 3 】

減速装置 1 E の動作は減速装置 1 B の動作と同様である。

従って、減速装置 1 E によれば、減速装置 1 A と同様の作用効果が得られる。また、減速装置 1 E によれば、第三歯車 9 2 と第四歯車 9 5 とモータ 9 7 の少なくとも一部を入力軸 3 0 の貫通孔 H に収容可能とし、軸線 J 方向における厚み寸法を更に低減することができる。

【 0 0 4 4 】

第三歯車 9 0 を第三歯車 9 2 に替える変形は、減速装置 1 B 以外の減速装置にも適用することができる。

50

図7に示す減速装置1Fは、減速装置1Aの構成において第三歯車90を第三歯車92に替えたものである。第三歯車92は入力軸30の端部30aの内周面に固定されている。これにより、第三歯車92及び第四歯車95が入力軸30の貫通孔Hに配置されている。また、モータ97は貫通孔Hに連通する出力軸70の空洞部に配置されている。

なお、減速装置1Dと同様に、減速装置1Fでは3つの第四歯車95全てにモータ97が接続されている。

【0045】

減速装置1Fの動作は減速装置1Aの動作と同様である。

従って、減速装置1Fによれば、減速装置1A、1Dと同様の作用効果が得られる。また、減速装置1Fによれば、第三歯車92、第四歯車95及びモータ97全体を入力軸30の貫通孔Hに収容可能とし、軸線J方向における厚み寸法を低減することができる。

10

【0046】

図8に示す減速装置1Gは減速装置1Eと同様の構成要素を備えている。

減速装置1Gでは、モータ97が軸線J方向において第四歯車95に対し逆向きに接続されている。これにより、モータ97は軸支部材36の空洞部に配置されている。

【0047】

減速装置1Gの動作は減速装置1Eの動作と同様である。

従って、減速装置1Gによれば、減速装置1Eと同様の作用効果が得られる。また、減速装置1Gによれば、第三歯車92、第四歯車95及びモータ97を入力軸30の貫通孔Hに全て収容可能とし、減速装置1Fと同程度に軸線J方向における厚み寸法を低減することができる。

20

【0048】

図9に示す減速装置1Hでは、減速装置1Cの構成において、筒状に形成された入力軸30に連結部38が設けられている。連結部38は貫通孔Hを横断し、連結部38の径方向両端部は中心軸J30の方向において入力軸30の端部30a側に接続されている。

また、連結部38の径方向中心にモータ97が接続されている。これにより、モータ97は入力軸30の貫通孔Hに配置された状態で直接、入力軸30を自転させる。即ち、減速装置1Hは第三歯車92及び第四歯車95を備えていない。

【0049】

なお、図10に示す減速装置1Iは、減速装置1Hの構成においてモータ97を既存の減速機を備えたモータ98に替えたものである。

30

【0050】

減速装置1H、1Iの動作は、モータ98の作動によって入力軸30が直接自転すること以外、減速装置1Cの動作と同様である。

従って、減速装置1H、1Iによれば、減速装置1A、1Cと同様の作用効果が得られる。但し、減速装置1Hは予備減速機を備えていないので、減速装置1Hの減速比はモータ98の出力に応じた入力軸30の自転速度で公転する第一遊星歯車20及び第二遊星歯車40に対応する。

また、減速装置1Iによれば、入力軸30がモータ98によって直接自転する場合であっても、モータ98の減速機により入力軸30の自転速度が予備的に減速される。従って、第三歯車92及び第四歯車95を備えている減速装置と同様に、減速装置1Iの減速比を増大させることができる。

40

【0051】

そして、上記説明した減速装置1F、1G、1H、1Iに例示する構成では、モータ97或いはモータ98を入力軸30の貫通孔Hに配置可能とし、前記各種配線と同様にモータ97或いはモータ98の露出を無くすることができる。

【0052】

(第二実施形態)

次に、本発明の第二実施形態を図11に基づいて説明する。図11は第二実施形態である減速装置5Aを構成する歯車のピッチ円の相対関係を示す概略図である。図12は減速

50

装置 5 A の構成要素の一部を示す断面図である。詳しくは、図 1 に示す減速装置 1 A と同様に各構成要素を組み立てて完成する減速装置 5 A を減速装置 1 A に図示した X - X 線に相当する位置で矢視した場合に対応する断面図である。なお、図 1 1 及び図 1 2 に示す減速装置 5 A の構成要素において、図 1 及び図 2 に示す減速装置 1 A の構成要素と同一の構成要素については、同一の符号を付し、その説明を省略する。また、減速装置 5 A において、減速装置 1 A に図示した X - X 線に相当する位置は図 1 1 に示す仮想平面 P 4 0 の位置である。第二実施形態の構成によると、仮想平面 P 4 0 における断面視では第一遊星歯車 2 0 及び補助歯車 1 0 0 は現れない。しかしながら、以下において第一遊星歯車 2 0、補助歯車 1 0 0、第二遊星歯車 4 0 の噛み合い関係をわかりやすく説明するため、図 1 2 では第一遊星歯車 2 0 及び補助歯車 1 0 0 を実線で図示する。

10

【 0 0 5 3 】

[減速装置 5 A の構成]

減速装置 5 A は減速装置 1 A と同様に、屋外ロボット（図示略）に搭載可能な減速装置である。減速装置 5 A は、少なくとも固定内歯車 1 0 と、第一遊星歯車 2 0 と、入力軸 3 0 と、補助歯車 1 0 0 と、第二遊星歯車 4 0 と、可動内歯車 5 0 と、出力軸 7 0 と、を備えている。減速装置 5 A の固定内歯車 1 0 と、第一遊星歯車 2 0 と、入力軸 3 0 と、第二遊星歯車 4 0 と、可動内歯車 5 0 と、出力軸 7 0 はそれぞれ、減速装置 1 A において対応する構成要素と基本的には同様に構成されているので、以下では相違する点を説明する。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 に示すように、固定内歯車 1 0 のピッチ円の直径は可動内歯車 5 0 のピッチ円の直径よりも小さく設定されている。また、図 1 2 に示すように、第一遊星歯車 2 0 は連結軸 3 7 A に連結されている。一方、第二遊星歯車 4 0 は連結軸 3 7 B に連結されている。連結軸 3 7 A、3 7 B は軸線方向（図示略）において互いに逆側から軸支部材 3 6 の軸支部 3 2 に接続されている。また、径方向において、連結軸 3 7 B は連結軸 3 7 A よりも外周側で軸支部 3 2 に接続されている。従って、第二遊星歯車 4 0 は第一遊星歯車 2 0 の公転軌道より内周側の軌道を公転可能になっている。

20

【 0 0 5 5 】

補助歯車 1 0 0 は、円筒状に形成された部材の外周側に複数の歯を有する補助歯車 1 0 1 と補助歯車 1 0 2 から構成されている。補助歯車 1 0 1 と補助歯車 1 0 2 は連結軸 3 5 によって連結され、入力軸 3 0（図示略）に接続されている。

30

【 0 0 5 6 】

補助歯車 1 0 1 は第一遊星歯車 2 0 に噛み合い、補助歯車 1 0 2 は第二遊星歯車 4 0 に噛み合う。補助歯車 1 0 1 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角は、第一遊星歯車 2 0 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角を考慮し、第一遊星歯車 2 0 との噛み合い条件が成立する範囲内で設定されている。補助歯車 1 0 2 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角は、第二遊星歯車 4 0 の歯数、ピッチ円の直径及び圧力角を考慮し、第二遊星歯車 4 0 との噛み合い条件が成立する範囲内で設定されている。

【 0 0 5 7 】

第二実施形態では、図 1 1 に示すように仮想平面 P 2 0 と仮想平面 P 4 0 とが互いに、補助歯車 1 0 0 のピッチ円の径に応じた角度 θ をなし、この角度 θ が図 1 2 に示す連結軸 3 7 A、3 7 B によって保持されている。従って、第一遊星歯車 2 0 と第二遊星歯車 4 0 がそれぞれ中心軸 J 1 0 と同軸を中心に公転する。それによって第二遊星歯車 4 0 は第一遊星歯車 2 0 と同期して公転する。

40

【 0 0 5 8 】

[減速装置 5 A の動作]

入力軸 3 0 が自転すると、連動して連結軸 3 5 が入力軸 3 0 の周方向に公転する。これに伴い、補助歯車 1 0 1、1 0 2 が公転する。補助歯車 1 0 1 の公転に伴い、これに噛み合う第一遊星歯車 2 0 が固定内歯車 1 0 と噛み合いながら固定内歯車 1 0 の内周側を公転する。一方で、補助歯車 1 0 2 に噛み合う第二遊星歯車 4 0 が可動内歯車 5 0 と噛み合いながら公転し、この公転によって可動内歯車 5 0 が自転する。補助歯車 1 0 1 と第一遊星

50

歯車 20 及び固定内歯車 10 の各歯車同士と、補助歯車 102 と第二遊星歯車 40 及び可動内歯車 50 の各歯車同士は噛み合い条件が成立している。そのため、可動内歯車 50 は第二遊星歯車 40 の一公転毎に、固定内歯車 10 との歯数差に相当する角度だけ回転する。減速装置 1A と同様に、可動内歯車 50 と固定内歯車 10 との歯数差に相当する角度は数°程度と小さく、可動内歯車 50 は入力軸 30 の自転速度に比べて大きく減速して回転する。

従って、出力軸 70 は、モータ 97 の動作速度に対する入力軸 30 の減速比に出力軸 30 の自転速度に対する出力軸 70 の減速比を乗じた減速比に応じて減速して回転する。その減速回転に応じて、出力軸 70 に連設された屋外ロボットの稼働箇所が動作する。

【0059】

[減速装置 5A の効果]

減速装置 5A によれば、減速装置 1A と同様の効果が得られる。さらに、減速装置 5A では第一遊星歯車 20 と第二遊星歯車 40 が補助歯車 100 を介して個別に噛み合うため、転移による第一遊星歯車 20 及び第二遊星歯車 40 のピッチ円、固定内歯車 10 及び可動内歯車 50 のピッチ円の直径を任意に設定可能となる。また、補助歯車 100 を設けることで、第一遊星歯車 20 及び第二遊星歯車 40、固定内歯車 10、可動内歯車 50 の各歯車を転移させずに済む。従って、減速装置 5A の設計の自由度を上げることができる。

【0060】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0061】

例えば、第一遊星歯車 20 は固定内歯車 10 の外周側を公転可能とされていてもよい。即ち、第一歯車として、固定内歯車 10 に替えて、環状に形成された部材の外周側に複数の歯を有する外歯車が用いられていても構わない。その場合、例えば支持部材 80 を円盤部 80P で構成し、前記外歯車を円盤部 80P の出力側に接続してもよい。

固定内歯車 10 のように内歯車を用いた場合、外周面が比較的滑らかになるため、既存の装置内に組み込み易い。また、歯が内周側に突出しているため、安全性が向上する。さらに、グリス等の潤滑剤の漏れを防止することができる。

一方、固定内歯車 10 を外歯車にすることで、本発明の減速装置の製造時において歯を削る加工装置側の制約が少なくなるため、減速装置の加工性が向上する。また、屋外ロボットの耐久性を高める等の目的や屋外ロボットの用途に応じて歯の形状を任意に設定し易く、設計自由度が大きくなる。

第一遊星歯車 20 と同様に、第二遊星歯車 40 は可動内歯車 50 の外周側を公転可能とされていてもよい。この構成においても、上述した減速装置 1A と同様の作用効果を得ることができる。

【0062】

また、第一遊星歯車 20 の設置数と第二遊星歯車 40 の設置数は必ずしも同一である必要はなく、一つの第一遊星歯車 20 につき公転軌道方向の両側に第二遊星歯車 40 が配置されていても構わない。

なお、各実施形態で説明した変形例は複数組み合わせてもよい。

【0063】

また、本発明の減速装置が駆動部を具備する場合、該駆動部は回転運動を生成する機能を有していれば、その種類や構成等は特に制限されない。前記回転運動は無限回転であってもよく、有限回転であってもよい。このような駆動部を構成するものとしては、例えば一般に知られているモータの他に、空圧モータ、油圧モータ、各種エンジン、タービン（空気・蒸気）、風車、水車等が挙げられる。また、駆動部は直動等の非回転運動系を変換し、上記の回転運動を生成するものであってもよい。このような変換を行う駆動部としては、例えば空圧シリンダ、油圧シリンダ、蒸気シリンダ、ソレノイド、直動（リニア）モータ等が挙げられる。

10

20

30

40

50

また、駆動部は図示しないカップリング（所謂、軸継手）を備えていてもよい。その場合、このカップリングを介して駆動部が第四歯車 95、さらには入力軸 30 に接続されていてもよい。

【符号の説明】

【0064】

1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 5A... 減速装置

2... 外装体

10... 固定内歯車（第一歯車）

20... 第一遊星歯車

30... 入力軸

40... 第二遊星歯車

50... 可動内歯車（第二歯車）

70... 出力軸

90, 92... 第三歯車

95... 第四歯車

97, 98... モータ（駆動部）

100... 補助歯車

H... 貫通孔

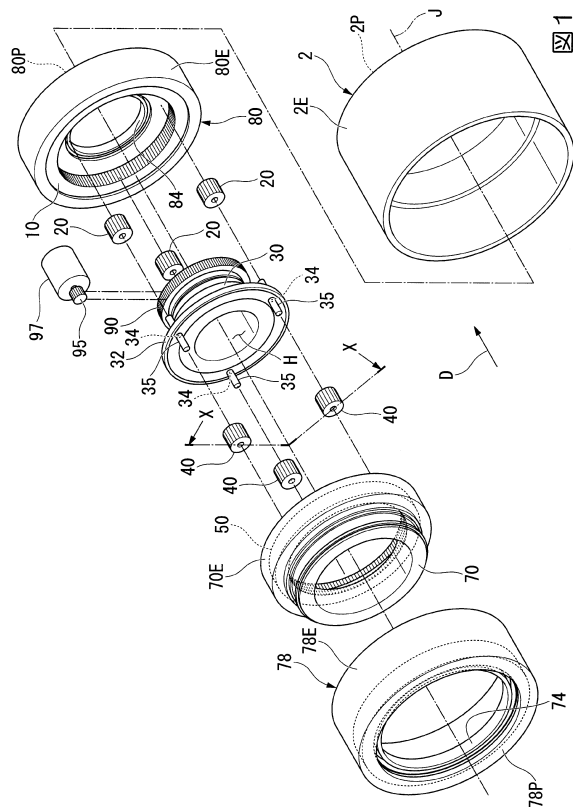
J... 軸線

J10, J20, J30, J40... 中心軸（径方向の中心軸）

10

20

【図1】



【図2】

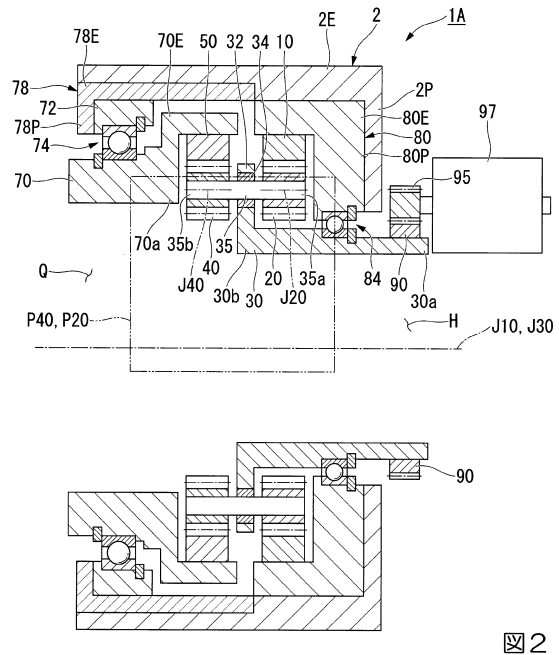


図2

【 図 3 】

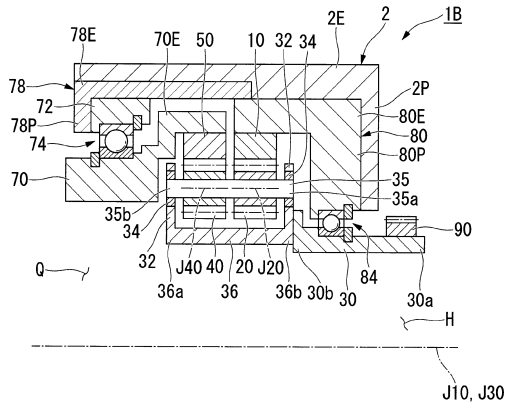


図 3

【 図 4 】

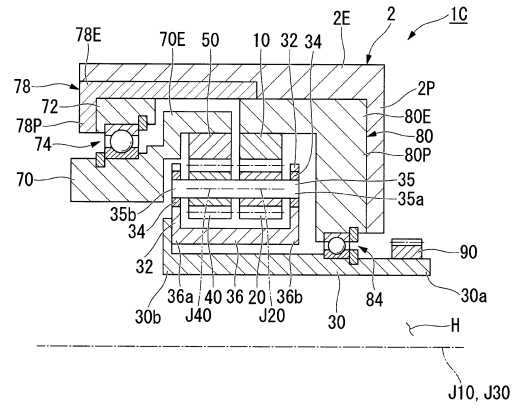


図 4

【 図 5 】

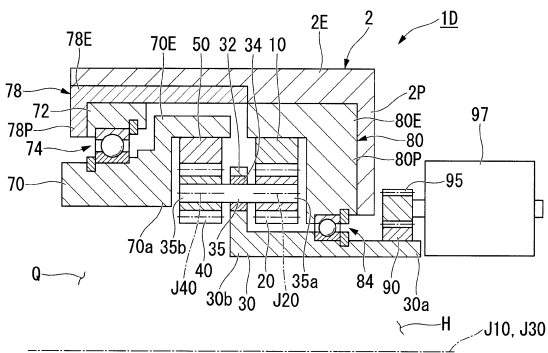


図 5

【 図 6 】

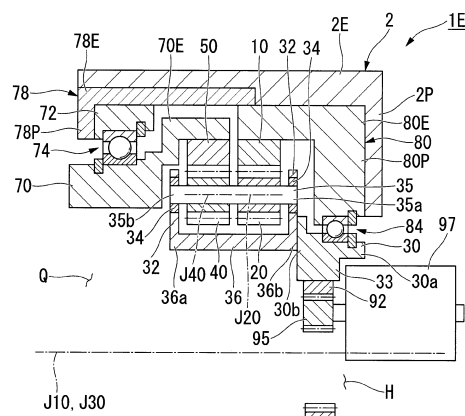


図 6

【 図 7 】

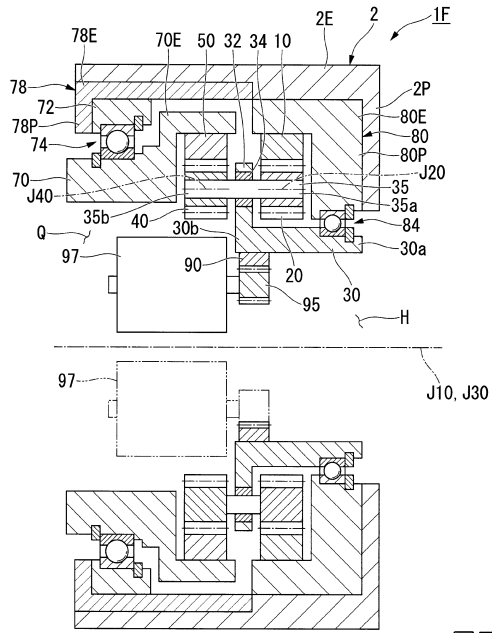


図 7

【 図 8 】

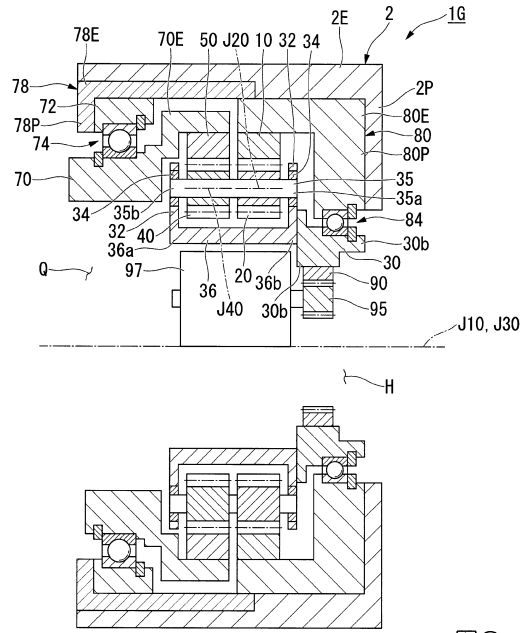


図 8

【 図 9 】

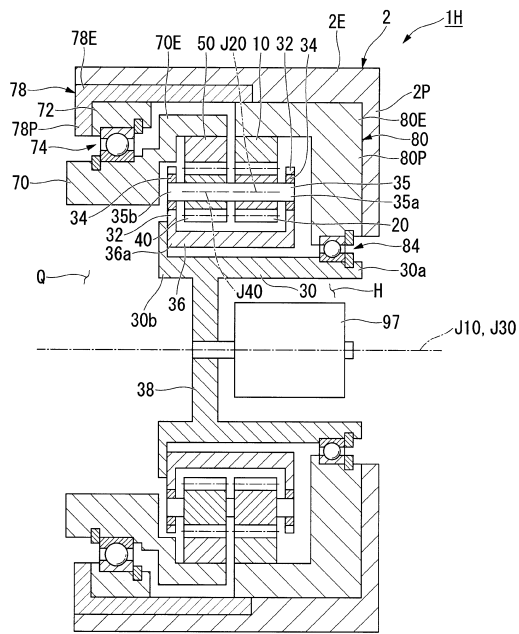


図 9

【 図 10 】

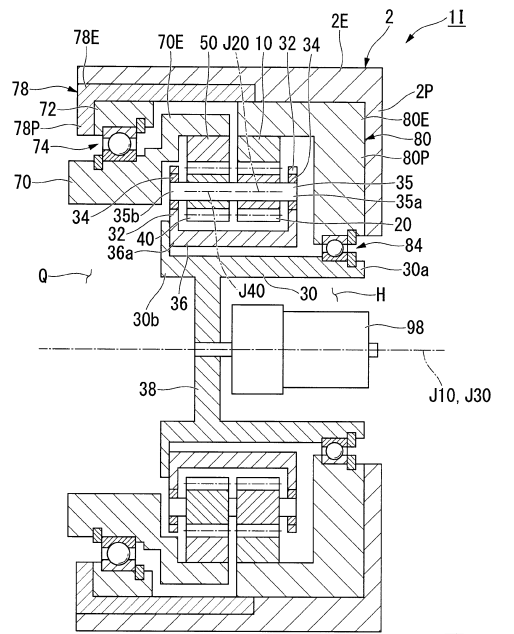


図 10

【図 1 1】

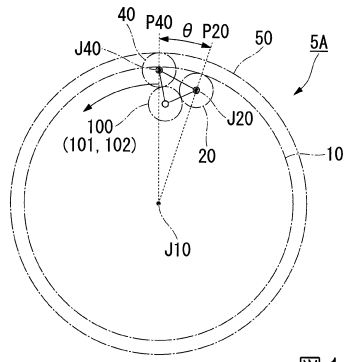


図 1 1

【図 1 2】

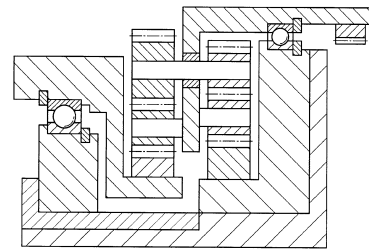
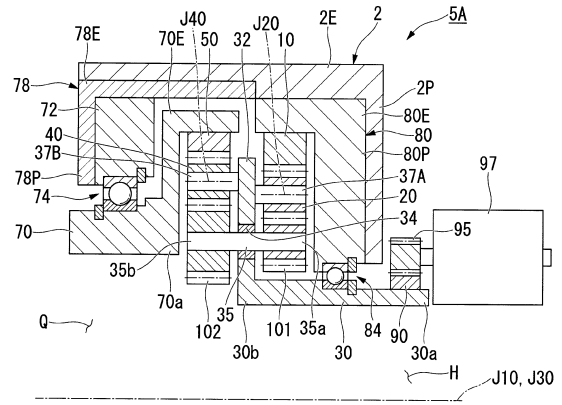


図 1 2

フロントページの続き

(72)発明者 菊池 快

神奈川県川崎市多摩区東三田 1 - 1 - 1 明治大学生田キャンパス内

審査官 岡本 健太郎

(56)参考文献 特公昭46 - 006935 (JP, B1)

実開昭60 - 132166 (JP, U)

特開2004 - 232676 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 1/46

F16H 1/36