

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-137892
(P2017-137892A)

(43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl. F 1 1 6 H 3/66 (2006.01) F 1 6 H 3/66 Z テーマコード(参考) 3 J 0 2 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-17144 (P2016-17144)
(22) 出願日 平成28年2月1日(2016.2.1)

(71) 出願人 000001236
株式会社小松製作所
東京都港区赤坂二丁目3番6号
(74) 代理人 110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72) 発明者 安田 伸人
石川県小松市符津町ツ2 3 株式会社小松製作所 粟津工場内
(72) 発明者 松尾 拓
石川県小松市符津町ツ2 3 株式会社小松製作所 粟津工場内
(72) 発明者 塩原 正樹
石川県小松市符津町ツ2 3 株式会社小松製作所 粟津工場内

最終頁に続く

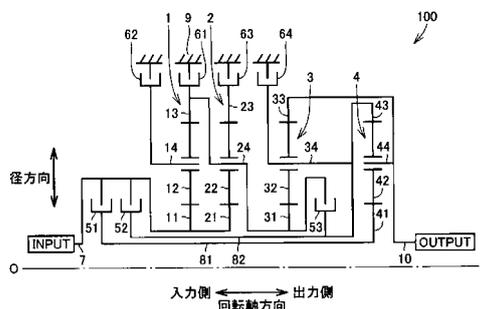
(54) 【発明の名称】遊星歯車式変速機

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】速度段の増加、部品数の低減、総段間比の拡大、段間比のばらつき低減を実現。

【解決手段】第1サンギヤ11と第2サンギヤ21は、入力軸7と、第2キャリア24は、第1リングギヤ13と、第3サンギヤ31は、第2キャリアとそれぞれ一体回転。第3キャリア34と第4リングギヤ43は、第2中間軸82と一体回転。第4サンギヤ41は、第1中間軸81と、第4キャリア44は、第3リングギヤ33とそれぞれ一体回転。第1クラッチ51は、入力軸と第1中間軸を、第2クラッチ52は、入力軸と第2中間軸を、第3クラッチ53は、第2中間軸と第1リングギヤ、第2キャリア24および第3サンギヤを連結。第1ブレーキ61は、第1リングギヤ、第2キャリアおよび第3サンギヤを、第2ブレーキ62は、第1キャリア14を、第3ブレーキ63は、第2リングギヤ23を、第4ブレーキ64は、第3キャリア、第4リングギヤおよび第2中間軸を制動。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸を中心に回転するように構成された入力軸と、
 前記回転軸を中心に回転するように構成された第 1 中間軸と、
 前記回転軸を中心に回転するように構成された第 2 中間軸と、
 前記入力軸と一体的に回転するように構成された第 1 サンギヤ、第 1 プラネタリギヤ、
 第 1 リングギヤ、および第 1 キャリアを有する第 1 遊星歯車機構と、
 前記入力軸と一体的に回転するように構成された第 2 サンギヤ、第 2 プラネタリギヤ、
 第 2 リングギヤ、前記第 1 リングギヤと一体的に回転するように構成された第 2 キャリア
 を有する第 2 遊星歯車機構と、
 前記第 2 キャリアと一体的に回転するように構成された第 3 サンギヤ、第 3 プラネタリ
 ギヤ、第 3 リングギヤ、前記第 2 中間軸と一体的に回転するように構成された第 3 キャリ
 アを有する第 3 遊星歯車機構と、
 前記第 1 中間軸と一体的に回転するように構成された第 4 サンギヤ、第 4 プラネタリギ
 ヤ、前記第 2 中間軸と一体的に回転するように構成された第 4 リングギヤ、前記第 3 リン
 グギヤと一体的に回転するとともに動力を出力するように構成された第 4 キャリアを有す
 る第 4 遊星歯車機構と、
 前記入力軸と前記第 1 中間軸とを連結するように構成された第 1 クラッチと、
 前記入力軸と前記第 2 中間軸とを連結するように構成された第 2 クラッチと、
 前記第 2 中間軸と、前記第 1 リングギヤ、前記第 2 キャリアおよび前記第 3 サンギヤと
 を連結するように構成された第 3 クラッチと、
 前記第 1 リングギヤ、前記第 2 キャリアおよび前記第 3 サンギヤの回転を制動するよう
 に構成された第 1 ブレーキと、
 前記第 1 キャリアの回転を制動するように構成された第 2 ブレーキと、
 前記第 2 リングギヤの回転を制動するように構成された第 3 ブレーキと、
 前記第 3 キャリア、前記第 4 リングギヤおよび前記第 2 中間軸の回転を制動するよう
 に構成された第 4 ブレーキと、
 を備える、遊星歯車式変速機。

10

20

【請求項 2】

前記第 4 キャリアと一体的に回転するように構成された出力軸をさらに備える、請求項
 1 に記載の遊星歯車式変速機。

30

【請求項 3】

前記第 1 遊星歯車機構、前記第 2 遊星歯車機構、前記第 3 遊星歯車機構、前記第 4 遊星
 歯車機構は、回転軸方向に沿って、この順に配置される、請求項 1 または 2 に記載の遊星
 歯車式変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遊星歯車式変速機に関する。

【背景技術】

40

【0002】

ダンプロックなどの建設車両は、複数の遊星歯車機構を有する遊星歯車式変速機を備
 えている。遊星歯車式変速機は、各遊星歯車機構を適宜組み合わせることで、所望の減速比を得ることができ
 る。従来、遊星歯車式変速機は、たとえば、米国特許
 第 8 4 8 0 5 3 3 号明細書（特許文献 1）に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 8 4 8 0 5 3 3 号明細書

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

遊星歯車式変速機においては、燃費の改善および走行性能の向上のために速度段の増加が要望されており、重量低減および小型化のために部品数の低減が要望されており、最大牽引力の向上および最大車速の向上のために総段間比の拡大が要望されており、速度段のスムーズな切り換えのために段間比のばらつきの低減が要望されている。

【0005】

本発明の目的は、速度段の増加、部品数の低減、総段間比の拡大、および段間比のばらつきの低減を実現できる、遊星歯車式変速機を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のある局面に係る遊星歯車式変速機は、入力軸、第1中間軸、第2中間軸、第1遊星歯車機構、第2遊星歯車機構、第3遊星歯車機構、第4遊星歯車機構、第1クラッチ、第2クラッチ、第3クラッチ、第1ブレーキ、第2ブレーキ、第3ブレーキ、および第4ブレーキを備えている。入力軸は、回転軸を中心に回転するように構成されている。第1中間軸は、回転軸を中心に回転するように構成されている。第2中間軸は、回転軸を中心に回転するように構成されている。第1遊星歯車機構は、第1サンギヤ、第1プラネタリギヤ、第1リングギヤ、および第1キャリアを有している。第1サンギヤは、入力軸と一体的に回転するように構成されている。第2遊星歯車機構は、第2サンギヤ、第2プラネタリギヤ、第2リングギヤ、および第2キャリアを有している。第2サンギヤは、入力軸と一体的に回転するように構成されている。第2キャリアは、第1リングギヤと一体的に回転するように構成されている。第3遊星歯車機構は、第3サンギヤ、第3プラネタリギヤ、第3リングギヤ、および第3キャリアを有している。第3サンギヤは、第2キャリアと一体的に回転するように構成されている。第3キャリアは、第2中間軸と一体的に回転するように構成されている。第4遊星歯車機構は、第4サンギヤ、第4プラネタリギヤ、第4リングギヤ、および第4キャリアを有している。第4サンギヤは、第1中間軸と一体的に回転するように構成されている。第4リングギヤは、第2中間軸と一体的に回転するように構成されている。第4キャリアは、第3リングギヤと一体的に回転するとともに動力を出力するように構成されている。第1クラッチは、入力軸と第1中間軸とを連結するように構成されている。第2クラッチは、入力軸と第2中間軸とを連結するように構成されている。第3クラッチは、第2中間軸と、第1リングギヤ、第2キャリアおよび第3サンギヤとを連結するように構成されている。第1ブレーキは、第1リングギヤ、第2キャリアおよび第3サンギヤの回転を制動するように構成されている。第2ブレーキは、第1キャリアの回転を制動するように構成されている。第3ブレーキは、第2リングギヤの回転を制動するように構成されている。第4ブレーキは、第3キャリア、第4リングギヤおよび第2中間軸の回転を制動するように構成されている。

【0007】

上記の遊星歯車式変速機は、第4キャリアと一体的に回転するように構成された出力軸をさらに備えている。

【0008】

上記の遊星歯車式変速機において、第1遊星歯車機構、第2遊星歯車機構、第3遊星歯車機構、第4遊星歯車機構は、回転軸方向に沿って、この順に配置されている。

【発明の効果】

【0009】

本発明の遊星歯車式変速機によると、速度段の増加、部品数の低減、総段間比の拡大、および段間比のばらつきの低減を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】一実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図である。

【図2】一実施形態に係る遊星歯車式変速機の各速度段においてオン状態となる各クラッ

10

20

30

40

50

ちまたは各ブレーキを示す表である。

【図 3】一実施形態に係る遊星歯車式変速機の各遊星歯車機構における歯数比を示す表である。

【図 4】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 1 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 5】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 2 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 6】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 3 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 7】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 4 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 8】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 5 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 9】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 6 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 10】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 7 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 11】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 8 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 12】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が前進の第 9 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 13】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が後進の第 1 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 14】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が後進の第 2 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【図 15】一実施形態に係る遊星歯車式変速機が代替の前進の第 9 速の状態のときの動力の伝達を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係る遊星歯車式変速機の各実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の説明において、回転軸方向とは、回転軸が延びる方向を示す。回転軸の径方向とは、回転軸を中心とした円の径方向を示す。具体的には、回転軸方向は図 1 の左右方向であり、径方向は図 1 の上下方向である。回転軸とは、入力軸の中心線を示す。入力側とは、遊星歯車式変速機が動力を入力する側を示す。出力側とは、遊星歯車式変速機が動力を出力する側を示す。具体的には、入力側は、図 1 の左側、出力側は、図 1 の右側である。

【0012】

図 1 は、一実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図である。遊星歯車式変速機 100 は、エンジン（図示省略）などからの動力の回転速度を変速して出力する。エンジンなどからの動力は、トルクコンバータを介して遊星歯車式変速機 100 に入力されてもよい。

【0013】

遊星歯車式変速機 100 は、複数の遊星歯車機構 1 ~ 4、複数のクラッチ 5 1 ~ 5 3、複数のブレーキ 6 1 ~ 6 4、入力軸 7、第 1 中間軸 8 1、第 2 中間軸 8 2、およびケーシング 9 を備えている。ケーシング 9 は、各遊星歯車機構 1 ~ 4、各クラッチ 5 1 ~ 5 3、各ブレーキ 6 1 ~ 6 4、入力軸 7、第 1 中間軸 8 1、および第 2 中間軸 8 2 を収容している。

【0014】

遊星歯車式変速機 100 は、複数の遊星歯車機構として、第 1 遊星歯車機構 1、第 2 遊星歯車機構 2、第 3 遊星歯車機構 3、および第 4 遊星歯車機構 4 を備えている。遊星歯車式変速機 100 は、複数のクラッチとして、第 1 クラッチ 5 1、第 2 クラッチ 5 2、およ

10

20

30

40

50

び第3クラッチ53を備えている。遊星歯車式変速機100は、複数のブレーキとして、第1ブレーキ61、第2ブレーキ62、第3ブレーキ63、および第4ブレーキ64を備えている。

【0015】

第1遊星歯車機構1、第2遊星歯車機構2、第3遊星歯車機構3、および第4遊星歯車機構4は、回転軸方向に沿って、この順に配置されている。詳細には、入力側から出力側に向かって、第1遊星歯車機構1、第2遊星歯車機構2、第3遊星歯車機構3、および第4遊星歯車機構4の順で配置されている。

【0016】

入力軸7は、回転軸0を中心に回転するように構成されている。回転軸0は、入力軸7の中心線である。入力軸7は、中空状である。詳細には、入力軸7は、筒状である。エンジンなどからの動力が、入力軸7に入力される。

10

【0017】

第1中間軸81は、回転軸0を中心に回転するように構成されている。第1中間軸81は、回転軸方向に延びている。第1中間軸81は、入力軸7内に配置されている。第1中間軸81の中心軸と、入力軸7の中心軸とは、実質的に同じである。

【0018】

第2中間軸82は、回転軸0を中心に回転するように構成されている。第2中間軸82は、回転軸方向に延びている。第2中間軸82は、入力軸7内に配置されている。第2中間軸82は、中空状である。詳細には、第2中間軸82は筒状である。第1中間軸81は、第2中間軸82内に配置されている。第1中間軸81は第2中間軸82内に配置され、第2中間軸82は入力軸7内に配置されている。径方向外側に向かって、第1中間軸81、第2中間軸82、入力軸7の順で配置されている。

20

【0019】

第1遊星歯車機構1は、第1サンギヤ11、複数の第1プラネタリギヤ12、第1リングギヤ13、および第1キャリア14を有している。

【0020】

第1サンギヤ11は、入力軸7と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第1サンギヤ11は、入力軸7に固定されている。第1サンギヤ11と入力軸7とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

30

【0021】

各第1プラネタリギヤ12は、第1サンギヤ11に噛み合うように構成されている。各第1プラネタリギヤ12は、第1サンギヤ11の径方向外側に配置されている。詳細には、各第1プラネタリギヤ12は、周方向に間隔をあけて配置されている。

【0022】

各第1プラネタリギヤ12は、第1サンギヤ11の周りを公転するように構成されている。各第1プラネタリギヤ12は、回転軸0を中心に回転するように構成されている。また、各第1プラネタリギヤ12は、自転するように構成されている。

【0023】

第1リングギヤ13は、各第1プラネタリギヤ12と噛み合っている。第1リングギヤ13は、回転軸0を中心に回転するように構成されている。

40

【0024】

第1キャリア14は、各第1プラネタリギヤ12を支持している。各第1プラネタリギヤ12は、第1キャリア14に支持された状態で、自転可能である。第1キャリア14は、回転軸0を中心に回転するように構成されている。

【0025】

第2遊星歯車機構2は、第2サンギヤ21、複数の第2プラネタリギヤ22、第2リングギヤ23、および第2キャリア24を有している。

【0026】

第2サンギヤ21は、入力軸7と一体的に回転するように構成されている。詳細には、

50

第2サンギヤ21は、入力軸7に固定されている。第2サンギヤ21と入力軸7とは、1つの部材によって形成されていてもよい。第2サンギヤ21と第1サンギヤ11とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

【0027】

各第2プラネタリギヤ22は、第2サンギヤ21に噛み合うように構成されている。各第2プラネタリギヤ22は、第2サンギヤ21の径方向外側に配置されている。詳細には、各第2プラネタリギヤ22は、周方向に間隔をあけて配置されている。

【0028】

各第2プラネタリギヤ22は、第2サンギヤ21の周りを公転するように構成されている。各第2プラネタリギヤ22は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。また、各第2プラネタリギヤ22は、自転するように構成されている。

10

【0029】

第2リングギヤ23は、各第2プラネタリギヤ22と噛み合っている。第2リングギヤ23は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

【0030】

第2キャリア24は、各第2プラネタリギヤ22を支持している。各第2プラネタリギヤ22は、第2キャリア24に支持された状態で、自転可能である。第2キャリア24は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

【0031】

第2キャリア24は、第1リングギヤ13と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第2キャリア24は、第1リングギヤ13に連結されている。第2キャリア24と第1リングギヤ13とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

20

【0032】

第3遊星歯車機構3は、第3サンギヤ31、複数の第3プラネタリギヤ32、第3リングギヤ33、および第3キャリア34を有している。

【0033】

第3サンギヤ31は、回転軸Oを中心に回転可能に配置されている。第3サンギヤ31は、第2中間軸82の径方向外側に配置されている。詳細には、第3サンギヤ31は環状であって、第2中間軸82は第3サンギヤ31を貫通している。第3サンギヤ31と第2中間軸82とは、相対回転可能である。

30

【0034】

第3サンギヤ31は、第2キャリア24と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第3サンギヤ31は、第2キャリア24に連結されている。第1リングギヤ13と第2キャリア24と第3サンギヤ31とは、互いに一体的に回転するように構成されている。第3サンギヤ31と第2キャリア24とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

【0035】

各第3プラネタリギヤ32は、第3サンギヤ31に噛み合うように構成されている。各第3プラネタリギヤ32は、第3サンギヤ31の径方向外側に配置されている。詳細には、各第3プラネタリギヤ32は、周方向に間隔をあけて配置されている。

40

【0036】

各第3プラネタリギヤ32は、第3サンギヤ31の周りを公転するように構成されている。各第3プラネタリギヤ32は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。また、各第3プラネタリギヤ32は、自転するように構成されている。

【0037】

第3リングギヤ33は、各第3プラネタリギヤ32と噛み合っている。第3リングギヤ33は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

【0038】

第3キャリア34は、各第3プラネタリギヤ32を支持している。各第3プラネタリギヤ32は、第3キャリア34に支持された状態で、自転可能である。第3キャリア34は

50

、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。

【 0 0 3 9 】

第 3 キャリア 3 4 は、第 2 中間軸 8 2 と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第 3 キャリア 3 4 は、第 2 中間軸 8 2 に固定されている。第 3 キャリア 3 4 と第 2 中間軸 8 2 とは、1 つの部材によって形成されていてもよい。

【 0 0 4 0 】

第 4 遊星歯車機構 4 は、第 4 サンギヤ 4 1、複数の第 4 プラネタリギヤ 4 2、第 4 リングギヤ 4 3、および第 4 キャリア 4 4 を有している。

【 0 0 4 1 】

第 4 サンギヤ 4 1 は、第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第 4 サンギヤ 4 1 は、第 1 中間軸 8 1 に固定されている。第 4 サンギヤ 4 1 と第 1 中間軸 8 1 とは、1 つの部材によって形成されていてもよい。

10

【 0 0 4 2 】

各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、第 4 サンギヤ 4 1 に噛み合うように構成されている。各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、第 4 サンギヤ 4 1 の径方向外側に配置されている。詳細には、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、周方向に間隔をあけて配置されている。

【 0 0 4 3 】

各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、第 4 サンギヤ 4 1 の周りを公転するように構成されている。各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。また、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、自転するように構成されている。

20

【 0 0 4 4 】

第 4 リングギヤ 4 3 は、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 と噛み合っている。第 4 リングギヤ 4 3 は、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。

【 0 0 4 5 】

第 4 リングギヤ 4 3 は、第 3 キャリア 3 4 と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第 4 リングギヤ 4 3 は、第 3 キャリア 3 4 に連結されている。第 2 中間軸 8 2 と第 3 キャリア 3 4 と第 4 リングギヤ 4 3 とは、互いに一体的に回転するように構成されている。第 4 リングギヤ 4 3 と第 3 キャリア 3 4 とは、1 つの部材によって形成されていてもよい。第 4 リングギヤ 4 3 と第 2 中間軸 8 2 とは、1 つの部材によって形成されていてもよい。

30

【 0 0 4 6 】

第 4 キャリア 4 4 は、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 を支持している。各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、第 4 キャリア 4 4 に支持された状態で、自転可能である。第 4 キャリア 4 4 は、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。

【 0 0 4 7 】

第 4 キャリア 4 4 は、第 3 リングギヤ 3 3 と一体的に回転するように構成されている。詳細には、第 4 キャリア 4 4 は、第 3 リングギヤ 3 3 に連結されている。第 4 キャリア 4 4 と第 3 リングギヤ 3 3 とは、1 つの部材によって形成されていてもよい。

【 0 0 4 8 】

第 4 キャリア 4 4 は、動力を出力する。詳細には、第 4 キャリア 4 4 は、遊星歯車式変速機 1 0 0 によって変速された回転速度を有する動力を、出力する。第 4 キャリア 4 4 は、出力軸 1 0 と一体的に回転する。このため、出力軸 1 0 は、変速された動力を出力する。なお、第 4 キャリア 4 4 と出力軸 1 0 とは、1 つの部材によって形成されていてもよい。

40

【 0 0 4 9 】

第 1 クラッチ 5 1 は、入力軸 7 と第 1 中間軸 8 1 とを連結するように構成されている。詳細には、第 1 クラッチ 5 1 は、入力軸 7 と第 1 中間軸 8 1 とを遮断可能に連結している。第 1 クラッチ 5 1 は、たとえば、油圧式のクラッチ機構であって、複数のディスクから構成することができる。

【 0 0 5 0 】

50

第1クラッチ51がオン状態のとき、第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを連結する。したがって、入力軸7と第1中間軸81とが一体的に回転する。

【0051】

第1クラッチ51がオフ状態のとき、第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81との連結を遮断する。したがって、第1中間軸81は、入力軸7に対して相対的に回転可能である。

【0052】

第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82とを連結するように構成されている。詳細には、第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82とを遮断可能に連結している。第2クラッチ52は、たとえば、油圧式のクラッチ機構であって、複数のディスクから構成することができる。

10

【0053】

第2クラッチ52がオン状態のとき、第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82とを連結する。したがって、入力軸7と第2中間軸82とが一体的に回転する。

【0054】

第2クラッチ52がオフ状態のとき、第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82との連結を遮断する。したがって、第2中間軸82は、入力軸7に対して相対的に回転可能である。

【0055】

第3クラッチ53は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と、第2中間軸82とを連結するように構成されている。詳細には、第3クラッチ53は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と、第2中間軸82とを遮断可能に連結している。第3クラッチ53は、たとえば、油圧式のクラッチ機構であって、複数のディスクから構成することができる。

20

【0056】

第3クラッチ53がオン状態のとき、第3クラッチ53は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と第2中間軸82とを連結する。したがって、第1リングギヤ13と第2キャリア24と第3サンギヤ31と第2中間軸82とが一体的に回転する。

【0057】

第3クラッチ53がオフ状態のとき、第3クラッチ53は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と第2中間軸82との連結を遮断する。したがって、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31は、第2中間軸82に対して相対的に回転可能である。

30

【0058】

第1ブレーキ61は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31の回転を制動するように構成されている。詳細には、第1ブレーキ61は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と、ケーシング9とを連結するように構成されている。

【0059】

第1ブレーキ61がオン状態のとき、第1ブレーキ61は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31の回転を制動する。詳細には、第1ブレーキ61がオン状態のとき、第1ブレーキ61は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と、ケーシング9とを連結する。したがって第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31は、回転不能である。

40

【0060】

第1ブレーキ61がオフ状態のとき、第1ブレーキ61は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31の回転を制動しない。詳細には、第1ブレーキ61がオフ状態のとき、第1ブレーキ61は、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31と、ケーシング9とを連結しない。したがって第1リングギヤ13、第

50

2 キャリア 2 4 および第 3 サンギヤ 3 1 は、回転可能である。

【 0 0 6 1 】

第 2 ブレーキ 6 2 は、第 1 キャリア 1 4 の回転を制動するように構成されている。詳細には、第 2 ブレーキ 6 2 は、第 1 キャリア 1 4 とケーシング 9 とを連結するように構成されている。

【 0 0 6 2 】

第 2 ブレーキ 6 2 がオン状態のとき、第 2 ブレーキ 6 2 は、第 1 キャリア 1 4 の回転を制動する。詳細には、第 2 ブレーキ 6 2 がオン状態のとき、第 2 ブレーキ 6 2 は、第 1 キャリア 1 4 とケーシング 9 とを連結する。したがって第 1 キャリア 1 4 は、回転不能である。

10

【 0 0 6 3 】

第 2 ブレーキ 6 2 がオフ状態のとき、第 2 ブレーキ 6 2 は、第 1 キャリア 1 4 の回転を制動しない。詳細には、第 2 ブレーキ 6 2 がオフ状態のとき、第 2 ブレーキ 6 2 は、第 1 キャリア 1 4 とケーシング 9 とを連結しない。したがって第 1 キャリア 1 4 は、回転可能である。

【 0 0 6 4 】

第 3 ブレーキ 6 3 は、第 2 リングギヤ 2 3 の回転を制動するように構成されている。詳細には、第 3 ブレーキ 6 3 は、第 2 リングギヤ 2 3 とケーシング 9 とを連結するように構成されている。

【 0 0 6 5 】

第 3 ブレーキ 6 3 がオン状態のとき、第 3 ブレーキ 6 3 は、第 2 リングギヤ 2 3 の回転を制動する。詳細には、第 3 ブレーキ 6 3 がオン状態のとき、第 3 ブレーキ 6 3 は、第 2 リングギヤ 2 3 とケーシング 9 とを連結する。したがって第 2 リングギヤ 2 3 は、回転不能である。

20

【 0 0 6 6 】

第 3 ブレーキ 6 3 がオフ状態のとき、第 3 ブレーキ 6 3 は、第 2 リングギヤ 2 3 の回転を制動しない。詳細には、第 3 ブレーキ 6 3 がオフ状態のとき、第 3 ブレーキ 6 3 は、第 2 リングギヤ 2 3 とケーシング 9 とを連結しない。したがって第 2 リングギヤ 2 3 は、回転可能である。

【 0 0 6 7 】

第 4 ブレーキ 6 4 は、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 の回転を制動するように構成されている。詳細には、第 4 ブレーキ 6 4 は、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 と、ケーシング 9 とを連結するように構成されている。

30

【 0 0 6 8 】

第 4 ブレーキ 6 4 がオン状態のとき、第 4 ブレーキ 6 4 は、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 の回転を制動する。詳細には、第 4 ブレーキ 6 4 がオン状態のとき、第 4 ブレーキ 6 4 は、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 と、ケーシング 9 とを連結する。したがって第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 は、回転不能である。

40

【 0 0 6 9 】

第 4 ブレーキ 6 4 がオフ状態のとき、第 4 ブレーキ 6 4 は、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 の回転を制動しない。詳細には、第 4 ブレーキ 6 4 がオフ状態のとき、第 2 ブレーキ 6 2 は、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 と、ケーシング 9 とを連結しない。したがって第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 は、回転可能である。

【 0 0 7 0 】

以上のように構成された遊星歯車式変速機 1 0 0 の動作について説明する。遊星歯車式変速機 1 0 0 は、前進において 9 つの速度段、後進において 2 つの速度段を有している。遊星歯車式変速機 1 0 0 は、前進の第 9 速に代替する速度段を有している。図 2 は、各速

50

度段においてオン状態となる各クラッチまたは各ブレーキを示す表である。図 2 中の × 印は、オン状態となる各クラッチまたは各ブレーキを示している。

【 0 0 7 1 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を前進の第 1 速 (F 1) とする際は、第 2 ブレーキ 6 2 および第 4 ブレーキ 6 4 をオン状態にする。第 1 クラッチ 5 1、第 2 クラッチ 5 2、第 3 クラッチ 5 3、第 1 ブレーキ 6 1、および第 3 ブレーキ 6 3 は、オフ状態である。

【 0 0 7 2 】

第 2 ブレーキ 6 2 がオン状態になるため、第 1 キャリア 1 4 が回転不能となる。第 4 ブレーキ 6 4 がオン状態になるため、第 3 キャリア 3 4 が回転不能となる。第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 は第 3 キャリア 3 4 と一体的に回転するため、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 も回転不能になる。

10

【 0 0 7 3 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 4 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第 1 サンギヤ 1 1 が入力軸 7 と一体的に回転する。第 1 サンギヤ 1 1 の回転によって、各第 1 プラネタリギヤ 1 2 が自転する。そして、第 1 リングギヤ 1 3 が回転する。なお、第 1 キャリア 1 4 が回転不能であるため、各第 1 プラネタリギヤ 1 2 は公転しない。

【 0 0 7 4 】

第 2 キャリア 2 4 および第 3 サンギヤ 3 1 が、第 1 リングギヤ 1 3 と一体的に回転する。第 3 サンギヤ 3 1 の回転によって、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 が自転する。そして、第 3 リングギヤ 3 3 が回転する。なお、第 3 キャリア 3 4 が回転不能であるため、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 は公転しない。

20

【 0 0 7 5 】

第 4 キャリア 4 4 は、第 3 リングギヤ 3 3 と一体的に回転する。第 4 キャリア 4 4 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

【 0 0 7 6 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を前進の第 2 速 (F 2) とする際は、第 1 クラッチ 5 1 をオン状態にするとともに、第 4 ブレーキ 6 4 をオン状態にする。第 1 速 (F 1) と第 2 速 (F 2) との間の切り換えにおいて、第 4 ブレーキ 6 4 は、オン状態を維持している。第 2 クラッチ 5 2、第 3 クラッチ 5 3、第 1 ブレーキ 6 1、第 2 ブレーキ 6 2 および第 3 ブレーキ 6 3 は、オフ状態である。

30

【 0 0 7 7 】

第 1 クラッチ 5 1 がオン状態になるため、第 1 中間軸 8 1 は入力軸 7 と一体的に回転する。第 4 ブレーキ 6 4 がオン状態になるため、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 が回転不能になる。

【 0 0 7 8 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 5 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。第 1 中間軸 8 1 が、入力軸 7 と一体的に回転する。第 4 サンギヤ 4 1 は、第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転する。第 4 リングギヤ 4 3 は回転不能である。第 4 サンギヤ 4 1 の回転によって、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、自転するとともに公転する。この結果、第 4 キャリア 4 4 が回転し、第 4 キャリア 4 4 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

40

【 0 0 7 9 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を前進の第 3 速 (F 3) とする際は、第 1 クラッチ 5 1 をオン状態にするとともに、第 2 ブレーキ 6 2 をオン状態にする。第 2 速 (F 2) と第 3 速 (F 3) との間の切り換えにおいて、第 1 クラッチ 5 1 は、オン状態を維持している。第 2 クラッチ 5 2、第 3 クラッチ 5 3、第 1 ブレーキ 6 1、第 3 ブレーキ 6 3 および第 4 ブレーキ 6 4 は、オフ状態である。

【 0 0 8 0 】

50

第1クラッチ51がオン状態になるため、第1中間軸81は入力軸7と一体的に回転する。第2ブレーキ62がオン状態になるため、第1キャリア14が回転不能となる。

【0081】

この状態において、遊星歯車式変速機100は、図6において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第1サンギヤ11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギヤ11の回転によって、各第1プラネタリギヤ12が自転する。そして、第1リングギヤ13が回転する。なお、第1キャリア14が回転不能であるため、各第1プラネタリギヤ12は公転しない。

【0082】

第2キャリア24および第3サンギヤ31が、第1リングギヤ13と一体的に回転する。第3サンギヤ31の回転によって、各第3プラネタリギヤ32が自転するとともに公転する。そして、第3キャリア34が回転する。

10

【0083】

第4サンギヤ41は、第1中間軸81を介して、入力軸7と一体的に回転する。第4リングギヤ43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギヤ41と第4リングギヤ43との回転によって、各第4プラネタリギヤ42が自転するとともに公転する。このため、第4キャリア44は、第3リングギヤ33と一体的に回転する。第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

【0084】

図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第4速(F4)とする際は、第3クラッチ53をオン状態にするとともに、第3ブレーキ63をオン状態にする。第1クラッチ51、第2クラッチ52、第1ブレーキ61、第2ブレーキ62および第4ブレーキ64は、オフ状態である。

20

【0085】

第3クラッチ53がオン状態になるため、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31は第2中間軸82と一体的に回転する。第3ブレーキ63がオン状態になるため、第2リングギヤ23が回転不能となる。

【0086】

この状態において、遊星歯車式変速機100は、図7において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第2サンギヤ21が入力軸7と一体的に回転する。第2リングギヤ23は回転不能である。第2サンギヤ21の回転によって、各第2プラネタリギヤ22が自転しながら公転する。第2キャリア24が回転する。

30

【0087】

第3サンギヤ31は、第2キャリア24と一体的に回転する。第2中間軸82は、第3サンギヤ31と一体的に回転する。第3キャリア34は、第2中間軸82と一体的に回転する。第3サンギヤ31と第3キャリア34とは、互いに同じ回転速度で回転する。各第3プラネタリギヤ32は自転せず、第3サンギヤ31と同じ回転速度で公転する。この結果、第3リングギヤ33が、第3サンギヤ31および第3キャリア34と同じ回転速度で回転する。

【0088】

第4キャリア44は、第3リングギヤ33と一体的に回転する。第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

40

【0089】

図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第5速(F5)とする際は、第1クラッチ51をオン状態にするとともに、第1ブレーキ61をオン状態にする。第2クラッチ52、第3クラッチ53、第2ブレーキ62、第3ブレーキ63および第4ブレーキ64は、オフ状態である。

【0090】

第1クラッチ51がオン状態になるため、第1中間軸81は入力軸7と一体的に回転する。第1ブレーキ61がオン状態になるため、第1リングギヤ13が回転不能となる。第

50

2 キャリア 2 4 および第 3 サンギヤ 3 1 は第 1 リングギヤ 1 3 と一体的に回転するため、第 2 キャリア 2 4 および第 3 サンギヤ 3 1 も回転不能になる。

【 0 0 9 1 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 8 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。第 1 中間軸 8 1 が、入力軸 7 と一体的に回転する。第 4 サンギヤ 4 1 は、第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転する。第 4 サンギヤ 4 1 の回転によって、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、自転するとともに公転する。第 4 リングギヤ 4 3 が回転する。

【 0 0 9 2 】

第 3 キャリア 3 4 は、第 4 リングギヤ 4 3 と一体的に回転する。第 3 サンギヤ 3 1 は回転不能である。第 3 キャリア 3 4 の回転によって、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 が自転するとともに公転する。そして、第 3 リングギヤ 3 3 が回転する。この結果、第 4 キャリア 4 4 が第 3 リングギヤ 3 3 と一体的に回転し、第 4 キャリア 4 4 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

10

【 0 0 9 3 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を前進の第 6 速 (F 6) とする際は、第 1 クラッチ 5 1 をオン状態にするとともに、第 3 ブレーキ 6 3 をオン状態にする。第 5 速 (F 5) と第 6 速 (F 6) との切り替えにおいて、第 1 クラッチ 5 1 は、オン状態を維持している。第 2 クラッチ 5 2、第 3 クラッチ 5 3、第 1 ブレーキ 6 1、第 2 ブレーキ 6 2 および第 4 ブレーキ 6 4 は、オフ状態である。

【 0 0 9 4 】

第 1 クラッチ 5 1 がオン状態になるため、第 1 中間軸 8 1 は入力軸 7 と一体的に回転する。第 3 ブレーキ 6 3 がオン状態になるため、第 2 リングギヤ 2 3 が回転不能となる。

20

【 0 0 9 5 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 9 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。第 2 サンギヤ 2 1 は、入力軸 7 と一体的に回転する。第 2 リングギヤ 2 3 は回転不能である。第 2 サンギヤ 2 1 の回転によって、各第 2 プラネタリギヤ 2 2 は、自転するとともに公転する。第 2 キャリア 2 4 が回転する。

【 0 0 9 6 】

第 3 サンギヤ 3 1 は、第 2 キャリア 2 4 と一体的に回転する。第 3 サンギヤ 3 1 の回転によって、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 は、自転するとともに公転する。第 3 キャリア 3 4 が回転する。

30

【 0 0 9 7 】

第 1 中間軸 8 1 が、入力軸 7 と一体的に回転する。第 4 サンギヤ 4 1 は、第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転する。第 4 リングギヤ 4 3 は、第 3 キャリア 3 4 と一体的に回転する。第 4 サンギヤ 4 1 と第 4 リングギヤ 4 3 との回転によって、各第 4 プラネタリギヤ 4 2 は、自転するとともに公転する。この結果、第 4 キャリア 4 4 が第 3 リングギヤ 3 3 と一体的に回転し、第 4 キャリア 4 4 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

【 0 0 9 8 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を前進の第 7 速 (F 7) とする際は、第 1 クラッチ 5 1 および第 2 クラッチ 5 2 をオン状態にする。第 6 速 (F 6) と第 7 速 (F 7) との切り換えにおいて、第 1 クラッチ 5 1 は、オン状態を維持している。第 3 クラッチ 5 3、第 1 ブレーキ 6 1、第 2 ブレーキ 6 2、第 3 ブレーキ 6 3 および第 4 ブレーキ 6 4 は、オフ状態である。

40

【 0 0 9 9 】

第 1 クラッチ 5 1 がオン状態になるため、第 1 中間軸 8 1 は入力軸 7 と一体的に回転する。第 2 クラッチ 5 2 がオン状態になるため、第 2 中間軸 8 2 は入力軸 7 と一体的に回転する。

【 0 1 0 0 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 1 0 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、入力軸 7 と第 1 中間軸 8 1 と第 2 中間軸 8 2 とが、互いに一

50

体的に回転する。第4サンギヤ41が第1中間軸81と一体的に回転する。第4リングギヤ43が第2中間軸82と一体的に回転する。

【0101】

第4サンギヤ41、および第4リングギヤ43の回転によって、各第4プラネタリギヤ42が公転する。第4サンギヤ41と第4リングギヤ43とは、互いに同じ回転速度で回転するため、各第4プラネタリギヤ42は自転しない。このため、各第4プラネタリギヤ42は、第4サンギヤ41および第4リングギヤ43と同じ回転速度で公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速されない回転速度を有する動力を出力する。第7速の状態の遊星歯車式変速機100は、エンジンなどからの動力の回転速度を変速しない。

10

【0102】

図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第8速(F8)とする際は、第2クラッチ52をオン状態にするとともに、第3ブレーキ63をオン状態にする。第7速(F7)と第8速(F8)との切り換えにおいて、第2クラッチ52は、オン状態を維持している。第1クラッチ51、第3クラッチ53、第1ブレーキ61、第2ブレーキ62および第4ブレーキ64は、オフ状態である。

【0103】

第2クラッチ52がオン状態になるため、第2中間軸82は入力軸7と一体的に回転する。第3ブレーキ63がオン状態になるため、第2リングギヤ23が回転不能となる。

【0104】

この状態において、遊星歯車式変速機100は、図11において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第2サンギヤ21が入力軸7と一体的に回転する。第2リングギヤ23は回転不能である。第2サンギヤ21の回転によって、各第2プラネタリギヤ22が自転するとともに公転する。第2キャリア24が回転する。

20

【0105】

第3サンギヤ31が、第2キャリア24と一体的に回転する。第2中間軸82が入力軸7と一体的に回転し、第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。第3サンギヤ31および第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギヤ32が自転するとともに公転する。そして、第3リングギヤ33が回転する。

【0106】

第4キャリア44は、第3リングギヤ33と一体的に回転する。第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

30

【0107】

図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第9速(F9)とする際は、第2クラッチ52をオン状態にするとともに、第2ブレーキ62をオン状態にする。第8速(F8)と第9速(F9)との切り換えにおいて、第2クラッチ52は、オン状態を維持している。第1クラッチ51、第3クラッチ53、第1ブレーキ61、第3ブレーキ63および第4ブレーキ64は、オフ状態である。

【0108】

第2クラッチ52がオン状態になるため、第2中間軸82は入力軸7と一体的に回転する。第2ブレーキ62がオン状態になるため、第1キャリア14が回転不能となる。

40

【0109】

この状態において、遊星歯車式変速機100は、図12において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第1サンギヤ11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギヤ11の回転によって、各第1プラネタリギヤ12が自転する。そして、第1リングギヤ13が回転する。なお、第1キャリア14が回転不能であるため、各第1プラネタリギヤ12は公転しない。

【0110】

第2キャリア24および第3サンギヤ31が、第1リングギヤ13と一体的に回転する。第3キャリア34は、入力軸7と一体的に回転する。第3サンギヤ31および第3キャ

50

リア 3 4 の回転によって、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 は、自転するとともに回転する。そして、第 3 リングギヤ 3 3 が回転する。

【 0 1 1 1 】

第 4 キャリア 4 4 は、第 3 リングギヤ 3 3 と一体的に回転する。第 4 キャリア 4 4 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

【 0 1 1 2 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を後進の第 1 速 (R 1) とする際は、第 3 ブレーキ 6 3 および第 4 ブレーキ 6 4 をオン状態にする。第 1 クラッチ 5 1、第 2 クラッチ 5 2、第 3 クラッチ 5 3、第 1 ブレーキ 6 1 および第 2 ブレーキ 6 2 は、オフ状態である。

【 0 1 1 3 】

第 3 ブレーキ 6 3 がオン状態になるため、第 2 リングギヤ 2 3 が回転不能となる。第 4 ブレーキ 6 4 がオン状態になるため、第 3 キャリア 3 4、第 4 リングギヤ 4 3 および第 2 中間軸 8 2 が回転不能になる。

【 0 1 1 4 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 1 3 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第 2 サンギヤ 2 1 が入力軸 7 と一体的に回転する。第 2 リングギヤ 2 3 は回転不能である。第 2 サンギヤ 2 1 の回転によって、各第 2 プラネタリギヤ 2 2 が自転するとともに公転する。第 2 キャリア 2 4 が回転する。

【 0 1 1 5 】

第 3 サンギヤ 3 1 が、第 2 キャリア 2 4 と一体的に回転する。第 3 サンギヤ 3 1 の回転によって、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 が自転する。そして、第 3 リングギヤ 3 3 が回転する。なお、第 3 キャリア 3 4 が回転不能であるため、各第 3 プラネタリギヤ 3 2 は公転しない。

【 0 1 1 6 】

第 4 キャリア 4 4 は、第 3 リングギヤ 3 3 と一体的に回転する。第 4 キャリア 4 4 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

【 0 1 1 7 】

図 2 に示すように、遊星歯車式変速機 1 0 0 の速度段を後進の第 2 速 (R 2) とする際は、第 3 クラッチ 5 3 をオン状態にするとともに、第 2 ブレーキ 6 2 をオン状態にする。第 1 クラッチ 5 1、第 2 クラッチ 5 2、第 1 ブレーキ 6 1、第 3 ブレーキ 6 3 および第 4 ブレーキ 6 4 は、オフ状態である。

【 0 1 1 8 】

第 3 クラッチ 5 3 がオン状態になるため、第 1 リングギヤ 1 3、第 2 キャリア 2 4 および第 3 サンギヤ 3 1 は、第 2 中間軸 8 2 と一体的に回転する。第 2 ブレーキ 6 2 がオン状態になるため、第 1 キャリア 1 4 が回転不能となる。

【 0 1 1 9 】

この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 1 4 において太線で示すような経路で、動力を伝達する。まず、第 1 サンギヤ 1 1 が入力軸 7 と一体的に回転する。第 1 サンギヤ 1 1 の回転によって、各第 1 プラネタリギヤ 1 2 が自転する。そして、第 1 リングギヤ 1 3 が回転する。なお、第 1 キャリア 1 4 が回転不能であるため、各第 1 プラネタリギヤ 1 2 は公転しない。

【 0 1 2 0 】

第 2 キャリア 2 4 および第 3 サンギヤ 3 1 が、第 1 リングギヤ 1 3 と一体的に回転する。第 2 中間軸 8 2 は、第 3 サンギヤ 3 1 と一体的に回転する。第 3 キャリア 3 4 は、第 2 中間軸 8 2 と一体的に回転する。第 3 サンギヤ 3 1 と第 3 キャリア 3 4 とは、互いに同じ回転速度で回転する。各第 3 プラネタリギヤ 3 2 は自転せず、第 3 サンギヤ 3 1 と同じ回転速度で公転する。この結果、第 3 リングギヤ 3 3 が、第 3 サンギヤ 3 1 および第 3 キャリア 3 4 と同じ回転速度で回転する。

【 0 1 2 1 】

10

20

30

40

50

第4キャリア44は、第3リングギヤ33と一体的に回転する。第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

【0122】

図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を代替の前進の第9速(F9')とする際は、第2クラッチ52をオン状態にするとともに、第1ブレーキ61をオン状態にする。第1クラッチ51、第3クラッチ53、第2ブレーキ62、第3ブレーキ63および第4ブレーキ64は、オフ状態である。

【0123】

第2クラッチ52がオン状態になるため、第2中間軸82は入力軸7と一体的に回転する。第1ブレーキ61がオン状態になるため、第1リングギヤ13、第2キャリア24および第3サンギヤ31が回転不能になる。

10

【0124】

この状態において、遊星歯車式変速機100は、図15において太線で示すような経路で、動力を伝達する。第2中間軸82が入力軸7と一体的に回転する。第3キャリア34は、第2中間軸82と一体的に回転する。第3サンギヤ31は回転不能である。第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギヤ32が自転するとともに公転する。第3リングギヤ33が回転する。

【0125】

第4キャリア44は、第3リングギヤ33と一体的に回転する。第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

20

【0126】

次に、上述した各速度段における減速比の求め方について説明する。各速度段における減速比は、以下の第1～第4関係式の少なくとも1つを用いて求める。

【0127】

第1関係式は、第1遊星歯車機構1に関する式であり、以下の式で表される。

$$a_1 \cdot N_{a_1} + b_1 \cdot N_{b_1} = (a_1 + b_1) \cdot N_{c_1}$$

ここで、 a_1 は第1サンギヤ11の歯数、 b_1 は第1リングギヤ13の歯数、 N_{a_1} は第1サンギヤ11の回転数比、 N_{b_1} は第1リングギヤ13の回転数比、 N_{c_1} は第1キャリア14の回転数比である。なお、各ギヤの回転数比とは、入力軸7の回転数に対する各ギヤの回転数の比をいう。

30

【0128】

第2関係式は、第2遊星歯車機構2に関する式であり、以下の式で表される。

$$a_2 \cdot N_{a_2} + b_2 \cdot N_{b_2} = (a_2 + b_2) \cdot N_{c_2}$$

ここで、 a_2 は第2サンギヤ21の歯数、 b_2 は第2リングギヤ23の歯数、 N_{a_2} は第2サンギヤ21の回転数比、 N_{b_2} は第2リングギヤ23の回転数比、 N_{c_2} は第2キャリア24の回転数比である。

【0129】

第3関係式は、第3遊星歯車機構3に関する式であり、以下の式で表される。

$$a_3 \cdot N_{a_3} + b_3 \cdot N_{b_3} = (a_3 + b_3) \cdot N_{c_3}$$

ここで、 a_3 は第3サンギヤ31の歯数、 b_3 は第3リングギヤ33の歯数、 N_{a_3} は第3サンギヤ31の回転数比、 N_{b_3} は第3リングギヤ33の回転数比、 N_{c_3} は第3キャリア34の回転数比である。

40

【0130】

第4関係式は、第4遊星歯車機構4に関する式であり、以下の式で表される。

$$a_4 \cdot N_{a_4} + b_4 \cdot N_{b_4} = (a_4 + b_4) \cdot N_{c_4}$$

ここで、 a_4 は第4サンギヤ41の歯数、 b_4 は第4リングギヤ43の歯数、 N_{a_4} は第4サンギヤ41の回転数比、 N_{b_4} は第4リングギヤ43の回転数比、 N_{c_4} は第4キャリア44の回転数比である。

【0131】

前進の第1速における減速比の求め方を説明する。第1遊星歯車機構1における第1リ

50

ングギヤ 1 3 の回転数比 N_{b_1} を、第 1 関係式から求める。なお、第 1 サンギヤ 1 1 は入力軸 7 と一体的に回転するため、第 1 サンギヤ 1 1 の回転数比 N_{a_1} は 1 である。第 1 キャリア 1 4 は回転しないため、第 1 キャリア 1 4 の回転数比 N_{c_1} は 0 である。

【 0 1 3 2 】

次に、第 3 遊星歯車機構 3 における第 3 リングギヤ 3 3 の回転数比 N_{b_3} を、第 3 関係式より求める。なお、第 3 サンギヤ 3 1 は、第 1 リングギヤ 1 3 と一体的に回転するため、第 3 サンギヤ 3 1 の回転数比 N_{a_3} は、第 1 リングギヤ 1 3 の回転数比 N_{b_1} と同じである。第 3 キャリア 3 4 は回転しないため、第 3 キャリア 3 4 の回転数比 N_{c_3} は 0 である。

【 0 1 3 3 】

第 3 リングギヤ 3 3 の回転数比 N_{b_3} は、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} と同じである。第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} の逆数が、遊星歯車式変速機 1 0 0 の減速比となる。たとえば、第 1 ~ 第 4 遊星歯車機構 1 ~ 4 における、サンギヤの歯数に対するリングギヤの歯数の比（歯数比）が、図 3 に示す通りであるとき、前進の第 1 速の減速比は約 5 . 6 1 である。

【 0 1 3 4 】

同様に、各速度段において求められた減速比を図 2 に示す。前進の第 2 速では、第 4 関係式によって、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} を求める。第 4 サンギヤ 4 1 の回転数比 N_{a_4} は 1 である。第 4 リングギヤ 4 3 の回転数比 N_{b_4} は 0 である。この結果、前進の第 2 速における減速比が求められる。たとえば、第 1 ~ 第 4 遊星歯車機構 1 ~ 4 における歯数比が図 3 に示す通りであるとき、前進の第 2 速の減速比は約 4 . 1 3 である。

【 0 1 3 5 】

前進の第 3 速では、第 1 関係式によって、第 1 リングギヤ 1 3 の回転数比 N_{b_1} を求める。第 1 サンギヤ 1 1 の回転数比 N_{a_1} は 1 である。第 1 キャリア 1 4 の回転数比 N_{c_1} は 0 である。

【 0 1 3 6 】

次に、第 3 関係式と第 4 関係式とによって、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} を求める。第 3 サンギヤ 3 1 の回転数比 N_{a_3} は、第 1 リングギヤ 1 3 の回転数比 N_{b_1} と同じである。第 3 キャリア 3 4 の回転数比 N_{c_3} は、第 4 リングギヤ 4 3 の回転数比 N_{b_4} と同じである。第 3 リングギヤ 3 3 の回転数比 N_{b_3} は、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} と同じである。第 4 サンギヤ 4 1 の回転数比 N_{a_4} は 1 である。この結果、前進の第 3 速における減速比が求められる。たとえば、第 1 ~ 第 4 遊星歯車機構 1 ~ 4 における歯数比が図 3 に示す通りであるとき、前進の第 2 速の減速比は約 3 . 1 8 である。

【 0 1 3 7 】

前進の第 4 速では、第 2 関係式によって、第 2 キャリア 2 4 の回転数比 N_{c_2} を求める。第 2 サンギヤ 2 1 の回転数比 N_{a_2} は 1 である。第 2 リングギヤ 2 3 の回転数比 N_{b_2} は 0 である。

【 0 1 3 8 】

第 2 キャリア 2 4 の回転数比 N_{c_2} は、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} と同じである。これにより、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} が求められる。この結果、前進の第 4 速における減速比が求められる。たとえば、第 1 ~ 第 4 遊星歯車機構 1 ~ 4 における歯数比が図 3 に示す通りであるとき、前進の第 4 速の減速比は約 2 . 6 7 である。

【 0 1 3 9 】

前進の第 5 速では、第 3 関係式と第 4 関係式とによって、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} を求める。第 3 サンギヤ 3 1 の回転数比 N_{a_3} は 0 である。第 3 キャリア 3 4 の回転数比 N_{c_3} は、第 4 リングギヤ 4 3 の回転数比 N_{b_4} と同じである。第 3 リングギヤ 3 3 の回転数比 N_{b_3} は、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c_4} と同じである。第 4 サンギヤ 4 1 の回転数比 N_{a_4} は 1 である。この結果、前進の第 5 速における減速比が求められる。たとえば、第 1 ~ 第 4 遊星歯車機構 1 ~ 4 における歯数比が図 3 に示す通りであるとき、前進の第 5 速の減速比は約 1 . 9 3 である。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 0 】

前進の第6速では、第2関係式によって、第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} を求める。第2サンギヤ21の回転数比 N_{a_2} は1である。第2リングギヤ23の回転数比 N_{b_2} は0である。

【 0 1 4 1 】

次に、第3関係式と第4関係式とによって、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} を求める。第3サンギヤ31の回転数比 N_{a_3} は、第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} と同じである。第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は、第4リングギヤ43の回転数比 N_{b_4} と同じである。第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} は、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} と同じである。第4サンギヤ41の回転数比 N_{a_4} は1である。この結果、前進の第6速における減速比が求められる。たとえば、第1～第4遊星歯車機構1～4における歯数比が図3に示す通りであるとき、前進の第6速の減速比は約1.43である。

10

【 0 1 4 2 】

前進の第7速では、上述したように変速は行われぬ。前進の第7速における減速比は1である。

【 0 1 4 3 】

前進の第8速では、第2関係式によって、第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} を求める。第2サンギヤ21の回転数比 N_{a_2} は1である。第2リングギヤ23の回転数比 N_{b_2} は0である。

【 0 1 4 4 】

次に、第3関係式によって、第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} を求める。第3サンギヤ31の回転数比 N_{a_3} は、第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} と同じである。第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は1である。

20

【 0 1 4 5 】

第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} は、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} と同じである。これにより、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} が求められる。この結果、前進の第8速における減速比が求められる。たとえば、第1～第4遊星歯車機構1～4における歯数比が図3に示す通りであるとき、前進の第8速の減速比は約0.79である。

【 0 1 4 6 】

前進の第9速では、第1関係式によって、第1リングギヤ13の回転数比 N_{b_1} を求める。第1サンギヤ11の回転数比 N_{a_1} は1である。第1キャリア14の回転数比 N_{c_1} は0である。

30

【 0 1 4 7 】

次に、第3関係式によって、第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} を求める。第3サンギヤ31の回転数比 N_{a_3} は、第1リングギヤ13の回転数比 N_{b_1} と同じである。第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は1である。

【 0 1 4 8 】

第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} は、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} と同じである。これにより、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} が求められる。この結果、前進の第9速における減速比が求められる。たとえば、第1～第4遊星歯車機構1～4における歯数比が図3に示す通りであるとき、前進の第9速の減速比は約0.62である。

40

【 0 1 4 9 】

後進の第1速では、第2関係式によって、第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} を求める。第2サンギヤ21の回転数比 N_{a_2} は1である。第2リングギヤ23の回転数比 N_{b_2} は0である。

【 0 1 5 0 】

次に、第3関係式によって、第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} を求める。第3サンギヤ31の回転数比 N_{a_3} は、第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} と同じである。第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は0である。

【 0 1 5 1 】

50

第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} は、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} と同じである。これにより、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} が求められる。この結果、後進の第1速における減速比が求められる。たとえば、第1～第4遊星歯車機構1～4における歯数比が図3に示す通りであるとき、後進の第1速の減速比は約-6.32である。

【0152】

後進の第2速では、第1関係式によって、第1リングギヤ13の回転数比 N_{b_1} を求める。第1サンギヤ11の回転数比 N_{a_1} は1である。第1キャリア14の回転数比 N_{c_1} は0である。

【0153】

第1リングギヤ13の回転数比 N_{b_1} は、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} と同じである。これにより、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} が求められる。この結果、後進の第2速における減速比が求められる。たとえば、第1～第4遊星歯車機構1～4における歯数比が図3に示す通りであるとき、後進の第2速の減速比は約-2.37である。

10

【0154】

代替の前進の第9速では、第3関係式によって、第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} を求める。第3サンギヤ31の回転数比 N_{a_3} は0である。第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は1である。

【0155】

第3リングギヤ33の回転数比 N_{b_3} は、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} と同じである。これにより、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} が求められる。この結果、代替の前進の第9速における減速比が求められる。たとえば、第1～第4遊星歯車機構1～4における歯数比が図3に示す通りであるとき、代替の前進の第9速の減速比は約0.70である。

20

【0156】

なお、図2中に示す段間比とは、各変速段の減速比間の比を表す。詳細には、隣同士の変速段の減速比について、低速段の減速比を高速段の減速比で除した値を段間比という。総段間比とは、最低速段の減速比を最高速段の減速比で除した値をいう。本実施形態の遊星歯車式変速機100は、前進9段の速度段を有している。本実施形態の遊星歯車式変速機100の総段間比は、前進の第1速の減速比を、前進の第9速の減速比で除した値である。

30

【0157】

本実施形態の遊星歯車式変速機100は、前進の速度段を9段有するとともに後進の速度段を2段有しており、遊星歯車式変速機100の速度段が増加している。前進9段、後進2段の速度段を実現するために、遊星歯車式変速機100は4つの遊星歯車機構と合計7つのクラッチおよびブレーキとを有しており、部品数が低減している。図2に示す総段間比は8.98であり、総段間比が拡大している。前進9段の速度段の段間比は、1.19～1.43の範囲にあり、段間比のばらつきが低減されている。

【0158】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

【符号の説明】

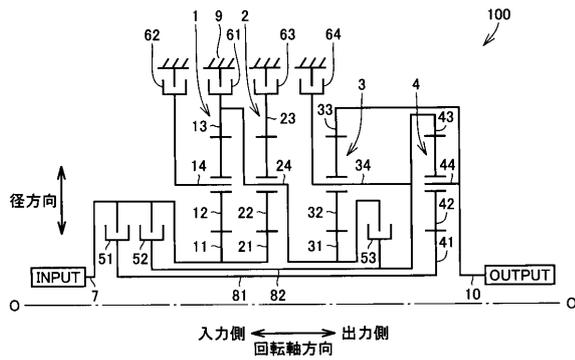
【0159】

1 第1遊星歯車機構、2 第2遊星歯車機構、3 第3遊星歯車機構、4 第4遊星歯車機構、7 入力軸、9 ケーシング、10 出力軸、11 第1サンギヤ、12 第1プラネタリギヤ、13 第1リングギヤ、14 第1キャリア、21 第2サンギヤ、22 第2プラネタリギヤ、23 第2リングギヤ、24 第2キャリア、31 第3サンギヤ、32 第3プラネタリギヤ、33 第3リングギヤ、34 第3キャリア、41 第4サンギヤ、42 第4プラネタリギヤ、43 第4リングギヤ、44 第4キャリ

50

ア、51 第1クラッチ、52 第2クラッチ、53 第3クラッチ、61 第1ブレーキ、62 第2ブレーキ、63 第3ブレーキ、64 第4ブレーキ、81 第1中間軸、82 第2中間軸、100 遊星歯車式変速機。

【図1】



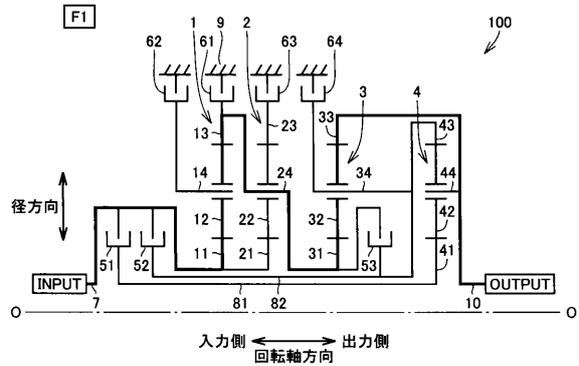
【図2】

	減速比	段間比	総段間比	クラッチ			ブレーキ					
				第1	第2	第3	第1	第2	第3	第4		
F1	5.61	1.36	8.98						×		×	
F2	4.13	1.30		×								×
F3	3.18	1.19		×					×			
F4	2.67	1.38					×			×		
F5	1.93	1.35		×				×				
F6	1.43	1.43		×						×		
F7	1.00	1.26		×	×							
F8	0.79	1.27				×					×	
F9	0.62	-				×				×		
R1	-6.32	2.67								×	×	
R2	-2.37	-								×	×	
追加/代替 速度段												
F9'	0.70	-			×		×					

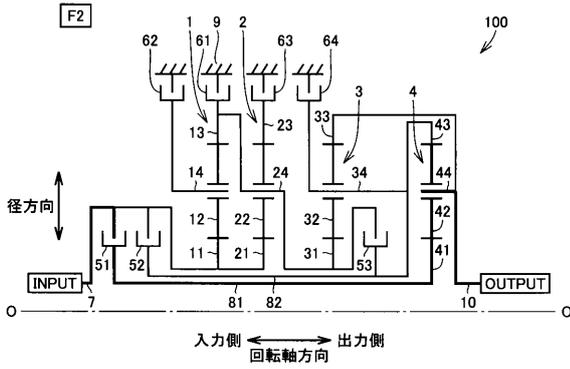
【図3】

	歯数比
第1遊星	2.37
第2遊星	1.67
第3遊星	2.37
第4遊星	3.13

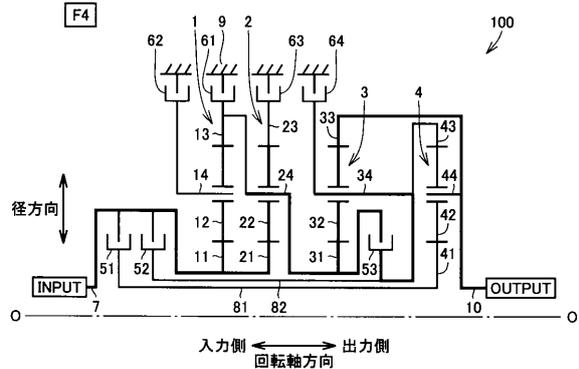
【図4】



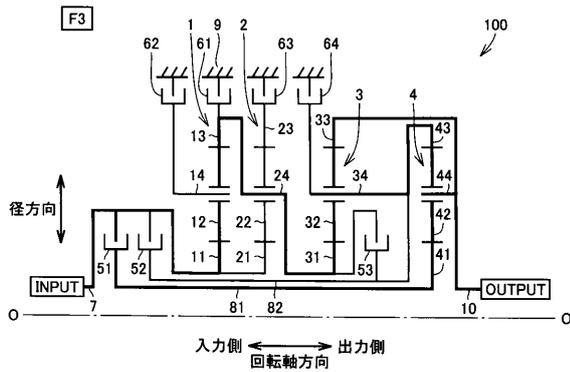
【 図 5 】



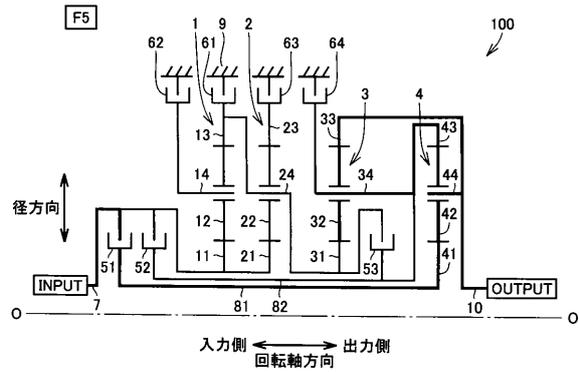
【 図 7 】



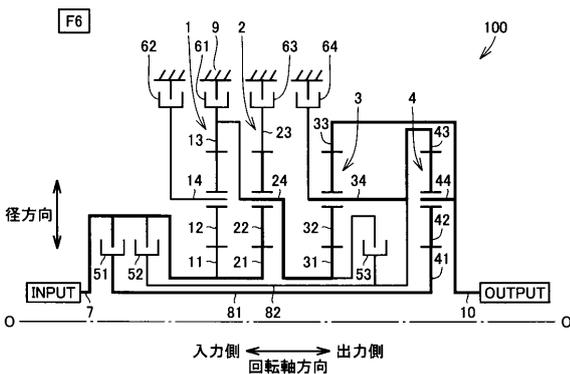
【 図 6 】



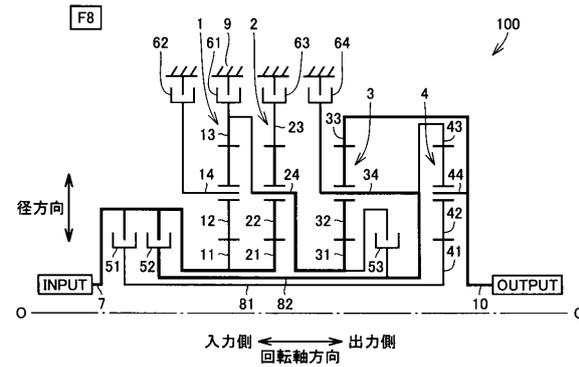
【 図 8 】



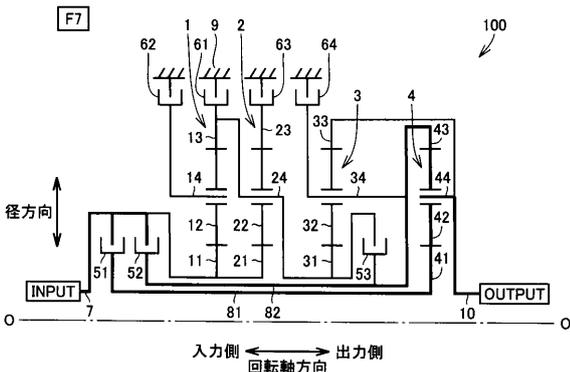
【 図 9 】



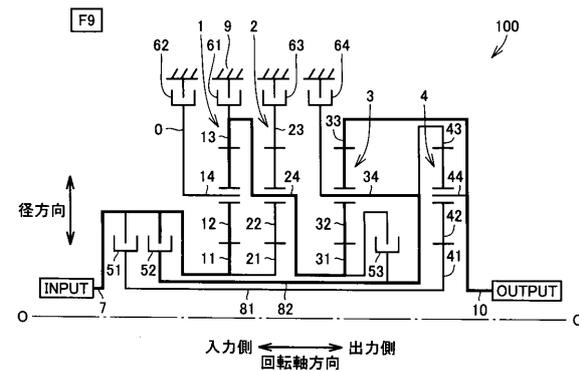
【 図 1 1 】



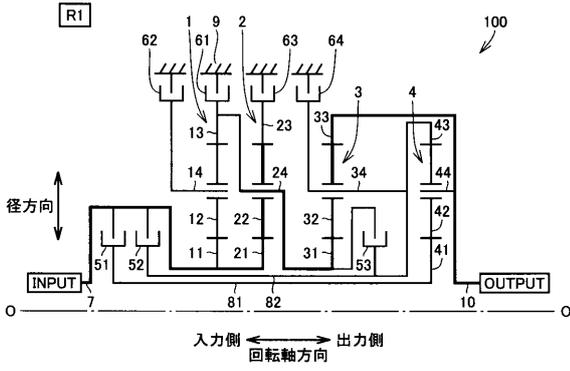
【 図 1 0 】



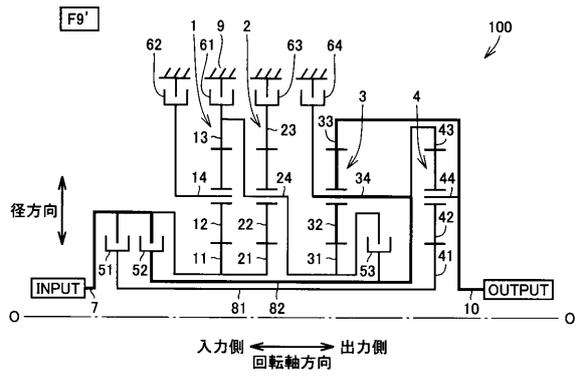
【 図 1 2 】



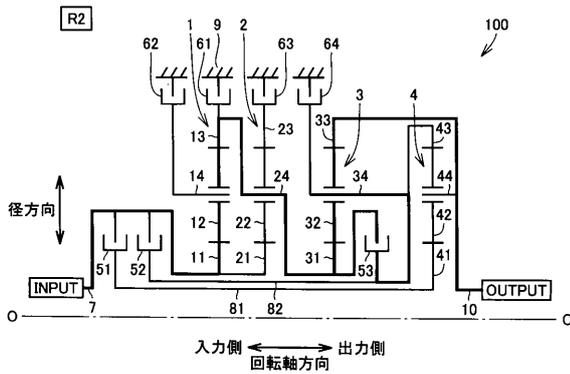
【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 鎌谷 豊

石川県小松市符津町ツ 2 3 株式会社小松製作所 粟津工場内

(72)発明者 泉 浩平

石川県小松市符津町ツ 2 3 株式会社小松製作所 粟津工場内

Fターム(参考) 3J028 EA25 EA30 EB09 EB14 EB19 EB31 EB37 EB54 EB62 FA06
FA14 FB03 FC13 FC26 GA07 GA15 HA13 HA32