

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年2月11日(11.02.2016)



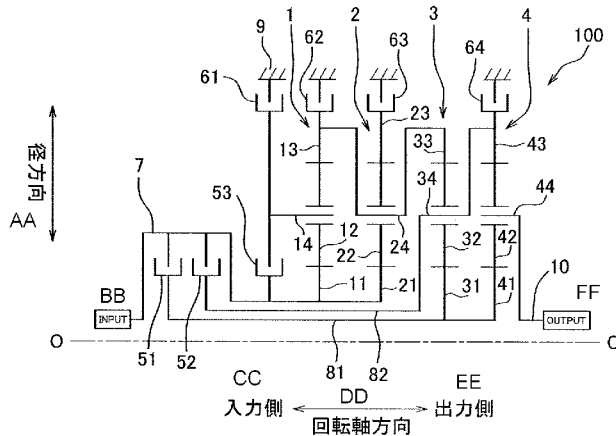
(10) 国際公開番号
WO 2016/021292 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 3/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/066054
- (22) 国際出願日: 2015年6月3日(03.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-159613 2014年8月5日(05.08.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所(KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂2-3-6
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 安田 伸人(YASUTA, Nobuhito); 〒
9230392 石川県小松市符津町ツ23 株式会社
小松製作所 栗津工場内 Ishikawa (JP). 松尾 拓
(MATSUO, Taku); 〒9230392 石川県小松市符津町
ツ23 株式会社小松製作所 栗津工場内 Ishi-
kawa (JP).
- (74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法
人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪
市北区南森町1丁目4番19号 サウスホレス
トビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: PLANETARY GEAR TRANSMISSION

(54) 発明の名称: 遊星歯車式変速機



- AA Radial direction
- BB Input
- CC Input side
- DD Direction of rotational axis
- EE Output side
- FF Output

(57) Abstract: Provided is a planetary gear transmission in which a first sun gear (11) and a second sun gear (21) rotate integrally with an input shaft (7). A second carrier (24) rotates integrally with a first ring gear (13). A third sun gear (31) rotates integrally with a first intermediate shaft (81). A third ring gear (33) rotates integrally with a second carrier (24). A fourth sun gear (41) rotates integrally with a first intermediate shaft (81). A fourth ring gear (43) rotates integrally with a third carrier (34). A fourth carrier (44) outputs power. A first clutch (51) connects the input shaft (7) and the first intermediate shaft (81). A second clutch (52) connects the input shaft (7) and a third carrier (34). A third clutch (53) connects the input shaft (7) and a first carrier (14). A first braking mechanism (61) brakes the rotation of the first carrier (14). A second braking mechanism (62) brakes the rotation of the first ring gear (13). A third braking mechanism (63) brakes the rotation of a second ring gear (23). A fourth braking mechanism (64) brakes the rotation of the fourth ring gear (43).

(57) 要約: 第1サンギア(11)及び第2サンギア(21)は、入力軸(7)と一体的に回転する。第2キャリア(24)は、第1リングギア(13)と一体的に回転する。第3サンギア(31)は、第1中間軸(81)と一体的に回転する。第3リングギア(33)は、第2キャリア(24)と一体的に回転する。第4サンギア(41)は、第1中間軸(81)と一体的に回転する。第4リングギア(43)は、第3キャリア(34)と一体的に回転する。第4キャリア(44)は、動力を出力する。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。第2クラッチ(52)は、入力軸(7)と第3キャリア(34)とを連結する。第3クラッチ(53)は、入力軸(7)と第1キャリア(14)とを連結する。第1制動機構(61)は、第1キャリア(14)の回転を制動する。第2制動機構(62)は、第1リングギア(13)の回転を制動する。第3制動機構(63)は、第2リングギア(23)の回転を制動する。第4制動機構(64)は、第4リングギア(43)の回転を制動する。

は、第2キャリア(24)と一体的に回転する。第4サンギア(41)は、第1中間軸(81)と一体的に回転する。第4リングギア(43)は、第3キャリア(34)と一体的に回転する。第4キャリア(44)は、動力を出力する。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。第2クラッチ(52)は、入力軸(7)と第3キャリア(34)とを連結する。第3クラッチ(53)は、入力軸(7)と第1キャリア(14)とを連結する。第1制動機構(61)は、第1キャリア(14)の回転を制動する。第2制動機構(62)は、第1リングギア(13)の回転を制動する。第3制動機構(63)は、第2リングギア(23)の回転を制動する。第4制動機構(64)は、第4リングギア(43)の回転を制動する。



WO 2016/021292 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：遊星歯車式変速機

技術分野

[0001] 本発明は、遊星歯車式変速機に関するものである。

背景技術

[0002] ダンプトラ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て使用することによって、所望の減速比を得ることができる。例えば、特許文献1に開示された遊星歯車式変速機は、前進9段、後進1段の速度段を有している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特公平6-78778号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した遊星歯車式変速機は、後進の速度段が1段だけであった。しかしながら、燃費の向上、又は走行性能の向上などのために、後進の速度段の増加が要望されている。

[0005] 本発明の課題は、後進の速度段を複数有する遊星歯車式変速機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1側面に係る遊星歯車式変速機は、入力軸、第1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制動機構、第2制動機構、第3制動機構、及び第4制動機構を備える。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1遊星歯車機構は、第1サンギア、第1プラネタリギ

ア、第1リングギア、及び第1キャリア、を有する。第1サンギアは、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サンギア、第2プラネタリギア、第2リングギア、及び第2キャリア、を有する。第2サンギアは、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リングギア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サンギア、第3プラネタリギア、第3リングギア、及び第3キャリア、を有する。第3サンギアは、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3リングギアは、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4遊星歯車機構は、第4サンギア、第4プラネタリギア、第4リングギア、及び第4キャリア、を有する。第4サンギアは、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リングギアは、第3キャリア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、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3キャリアとを連結するように構成されている。第3クラッチは、入力軸と第1キャリアとを連結するように構成されている。第1制動機構は、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2制動機構は、第1リングギア、前記第2キャリア、及び前記第3リングギアの少なくとも1つの回転を制動するように構成されている。第3制動機構は、第2リングギアの回転を制動するように構成されている。第4制動機構は、第4リングギアの回転を制動するように構成されている。

[0007] 本発明の第2側面に係る遊星歯車式変速機は、入力軸、第1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制動機構、第2制動機構、第3制動機構、及び第4制動機構を備える。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1遊星歯車機構は、第1サンギア、第1プラネタリギア、第1リングギア、及び第1キャリア、を有する。第1サンギアは、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サンギア、第2プラネタリギア、第2リングギア、及び第2キャリア、を有する。第2サンギアは、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リングギア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サンギア、第3プラネタリギア、第3リングギア、及び第3キャリア、を有する。第3サンギアは、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3リングギアは、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4遊星歯車機構は、第4サンギア、第4プラネタリギア、第4リングギア、及び第4キャリア、を有する。第4サンギアは、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リングギアは、第3キャリア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、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3キャリアとを連結するように構成されている。第3クラッチは、第1リングギアと第1キャリアとを連結するように構成されている。第1制動機構は、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2制動機構は、第1リングギア、前記第2キャリア、及び前記第3リングギアの少なくとも1つの回転を制動するように構成されている。第3制動機構は、第2リングギアの回転を制動するように構成されている。第4制動機構は、第4リングギアの回転を制動するように構成されている。

[0008] 本発明の第3側面に係る遊星歯車式変速機は、入力軸、第1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制動機構、第2制動機構、第3制動機構、及び第4制動機構を備える。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1遊星歯車機構は、第1サンギア、第1プラネタリギア、第1リングギア、及び第1キャリア、を有する。第1サンギアは、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

ンギア、第2プラネタリギア、第2リングギア、及び第2キャリア、を有する。第2サンギアは、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リングギア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サンギア、第3プラネタリギア、第3リングギア、及び第3キャリア、を有する。第3サンギアは、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3リングギアは、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4遊星歯車機構は、第4サンギア、第4プラネタリギア、第4リングギア、及び第4キャリア、を有する。第4サンギアは、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リングギアは、第3キャリア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、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3キャリアとを連結するように構成されている。第3クラッチは、第3リングギアと第3キャリアとを連結するように構成されている。第1制動機構は、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2制動機構は、第1リングギア、前記第2キャリア、及び前記第3リングギアの少なくとも1つの回転を制動するように構成されている。第3制動機構は、第2リングギアの回転を制動するように構成されている。第4制動機構は、第4リングギアの回転を制動するように構成されている。

[0009] 好ましくは、入力軸は中空状である。第1中間軸は、入力軸内に配置されている。

[0010] 好ましくは、遊星歯車式変速機は、第2中間軸をさらに備える。第2中間軸は、入力軸と第1中間軸との間に配置されている。第2中間軸は、第3キャリアと一体的に回転するように構成されている。

[0011] 好ましくは、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。

[0012] 好ましくは、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、この順に配置される。

[0013] 好ましくは、遊星歯車式変速機は、各遊星歯車機構を収容するケーシングをさらに備えている。回転軸の径方向において、第3クラッチとケーシングとの間にスペースが形成される。この構成によれば、第3クラッチが油圧式クラッチの場合に、第3クラッチへ油を送るための油圧回路を構成しやすい。

[0014] 好ましくは、第2制動機構は、第1リングギアの径方向外側に配置されている。第1制動機構は、回転軸方向において、第2制動機構よりも入力側に配置されている。第3クラッチは、回転軸方向において、第1制動機構と第2制動機構との間に配置される。

[0015] 好ましくは、第3クラッチは、回転軸方向において、第3遊星歯車機構と第4遊星歯車機構との間に配置される。

発明の効果

[0016] 本発明に係る遊星歯車式変速機によれば、後進の速度段を複数有することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第1実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図。

[図2]第1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クラッチ又は制動機構を示す表。

[図3]第1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。

[図4]第1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。

[図5]第1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。

[図6]第1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。

[図7]第1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。

[図8]第1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。

[図9]第1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。

[図10]第1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。

[図11]第1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。

[図12]第1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。

[図13]第1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。

[図14]第2実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図。

[図15]第2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。

[図16]第2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。

[図17]第2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。

[図18]第2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。

[図19]第2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。

[図20]第2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。

[図21]第2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。

[図22]第2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。

[図23]第2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。

[図24]第2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。

[図25]第2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。

[図26]第3実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図。

[図27]第3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クラッチ又は制動機構を示す表。

[図28]第3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。

[図29]第3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。

[図30]第3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。

[図31]第3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。

[図32]第3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。

[図33]第3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。

[図34]第3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。

[図35]第3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。

[図36]第3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。

[図37]第3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。

[図38]第3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。

[図39]変形例に係る遊星歯車式変速機の概略図。

発明を実施するための形態

[0018] 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、図14、及び図26の左右方向であり、径方向は図1、図14、及び図26の上下方向である。回転軸とは、入力軸の中心線を示す。また、入力側とは、遊星歯車式変速機が動力を入力する側を示し、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、図14、及び図26の左側、出力側は、図1、図14、及び図26の右側である。

[0019] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図である。図1に示すように、遊星歯車式変速機100は、エンジン（図示省略）等からの動力の回転速度を変速して出力する。なお、エンジン等からの動力は、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。

[0020] 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51～53、複数の制動機構61～64、入力軸7、第1中間軸81、第2中間軸82、及びケーシング9を備える。ケーシング9は、各遊星歯車機構1～4、各クラッチ51～53、各制動機構61～64、入力軸7、第1中間軸81、及び第2中間軸82を収容している。

[0021] 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、及び第4遊星歯車機構4を備える。また、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、及び第3クラッチ5 3を備える。また、遊星歯車式変速機1 0 0は、複数の制動機構として、第1制動機構6 1、第2制動機構6 2、第3制動機構6 3、及び第4制動機構6 4を備えている。

[0022] 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、及び第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、及び第4遊星歯車機構の順で配置されている。

[0023] 入力軸7は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。回転軸O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。

[0024] 第1中間軸8 1は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。すなわち、第1中間軸8 1は、回転軸方向に延びている。第1中間軸8 1は、入力軸7内に配置されている。第1中間軸8 1の中心軸と、入力軸7の中心軸とは、実質的に同じである。

[0025] 第2中間軸8 2は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。すなわち、第2中間軸8 2は、回転軸方向に延びている。第2中間軸8 2は、入力軸7内に配置されている。第2中間軸8 2は、中空状である。詳細には、第2中間軸8 2は筒状である。第1中間軸8 1は、第2中間軸8 2内に配置されている。すなわち、第1中間軸8 1は、第2中間軸8 2内に配置され、第2中間軸8 2は、入力軸7内に配置される。径方向外側に向かって、第1中間軸8 1、第2中間軸8 2、入力軸7の順で配置される。

[0026] 第1遊星歯車機構1は、第1サンギア1 1、複数の第1プラネタリギア1 2、第1リングギア1 3、及び第1キャリア1 4を有している。

[0027] 第1サンギア1 1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サンギア1 1は、入力軸7に固定されている。なお、第1サンギア1 1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。

[0028] 各第1プラネタリギア1 2は、第1サンギア1 1に噛み合うように構成されている。各第1プラネタリギア1 2は、第1サンギア1 1の径方向外側に

配置されている。詳細には、各第1プラネタリギア12は、周方向に間隔をあけて配置されている。

[0029] 各第1プラネタリギア12は、第1サンギア11の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第1プラネタリギア12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1プラネタリギア12は、自転するように構成されている。

[0030] 第1リングギア13は、各第1プラネタリギア12と噛み合っている。第1リングギア13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1キャリア14は、各第1プラネタリギア12を支持している。各第1プラネタリギア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Oを中心に回転するように構成されている。

[0032] 第2遊星歯車機構2は、第2サンギア21、複数の第2プラネタリギア22、第2リングギア23、及び第2キャリア24を有している。

[0033] 第2サンギア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、第2サンギア21は、入力軸7に固定されている。なお、第2サンギア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。

[0034] 各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21に噛み合うように構成されている。各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21の径方向外側に配置されている。詳細には、各第2プラネタリギア22は、周方向に間隔をあけて配置されている。

[0035] 各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第2プラネタリギア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プラネタリギア22は、自転するように構成されている。

[0036] 第2リングギア23は、各第2プラネタリギア22と噛み合っている。第2リングギア23は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0037] 第2キャリア24は、各第2プラネタリギア22を支持している。各第2

プラネタリギア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。

[0038] 第2キャリア24は、第1リングギア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リングギア13に連結されている。第2キャリア24と第1リングギア13とは1つの部材によって形成されていてもよい。

[0039] 第3遊星歯車機構3は、第3サンギア31、複数の第3プラネタリギア32、第3リングギア33、及び第3キャリア34を有している。

[0040] 第3サンギア31は、第1中間軸81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サンギア31は、第1中間軸81に固定されている。なお、第3サンギア31と第1中間軸81とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0041] 各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31に噛み合うように構成されている。各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31の径方向外側に配置されている。詳細には、各第3プラネタリギア32は、周方向に間隔をあけて配置されている。

[0042] 各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第3プラネタリギア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プラネタリギア32は、自転するように構成されている。

[0043] 第3リングギア33は、各第3プラネタリギア32と噛み合っている。第3リングギア33は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0044] 第3リングギア33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リングギア33は、第2キャリア24と連結されている。すなわち、第1リングギア13と第2キャリア24と第3リングギア33とは、一体的に回転するように構成されている。なお、第3リングギア33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。

- [0045] 第3キャリア34は、各第3プラネタリギア32を支持している。各第3プラネタリギア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、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0046] 第3キャリア34は、第2中間軸82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34は、第2中間軸82に固定されている。第3キャリア34と第2中間軸82とは、1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0047] 第4遊星歯車機構4は、第4サンギア41、複数の第4プラネタリギア42、第4リングギア43、及び第4キャリア44を有している。
- [0048] 第4サンギア41は、第1中間軸81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サンギア41は、第1中間軸81に固定されている。なお、第4サンギア41と第1中間軸81とは、1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0049] 各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41に噛み合うように構成されている。各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41の径方向外側に配置されている。詳細には、各第4プラネタリギア42は、周方向に間隔をあけて配置されている。
- [0050] 各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第4プラネタリギア42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プラネタリギア42は、自転するように構成されている。
- [0051] 第4リングギア43は、各第4プラネタリギア42と噛み合っている。第4リングギアは、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0052] 第4リングギア43は、第3キャリア34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リングギア43は、第3キャリア34と連結されている。すなわち、第2中間軸82と第3キャリア34と第4リングギア

43とは、互いに一体的に回転するように構成されている。なお、第4リングギア43と第3キャリア34とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0053] 第4キャリア44は、各第4プラネタリギア42を支持している。各第4プラネタリギア42は、第4キャリア44に支持された状態で、自転可能である。第4キャリア44は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0054] 第4キャリア44は、動力を出力する。詳細には、第4キャリア44は、遊星歯車式変速機100によって変速された回転速度を有する動力を出力する。この第4キャリア44は、出力軸10と一体的に回転する。このため、出力軸10は、変速された動力を出力する。なお、第4キャリア44と出力軸10とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0055] 第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを連結するように構成されている。詳細には、第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを遮断可能に連結している。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。

[0056] 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。第1クラッチ51は、例えば、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。

[0057] 第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを連結するように構成されている。すなわち、第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを遮断可能に連結している。具体的には、第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82とを連結することによって、入力軸7と第3キャリア34とを連結する。第2クラッチ52は、例えば、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。

[0058] 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 8 2 とを連結する。すなわち、第 2 クラッチ 5 2 は、第 2 中間軸 8 2 を介して、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 とを連結する。したがって、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 とが一体的に回転する。

[0059] 第 2 クラッチ 5 2 がオフ状態のとき、第 2 クラッチ 5 2 は、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 との連結を遮断する。すなわち、第 2 クラッチ 5 2 は、入力軸 7 と第 2 中間軸 8 2 との連結を遮断することによって、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 との連結を遮断する。したがって、第 2 中間軸 8 2 及び第 3 キャリア 3 4 は、入力軸 7 に対して相対回転可能である。

[0060] 第 3 クラッチ 5 3 は、入力軸 7 と第 1 キャリア 1 4 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 5 3 は、入力軸 7 と第 1 キャリア 1 4 とを遮断可能に連結している。第 3 クラッチ 5 3 は、例えば、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。

[0061] 第 3 クラッチ 5 3 がオン状態のとき、第 3 クラッチ 5 3 は、入力軸 7 と第 1 キャリア 1 4 とを連結する。したがって、入力軸 7 と第 1 キャリア 1 4 とが一体的に回転する。

[0062] 第 3 クラッチ 5 3 がオフ状態のとき、第 3 クラッチ 5 3 は、入力軸 7 と第 1 キャリア 1 4 との連結を遮断する。したがって、第 1 キャリア 1 4 は、入力軸 7 に対して、相対回転可能である。

[0063] 第 1 制動機構 6 1 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 1 制動機構 6 1 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。

[0064] 第 1 制動機構 6 1 がオン状態のとき、第 1 制動機構 6 1 は第 1 キャリア 1 4 の回転を制動する。すなわち、第 1 制動機構 6 1 がオン状態のとき、第 1 制動機構 6 1 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。

[0065] 一方、第 1 制動機構 6 1 がオフ状態のとき、第 1 制動機構 6 1 は第 1 キャリア 1 4 の回転を制動しない。すなわち、第 1 制動機構 6 1 がオフ状態のとき、第 1 制動機構 6 1 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14は回転可能である。

[0066] 第1制動機構61は、回転軸方向において、第2制動機構62よりも入力側に配置されている。

[0067] 第2制動機構62は、第1リングギア13の回転を制動するように構成されている。詳細には、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結するように構成されている。

[0068] 第2制動機構62がオン状態のとき、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動する。すなわち、第2制動機構62がオン状態のとき、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結する。したがって、第1リングギア13は、回転不能である。

[0069] 一方、第2制動機構62がオフ状態のとき、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動しない。すなわち、第2制動機構62がオフ状態のとき、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結しない。したがって、第1リングギア13は回転可能である。なお、第2制動機構62は、第1リングギア13の径方向外側に配置されている。

[0070] 第3制動機構63は、第2リングギア23の回転を制動するように構成されている。詳細には、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結するように構成されている。

[0071] 第3制動機構63がオン状態のとき、第3制動機構63は第2リングギア23の回転を制動する。すなわち、第3制動機構63がオン状態のとき、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結する。したがって、第2リングギア23は、回転不能である。

[0072] 一方、第3制動機構63がオフ状態のとき、第3制動機構63は第2リングギア23の回転を制動しない。すなわち、第3制動機構63がオフ状態のとき、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結しない。したがって、第2リングギア23は回転可能である。なお、第3制動機構63は、第2リングギア23の径方向外側に配置されている。

[0073] 第4制動機構64は、第4リングギア43の回転を制動するように構成さ

れている。詳細には、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結するように構成されている。

[0074] 第4制動機構64がオン状態のとき、第4制動機構64は第4リングギア43の回転を制動する。すなわち、第4制動機構64がオン状態のとき、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結する。したがって、第4リングギア43は、回転不能である。

[0075] 一方、第4制動機構64がオフ状態のとき、第4制動機構64は第4リングギア43の回転を制動しない。すなわち、第4制動機構64がオフ状態のとき、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結しない。したがって、第4リングギア43は回転可能である。なお、第4制動機構64は、第4リングギア43の径方向外側に配置されている。

[0076] 以上のように構成された遊星歯車式変速機100の動作について説明する。遊星歯車式変速機100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。図2は、各速度段においてオン状態となる各クラッチ又は各制動機構を示す表である。なお、図2の○印は、オン状態となる各クラッチ又は各制動機構を示している。

[0077] 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1速(F1)とする際は、第1制動機構61をオン状態にするとともに、第4制動機構64をオン状態にする。なお、第2制動機構62、第3制動機構63、及び第1～第3クラッチ51～53は、オフ状態である。

[0078] 第1制動機構61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。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0079] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図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1サンギア11が、入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、第1キャリア14が回転不能なため、各第1プラネ

タリギア 12 は公転しない。

[0080] 各第 1 プラネタリギア 12 の自転によって、第 1 リングギア 13 が回転する。そして、第 2 キャリア 24 は第 1 リングギア 13 と一体的に回転する。

[0081] 第 3 リングギア 33 は、第 2 キャリア 24 と一体的に回転する。この第 3 リングギア 33 の回転によって、各第 3 プラネタリギア 32 が自転する。なお、第 3 キャリア 34 は回転不能であるため、各第 3 プラネタリギア 32 は公転しない。

[0082] 各第 3 プラネタリギア 32 の自転によって、第 3 サンギア 31 が回転する。第 4 サンギア 41 は、第 3 サンギア 31 と一体的に回転する。第 4 サンギア 41 の回転によって、各第 4 プラネタリギア 42 は自転するとともに公転する。この結果、第 4 キャリア 44 が回転し、第 4 キャリア 44 は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0083] 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 2 速 (F2) 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 4 制動機構 64 をオン状態にする。すなわち、第 1 速 (F1) と第 2 速 (F2) との間の切り換えにおいて、第 4 制動機構 64 はオン状態を維持している。なお、第 2 クラッチ 52、第 3 クラッチ 53、及び第 1～第 3 制動機構 61～63 は、オフ状態である。

[0084] 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。また、第 4 制動機構 64 がオン状態になるため、第 4 リングギア 43 は回転不能となる。第 3 キャリア 34 は第 4 リングギア 43 と一体的に回転するため、第 3 キャリア 34 も回転不能となる。

[0085] この状態において、遊星歯車式変速機 100 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 中間軸 81 が入力軸 7 と一体的に回転する。

[0086] 第 4 サンギア 41 が第 1 中間軸 81 と一体的に回転する。この第 4 サンギア 41 の回転によって、各第 4 プラネタリギア 42 は自転するとともに公転する。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

れた回転速度を有する動力を出力する。

- [0087] 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3速(F3)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制動機構61をオン状態にする。すなわち、第2速(F2)と第3速(F3)との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第2～第4制動機構62～64、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。
- [0088] 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。また、第1制動機構61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。
- [0089] この状態において、遊星歯車式変速機100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。まず、第1サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、第1キャリア14が回転不能であるため、各第1プラネタリギア12は公転しない。
- [0090] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。
- [0091] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3サンギア31は第1中間軸81と一体的に回転する。第3サンギア31の回転、及び第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32は、自転しながら公転する。そして、第3キャリア34が回転する。
- [0092] 第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギア41は第1中間軸81と一体的に回転する。この第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。
- [0093] 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1クラッチ51をオン状態にするとともに、第2制動機

構 6 2 をオン状態にする。すなわち、第 3 速 (F 3) と第 4 速 (F 4) 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。なお、第 1 制動機構 6 1、第 3 制動機構 6 3、第 4 制動機構 6 4、第 2 クラッチ 5 2、及び第 3 クラッチ 5 3 は、オフ状態である。

[0094] 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。また、第 2 制動機構 6 2 がオン状態になるため、第 1 リングギア 1 3 が回転不能となる。第 2 キャリア 2 4 は第 1 リングギア 1 3 と一体的に回転するため、第 2 キャリア 2 4 も回転不能である。さらには、第 3 リングギア 3 3 は第 2 キャリア 2 4 と一体的に回転するため、第 3 リングギア 3 3 も回転不能である。

[0095] この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 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 中間軸 8 1 が入力軸 7 と一体的に回転する。そして、第 3 サンギア 3 1 及び第 4 サンギア 4 1 が第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転する。

[0096] 第 3 サンギア 3 1 の回転によって、各第 3 プラネタリギア 3 2 が自転するとともに公転する。そして、第 3 キャリア 3 4 が回転する。第 4 リングギア 4 3 は、第 3 キャリア 3 4 と一体的に回転する。

[0097] 第 4 リングギア 4 3 の回転、及び第 4 サンギア 4 1 の回転によって、各第 4 プラネタリギア 4 2 が自転しながら公転する。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。

[0098] 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 5 速 (F 5) 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 制動機構 6 3 をオン状態にする。すなわち、第 4 速 (F 4) と第 5 速 (F 5) 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。なお、第 1 制動機構 6 1、第 2 制動機構 6 2、第 4 制動機構 6 4、第 2 クラッチ 5 2、及び第 3 クラッチ 5 3 は、オフ状態である。

[0099] 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。また、第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23が回転不能となる。

[0100] 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、入力軸7と第1中間軸81とが互いに一体的に回転する。第2サンギア21が入力軸7と一体的に回転し、第3サンギア31及び第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。

[0101] 第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22は自転するとともに公転する。そして、第2キャリア24が回転する。第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。

[0102] 第3サンギア31の回転及び第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア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。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。

[0103] 第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0104] 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6速(F6)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2クラッチ52をオン状態にする。すなわち、第5速(F5)と第6速(F6)との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第1～第4制動機構61～64、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0105] 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。また、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。

[0106] この状態において、遊星歯車式変速機100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。まず、入力軸7と第1中間軸81と第2中

間軸 8 2 とが、互いに一体的に回転する。第 3 サンギア 3 1 及び第 4 サンギア 4 1 が第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転する。第 3 キャリア 3 4 が第 2 中間軸 8 2 と一体的に回転する。第 4 リングギア 4 3 は第 3 キャリア 3 4 と一体的に回転する。

[0107] 第 4 サンギア 4 1 の回転、及び第 4 リングギア 4 3 の回転によって、各第 4 プラネタリギア 4 2 が公転する。なお、第 4 サンギア 4 1 と第 4 リングギア 4 3 とは、互いに同じ回転速度で回転するため、各第 4 プラネタリギア 4 2 は自転しない。このため、各第 4 プラネタリギア 4 2 は、第 4 サンギア 4 1 及び第 4 リングギア 4 3 と同じ回転速度で公転する。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、変速されない回転速度を有する動力を出力する。すなわち、第 6 速の状態の遊星歯車式変速機 1 0 0 は、エンジン等からの動力の回転速度を変速しない。

[0108] 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 2 クラッチ 5 2 をオン状態にするとともに、第 3 制動機構 6 3 をオン状態にする。すなわち、第 6 速 (F 6) と第 7 速 (F 7) との間の切り換えにおいて、第 2 クラッチ 5 2 はオン状態を維持している。なお、第 1 制動機構 6 1、第 2 制動機構 6 2、第 4 制動機構 6 4、第 1 クラッチ 5 1、及び第 3 クラッチ 5 3 は、オフ状態である。

[0109] 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。また、第 3 制動機構 6 3 がオン状態になるため、第 2 リングギア 2 3 は回転不能となる。

[0110] 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。まず、入力軸 7 と第 2 中間軸 8 2 とが互いに一体的に回転する。第 2 サンギア 2 1 が、入力軸 7 と一体的に回転する。第 3 キャリア 3 4 が、第 2 中間軸 8 2 と一体的に回転する。

[0111] 第 2 サンギア 2 1 の回転によって、各第 2 プラネタリギア 2 2 は自転するとともに公転する。そして、第 2 キャリア 2 4 が回転する。第 3 リングギア 3 3 は、第 2 キャリア 2 4 と一体的に回転する。

- [0112] 第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が公転する。また、第3リングギア33の回転、及び第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。この結果、第3サンギア31が回転する。
- [0113] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転と第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。
- [0114] 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2制動機構62をオン状態にする。すなわち、第7速(F7)と第8速(F8)との間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。なお、第1制動機構61、第3制動機構63、第4制動機構64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。
- [0115] 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。また、第2制動機構62がオン状態になるため、第1リングギア13は回転不能となる。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転するため、第2キャリア24も回転不能である。さらには、第3リングギア33は第2キャリア24と一体的に回転するため、第3リングギア33も回転不能である。
- [0116] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図10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中間軸82が入力軸7と一体的に回転する。そして、第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。
- [0117] 第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が公転するとともに自転する。そして、第3サンギア31が回転する。
- [0118] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リング

ギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転と第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0119] 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1制動機構61をオン状態にする。すなわち、第8速(F8)と第9速(F9)との間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。なお、第2～第4制動機構62～64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0120] 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。また、第1制動機構61がオン状態になるため、第1キャリア14は回転不能となる。

[0121] 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1サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、上述したように第1キャリア14は回転できないため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0122] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。

[0123] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。この結果、各第3プラネタリギア32は自転するとともに公転する。そして、第3サンギア31は回転する。

[0124] 第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア

ア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0125] 図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を後進の第1速(R1)とする際は、第3制動機構63をオン状態にするとともに、第4制動機構64をオン状態にする。なお、第1制動機構61、第2制動機構62、及び第1～第3クラッチ51～53は、オフ状態である。

[0126] 第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23が回転不能となる。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0127] 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2サンギア21が入力軸7と一体的に回転する。第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22が自転するとともに公転する。そして第2キャリア24が回転する。

[0128] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。

[0129] 各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0130] 図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を後進の第2速(R2)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4制動機構64をオン状態にする。すなわち、第1速(R1)と第2速(R2)との間の切り換えにおいて、第4制動機構64はオン状態を維持している。なお、第1～第3制動機構61～63、第1クラッチ51、及び第2クラッチ52は、オフ状態である。

- [0131] 第3クラッチ53がオン状態になるため、第1キャリア14は入力軸7と一体的に回転する。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。
- [0132] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図13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サンギア11及び第1キャリア14が、入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11と第1キャリア14とは、互いに同じ回転速度で回転する。このため、各第1プラネタリギア12は自転せずに公転する。各第1プラネタリギア12の公転によって、第1リングギア13が回転する。なお、第1リングギア13は、各第1プラネタリギア12の公転と同じ回転速度で回転する。すなわち、第1サンギア11と第1リングギア13と第1キャリア14とは、互いに一体的に回転する。
- [0133] 第2キャリア24は、第1リングギア13と一体的に回転する。そして、第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。
- [0134] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。
- [0135] 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。
- [0136] 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(1)で表される。

[0137] [数1]

$$s_1 N_{s1} + r_1 N_{r1} = (s_1 + r_1) N_{c1} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

[0138] ここで、 s_1 は第1サンギア11の歯数、 r_1 は第1リングギア13の歯数、 N_{s1} は第1サンギア11の回転数比、 N_{r1} は第1リングギア13の回転数比、 N_{c1} は第1キャリア14の回転数比である。

[0139] 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(2)で表される。

[0140] [数2]

$$s_2 N_{s2} + r_2 N_{r2} = (s_2 + r_2) N_{c2} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

[0141] ここで、 s_2 は第2サンギア21の歯数、 r_2 は第2リングギア23の歯数、 N_{s2} は第2サンギア21の回転数比、 N_{r2} は第2リングギア23の回転数比、 N_{c2} は第2キャリア24の回転数比である。

[0142] 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(3)で表される。

[0143] [数3]

$$s_3 N_{s3} + r_3 N_{r3} = (s_3 + r_3) N_{c3} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

[0144] ここで、 s_3 は第3サンギア31の歯数、 r_3 は第3リングギア33の歯数、 N_{s3} は第3サンギア31の回転数比、 N_{r3} は第3リングギア33の回転数比、 N_{c3} は第3キャリア34の回転数比である。

[0145] 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(4)で表される。

[0146] [数4]

$$s_4 N_{s4} + r_4 N_{r4} = (s_4 + r_4) N_{c4} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

[0147] ここで、 s_4 は第4サンギア41の歯数、 r_4 は第4リングギア43の歯数、 N_{s4} は第4サンギア41の回転数比、 N_{r4} は第4リングギア43の回転数

比、 N_{c4} は第4キャリア44の回転数比である。

[0148] まず、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リングギア13の回転数比 N_{r1} を、第1関係式から求める。なお、第1サンギア11は入力軸8と一体的に回転するため、第1サンギア11の回転数比 N_{s1} は1である。また、第1キャリア14は回転しないため、第1キャリア14の回転数比 N_{c1} は0である。

[0149] 次に、第3遊星歯車機構における第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を、第3関係式から求める。なお、第3リングギア33は第1リングギア13と一体的に回転するため、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は、第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。また、第3キャリア34は回転しないため、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は0である。

[0150] 次に、第4遊星歯車機構における第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を、第4関係式から求める。なお、第4サンギア41は第3サンギア31と一体的に回転するため、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じである。また、第4リングギア43は回転しないため、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は0である。

[0151] 以上のようにして求めた、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} の逆数が遊星歯車式変速機100の減速比となる。例えば、第1サンギア11の歯数が30、第2サンギア21の歯数が57、第3サンギア31の歯数が48、第4サンギア41の歯数が30であり、第1～第4リングギア13、23、33、43の歯数がそれぞれ90であるとき、前進の第1速の減速比は約6.4である。なお、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。

[0152] 前進の第2速では、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。これによって、前進の第2速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は0である。

[0153] 前進の第3速では、第1関係式によって、第1リングギア13の回転数比 N_{r1} を求める。なお、第1サンギア11の回転数比 N_{s1} は1であり、第1キ

キャリア14の回転数比 N_{c1} は0である。

[0154] 次に、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。

なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。

[0155] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。

この結果、前進の第3速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0156] 前進の第4速では、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。

なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は0である。

[0157] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。

この結果、前進の第4速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0158] 前進の第5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_{c2} を求める。

なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0159] 次に、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。

なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。

[0160] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。

この結果、前進の第5速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0161] 前進の第6速では、上述したように変速は行われぬ。

[0162] 前進の第7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_{c2} を求める。

なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リング

ギア23の回転数比 N_{r_2} は0である。

[0163] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} を求める。

なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r_3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} と同じである。

[0164] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} を求める。

この結果、前進の第7速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s_4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r_4} は1である。

[0165] 前進の第8速では、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} を求める。

なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r_3} は0である。

[0166] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} を求める。

この結果、前進の第8速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s_4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r_4} は1である。

[0167] 前進の第9速では、第1関係式によって、第1リングギア13の回転数比 N_{r_1} を求める。

なお、第1サンギア11の回転数比 N_{s_1} は1であり、第1キャリア14の回転数比 N_{c_1} は0である。

[0168] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} を求める。

なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r_3} は第1リングギア13の回転数比 N_{r_1} と同じである。

[0169] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} を求める。

この結果、前進の第9速における減速比が求められる。なお、第4リングギア43の回転数比 N_{r_4} は1であり、第4サンギア41の回転数比 N_{s_4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} と同じである。

[0170] 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。

なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s_2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r_2} は0である。

- [0171] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。
なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は0であり、第3リングギア33の
回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。
- [0172] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。
この結果、後進の第1速における減速比が求められる。なお、第4リングギ
ア43の回転数比 N_{r4} は0であり、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3
サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じである。
- [0173] 後進の第2速では、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を
求める。なお、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は1であり、第3キャ
リア34の回転数比 N_{c3} は0である。
- [0174] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。
この結果、後進の第2速における減速比が求められる。なお、第4サンギア
41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じであり、第4
リングギア43の回転数比 N_{r4} は0である。
- [0175] [第2実施形態]
- 図14は、第2実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図である。図14
に示すように、遊星歯車式変速機100は、エンジン（図示省略）等からの
動力の回転速度を変速して出力する。なお、エンジン等からの動力は、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。
- [0176] 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
51~53、複数の制動機構61~64、入力軸7、第1中間軸81、第2
中間軸82、及びケーシング9を備える。ケーシング9は、各遊星歯車機構
1~4、各クラッチ51~53、各制動機構61~64、入力軸7、第1中
間軸81、及び第2中間軸82を収容している。
- [0177] 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、及び第4遊星歯車機構4
を備える。また、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51、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53を備える。また、

遊星歯車式変速機 100 は、複数の制動機構として、第 1 制動機構 61、第 2 制動機構 62、第 3 制動機構 63、及び第 4 制動機構 64 を備えている。

[0178] 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、及び第 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、及び第 4 遊星歯車機構の順で配置されている。

[0179] 入力軸 7 は、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。回転軸 O 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。

[0180] 第 1 中間軸 81 は、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。すなわち、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。

[0181] 第 2 中間軸 82 は、回転軸 O を中心に回転するように構成されている。すなわち、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。すなわち、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 の順で配置される。

[0182] 第 1 遊星歯車機構 1 は、第 1 サンギア 11、複数の第 1 プラネタリギア 12、第 1 リングギア 13、及び第 1 キャリア 14 を有している。

[0183] 第 1 サンギア 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 サンギア 11 は、入力軸 7 に固定されている。なお、第 1 サンギア 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。

[0184] 各第 1 プラネタリギア 12 は、第 1 サンギア 11 に噛み合うように構成されている。各第 1 プラネタリギア 12 は、第 1 サンギア 11 の径方向外側に配置されている。詳細には、各第 1 プラネタリギア 12 は、周方向に間隔を

あけて配置されている。

- [0185] 各第1プラネタリギア12は、第1サンギア11の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第1プラネタリギア12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1プラネタリギア12は、自転するように構成されている。
- [0186] 第1リングギア13は、各第1プラネタリギア12と噛み合っている。第1リングギア13は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0187] 第1キャリア14は、各第1プラネタリギア12を支持している。各第1プラネタリギア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Oを中心に回転するように構成されている。
- [0188] 第2遊星歯車機構2は、第2サンギア21、複数の第2プラネタリギア22、第2リングギア23、及び第2キャリア24を有している。
- [0189] 第2サンギア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、第2サンギア21は、入力軸7に固定されている。なお、第2サンギア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。
- [0190] 各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21に噛み合うように構成されている。各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21の径方向外側に配置されている。詳細には、各第2プラネタリギア22は、周方向に間隔をあけて配置されている。
- [0191] 各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第2プラネタリギア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プラネタリギア22は、自転するように構成されている。
- [0192] 第2リングギア23は、各第2プラネタリギア22と噛み合っている。第2リングギア23は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0193] 第2キャリア24は、各第2プラネタリギア22を支持している。各第2プラネタリギア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。

[0194] 第2キャリア24は、第1リングギア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リングギア13に連結されている。第2キャリア24と第1リングギア13とは1つの部材によって形成されていてもよい。

[0195] 第3遊星歯車機構3は、第3サンギア31、複数の第3プラネタリギア32、第3リングギア33、及び第3キャリア34を有している。

[0196] 第3サンギア31は、第1中間軸81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サンギア31は、第1中間軸81に固定されている。なお、第3サンギア31と第1中間軸81とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0197] 各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31に噛み合うように構成されている。各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31の径方向外側に配置されている。詳細には、各第3プラネタリギア32は、周方向に間隔をあけて配置されている。

[0198] 各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第3プラネタリギア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プラネタリギア32は、自転するように構成されている。

[0199] 第3リングギア33は、各第3プラネタリギア32と噛み合っている。第3リングギア33は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0200] 第3リングギア33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リングギア33は、第2キャリア24と連結されている。すなわち、第1リングギア13と第2キャリア24と第3リングギア33とは、一体的に回転するように構成されている。なお、第3リングギア33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。

- [0201] 第3キャリア34は、各第3プラネタリギア32を支持している。各第3プラネタリギア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、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0202] 第3キャリア34は、第2中間軸82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34は、第2中間軸82に固定されている。第3キャリア34と第2中間軸82とは、1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0203] 第4遊星歯車機構4は、第4サンギア41、複数の第4プラネタリギア42、第4リングギア43、及び第4キャリア44を有している。
- [0204] 第4サンギア41は、第1中間軸81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サンギア41は、第1中間軸81に固定されている。なお、第4サンギア41と第1中間軸81とは、1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0205] 各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41に噛み合うように構成されている。各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41の径方向外側に配置されている。詳細には、各第4プラネタリギア42は、周方向に間隔をあけて配置されている。
- [0206] 各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第4プラネタリギア42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プラネタリギア42は、自転するように構成されている。
- [0207] 第4リングギア43は、各第4プラネタリギア42と噛み合っている。第4リングギアは、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0208] 第4リングギア43は、第3キャリア34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リングギア43は、第3キャリア34と連結されている。すなわち、第2中間軸82と第3キャリア34と第4リングギア43とは、互いに一体的に回転するように構成されている。なお、第4リン

グギア43と第3キャリア34とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0209] 第4キャリア44は、各第4プラネタリギア42を支持している。各第4プラネタリギア42は、第4キャリア44に支持された状態で、自転可能である。第4キャリア44は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0210] 第4キャリア44は、動力を出力する。詳細には、第4キャリア44は、遊星歯車式変速機100によって変速された回転速度を有する動力を出力する。この第4キャリア44は、出力軸と一体的に回転する。このため、出力軸10は、変速された動力を出力する。なお、第4キャリア44と出力軸10とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0211] 第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを連結するように構成されている。詳細には、第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを遮断可能に連結している。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。

[0212] 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。第1クラッチ51は、例えば、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。

[0213] 第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを連結するように構成されている。すなわち、第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを遮断可能に連結している。具体的には、第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82とを連結することによって、入力軸7と第3キャリア34とを連結する。第2クラッチ52は、例えば、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。

[0214] 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。すなわち、第2クラッチ52は、第2中間軸82

を介して、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 とを連結する。したがって、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 とが一体的に回転する。

[0215] 第 2 クラッチ 5 2 がオフ状態のとき、第 2 クラッチ 5 2 は、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 との連結を遮断する。すなわち、第 2 クラッチ 5 2 は、入力軸 7 と第 2 中間軸 8 2 との連結を遮断することによって、入力軸 7 と第 3 キャリア 3 4 との連結を遮断する。したがって、第 2 中間軸 8 2 及び第 3 キャリア 3 4 は、入力軸 7 に対して相対回転可能である。

[0216] 第 3 クラッチ 5 3 は、第 1 リングギア 1 3 と第 1 キャリア 1 4 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 5 3 は、第 1 リングギア 1 3 と第 1 キャリア 1 4 とを遮断可能に連結している。第 3 クラッチ 5 3 は、例えば、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。

[0217] 第 3 クラッチ 5 3 がオン状態のとき、第 3 クラッチ 5 3 は、第 1 リングギア 1 3 と第 1 キャリア 1 4 とを連結する。したがって、第 1 リングギア 1 3 と第 1 キャリア 1 4 とが一体的に回転する。

[0218] 第 3 クラッチ 5 3 がオフ状態のとき、第 3 クラッチ 5 3 は、第 1 リングギア 1 3 と第 1 キャリア 1 4 との連結を遮断する。したがって、第 1 リングギア 1 3 と第 1 キャリア 1 4 とは、互いに相対回転可能である。

[0219] 第 3 クラッチ 5 3 は、回転軸方向において、第 1 制動機構 6 1 と第 2 制動機構 6 2 との間に配置されている。回転軸の径方向において、第 3 クラッチ 5 3 とケーシング 9 との間にスペース S が形成されている。

[0220] 第 1 制動機構 6 1 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 1 制動機構 6 1 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。

[0221] 第 1 制動機構 6 1 がオン状態のとき、第 1 制動機構 6 1 は第 1 キャリア 1 4 の回転を制動する。すなわち、第 1 制動機構 6 1 がオン状態のとき、第 1 制動機構 6 1 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。

- [0222] 一方、第1制動機構61がオフ状態のとき、第1制動機構61は第1キャリア14の回転を制動しない。すなわち、第1制動機構61がオフ状態のとき、第1制動機構61は、第1キャリア14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14は回転可能である。
- [0223] 第1制動機構61は、回転軸方向において、第2制動機構62よりも入力側に配置されている。
- [0224] 第2制動機構62は、第1リングギア13の回転を制動するように構成されている。詳細には、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結するように構成されている。
- [0225] 第2制動機構62がオン状態のとき、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動する。すなわち、第2制動機構62がオン状態のとき、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結する。したがって、第1リングギア13は、回転不能である。
- [0226] 一方、第2制動機構62がオフ状態のとき、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動しない。すなわち、第2制動機構62がオフ状態のとき、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結しない。したがって、第1リングギア13は回転可能である。なお、第2制動機構62は、第1リングギア13の径方向外側に配置されている。
- [0227] 第3制動機構63は、第2リングギア23の回転を制動するように構成されている。詳細には、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結するように構成されている。
- [0228] 第3制動機構63がオン状態のとき、第3制動機構63は第2リングギア23の回転を制動する。すなわち、第3制動機構63がオン状態のとき、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結する。したがって、第2リングギア23は、回転不能である。
- [0229] 一方、第3制動機構63がオフ状態のとき、第3制動機構63は第2リングギア23の回転を制動しない。すなわち、第3制動機構63がオフ状態のとき、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結し

ない。したがって、第2リングギア23は回転可能である。なお、第3制動機構63は、第2リングギア23の径方向外側に配置されている。

[0230] 第4制動機構64は、第4リングギア43の回転を制動するように構成されている。詳細には、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結するように構成されている。

[0231] 第4制動機構64がオン状態のとき、第4制動機構64は第4リングギア43の回転を制動する。すなわち、第4制動機構64がオン状態のとき、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結する。したがって、第4リングギア43は、回転不能である。

[0232] 一方、第4制動機構64がオフ状態のとき、第4制動機構64は第4リングギア43の回転を制動しない。すなわち、第4制動機構64がオフ状態のとき、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結しない。したがって、第4リングギア43は回転可能である。なお、第4制動機構64は、第4リングギア43の径方向外側に配置されている。

[0233] 以上のように構成された遊星歯車式変速機100の動作について説明する。遊星歯車式変速機100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。

[0234] 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1速(F1)とする際は、第1制動機構61をオン状態にするとともに、第4制動機構64をオン状態にする。なお、第2制動機構62、第3制動機構63、及び第1～第3クラッチ51～53は、オフ状態である。

[0235] 第1制動機構61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。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0236] 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。まず、第1サンギア11が、入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギ

ア12が自転する。なお、第1キャリア14が回転不能なため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0237] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。そして、第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。

[0238] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。

[0239] 各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0240] 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2速(F2)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4制動機構64をオン状態にする。すなわち、第1速(F1)と第2速(F2)との間の切り換えにおいて、第4制動機構64はオン状態を維持している。なお、第2クラッチ52、第3クラッチ53、及び第1～第3制動機構61～63は、オフ状態である。

[0241] 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。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43は回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0242] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図16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中間軸81が入力軸7と一体的に回転する。

[0243] 第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転

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、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0244] 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3速(F3)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制動機構61をオン状態にする。すなわち、第2速(F2)と第3速(F3)との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第2～第4制動機構62～64、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0245] 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。また、第1制動機構61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。

[0246] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図17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サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、第1キャリア14が回転不能であるため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0247] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。

[0248] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3サンギア31は第1中間軸81と一体的に回転する。第3サンギア31の回転、及び第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32は、自転しながら公転する。そして、第3キャリア34が回転する。

[0249] 第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギア41は第1中間軸81と一体的に回転する。この第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0250] 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(F

4) 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2制動機構62をオン状態にする。すなわち、第3速(F3)と第4速(F4)との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第1制動機構61、第3制動機構63、第4制動機構64、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0251] 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。また、第2制動機構62がオン状態になるため、第1リングギア13が回転不能となる。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転するため、第2キャリア24も回転不能である。さらには、第3リングギア33は第2キャリア24と一体的に回転するため、第3リングギア33も回転不能である。

[0252] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図18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中間軸81が入力軸7と一体的に回転する。そして、第3サンギア31及び第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。

[0253] 第3サンギア31の回転によって、各第3プラネタリギア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。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。

[0254] 第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0255] 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3制動機構63をオン状態にする。すなわち、第4速(F4)と第5速(F5)との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第1制動機構61、第2制動機構62、第4制動機構64、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

- [0256] 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。また、第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23が回転不能となる。
- [0257] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図19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81とが互いに一体的に回転する。第2サンギア21が入力軸7と一体的に回転し、第3サンギア31及び第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。
- [0258] 第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22は自転するとともに公転する。そして、第2キャリア24が回転する。第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。
- [0259] 第3サンギア31の回転及び第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア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。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。
- [0260] 第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。
- [0261] 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6速(F6)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2クラッチ52をオン状態にする。すなわち、第5速(F5)と第6速(F6)との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第1～第4制動機構61～64、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。
- [0262] 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。また、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。

[0263] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図20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81と第2中間軸82とが、互いに一体的に回転する。第3サンギア31及び第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。第4リングギア43は第3キャリア34と一体的に回転する。

[0264] 第4サンギア41の回転、及び第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が公転する。なお、第4サンギア41と第4リングギア43とは、互いに同じ回転速度で回転するため、各第4プラネタリギア42は自転しない。このため、各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41及び第4リングギア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。すなわち、第6速の状態の遊星歯車式変速機100は、エンジン等からの動力の回転速度を変速しない。

[0265] 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7速(F7)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制動機構63をオン状態にする。すなわち、第6速(F6)と第7速(F7)との間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。なお、第1制動機構61、第2制動機構62、第4制動機構64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0266] 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。また、第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23は回転不能となる。

[0267] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図21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2中間軸82とが互いに一体的に回転する。第2サンギア21が、入力軸7と一体的に回転する。第3キャリア34が、第2中間軸82と一体的に回転する。

[0268] 第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22は自転する

とともに公転する。そして、第2キャリア24が回転する。第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。

[0269] 第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が公転する。また、第3リングギア33の回転、及び第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。この結果、第3サンギア31が回転する。

[0270] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転と第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0271] 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2制動機構62をオン状態にする。すなわち、第7速(F7)と第8速(F8)との間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。なお、第1制動機構61、第3制動機構63、第4制動機構64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0272] 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。また、第2制動機構62がオン状態になるため、第1リングギア13は回転不能となる。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転するため、第2キャリア24も回転不能である。さらには、第3リングギア33は第2キャリア24と一体的に回転するため、第3リングギア33も回転不能である。

[0273] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図22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中間軸82が入力軸7と一体的に回転する。そして、第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。

[0274] 第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が公転する

とともに回転する。そして、第3サンギア31が回転する。

[0275] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転と第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0276] 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1制動機構61をオン状態にする。すなわち、第8速(F8)と第9速(F9)との間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。なお、第2～第4制動機構62～64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0277] 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。また、第1制動機構61がオン状態になるため、第1キャリア14は回転不能となる。

[0278] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図23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サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、上述したように第1キャリア14は回転できないため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0279] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。

[0280] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。この結果、各第3プラネタリギア32は自転するとともに公転する。そして、第3サンギア31は回転する。

[0281] 第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43の

回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0282] 図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を後進の第1速(R1)とする際は、第3制動機構63をオン状態にするとともに、第4制動機構64をオン状態にする。なお、第1制動機構61、第2制動機構62、及び第1～第3クラッチ51～53は、オフ状態である。

[0283] 第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23が回転不能となる。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0284] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図24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サンギア21が入力軸7と一体的に回転する。第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22が自転するとともに公転する。そして第2キャリア24が回転する。

[0285] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。

[0286] 各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0287] 図2に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を後進の第2速(R2)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4制動機構64をオン状態にする。すなわち、第1速(R1)と第2速(R2)との間の切り換えにおいて、第4制動機構64はオン状態を維持している。なお

、第1～第3制動機構61～63、第1クラッチ51、及び第2クラッチ52は、オフ状態である。

[0288] 第3クラッチ53がオン状態になるため、第1キャリア14は第1リングギア13と一体的に回転する。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0289] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図25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サンギア11が、入力軸7と一体的に回転する。そして、各第1プラネタリギア12が公転して、第1キャリア14が回転する。第1リングギア13は第1キャリア14と一体的に回転する。なお、各第1プラネタリギア12が自転しない。

[0290] 第2キャリア24は、第1リングギア13と一体的に回転する。そして、第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。

[0291] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0292] 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。

[0293] 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(1)で表される。

[0294] [数1]

$$s_1 N_{s1} + r_1 N_{r1} = (s_1 + r_1) N_{c1} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

[0295] ここで、 s_1 は第1サンギア11の歯数、 r_1 は第1リングギア13の歯数、 N_{s1} は第1サンギア11の回転数比、 N_{r1} は第1リングギア13の回転数比、 N_{c1} は第1キャリア14の回転数比である。

[0296] 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(2)で表される。

[0297] [数2]

$$s_2 N_{s2} + r_2 N_{r2} = (s_2 + r_2) N_{c2} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

[0298] ここで、 s_2 は第2サンギア21の歯数、 r_2 は第2リングギア23の歯数、 N_{s2} は第2サンギア21の回転数比、 N_{r2} は第2リングギア23の回転数比、 N_{c2} は第2キャリア24の回転数比である。

[0299] 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(3)で表される。

[0300] [数3]

$$s_3 N_{s3} + r_3 N_{r3} = (s_3 + r_3) N_{c3} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

[0301] ここで、 s_3 は第3サンギア31の歯数、 r_3 は第3リングギア33の歯数、 N_{s3} は第3サンギア31の回転数比、 N_{r3} は第3リングギア33の回転数比、 N_{c3} は第3キャリア34の回転数比である。

[0302] 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(4)で表される。

[0303] [数4]

$$s_4 N_{s4} + r_4 N_{r4} = (s_4 + r_4) N_{c4} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

[0304] ここで、 s_4 は第4サンギア41の歯数、 r_4 は第4リングギア43の歯数、 N_{s4} は第4サンギア41の回転数比、 N_{r4} は第4リングギア43の回転数比、 N_{c4} は第4キャリア44の回転数比である。

[0305] まず、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 リングギア 1 3 の回転数比 N_{r1} を、第 1 関係式から求める。なお、第 1 サンギア 1 1 は入力軸 8 と一体的に回転するため、第 1 サンギア 1 1 の回転数比 N_{s1} は 1 である。また、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_{c1} は 0 である。

[0306] 次に、第 3 遊星歯車機構における第 3 サンギア 3 1 の回転数比 N_{s3} を、第 3 関係式から求める。なお、第 3 リングギア 3 3 は第 1 リングギア 1 3 と一体的に回転するため、第 3 リングギア 3 3 の回転数比 N_{r3} は、第 1 リングギア 1 3 の回転数比 N_{r1} と同じである。また、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_{c3} は 0 である。

[0307] 次に、第 4 遊星歯車機構における第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c4} を、第 4 関係式から求める。なお、第 4 サンギア 4 1 は第 3 サンギア 3 1 と一体的に回転するため、第 4 サンギア 4 1 の回転数比 N_{s4} は、第 3 サンギア 3 1 の回転数比 N_{s3} と同じである。また、第 4 リングギア 4 3 は回転しないため、第 4 リングギア 4 3 の回転数比 N_{r4} は 0 である。

[0308] 以上のようにして求めた、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c4} の逆数が遊星歯車式変速機 1 0 0 の減速比となる。例えば、第 1 サンギア 1 1 の歯数が 3 0、第 2 サンギア 2 1 の歯数が 5 7、第 3 サンギア 3 1 の歯数が 4 8、第 4 サンギア 4 1 の歯数が 3 0 であり、第 1 ~ 第 4 リングギア 1 3、2 3、3 3、4 3 の歯数がそれぞれ 9 0 であるとき、前進の第 1 速の減速比は約 6. 4 である。なお、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。

[0309] 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_{c4} を求める。これによって、前進の第 2 速における減速比が求められる。なお、第 4 サンギア 4 1 の回転数比 N_{s4} は 1 であり、第 4 リングギア 4 3 の回転数比 N_{r4} は 0 である。

[0310] 前進の第 3 速では、第 1 関係式によって、第 1 リングギア 1 3 の回転数比 N_{r1} を求める。なお、第 1 サンギア 1 1 の回転数比 N_{s1} は 1 であり、第 1 キャリア 1 4 の回転数比 N_{c1} は 0 である。

[0311] 次に、第 3 関係式によって、第 3 キャリア 3 4 の回転数比 N_{c3} を求める。

なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。

[0312] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第3速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0313] 前進の第4速では、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は0である。

[0314] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第4速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0315] 前進の第5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_{c2} を求める。なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0316] 次に、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。

[0317] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第5速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0318] 前進の第6速では、上述したように変速は行われぬ。

[0319] 前進の第7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_{c2} を求める。なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0320] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。

なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。

[0321] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第7速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は1である。

[0322] 前進の第8速では、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は0である。

[0323] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第8速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は1である。

[0324] 前進の第9速では、第1関係式によって、第1リングギア13の回転数比 N_{r1} を求める。なお、第1サンギア11の回転数比 N_{s1} は1であり、第1キャリア14の回転数比 N_{c1} は0である。

[0325] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。

[0326] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第9速における減速比が求められる。なお、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は1であり、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じである。

[0327] 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_{c2} を求める。なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0328] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は0であり、第3リングギア33の

回転数比 N_{r_3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c_2} と同じである。

[0329] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} を求める。この結果、後進の第1速における減速比が求められる。なお、第4リングギア43の回転数比 N_{r_4} は0であり、第4サンギア41の回転数比 N_{s_4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} と同じである。

[0330] 後進の第2速では、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} を求める。なお、第3リングギア33の回転数比 N_{r_3} は1であり、第3キャリア34の回転数比 N_{c_3} は0である。

[0331] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c_4} を求める。この結果、後進の第2速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s_4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s_3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r_4} は0である。

[0332] [第3実施形態]

図26は、第3実施形態に係る遊星歯車式変速機の概略図である。図26に示すように、遊星歯車式変速機100は、エンジン（図示省略）等からの動力の回転速度を変速して出力する。なお、エンジン等からの動力は、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。

[0333] 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51~53、複数の制動機構61~64、入力軸7、第1中間軸81、第2中間軸82、及びケーシング9を備える。ケーシング9は、各遊星歯車機構1~4、各クラッチ51~53、各制動機構61~64、入力軸7、第1中間軸81、及び第2中間軸82を収容している。

[0334] 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、及び第4遊星歯車機構4を備える。また、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51、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53を備える。また、遊星歯車式変速機100は、複数の制動機構として、第1制動機構61、第2制動機構62、第3制動機構63、及び第4制動機構64を備えている。

- [0335] 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、及び第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、及び第4遊星歯車機構4の順で配置されている。
- [0336] 入力軸7は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。回転軸O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。
- [0337] 第1中間軸81は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。すなわち、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。
- [0338] 第2中間軸82は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。すなわち、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。すなわち、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の順で配置される。
- [0339] 第1遊星歯車機構1は、第1サンギア11、複数の第1プラネタリギア12、第1リングギア13、及び第1キャリア14を有している。
- [0340] 第1サンギア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サンギア11は、入力軸7に固定されている。なお、第1サンギア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。
- [0341] 各第1プラネタリギア12は、第1サンギア11に噛み合うように構成されている。各第1プラネタリギア12は、第1サンギア11の径方向外側に配置されている。詳細には、各第1プラネタリギア12は、周方向に間隔をあけて配置されている。
- [0342] 各第1プラネタリギア12は、第1サンギア11の周りを公転するように

構成されている。すなわち、各第1プラネタリギア12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1プラネタリギア12は、自転するように構成されている。

[0343] 第1リングギア13は、各第1プラネタリギア12と噛み合っている。第1リングギア13は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0344] 第1キャリア14は、各第1プラネタリギア12を支持している。各第1プラネタリギア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Oを中心に回転するように構成されている。

[0345] 第2遊星歯車機構2は、第2サンギア21、複数の第2プラネタリギア22、第2リングギア23、及び第2キャリア24を有している。

[0346] 第2サンギア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、第2サンギア21は、入力軸7に固定されている。なお、第2サンギア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。

[0347] 各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21に噛み合うように構成されている。各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21の径方向外側に配置されている。詳細には、各第2プラネタリギア22は、周方向に間隔をあけて配置されている。

[0348] 各第2プラネタリギア22は、第2サンギア21の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第2プラネタリギア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プラネタリギア22は、自転するように構成されている。

[0349] 第2リングギア23は、各第2プラネタリギア22と噛み合っている。第2リングギア23は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0350] 第2キャリア24は、各第2プラネタリギア22を支持している。各第2プラネタリギア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。

- [0351] 第2キャリア24は、第1リングギア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リングギア13に連結されている。第2キャリア24と第1リングギア13とは1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0352] 第3遊星歯車機構3は、第3サンギア31、複数の第3プラネタリギア32、第3リングギア33、及び第3キャリア34を有している。
- [0353] 第3サンギア31は、第1中間軸81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サンギア31は、第1中間軸81に固定されている。なお、第3サンギア31と第1中間軸81とは、1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0354] 各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31に噛み合うように構成されている。各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31の径方向外側に配置されている。詳細には、各第3プラネタリギア32は、周方向に間隔をあけて配置されている。
- [0355] 各第3プラネタリギア32は、第3サンギア31の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第3プラネタリギア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プラネタリギア32は、自転するように構成されている。
- [0356] 第3リングギア33は、各第3プラネタリギア32と噛み合っている。第3リングギア33は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0357] 第3リングギア33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リングギア33は、第2キャリア24と連結されている。すなわち、第1リングギア13と第2キャリア24と第3リングギア33とは、一体的に回転するように構成されている。なお、第3リングギア33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。
- [0358] 第3キャリア34は、各第3プラネタリギア32を支持している。各第3プラネタリギア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、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0359] 第3キャリア34は、第2中間軸82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34は、第2中間軸82に固定されている。第3キャリア34と第2中間軸82とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0360] 第4遊星歯車機構4は、第4サンギア41、複数の第4プラネタリギア42、第4リングギア43、及び第4キャリア44を有している。

[0361] 第4サンギア41は、第1中間軸81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サンギア41は、第1中間軸81に固定されている。なお、第4サンギア41と第1中間軸81とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

[0362] 各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41に噛み合うように構成されている。各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41の径方向外側に配置されている。詳細には、各第4プラネタリギア42は、周方向に間隔をあけて配置されている。

[0363] 各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41の周りを公転するように構成されている。すなわち、各第4プラネタリギア42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プラネタリギア42は、自転するように構成されている。

[0364] 第4リングギア43は、各第4プラネタリギア42と噛み合っている。第4リングギアは、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。

[0365] 第4リングギア43は、第3キャリア34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リングギア43は、第3キャリア34と連結されている。すなわち、第2中間軸82と第3キャリア34と第4リングギア43とは、互いに一体的に回転するように構成されている。なお、第4リングギア43と第3キャリア34とは、1つの部材によって形成されていてもよい。

- [0366] 第4キャリア44は、各第4プラネタリギア42を支持している。各第4プラネタリギア42は、第4キャリア44に支持された状態で、自転可能である。第4キャリア44は、回転軸Oを中心に回転するように構成されている。
- [0367] 第4キャリア44は、動力を出力する。詳細には、第4キャリア44は、遊星歯車式変速機100によって変速された回転速度を有する動力を出力する。この第4キャリア44は、出力軸10と一体的に回転する。このため、出力軸10は、変速された動力を出力する。なお、第4キャリア44と出力軸10とは、1つの部材によって形成されていてもよい。
- [0368] 第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを連結するように構成されている。詳細には、第1クラッチ51は、入力軸7と第1中間軸81とを遮断可能に連結している。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。
- [0369] 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。第1クラッチ51は、例えば、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。
- [0370] 第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを連結するように構成されている。すなわち、第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを遮断可能に連結している。具体的には、第2クラッチ52は、入力軸7と第2中間軸82とを連結することによって、入力軸7と第3キャリア34とを連結する。第2クラッチ52は、例えば、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。
- [0371] 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。すなわち、第2クラッチ52は、第2中間軸82を介して、入力軸7と第3キャリア34とを連結する。したがって、入力軸7と第3キャリア34とが一体的に回転する。

- [0372] 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3キャリア34との連結を遮断する。すなわち、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ことによって、入力軸7と第3キャリア34との連結を遮断する。したがって、第2中間軸82及び第3キャリア34は、入力軸7に対して相対回転可能である。
- [0373] 第3クラッチ53は、第3リングギア33と第3キャリア34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3リングギア33と第3キャリア34とを遮断可能に連結している。第3クラッチ53は、例えば、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。
- [0374] 第3クラッチ53がオン状態のとき、第3クラッチ53は、第3リングギア33と第3キャリア34とを連結する。したがって、第3リングギア33と第3キャリア34とが一体的に回転する。
- [0375] 第3クラッチ53がオフ状態のとき、第3クラッチ53は、第3リングギア33と第3キャリア34との連結を遮断する。したがって、第3リングギア33と第3キャリア34とは、互いに相対回転可能である。
- [0376] 第3クラッチ53は、回転軸方向において、第3遊星歯車機構3と第4遊星歯車機構4との間に配置されている。回転軸の径方向において、第3クラッチ53とケーシング9との間にスペースSが形成されている。
- [0377] 第1制動機構61は、第1キャリア14の回転を制動するように構成されている。詳細には、第1制動機構61は、第1キャリア14とケーシング9とを連結するように構成されている。
- [0378] 第1制動機構61がオン状態のとき、第1制動機構61は第1キャリア14の回転を制動する。すなわち、第1制動機構61がオン状態のとき、第1制動機構61は、第1キャリア14とケーシング9とを連結する。したがって、第1キャリア14は、回転不能である。
- [0379] 一方、第1制動機構61がオフ状態のとき、第1制動機構61は第1キャリア14の回転を制動しない。すなわち、第1制動機構61がオフ状態のと

き、第1制動機構61は、第1キャリア14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14は回転可能である。

[0380] 第1制動機構61は、回転軸方向において、第2制動機構62よりも入力側に配置されている。

[0381] 第2制動機構62は、第1リングギア13の回転を制動するように構成されている。詳細には、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結するように構成されている。

[0382] 第2制動機構62がオン状態のとき、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動する。すなわち、第2制動機構62がオン状態のとき、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結する。したがって、第1リングギア13は、回転不能である。

[0383] 一方、第2制動機構62がオフ状態のとき、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動しない。すなわち、第2制動機構62がオフ状態のとき、第2制動機構62は、第1リングギア13とケーシング9とを連結しない。したがって、第1リングギア13は回転可能である。なお、第2制動機構62は、第1リングギア13の径方向外側に配置されている。

[0384] 第3制動機構63は、第2リングギア23の回転を制動するように構成されている。詳細には、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結するように構成されている。

[0385] 第3制動機構63がオン状態のとき、第3制動機構63は第2リングギア23の回転を制動する。すなわち、第3制動機構63がオン状態のとき、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結する。したがって、第2リングギア23は、回転不能である。

[0386] 一方、第3制動機構63がオフ状態のとき、第3制動機構63は第2リングギア23の回転を制動しない。すなわち、第3制動機構63がオフ状態のとき、第3制動機構63は、第2リングギア23とケーシング9とを連結しない。したがって、第2リングギア23は回転可能である。なお、第3制動機構63は、第2リングギア23の径方向外側に配置されている。

- [0387] 第4制動機構64は、第4リングギア43の回転を制動するように構成されている。詳細には、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結するように構成されている。
- [0388] 第4制動機構64がオン状態のとき、第4制動機構64は第4リングギア43の回転を制動する。すなわち、第4制動機構64がオン状態のとき、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結する。したがって、第4リングギア43は、回転不能である。
- [0389] 一方、第4制動機構64がオフ状態のとき、第4制動機構64は第4リングギア43の回転を制動しない。すなわち、第4制動機構64がオフ状態のとき、第4制動機構64は、第4リングギア43とケーシング9とを連結しない。したがって、第4リングギア43は回転可能である。なお、第4制動機構64は、第4リングギア43の径方向外側に配置されている。
- [0390] 以上のように構成された遊星歯車式変速機100の動作について説明する。遊星歯車式変速機100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。図27は、各速度段においてオン状態となる各クラッチ又は各制動機構を示す表である。なお、図27の○印は、オン状態となる各クラッチ又は各制動機構を示している。
- [0391] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第1速（F1）とする際は、第1制動機構61をオン状態にするとともに、第4制動機構64をオン状態にする。なお、第2制動機構62、第3制動機構63、及び第1～第3クラッチ51～53は、オフ状態である。
- [0392] 第1制動機構61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。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。
- [0393] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図28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サンギア11が、入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギ

ア12が自転する。なお、第1キャリア14が回転不能なため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0394] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。そして、第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。

[0395] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。

[0396] 各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0397] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第2速(F2)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4制動機構64をオン状態にする。すなわち、第1速(F1)と第2速(F2)との間の切り換えにおいて、第4制動機構64はオン状態を維持している。なお、第2クラッチ52、第3クラッチ53、及び第1～第3制動機構61～63は、オフ状態である。

[0398] 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。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43は回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0399] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図29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中間軸81が入力軸7と一体的に回転する。

[0400] 第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転

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、変速された回転速度を有する動力を出力する。

- [0401] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第3速（F3）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制動機構61をオン状態にする。すなわち、第2速（F2）と第3速（F3）との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第2～第4制動機構62～64、第2クラッチ52、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。
- [0402] 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。また、第1制動機構61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。
- [0403] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図30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サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、第1キャリア14が回転不能であるため、各第1プラネタリギア12は公転しない。
- [0404] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。
- [0405] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3サンギア31は第1中間軸81と一体的に回転する。第3サンギア31の回転、及び第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32は、自転しながら公転する。そして、第3キャリア34が回転する。
- [0406] 第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギア41は第1中間軸81と一体的に回転する。この第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。
- [0407] 図27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（

F 4) 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 制動機構 6 2 をオン状態にする。すなわち、第 3 速 (F 3) と第 4 速 (F 4) 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。なお、第 1 制動機構 6 1、第 3 制動機構 6 3、第 4 制動機構 6 4、第 2 クラッチ 5 2、及び第 3 クラッチ 5 3 は、オフ状態である。

[0408] 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。また、第 2 制動機構 6 2 がオン状態になるため、第 1 リングギア 1 3 が回転不能となる。第 2 キャリア 2 4 は第 1 リングギア 1 3 と一体的に回転するため、第 2 キャリア 2 4 も回転不能である。さらには、第 3 リングギア 3 3 は第 2 キャリア 2 4 と一体的に回転するため、第 3 リングギア 3 3 も回転不能である。

[0409] この状態において、遊星歯車式変速機 1 0 0 は、図 3 1 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 中間軸 8 1 が入力軸 7 と一体的に回転する。そして、第 3 サンギア 3 1 及び第 4 サンギア 4 1 が第 1 中間軸 8 1 と一体的に回転する。

[0410] 第 3 サンギア 3 1 の回転によって、各第 3 プラネタリギア 3 2 が自転するとともに公転する。そして、第 3 キャリア 3 4 が回転する。第 4 リングギア 4 3 は、第 3 キャリア 3 4 と一体的に回転する。

[0411] 第 4 リングギア 4 3 の回転、及び第 4 サンギア 4 1 の回転によって、各第 4 プラネタリギア 4 2 が自転しながら公転する。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。

[0412] 図 2 7 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 5 速 (F 5) 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 制動機構 6 3 をオン状態にする。すなわち、第 4 速 (F 4) と第 5 速 (F 5) 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。なお、第 1 制動機構 6 1、第 2 制動機構 6 2、第 4 制動機構 6 4、第 2 クラッチ 5 2、及び第 3 クラッチ 5 3 は、オフ状態である。

- [0413] 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。また、第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23が回転不能となる。
- [0414] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図32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81とが互いに一体的に回転する。第2サンギア21が入力軸7と一体的に回転し、第3サンギア31及び第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。
- [0415] 第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22は自転するとともに公転する。そして、第2キャリア24が回転する。第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。
- [0416] 第3サンギア31の回転及び第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア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。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。
- [0417] 第4リングギア43の回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。
- [0418] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第6速（F6）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2クラッチ52をオン状態にする。すなわち、第5速（F5）と第6速（F6）との間の切り換えにおいて、第1クラッチ51はオン状態を維持している。なお、第1～第4制動機構61～64、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。
- [0419] 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。また、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。

[0420] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図33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81と第2中間軸82とが、互いに一体的に回転する。第3サンギア31及び第4サンギア41が第1中間軸81と一体的に回転する。第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。第4リングギア43は第3キャリア34と一体的に回転する。

[0421] 第4サンギア41の回転、及び第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が公転する。なお、第4サンギア41と第4リングギア43とは、互いに同じ回転速度で回転するため、各第4プラネタリギア42は自転しない。このため、各第4プラネタリギア42は、第4サンギア41及び第4リングギア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。すなわち、第6速の状態の遊星歯車式変速機100は、エンジン等からの動力の回転速度を変速しない。

[0422] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を前進の第7速(F7)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制動機構63をオン状態にする。すなわち、第6速(F6)と第7速(F7)との間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。なお、第1制動機構61、第2制動機構62、第4制動機構64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0423] 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。また、第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23は回転不能となる。

[0424] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図34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2中間軸82とが互いに一体的に回転する。第2サンギア21が、入力軸7と一体的に回転する。第3キャリア34が、第2中間軸82と一体的に回転する。

[0425] 第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22は自転する

とともに公転する。そして、第2キャリア24が回転する。第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。

[0426] 第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が公転する。また、第3リングギア33の回転、及び第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。この結果、第3サンギア31が回転する。

[0427] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転と第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0428] 図27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2制動機構62をオン状態にする。すなわち、第7速（F7）と第8速（F8）との間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。なお、第1制動機構61、第3制動機構63、第4制動機構64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0429] 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。また、第2制動機構62がオン状態になるため、第1リングギア13は回転不能となる。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転するため、第2キャリア24も回転不能である。さらには、第3リングギア33は第2キャリア24と一体的に回転するため、第3リングギア33も回転不能である。

[0430] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図35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中間軸82が入力軸7と一体的に回転する。そして、第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。

[0431] 第3キャリア34の回転によって、各第3プラネタリギア32が公転する

とともに回転する。そして、第3サンギア31が回転する。

[0432] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41の回転と第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0433] 図27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1制動機構61をオン状態にする。すなわち、第8速（F8）と第9速（F9）との間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。なお、第2～第4制動機構62～64、第1クラッチ51、及び第3クラッチ53は、オフ状態である。

[0434] 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。また、第1制動機構61がオン状態になるため、第1キャリア14は回転不能となる。

[0435] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図36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サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。第1サンギア11の回転によって、各第1プラネタリギア12が自転する。なお、上述したように第1キャリア14は回転できないため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0436] 各第1プラネタリギア12の自転によって、第1リングギア13が回転する。第2キャリア24は第1リングギア13と一体的に回転する。

[0437] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3キャリア34が第2中間軸82と一体的に回転する。この結果、各第3プラネタリギア32は自転するとともに公転する。そして、第3サンギア31は回転する。

[0438] 第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43の

回転、及び第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42が自転しながら公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0439] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を後進の第1速（R1）とする際は、第3制動機構63をオン状態にするとともに、第4制動機構64をオン状態にする。なお、第1制動機構61、第2制動機構62、及び第1～第3クラッチ51～53は、オフ状態である。

[0440] 第3制動機構63がオン状態になるため、第2リングギア23が回転不能となる。また、第4制動機構64がオン状態になるため、第4リングギア43が回転不能となる。第3キャリア34は第4リングギア43と一体的に回転するため、第3キャリア34も回転不能となる。

[0441] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図37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サンギア21が入力軸7と一体的に回転する。第2サンギア21の回転によって、各第2プラネタリギア22が自転するとともに公転する。そして第2キャリア24が回転する。

[0442] 第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。この第3リングギア33の回転によって、各第3プラネタリギア32が自転する。なお、第3キャリア34は回転不能であるため、各第3プラネタリギア32は公転しない。

[0443] 各第3プラネタリギア32の自転によって、第3サンギア31が回転する。第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4サンギア41の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転するとともに公転する。この結果、第4キャリア44が回転し、第4キャリア44は、変速された回転速度を有する動力を出力する。

[0444] 図27に示すように、遊星歯車式変速機100の速度段を後進の第2速（R2）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1制動機構61をオン状態にする。なお、第2～第4制動機構62～64、第1クラッチ51、及び第2クラッチ52は、オフ状態である。

[0445] 第3クラッチ53がオン状態になるため、第3キャリア34は第3リングギア33と一体的に回転する。また、第1制動機構61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。

[0446] この状態において、遊星歯車式変速機100は、図38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サンギア11が入力軸7と一体的に回転する。そして、各第1プラネタリギア12が自転し、第1リングギア13が回転する。なお、第1キャリア14が回転不能なため、各第1プラネタリギア12は公転しない。

[0447] 第2キャリア24は、第1リングギア13と一体的に回転する。そして、第3リングギア33は、第2キャリア24と一体的に回転する。第3キャリア34は、第3リングギア33と一体的に回転する。このため、各第3プラネタリギア32は、自転せずに公転する。そして、第3サンギア31が回転する。すなわち、第3サンギア31、第3リングギア33、及び第3キャリア34は、互いに一体的に回転する。

[0448] 第4サンギア41は、第3サンギア31と一体的に回転する。第4リングギア43は、第3キャリア34と一体的に回転する。この第4サンギア41及び第4リングギア43の回転によって、各第4プラネタリギア42は自転せずに公転する。そして、第4キャリア44が回転する。すなわち、第1サンギア41、第4リングギア43、及び第4キャリア44は、互いに一体的に回転する。この結果、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。

[0449] 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。

[0450] 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(1)で表される。

[0451] [数1]

$$s_1 N_{s1} + r_1 N_{r1} = (s_1 + r_1) N_{c1} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

[0452] ここで、 s_1 は第1サンギア11の歯数、 r_1 は第1リングギア13の歯数、 N_{s1} は第1サンギア11の回転数比、 N_{r1} は第1リングギア13の回転数比、 N_{c1} は第1キャリア14の回転数比である。

[0453] 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(2)で表される。

[0454] [数2]

$$s_2 N_{s2} + r_2 N_{r2} = (s_2 + r_2) N_{c2} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

[0455] ここで、 s_2 は第2サンギア21の歯数、 r_2 は第2リングギア23の歯数、 N_{s2} は第2サンギア21の回転数比、 N_{r2} は第2リングギア23の回転数比、 N_{c2} は第2キャリア24の回転数比である。

[0456] 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(3)で表される。

[0457] [数3]

$$s_3 N_{s3} + r_3 N_{r3} = (s_3 + r_3) N_{c3} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

[0458] ここで、 s_3 は第3サンギア31の歯数、 r_3 は第3リングギア33の歯数、 N_{s3} は第3サンギア31の回転数比、 N_{r3} は第3リングギア33の回転数比、 N_{c3} は第3キャリア34の回転数比である。

[0459] 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(4)で表される。

[0460] [数4]

$$s_4 N_{s4} + r_4 N_{r4} = (s_4 + r_4) N_{c4} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

[0461] ここで、 s_4 は第4サンギア41の歯数、 r_4 は第4リングギア43の歯数、 N_{s4} は第4サンギア41の回転数比、 N_{r4} は第4リングギア43の回転数比、 N_{c4} は第4キャリア44の回転数比である。

[0462] まず、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 リングギア 1 3 の回転数比 N_{r1} を、第 1 関係式から求める。なお、第 1 サンギア 1 1 は入力軸 8 と一体的に回転するため、第 1 サンギア 1 1 の回転数比 N_{s1} は 1 である。また、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_{c1} は 0 である。

[0463] 次に、第 3 遊星歯車機構における第 3 サンギア 3 1 の回転数比 N_{s3} を、第 3 関係式から求める。なお、第 3 リングギア 3 3 は第 1 リングギア 1 3 と一体的に回転するため、第 3 リングギア 3 3 の回転数比 N_{r3} は、第 1 リングギア 1 3 の回転数比 N_{r1} と同じである。また、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_{c3} は 0 である。

[0464] 次に、第 4 遊星歯車機構における第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c4} を、第 4 関係式から求める。なお、第 4 サンギア 4 1 は第 3 サンギア 3 1 と一体的に回転するため、第 4 サンギア 4 1 の回転数比 N_{s4} は、第 3 サンギア 3 1 の回転数比 N_{s3} と同じである。また、第 4 リングギア 4 3 は回転しないため、第 4 リングギア 4 3 の回転数比 N_{r4} は 0 である。

[0465] 以上のようにして求めた、第 4 キャリア 4 4 の回転数比 N_{c4} の逆数が遊星歯車式変速機 1 0 0 の減速比となる。例えば、第 1 サンギア 1 1 の歯数が 3 0、第 2 サンギア 2 1 の歯数が 5 7、第 3 サンギア 3 1 の歯数が 4 8、第 4 サンギア 4 1 の歯数が 3 0 であり、第 1 ~ 第 4 リングギア 1 3、2 3、3 3、4 3 の歯数がそれぞれ 9 0 であるとき、前進の第 1 速の減速比は約 6. 4 である。なお、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。

[0466] 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_{c4} を求める。これによって、前進の第 2 速における減速比が求められる。なお、第 4 サンギア 4 1 の回転数比 N_{s4} は 1 であり、第 4 リングギア 4 3 の回転数比 N_{r4} は 0 である。

[0467] 前進の第 3 速では、第 1 関係式によって、第 1 リングギア 1 3 の回転数比 N_{r1} を求める。なお、第 1 サンギア 1 1 の回転数比 N_{s1} は 1 であり、第 1 キャリア 1 4 の回転数比 N_{c1} は 0 である。

[0468] 次に、第 3 関係式によって、第 3 キャリア 3 4 の回転数比 N_{c3} を求める。

なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。

[0469] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第3速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0470] 前進の第4速では、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は0である。

[0471] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第4速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0472] 前進の第5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_{c2} を求める。なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0473] 次に、第3関係式によって、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} を求める。なお、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。

[0474] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第5速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は1であり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は第3キャリア34の回転数比 N_{c3} と同じである。

[0475] 前進の第6速では、上述したように変速は行われぬ。

[0476] 前進の第7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_{c2} を求める。なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0477] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。

なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。

[0478] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第7速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は1である。

[0479] 前進の第8速では、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は0である。

[0480] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第8速における減速比が求められる。なお、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じであり、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は1である。

[0481] 前進の第9速では、第1関係式によって、第1リングギア13の回転数比 N_{r1} を求める。なお、第1サンギア11の回転数比 N_{s1} は1であり、第1キャリア14の回転数比 N_{c1} は0である。

[0482] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は1であり、第3リングギア33の回転数比 N_{r3} は第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。

[0483] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、前進の第9速における減速比が求められる。なお、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は1であり、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じである。

[0484] 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_{c2} を求める。なお、第2サンギア21の回転数比 N_{s2} は1であり、第2リングギア23の回転数比 N_{r2} は0である。

[0485] 次に、第3関係式によって、第3サンギア31の回転数比 N_{s3} を求める。なお、第3キャリア34の回転数比 N_{c3} は0であり、第3リングギア33の

回転数比 N_{r3} は第2キャリア24の回転数比 N_{c2} と同じである。

[0486] 次に、第4関係式によって、第4キャリア44の回転数比 N_{c4} を求める。この結果、後進の第1速における減速比が求められる。なお、第4リングギア43の回転数比 N_{r4} は0であり、第4サンギア41の回転数比 N_{s4} は第3サンギア31の回転数比 N_{s3} と同じである。

[0487] 後進の第2速では、第1関係式によって、第1リングギア13の回転数比 N_{r1} を求める。なお、第1サンギア11の回転数比 N_{s1} は1であり、第1キャリア14の回転数比 N_{c1} は0である。

[0488] 第4キャリア44の回転数比 N_{c4} は、第1リングギア13の回転数比 N_{r1} と同じである。この結果、後進の第2速における減速比が求められる。

[0489] 以上のように、各実施形態に係る遊星歯車式変速機によれば、後進において2段の速度段を有することができる。

[0490] [変形例]

以上、本発明の各実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。例えば、上記実施形態では、第2クラッチ52が、第2中間軸を介して入力軸7と第3キャリア34とを連結するように構成されているが、特にこれに限定されない。すなわち、第2クラッチ52は、入力軸7と第3キャリア34とを直接連結するように構成されていてもよい。

[0491] また、上記各実施形態では、第2制動機構62は第1リングギア13の回転を制動するように構成されているが、第2制動機構62は、第1リングギア13、第2キャリア24、及び第3リングギア33の少なくとも1つの回転を制動するように構成されていけばよい。例えば、図39に示すように、第2制動機構62は、第3リングギア33の回転を制動するように構成されていてもよい。なお、第1リングギア13、第2キャリア24、及び第3リングギア33は、一体的に回転する。このため、各実施形態において第2制動機構62を第2キャリア24又は第3リングギア33の回転を制動するように構成しても、遊星歯車式変速機の動作、すなわち、各速度段にするときの

各クラッチ及び各制動機構のオンオフ状態、並びに動力伝達経路などは、上記各実施形態で説明したものと同一である。

符号の説明

- [0492] 1 第1遊星歯車機構
 - 1 1 第1サンギア
 - 1 2 第1プラネタリギア
 - 1 3 第1リングギア
 - 1 4 第1キャリア
- 2 第2遊星歯車機構
 - 2 1 第2サンギア
 - 2 2 第2プラネタリギア
 - 2 3 第2リングギア
 - 2 4 第2キャリア
- 3 第3遊星歯車機構
 - 3 1 第3サンギア
 - 3 2 第3プラネタリギア
 - 3 3 第3リングギア
 - 3 4 第3キャリア
- 4 第4遊星歯車機構
 - 4 1 第4サンギア
 - 4 2 第4プラネタリギア
 - 4 3 第4リングギア
 - 4 4 第4キャリア
- 5 1 第1クラッチ
- 5 2 第2クラッチ
- 5 3 第3クラッチ
- 6 1 第1制動機構
- 6 2 第2制動機構

- 6 3 第3制動機構
- 7 入力軸
- 8 1 第1中間軸
- 8 2 第2中間軸
- 9 ケーシング
- 1 0 0 遊星歯車式変速機

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サンギア、第1プラネタリギア、第1リングギア、及び第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サンギア、第2プラネタリギア、第2リングギア、及び前記第1リングギア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1中間軸と一体的に回転するように構成された第3サンギア、第3プラネタリギア、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リングギア、及び第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サンギア、第4プラネタリギア、前記第3キャリアと一体的に回転するように構成された第4リングギア、及び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3キャリアとを連結するように構成された第2クラッチと、
前記入力軸と前記第1キャリア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キャリアの回転を制動するように構成された第1制動機構と、
前記第1リングギア、前記第2キャリア、及び前記第3リングギアの少なくとも1つの回転を制動するように構成された第2制動機構と

、

前記第2リングギアの回転を制動するように構成された第3制動機構と、

前記第4リングギアの回転を制動するように構成された第4制動機構と、

を備える、遊星歯車式変速機。

[請求項2]

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サンギア、第1プラネタリギア、第1リングギア、及び第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サンギア、第2プラネタリギア、第2リングギア、及び前記第1リングギア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1中間軸と一体的に回転するように構成された第3サンギア、第3プラネタリギア、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リングギア、及び第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サンギア、第4プラネタリギア、前記第3キャリアと一体的に回転するように構成された第4リングギア、及び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3キャリアとを連結するように構成された第2クラッチと、

前記第1キャリアと前記第1リングギア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キャリアの回転を制動するように構成された第1制動機構と、

前記第1リングギア、前記第2キャリア、及び前記第3リングギアの少なくとも1つの回転を制動するように構成された第2制動機構と、

前記第2リングギアの回転を制動するように構成された第3制動機構と、

前記第4リングギアの回転を制動するように構成された第4制動機構と、

を備える、遊星歯車式変速機。

[請求項3]

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サンギア、第1プラネタリギア、第1リングギア、及び第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サンギア、第2プラネタリギア、第2リングギア、及び前記第1リングギア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1中間軸と一体的に回転するように構成された第3サンギア、第3プラネタリギア、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リングギア、及び第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サンギア、第4プラネタリギア、前記第3キャリアと一体的に回転するように構成された第4リングギア、及び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3キャリアとを連結するように構成された第2クラッチと、

前記第3リングギアと前記第3キャリア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キャリアの回転を制動するように構成された第1制動機構と、

前記第1リングギア、前記第2キャリア、及び前記第3リングギアの少なくとも1つの回転を制動するように構成された第2制動機構と、

前記第2リングギアの回転を制動するように構成された第3制動機構と、

前記第4リングギアの回転を制動するように構成された第4制動機構と、

を備える、遊星歯車式変速機。

[請求項4] 前記入力軸は、中空状であり、

前記第1中間軸は、前記入力軸内に配置される、
請求項1から3のいずれかに記載の遊星歯車式変速機。

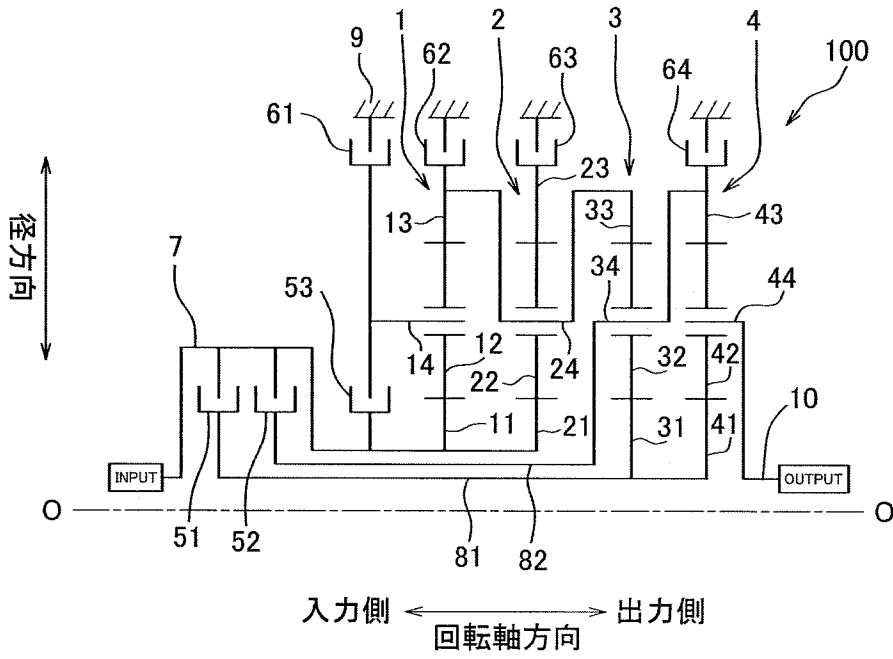
[請求項5] 前記入力軸と前記第1中間軸との間に配置され、前記第3キャリアと一体的に回転するように構成された第2中間軸をさらに備える、
請求項4に記載の遊星歯車式変速機。

[請求項6] 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から5のいずれかに記載の遊星歯車式変速機。

[請求項7] 前記第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、前記回転軸方向に沿って、この順に配置される、
請求項1から6のいずれかに記載の遊星歯車式変速機。

- [請求項8] 前記各遊星歯車機構を収容するケーシングをさらに備え、
前記回転軸の径方向において、前記第3クラッチと前記ケーシングとの間にスペースが形成される、
請求項1から7のいずれかに記載の遊星歯車式変速機。
- [請求項9] 前記第2制動機構は、前記第1リングギアの径方向外側に配置され、
、
前記第1制動機構は、前記回転軸方向において、前記第2制動機構よりも入力側に配置され、
前記第3クラッチは、前記回転軸方向において、前記第1制動機構と前記第2制動機構との間に配置される、
請求項8に記載の遊星歯車式変速機。
- [請求項10] 前記第3クラッチは、前記回転軸方向において、前記第3遊星歯車機構と前記第4遊星歯車機構との間に配置される、
請求項8に記載の遊星歯車式変換機。

[図1]

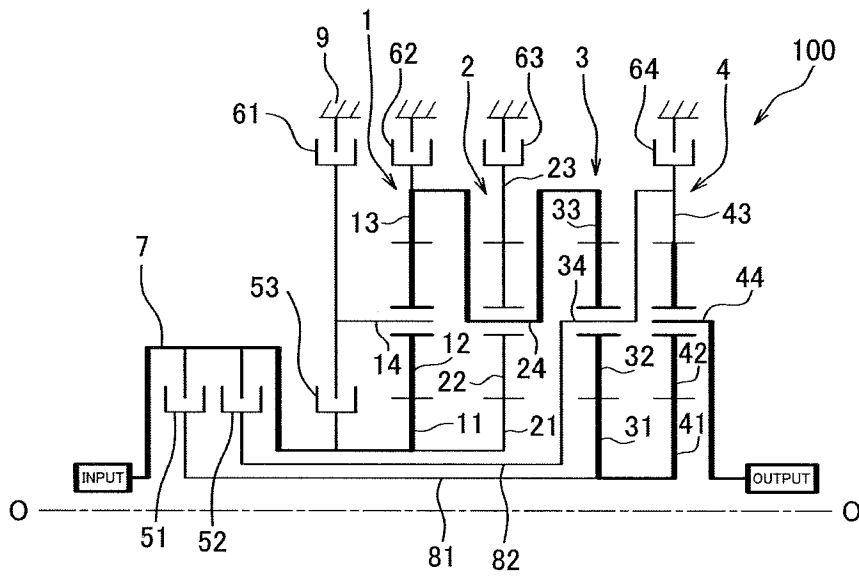


[図2]

速度段	減速比	クラッチ			制動機構			
		第1	第2	第3	第1	第2	第3	第4
F1	6.4				○			○
F2	4	○						○
F3	2.875	○			○			
F4	1.957	○				○		
F5	1.427	○					○	
F6	1	○	○					
F7	0.777		○				○	
F8	0.681		○			○		
F9	0.615		○		○			
R1	-5.502						○	○
R2	-2.133			○				○

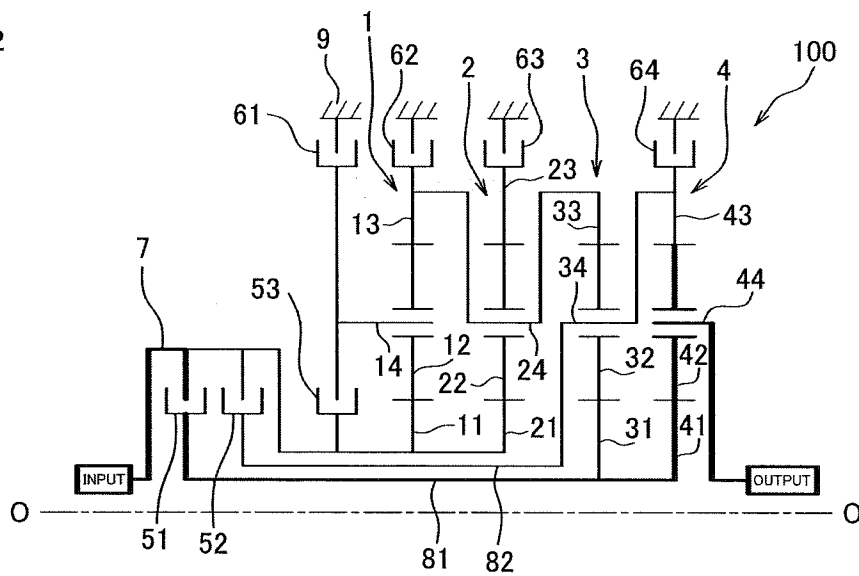
[図3]

F1



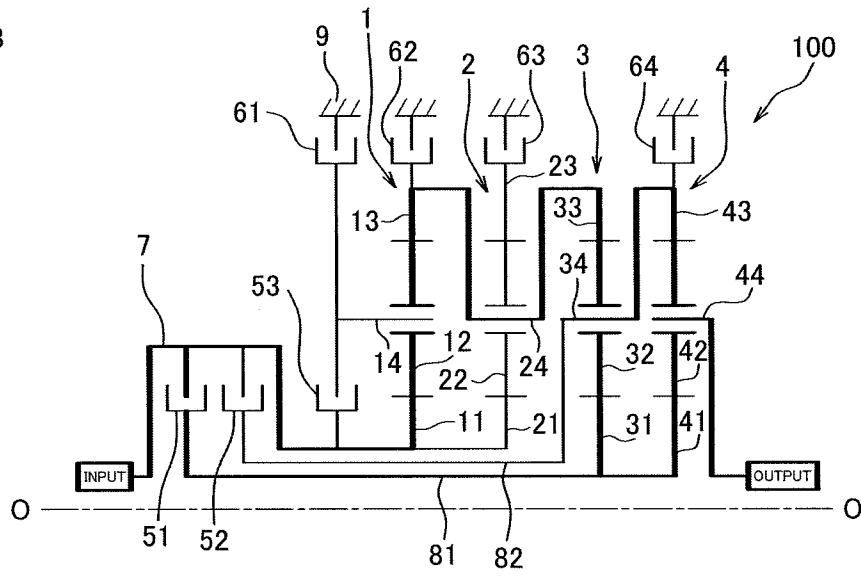
[図4]

F2



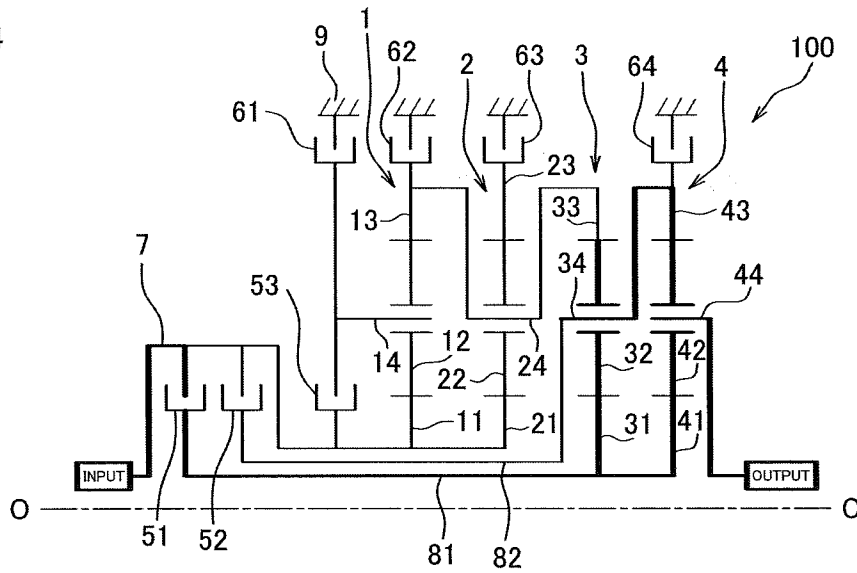
[図5]

F3



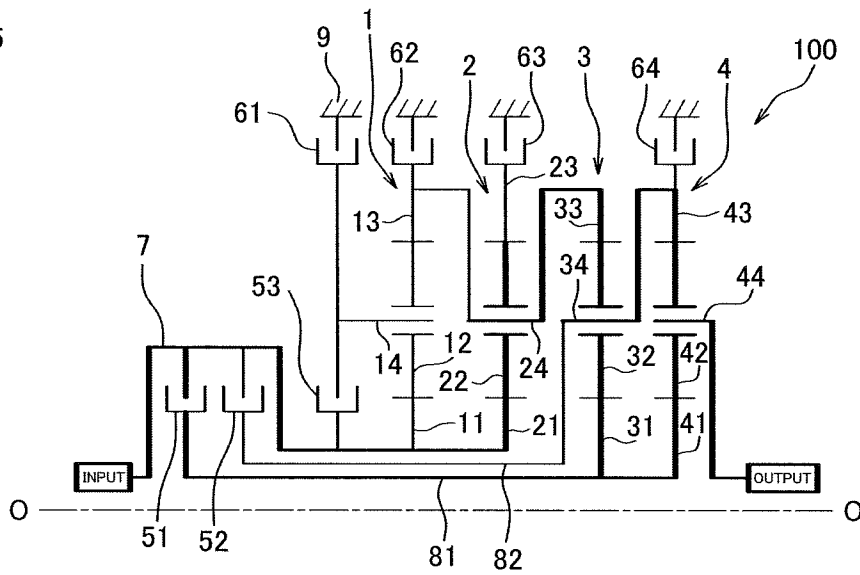
[図6]

F4



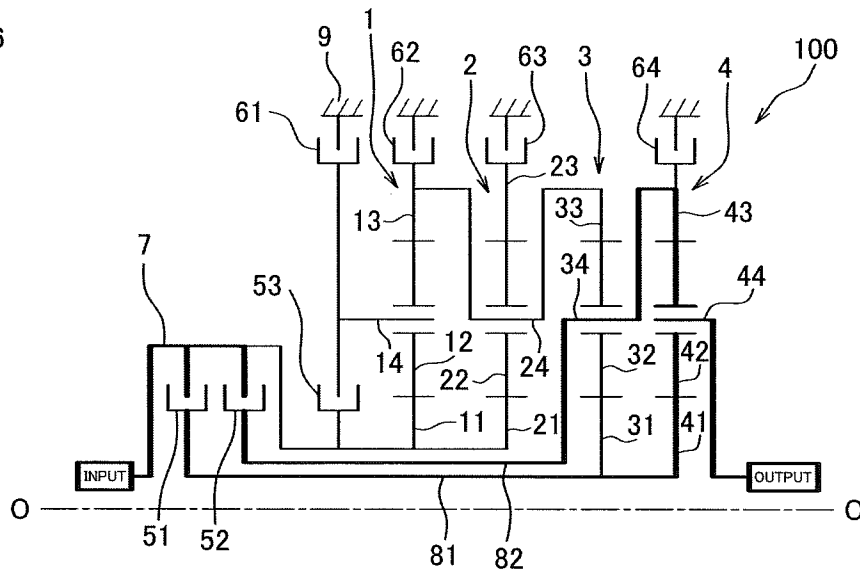
[図7]

F5



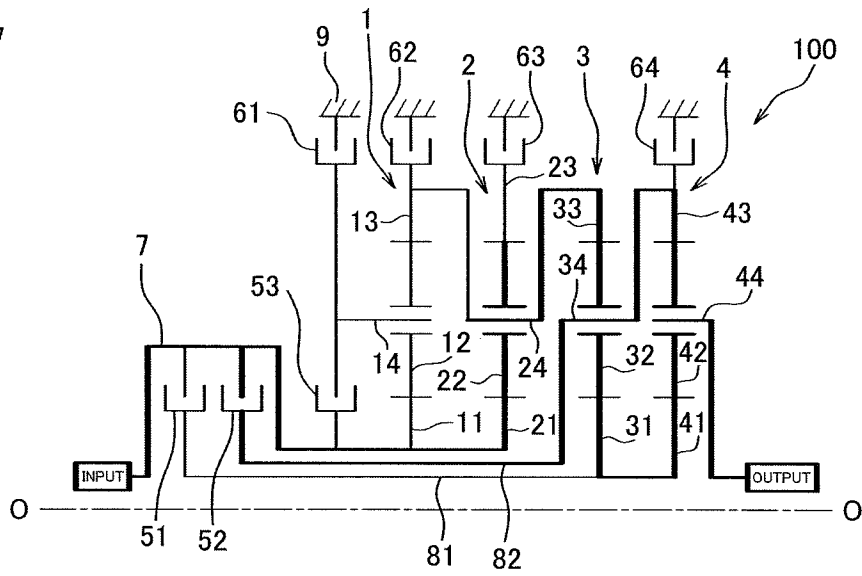
[図8]

F6



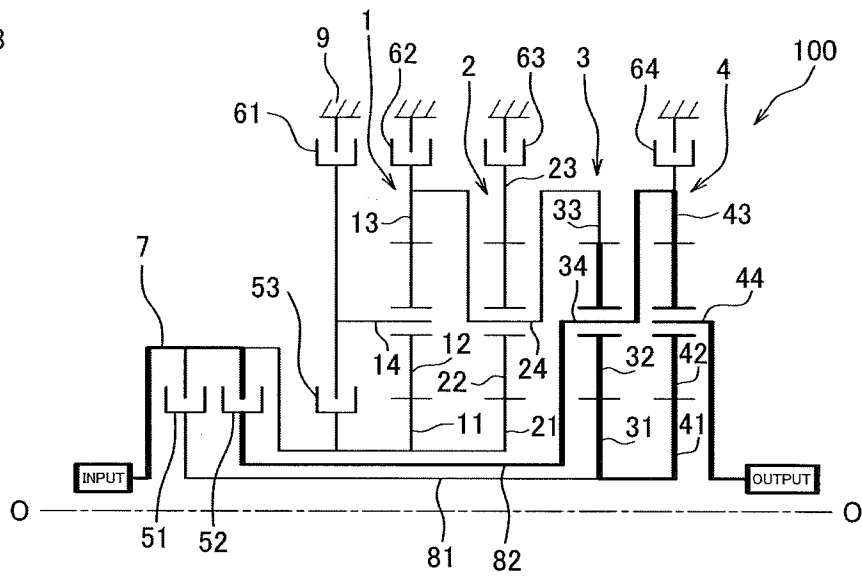
[図9]

F7



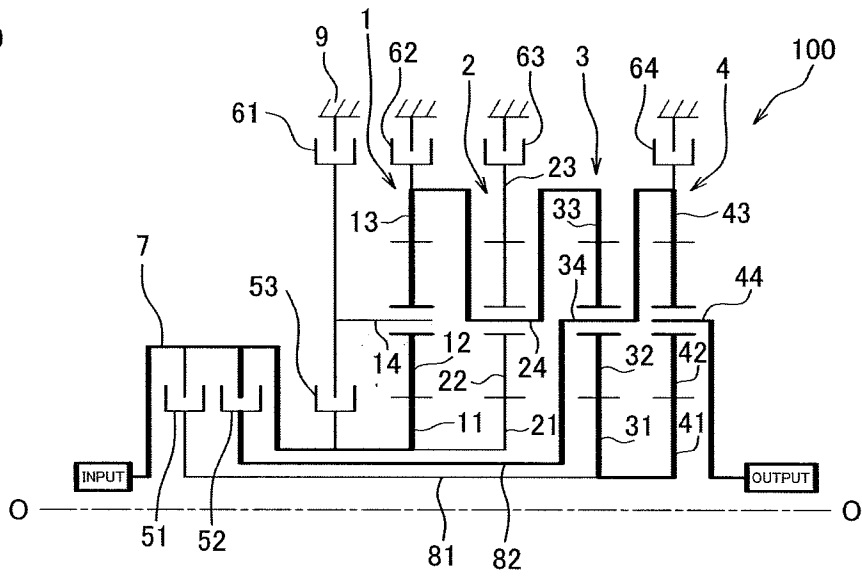
[図10]

F8



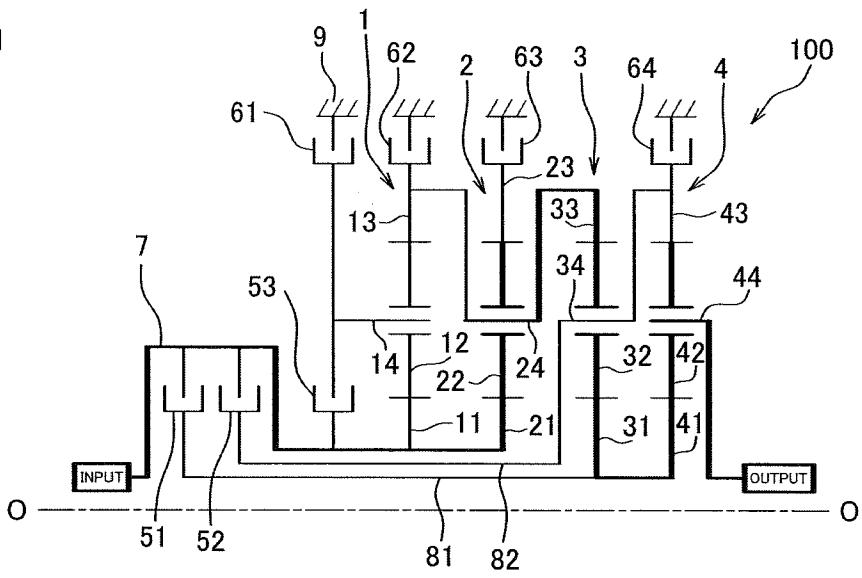
[図11]

F9

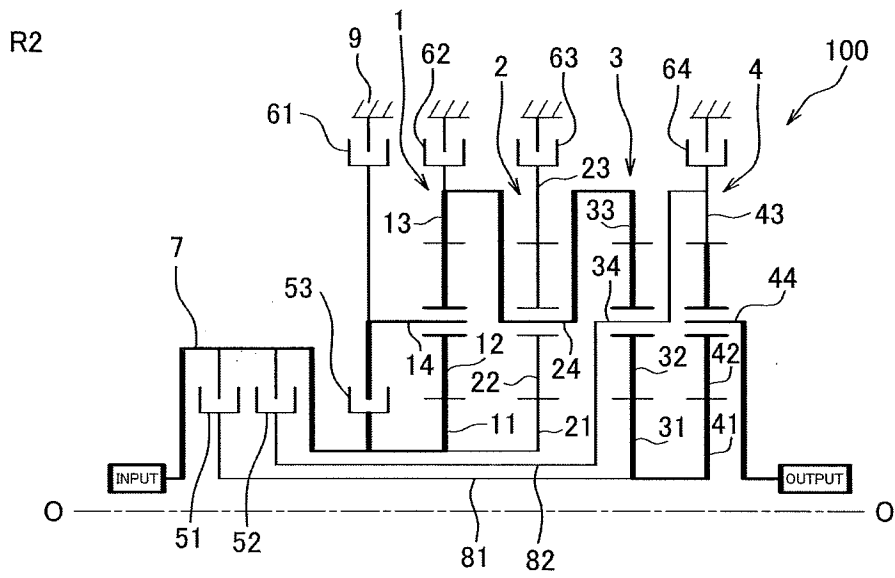


[図12]

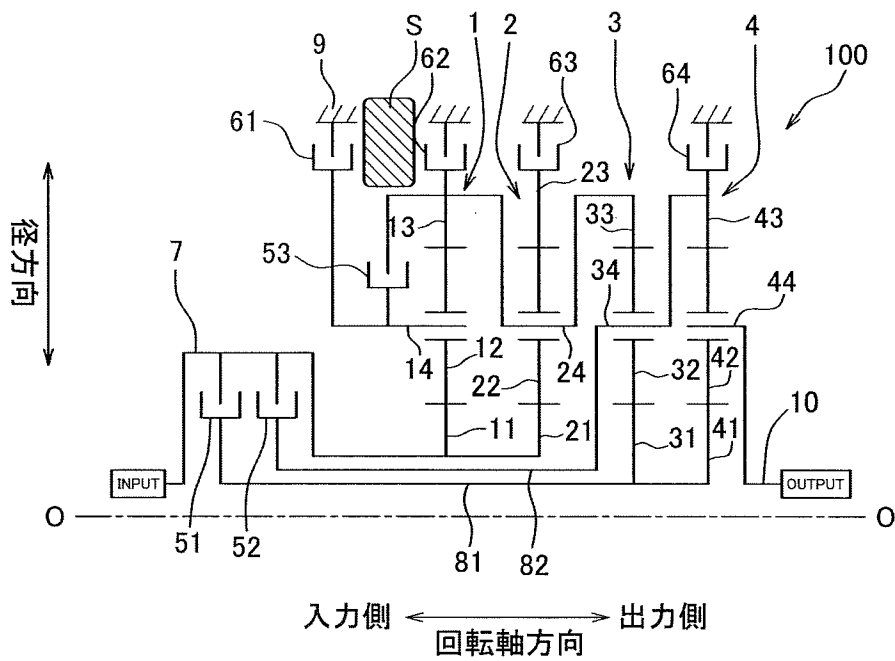
R1



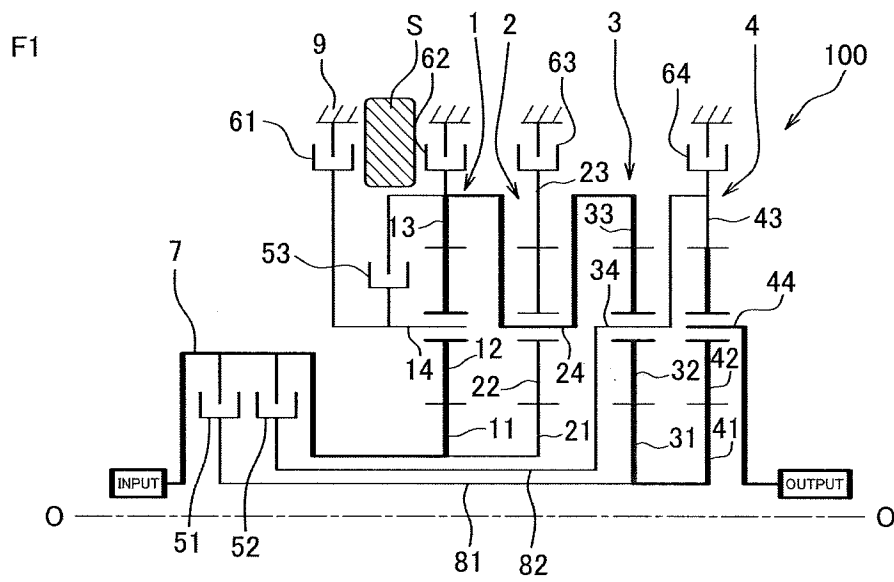
[図13]



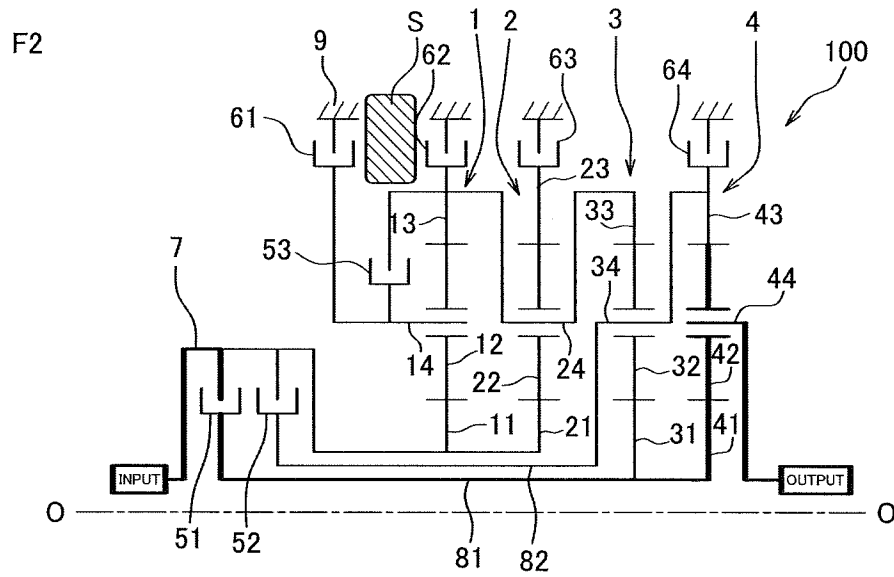
[図14]



[図15]

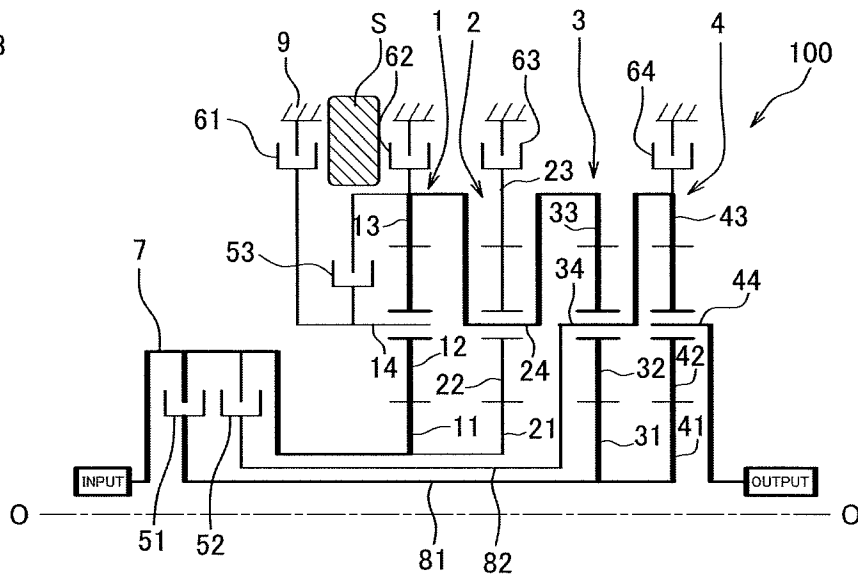


[図16]



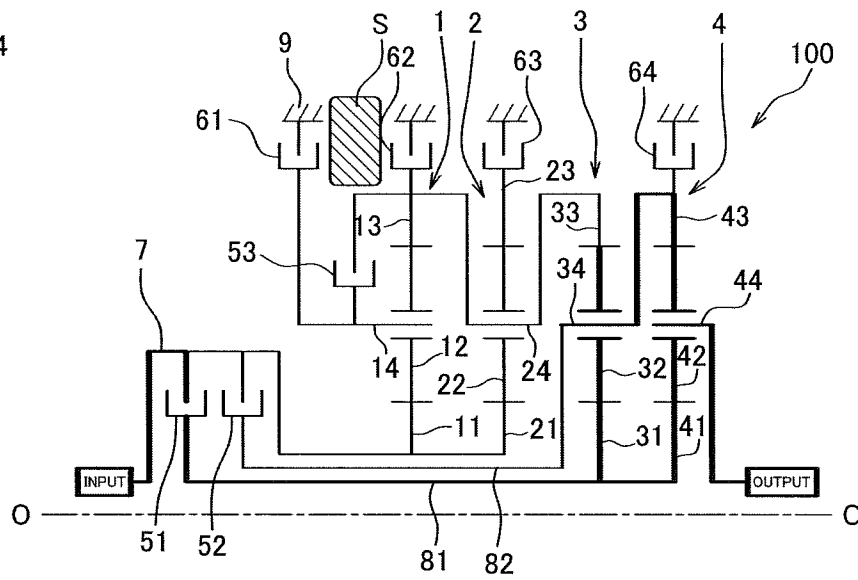
[図17]

F3

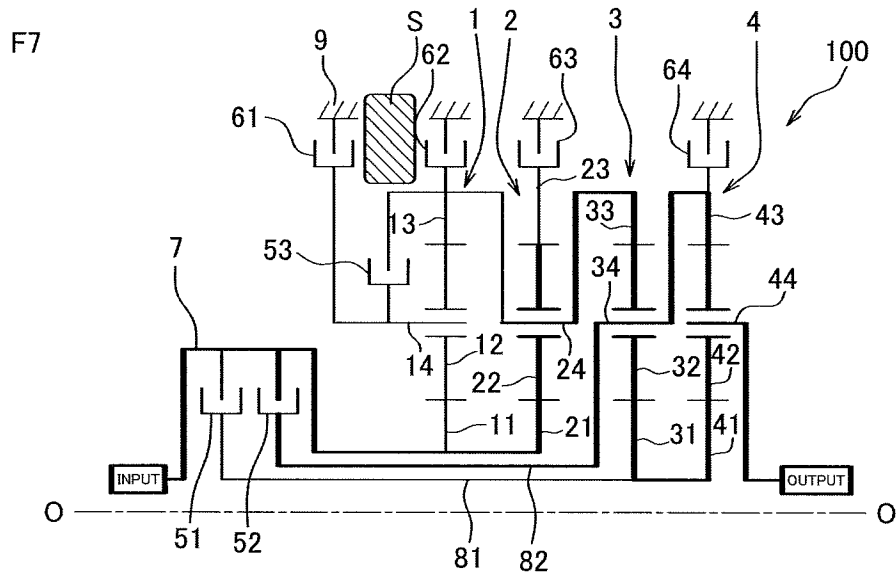


[図18]

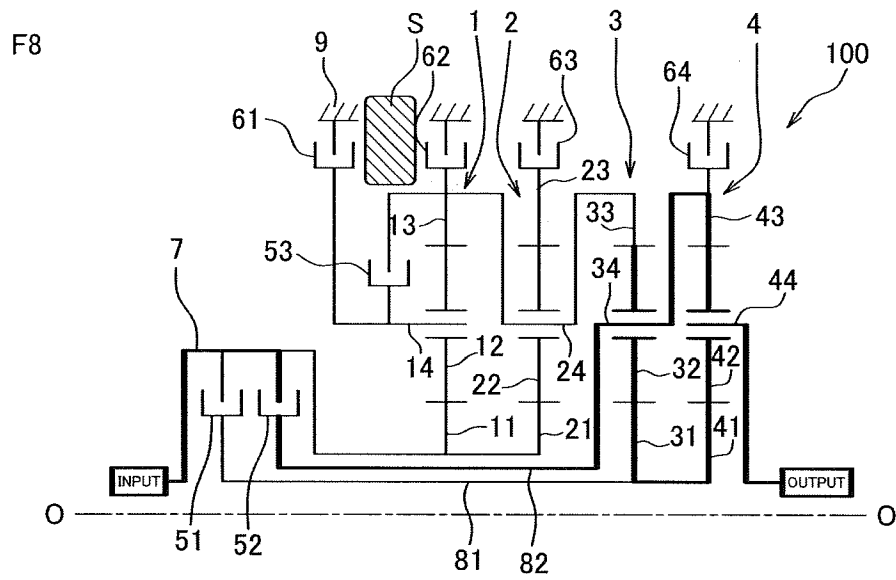
F4



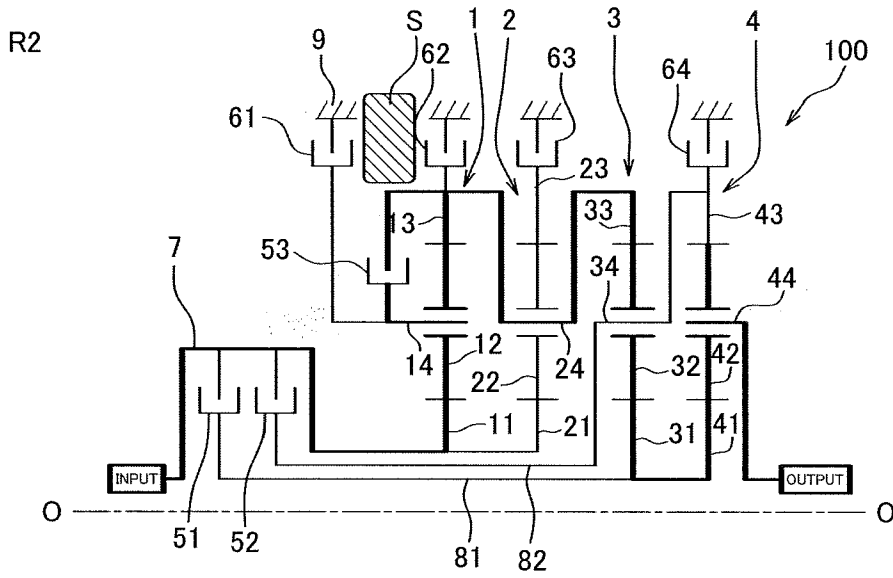
[図21]



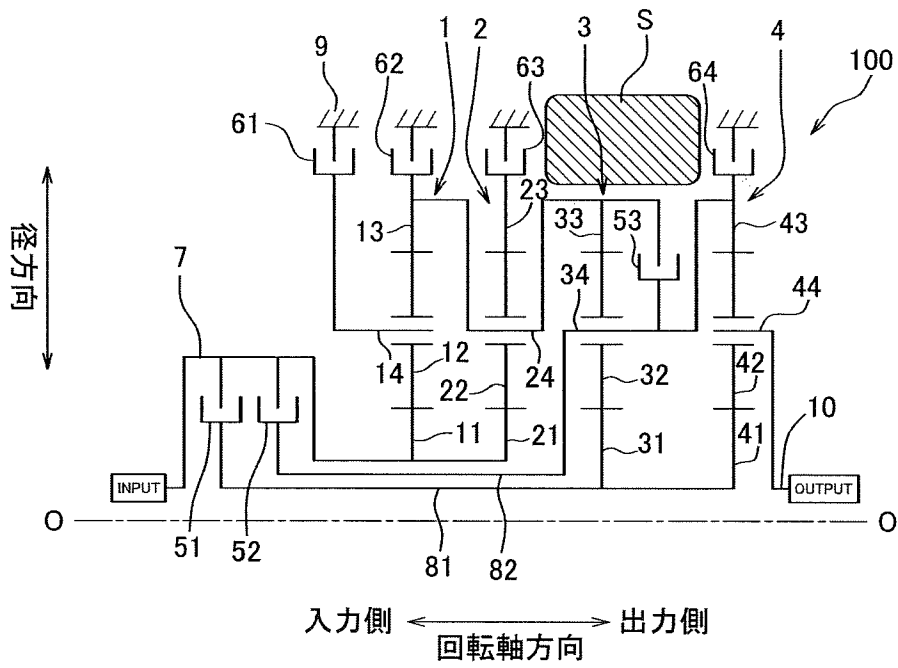
[図22]



[図25]



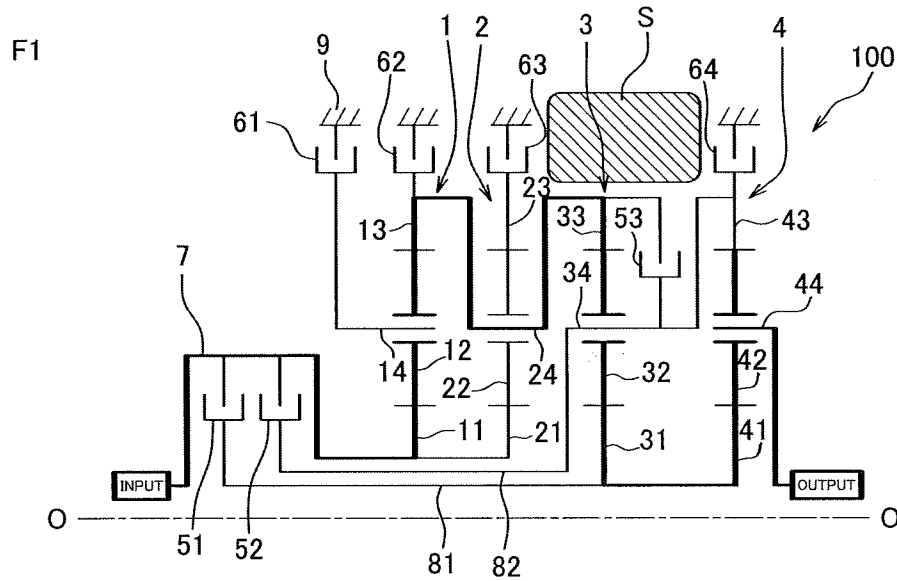
[図26]



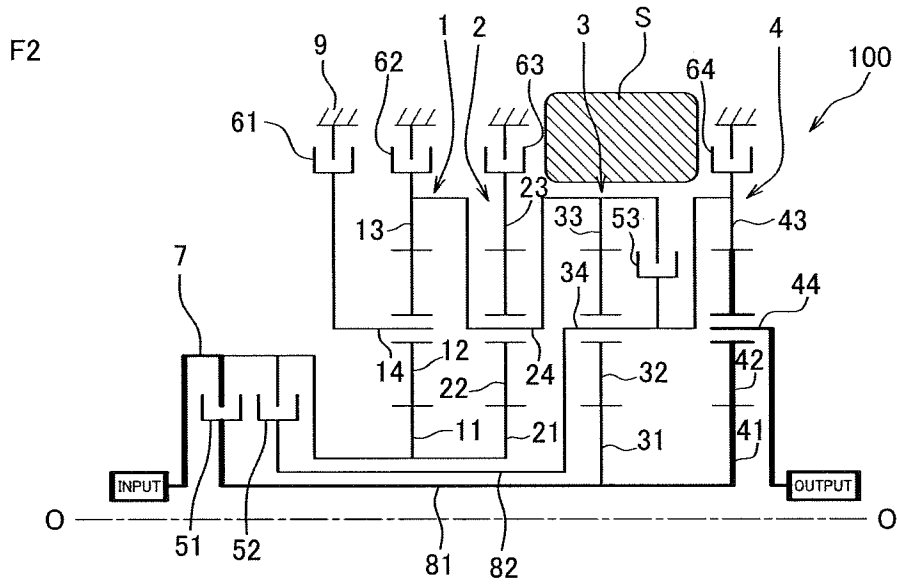
[図27]

速度段	減速比	クッチ			制動機構			
		第1	第2	第3	第1	第2	第3	第4
F1	6.4				○			○
F2	4	○						○
F3	2.875	○			○			
F4	1.957	○				○		
F5	1.427	○					○	
F6	1	○	○					
F7	0.777		○				○	
F8	0.681		○			○		
F9	0.615		○		○			
R1	-5.502						○	○
R2	-3			○	○			

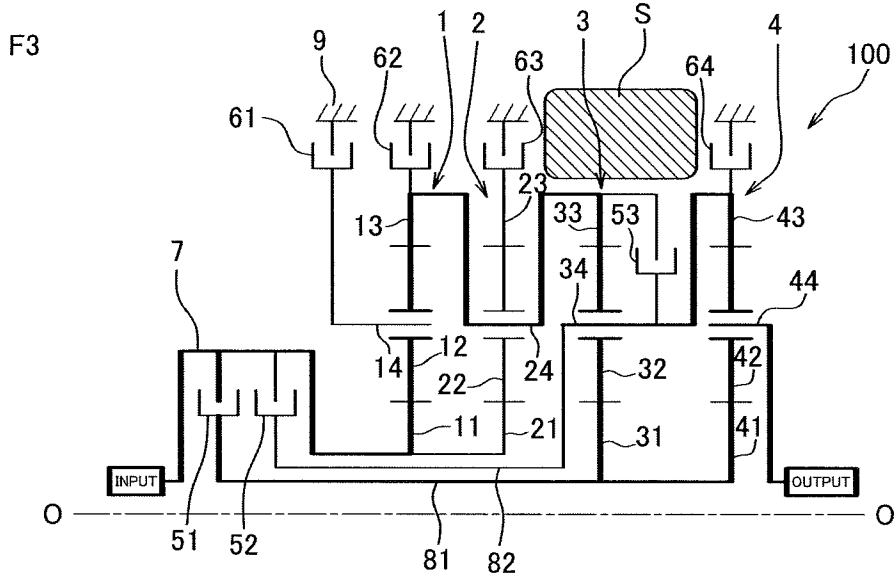
[図28]



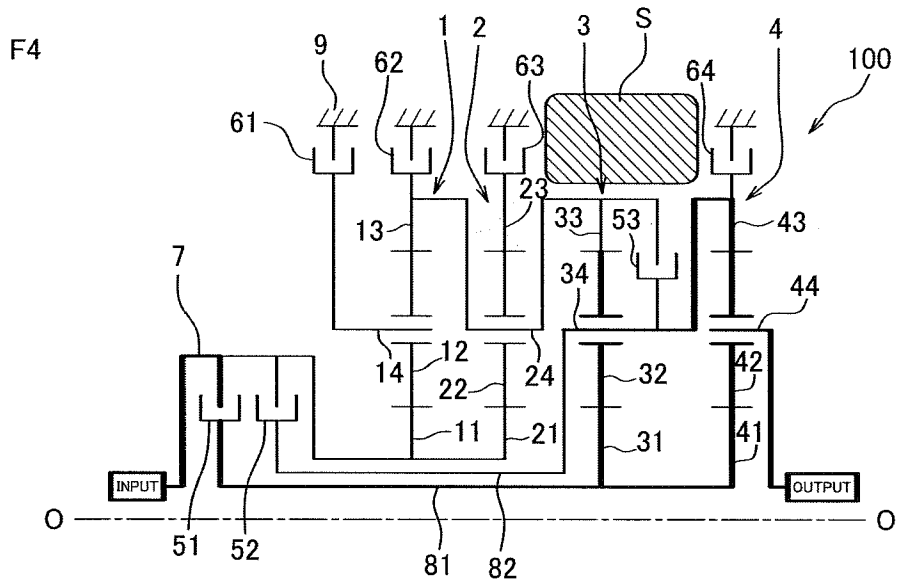
[図29]



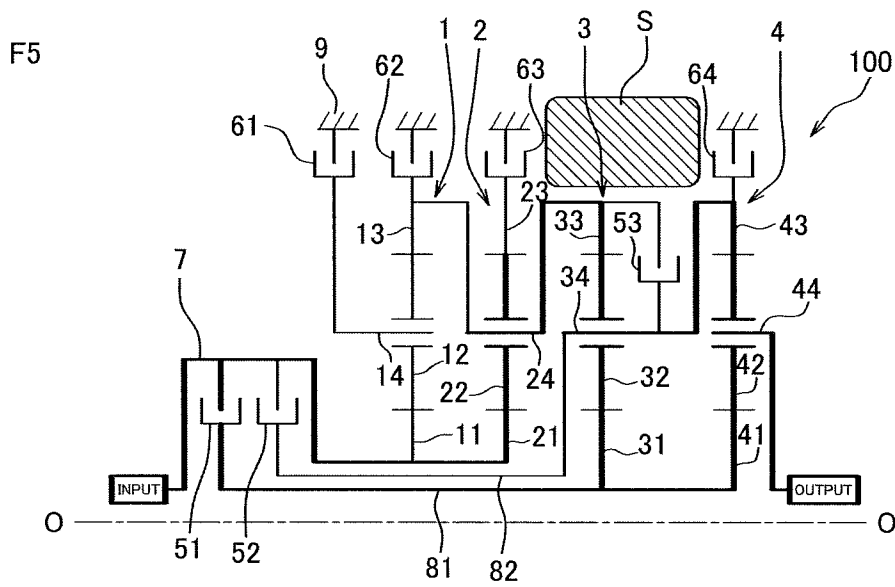
[図30]



[図31]

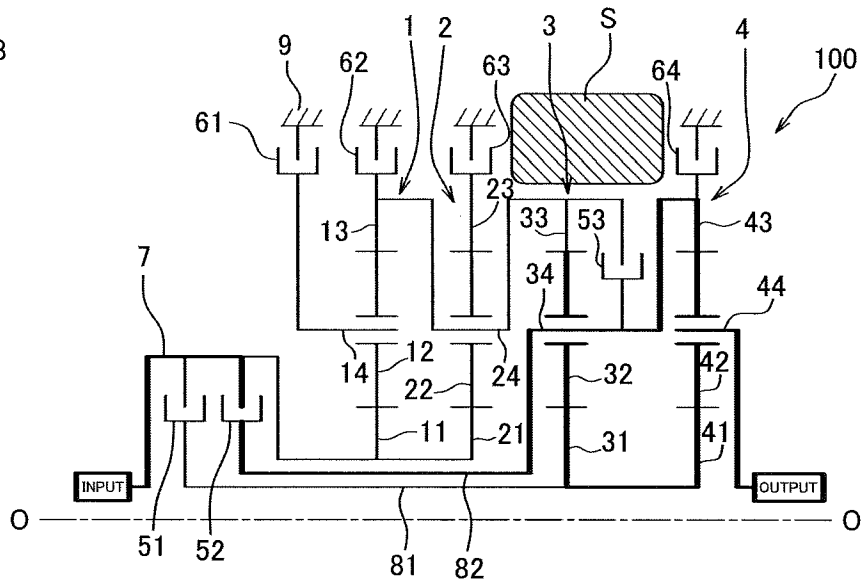


[図32]



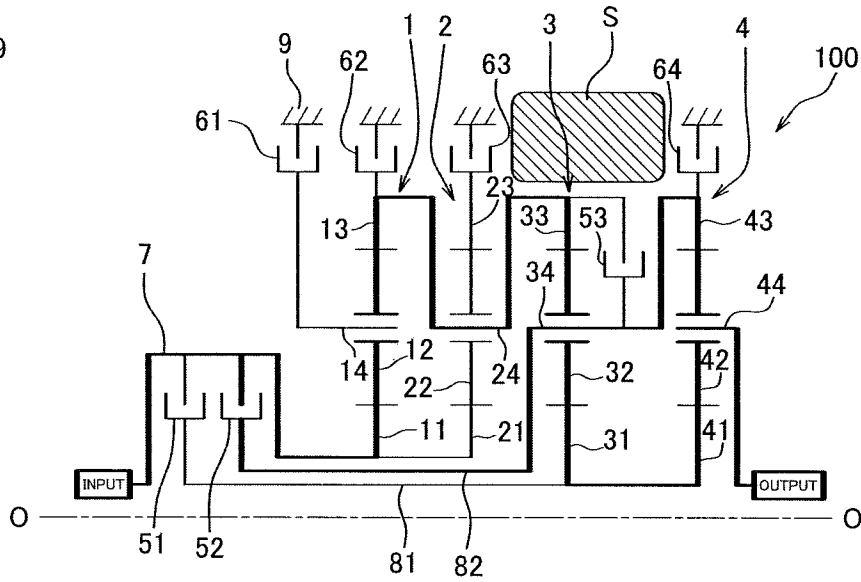
[図35]

F8

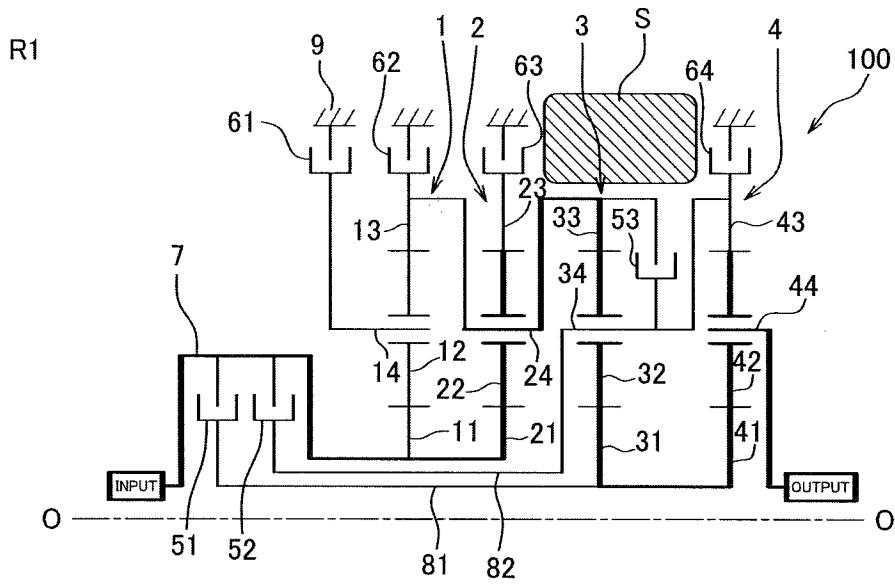


[図36]

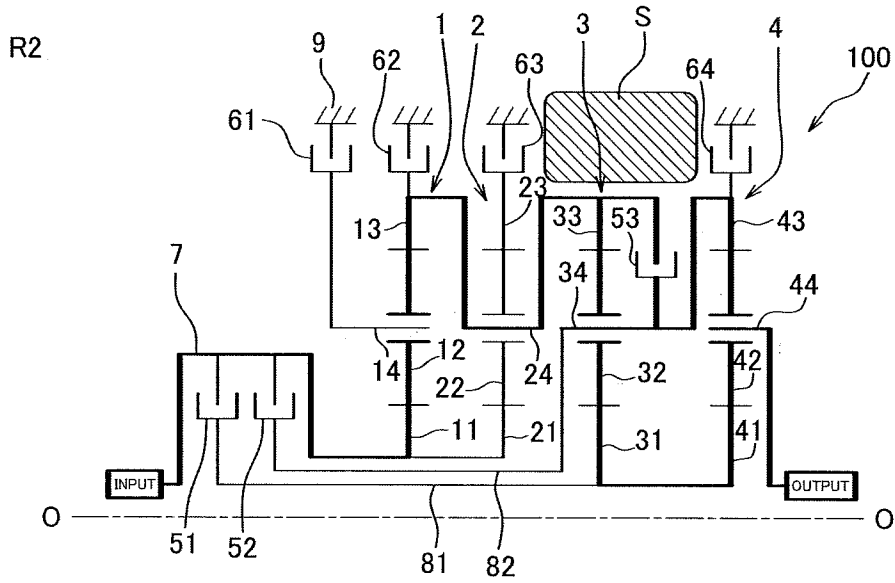
F9



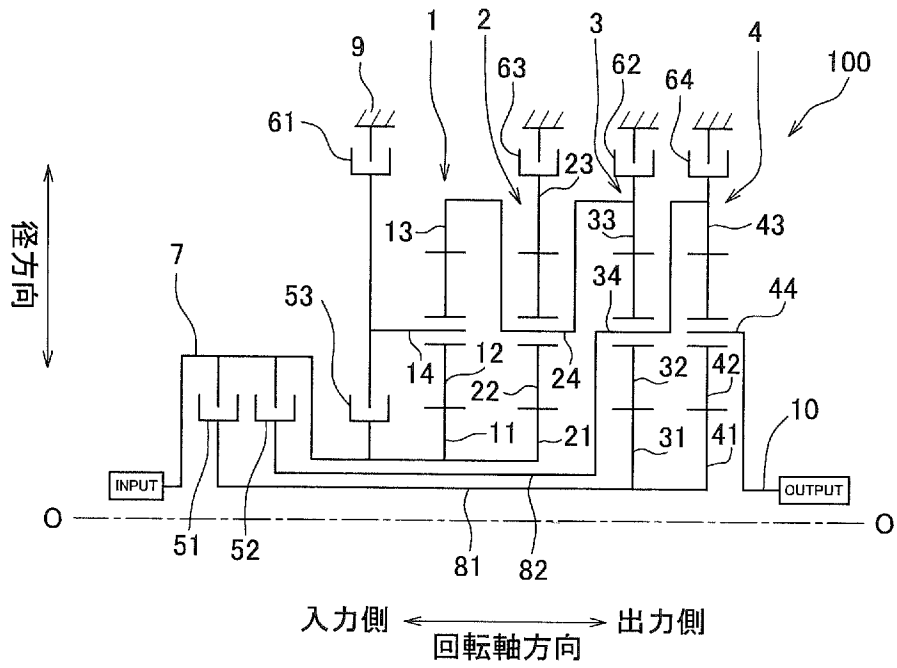
[図37]



[図38]



[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/066054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16H3/66(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16H3/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-510539 A (Caterpillar Inc.), 18 March 2003 (18.03.2003), entire text; fig. 1 to 2 & US 6176803 B1 & WO 2001/023777 A1	1-10
A	JP 04-285347 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 October 1992 (09.10.1992), entire text; fig. 1 to 12 & US 5226862 A	1-10
A	JP 57-134048 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 19 August 1982 (19.08.1982), entire text; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 August 2015 (19.08.15)	Date of mailing of the international search report 01 September 2015 (01.09.15)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066054

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 08-121555 A (Jatco Ltd.), 14 May 1996 (14.05.1996), paragraphs [0034] to [0078]; fig. 5 to 14 (Family: none)	1-10
A	JP 06-078778 B2 (General Motors Corp.), 05 October 1994 (05.10.1994), entire text; fig. 1 to 2 & US 4683776 A & EP 0239205 A2	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F16H3/66(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F16H3/66		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-510539 A（キャタピラー インコーポレイテッド） 2003.03.18, 全文, 第1-2図 & US 6176803 B1 & WO 2001/023777 A1	1-10
A	JP 04-285347 A（日産自動車株式会社） 1992.10.09, 全文, 第1-12図 & US 5226862 A	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 19.08.2015	国際調査報告の発送日 01.09.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 高吉 続久 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	3 J 3 9 3 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 57-134048 A (アイシン精機株式会社) 1982.08.19, 全文, 第1-9 図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 08-121555 A (ジャトコ株式会社) 1996.05.14, 段落[0034]-[0078], 第5-14 図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 06-078778 B2 (ゼネラル モーターズ コーポレーション) 1994.10.05, 全文, 第1-2 図 & US 4683776 A & EP 0239205 A2	1-10