

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4428368号  
(P4428368)

(45) 発行日 平成22年3月10日(2010.3.10)

(24) 登録日 平成21年12月25日(2009.12.25)

(51) Int.Cl.

F 1 6 H 25/20 (2006.01)

F 1

F 1 6 H 25/20

D

請求項の数 3 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-212326 (P2006-212326)  
 (22) 出願日 平成18年8月3日(2006.8.3)  
 (65) 公開番号 特開2008-38996 (P2008-38996A)  
 (43) 公開日 平成20年2月21日(2008.2.21)  
 審査請求日 平成19年6月1日(2007.6.1)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (72) 発明者 中村 喜代治  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内  
 審査官 鈴木 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転直線運動変換機構の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パイプ状をなして長手方向中央部の内周に雌ねじが形成されるリングシャフトと、  
 前記リングシャフト内に同リングシャフトと同一軸線上で延びるように配置されて長手  
 方向中央部の外周に雄ねじが形成されるサンシャフトと、

前記サンシャフトの外周面と前記リングシャフトの内周面との間にそれらシャフトと同  
 方向に延びるように配置されて前記リングシャフトの雌ねじ及び前記サンシャフトの雄ね  
 じと噛み合わされる雄ねじが長手方向中央部の外周に形成される複数のプラネタリシャフ  
 トと、

前記リングシャフトにおける長手方向一端部の内周に固定される第1リングギヤと、  
 前記サンシャフトにおける長手方向一端部の外周に一体形成される第1サンギヤと、  
 前記プラネタリシャフトにおける長手方向一端部の外周に一体形成されて前記第1リン  
 グギヤ及び前記第1サンギヤと噛み合う第1プラネタリギヤと、

前記リングシャフトにおける長手方向他端部の内周に固定される第2リングギヤと、  
 前記サンシャフトにおける長手方向他端部の外周に固定される第2サンギヤと、  
 前記プラネタリシャフトにおける長手方向他端部の外周に周方向への自転が可能となる  
 よう取り付けられて前記第2リングギヤ及び前記第2サンギヤと噛み合わされる第2プラ  
 ネタリギヤと、

を備える回転直線運動変換機構の製造方法であって、

第1及び第2サンギヤが設けられた前記サンシャフト、第1プラネタリギヤが設けられ

10

20

た前記プラネタリシャフト、前記リングシャフト、並びに、第1及び第2リングギヤからなる集合体を、前記サンシャフトに対する前記プラネタリシャフトの平行状態を保持しつつ組み立てる工程と、

前記集合体における前記プラネタリシャフトの他端部の外周面に前記第2プラネタリギヤを挿入しつつ同ギヤを前記第2サンギヤ及び前記第2リングギヤに噛み合わせる工程と、  
を含むことを特徴とする回転直線運動変換機構の製造方法。

【請求項2】

前記集合体を組み立てる工程の前に、前記第1サンギヤ及び前記第2サンギヤを両者の前記サンシャフトの軸線周りについての位相が一致するよう同サンシャフトに一体形成する工程を行う

10

請求項1記載の回転直線運動変換機構の製造方法。

【請求項3】

前記集合体を組み立てる工程においては、前記各プラネタリシャフトを前記サンシャフトの周方向周りに配置した後、前記各プラネタリシャフトの第1プラネタリギヤ間に噛み合うとともに同シャフトと平行に延びる治具を装着し、

前記集合体における前記プラネタリシャフトの他端部の外周面に前記第2プラネタリギヤを挿入する工程の終了後に前記治具の取り外しを行う

請求項1又は2記載の回転直線運動変換機構の製造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転運動を直線運動に変換する回転直線運動変換機構の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

回転直線運動変換機構としては、例えば特許文献1に記載されたものが知られている。

この回転直線運動変換機構は、パイプ状をなすリングシャフト、リングシャフト内に同シャフトの同一軸線上で延びるように配置されるサンシャフト、及び、サンシャフトとリングシャフトとの間にそれらシャフトと同方向に延びるように配置される複数のプラネタリシャフトを備えている。また、リングシャフトの内周には雌ねじが形成されるとともに、サンシャフトの外周及びプラネタリシャフトの外周には雄ねじが形成されている。そして、プラネタリシャフトの雄ねじは、サンシャフトの雄ねじと噛み合わされるとともに、リングシャフトの雌ねじと噛み合わされている。

30

【0003】

こうした構造の回転直線運動変換機構においては、リングシャフトを回転運動させたとき、それに伴いプラネタリシャフトが自身の軸線を中心に自転しながらサンシャフトの軸線を中心に公転する遊星運動を行い、更にプラネタリシャフトの遊星運動によりサンシャフトが軸線方向に直線運動する。従って、上記回転直線運動変換機構では、リングシャフトの回転運動がサンシャフトの直線運動へと変換されることとなる。

【特許文献1】 WO 2004/094870 A1

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、回転直線運動変換機構の製造過程においては、リングシャフトとサンシャフトとの間でプラネタリシャフトが平行姿勢（プラネタリシャフトの軸線がサンシャフトの軸線に対して平行となる姿勢）に対して傾いた状態となることが本願発明者により確認されている。このようにプラネタリシャフトが傾く理由は次のように考えられる。

【0005】

回転直線運動変換機構においては、各構成要素のねじの条数が異なる値に設定されるため、リングシャフトの雌ねじ及びサンシャフトの雄ねじと各プラネタリシャフトの雄ねじ

50

とが噛み合わされたときにこれらねじの間にバックラッシュが形成される。また、このバックラッシュの大きさは各ねじの条数の設定態様に依じて異なる。こうしたことから、回転直線運動変換機構の製造過程において、各構成要素を組み合わせる際にプラネタリシャフトに対しその径方向力が加えられると、プラネタリシャフトが上記バックラッシュの分だけサンシャフトに対し傾く方向に変位し、その状態で回転直線運動変換機構が組み立てられる。

#### 【0006】

回転直線運動変換機構においてプラネタリシャフトが平行姿勢に対して傾いた状態になると、各構成要素のねじの噛み合いが不均一となるため、局部的にねじの摩耗が促進することにより寿命の低下をまねくようになる。また、各構成要素の間におけるフリクションが増大するため、回転運動から直線運動への変換効率の低下をまねくようになる。

10

#### 【0007】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、回転直線運動変換機構を組み立てる際、プラネタリシャフトがサンシャフトに対し傾いた状態で組み立てられることを回避できる回転直線運動変換機構の製造方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

上記目的を達成するため、請求項1記載の発明では、パイプ状をなして長手方向中央部の内周に雌ねじが形成されるリングシャフトと、前記リングシャフト内に同リングシャフトと同一軸線上で延びるように配置されて長手方向中央部の外周に雄ねじが形成されるサンシャフトと、前記サンシャフトの外周面と前記リングシャフトの内周面との間にそれらシャフトと同方向に延びるように配置されて前記リングシャフトの雌ねじ及び前記サンシャフトの雄ねじと噛み合わされる雄ねじが長手方向中央部の外周に形成される複数のプラネタリシャフトと、前記リングシャフトにおける長手方向一端部の内周に固定される第1リングギヤと、前記サンシャフトにおける長手方向一端部の外周に一体形成される第1サンギヤと、前記プラネタリシャフトにおける長手方向一端部の外周に一体形成されて前記第1リングギヤ及び前記第1サンギヤと噛み合う第1プラネタリギヤと、前記リングシャフトにおける長手方向他端部の内周に固定される第2リングギヤと、前記サンシャフトにおける長手方向他端部の外周に固定される第2サンギヤと、前記プラネタリシャフトにおける長手方向他端部の外周に周方向への自転が可能となるよう取り付けられて前記第2リングギヤ及び前記第2サンギヤと噛み合わされる第2プラネタリギヤと、を備える回転直線運動変換機構の製造方法であって、第1及び第2サンギヤが設けられた前記サンシャフト、前記集合体における前記プラネタリシャフトの他端部の外周面に前記第2プラネタリギヤを挿入しつつ同ギヤを前記第2サンギヤ及び前記第2リングギヤに噛み合わせる工程と、を含むことを要旨とした。

20

30

#### 【0009】

第2プラネタリギヤのプラネタリシャフト他端部への挿入時、その挿入をスムーズに行うためには、第1サンギヤと第2サンギヤとのサンシャフトの軸線周りについての位相が同じであり、且つ第1リングギヤと第2リングギヤとの上記軸線周りについての位相が同じであることが好ましい。この場合、第1リングギヤの第1サンギヤに対する上記軸線周りについての相対位相と、第2リングギヤの第2サンギヤに対する上記軸線周りについての相対位相とが、互いに等しい状態になる。

40

#### 【0010】

しかし、第2プラネタリギヤのプラネタリシャフト他端部への挿入時、第1サンギヤと第2サンギヤとのサンシャフトの軸線周りの位相は必ずしも同じであるとは限らず、互いに異なるものとなる可能性がある。このような状況のもとでも、第1サンギヤに対する第2サンギヤのサンシャフト軸線周りについての位相のずれに対応する分だけ、第2プラネタリギヤをプラネタリシャフトの軸線を中心に回転（自転）させることで、第2プラネタリギヤをプラネタリシャフトの他端部の外周面に挿入しつつ、第2サンギヤと噛み合わせ

50

ることが可能になる。

【0011】

また、第2プラネタリギヤのプラネタリシャフト他端部への挿入時、第1サンギヤと第2サンギヤとのサンシャフトの軸線周りの位相が同じの場合であれ、あるいは異なる場合であれ、第1リングギヤと第2リングギヤとのサンシャフトの軸線周りの位相によっては、第2リングギヤの第2サンギヤに対する上記軸線周りについての相対位相が第1リングギヤの第1サンギヤに対する上記軸線周りについての相対位相と異なるものとなる。このような状況のもとでも、第2プラネタリギヤをプラネタリシャフトの他端部の外周面に挿入しつつ、第2サンギヤ及び第2リングギヤと噛み合わせることが可能になる。すなわち、第2プラネタリギヤは、第2サンギヤに対し噛み合わされた状態にあるとき、両者の間のバックラッシの分だけ自転可能である。このため、第2リングギヤの第2サンギヤに対するサンシャフトの軸線周りについての相対位相が第1リングギヤの第1サンギヤに対する上記軸線周りについての相対位相と異なっているとしても、上記バックラッシの範囲内での第2プラネタリギヤの自転を通じて、同ギヤを第2リングギヤに噛み合わせることが可能になる。

10

【0012】

ところで、回転直線運動変換機構を組み立てる際にプラネタリシャフトがサンシャフトに対し傾斜する原因としては、第2プラネタリギヤのプラネタリシャフトの他端部への組み付け時に、第2プラネタリギヤがプラネタリシャフトの一端部にある第1プラネタリギヤに対しサンシャフトの周方向に相対的に変位することがあげられる。しかし、第2プラネタリギヤにおけるプラネタリシャフト他端部の外周面への挿入時には、同ギヤがプラネタリシャフトの軸線を中心に適宜自転しつつ、当該軸線の延びる方向に移動して第2サンギヤ及び第2リングギヤと噛み合うだけである。このため、第2プラネタリギヤのプラネタリシャフト他端部への組み付け時に、第2プラネタリギヤがサンシャフトの周方向に押されることはなく、それによってサンシャフトが周方向に変位することはない。従って、上記第2プラネタリギヤの組み付け時に、同ギヤがプラネタリシャフトの一端部にある第1プラネタリギヤに対しサンシャフトの周方向に相対的に変位し、プラネタリシャフトがサンシャフトに対し傾斜した状態になることを回避できる。

20

【0013】

請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、前記集合体を組み立てる工程の前に、前記第1サンギヤ及び前記第2サンギヤを両者の前記サンシャフトの軸線周りについての位相が一致するよう同サンシャフトに一体形成する工程を行うことを要旨とした。

30

【0014】

回転直線運動変換機構では、第1サンギヤと第2サンギヤとのサンシャフトの軸線周りについての位相のずれをなくし、プラネタリシャフトとサンシャフトとの間における第1サンギヤ側と第2サンギヤ側とでの力の伝達タイミングの違いをなくすることが、回転直線運動変換機構の駆動時のプラネタリシャフトの自転・公転を安定させるうえで好ましい。上記製造方法によれば、プラネタリシャフトとサンシャフトとの間における第1サンギヤ側と第2サンギヤ側とでの力の伝達タイミングの違いをなくすることができ、それによって回転直線運動変換機構の駆動時のプラネタリシャフトの自転・公転を安定させることができる。

40

【0015】

請求項3記載の発明では、請求項1又は2記載の発明では、前記集合体を組み立てる工程においては、前記各プラネタリシャフトを前記サンシャフトの周方向周りに配置した後、前記各プラネタリシャフトの第1プラネタリギヤ間に噛み合うとともに同シャフトと平行に延びる治具を装着し、前記集合体における前記プラネタリシャフトの他端部の外周面に前記第2プラネタリギヤを挿入する工程の終了後に前記治具の取り外しを行うことを要旨とした。

【0016】

50

上記製造方法によれば、サンシャフトの周方向周りに配置された各プラネタリシャフトを、治具によりの確にサンシャフトと平行になるように保持することができる。そして、その状態で集合体の組み立てが行われ、更に同集合体におけるプラネタリシャフトの他端部の外周面に第2プラネタリギヤが挿入される。こうしたプラネタリシャフトの他端部の外周面への第2プラネタリギヤの挿入が行われた後、上記治具は取り外される。従って、集合体の組み立てられるとき、及び、第2プラネタリギヤがプラネタリシャフトの他端部の外周面に挿入されるとき、同プラネタリシャフトがサンシャフトに対し傾くことを、上記治具によって抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

10

以下、本発明を具体化した一実施形態を図1～図23に従って説明する。

図1に示されるように、回転直線運動変換機構1は、軸方向へ延びる空間を内部に有するパイプ状のリングシャフト2と、リングシャフト2の内部に配置されて同シャフト2と同軸上で延びるサンシャフト3と、サンシャフト3の周囲にサンシャフト3及びリングシャフト2と平行に配置される複数のプラネタリシャフト4とを備えている。

【0018】

サンシャフト3は、リングシャフト2の長手方向一端側の開口部内周面に固定された前面カラー51を貫通するとともに、リングシャフト2の長手方向他端側の開口部内周面に固定された背面カラー52に挿入されている。そして、サンシャフト3は、上記前面カラー51に設けられたベアリング51A、及び上記背面カラー52に設けられたベアリング52Aによって、支持されている。

20

【0019】

リングシャフト2において、その長手方向一端側の開口部は上記前面カラー51によって閉塞され、長手方向他端側の開口部は上記背面カラー52によって閉塞されている。これら前面カラー51及び背面カラー52における上記両開口部の内周面に対応する部分には、その内周面に接してリングシャフト2の内部をシールするOリング53が装着されている。更に前面カラー51にはリングシャフト2の内部に潤滑油を供給するための油孔51Hが形成されている。

【0020】

一方、リングシャフト2の内部では、各プラネタリシャフト4に設けられたねじ及びギヤが、リングシャフト2に設けられたねじ及びギヤ並びにサンシャフト3に設けられたねじ及びギヤと噛み合っている。そして、各プラネタリシャフト4は、そのねじ及びギヤとリングシャフト2及びサンシャフト3のねじ及びギヤとの噛み合いにより、サンシャフト3の軸線と各プラネタリシャフト4の軸線とが平行になるよう、且つ各プラネタリシャフト4がサンシャフト3の周方向全体に亘って等間隔おいて配置されるよう支持されている。また、サンシャフト3は、前面カラー51及び背面カラー52による支持と、上述したねじ及びギヤ同士の噛み合いとにより、リングシャフト2の軸線とサンシャフト3の軸線とが一致するよう位置決めされている。

30

【0021】

なお、この実施形態では、上述したようにリングシャフト2の軸線がサンシャフト3の軸線と一致するときのリングシャフト2の姿勢のことを同リングシャフト2の整合姿勢といい、上述したように各プラネタリシャフト4の軸線がサンシャフト3の軸線と平行になるときの各プラネタリシャフト4の姿勢のことをプラネタリシャフト4の平行姿勢という。

40

【0022】

回転直線運動変換機構1においては、リングシャフト2のねじ及びギヤと各プラネタリシャフト4のねじ及びギヤとの噛み合いにより、リングシャフト2及び各プラネタリシャフト4の一方の構成要素から他方の構成要素への力の伝達が可能とされる。また、サンシャフト3のねじ及びギヤと各プラネタリシャフト4のねじ及びギヤとの噛み合いにより、サンシャフト3及び各プラネタリシャフト4の一方の構成要素から他方の構成要素への力

50

の伝達が可能とされる。

#### 【0023】

そして、リングシャフト2及びサンシャフト3のうちの一方の構成要素が回転運動すると、同構成要素から各プラネタリシャフト4への力の伝達を通じて各プラネタリシャフト4が自身の軸線を中心に自転しつつサンシャフト3の軸線を中心に公転する遊星運動を行う。更に、こうした各プラネタリシャフト4の遊星運動により、各プラネタリシャフト4からリングシャフト2及びサンシャフト3のうちの他方の構成要素への力の伝達が行われる。このとき、その他方の構成要素の回転方向への変位を規制しておけば、上記力の伝達を通じて当該他方の構成要素が各プラネタリシャフト4に対し軸線方向に移動する。

#### 【0024】

このように、回転直線運動変換機構1は、リングシャフト2及びサンシャフト3のうちの一方の回転運動を他方の直線運動へと変換することが可能である。ちなみに、回転直線運動変換機構1では、リングシャフト2の回転運動によりサンシャフト3を直線運動させる太陽軸変位方式と、サンシャフト3の回転運動によりリングシャフト2を直線運動させる円環軸変位方式とのいずれかを選択可能である。すなわち、サンシャフト3の回転方向への変位を規制すれば太陽軸変位方式の回転直線運動変換機構となり、リングシャフト2の回転方向への変位を規制すれば円環軸変位方式の回転直線運動変換機構となる。

#### 【0025】

以下、太陽軸変位方式を採用した場合を例に、回転直線運動変換機構1の説明を進めるものとする。この場合、リングシャフト2の正転方向への回転運動に基づきサンシャフト3が軸線方向においてリングシャフト2から押し出される方向に変位し、リングシャフト2の逆転方向への回転運動に基づきサンシャフト3が軸線方向においてリングシャフト2内に引き込まれる方向に変位する。なお、図1においては、サンシャフト3がリングシャフト2から押し出される方向が前面方向FRであり、サンシャフト3がリングシャフト2内に引き込まれる方向が背面方向RRである。

#### 【0026】

次に、リングシャフト2の構造、サンシャフト3の構造、及びプラネタリシャフト4の構造について、それぞれを個別に詳しく説明する。

##### [リングシャフト2の構造]

図2(A)に示されるように、リングシャフト2は、パイプ状のリングシャフト本体21と、リングシャフト本体21の前面寄りの部分(図中右寄りの部分)の内周面に設けられた前面リングギヤ22と、リングシャフト本体21の背面寄りの部分(図中左寄りの部分)の内周面に設けられた背面リングギヤ23とを備えている。

#### 【0027】

リングシャフト本体21の中心線(軸線)はリングシャフト2の軸線と同じであることから、リングシャフト本体21の中心線をサンシャフト3(図1)の軸線と一致させれば、リングシャフト2の整合姿勢が確保されることになる。このリングシャフト本体21の長手方向中央部の内周面には雌ねじ24を有する本体ねじ部21Aが形成されている。

#### 【0028】

前面リングギヤ22及び背面リングギヤ23は、図2(B)に示されるように、リングシャフト本体21とは別体となっている。そして、これら前面リングギヤ22と背面リングギヤ23とは、互いに同一形状となる平歯の内歯車としてリング状に形成されており、諸元(基準ピッチ円直径や歯数等)が互いに等しい値となっている。

#### 【0029】

図2(A)に示されるように、前面リングギヤ22はリングシャフト本体21における前面寄りの部分である本体ギヤ部21Bの内周面に圧入等によって固定され、背面リングギヤ23はリングシャフト本体21における背面寄りの部分である本体ギヤ部21Cの内周面に圧入等により固定される。なお、リングギヤ22、23の本体ギヤ部21B、21Cへの固定は、圧入以外の方法によって実現することもできる。

#### 【0030】

このように前面リングギヤ 2 2 及び背面リングギヤ 2 3 をリングシャフト本体 2 1 に組み付けたときには、それら前面リングギヤ 2 2 及び背面リングギヤ 2 3 の中心線がリングシャフト本体 2 1 の中心線と一致するようになる。すなわち、前面リングギヤ 2 2 及び背面リングギヤ 2 3 のリングシャフト本体 2 1 への組み付け完了時に、前面リングギヤ 2 2 及び背面リングギヤ 2 3 の中心線がリングシャフト本体 2 1 の中心線と一致するように、リングギヤ 2 2, 2 3 の外周面の形状、並びに、本体ギヤ部 2 1 B, 2 1 C の内周面の形状が予め設定されている。

#### 【0031】

##### [サンシャフト 3 の構造]

図 3 に示されるように、サンシャフト 3 は、外周面に雄ねじ 3 4 を有する本体ねじ部 3 1 A が形成されたサンシャフト本体 3 1 を備えている。このサンシャフト本体 3 1 の外周面において、本体ねじ部 3 1 A よりも前面側（図中の右側）には前面サンギヤ 3 2 が設けられ、本体ねじ部 3 1 A よりも背面側（図中の左側）には背面サンギヤ 3 3 が設けられている。

#### 【0032】

前面サンギヤ 3 2 と背面サンギヤ 3 3 とは、互いに同一形状となる平歯の外歯車としてリングシャフト本体 2 1 と一体に形成されており、諸元（基準ピッチ円直径や歯数等）が互いに等しい値となっている。また、前面サンギヤ 3 2 及び背面サンギヤ 3 3 に関しては、それらの中心線がサンシャフト本体 3 1（サンシャフト 3）の軸線と一致するように形成されている。

#### 【0033】

##### [プラネタリシャフト 4 の構造]

図 4（A）に示されるように、プラネタリシャフト 4 は、外周面に雄ねじ 4 4 を有する本体ねじ部 4 1 A が形成されたプラネタリシャフト本体 4 1 を備えている。

#### 【0034】

プラネタリシャフト本体 4 1 の軸線はプラネタリシャフト 4 の軸線と同じであることから、プラネタリシャフト本体 4 1 の軸線をサンシャフト 3（図 1）の軸線と平行にすれば、プラネタリシャフト 4 の平行姿勢が確保されることになる。このプラネタリシャフト本体 4 1 において、本体ねじ部 4 1 A よりも前面側（図中の右側）には前面プラネタリギヤ 4 2 が設けられ、本体ねじ部 4 1 A よりも背面側（図中の左側）には背面プラネタリギヤ 4 3 が設けられている。そして、前面プラネタリギヤ 4 2 と背面プラネタリギヤ 4 3 とは、互いに同一形状となる平歯の外歯車として形成されており、諸元（基準ピッチ円直径や歯数等）が互いに等しい値となっている。

#### 【0035】

前面プラネタリギヤ 4 2 に関しては、その中心線がプラネタリシャフト本体 4 1 の軸線と一致するよう同プラネタリシャフト本体 4 1 における前面寄りの部分である前面シャフト 4 1 F と一体に形成されている。

#### 【0036】

また、背面プラネタリギヤ 4 3 に関しては、図 4（B）に示されるようにプラネタリシャフト本体 4 1 と別体となっており、図 4（C）に示されるように内部に同ギヤ 4 3 の中心線上に延びる軸受孔 4 3 H が形成されている。そして、この軸受孔 4 3 H にプラネタリシャフト本体 4 1 における背面寄りの部分である背面シャフト 4 1 R を挿入することで、背面プラネタリギヤ 4 3 がプラネタリシャフト本体 4 1 に組み付けられる。

#### 【0037】

こうした背面プラネタリギヤ 4 3 のプラネタリシャフト本体 4 1 への組み付け態様としては、背面プラネタリギヤ 4 3 がプラネタリシャフト本体 4 1 に対して相対的に回転できるようにすきまばめ等が用いられる。また、背面プラネタリギヤ 4 3 をプラネタリシャフト本体 4 1 に組み付けたときには、背面プラネタリギヤ 4 3 の中心線がプラネタリシャフト本体 4 1 の軸線と一致するようになる。すなわち、背面プラネタリギヤ 4 3 のプラネタリシャフト本体 4 1 への組み付け完了時に、背面プラネタリギヤ 4 3 の中心線がプラネタ

リシャフト本体 4 1 の中心線と一致するように、軸受孔 4 3 H の内周面の形状、及び、背面シャフト 4 1 R の外周面の形状が予め設定されている。

【0038】

次に、回転直線運動変換機構 1 におけるリングシャフト 2、サンシャフト 3、及びプラネタリシャフト 4 等の各構成要素の関係、並びに、同機構 1 の動作態様について、図 5～図 8 を参照して説明する。

【0039】

これらの図のうち、図 5 はサンシャフト 3 の中心線に沿った回転直線運動変換機構 1 の断面構造を示している。また、図 6 は図 5 の D A－D A 線に沿った回転直線運動変換機構 1 の断面構造を示し、図 7 は図 5 の D B－D B 線に沿った回転直線運動変換機構 1 の断面構造を示し、図 8 は図 5 の D C－D C 線に沿った回転直線運動変換機構 1 の断面構造を示している。なお、ここでは 9 本のプラネタリシャフト 4 が配置された回転直線運動変換機構 1 を例示しているが、プラネタリシャフト 4 の配置数については適宜変更することができる。

【0040】

図 5 に示されるように、リングシャフト 2、各プラネタリシャフト 4、及びサンシャフト 3 は、それらのねじ及びギヤの噛み合わせによって係合されている。より詳しくは、リングシャフト 2 の雌ねじ 2 4、前面リングギヤ 2 2、及び背面リングギヤ 2 3 はそれぞれ、各プラネタリシャフト 4 の雄ねじ 4 4、前面プラネタリギヤ 4 2、及び背面プラネタリギヤ 4 3 に噛み合わされている。また、各プラネタリシャフト 4 の雄ねじ 4 4、前面プラネタリギヤ 4 2、及び背面プラネタリギヤ 4 3 はそれぞれ、サンシャフト 3 の雌ねじ 2 4、前面サンギヤ 3 2、及び背面サンギヤ 3 3 に噛み合わされている。以上のねじ及びギヤの噛み合わせにより、リングシャフト 2 と各プラネタリシャフト 4 とが係合されるとともに、各プラネタリシャフト 4 とサンシャフト 3 とが係合されている。

【0041】

図 6 は、リングシャフト 2 の前面リングギヤ 2 2、各プラネタリシャフト 4 の前面プラネタリギヤ 4 2、及びサンシャフト 3 の前面サンギヤ 3 2 の噛み合った状態を示している。この図における前面リングギヤ 2 2 はリングシャフト本体 2 1 に固定されており、前面プラネタリギヤ 4 2 はプラネタリシャフト本体 4 1 に一体形成されており、前面サンギヤ 3 2 はサンシャフト本体 3 1 に一体形成されている。

【0042】

また、図 7 は、リングシャフト 2 の背面リングギヤ 2 3、各プラネタリシャフト 4 の背面プラネタリギヤ 4 3、及びサンシャフト 3 の背面サンギヤ 3 3 の噛み合った状態を示している。この図における背面リングギヤ 2 3 はリングシャフト本体 2 1 に固定されており、背面プラネタリギヤ 4 3 はプラネタリシャフト本体 4 1 に対しその軸線を中心に回転可能とされており、背面サンギヤ 3 3 はサンシャフト本体 3 1 に一体形成されている。

【0043】

更に、図 8 は、リングシャフト 2 の雌ねじ 2 4、各プラネタリシャフト 4 の雄ねじ 4 4、及びサンシャフト 3 の雄ねじ 3 4 の噛み合った状態を示している。この図における雌ねじ 2 4 はリングシャフト本体 2 1 に一体形成されており、雄ねじ 4 4 はプラネタリシャフト本体 4 1 に一体形成されており、雄ねじ 3 4 はサンシャフト本体 3 1 に一体形成されている。

【0044】

従って、図 5 において、リングシャフト 2 に回転運動を入力すると、前面リングギヤ 2 2 と各前面プラネタリギヤ 4 2 との噛み合い、背面リングギヤ 2 3 と各背面プラネタリギヤ 4 3 との噛み合い、及び雌ねじ 2 4 と各雄ねじ 4 4 との噛み合いを通じて、回転運動するリングシャフト 2 から各プラネタリシャフト 4 への力の伝達が行われる。この力の伝達により、各プラネタリシャフト 4 が自身の軸線を中心に自転しつつサンシャフト 3 の軸線を中心に公転する遊星運動を行う。更に、こうした各プラネタリシャフト 4 の遊星運動が行われると、各前面プラネタリギヤ 4 2 と前面サンギヤ 3 2 との噛み合い、各背面プラネ

タリギヤ４３と背面サンギヤ３３との噛み合い、及び各雄ねじ４４と雄ねじ３４との噛み合いを通じて、遊星運動する各プラネタリシャフト４からサンシャフト３への力の伝達が行われる。このとき、サンシャフト３の回転方向への変位を規制しておけば、上記力の伝達を通じてサンシャフト３が軸線方向に変位する。

#### 【００４５】

なお、サンシャフト３の回転方向への変位の規制については、例えば以下のように行うことが考えられる。サンシャフト３におけるリングシャフト２から突出している部分の外周面にサンシャフト３の軸線方向に延びるストレートスプライン３５を形成するとともに、回転直線運動変換機構１の設置場所に上記ストレートスプライン３５と噛み合うストレートスプラインを形成する。この場合、サンシャフト３のストレートスプライン３５と設置場所に形成されたストレートスプラインとの噛み合いにより、サンシャフト３の軸線方向への変位を許容しつつ、同シャフト３の回転方向への変位を規制することが可能になる。

10

#### 【００４６】

次に、回転直線運動変換機構１の製造方法について図９～図２３を参照して説明する。この実施形態の製造方法においては、以下に示される工程Ａ～工程Ｊを経て回転直線運動変換機構１が製造される。

#### 【００４７】

##### 〔工程Ａ〕

前面サンギヤ３２及び背面サンギヤ３３を転造により両者のサンシャフト３の軸線周りについての位相が一致するよう同サンシャフト３に一体形成する。より詳しくは、サンシャフト３（サンシャフト本体３１）を製造するための図９に示される丸棒状の素材７１を、前面サンギヤ３２を形成するための一对の転造型７２，７３で挟むとともに、背面サンギヤ３３を形成するための一对の転造型７４，７５で挟む。この状態で、転造型７２，７３と転造型７４，７５との素材７１の径方向（図中左右方向）についての位置合わせを行う。転造型７２，７３の対向する面は前面サンギヤ３２の外周面に対応した形状を有しており、転造型７４，７５の対向する面は背面サンギヤ３３の外周面に対応した形状を有している。そして、転造型７２，７３のうち的一方（この例では転造型７２）と、転造型７４，７５のうち的一方（この例では転造型７４）とを、同時に他方の転造型（この例では転造型７３，７５）に対し、破線矢印で示されるように素材７１の径方向に相対的に移動させることで、素材７１に前面サンギヤ３２及び背面サンギヤ３３が形成される。この転造を通じて形成された前面サンギヤ３２及び背面サンギヤ３３は、両者の素材７１の軸線周りについての位相が一致するようになる。

20

30

#### 【００４８】

なお、転造により前面サンギヤ３２及び背面サンギヤ３３を素材７１に形成する方法としては、例えば以下のような方法を採用することもできる。この場合、図１０に示されるように素材７１にストレートスプライン３５を予め形成しておき、当該スプライン３５を基準にして配置された転造型７２，７３によって前面サンギヤ３２を形成し、その後と同じく上記スプライン３５を基準として配置された転造型７４，７５によって背面サンギヤ３３を形成する。このように形成した前面サンギヤ３２及び背面サンギヤ３３に関しても、それらが各々ストレートスプライン３５を基準位置として配置された転造型７２～７５によって形成されているため、前面サンギヤ３２及び背面サンギヤ３３における素材７１の軸線周りについての位相が互いに一致する。

40

#### 【００４９】

##### 〔工程Ｂ〕

回転直線運動変換機構１の各構成要素、すなわち図１１に示されるリングシャフト本体２１、サンシャフト３、プラネタリシャフト本体４１、前面リングギヤ２２、背面リングギヤ２３、及び背面プラネタリギヤ４３等が洗浄される。

#### 【００５０】

##### 〔工程Ｃ〕

50

サンシャフト3の周りに複数（この実施形態では9本）のプラネタリシャフト本体41がサンシャフト3の周方向について等間隔（この実施形態では40°）を置いて配置される。

#### 【0051】

具体的には、図12に示されるように、まずサンシャフト3が基本治具61の貫通孔62に挿入され、同サンシャフト3の前面サンギヤ32、雄ねじ34、及び背面サンギヤ33が上記貫通孔62から露出した状態とされる。この基本治具61における背面側（図中左側）の端面には貫通孔62の開口部を囲う円環状の保持部63が形成されている。同保持部63においては、その内径がサンシャフト3の前面サンギヤ32、雄ねじ34、及び背面サンギヤ33の部分の外径と等しい値に設定されるとともに、径方向についての厚さがプラネタリシャフト本体41における雄ねじ44及び前面プラネタリギヤ42の部分の外径と等しい値に設定されている。

10

#### 【0052】

基本治具61の保持部63の外周面には、パイプ状に形成されたリング治具64の前面側（図中の右側）の部分の内周面が嵌め込まれる。このリング治具64においては、内径がリングシャフト本体21における雌ねじ24が形成された部分の内径と等しい値に設定されるとともに、サンシャフト3の上方に対応する部分に前面サンギヤ32から背面サンギヤ33までの距離よりも長いスリット65が同リング治具64の中心線方向に延びるように形成されている。

20

#### 【0053】

この状態にあって、リング治具64のスリット65の上方からプラネタリシャフト本体41が同スリット65を介してサンシャフト3側に落とし込まれ、プラネタリシャフト本体41の雄ねじ44及び前面プラネタリギヤ42がそれぞれサンシャフト3の雄ねじ34及び前面サンギヤ32に噛み合わされる。その後、サンシャフト3をその軸線周りに40°回転させることで、上記プラネタリシャフト本体41をサンシャフト3の軸線周りの回転方向に40°だけ変位させる。

#### 【0054】

以上の作業をプラネタリシャフト本体41の本数分だけ繰り返すことにより、サンシャフト3周りに複数のプラネタリシャフト本体41が同シャフト3の周方向に等間隔（40°）をおいて配置される。このときの各プラネタリシャフト本体41は、サンシャフト3とリング治具64との間に挟まれて保持された状態になる。このようにサンシャフト3周りへの各プラネタリシャフト本体41の配置が完了すると、サンシャフト3に対し基本治具61が前面側（図中右側）に抜き出され、それに伴い保持部63の外周面がリング治具64の前面側の端部の内周面から抜き出される。

30

#### 【0055】

##### 〔工程D〕

図13に示されるように、サンシャフト3周りに配置された各プラネタリシャフト本体41に対し前面側（図中右側）から保持治具66を装着することにより、各プラネタリシャフト本体41がサンシャフト3と平行になった姿勢（平行姿勢）に保持される。

#### 【0056】

40

ここで、保持治具66の構造について説明する。

保持治具66は、リング状に形成されたベース部67から同ベース部67の中心線方向に延びる軸保持部68及びフォーク部69を備えている。上記ベース部67においては、その内径がサンシャフト3を挿入可能な値に設定され、外径がリング治具64内に挿入可能な値に設定されている。このベース部67の背面（図中左面）には上記軸保持部68及びフォーク部69が設けられている。これら軸保持部68及びフォーク部69を背面側から見た状態を図14に示す。

#### 【0057】

同図に示されるように、軸保持部68はベース部67の周方向に等間隔を置いてプラネタリシャフト本体41（図13）に対応した数だけ設けられ、フォーク部69は各軸保持

50

部 6 8 の間にそれぞれ設けられている。そして、それら軸保持部 6 8 及びフォーク部 6 9 をプラネタリシャフト本体 4 1 側に向け、各軸保持部 6 8 がプラネタリシャフト本体 4 1 の前面シャフト 4 1 F と対向するよう位置合わせした状態で、ベース部 6 7 が図 1 3 に示されるようにリング治具 6 4 の前面側の端部の内周面に挿入される。これにより、プラネタリシャフト本体 4 1 の前面シャフト 4 1 F が軸保持部 6 8 に挿入されるとともに、フォーク部 6 9 がプラネタリシャフト本体 4 1 の前面プラネタリギヤ 4 2 間に挿入されて同ギヤ 4 2 に対しその長さ方向全体に亘って接触する。

#### 【0058】

図 1 5 は、図 1 3 のサンシャフト 3、プラネタリシャフト本体 4 1、リング治具 6 4、及び保持治具 6 6 を矢印 D E - D E 方向から見た断面図であり、プラネタリシャフト本体 4 1 に保持治具 6 6 を装着したときの各前面プラネタリギヤ 4 2 間へのフォーク部 6 9 の挿入状態を示している。図 1 5 に示されるように、フォーク部 6 9 の断面形状は、隣り合う前面プラネタリギヤ 4 2 の各々に対し噛み合う形状に形成されている。そして、こうした各フォーク部 6 9 と前面プラネタリギヤ 4 2 との接触を通じて、サンシャフト 3 周りに配置された各プラネタリシャフト本体 4 1 が平行姿勢に保持されるとともに、各各プラネタリシャフト本体 4 1 の自転が規制される。

#### 【0059】

##### [工程 E]

サンシャフト 3 の周囲に配置された各プラネタリシャフト本体 4 1 に対しリングシャフト本体 2 1 を装着しつつ、リング治具 6 4 を各プラネタリシャフト本体 4 1 から取り外すことが行われる。

#### 【0060】

具体的には、図 1 6 に示されるように、リング治具 6 4 の背面側（図中左側）の端部をリングシャフト本体 2 1 の前面側（図中右側）の端部で押すことにより、そのリングシャフト本体 2 1 の雌ねじ 2 4 が各プラネタリシャフト本体 4 1 の雄ねじ 4 4 に当たるまで、リングシャフト本体 2 1 を前面側に移動させる。その後、各プラネタリシャフト本体 4 1 及び保持治具 6 6 のサンシャフト 3 の軸線周りでの回転を規制した状態で、リングシャフト本体 2 1 を上記軸線周りに回転させて前面側にねじ込むことで、同リングシャフト本体 2 1 の雌ねじ 2 4 が各プラネタリシャフト本体 4 1 の雄ねじ 4 4 に噛み合わされる。これにより、リングシャフト本体 2 1 が各プラネタリシャフト本体 4 1 に装着されてサンシャフト 3 に対し整合姿勢をとるようになる。このとき、リング治具 6 4 は、リングシャフト本体 2 1 によって前面側に押し出され、各プラネタリシャフト本体 4 1 から取り外される。

#### 【0061】

リングシャフト本体 2 1 を各プラネタリシャフト本体 4 1 に対しねじ込むとき、その際の摩擦等により各プラネタリシャフト本体 4 1 にはそれらをサンシャフト 3 の軸線に対し傾けようとする力が働く。しかし、各プラネタリシャフト本体 4 1 がサンシャフト 3 の軸線に対し傾くことは、上記力の作用する部分である雄ねじ 4 4 の近くに位置するフォーク部 6 9（保持治具 6 6）によって規制されるため、それらプラネタリシャフト本体 4 1 の平行姿勢が上記力の作用によってくずれることはない。

#### 【0062】

##### [工程 F]

リングシャフト本体 2 1 の前面側から前面リングギヤ 2 2 がリングシャフト本体 2 1 の内部に嵌め込まれる。その結果、前面リングギヤ 2 2 は、図 1 7 に示されるように、リングシャフト本体 2 1 における前面寄りの部分である本体ギヤ部 2 1 B の内周面に固定されるとともに、プラネタリシャフト本体 4 1 の前面プラネタリギヤ 4 2 と噛み合うようになる。

#### 【0063】

##### [工程 G]

リングシャフト本体 2 1 の背面側から背面リングギヤ 2 3 がリングシャフト本体 2 1 の

内部に嵌め込まれる。その結果、背面リングギヤ 2 3 は、図 1 8 に示されるように、リングシャフト本体 2 1 における背面寄りの部分である本体ギヤ部 2 1 C の内周面に固定される。これにより、前面サンギヤ 3 2 及び背面サンギヤ 3 3 が設けられたサンシャフト 3、前面プラネタリギヤ 4 2 が形成されたプラネタリシャフト本体 4 1、リングシャフト本体 2 1、前面リングギヤ 2 2、並びに、背面リングギヤ 2 3 からなる集合体 S の組み立てが完了したことになる。

#### 【0064】

##### [工程 H]

集合体 S における各プラネタリシャフト本体 4 1 の背面シャフト 4 1 R の外周面に背面プラネタリギヤ 4 3 が挿入される。これにより、背面プラネタリギヤ 4 3 の軸受孔 4 3 H (図 4 (c)) に背面シャフト 4 1 R が貫通した状態になり、背面プラネタリギヤ 4 3 が背面シャフト 4 1 R に対し回転可能な状態で図 1 9 に示すように取り付けられる。また、このときには、背面プラネタリギヤ 4 3 が背面シャフト 4 1 R への挿入に伴い同シャフト 4 1 R の軸線方向に沿って移動して背面サンギヤ 3 3 及び背面リングギヤ 2 3 と噛み合わせられることとなる。

#### 【0065】

背面プラネタリギヤ 4 3 の背面シャフト 4 1 R への挿入時、その挿入をスムーズに行うためには、前面サンギヤ 3 2 と背面サンギヤ 3 3 とのサンシャフト 3 の軸線周りについての位相が同じであり、且つ前面リングギヤ 2 2 と背面リングギヤ 2 3 との上記軸線周りについての位相が同じであることが好ましい。これは、前面サンギヤ 3 2 及び前面リングギヤ 2 2 には前面プラネタリギヤ 4 2 が噛み合っていることから、背面サンギヤ 3 3 及び背面リングギヤ 2 3 の上記軸線周りの位相をそれぞれ前面サンギヤ 3 2 及び前面リングギヤ 2 2 と同じにすれば、背面プラネタリギヤ 4 3 もそれらギヤ 3 2, 2 2 に容易に噛み合わせることが可能になるためである。なお、背面サンギヤ 3 3 及び背面リングギヤ 2 3 の上記軸線周りの位相がそれぞれ前面サンギヤ 3 2 及び前面リングギヤ 2 2 と同じになれば、背面リングギヤ 2 3 の背面サンギヤ 3 3 に対する上記軸線周りについての相対位相も前面リングギヤ 2 2 の前面サンギヤ 3 2 に対する上記軸線周りについての相対位相と等しい状態になる。

#### 【0066】

この実施形態では、前面サンギヤ 3 2 のサンシャフト 3 の軸線周り、すなわち図 2 0 の矢印 Y 1 方向の位相が、上記工程 A での転造により、背面サンギヤ 3 3 の上記軸線周りの位相と同じになるよう形成されている。しかし、背面リングギヤ 2 3 の上記軸線周り、すなわち図 2 0 の矢印 Y 2 方向の位相については、上記工程 G での背面リングギヤ 2 3 のリングシャフト本体 2 1 への取り付けの際、前面リングギヤ 2 2 の上記軸線周りの位相と異なるものになる可能性がある。この場合、背面リングギヤ 2 3 の背面サンギヤ 3 3 に対する上記軸線周りについての相対位相が、前面リングギヤ 2 2 の前面サンギヤ 3 2 に対する上記軸線周りについての相対位相と異なるものになる。

#### 【0067】

このような状況のもとであっても、前面サンギヤ 3 2 と上記軸線周りの位相が同じになる背面サンギヤ 3 3 に対し、背面プラネタリギヤ 4 3 を噛み合わせることが可能である。更に、前面リングギヤ 2 2 と上記軸線周りの位相が異なる背面リングギヤ 2 3 に対し、背面プラネタリギヤ 4 3 を噛み合わせることが可能である。これは、背面プラネタリギヤ 4 3 は、背面サンギヤ 3 3 に対し噛み合わされた状態にあるとき、両者の間のバックラッシの分だけ背面シャフト 4 1 R の軸線を中心に自転可能なためである。すなわち、背面リングギヤ 2 3 の背面サンギヤ 3 3 に対する上記軸線周りについての相対位相が前面リングギヤ 2 2 の前面サンギヤ 3 2 に対する上記軸線周りについての相対位相と異なっているとしま、上記バックラッシの範囲内での背面プラネタリギヤ 4 3 の自転を通じて、同ギヤ 4 3 を背面リングギヤ 2 3 に噛み合わせることが可能になる。

#### 【0068】

##### [工程 I]

保持治具 6 6 が前面側に引っ張られることにより、保持治具 6 6 の軸保持部 6 8 がプラネタリシャフト本体 4 1 から離れるとともに、フォーク部 6 9 が各前面プラネタリギヤ 4 2 間から抜き出される。その結果、集合体 S は、図 2 1 に示されるように、プラネタリシャフト本体 4 1 に装着されていた保持治具 6 6 (図 1 9) が取り外された状態になる。

【0069】

[工程 J]

図 2 2 に示されるように、リングシャフト本体 2 1 における前面側の端部の内周面に O リング 5 3 の装着された前面カラー 5 1 が取り付けられるとともに、リングシャフト本体 2 1 における後面側の端部の内周面に O リング 5 3 の装着された背面カラー 5 2 が取り付けられる。これにより回転直線運動変換機構 1 が組み立てられたことになる。

10

【0070】

以上詳述した本実施形態によれば、以下に示す効果が得られるようになる。

(1) 工程 H での背面プラネタリギヤ 4 3 の背面シャフト 4 1 R への取り付け時、仮に背面プラネタリギヤ 4 3 に対しサンシャフト 3 の周方向についての力が作用したとすると、各プラネタリシャフト本体 4 1 の前面プラネタリギヤ 4 2 間に保持治具 6 6 のフォーク部 6 9 が挿入されているとはいえ、次のような現象が生じることが避けられない。すなわち、上記保持治具 6 6 のフォーク部 6 9 はプラネタリシャフト本体 4 1 における前面プラネタリギヤ 4 2 にしか接していないことから、背面プラネタリギヤ 4 3 にサンシャフト 3 の周方向への力が作用したとき、その力の作用する位置が上記フォーク部 6 9 から離れた位置となる。このため、上記力の作用によるサンシャフト 3 の周方向への背面プラネタリギヤ 4 3 の変位を、上記フォーク部 6 9 によって抑えこむことが困難になる。そして、背面プラネタリギヤ 4 3 が前面プラネタリギヤ 4 2 に対しサンシャフト 3 の周方向に相対的に変位すると、それによってプラネタリシャフト本体 4 1 がサンシャフト 3 に対し傾斜して同プラネタリシャフト本体 4 1 の平行姿勢がくずれることになる。

20

【0071】

なお、背面プラネタリギヤ 4 3 の背面シャフト 4 1 R への取り付け時、背面プラネタリギヤ 4 3 に対しサンシャフト 3 の周方向についての力が作用する状況としては、例えば次のような状況が考えられる。すなわち、背面サンギヤ 3 3 がサンシャフト本体 3 1 と別体にされており、その背面サンギヤ 3 3 と背面リングギヤ 2 3 と背面プラネタリギヤ 4 3 とを図 2 3 に示されるようなギヤアッセンブリ 9 9 として組み立てる。そして、同ギヤアッセンブリ 9 9 をサンシャフト本体 3 1、リングシャフト本体 2 1、及び各プラネタリシャフト本体 4 1 に装着するような状況の場合である。この場合、ギヤアッセンブリ 9 9 の装着時、背面サンギヤ 3 3 のサンシャフト本体 3 1 の外周面への嵌め込み、背面リングギヤ 2 3 のリングシャフト本体 2 1 の内周面への嵌め込み、各背面プラネタリギヤ 4 3 のプラネタリシャフト本体 4 1 (背面シャフト 4 1 R) が同時に行われる。このとき、背面サンギヤ 3 3 の内周面とサンシャフト本体 3 1 の外周面との真円度の違い、及び、背面リングギヤ 2 3 の外周面とリングシャフト本体 2 1 の内周面との真円度の違い等々に起因して、ギヤアッセンブリ 9 9 全体がサンシャフト本体 3 1 の周方向にねじられる可能性がある。このようにギヤアッセンブリ 9 9 全体が周方向にねじられると、背面プラネタリギヤ 4 3 に対しサンシャフト 3 の周方向についての力が作用し、その周方向に背面プラネタリギヤ 4 3 が変位することとなる。

30

40

【0072】

しかし、上記工程 H では、背面プラネタリギヤ 4 3 のみが背面シャフト 4 1 R の外周面に挿入され、その挿入時には背面プラネタリギヤ 4 3 が背面シャフト 4 1 R の軸線を中心に適宜自転しつつ、当該軸線の延びる方向に移動して背面サンギヤ 3 3 及び背面リングギヤ 2 3 と噛み合うだけとなる。このため、背面プラネタリギヤ 4 3 の背面シャフト 4 1 R の組み付け時に、背面プラネタリギヤ 4 3 に対しサンシャフト 3 の周方向への力が作用することはなく、その力の作用によって背面プラネタリギヤ 4 3 がサンシャフト 3 の周方向に相対的に変位することはない。従って、背面プラネタリギヤ 4 3 の組み付け時に、同ギヤ 4 3 が前面プラネタリギヤ 4 2 に対しサンシャフト 3 の周方向に相対的に変位し、プラ

50

ネタリシャフト4がサンシャフト3に対し傾斜した状態になることを回避でき、その状態で回転直線運動変換機構1が組み立てられることを回避できる。

【0073】

(2) 回転直線運動変換機構1では、その駆動時の各プラネタリシャフト4の自転・公転を安定させるうえで、前面サンギヤ32と背面サンギヤ33とのサンシャフト3の軸線周りについての位相のずれをなくすことが好ましい。これは、その位相のずれをなくし、プラネタリシャフト4とサンシャフト3との間における前面サンギヤ32側と背面サンギヤ33側とでの力の伝達タイミングの違いをなくすことで、当該伝達タイミングの違いによってプラネタリシャフト4のスムーズな自転・公転が妨げられることがなくなるためである。ここで、工程Aでの転造によるサンシャフト本体31への前面サンギヤ32及び背面サンギヤ33の形成を行えば、それら前面サンギヤ32及び背面サンギヤ33のサンシャフト3の軸線周りについての位相が互いに一致するサンシャフト3を、容易に形成することができるようになる。また、プラネタリシャフト4とサンシャフト3との間における前面サンギヤ32側と背面サンギヤ33側とでの力の伝達タイミングの違いをなくすことができ、それによって回転直線運動変換機構1の駆動時のプラネタリシャフト4の自転・公転を安定させることができる。

10

【0074】

(3) 工程E～工程Gによる集合体Sの組み立ての際には、サンシャフト3周りに配置された各プラネタリシャフト本体41が保持治具66によつて的確にサンシャフト3と平行になるよう保持される。このため、集合体Sを組み立てるとき、プラネタリシャフト本体41がサンシャフト3に対し傾くことを、上記保持治具66によつて抑制することができる。

20

【0075】

なお、上記実施形態は、例えば以下のように変更することもできる。

・背面サンギヤ33をサンシャフト本体31と別体とし、工程Gで背面サンギヤ33をサンシャフト本体31に取り付けて固定するようにしてもよい。このようにしても上記実施形態の(1)と同等の効果は得られるようになる。

【0076】

ただし、この場合には、取り付けられた背面サンギヤ33のサンシャフト3の軸線方向についての位相が前面サンギヤ32と異なるものになる可能性はある。そして、前面リングギヤ22と背面リングギヤ23との上記軸線周りの位相によっては、背面リングギヤ23の背面サンギヤ33に対する上記軸線周りについての相対位相が、前面リングギヤ22の前面サンギヤ32に対する上記軸線周りについての相対位相と異なるものとなる。

30

【0077】

このような状況のもとでも、背面プラネタリギヤ43を背面シャフト41Rの外周面に挿入しつつ、背面サンギヤ33及び背面リングギヤ23と噛み合わせることが可能になる。すなわち、前面サンギヤ32に対する背面サンギヤ33の上記軸線周りについての位相のずれに対応する分だけ、背面プラネタリギヤ43を背面シャフト41Rの軸線を中心に回転(自転)させることで、背面プラネタリギヤ43を背面シャフト41Rの外周面に挿入しつつ背面サンギヤ33と噛み合わせることが可能になる。また、[工程H]の欄に記載した理由により、背面プラネタリギヤ43を背面リングギヤ23に噛み合わせることが可能になる。

40

【0078】

・サンシャフト3の背面サンギヤ33及び前面サンギヤ32については必ずしも転造によつて一体形成する必要はない。なお、転造以外の方法で背面サンギヤ33及び前面サンギヤ32を一体形成する場合であっても、それらのサンシャフト3の軸線周りについての位相を一致させることが好ましい。

【0079】

・背面プラネタリギヤ43を背面シャフト41Rに取り付ける前に保持治具66を取り外してもよい。この場合でも上記実施形態の(1)に準じた効果は得られる。なお、上記

50

実施形態のように、背面プラネタリギヤ 4 3 を背面シャフト 4 1 R に取り付ける前に保持治具 6 6 を取り外すようにすれば、背面プラネタリギヤ 4 3 が背面シャフト 4 1 R に挿入されるとき、プラネタリシャフト本体 4 1 がサンシャフト 3 に対し傾くことを、上記保持治具 6 6 のフォーク部 6 9 によって、より確実に回避することができる。

【0080】

・リングシャフト本体 2 1 に背面リングギヤ 2 3 を一体形成し、上記工程 G を省略してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図 1】本実施形態の回転直線運動変換機構の内部構造を示す斜視図。

10

【図 2】(A) は同機構におけるリングシャフトの中心線に沿った断面構造を示す断面図であり、(B) は同リングシャフトを分解した状態を示す断面図。

【図 3】同機構におけるサンシャフトを示す側面図。

【図 4】(A) は同機構におけるプラネタリシャフトを示す側面図であり、(B) は同プラネタリシャフトを分解した状態を示す側面図であり、(C) は同プラネタリシャフトを構成する背面プラネタリギヤの中心線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 5】上記回転直線運動変換機構のその中心線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 6】同回転直線運動変換機構における図 6 の D A - D A 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 7】同回転直線運動変換機構における図 6 の D B - D B 線に沿った断面構造を示す断面図。

20

【図 8】同回転直線運動変換機構における図 6 の D C - D C 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 9】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 A の作業態様を示す概略斜視図。

。

【図 10】上記工程 A の他の例を説明するための略図。

【図 11】上記回転直線運動変換機構の製造方法における工程 B の作業態様を示す工程図。

。

【図 12】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 C の作業態様を示す工程図。

【図 13】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 D の作業態様を示す工程図。

30

【図 14】工程 D で用いられる保持治具を示す正面図。

【図 15】図 13 のリングシャフト本体、プラネタリシャフト本体、サンシャフト、及び保持治具を矢印 D E - D E 方向から見た断面図。

【図 16】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 E の作業態様を示す工程図。

【図 17】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 F の作業態様を示す工程図。

【図 18】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 G の作業態様を示す工程図。

【図 19】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 H の作業態様を示す工程図。

【図 20】背面プラネタリギヤが背面リングギヤ及び背面サンギヤに噛み合った状態を示す拡大図。

【図 21】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 I の作業態様を示す工程図。

40

【図 22】同回転直線運動変換機構の製造方法における工程 J の作業態様を示す工程図。

【図 23】背面サンギヤ、背面リングギヤ、及び背面プラネタリギヤからなるギヤアセンブリを示す断面図。

【符号の説明】

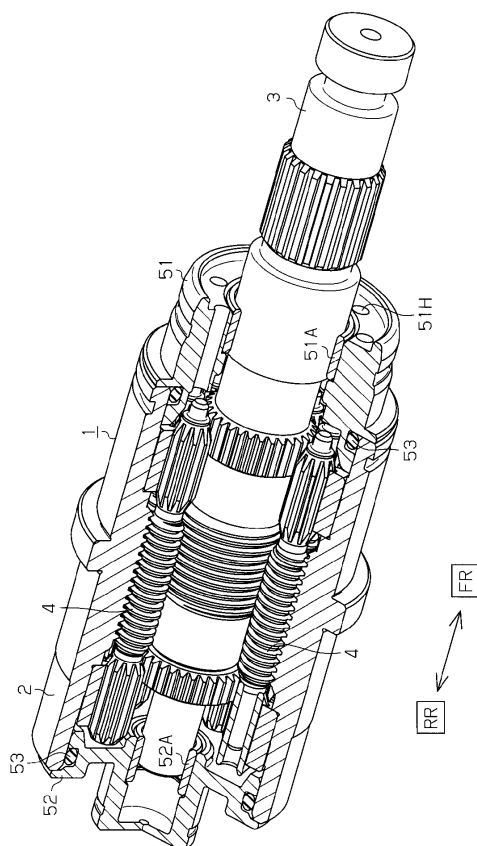
【0082】

1 … 回転直線運動変換機構、2 … リングシャフト、3 … サンシャフト、4 … プラネタリシャフト、2 1 … リングシャフト本体、2 1 A … 本体ねじ部、2 1 B … 本体ギヤ部、2 1 C … 本体ギヤ部、2 2 … 前面リングギヤ、2 3 … 背面リングギヤ、2 4 … 雌ねじ、3 1 … サンシャフト本体、3 1 A … 本体ねじ部、3 2 … 前面サンギヤ、3 3 … 背面サンギヤ、3 4 … 雄ねじ、3 5 … ストレートスプライン、4 1 … プラネタリシャフト本体、4 1 A … 本

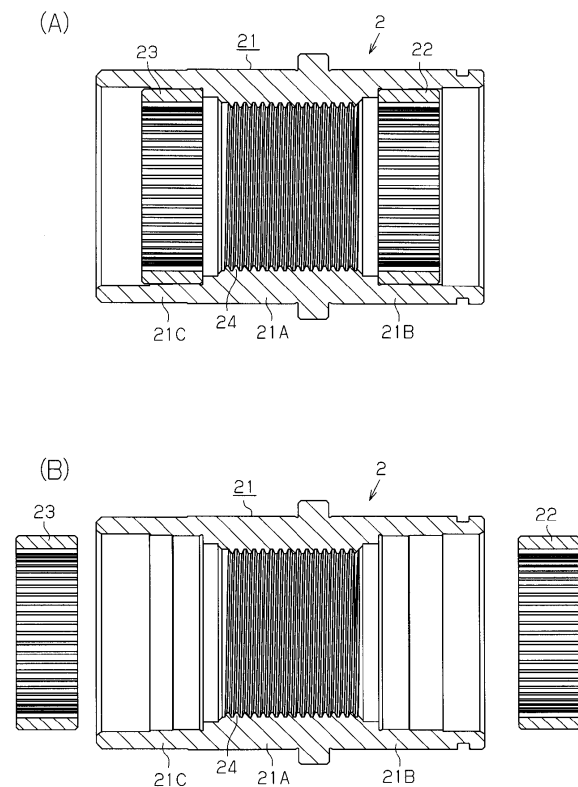
50

体ねじ部、4 1 F…前面シャフト、4 1 R…背面シャフト、4 2…前面プラネタリギヤ、4 3…背面プラネタリギヤ、4 3 H…軸受孔、4 4…雄ねじ、5 1…前面カラー、5 1 A…ベアリング、5 1 H…油孔、5 2…背面カラー、5 2 A…ベアリング、5 3…Ｏリング、6 1…基本治具、6 2…貫通孔、6 3…保持部、6 4…リング治具、6 5…スリット、6 6…保持治具、6 7…ベース部、6 8…軸保持部、6 9…フォーク部、7 1…素材、7 2～7 5…転造型、9 9…ギヤアッセンブリ。

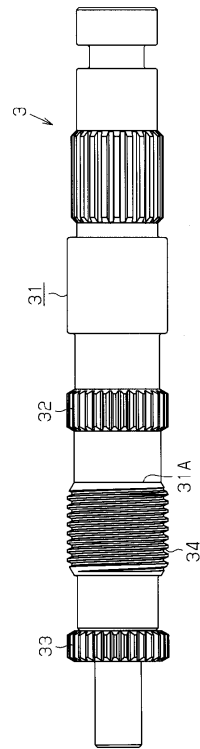
【図 1】



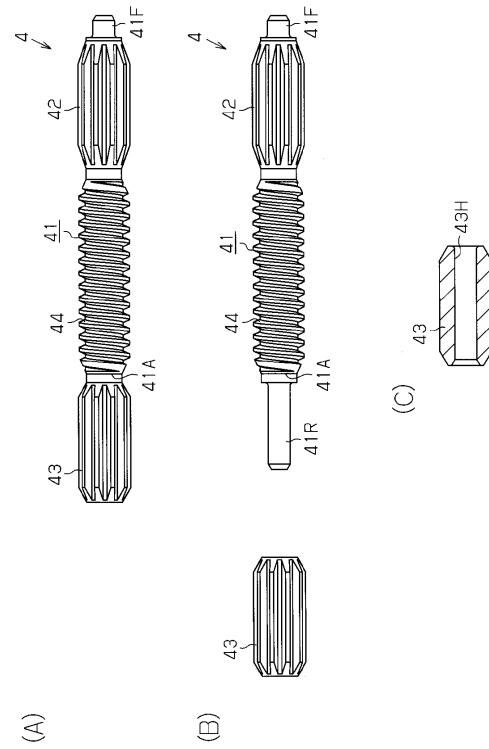
【図 2】



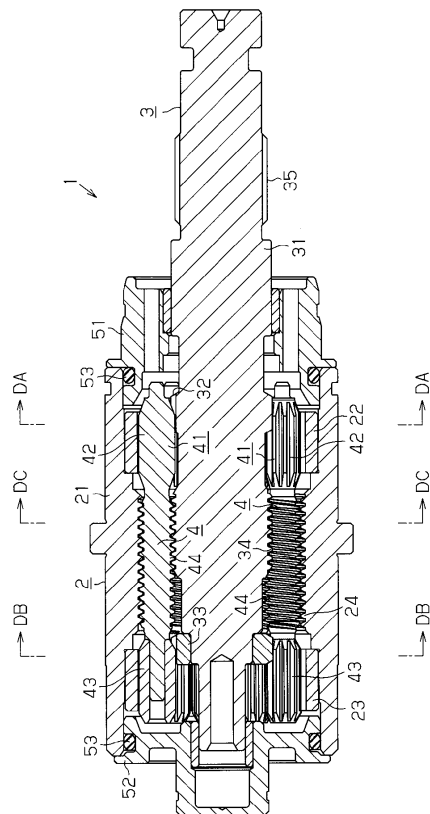
【図 3】



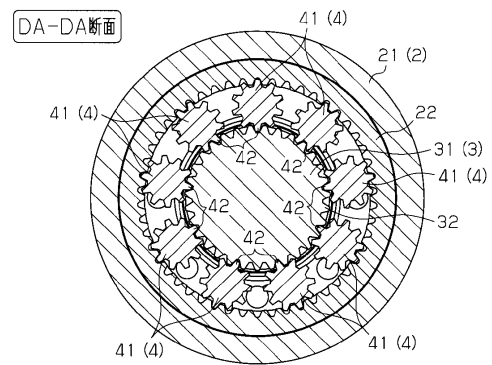
【図 4】



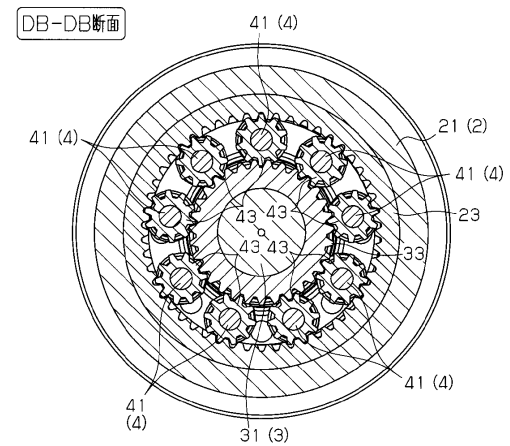
【図 5】



【図 6】

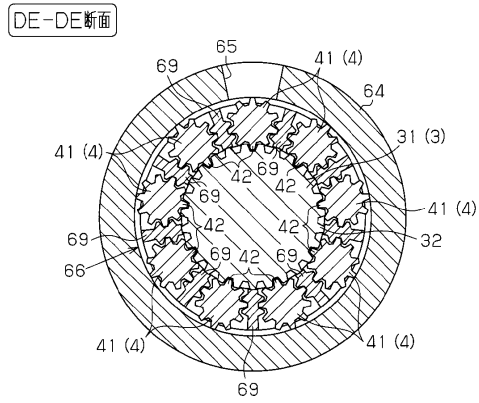


【図 7】

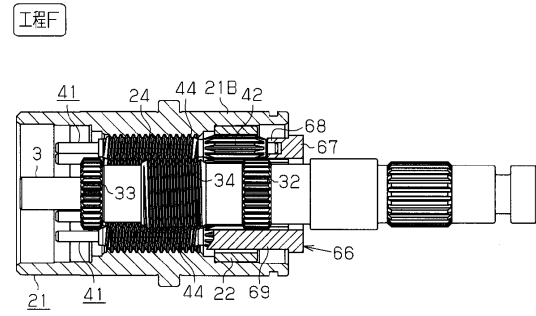




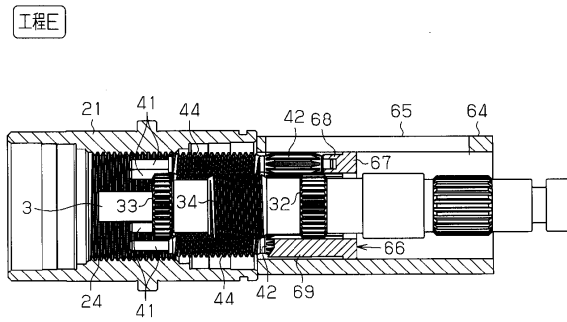
【図 15】



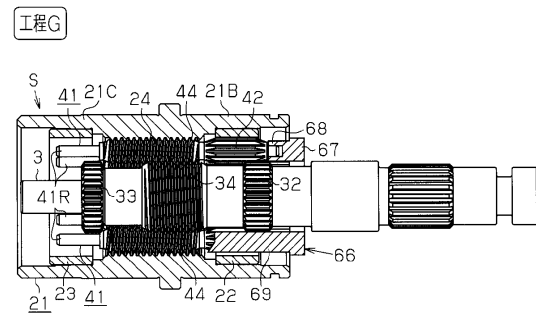
【図 17】



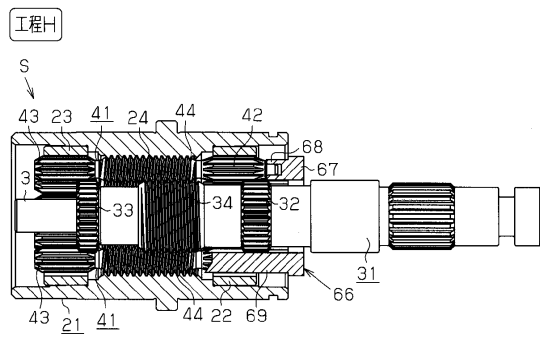
【図 16】



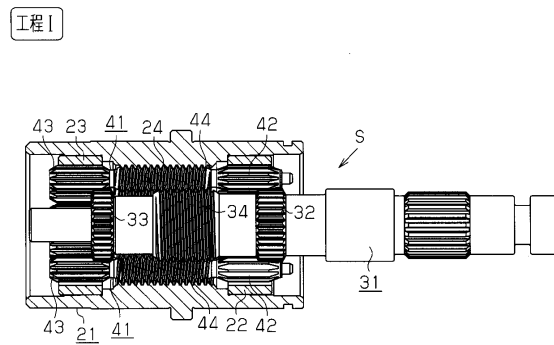
【図 18】



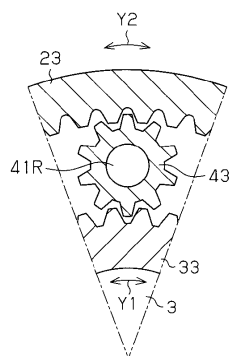
【図 19】



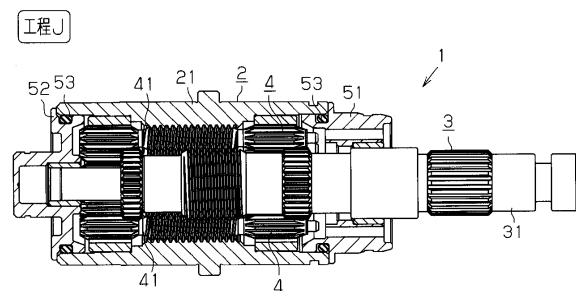
【図 21】



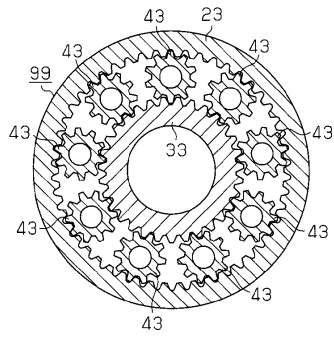
【図 20】



【図 22】



【図 23】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2004/094870 (WO, A1)  
特開2005-325894 (JP, A)  
特表2000-500215 (JP, A)  
国際公開第2005/124188 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F16H 25/20-25/24