(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2010-7760
(P2010-7760A)
(43)公開日　平成22年1月14日(2010.1.14)

(51)Int.Cl.			F I		テーマコード（参考）
F16H	3/06	(2006.01)	F16H	3/06	3J028
F16H	3/16	(2006.01)	F16H	3/16	

審査請求 未請求　請求項の数 19　ＯＬ　（全 49 頁）

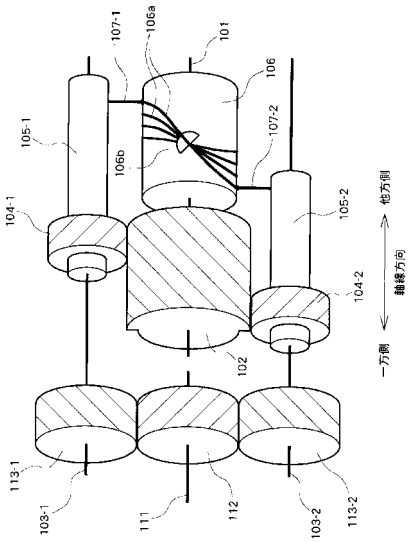
(21)出願番号　特願2008-167512 (P2008-167512)
(22)出願日　平成20年6月26日 (2008.6.26)

(71)出願人　000003609
株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１
(74)代理人　100075258
弁理士　吉田　研二
(74)代理人　100096976
弁理士　石田　純
(72)発明者　中澤　輝彦
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者　樽谷　一郎
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】変速装置

(57)【要約】　（修正有）
【課題】動力伝達に寄与するはすば歯車の切り替えの際に変速比の変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止する。
【解決手段】カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２のうち変速歯車１０２と噛み合っている係合側歯車と変速歯車１０２と噛み合っていない解放側歯車とを互いに反対方向に移動させる。さらに、係合側歯車が切り替わる場合には、係合側歯車が変速歯車１０２と噛み合っている状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が変速歯車１０２と噛み合うまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させる。そして、解放側歯車が変速歯車１０２と噛み合い、係合側歯車と変速歯車１０２との噛み合いが終了してから、この噛み合いが終了した歯車の移動方向を変速歯車１０２と噛み合う歯車と同方向から反対方向へ切り替える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１回転軸とともに回転するはすば歯車である第１歯車と、
第１回転軸と平行に配置された第２回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、第２回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、
第２歯車を第２回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、
を備える変速装置であって、
第２回転軸及び第２歯車は複数設けられ、
各第２回転軸と各第２歯車との係合／解放をそれぞれ切り替える断続機構が設けられ、
断続機構は、複数の第２歯車のうち、前記軸線方向の一方側へ移動している係合側歯車を第２回転軸と係合させ、前記軸線方向の他方側へ移動している解放側歯車を第２回転軸から解放し、
さらに、複数の第２歯車のうち、第２回転軸と係合させる歯車を切り替える場合には、
往復移動機構は、解放側歯車の移動方向を前記軸線方向の他方側から一方側へ切り替え、解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、
断続機構は、解放側歯車の移動速度が係合側歯車の移動速度に略等しいときに解放側歯車を第２回転軸と係合させてから、係合側歯車を第２回転軸から解放し、
往復移動機構は、当該第２回転軸から解放された歯車の移動方向を前記軸線方向の一方側から他方側へ切り替える、変速装置。
【請求項２】
請求項１に記載の変速装置であって、
断続機構は、第２回転軸が第２歯車に対し所定の一方向に相対的に回転しようとするときに第２回転軸と第２歯車とを係合させ、第２回転軸が第２歯車に対し当該所定の一方向と逆方向に相対的に回転しようとするときに第２回転軸と第２歯車とを解放するワンウェイクラッチであり、
第２歯車の歯は、前記軸線方向の一方側から他方側へ向かうにつれて前記所定の一方向にねじれている、変速装置。
【請求項３】
請求項１または２に記載の変速装置であって、
往復移動機構は、第１歯車の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。
【請求項４】
はすば歯車である第１歯車と、
第１歯車の中心軸と平行に配置された回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、当該回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、
中心軸が前記回転軸と平行に配置された第３歯車と、
前記回転軸とともに回転し、第３歯車と噛み合う第４歯車と、
第２歯車を前記回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、
を備える変速装置であって、
前記回転軸と第２歯車と第４歯車はいずれも複数設けられ、
各第２歯車と第３歯車との係合／解放をそれぞれ切り替える断続機構が設けられ、
断続機構は、複数の第２歯車のうち、前記軸線方向の一方側へ移動している係合側歯車を第３歯車と係合させ、前記軸線方向の他方側へ移動している解放側歯車を第３歯車から解放し、
さらに、複数の第２歯車のうち、第３歯車と係合させる歯車を切り替える場合には、
往復移動機構は、解放側歯車の移動方向を前記軸線方向の他方側から一方側へ切り替え、解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、
断続機構は、解放側歯車の移動速度が係合側歯車の移動速度に略等しいときに解放側歯車を第３歯車と係合させてから、係合側歯車を第３歯車から解放し、
往復移動機構は、当該第３歯車から解放された歯車の移動方向を前記軸線方向の一方側

から他方側へ切り替える、変速装置。
【請求項５】
請求項４に記載の変速装置であって、
断続機構は、第４歯車が第２歯車に対し所定の一方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを係合させ、第４歯車が第２歯車に対し当該所定の一方向と逆方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを解放するワンウェイクラッチであり、
第２歯車の歯は、前記軸線方向の一方側から他方側へ向かうにつれて前記所定の一方向にねじれている、変速装置。
【請求項６】
請求項４に記載の変速装置であって、
第３歯車及び第４歯車は、はすば歯車であり、
第４歯車は、前記回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、
往復移動機構は、第２歯車及び第４歯車を前記軸線方向に沿って往復移動させ、
第２歯車と第４歯車とで、半径と歯のねじれ角とのいずれか１つ以上が異なる、変速装置。
【請求項７】
請求項６に記載の変速装置であって、
断続機構は、第４歯車が第２歯車に対し所定の一方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを係合させ、第４歯車が第２歯車に対し当該所定の一方向と逆方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを解放するワンウェイクラッチであり、
第２歯車及び第４歯車の歯は、前記軸線方向の他方側へ移動させた場合に第２歯車が第４歯車に対し前記所定の一方向に相対的に回転するようにねじれている、変速装置。
【請求項８】
請求項４～７のいずれか１に記載の変速装置であって、
往復移動機構は、第１歯車の回転または第３歯車の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。
【請求項９】
請求項４～７のいずれか１に記載の変速装置であって、
第２歯車及び第４歯車を回転自在に支持するキャリア部材をさらに備え、
第１歯車の回転または第３歯車の回転が拘束されている、変速装置。
【請求項１０】
請求項９に記載の変速装置であって、
第１歯車の回転が拘束されており、
往復移動機構は、第３歯車の回転またはキャリア部材の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。
【請求項１１】
請求項９に記載の変速装置であって、
第３歯車の回転が拘束されており、
往復移動機構は、第１歯車の回転またはキャリア部材の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。
【請求項１２】
第１回転軸とともに回転するはすば歯車である第１歯車と、
第１回転軸と平行に配置された第２回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、第２回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、
第２歯車を第２回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、
を備える変速装置であって、
第１歯車の歯は、その回転方向に関して所定角度の範囲に部分的に設けられ、
第２歯車は、１つ以上の第２歯車が第１歯車と噛み合い、且つ２つ以上の第２歯車が第

１歯車と一時的に噛み合うことが可能な状態で、第１歯車の回転方向に関して間隔をおいて複数配置され、
往復移動機構は、
複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合っている係合側歯車と第１歯車と噛み合っていない解放側歯車とを互いに反対方向に移動させ、
さらに、複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合う歯車が切り替わる場合には、
係合側歯車が第１歯車と噛み合っている状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が第１歯車と噛み合うまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、
解放側歯車が第１歯車と噛み合い、係合側歯車と第１歯車との噛み合いが終了してから、当該第１歯車との噛み合いが終了した歯車の移動方向を当該第１歯車と噛み合う歯車と同方向から反対方向へ切り替える、変速装置。
【請求項１３】
請求項１２に記載の変速装置であって、
往復移動機構は、第１歯車の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。
【請求項１４】
はすば歯車である第１歯車と、
第１歯車の中心軸と平行に配置された回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、当該回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、
中心軸が前記回転軸と平行に配置された第３歯車と、
前記回転軸とともに回転し、第３歯車と噛み合う第４歯車と、
第２歯車を前記回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、
を備える変速装置であって、
第１歯車の歯は、その周方向に関して所定角度の範囲に部分的に設けられ、
第２歯車は、１つ以上の第２歯車が第１歯車と噛み合い、且つ２つ以上の第２歯車が第１歯車と一時的に噛み合うことが可能な状態で、第１歯車の周方向に関して間隔をおいて複数配置され、
各第２歯車とともにそれぞれ回転する第４歯車が複数設けられ、
往復移動機構は、
複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合っている係合側歯車と第１歯車と噛み合っていない解放側歯車とを互いに反対方向に移動させ、
さらに、複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合う歯車が切り替わる場合には、
係合側歯車が第１歯車と噛み合っている状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が第１歯車と噛み合うまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、
解放側歯車が第１歯車と噛み合い、係合側歯車と第１歯車との噛み合いが終了してから、当該第１歯車との噛み合いが終了した歯車の移動方向を当該第１歯車と噛み合う歯車と同方向から反対方向へ切り替える、変速装置。
【請求項１５】
請求項１４に記載の変速装置であって、
第３歯車及び第４歯車は、はすば歯車であり、
第４歯車は、前記回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、
往復移動機構は、第２歯車及び第４歯車を前記軸線方向に沿って往復移動させ、
第２歯車と第４歯車とで、半径と歯のねじれ角とのいずれか１つ以上が異なる、変速装置。
【請求項１６】
請求項１４または１５に記載の変速装置であって、
往復移動機構は、第１歯車の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。

【請求項１７】
請求項１４または１５に記載の変速装置であって、
第２歯車及び第４歯車を回転自在に支持するキャリア部材をさらに備え、
第１歯車の回転が拘束されている、変速装置。
【請求項１８】
請求項１７に記載の変速装置であって、
往復移動機構は、キャリア部材の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる、変速装置。
【請求項１９】
はすば歯車である第１歯車と、
第１歯車の中心軸と平行に配置された回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、当該回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、
中心軸が前記回転軸と平行に配置された第３歯車と、
前記回転軸とともに回転し、第３歯車と噛み合う第４歯車と、
第２歯車を前記回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、
を備える変速装置であって、
第３歯車の歯は、その周方向に関して所定角度の範囲に部分的に設けられ、
第４歯車は、１つ以上の第４歯車が第３歯車と噛み合い、且つ２つ以上の第４歯車が第３歯車と一時的に噛み合うことが可能な状態で、第３歯車の周方向に関して間隔をおいて複数配置され、
各第４歯車とともにそれぞれ回転する第２歯車が複数設けられ、
往復移動機構は、
複数の第２歯車のうち、第３歯車と係合状態にある係合側歯車と第３歯車と解放状態にある解放側歯車とを互いに反対方向に移動させ、
さらに、複数の第２歯車のうち、第３歯車と係合する歯車が切り替わる場合には、
係合側歯車が第３歯車と係合している状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が第３歯車と係合するまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、
解放側歯車が第３歯車と係合し、係合側歯車と第３歯車との係合が終了してから、当該第３歯車との係合が終了した歯車の移動方向を当該第３歯車と係合する歯車と同方向から反対方向へ切り替える、変速装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、はすば歯車を利用した変速装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
互いに噛み合うはすば歯車を利用して、一方のはすば歯車を他方のはすば歯車に対して噛み合いを維持した状態で軸方向にスライドさせることで、変速比を変更する変速装置が提案されている（例えば下記特許文献１）。以下、この変速装置の変速原理について図２８を用いて説明する。
【０００３】
図２８に示すように、この変速装置は、回転軸１と、回転軸１に結合され回転軸１とともに回転するはすば歯車２と、回転軸１と平行に配置された回転軸３と、回転軸３にその軸線方向に沿ってスライド可能に支持され回転軸３とともに回転するはすば歯車４と、を備える。はすば歯車２，４は、いずれも所定のねじれ角βを有し、互いに噛み合っている。回転軸１の軸線方向に関するはすば歯車２の長さは、回転軸２の軸線方向に関するはすば歯車４の長さよりも長い。はすば歯車４は、はすば歯車２に対して噛み合いを維持した状態で軸線方向に沿ってスライド可能である。
【０００４】

ここで、動力を回転軸３に入力して回転軸１から取り出す場合を考える。そして、はすば歯車４の基準円半径（ピッチ円半径）をr_{p1}、はすば歯車２の基準円半径（ピッチ円半径）をr_{p2}、回転軸３（はすば歯車４）の回転角速度をω_{in}、回転軸１（はすば歯車２）の回転角速度をω_{out}、回転軸３（はすば歯車２）に対するはすば歯車４のスライド速度をＬ、変速比（回転軸３と回転軸１との回転角速度比$\omega_{in}／\omega_{out}$）をγとする。はすば歯車４が回転軸３（はすば歯車２）に対してスライドしない（はすば歯車４のスライド速度Ｌが０である）ときは、以下の（１）式が成立し、変速比γは以下の（２）式で表される。

【０００５】

【数１】

$$r_{p_1}\omega_{in} = r_{p_2}\omega_{out}$$

$$\omega_{out} = \frac{r_{p_1}}{r_{p2}}\omega_{in} \qquad \cdots(1)$$

$$\gamma = \frac{\omega_{in}}{\frac{r_{p_1}}{r_{p_2}}\omega_{in}} = \frac{r_{p_2}}{r_{p_1}} \qquad \cdots(2)$$

【０００６】

一方、はすば歯車４が回転軸３（はすば歯車２）に対してスライド速度Ｌでスライドするときは、図２８に示すように、ねじれ角βによりスライドした量に応じてはすば歯車２が角速度$\Delta\omega_{out}$分遅れて（もしくは速く）回ることになる。はすば歯車４が軸線方向の一方側へスライドしているときは、はすば歯車２が角速度$\Delta\omega_{out}$分遅れて回り、はすば歯車４が軸線方向の他方側へスライドしているときは、はすば歯車２が角速度$\Delta\omega_{out}$分速く回る。このとき、$\Delta\omega_{out}$は以下の（３）式で表され、ω_{out}は以下の（４）式で表され、変速比γは以下の（５）式で表される。（５）式から、はすば歯車４のスライド速度Ｌを変化させることで、変速比γの変更が可能となる。

【０００７】

【数２】

$$\Delta\omega_{out} = \pm\frac{L\tan\beta}{r_{p2}} \quad \cdots(3)$$

$$\omega_{out} = \frac{r_{p1}}{r_{p2}}\omega_{in} + \Delta\omega_{out}$$

$$= \frac{r_{p1}}{r_{p2}}\omega_{in} \pm \frac{L\tan\mathrm{B}}{r_{p2}} \quad \cdots(4)$$

$$\gamma = \frac{\omega_{in}}{\frac{r_{p1}}{r_{p2}}\omega_{in} \pm \frac{L\tan\beta}{r_{p_2}}} \quad \cdots(5)$$

【０００８】
しかし、変速比γを変更した状態を維持するためには、はすば歯車４をはすば歯車２に対して噛み合いを維持した状態でスライド速度Ｌでスライドさせ続ける必要がある。はすば歯車２の軸線方向長さは有限であるため、１つのはすば歯車４では、はすば歯車４をはすば歯車２に対して噛み合いを維持した状態でスライド速度Ｌでスライドさせ続けることは不可能である。
【０００９】
そこで、変速比γを変更した状態を維持するために、図２９に示すように、回転軸３及びはすば歯車４を複数設けるとともに、はすば歯車２の歯をその回転方向に関して３６０°より小さい所定角度の範囲に設ける。図２９に示す構成では、２組の回転軸３－１，３－２及びはすば歯車４－１，４－２をはすば歯車２の回転方向に関して１８０°の間隔で配置するとともに、はすば歯車２の歯をその回転方向に関して１８０°の範囲に設けている。各はすば歯車４－１，４－２については、はすば歯車２の回転に伴って、はすば歯車２と噛み合っている状態とはすば歯車２と噛み合っていない状態とが交互に生じる。各はすば歯車４－１，４－２をはすば歯車２に対して軸線方向に沿って往復移動させることとし、はすば歯車２と噛み合っている状態にあるはすば歯車を軸線方向の一方側へスライドさせるとともに、はすば歯車２と噛み合っていない状態にあるはすば歯車を軸線方向の他方側へスライドさせる。これによって、はすば歯車２と噛み合い且つ軸線方向の一方側へスライドするはすば歯車（動力伝達に寄与するはすば歯車）をはすば歯車４－１，４－２間で切り替え、変速比γを変更した状態の維持を図っている。
【００１０】
【特許文献１】特開２００７－１９８４８０号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
図２９に示す構成において、変速比γを変更した状態を維持するためには、動力伝達に寄与するはすば歯車をはすば歯車４－１，４－２間で切り替える必要がある。そのためには、各はすば歯車４－１，４－２のスライド方向を切り替える必要がある。ここで、はすば歯車２と噛み合うはすば歯車がはすば歯車４－１からはすば歯車４－２へ切り替わる場合を考えると、はすば歯車４－１のスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替

えるとともに、はすば歯車４－２のスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える必要がある。ただし、はすば歯車４－１のスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える際には、はすば歯車４－１のスライド速度Ｌが一時的に低下することになる。はすば歯車４－１とはすば歯車２との噛み合いが終了する前にはすば歯車４－１のスライド速度Ｌが低下すると、変速比γが変化することになる。そして、はすば歯車４－２のスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える際には、はすば歯車４－２のスライド速度Ｌが一時的に低下する。はすば歯車４－２のスライド速度Ｌが低下している状態ではすば歯車４－２とはすば歯車２との噛み合いが開始されると、変速比γが変化することになる。その結果、はすば歯車２と噛み合うはすば歯車がはすば歯車４－１からはすば歯車４－２へ切り替わる際に、はすば歯車４－１，４－２のスライド速度Ｌの一時的な低下により、変速比γが一時的に変化することになる。

【００１２】

また、図２９に示す構成において、動力が伝達される状態を維持しつつ変速比γを変更した状態を維持するためには、はすば歯車４－１，４－２のいずれかがはすば歯車２と噛み合い且つ軸線方向の一方側へスライドしている必要がある。しかし、はすば歯車２と噛み合うはすば歯車がはすば歯車４－１からはすば歯車４－２へ切り替わる際に、スライド方向やスライド速度Ｌの異なるはすば歯車４－１，４－２がはすば歯車２と同時に噛み合うと、はすば歯車２，４－１，４－２による歯車機構がロックする。その場合は、動力伝達を行うことができなくなる。

【００１３】

本発明は、動力伝達に寄与するはすば歯車を切り替える変速装置において、はすば歯車の切り替えの際に変速比の変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

本発明に係る変速装置は、上述した目的を達成するために以下の手段を採った。

【００１５】

本発明に係る変速装置は、第１回転軸とともに回転するはすば歯車である第１歯車と、第１回転軸と平行に配置された第２回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、第２回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、第２歯車を第２回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、を備える変速装置であって、第２回転軸及び第２歯車は複数設けられ、各第２回転軸と各第２歯車との係合／解放をそれぞれ切り替える断続機構が設けられ、断続機構は、複数の第２歯車のうち、前記軸線方向の一方側へ移動している係合側歯車を第２回転軸と係合させ、前記軸線方向の他方側へ移動している解放側歯車を第２回転軸から解放し、さらに、複数の第２歯車のうち、第２回転軸と係合させる歯車を切り替える場合には、往復移動機構は、解放側歯車の移動方向を前記軸線方向の他方側から一方側へ切り替え、解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、断続機構は、解放側歯車の移動速度が係合側歯車の移動速度に略等しいときに解放側歯車を第２回転軸と係合させてから、係合側歯車を第２回転軸から解放し、往復移動機構は、当該第２回転軸から解放された歯車の移動方向を前記軸線方向の一方側から他方側へ切り替えることを要旨とする。

【００１６】

本発明の一態様では、断続機構は、第２回転軸が第２歯車に対し所定の一方向に相対的に回転しようとするときに第２回転軸と第２歯車とを係合させ、第２回転軸が第２歯車に対し当該所定の一方向と逆方向に相対的に回転しようとするときに第２回転軸と第２歯車とを解放するワンウェイクラッチであり、第２歯車の歯は、前記軸線方向の一方側から他方側へ向かうにつれて前記所定の一方向にねじれていることが好適である。

【００１７】

本発明の一態様では、往復移動機構は、第１歯車の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させることが好適である。

【００１８】
また、本発明に係る変速装置は、はすば歯車である第１歯車と、第１歯車の中心軸と平行に配置された回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、当該回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、中心軸が前記回転軸と平行に配置された第３歯車と、前記回転軸とともに回転し、第３歯車と噛み合う第４歯車と、第２歯車を前記回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、を備える変速装置であって、前記回転軸と第２歯車と第４歯車はいずれも複数設けられ、各第２歯車と第３歯車との係合／解放をそれぞれ切り替える断続機構が設けられ、断続機構は、複数の第２歯車のうち、前記軸線方向の一方側へ移動している係合側歯車を第３歯車と係合させ、前記軸線方向の他方側へ移動している解放側歯車を第３歯車から解放し、さらに、複数の第２歯車のうち、第３歯車と係合させる歯車を切り替える場合には、往復移動機構は、解放側歯車の移動方向を前記軸線方向の他方側から一方側へ切り替え、解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、断続機構は、解放側歯車の移動速度が係合側歯車の移動速度に略等しいときに解放側歯車を第３歯車と係合させてから、係合側歯車を第３歯車から解放し、往復移動機構は、当該第３歯車から解放された歯車の移動方向を前記軸線方向の一方側から他方側へ切り替えることを要旨とする。
【００１９】
本発明の一態様では、断続機構は、第４歯車が第２歯車に対し所定の一方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを係合させ、第４歯車が第２歯車に対し当該所定の一方向と逆方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを解放するワンウェイクラッチであり、第２歯車の歯は、前記軸線方向の一方側から他方側へ向かうにつれて前記所定の一方向にねじれていることが好適である。
【００２０】
本発明の一態様では、第３歯車及び第４歯車は、はすば歯車であり、第４歯車は、前記回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、往復移動機構は、第２歯車及び第４歯車を前記軸線方向に沿って往復移動させ、第２歯車と第４歯車とで、半径と歯のねじれ角とのいずれか１つ以上が異なることが好適である。この態様では、断続機構は、第４歯車が第２歯車に対し所定の一方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを係合させ、第４歯車が第２歯車に対し当該所定の一方向と逆方向に相対的に回転しようとするときに第３歯車と第２歯車とを解放するワンウェイクラッチであり、第２歯車及び第４歯車の歯は、前記軸線方向の他方側へ移動させた場合に第２歯車が第４歯車に対し前記所定の一方向に相対的に回転するようにねじれていることが好適である。
【００２１】
本発明の一態様では、往復移動機構は、第１歯車の回転または第３歯車の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させることが好適である。
【００２２】
本発明の一態様では、第２歯車及び第４歯車を回転自在に支持するキャリア部材をさらに備え、第１歯車の回転または第３歯車の回転が拘束されていることが好適である。この態様では、第１歯車の回転が拘束されており、往復移動機構は、第３歯車の回転またはキャリア部材の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させることが好適である。あるいは、この態様では、第３歯車の回転が拘束されており、往復移動機構は、第１歯車の回転またはキャリア部材の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させることが好適である。
【００２３】
また、本発明に係る変速装置は、第１回転軸とともに回転するはすば歯車である第１歯車と、第１回転軸と平行に配置された第２回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、第２回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、第２歯車を第２回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、を備える変速装置であって、第１歯車の歯は、その回転方向に関して所定角度の範囲に部分的に設けられ、第２歯車は、１つ以上の第２歯車が第１歯車と噛み合い、且つ２つ以上の第

２歯車が第１歯車と一時的に噛み合うことが可能な状態で、第１歯車の回転方向に関して間隔をおいて複数配置され、往復移動機構は、複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合っている係合側歯車と第１歯車と噛み合っていない解放側歯車とを互いに反対方向に移動させ、さらに、複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合う歯車が切り替わる場合には、係合側歯車が第１歯車と噛み合っている状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が第１歯車と噛み合うまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、解放側歯車が第１歯車と噛み合い、係合側歯車と第１歯車との噛み合いが終了してから、当該第１歯車との噛み合いが終了した歯車の移動方向を当該第１歯車と噛み合う歯車と同方向から反対方向へ切り替えることを要旨とする。

【００２４】

また、本発明に係る変速装置は、はすば歯車である第１歯車と、第１歯車の中心軸と平行に配置された回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、当該回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、中心軸が前記回転軸と平行に配置された第３歯車と、前記回転軸とともに回転し、第３歯車と噛み合う第４歯車と、第２歯車を前記回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、を備える変速装置であって、第１歯車の歯は、その周方向に関して所定角度の範囲に部分的に設けられ、第２歯車は、１つ以上の第２歯車が第１歯車と噛み合い、且つ２つ以上の第２歯車が第１歯車と一時的に噛み合うことが可能な状態で、第１歯車の周方向に関して間隔をおいて複数配置され、各第２歯車とともにそれぞれ回転する第４歯車が複数設けられ、往復移動機構は、複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合っている係合側歯車と第１歯車と噛み合っていない解放側歯車とを互いに反対方向に移動させ、さらに、複数の第２歯車のうち、第１歯車と噛み合う歯車が切り替わる場合には、係合側歯車が第１歯車と噛み合っている状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が第１歯車と噛み合うまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、解放側歯車が第１歯車と噛み合い、係合側歯車と第１歯車との噛み合いが終了してから、当該第１歯車との噛み合いが終了した歯車の移動方向を当該第１歯車と噛み合う歯車と同方向から反対方向へ切り替えることを要旨とする。

【００２５】

本発明の一態様では、第３歯車及び第４歯車は、はすば歯車であり、第４歯車は、前記回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、往復移動機構は、第２歯車及び第４歯車を前記軸線方向に沿って往復移動させ、第２歯車と第４歯車とで、半径と歯のねじれ角とのいずれか１つ以上が異なることが好適である。

【００２６】

本発明の一態様では、第２歯車及び第４歯車を回転自在に支持するキャリア部材をさらに備え、第１歯車の回転が拘束されていることが好適である。この態様では、往復移動機構は、キャリア部材の回転に連動して各第２歯車を前記軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させることが好適である。

【００２７】

また、本発明に係る変速装置は、はすば歯車である第１歯車と、第１歯車の中心軸と平行に配置された回転軸にその軸線方向に沿って移動可能に支持され、当該回転軸とともに回転し、第１歯車と噛み合うはすば歯車である第２歯車と、中心軸が前記回転軸と平行に配置された第３歯車と、前記回転軸とともに回転し、第３歯車と噛み合う第４歯車と、第２歯車を前記回転軸に対してその軸線方向に沿って往復移動させる往復移動機構と、を備える変速装置であって、第３歯車の歯は、その周方向に関して所定角度の範囲に部分的に設けられ、第４歯車は、１つ以上の第４歯車が第３歯車と噛み合い、且つ２つ以上の第４歯車が第３歯車と一時的に噛み合うことが可能な状態で、第３歯車の周方向に関して間隔をおいて複数配置され、各第４歯車とともにそれぞれ回転する第２歯車が複数設けられ、往復移動機構は、複数の第２歯車のうち、第３歯車と係合状態にある係合側歯車と第３歯車と解放状態にある解放側歯車とを互いに反対方向に移動させ、さらに、複数の第２歯車

のうち、第３歯車と係合する歯車が切り替わる場合には、係合側歯車が第３歯車と係合している状態で、解放側歯車の移動方向を係合側歯車と反対方向から同方向へ切り替え、解放側歯車が第３歯車と係合するまでに解放側歯車の移動速度を係合側歯車の移動速度まで増加させ、解放側歯車が第３歯車と係合し、係合側歯車と第３歯車との係合が終了してから、当該第３歯車との係合が終了した歯車の移動方向を当該第３歯車と係合する歯車と同方向から反対方向へ切り替えることを要旨とする。

【発明の効果】

【００２８】

本発明によれば、動力伝達に寄与するはすば歯車を切り替える場合に、動力伝達に寄与するはすば歯車のスライド速度が変化するのを防止することができるとともに、スライド方向やスライド速度の異なるはすば歯車が同時に動力伝達に寄与するのを防止することができる。その結果、はすば歯車の切り替えの際に変速比の変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２９】

以下、本発明を実施するための形態（以下実施形態という）を図面に従って説明する。

【００３０】

「実施形態１」

図１，２は、本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。本実施形態に係る変速装置は、入力軸１１１と、入力軸１１１に結合され入力軸１１１とともに回転する入力歯車１１２と、入力軸１１１と同軸に配置された出力軸（回転軸）１０１と、出力軸１０１に結合され出力軸１０１とともに回転する変速歯車１０２と、出力軸１０１と平行に配置された複数の変速歯車軸（回転軸）１０３－１，１０３－２と、変速歯車軸１０３－１，１０３－２とともにそれぞれ回転する複数の変速歯車１０４－１，１０４－２と、変速歯車軸１０３－１，１０３－２にそれぞれ結合され変速歯車軸１０３－１，１０３－２（変速歯車１０４－１，１０４－２）とともにそれぞれ回転する複数の変速歯車軸入力歯車１１３－１，１１３－２と、を備える。変速歯車１０２及び変速歯車１０４－１，１０４－２は、いずれも外歯車であり、所定のねじれ角βを有するはすば歯車（ヘリカルギア）である。変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径（ピッチ円半径）r_{p1}は互いに等しく、出力軸１０１と変速歯車軸１０３－１との軸間距離は変速歯車１０２の基準円半径r_{p2}と変速歯車１０４－１の基準円半径r_{p1}との和に等しく、出力軸１０１と変速歯車軸１０３－２との軸間距離は変速歯車１０２の基準円半径r_{p2}と変速歯車１０４－２の基準円半径r_{p1}との和に等しい。各変速歯車（はすば歯車）１０４－１，１０４－２は、変速歯車（はすば歯車）１０２と噛み合う。図１に示す例では、出力軸１０１の軸線方向に関する変速歯車１０２の長さは、この軸線方向に関する変速歯車１０４－１，１０４－２の長さよりも長い。そして、変速歯車軸入力歯車１１３－１，１１３－２の基準円半径は互いに等しく、変速歯車軸入力歯車１１３－１，１１３－２は入力歯車１１２と噛み合う。なお、入力歯車１１２及び変速歯車軸入力歯車１１３－１，１１３－２は必ずしもはすば歯車である必要はない。

【００３１】

変速歯車１０２の歯は、その回転方向（周方向）に関して３６０°（２π［ｒａｄ］）より小さい所定角度θの範囲に部分的に設けられている。一方、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯は全周に渡って形成されている。そのため、各変速歯車１０４－１，１０４－２については、変速歯車１０２の回転に伴って、変速歯車１０２と噛み合っている係合状態と変速歯車１０２と噛み合っていない解放状態とが交互に生じる。図１，２に示す例では、変速歯車１０２の歯は、その回転方向に関して１８０°（π［ｒａｄ］）の範囲に形成されている。そして、変速歯車軸１０３－１及び変速歯車１０４－１と、変速歯車軸１０３－２及び変速歯車１０４－２とが、変速歯車１０２の回転方向（周方向）に関して１８０°（π［ｒａｄ］）の間隔、つまり変速歯車１０２の歯が形成された角度範囲θと等しい間隔をおいて配置されている。この配置により、変速歯車１０４－１，１０４－２

のいずれかが変速歯車１０２と常に噛み合い（係合し）、変速歯車１０２の回転に伴って、変速歯車１０２と噛み合う歯車が変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替わる。さらに、後述するように、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が一時的に変速歯車１０２と噛み合う。

【００３２】

スライド機構１０５－１は、変速歯車１０４－１を変速歯車軸１０３－１にその軸線方向に沿ってスライド可能（移動可能）に支持し、スライド機構１０５－２は、変速歯車１０４－２を変速歯車軸１０３－２にその軸線方向に沿ってスライド可能（移動可能）に支持する。そのため、各変速歯車１０４－１，１０４－２は、変速歯車１０２に対して噛み合いを維持した状態で変速歯車軸１０３－１，１０３－２の軸線方向（以下単に軸線方向とする）に沿ってスライド可能である。図１では、スライド機構１０５－１，１０５－２の具体的構成の図示を省略しているが、公知の構成で実現可能である。

【００３３】

カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２を変速歯車軸１０３－１，１０３－２（変速歯車１０２）に対してその軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる。カム機構１０６は、出力軸１０１を介して変速歯車１０２に連結されており、変速歯車１０２と同期して回転する。図１に示す例では、スライド機構１０５－１，１０５－２（変速歯車１０４－１，１０４－２）には、カム機構１０６へ向けて突出したピン１０７－１，１０７－２がそれぞれ連結されている。カム機構１０６は、軸線方向に関する各ピン１０７－１，１０７－２の位置をそれぞれ案内するための溝１０６ａが外周部に複数形成された円筒カムであり、複数の溝１０６ａのいずれか１つに各ピン１０７－１，１０７－２が嵌合されることで、各変速歯車１０４－１，１０４－２の軸線方向位置がカム機構（円筒カム）１０６の回転角に応じて決まる。各溝１０６ａは、カム機構（円筒カム）１０６の周方向（回転方向）に対して傾斜して形成されており、カム周方向に対する傾斜角度が各溝１０６ａ毎に異なる。変速歯車１０２の回転と同期してカム機構１０６が回転し、カム機構１０６の回転に連動して各ピン１０７－１，１０７－２が溝１０６ａの形状に従って移動することで、各変速歯車１０４－１，１０４－２が軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動する。変速歯車１０２の回転角に対する各変速歯車１０４－１，１０４－２の軸線方向位置の関係は、カム機構１０６の外周部に形成する溝１０６ａの形状により設定することが可能であり、より具体的には、溝１０６ａのカム周方向位置（位相）に対する軸線方向位置の関係により決まる。さらに、図３Ａに示すように、カム機構１０６の回転の際に各ピン１０７－１，１０７－２が通る溝１０６ａをスイッチ１０６ｂにより切り替えることで、変速歯車１０２の回転角に対する各変速歯車１０４－１，１０４－２の軸線方向位置の関係を切り替えることができる。スイッチ１０６ｂの構成例を図３Ｂ～３Ｆに示す。図３Ｂ，３Ｅはカム機構１０６の外周の構成例を示し、図３Ｃは図３ＢのＡ－Ａ断面図を示し、図３Ｄ，３Ｆは図３ＣのＢ－Ｂ断面図を示す。図３Ｂ，３Ｄの状態から図３Ｅ，３Ｆの状態に示すように、カム機構１０６の内部に配置されたリンク機構１０６ｃにより略円筒状のスイッチ１０６ｂの角度を変化させることで、各ピン１０７－１，１０７－２が通る溝１０６ａを切り替えることが可能である。カム機構１０６の溝１０６ａについては、スイッチ１０６ｂの溝を基準として、溝側面の継ぎ目で段差・角度違いが生じないように作成する。また、溝１０６ａに沿って往復運動するピン１０７－１，１０７－２については、溝１０６ａに嵌る先端部を球形状にする。なお、図１は、カム機構１０６（円筒カム）の外周部に４通りの溝１０６ａが形成された例を示しているが、カム機構１０６の外周部に形成する溝１０６ａの数については任意に設定することができる。

【００３４】

本実施形態では、カム機構１０６は、複数の変速歯車１０４－１，１０４－２のうち、変速歯車１０２と噛み合っており係合状態にある歯車（以下係合側歯車とする）を軸線方向の一方側（例えば図１の左側）へスライド（移動）させ、変速歯車１０２と噛み合っておらず解放状態にある歯車（以下解放側歯車とする）を軸線方向の他方側（例えば図１の右側）へスライド（移動）させる。つまり、係合側歯車と解放側歯車とを互いに反対方向

にスライドさせる。そして、カム機構１０６は、軸線方向の一方側へスライドさせる係合側歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える。前述のように、変速歯車１０２の歯は、その回転方向に関して所定角度θ（＝１８０°）の範囲に部分的に形成されており、各変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド方向（軸線方向の一方側か他方側か）は、各ピン１０７－１，１０７－２が通る溝１０６ａの形状（カム周方向に対する傾斜方向）に応じて決まる。そのため、カム機構（円筒カム）１０６の各溝１０６ａについては、変速歯車１０２の歯が形成された角度（位相）範囲ではピン１０７－１，１０７－２が軸線方向の一方側へ移動する方向へ傾斜させ、変速歯車１０２の歯が形成されていない角度（位相）範囲ではピン１０７－１，１０７－２が軸線方向の他方側へ移動する方向へ傾斜させるように設計する。

【００３５】

変速歯車１０４－１が変速歯車１０２と噛み合っている状態では、エンジン等の動力源から入力軸１１１に入力された動力は、入力歯車１１２と変速歯車軸入力歯車１１３－１との噛み合いにより変速歯車軸１０３－１へ伝達され、さらに、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達される。また、変速歯車１０４－２が変速歯車１０２と噛み合っている状態では、入力軸１１１に入力された動力は、入力歯車１１２と変速歯車軸入力歯車１１３－２との噛み合いにより変速歯車軸１０３－２へ伝達され、さらに、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達される。入力軸１１１から出力軸１０１への動力伝達の際には、カム機構１０６が変速歯車１０２と噛み合う変速歯車１０４－１（あるいは変速歯車１０４－２）を移動させるスライド速度Ｌに応じて、変速歯車軸入力歯車１１３－１（あるいは変速歯車軸入力歯車１１３－２）と出力軸１０１との回転速度比が変化し、変速装置全体の変速比（入力軸１１１と出力軸１０１との回転速度比）が変化する。変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径（ピッチ円半径）をr_{p1}、変速歯車１０２の基準円半径（ピッチ円半径）をr_{p2}、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２のねじれ角をβ、変速歯車１０４－１，１０４－２の回転角速度をω_{in}、変速歯車１０２と噛み合っている係合側歯車のスライド速度をＬとすると、変速装置全体の変速比γは、入力歯車１１２と変速歯車軸入力歯車１１３－１，１１３－２とで基準円半径が等しい場合は、変速歯車軸入力歯車１１３－１（あるいは変速歯車軸入力歯車１１３－２）と出力軸１０１との回転速度比に等しく、前述の（５）式で表される。カム機構１０６は、係合側歯車を一定速度（あるいはほぼ一定速度）で軸線方向の一方側へスライドさせることで、変速比γを一定値（あるいはほぼ一定値）に維持することが可能となる。係合側歯車のスライド速度Ｌは、係合側歯車と連結されたピンが通る溝１０６ａの形状（カム周方向に対する傾斜角度）に応じて決まる。そのため、カム機構（円筒カム）１０６の各溝１０６ａについては、変速歯車１０２の歯が形成された位相範囲ではカム周方向に対する傾斜角度が一定（あるいはほぼ一定）となるように設計する。さらに、各溝１０６ａ毎にカム周方向に対する傾斜角度が異なるため、カム機構１０６の回転の際に各ピン１０７－１，１０７－２が通る溝１０６ａをスイッチ１０６ｂにより切り替えることで、係合側歯車のスライド速度Ｌを変化させることができ、変速比γを変更することができる。

【００３６】

前述のように、変速比γを一定値に維持するためには、変速歯車１０２と噛み合い且つ一定速度で軸線方向の一方側へスライドする係合側歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える必要がある。そのためには、各変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド方向を切り替える必要がある。ここで、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替わるとともに、解放側歯車が変速歯車１０４－２から変速歯車１０４－１へ切り替わる場合を考えると、変速歯車１０４－１のスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替えるとともに、変速歯車１０４－２のスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える必要がある。ただし、変速歯車１０４－１のスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える際には、図４の期間ｔ１～ｔ２に示すように、変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌが一時的に低下することになる。変速歯車１０４

－１と変速歯車１０２との噛み合いが終了する前に変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌが低下すると、変速比γが変化することになる。そして、変速歯車１０４－２のスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える際には、図４の期間ｔ１～ｔ２に示すように、変速歯車１０４－２のスライド速度Ｌが一時的に低下する。変速歯車１０４－２のスライド速度Ｌが低下している状態で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが開始されると、変速比γが変化することになる。その結果、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替わる際に、変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド速度Ｌの一時的な低下により、変速比γが一時的に変化することになる。なお、図４は、変速歯車１０４－１，１０４－２でスライド方向が常に反対方向となるように各変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド方向を切り替える場合を示している。

【００３７】

また、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替わる際に、スライド方向やスライド速度Ｌの異なる変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１０２と同時に噛み合うと、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２による歯車機構がロックし、動力伝達を行うことができなくなる。変速歯車１０２の歯がその回転方向に関して形成された角度範囲と、変速歯車１０２の回転方向に関する変速歯車１０４－１，１０４－２同士の間隔（成す角度）とが等しい場合は、基準円（ピッチ円）上の位置での噛み合いを考えると、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いが終了するときに、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まる。しかし、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いが終了しても、変速歯車１０４－１のピッチ円より先の位置（歯先側）では、変速歯車１０２の歯との噛み合いが終了していないことになる。さらに、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まる前に、変速歯車１０２のピッチ円より先の位置（歯先側）では、変速歯車１０４－２の歯との噛み合いが始まることになる。そのため、変速歯車１０２と噛み合う係合側歯車が変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替わる際には、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が変速歯車１０２と噛み合う状態（オーバーラップ期間）が一時的に生じる。その状態において、変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド方向やスライド速度Ｌが互いに異なっていると、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２による歯車機構がロックする。図４に示す場合は、実線の「係合」で示す部分が変速歯車１０２と噛み合っている期間となり、破線の「解放」で示す部分が変速歯車１０２と噛み合っていない期間となる。図４の期間ｔ１～ｔ２のオーバーラップ期間において、変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド方向及びスライド速度Ｌが互いに異なっているため、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２による歯車機構がロックする。

【００３８】

そこで、本実施形態では、複数の変速歯車１０４－１，１０４－２のうち、変速歯車１０２と噛み合う（係合する）係合側歯車が切り替わる場合には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が変速歯車１０２と噛み合うオーバーラップ期間において、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方を互いに等しいスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させる。以下、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替わる場合の動作について、図５のタイムチャートを用いて説明する。

【００３９】

図５の期間ｔ１～ｔ２においては、カム機構１０６は、変速歯車１０２と噛み合っている係合状態にある変速歯車１０４－１（係合側歯車）を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０２と噛み合っていない解放状態にある変速歯車１０４－２（解放側歯車）を軸線方向の他方側へ移動させる。つまり、変速歯車１０４－１，１０４－２を互いに反対方向に移動させる。その際には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２（解放側歯車）を変速歯車１０４－１（係合側歯車）よりも速いスライド速度で軸線方向の他方側へ移動させる。

【００４０】

次に、図５の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－１が変速歯車１０２と噛み合

い（係合し）且つ一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２の軸線方向の他方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える。つまり、変速歯車１０４－２のスライド方向を変速歯車１０４－１のスライド方向と反対方向から同方向へ切り替える。そして、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合い（係合）が始まるまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。ここでは、スライド方向やスライド速度の異なる変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１０２と同時に噛み合うことを防止するために、変速歯車１０４－２の歯と変速歯車１０２の歯先との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。さらに、軸線方向に長さを持った変速歯車１０４－２がスライドすることを考慮すると、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との歯先が干渉するまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させることが好ましい。

【００４１】

変速歯車１０４－２の歯と変速歯車１０２の歯先との噛み合いが始まる直前の変速歯車１０２の回転角は、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前の変速歯車１０２の回転角よりも、図６に示す角度θ_sだけ手前となる。そして、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との歯先が干渉する直前の変速歯車１０２の回転角は、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前の変速歯車１０２の回転角よりも、図６に示す角度θ_{sr}だけ手前となる。ただし、図６において、Ａは出力軸１０１と変速歯車軸１０３－２との軸間距離、r_{t1}は変速歯車１０４－２の歯先円半径、r_{t2}は変速歯車１０２の歯先円半径、r_{p1}は変速歯車１０４－２の噛み合いピッチ円半径、r_{p2}は変速歯車１０２の噛み合いピッチ円半径、r_{b1}は変速歯車１０４－２の基礎円半径、r_{b2}は変速歯車１０２の基礎円半径である。そして、θ_sは、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前から変速歯車１０２の歯先が変速歯車１０４－２と噛み合い始める直前まで回転を戻した場合の変速歯車１０２の回転角であり、θ_{sr}は、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前から変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との歯先が干渉する直前まで回転を戻した場合の変速歯車１０２の回転角である。

【００４２】

図５の期間ｔ３～ｔ４においては、変速歯車１０４－２が変速歯車１０２と噛み合い、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が変速歯車１０２と噛み合うオーバーラップ期間となるが、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方を互いに等しい一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるため、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２による歯車機構がロックすることはなく、スライド速度Ｌに応じた変速比γで動力伝達を行うことが可能となる。

【００４３】

次に、図５の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－２が変速歯車１０２と噛み合い且つ一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合い（係合）が終了してから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える。つまり、変速歯車１０４－１のスライド方向を変速歯車１０４－２のスライド方向と同方向から反対方向へ切り替える。ここでは、スライド方向やスライド速度の異なる変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１０２と同時に噛み合うことを防止するために、変速歯車１０４－１の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。さらに、軸線方向に長さを持った変速歯車１０４－１がスライドすることを考慮すると、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との歯先が干渉しなくなってから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させることが好ましい。

【００４４】

変速歯車１０４－１の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが終わるときの変速歯車１０２の回転角は、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが終わるときの変速歯車１０２の回転角よりも、図７に示す角度θ_eだけ進めた角度となる。そして、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との歯先が干渉しなくなるときの変速歯車１０２の回転角は、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが終わるときの変速歯車１０２の回転角よりも、図７に示す角度θ_{er}だけ進めた角度となる。ただし、図７において、Ａは出力軸１０１と変速歯車軸１０３－１との軸間距離、r_{t1}は変速歯車１０４－１の歯先円半径、r_{t2}は変速歯車１０２の歯先円半径、r_{p1}は変速歯車１０４－１の噛み合いピッチ円半径、r_{p2}は変速歯車１０２の噛み合いピッチ円半径、r_{b1}は変速歯車１０４－１の基礎円半径、r_{b2}は変速歯車１０２の基礎円半径、r_{m2}は変速歯車１０４－１の歯先との噛み合いが終わる時点で変速歯車１０２の歯が接している半径である。そして、θ_eは、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いが終わるときから変速歯車１０４－１の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが終わるときまで回転させた場合の変速歯車１０２の回転角であり、θ_{er}は、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いが終わるときから変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との歯先が干渉しなくなるときまで回転させた場合の変速歯車１０２の回転角である。

【００４５】

なお、図６，７において、r_{m2}は以下の（６）式で表され、θ_sは以下の（７）式で表され、θ_eは以下の（８）式で表され、θ_{sr}，θ_{er}は以下の（９）式で表される。

【００４６】

【数３】

$$r_{m2}=\sqrt{r_{b2}^{\,2}+\left(\sqrt{A^2-(r_{b1}+r_{b2})^2}-\sqrt{r_{t1}^{\,2}-r_{b1}^{\,2}}\right)^2} \quad \cdots(6)$$

$$\theta_s=\tan^{-1}\frac{\sqrt{r_{t2}^{\,2}-r_{b2}^{\,2}}}{r_{b2}}-\tan^{-1}\frac{\sqrt{r_{p2}^{\,2}-r_{b2}^{\,2}}}{r_{b2}} \quad \cdots(7)$$

$$\theta_e=\tan^{-1}\frac{\sqrt{r_{p2}^{\,2}-r_{b2}^{\,2}}}{r_{b2}}-\tan^{-1}\frac{\sqrt{r_{m2}^{\,2}-r_{b2}^{\,2}}}{r_{b2}} \quad \cdots(8)$$

$$\theta_{sr}=\theta_{er}=\cos^{-1}\frac{r_{t2}^{\,2}+A^2-r_{t1}^{\,2}}{2r_{t2}A} \quad \cdots(9)$$

【００４７】

図５の期間ｔ５～ｔ６においては、カム機構１０６は、変速歯車１０２と噛み合っている変速歯車１０４－２（係合側歯車）を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０２と噛み合っていない変速歯車１０４－１（解放側歯車）を軸線方向の他方側へ移動させる。つまり、変速歯車１０４－１，１０４－２を互いに反対方向に移動させる。その際には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１（解放側歯車）を変速歯車１０４－２（係合側歯車）よりも速いスライド速度で軸線方向の他方側へ移動させる。なお、係合側歯車が変速歯車１０４－２から変速歯車１０４－１へ切り替わる場合の動作についても、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り

替わる場合の動作と同様であり、上記の説明において、変速歯車１０４－１を変速歯車１０４－２、変速歯車１０４－２を変速歯車１０４－１にそれぞれ置き換えたものを考えればよい。また、図５のタイムチャートにおいても、実線の「係合」で示す部分が変速歯車１０２と噛み合っている期間となり、破線の「解放」で示す部分が変速歯車１０２と噛み合っていない期間となる。

【００４８】

上記の動作を実現するためのカム機構１０６の溝１０６ａの構成例を図８，９に示す。図８では、カム機構１０６の外周面を周方向に沿って展開して示しており、図９では、溝１０６ａの形状を３次元的に示している。図８，９に示す構成例の各溝１０６ａにおいては、ピン１０７－１，１０７－２を軸線方向の一方側へ移動させる方向へ一定の傾斜角度φで傾斜した部分の位相範囲θ１～θ２が、変速歯車１０２の歯が形成された位相範囲θ３～θ４よりも広く設計されている。θ３は、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と噛み合い始める歯の位相であり、θ４は、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と噛み合い終わる歯の位相である。θ３とθ１との位相差Δθ１は、前述のθ_s以上に設計することが好ましく、さらには、前述のθ_{sr}以上に設計することが好ましい。そして、θ２とθ４との位相差Δθ２は、前述のθ_e以上に設計することが好ましく、さらには、前述のθ_{er}以上に設計することが好ましい。また、各溝１０６ａにおいては、ピン１０７－１，１０７－２を軸線方向の他方側へ移動させる方向へ傾斜した部分の位相範囲が前述の位相範囲θ１～θ２よりも狭く設計されている。そのため、ピン１０７－１，１０７－２を軸線方向の他方側へ移動させる方向へ傾斜した部分の傾斜角度αが、ピン１０７－１，１０７－２を軸線方向の一方側へ移動させる方向へ傾斜した部分の傾斜角度φよりも大きい。

【００４９】

上記のように、本実施形態では、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが始まる前から、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）を軸線方向の一方側へスライドさせる。そして、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが終了した後でも、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）を軸線方向の一方側へスライドさせる。変速歯車１０２に対する変速歯車１０４－１，１０４－２の移動軌跡を図１０に示す。ただし、図１０では、変速歯車１０２をピッチ円上の位置で周方向に沿って展開して示している。図１１より、変速歯車１０２の歯先が変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と噛み合い始める直前からピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前までにおける変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）のスライド量ΔW_sは、以下の（１０）式で表される。そして、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との歯先が干渉する直前からピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前までにおける変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）のスライド量ΔW_{sr}は、以下の（１１）式で表される。また、図１１より、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが終わるときから変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが終わるときまでにおける変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）のスライド量ΔW_eは、以下の（１２）式で表される。そして、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが終わるときから変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との歯先が干渉しなくなるときまでにおける変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）のスライド量ΔW_{er}は、以下の（１３）式で表される。ただし、（１０）～（１３）式において、Ｗは、ピッチ円上の位置で変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いが始まる直前から終わるときまでにおける変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）のスライド量である。そして、θは、変速歯車１０２

の歯が形成された角度範囲（変速歯車１０４－１，１０４－２同士の成す角度、図１０，１１に示す例ではπ［ｒａｄ］）である。

【００５０】

$\Delta W_s = \theta_s \times W / \theta$　　（１０）

$\Delta W_{sr} = \theta_{sr} \times W / \theta$　　（１１）

$\Delta W_e = \theta_e \times W / \theta$　　（１２）

$\Delta W_{er} = \theta_{er} \times W / \theta$　　（１３）

【００５１】

したがって、変速歯車１０２の歯先が変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と噛み合い始める直前から変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが終わるときまで、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）を一定のスライド速度Ｌでスライドさせる場合のスライド量は、$W + \Delta W_s + \Delta W_e$となる。そして、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との歯先が干渉する直前から変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との歯先が干渉しなくなるときまで、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）を一定のスライド速度Ｌでスライドさせる場合のスライド量は、$W + \Delta W_{sr} + \Delta W_{er}$となる。

【００５２】

ただし、ピッチ円上の位置での変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合い始めと噛み合い終わりとの相対位置関係より、Ｗは以下の（１４）式または（１５）式で表される離散的な値をとる必要がある。そのため、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）のスライド速度Ｌも離散的な値となり、変速比γも離散的な値となる。なお、（１４）、（１５）式において、Z_2は変速歯車１０２の歯数であり、ｎは１以上の整数である。

【００５３】

【数４】

$$W = \frac{2\pi r_{p2}}{Z_2} \times \frac{1}{\tan\beta} \times n \qquad (Z_2 : \text{偶数の時}) \cdots (14)$$

$$W = \frac{2\pi r_{p2}}{Z_2} \times \frac{1}{\tan\beta} \times n - \frac{\pi r_{p2}}{Z_2 \tan\beta} \qquad (Z_2 : \text{奇数の時}) \cdots (15)$$

nは整数値

【００５４】

また、本実施形態では、入力軸１１１からのトルクは、変速歯車１０４－１，１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達されるだけでなく、ピン１０７－１，１０７－２及びカム機構１０６を介しても出力軸１０１へ伝達される。図１２，１３から、変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達されるトルクT_{out1}は以下の（１６）式で表され、ピン１０７－２（あるいはピン１０７－１）及びカム機構１０６を介して出力軸１０１へ伝達されるトルクT_{out2}は以下の（１７）式で表される。そして、出力軸１０１へ伝達される合計トルク$T_{out1} + T_{out2}$は以下の（１８）式で表される。ただし、図１２，１３及び（１６）～（１８）式において、r_{cam}はカム機構の半径、φはカム周方向に対する溝１０６ａの傾斜角度、F_1は変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）と変速歯車１０２との間に作用する接線力、F_2はピン１０７－２（あるいはピン１０７－１）とカム機構１０６との間に作用する接線力である。

【００５５】
【数５】

$$T_{out1} = F_1 r_{p2} = \frac{r_{p2}}{r_{p1}} T_{in} \quad \cdots(16)$$

$$F_2 = F_1 \tan\beta \tan\theta$$

$$T_{out2} = F_2 r_{cam} = \frac{r_{cam} \tan\beta \tan\phi}{r_{p1}} T_{in} \quad \cdots(17)$$

$$T_{out1} + T_{out2} = \left(\frac{r_{p2}}{r_{p1}} + \frac{r_{cam} \tan\beta \tan\phi}{r_{p1}} \right) T_{in}$$

$$= \left(\frac{r_{p2}}{r_{p1}} + \frac{r_{cam} W \tan\phi}{r_{p1}\theta} \right) T_{in}$$

$$= \gamma T_{in} \quad \cdots(18)$$

【００５６】
ベルト式無段変速機やトロイダル式無段変速機等の変速装置は、摩擦力による伝達であるため、滑りによる損失が発生し、高トルクに対応するのに押し付け力を増大させる必要があり、体格の大型化を招きやすい。これに対して本実施形態では、変速歯車（はすば歯車）１０２，１０４－１，１０４－２の歯のねじれ角を利用して変速歯車１０４－１，１０４－２をスライドさせることで、変速比を多段階に変化させることができる。動力伝達の際には、常に歯車同士が噛み合っている状態であるため、回転トルクの大きさに関係なく動力を確実に伝達することができ、変速装置の高効率化及び高トルク化を実現することができる。さらに、動力伝達の際には大きな押し付け力も必要としないため、変速装置の小型化も可能となる。
【００５７】
さらに、本実施形態では、変速歯車１０２と噛み合い且つ軸線方向の一方側へ移動させる歯車（動力伝達に寄与する歯車）を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合には、解放側歯車が変速歯車１０２と噛み合うまでに解放側歯車のスライド速度を係合側歯車のスライド速度まで増加させる。これによって、解放側歯車が変速歯車１０２と噛み合うときに、動力伝達に寄与する歯車のスライド速度が変化するのを防止することができるとともに、スライド方向やスライド速度の異なる歯車が同時に変速歯車１０２と噛み合うのを防止することができる。そして、解放側歯車が変速歯車１０２と噛み合い、係合側歯車と変速歯車１０２との噛み合いが終了してから、この噛み合いが終了した歯車のスライド速度を低下させる。これによって、この噛み合いが終了した歯車のスライド速度を低下させるときに、動力伝達に寄与する歯車のスライド速度が変化するのを防止することができるとともに、スライド方向やスライド速度の異なる歯車が同時に変速歯車１０２と噛み合うのを防止することができる。したがって、本実施形態によれば、動力伝達に寄与する歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合に、変速比γの変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することができる。
【００５８】

本実施形態に係る変速装置において、スライド速度Ｌと変速比γとの関係を計算した結果の一例を図１４に示す。（５）式から、スライド速度Ｌを大きくとることが可能であれば、発進機構や後退機構としての利用も可能となる。

【００５９】

本実施形態では、例えば図１５に示すように、変速歯車１０２から変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）へ動力を伝達してもよい。図１５に示す構成例では、変速歯車１０２は、入力軸１１１に結合され、入力軸１１１とともに回転する。カム機構１０６は、入力軸１１１を介して変速歯車１０２に連結されている。変速歯車軸出力歯車１２３－１，１２３－２は、変速歯車軸１０３－１，１０３－２にそれぞれ結合され、変速歯車軸１０３－１，１０３－２（変速歯車１０４－１，１０４－２）とともにそれぞれ回転する。出力歯車１２２は、出力軸１０１に結合され、出力軸１０１とともに回転する。変速歯車軸出力歯車１２３－１，１２３－２の基準円半径は互いに等しく、変速歯車軸出力歯車１２３－１，１２３－２は出力歯車１２２と噛み合う。なお、出力歯車１２２及び変速歯車軸出力歯車１２３－１，１２３－２は必ずしもはすば歯車である必要はない。また、出力歯車１２２を内歯車にすることも可能である。図１５に示す構成例の場合は、図５の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－２の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。そして、図５の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－１の歯と変速歯車１０２の歯先との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。

【００６０】

また、本実施形態では、例えば図１６に示すように、カム機構１０６が斜板カムであってもよい。図１６に示す構成例では、スライド機構１０５－１，１０５－２に溝１０５－１ａ，１０５－２ａがそれぞれ形成されており、変速歯車１０２と同期して回転するカム機構（斜板カム）１０６の外周部がスライド機構１０５－１，１０５－２の溝１０５－１ａ，１０５－２ａに嵌合されている。傾動機構１０８は、出力軸１０１（軸線方向）に対するカム機構（斜板カム）１０６の傾斜角度を変更する。図１６では、傾動機構１０８の具体的構成の図示を省略しているが、公知の構成で実現可能である。図１６に示す構成例では、変速歯車１０２の回転角に対する各変速歯車１０４－１，１０４－２の軸線方向位置の関係は、カム機構１０６の外周部（溝１０５－１ａ，１０５－２ａに嵌合される部分）の形状により設定することが可能であり、より具体的には、カム機構１０６の外周部の周方向位置（位相）に対する軸線方向位置の関係により決まる。さらに、傾動機構１０８により軸線方向に対するカム機構１０６の傾斜角度を変更することで、変速歯車１０２の回転角に対する各変速歯車１０４－１，１０４－２の軸線方向位置の関係を変更することができるので、各変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド速度を変更することができ、変速比γを変更することができる。図５に示す変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド動作を実現するためのカム機構（斜板カム）１０６の構成例（外周部のカム位相に対する軸線方向位置の関係）を図１７に示す。図１７に示す関係では、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の一方側へ移動させる部分の位相範囲θ１～θ２が、変速歯車１０２の歯が形成された位相範囲θ３～θ４よりも広く設計されている。そして、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の他方側へ移動させる部分の位相範囲が位相範囲θ１～θ２よりも狭く、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の他方側へ移動させる部分の傾きが、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の一方側へ移動させる部分の傾きよりも大きい。

【００６１】

「実施形態２」

図１８，１９は、本発明の実施形態２に係る変速装置の概略構成を示す図である。以下の実施形態２の説明では、実施形態１と同様の構成または対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略する構成については実施形態１と同様である。

【００６２】

本実施形態に係る変速装置は、入力軸１１１と、中心軸が入力軸１１１と同軸に配置された変速歯車１０２と、入力軸１１１（変速歯車１０２の中心軸）と平行に配置された複数の変速歯車軸（回転軸）１０３－１，１０３－２と、変速歯車軸１０３－１とともに回転する変速歯車１０４－１，１５４－１と、変速歯車軸１０３－２とともに回転する変速歯車１０４－２，１５４－２と、各変速歯車軸１０３－１，１０３－２（変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２）を回転自在に支持し、入力軸１１１に結合され入力軸１１１とともに回転するキャリア１１４と、入力軸１１１と同軸に配置された出力軸１０１と、出力軸１０１に結合され出力軸１０１とともに回転する変速歯車１５２と、を備える。変速歯車１０２は、内歯車であり、所定のねじれ角を有するはすば歯車である。変速歯車１０４－１，１０４－２は、外歯車であり、変速歯車１０２と等しいねじれ角を有するはすば歯車である。変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径（ピッチ円半径）r_{p2}は互いに等しく、入力軸１１１（変速歯車１０２の中心軸）と変速歯車軸１０３－１との軸間距離は変速歯車１０２の基準円半径r_rと変速歯車１０４－１の基準円半径r_{p2}との差に等しく、入力軸１１１と変速歯車軸１０３－２との軸間距離は変速歯車１０２の基準円半径r_rと変速歯車１０４－２の基準円半径r_{p2}との差に等しい。

【００６３】

変速歯車１５２の中心軸は、変速歯車軸１０３－１，１０３－２と平行であり、変速歯車１０２の中心軸と一致している。変速歯車１５２は、外歯車であり、所定のねじれ角を有するはすば歯車である。変速歯車１５４－１，１５４－２は、外歯車であり、変速歯車１５２と等しいねじれ角を有するはすば歯車である。変速歯車１５４－１，１５４－２の基準円半径（ピッチ円半径）r_{p1}は互いに等しく、出力軸１０１（変速歯車１５２の中心軸）と変速歯車軸１０３－１との軸間距離は変速歯車１５２の基準円半径r_sと変速歯車１５４－１の基準円半径r_{p1}との和に等しく、出力軸１０１と変速歯車軸１０３－２との軸間距離は変速歯車１５２の基準円半径r_sと変速歯車１５４－２の基準円半径r_{p1}との和に等しい。各変速歯車（はすば歯車）１５４－１，１５４－２は、変速歯車（はすば歯車）１５２と噛み合う。図１８に示す例では、出力軸１０１の軸線方向に関する変速歯車１５２の長さは、この軸線方向に関する変速歯車１５４－１，１５４－２の長さよりも長い。変速歯車１５４－１，１５４－２の半径（基準円半径r_{p1}）は変速歯車１０４－１，１０４－２の半径（基準円半径r_{p2}）と異なり、図１８に示す例では、変速歯車１５４－１，１５４－２の基準円半径r_{p1}が変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径r_{p2}よりも小さい。

【００６４】

変速歯車１０２は、図示しないケーシングに固定されており、その回転が拘束されている。そのため、入力軸１１１（キャリア１１４）の回転に伴って、各変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２が自軸まわりに回転（自転）するとともに、変速歯車１０２，１５２の中心軸まわりに回転（公転）する。このように、本実施形態では、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２，１５２，１５４－１，１５４－２による歯車機構が遊星歯車機構として機能し、変速歯車１０２がリングギア、変速歯車１５２がサンギア、変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２がピニオンギア（プラネタリギア）として機能する。

【００６５】

本実施形態でも、変速歯車１０２の歯は、その周方向（キャリア１１４の回転方向）に関して３６０°（２π［ｒａｄ］）より小さい所定角度θの範囲に部分的に設けられており、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯は全周に渡って形成されている。図１８，１９に示す例では、変速歯車１０２の歯は、その周方向に関して１８０°（π［ｒａｄ］）の範囲に形成されている。そして、変速歯車軸１０３－１及び変速歯車１０４－１と、変速歯車軸１０３－２及び変速歯車１０４－２とが、変速歯車１０２の周方向（キャリア１１４の回転方向）に関して１８０°（π［ｒａｄ］）の間隔、つまり変速歯車１０２の歯が形成された角度範囲θと等しい間隔をおいて配置されている。この配置により、変速歯車１０４－１，１０４－２のいずれかが変速歯車１０２と常に噛み合い、キャリア１１４の

回転に伴って、変速歯車１０２と噛み合う歯車が変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替わる。さらに、実施形態１と同様に、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が一時的に変速歯車１０２と噛み合う。一方、変速歯車１５２，１５４－１，１５４－２の歯は、全周に渡って設けられている。各変速歯車１０４－１，１０４－２とともにそれぞれ回転する変速歯車１５４－１，１５４－２は、変速歯車１５２の周方向（回転方向）に関して１８０°の間隔をおいて配置されている。

【００６６】

スライド機構１０５－１は、変速歯車１０４－１，１５４－１を変速歯車軸１０３－１にその軸線方向に沿ってスライド可能（移動可能）に支持し、スライド機構１０５－２は、変速歯車１０４－２，１５４－２を変速歯車軸１０３－２にその軸線方向に沿ってスライド可能（移動可能）に支持する。そのため、各変速歯車１０４－１，１０４－２は、変速歯車１０２に対して噛み合いを維持した状態で変速歯車軸１０３－１，１０３－２の軸線方向（以下単に軸線方向とする）に沿ってスライド可能であり、各変速歯車１５４－１，１５４－２は、変速歯車１５２に対して噛み合いを維持した状態で軸線方向に沿ってスライド可能である。

【００６７】

カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１５４－１を変速歯車軸１０３－１に対してその軸線方向に沿って往復移動させ、変速歯車１０４－２，１５４－２を変速歯車軸１０３－２に対してその軸線方向に沿って往復移動させる。これによって、変速歯車１０４－１，１０４－２を変速歯車１０２に対して軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させ、変速歯車１５４－１，１５４－２を変速歯車１５２に対して軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動させる。カム機構１０６は、ケーシング（変速歯車１０２）に固定されており、その回転が拘束されている。カム機構１０６の構成は実施形態１と同様である。キャリア１１４の回転に連動して各ピン１０７－１，１０７－２が溝１０６ａの形状に従って移動することで、各変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２が軸線方向に沿ってそれぞれ往復移動する。その際には、変速歯車１０４－１，１５４－１は、同一のスライド機構１０５－１に支持されているため、互いに同方向にスライドし、変速歯車１０４－２，１５４－２は、同一のスライド機構１０５－２に支持されているため、互いに同方向にスライドする。キャリア１１４の回転角に対する各変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２の軸線方向位置の関係は、溝１０６ａのカム周方向位置（位相）に対する軸線方向位置の関係により決まる。本実施形態でも、カム機構１０６は、複数の変速歯車１０４－１，１０４－２のうち、変速歯車１０２と噛み合っている歯車（係合側歯車）を軸線方向の一方側（例えば図１８の左側）へスライド（移動）させ、変速歯車１０２と噛み合っていない歯車（解放側歯車）を軸線方向の他方側（例えば図１８の右側）へスライド（移動）させる。つまり、係合側歯車と解放側歯車とを互いに反対方向にスライドさせる。そして、カム機構１０６は、軸線方向の一方側へスライドさせる係合側歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える。

【００６８】

変速歯車１０４－１が変速歯車１０２と噛み合っている状態では、入力軸１１１（キャリア１１４）に入力された動力は、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１（変速歯車１５２）へ伝達される。また、変速歯車１０４－２が変速歯車１０２と噛み合っている状態では、入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達される。変速歯車１５４－１，１５４－２の基準円半径をr_{p1}、変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径をr_{p2}、変速歯車１５２の基準円半径をr_s、変速歯車１０２の基準円半径をr_r、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２，１５２，１５４－１，１５４－２の歯のねじれ角をβ、変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２の回転角速度をω_p、変速歯車１５２の回転角速度をω_s、変速歯車１０２の回転角速度をω_r、キャリア１１４の回転角速度をω_c、変速歯車１０２と噛み合っている係合側歯車のスライド速度をＬとすると、以下の（１９）～（２１）式が成立する。（１９）、（２０）式における±の符号はね

じれ角βの方向に応じて決まる。

【００６９】

【数６】

$$r_s\omega_s = r_s\omega_c - r_{p1}\omega_p \pm L\tan\beta \quad \cdots(19)$$

$$r_r\omega_r = r_r\omega_c + r_{p2}\omega_p \mp L\tan\beta \quad \cdots(20)$$

(19)×r_{p2}+(20)×r_{p1}より

$$\omega_c = \frac{r_s r_{p2}\omega_s + r_r r_{p1}\omega_r \pm (r_{p1} \mp r_{p2})L\tan\beta}{r_r r_{p1} + r_s r_{p2}} \quad \cdots(21)$$

【００７０】

変速歯車１０２は固定されており、その回転角速度ω_rが０であるため、以下の（２２）式が成立する。（２２）式から、係合側歯車のスライド速度Ｌを変化させることで、変速装置全体の変速比γ（キャリア１１４と変速歯車１５２との回転角速度比ω_c／ω_s）の変更が可能となる。なお、本実施形態では、変速歯車１０４－１，１０４－２と変速歯車１５４－１，１５４－２とで、歯のねじれ角を異ならせることもできる。ここでは、変速歯車１０４－１，１０４－２と変速歯車１５４－１，１５４－２とで、歯のねじれ方向を互いに反対方向にすることもできるし、歯のねじれ角の大きさを異ならせることもできる。例えば、変速歯車１０４－１，１０４－２と変速歯車１５４－１，１５４－２とで、歯のねじれ方向を互いに反対方向にすることで、変速比γの可変幅を増大させることができる。なお、変速歯車１０４－１，１０４－２と変速歯車１５４－１，１５４－２とで、歯のねじれ角（大きさやねじれ方向）が異なる場合は、必ずしも基準円半径が異なっている必要はない。

【００７１】

【数７】

$$\omega_c = \frac{r_s r_{p2}\omega_s \pm (r_{p1} \mp r_{p2})L\tan\beta}{r_r r_{p1} + r_s r_{p2}} \quad \cdots(22)$$

【００７２】

次に、変速歯車１０２と噛み合う係合側歯車が変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替わる場合の動作について説明する。図５の期間ｔ１～ｔ２においては、カム機構１０６は、変速歯車１０２と噛み合っている変速歯車１０４－１（係合側歯車）と変速歯車１５４－１とを一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０２と噛み合っていない変速歯車１０４－２（解放側歯車）と変速歯車１５４－２とを軸線方向の他方側へ移動させる。つまり、変速歯車１０４－１，１５４－１と変速歯車１

０４－２，１５４－２とを互いに反対方向に移動させる。その際には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２，１５４－２を変速歯車１０４－１，１５４－１よりも速いスライド速度で軸線方向の他方側へ移動させる。

【００７３】

次に、図５の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－１が変速歯車１０２と噛み合い且つ一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２，１５４－２の軸線方向の他方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える。つまり、変速歯車１０４－２，１５４－２のスライド方向を変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド方向と反対方向から同方向へ切り替える。そして、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２，１５４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。ここでは、スライド方向やスライド速度の異なる変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１０２と同時に噛み合うことを防止するために、変速歯車１０４－２の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２，１５４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。さらに、軸線方向に長さを持った変速歯車１０４－２がスライドすることを考慮すると、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との歯先が干渉するまでに、変速歯車１０４－２，１５４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌまで増加させることが好ましい。

【００７４】

図５の期間ｔ３～ｔ４においては、変速歯車１０４－２が変速歯車１０２と噛み合い、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が変速歯車１０２と噛み合うオーバーラップ期間となるが、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方を互いに等しい一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるため、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２，１５２，１５４－１，１５４－２による歯車機構がロックすることはなく、スライド速度Ｌに応じた変速比γで動力伝達を行うことが可能となる。

【００７５】

次に、図５の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－２が変速歯車１０２と噛み合い且つ一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１，１５４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える。つまり、変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド方向を変速歯車１０４－２，１５４－２のスライド方向と同方向から反対方向へ切り替える。ここでは、スライド方向やスライド速度の異なる変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１０２と同時に噛み合うことを防止するために、変速歯車１０４－１の歯と変速歯車１０２の歯先との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１，１５４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。さらに、軸線方向に長さを持った変速歯車１０４－１がスライドすることを考慮すると、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との歯先が干渉しなくなってから、変速歯車１０４－１，１５４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させることが好ましい。

【００７６】

図５の期間ｔ５～ｔ６においては、カム機構１０６は、変速歯車１０２と噛み合っている変速歯車１０４－２（係合側歯車）と変速歯車１５４－２とを一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０２と噛み合っていない変速歯車１０４－１（解放側歯車）と変速歯車１５４－１とを軸線方向の他方側へ移動させる。つまり、変速歯車１０４－１，１５４－１と変速歯車１０４－２，１５４－２とを互いに反対方向に移動させる。その際には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１５４－１を変速歯車１０４－２，１５４－２よりも速いスライド速度で軸線方向の他方側へ移動させる。なお、係合側歯車が変速歯車１０４－２から変速歯車１０４－１へ切り替わる場合の

動作についても、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替わる場合の動作と同様である。

【００７７】

以上説明した本実施形態でも実施形態１と同様に、動力伝達に寄与する歯車を変速歯車１０４－１，１５４－１と変速歯車１０４－２，１５４－２との間で切り替える場合に、変速比γの変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することができる。

【００７８】

本実施形態では、変速歯車１０２を外歯車にすることも可能である。また、変速歯車１５２を内歯車にすることも可能である。

【００７９】

また、本実施形態では、入力軸１１１を変速歯車１５２に結合し、出力軸１０１をキャリア１１４に結合し、変速歯車１５２からキャリア１１４へ動力を伝達することも可能である。その場合は、図５の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－２の歯と変速歯車１０２の歯先との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２，１５４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。そして、図５の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－１の歯先と変速歯車１０２の歯との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１，１５４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。

【００８０】

また、本実施形態では、変速歯車１０２の代わりにキャリア１１４をケーシングに固定してその回転を拘束することで、変速歯車１０２と変速歯車１５２との間で動力伝達を行うことも可能である。その場合の構成例を図２０に示す。図２０は、変速歯車１０２が外歯車である例を示している。カム機構１０６は、変速歯車１０２に同期して回転することで、各変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２を軸線方向に沿ってそれぞれ往復運動させる。カム機構１０６が各変速歯車１０４－１，１０４－２をスライドさせる動作は図１５に示す構成例と同様である。

【００８１】

また、本実施形態でも実施形態１と同様に、例えば図２１に示すように、カム機構１０６が斜板カムであってもよい。

【００８２】

また、本実施形態では、各変速歯車１５４－１，１５４－２を変速歯車軸１０３－１，１０３－２にそれぞれ結合して軸線方向に沿って往復運動させないように構成することも可能である。その場合は、各変速歯車１５２，１５４－１，１５４－２は必ずしもはすば歯車である必要はない。

【００８３】

また、実施形態１，２では、変速歯車１０２の歯が形成された角度範囲を変速歯車１０４－１，１０４－２同士の成す角度（１８０°）より大きくすることによっても、変速歯車１０４－１，１０４－２のいずれかが変速歯車１０２と常に噛み合い（係合し）、且つ変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が一時的に変速歯車１０２と噛み合うように構成することが可能である。また、実施形態１，２では、変速歯車１０２に対してスライドする変速歯車（スライド側変速歯車とする）を変速歯車１０２の回転方向に関して間隔をおいて３つ以上配置することも可能である。その場合は、変速歯車１０２の歯が形成された角度範囲を変速歯車１０２の回転方向に隣接するスライド側変速歯車同士の間隔（成す角度）以上にすることで、スライド側変速歯車のいずれか１つ以上が変速歯車１０２と常に噛み合い、且つスライド側変速歯車の２つ以上が一時的に変速歯車１０２と噛み合うように構成することが可能である。このように、実施形態１，２では、変速歯車１０２の歯が形成された角度範囲と、変速歯車１０４－１，１０４－２同士の成す角度（隣接するスライド側変速歯車同士の成す角度）は、必ずしも１８０°である必要はない。

【００８４】

「実施形態３」

図２２は、本発明の実施形態３に係る変速装置の概略構成を示す図である。以下の実施形態３の説明では、実施形態１，２と同様の構成または対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略する構成については実施形態１，２と同様である。

【００８５】

本実施形態では、実施形態２（図１８に示す構成例）と比較して、変速歯車１０２の代わりに変速歯車１５２がケーシングに固定されその回転が拘束されていることで、キャリア１１４に入力された動力は変速歯車１０２へ伝達される。そして、変速歯車１５４－１，１５４－２は、スライド機構１０５－１，１０５－２に支持されておらず、変速歯車軸１０３－１，１０３－２にそれぞれ結合されている。つまり、変速歯車１５４－１，１５４－２は軸線方向に往復運動しない。さらに、変速歯車１５２の歯は、その周方向（キャリア１１４の回転方向）に関して３６０°（２π［ｒａｄ］）より小さい所定角度θの範囲に部分的に設けられている。図２２に示す例では、変速歯車１５２の歯は、その周方向に関して１８０°（π［ｒａｄ］）の範囲に形成されている。そして、変速歯車軸１０３－１及び変速歯車１５４－１と、変速歯車軸１０３－２及び変速歯車１５４－２とが、変速歯車１５２の周方向（キャリア１１４の回転方向）に関して１８０°（π［ｒａｄ］）の間隔、つまり変速歯車１５２の歯が形成された角度範囲θと等しい間隔をおいて配置されている。この配置により、変速歯車１５４－１，１５４－２のいずれかが変速歯車１５２と常に噛み合うことで、変速歯車１０４－１，１０４－２のいずれかが変速歯車１５２と常に係合し、キャリア１１４の回転に伴って、変速歯車１５２と噛み合う歯車が変速歯車１５４－１，１５４－２間で切り替わることで、変速歯車１５２と係合する歯車が変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替わる。さらに、実施形態１，２の変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２と同様に変速歯車１５４－１，１５４－２の両方が一時的に変速歯車１５２と噛み合うことで、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が一時的に変速歯車１５２と係合する。一方、変速歯車１０２の歯は、全周に渡って設けられている。

【００８６】

次に、変速歯車１５２と係合する係合側歯車が変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替わる場合の動作について説明する。図５の期間ｔ１～ｔ２においては、カム機構１０６は、変速歯車１５２と係合状態にある変速歯車１０４－１（係合側歯車）を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１５２と解放状態にある変速歯車１０４－２（解放側歯車）を軸線方向の他方側へ移動させる。つまり、変速歯車１０４－１，１０４－２を互いに反対方向に移動させる。その際には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２を変速歯車１０４－１よりも速いスライド速度で軸線方向の他方側へ移動させる。

【００８７】

次に、図５の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－１が変速歯車１５２と係合し且つ一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２の軸線方向の他方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える。つまり、変速歯車１０４－２のスライド方向を変速歯車１０４－１のスライド方向と反対方向から同方向へ切り替える。そして、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２と変速歯車１５２との係合（変速歯車１５４－２と変速歯車１５２との噛み合い）が始まるまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。ここでは、スライド方向やスライド速度の異なる変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１５２と同時に係合する（回転方向や回転速度の異なる変速歯車１５４－１，１５４－２が変速歯車１５２と同時に噛み合う）ことを防止するために、変速歯車１５４－２の歯先と変速歯車１５２の歯との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。さらに、変速歯車１５４－２と変速歯車１５２との歯先が干渉するまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させることが好ましい。

【００８８】
図５の期間ｔ３～ｔ４においては、変速歯車１０４－２が変速歯車１５２と係合し、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が変速歯車１５２と係合する（変速歯車１５４－１，１５４－２の両方が変速歯車１５２と噛み合う）オーバーラップ期間となるが、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方を互いに等しい一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるため、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２，１５２，１５４－１，１５４－２による歯車機構がロックすることはなく、スライド速度Ｌに応じた変速比γで動力伝達を行うことが可能となる。
【００８９】
次に、図５の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－２が変速歯車１５２と係合し且つ一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１と変速歯車１５２との係合（変速歯車１５４－１と変速歯車１５２との噛み合い）が終了してから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える。つまり、変速歯車１０４－１のスライド方向を変速歯車１０４－２のスライド方向と同方向から反対方向へ切り替える。ここでは、回転方向や回転速度の異なる変速歯車１５４－１，１５４－２が変速歯車１５２と同時に噛み合うことを防止するために、変速歯車１５４－１の歯と変速歯車１５２の歯先との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。さらに、変速歯車１５４－１と変速歯車１５２との歯先が干渉しなくなってから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させることが好ましい。
【００９０】
図５の期間ｔ５～ｔ６においては、カム機構１０６は、変速歯車１５２と係合状態にある変速歯車１０４－２（係合側歯車）を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１５２と解放状態にある変速歯車１０４－１（解放側歯車）を軸線方向の他方側へ移動させる。つまり、変速歯車１０４－１，１０４－２を互いに反対方向に移動させる。その際には、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１を変速歯車１０４－２よりも速いスライド速度で軸線方向の他方側へ移動させる。なお、係合側歯車が変速歯車１０４－２から変速歯車１０４－１へ切り替わる場合の動作についても、係合側歯車が変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替わる場合の動作と同様である。
【００９１】
以上説明した本実施形態でも実施形態１，２と同様に、動力伝達に寄与する歯車を変速歯車１０４－１，１５４－１と変速歯車１０４－２，１５４－２との間で切り替える場合に、変速比γの変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することができる。
【００９２】
本実施形態でも実施形態２と同様に、変速歯車１０２を外歯車にすることも可能である。また、変速歯車１５２を内歯車にすることも可能である。
【００９３】
また、本実施形態では、変速歯車１０２からキャリア１１４へ動力を伝達することも可能である。その場合は、図５の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１５４－２の歯と変速歯車１５２の歯先との噛み合いが始まるまでに、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。そして、図５の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１５４－１の歯先と変速歯車１５２の歯との噛み合いが終了してから、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。
【００９４】
また、本実施形態では、変速歯車１５２の代わりにキャリア１１４をケーシングに固定してその回転を拘束することで、変速歯車１０２と変速歯車１５２との間で動力伝達を行うことも可能である。その場合は、カム機構１０６は変速歯車１５２に同期して回転することで、各変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向に沿ってそれぞれ往復運動させる

。変速歯車１０２から変速歯車１５２へ動力を伝達する場合にカム機構１０６が各変速歯車１０４－１，１０４－２をスライドさせる動作は、変速歯車１０２からキャリア１１４へ動力を伝達する場合と同様であり、変速歯車１５２から変速歯車１０２へ動力を伝達する場合にカム機構１０６が各変速歯車１０４－１，１０４－２をスライドさせる動作は、キャリア１１４から変速歯車１０２へ動力を伝達する場合と同様である。

【００９５】

また、本実施形態では、変速歯車１５２の歯が形成された角度範囲を変速歯車１５４－１，１５４－２同士の成す角度（１８０°）より大きくすることによっても、変速歯車１５４－１，１５４－２のいずれかが変速歯車１５２と常に噛み合い、且つ変速歯車１５４－１，１５４－２の両方が一時的に変速歯車１５２と噛み合うように構成することが可能である。また、変速歯車１５２と噛み合う変速歯車を変速歯車１５２の周方向に関して間隔をおいて３つ以上配置することも可能である。本実施形態では、変速歯車１５２の歯が形成された角度範囲と、変速歯車１５４－１，１５４－２同士の成す角度は、必ずしも１８０°である必要はない。

【００９６】

「実施形態４」

図２３は、本発明の実施形態４に係る変速装置の概略構成を示す図である。以下の実施形態４の説明では、実施形態１～３と同様の構成または対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略する構成については実施形態１～３と同様である。

【００９７】

本実施形態では、実施形態１（図１６に示す構成例）と比較して、変速歯車１０２の歯が全周に渡って形成されている。スライド及びクラッチ機構１５５－１は、変速歯車１０４－１と変速歯車軸１０３－１との間に設けられ、変速歯車１０４－１を変速歯車軸１０３－１にその軸線方向に沿ってスライド可能に支持するスライド機構と、変速歯車１０４－１と変速歯車軸１０３－１（変速歯車軸入力歯車１１３－１）との係合／解放を切り替えることで変速歯車１０４－１と入力歯車１１２との係合／解放を切り替えるクラッチ機構とを含んで構成される。ここでのクラッチ機構は、例えばワンウェイクラッチにより構成することができる。スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチは、変速歯車軸１０３－１（変速歯車軸入力歯車１１３－１）が変速歯車１０４－１に対し所定の一方向（例えば図２３の矢印に示す方向）に相対的に回転しようとするときに、変速歯車軸１０３－１（変速歯車軸入力歯車１１３－１）と変速歯車１０４－１とを係合させることで、入力歯車１１２と変速歯車１０４－１とを係合させる。一方、変速歯車軸１０３－１（変速歯車軸入力歯車１１３－１）が変速歯車１０４－１に対しこの所定の一方向と逆方向（例えば図２３の矢印に示す方向と逆方向）に相対的に回転しようとするときは、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチは、変速歯車軸１０３－１（変速歯車軸入力歯車１１３－１）と変速歯車１０４－１とを解放することで、入力歯車１１２と変速歯車１０４－１とを解放する。ただし、ここでのクラッチ機構は、例えば油圧力や電磁力により変速歯車１０４－１と変速歯車軸１０３－１との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよいし、カム機構１０６（変速歯車１０２）の回転と連動して変速歯車１０４－１と変速歯車軸１０３－１との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよい。また、クラッチ機構を変速歯車軸入力歯車１１３－１と変速歯車軸１０３－１との間に設けることも可能である。

【００９８】

同様に、スライド及びクラッチ機構１５５－２は、変速歯車１０４－２と変速歯車軸１０３－２との間に設けられ、変速歯車１０４－２を変速歯車軸１０３－２にその軸線方向に沿ってスライド可能に支持するスライド機構と、変速歯車１０４－２と変速歯車軸１０３－２（変速歯車軸入力歯車１１３－２）との係合／解放を切り替えることで変速歯車１０４－２と入力歯車１１２との係合／解放を切り替えるクラッチ機構とを含んで構成される。ここでのクラッチ機構は、例えばワンウェイクラッチにより構成することができる。スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチは、変速歯車軸１０３－２（

変速歯車軸入力歯車１１３－２）が変速歯車１０４－２に対し所定の一方向（例えば図２３の矢印に示す方向）に相対的に回転しようとするときに、変速歯車軸１０３－２（変速歯車軸入力歯車１１３－２）と変速歯車１０４－２とを係合させることで、入力歯車１１２と変速歯車１０４－２とを係合させる。一方、変速歯車軸１０３－２（変速歯車軸入力歯車１１３－２）が変速歯車１０４－２に対しこの所定の一方向と逆方向（例えば図２３の矢印に示す方向と逆方向）に相対的に回転しようとするときは、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチは、変速歯車軸１０３－２（変速歯車軸入力歯車１１３－２）と変速歯車１０４－２とを解放することで、入力歯車１１２と変速歯車１０４－２とを解放する。ただし、ここでのクラッチ機構についても、例えば油圧力や電磁力により変速歯車１０４－２と変速歯車軸１０３－２との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよいし、カム機構１０６（変速歯車１０２）の回転と連動して変速歯車１０４－２と変速歯車軸１０３－２との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよい。また、クラッチ機構を変速歯車軸入力歯車１１３－２と変速歯車軸１０３－２との間に設けることも可能である。なお、図２３では、スライド及びクラッチ機構１５５－１，１５５－２の具体的構成の図示を省略しているが、公知の構成で実現可能である。

【００９９】

変速歯車（はすば歯車）１０４－１，１０４－２の歯は、軸線方向の他方側（例えば図２３の右側）へ移動させた場合に変速歯車軸１０３－１，１０３－２（変速歯車軸入力歯車１１３－１，１１３－２）に対し前述の所定の一方向（例えば図２３の矢印に示す方向）に相対的に回転する方向にねじれている。より具体的には、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯は、軸線方向の一方側から他方側（例えば図２３の左側から右側）へ向かうにつれて前述の所定の一方向（例えば図２３の矢印に示す方向）にねじれている。そして、変速歯車（はすば歯車）１０２の歯は、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯と噛み合うように、軸線方向の一方側から他方側（例えば図２３の左側から右側）へ向かうにつれて、変速歯車１０４－１，１０４－２が前述の所定の一方向に回転するときに回転する方向（例えば図２３の矢印に示す方向）にねじれている。

【０１００】

スライド及びクラッチ機構１５５－１，１５５－２には、溝１５５－１ａ，１５５－２ａがそれぞれ形成されており、変速歯車１０２と同期して回転するカム機構（斜板カム）１０６の外周部がスライド及びクラッチ機構１５５－１，１５５－２の溝１５５－１ａ，１５５－２ａに嵌合されている。傾動機構１０８により軸線方向に対するカム機構１０６の傾斜角度を連続的に変更することで、各変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド速度を連続的に変更することができ、変速比γを無段階に変更することができる。図２３でも、傾動機構１０８の具体的構成の図示を省略しているが、公知の構成で実現可能である。

【０１０１】

カム機構（斜板カム）１０６の構成（外周部のカム位相に対する軸線方向位置の関係）は図１７に示す関係と同様であり、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の一方側へ移動させる部分の位相範囲θ１～θ２が、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の他方側へ移動させる部分の位相範囲よりも広く、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の一方側へ移動させる部分の傾きが、変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向の他方側へ移動させる部分の傾きよりも小さい。そのため、カム機構１０６が各変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向に沿って往復運動させる際の各変速歯車１０４－１，１０４－２の軸線方向位置及びスライド速度は図５に示すタイムチャートと同様である。以下、カム機構１０６が各変速歯車１０４－１，１０４－２を軸線方向に沿って往復運動させる際に、入力歯車１１２（変速歯車軸１０３－１，１０３－２）と係合させる歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合の動作について、図２４のタイムチャートを用いて説明する。ただし、以下の説明において、変速歯車１０４－１，１０４－２の回転方向は、前述の所定の一方向（図２３の矢印に示す方向）であるものとする。

【０１０２】

図２４の期間ｔ１～ｔ２においては、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０４－２を軸線方向の他方側へ移動させる。その場合は、変速歯車軸１０３－１が変速歯車１０４－１よりも速い回転速度で回転しようとし、変速歯車１０４－２が変速歯車軸１０３－２よりも速い回転速度で回転しようとする。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチが係合状態となり、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチが解放状態となる。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やカム機構１０６の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、カム機構１０６の回転角に基づいて、スライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを係合状態に制御し、スライド及びクラッチ機構１５５－２のクラッチを解放状態に制御する。つまり、軸線方向の一方側へ移動している変速歯車１０４－１（係合側歯車）を変速歯車軸１０３－１（入力歯車１１２）と係合させ、軸線方向の他方側へ移動している変速歯車１０４－２（解放側歯車）を変速歯車軸１０３－２（入力歯車１１２）から解放する。入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達され、変速比γは、変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌに応じて決まる。

【０１０３】

次に、図２４の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－１（係合側歯車）が一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動し且つ変速歯車軸１０３－１（入力歯車１１２）と係合している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２（解放側歯車）の軸線方向の他方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える。そして、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。変速歯車１０４－２のスライド速度が変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌに等しくなると、変速歯車１０４－２の回転速度が変速歯車１０４－１の回転速度に等しくなる。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、変速歯車１０４－２のスライド速度が変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌに等しいときに、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチが係合状態となり、変速歯車１０４－２が変速歯車軸１０３－２（入力歯車１１２）と係合する。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やカム機構１０６の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、カム機構１０６の回転角に基づいて、変速歯車１０４－２のスライド速度が変速歯車１０４－１のスライド速度Ｌに等しい（あるいはほぼ等しい）ときにスライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを係合状態に制御する。

【０１０４】

図２４の期間ｔ３～ｔ４においては、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が入力歯車１１２と係合するオーバーラップ期間となるが、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方を互いに等しい一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるため、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２による歯車機構がロックすることはなく、スライド速度Ｌに応じた変速比γで動力伝達を行うことが可能となる。入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合い、及び変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達される。

【０１０５】

次に、図２４の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－２が一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動し且つ変速歯車軸１０３－２（入力歯車１１２）と係合している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。その場合は、変速歯車１０４－１が変速歯車１０４－２よりも速い回転速度で回転しようとする。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチが解放状態となり、変速歯車１０４－１が変速歯車軸１０３－１（入力歯車１１２）から解放される。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やカム機構１０６の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチ

である場合は、カム機構１０６の回転角に基づいて、変速歯車１０４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させるときにスライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを解放状態に制御する。そして、カム機構１０６は、変速歯車軸１０３－１（入力歯車１１２）から解放された変速歯車１０４－１のスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える。

【０１０６】

図２４の期間ｔ５～ｔ６においては、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０４－１を軸線方向の他方側へ移動させる。その場合は、変速歯車軸１０３－２が変速歯車１０４－２よりも速い回転速度で回転しようとし、変速歯車１０４－１が変速歯車軸１０３－１よりも速い回転速度で回転しようとする。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチが解放状態となり、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチが係合状態となる。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やカム機構１０６の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、カム機構１０６の回転角に基づいて、スライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを解放状態に制御し、スライド及びクラッチ機構１５５－２のクラッチを係合状態に制御する。つまり、軸線方向の一方側へ移動している変速歯車１０４－２（係合側歯車）を変速歯車軸１０３－２（入力歯車１１２）と係合させ、軸線方向の他方側へ移動している変速歯車１０４－１（解放側歯車）を変速歯車軸１０３－１（入力歯車１１２）から解放する。入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達され、変速比γは、変速歯車１０４－２のスライド速度Ｌに応じて決まる。なお、入力歯車１１２と係合させる歯車を変速歯車１０４－２から変速歯車１０４－１へ切り替える場合の動作についても、入力歯車１１２と係合させる歯車を変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替える場合の動作と同様である。

【０１０７】

以上説明した本実施形態では、入力歯車１１２（変速歯車軸１０３－１，１０３－２）と係合させる歯車（動力伝達に寄与する歯車）を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合には、解放側歯車のスライド速度を係合側歯車のスライド速度まで増加させ、解放側歯車のスライド速度が係合側歯車のスライド速度に略等しいときに解放側歯車を入力歯車１１２と係合させる。これによって、解放側歯車を入力歯車１１２と係合させるときに、動力伝達に寄与する歯車のスライド速度が変化するのを防止することができるとともに、スライド方向やスライド速度の異なる歯車が同時に入力歯車１１２と係合するのを防止することができる。そして、解放側歯車を入力歯車１１２と係合させてから、係合側歯車のスライド速度を低下させて係合側歯車を入力歯車１１２から解放する。これによって、係合側歯車を入力歯車１１２から解放するときに、動力伝達に寄与する歯車のスライド速度が変化するのを防止することができるとともに、スライド方向やスライド速度の異なる歯車が同時に入力歯車１１２と係合するのを防止することができる。したがって、本実施形態でも、動力伝達に寄与する歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合に、変速比γの変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することができる。さらに、本実施形態では、入力歯車１１２と係合させる歯車をワンウェイクラッチにより切り替えることで、変速装置の構成（動力伝達に寄与する歯車を切り替える構成）を簡略化することができる。

【０１０８】

本実施形態でも実施形態１と同様に、例えば図２５に示すように、変速歯車１０２から変速歯車１０４－２（あるいは変速歯車１０４－１）へ動力を伝達してもよい。図２５に示す構成例では、変速歯車１０２は、入力軸１１１に結合され、入力軸１１１とともに回転する。カム機構１０６は、出力軸１０１を介して出力歯車１２２に連結されている。出力歯車１２２及び変速歯車軸出力歯車１２３－１，１２３－２の構成は実施形態１（図１５に示す構成例）と同様である。図２５に示す構成例においても、入力歯車１１２と係合

させる歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合の動作は図２４に示すタイムチャートと同様である。

【０１０９】

「実施形態５」

図２６は、本発明の実施形態５に係る変速装置の概略構成を示す図である。以下の実施形態４の説明では、実施形態１～４と同様の構成または対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略する構成については実施形態１～４と同様である。

【０１１０】

本実施形態では、実施形態２（図２１に示す構成例）と比較して、変速歯車１５２が入力軸１１１に結合され入力軸１１１とともに回転し、キャリア１１４が出力軸１０１に結合され出力軸１０１とともに回転する。そして、変速歯車１０２の歯が全周に渡って形成されている。スライド及びクラッチ機構１５５－１は、変速歯車１０４－１，１５４－１を変速歯車軸１０３－１にその軸線方向に沿ってスライド可能に支持するスライド機構と、変速歯車１０４－１と変速歯車１５４－１（変速歯車軸１０３－１）との係合／解放を切り替えることで変速歯車１０４－１と変速歯車１５２との係合／解放を切り替えるクラッチ機構とを含んで構成される。ここでのクラッチ機構は、例えばワンウェイクラッチにより構成することができる。スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチは、変速歯車１５４－１（変速歯車軸１０３－１）が変速歯車１０４－１に対し所定の一方向（例えば図２６の矢印に示す方向）に相対的に回転しようとするときに、変速歯車１５４－１（変速歯車軸１０３－１）と変速歯車１０４－１とを係合させることで、変速歯車１５２と変速歯車１０４－１とを係合させる。一方、変速歯車１５４－１（変速歯車軸１０３－１）が変速歯車１０４－１に対しこの所定の一方向と逆方向（例えば図２６の矢印に示す方向と逆方向）に相対的に回転しようとするときは、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチは、変速歯車１５４－１（変速歯車軸１０３－１）と変速歯車１０４－１とを解放することで、変速歯車１５２と変速歯車１０４－１とを解放する。ただし、ここでのクラッチ機構は、例えば油圧力や電磁力により変速歯車１０４－１と変速歯車１５４－１との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよいし、キャリア１１４の回転と連動して変速歯車１０４－１と変速歯車１５４－１との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよい。

【０１１１】

同様に、スライド及びクラッチ機構１５５－２は、変速歯車１０４－２，１５４－２を変速歯車軸１０３－２にその軸線方向に沿ってスライド可能に支持するスライド機構と、変速歯車１０４－２と変速歯車１５４－２（変速歯車軸１０３－２）との係合／解放を切り替えることで変速歯車１０４－２と変速歯車１５２との係合／解放を切り替えるクラッチ機構とを含んで構成される。ここでのクラッチ機構は、例えばワンウェイクラッチにより構成することができる。スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチは、変速歯車１５４－２（変速歯車軸１０３－２）が変速歯車１０４－２に対し所定の一方向（例えば図２６の矢印に示す方向）に相対的に回転しようとするときに、変速歯車１５４－２（変速歯車軸１０３－２）と変速歯車１０４－２とを係合させることで、変速歯車１５２と変速歯車１０４－２とを係合させる。一方、変速歯車１５４－２（変速歯車軸１０３－２）が変速歯車１０４－２に対しこの所定の一方向と逆方向（例えば図２６の矢印に示す方向と逆方向）に相対的に回転しようとするときは、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチは、変速歯車１５４－２（変速歯車軸１０３－２）と変速歯車１０４－２とを解放することで、変速歯車１５２と変速歯車１０４－２とを解放する。ただし、ここでのクラッチ機構についても、例えば油圧力や電磁力により変速歯車１０４－２と変速歯車１５４－２との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよいし、キャリア１１４の回転と連動して変速歯車１０４－２と変速歯車１５４－２との係合／解放を切り替えるクラッチであってもよい。図２６でも、スライド及びクラッチ機構１５５－１，１５５－２の具体的構成の図示を省略しているが、公知の構成で実現可能である。

【０１１２】

変速歯車（はすば歯車）１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２の歯は、軸線方向の他方側（例えば図２６の右側）へ移動させた場合に変速歯車１０４－１，１０４－２が変速歯車１５４－１，１５４－２に対し前述の所定の一方向（例えば図２６の矢印に示す方向）に相対的に回転するようにねじれている。より具体的には、変速歯車１５４－１，１５４－２の基準円半径をr_{p1}、変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径をr_{p2}、変速歯車１５４－１，１５４－２の歯のねじれ角をβ_1、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯のねじれ角をβ_2とすると、以下の（２３）式が成立するように、変速歯車１５４－１，１５４－２の歯のねじれ角β_1、及び変速歯車１０４－１，１０４－２の歯のねじれ角β_2が設定されている。例えば、$\tan\beta_1/r_{p1}>\tan\beta_2/r_{p2}$が成立するように、ねじれ角$\beta_1$、$\beta_2$を設定することが可能である。ただし、ねじれ角$\beta_1$、$\beta_2$の値については、軸線方向の他方側から一方側（例えば図２６の右側から左側）へ向かうにつれて前述の所定の一方向（例えば図２６の矢印に示す方向）にねじれる場合を正としている。

【０１１３】

$$\tan\beta_1/r_{p1}\neq\tan\beta_2/r_{p2} \qquad (23)$$

【０１１４】

例えば、図２６に示す変速歯車１５４－１，１５４－２の基準円半径をr_{p1}が変速歯車１０４－１，１０４－２の基準円半径r_{p2}よりも小さい例では、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯、及び変速歯車１５４－１，１５４－２の歯は、いずれも軸線方向の他方側から一方側（例えば図２６の右側から左側）へ向かうにつれて前述の所定の一方向（例えば図２６の矢印に示す方向）にねじれており、ねじれ角の大きさが等しい（$\beta_1=\beta_2>0$）。そして、変速歯車（はすば歯車）１０２の歯は、変速歯車１０４－１，１０４－２の歯と噛み合うように、軸線方向の他方側から一方側（例えば図２６の右側から左側）へ向かうにつれて、変速歯車１０４－１，１０４－２が前述の所定の一方向に回転（自転）するときにキャリア１１４が回転する方向と逆方向（例えば図２６の矢印に示す方向と逆方向）にねじれている。そして、変速歯車（はすば歯車）１５２の歯は、変速歯車１５４－１，１５４－２の歯と噛み合うように、軸線方向の他方側から一方側（例えば図２６の右側から左側）へ向かうにつれて、変速歯車１５４－１，１５４－２が前述の所定の一方向に回転（自転）するときに回転する方向（例えば図２６の矢印に示す方向）にねじれている。ただし、歯のねじれ角β_1、β_2（大きさ、ねじれ方向）については、（２３）式が成立する範囲で任意に設定することが可能である。

【０１１５】

次に、カム機構１０６が変速歯車１０４－１，１５４－１と変速歯車１０４－２，１５４－２とを軸線方向に沿ってそれぞれ往復運動させる際に、変速歯車１５２と係合させる歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合の動作について説明する。ただし、以下の説明において、変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２の回転方向（自転方向）は、前述の所定の一方向（図２６の矢印に示す方向）であるものとする。

【０１１６】

図２４の期間ｔ１～ｔ２においては、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１５４－１を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０４－２，１５４－２を軸線方向の他方側へ移動させる。その場合は、変速歯車１５４－１が変速歯車１０４－１よりも速い回転速度で回転しようとし、変速歯車１０４－２が変速歯車１５４－２よりも速い回転速度で回転しようとする。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチが係合状態となり、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチが解放状態となる。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やキャリア１１４の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、キャリア１１４の回転角に基づいて、スライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを係合状態に制御し、スライド及びクラッチ機構１５５－２のクラッチを解放状態に制御する。つまり、軸線方向の一方側へ移動してい

る変速歯車１０４－１（係合側歯車）を変速歯車１５４－１（変速歯車１５２）と係合させ、軸線方向の他方側へ移動している変速歯車１０４－２（解放側歯車）を変速歯車１５４－２（変速歯車１５２）から解放する。入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１５２と変速歯車１５４－１との噛み合い、及び変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達され、変速比γは、変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌに応じて決まる。

【０１１７】

次に、図２４の期間ｔ２～ｔ３において、変速歯車１０４－１（係合側歯車）が一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動し且つ変速歯車１５４－１（変速歯車１５２）と係合している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２（解放側歯車）及び変速歯車１５４－２の軸線方向の他方側へのスライド速度を減少させて、そのスライド方向を軸線方向の他方側から一方側へ切り替える。そして、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２，１５４－２の軸線方向の一方側へのスライド速度を変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌまで増加させる。変速歯車１０４－２，１５４－２のスライド速度が変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌに等しくなると、変速歯車１０４－２の回転速度が変速歯車１５４－２の回転速度に等しくなる。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、変速歯車１０４－２，１５４－２のスライド速度が変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌに等しいときに、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチが係合状態となり、変速歯車１０４－２が変速歯車１５４－２（変速歯車１５２）と係合する。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やキャリア１１４の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、キャリア１１４の回転角に基づいて、変速歯車１０４－２，１５４－２のスライド速度が変速歯車１０４－１，１５４－１のスライド速度Ｌに等しい（あるいはほぼ等しい）ときにスライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを係合状態に制御する。

【０１１８】

図２４の期間ｔ３～ｔ４においては、変速歯車１０４－１，１０４－２の両方が変速歯車１５２と係合するオーバーラップ期間となるが、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１５４－１と変速歯車１０４－２，１５４－２との両方を互いに等しい一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるため、変速歯車１０２，１０４－１，１０４－２，１５２，１５４－１，１５４－２による歯車機構がロックすることはなく、スライド速度Ｌに応じた変速比γで動力伝達を行うことが可能となる。入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１５２と変速歯車１５４－１との噛み合い、及び変速歯車１０４－１と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達されるとともに、変速歯車１５２と変速歯車１５４－２との噛み合い、及び変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達される。

【０１１９】

次に、図２４の期間ｔ４～ｔ５において、変速歯車１０４－２が一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動し且つ変速歯車１５４－２（変速歯車１５２）と係合している状態で、カム機構１０６は、変速歯車１０４－１，１５４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させる。その場合は、変速歯車１０４－１が変速歯車１５４－１よりも速い回転速度で回転しようとする。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチが解放状態となり、変速歯車１０４－１が変速歯車１５４－１（変速歯車１５２）から解放される。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やキャリア１１４の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、キャリア１１４の回転角に基づいて、変速歯車１０４－１，１５４－１の軸線方向の一方側へのスライド速度を減少させるときにスライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを解放状態に制御する。そして、カム機構１０６は、変速歯車１５４－１（変速歯車１５２）から解放された変速歯車１０４－１と変速歯車１５４－１のスライド方向を軸線方向の一方側から他方側へ切り替える。

【０１２０】

図２４の期間ｔ５～ｔ６においては、カム機構１０６は、変速歯車１０４－２，１５４－２を一定のスライド速度Ｌで軸線方向の一方側へ移動させるとともに、変速歯車１０４－１，１５４－１を軸線方向の他方側へ移動させる。その場合は、変速歯車１５４－２が変速歯車１０４－２よりも速い回転速度で回転しようとし、変速歯車１０４－１が変速歯車１５４－１よりも速い回転速度で回転しようとする。そのため、クラッチ機構がワンウェイクラッチである場合は、スライド及びクラッチ機構１５５－１のワンウェイクラッチが解放状態となり、スライド及びクラッチ機構１５５－２のワンウェイクラッチが係合状態となる。また、クラッチ機構が油圧力や電磁力やキャリア１１４の回転を利用して係合／解放を切り替えるクラッチである場合は、キャリア１１４の回転角に基づいて、スライド及びクラッチ機構１５５－１のクラッチを解放状態に制御し、スライド及びクラッチ機構１５５－２のクラッチを係合状態に制御する。つまり、軸線方向の一方側へ移動している変速歯車１０４－２（係合側歯車）を変速歯車１５４－２（変速歯車１５２）と係合させ、軸線方向の他方側へ移動している変速歯車１０４－１（解放側歯車）を変速歯車１５４－１（変速歯車１５２）から解放する。入力軸１１１に入力された動力は、変速歯車１５２と変速歯車１５４－２との噛み合い、及び変速歯車１０４－２と変速歯車１０２との噛み合いにより出力軸１０１へ伝達され、変速比γは、変速歯車１０４－２，１５４－２のスライド速度Ｌに応じて決まる。なお、変速歯車１５２と係合させる歯車を変速歯車１０４－２から変速歯車１０４－１へ切り替える場合の動作についても、変速歯車１５２と係合させる歯車を変速歯車１０４－１から変速歯車１０４－２へ切り替える場合の動作と同様である。

【０１２１】

以上説明した本実施形態でも実施形態４と同様に、変速歯車１５２と係合させる歯車（動力伝達に寄与する歯車）を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替える場合に、変速比γの変化及び歯車機構のロックが生じるのを防止することができる。さらに、本実施形態でも実施形態４と同様に、変速歯車１５２と係合させる歯車をワンウェイクラッチにより切り替えることで、変速装置の構成（動力伝達に寄与する歯車を切り替える構成）を簡略化することができる。

【０１２２】

本実施形態では、変速歯車１５２の回転に同期させてカム機構１０６を回転させ、カム機構１０６の回転と連動させて各変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２を軸線方向に沿ってそれぞれ往復運動させることも可能である。

【０１２３】

また、本実施形態でも実施形態２と同様に、変速歯車１０２を外歯車にすることも可能である。また、変速歯車１５２を内歯車にすることも可能である。

【０１２４】

また、本実施形態でも実施形態２と同様に、入力軸１１１をキャリア１１４に結合し、出力軸１０１を変速歯車１５２に結合し、キャリア１１４から変速歯車１５２へ動力を伝達することも可能である。また、変速歯車１５２をケーシングに固定してその回転を拘束することで、キャリア１１４と変速歯車１０２との間で動力伝達を行うことも可能である。それらの場合においても、変速歯車１５２と係合させる歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替えるときの動作は図２４に示すタイムチャートと同様である。なお、変速歯車１５２をケーシングに固定した場合は、変速歯車１０２の回転に同期させてカム機構１０６を回転させ、カム機構１０６の回転と連動させて各変速歯車１０４－１，１０４－２，１５４－１，１５４－２を軸線方向に沿ってそれぞれ往復運動させることも可能である。

【０１２５】

また、本実施形態でも実施形態２と同様に、キャリア１１４をケーシングに固定してその回転を拘束することで、変速歯車１０２と変速歯車１５２との間で動力伝達を行うことも可能である。その場合の構成例を図２７に示す。図２７は、変速歯車１０２が外歯車であり、変速歯車１０４－１，１０４－２と変速歯車１５４－１，１５４－２とで歯のねじ

れ方向が反対方向である例を示している。図２７に示す構成例では、変速歯車１５４－１，１５４－２が変速歯車１０４－１，１０４－２に対し図中の矢印の方向に回転しようとするときにスライド及びクラッチ機構１５５－１，１５５－２のワンウェイクラッチが係合状態となる。図２７に示す構成例でも、変速歯車１５２と係合させる歯車を変速歯車１０４－１，１０４－２間で切り替えるときの動作は図２４に示すタイムチャートと同様である。なお、図２７では、カム機構１０６は、変速歯車１５２に同期して回転するが、変速歯車１０２に同期して回転するように構成することも可能である。

【０１２６】

また、本実施形態でも実施形態２と同様に、各変速歯車１５４－１，１５４－２を変速歯車軸１０３－１，１０３－２にそれぞれ結合して軸線方向に沿って往復運動させないように構成することも可能である。その場合は、各変速歯車１５２，１５４－１，１５４－２は必ずしもはすば歯車である必要はない。

【０１２７】

また、実施形態４，５では、変速歯車１０２に対してスライドする変速歯車を変速歯車１０２の周方向に関して間隔をおいて３つ以上配置することも可能であり、実施形態５では、変速歯車１５２に対してスライドする変速歯車を変速歯車１５２の周方向に関して間隔をおいて３つ以上配置することも可能である。

【０１２８】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

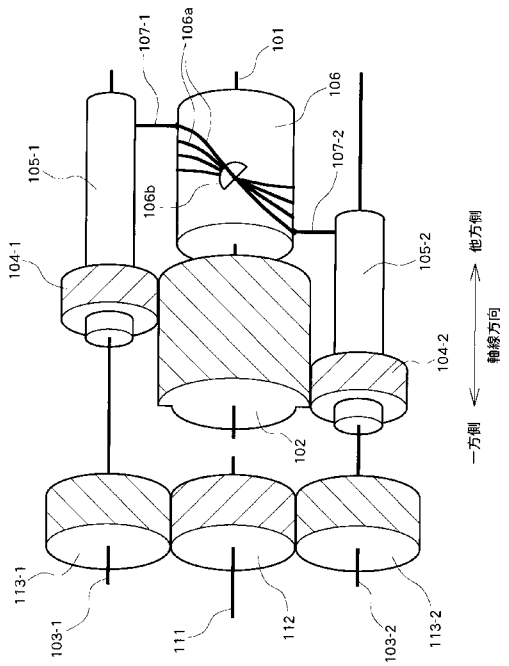
【図面の簡単な説明】

【０１２９】

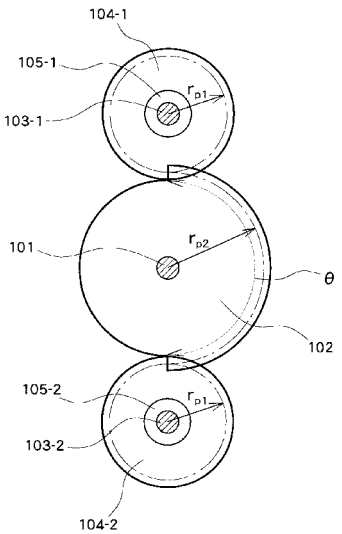
【図１】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図２】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図３Ａ】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図３Ｂ】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図３Ｃ】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図３Ｄ】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図３Ｅ】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図３Ｆ】本発明の実施形態１に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図４】スライド方向が常に反対方向となるように各変速歯車１０４－１，１０４－２のスライド方向を切り替える場合の動作を説明するタイムチャートである。
【図５】本発明の実施形態１～３に係る変速装置の動作を説明するタイムチャートである。
【図６】変速歯車１０２と変速歯車１０４－２との噛み合い始めを説明する図である。
【図７】変速歯車１０２と変速歯車１０４－２との噛み合い終わりを説明する図である。
【図８】カム機構１０６の溝１０６ａの構成例を示す図である。
【図９】カム機構１０６の溝１０６ａの構成例を示す図である。
【図１０】本発明の実施形態１に係る変速装置の動作を説明する図である。
【図１１】本発明の実施形態１に係る変速装置の動作を説明する図である。
【図１２】本発明の実施形態１に係る変速装置に作用する力を説明する図である。
【図１３】本発明の実施形態１に係る変速装置に作用する力を説明する図である。
【図１４】スライド速度と変速比との関係の一例を示す図である。
【図１５】本発明の実施形態１に係る変速装置の他の概略構成を示す図である。
【図１６】本発明の実施形態１に係る変速装置の他の概略構成を示す図である。
【図１７】カム機構１０６の他の構成例を示す図である。
【図１８】本発明の実施形態２に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図１９】本発明の実施形態２に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図２０】本発明の実施形態２に係る変速装置の他の概略構成を示す図である。

【図２１】本発明の実施形態２に係る変速装置の他の概略構成を示す図である。
【図２２】本発明の実施形態３に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図２３】本発明の実施形態４に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図２４】本発明の実施形態４，５に係る変速装置の動作を説明する図である。
【図２５】本発明の実施形態４に係る変速装置の他の概略構成を示す図である。
【図２６】本発明の実施形態５に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図２７】本発明の実施形態５に係る変速装置の他の概略構成を示す図である。
【図２８】関連技術に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【図２９】関連技術に係る変速装置の概略構成を示す図である。
【符号の説明】
【０１３０】
１０１　出力軸、１０２，１０４－１，１０４－２，１５２，１５４－１，１５４－２　変速歯車、１０３－１，１０３－２　変速歯車軸、１０５－１，１０５－２　スライド機構、１０６　カム機構、１０８　傾動機構、１１１　入力軸、１５５－１，１５５－２　スライド及びクラッチ機構。

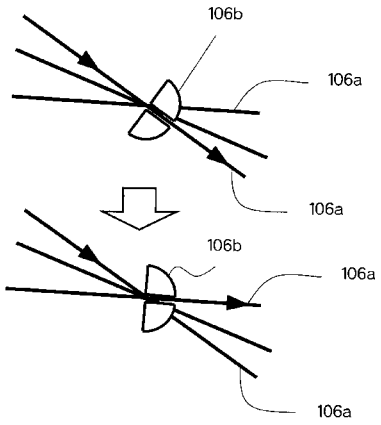
【図１】



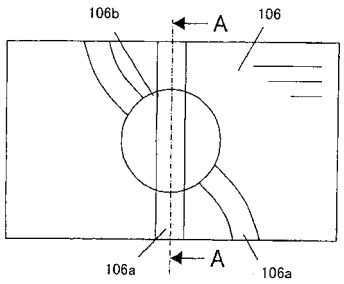
【図２】



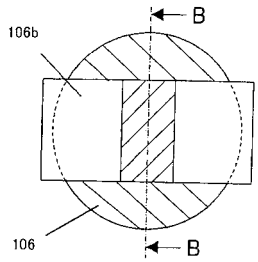
【図３Ａ】



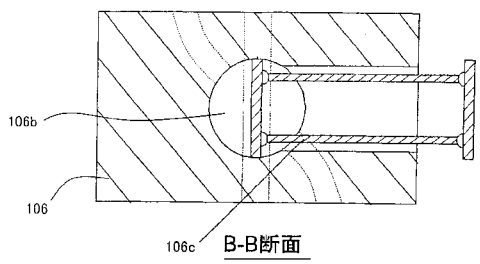
【図３Ｂ】



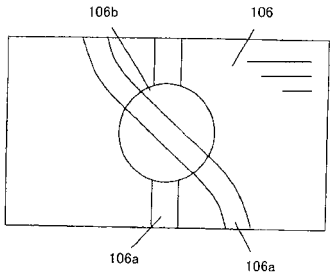
【図３Ｃ】



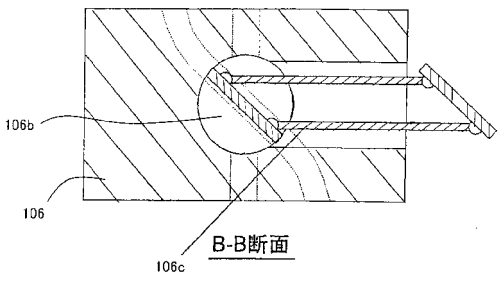
【図３Ｄ】



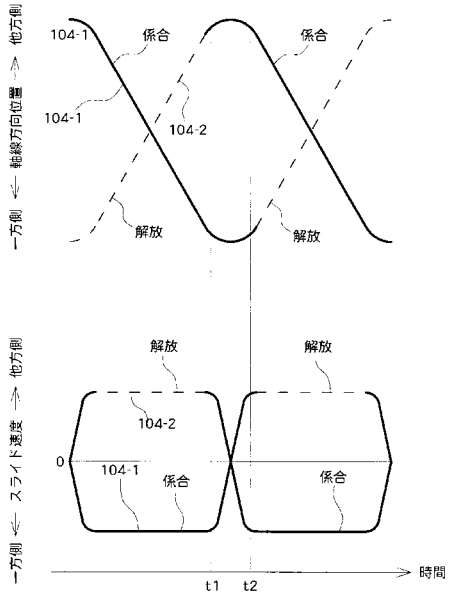
【図３Ｅ】



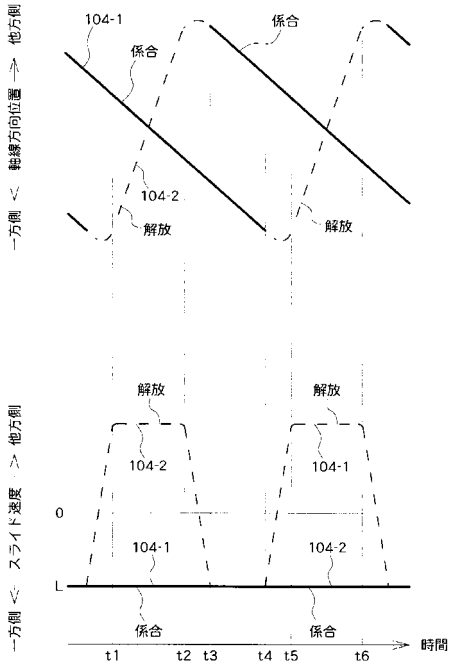
【図３Ｆ】



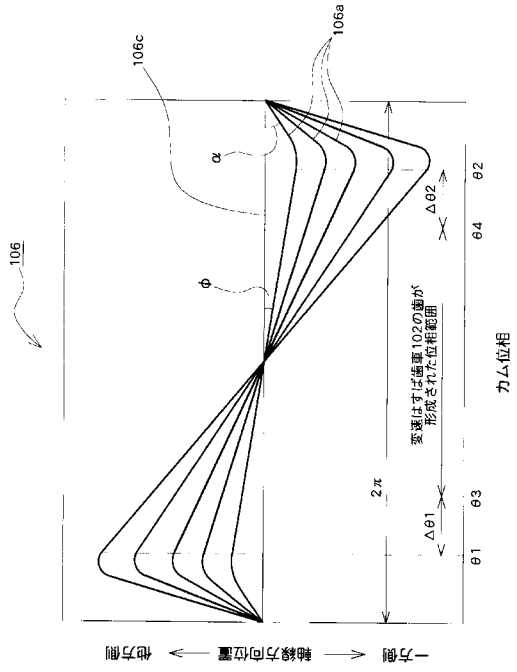
【図４】


一方側 ← 軸線方向位置 → 他方側
104-1
係合
104-1
104-2
係合
解放
解放
一方側 ← スライド速度 → 他方側
解放
解放
104-2
0
104-1
係合
係合
時間
t1
t2

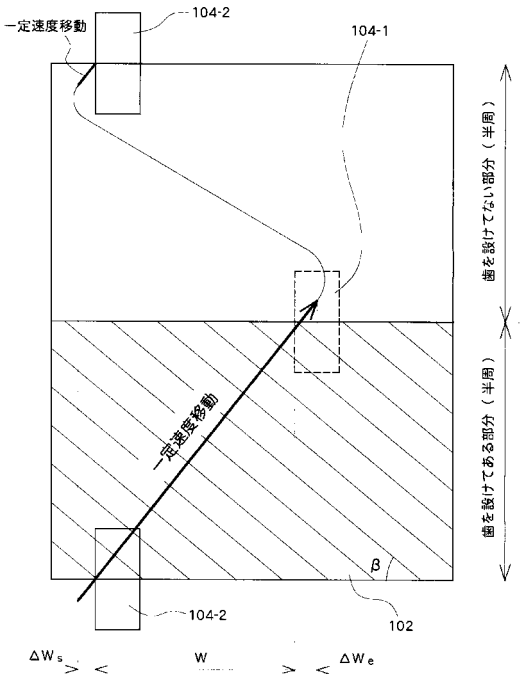
【図５】


一方側 ← 軸線方向位置 → 他方側
104-1
係合
係合
104-2
解放
解放
一方側 ← スライド速度 → 他方側
解放
解放
104-2
104-1
0
104-1
104-2
L
係合
係合
時間
t1
t2
t3
t4
t5
t6

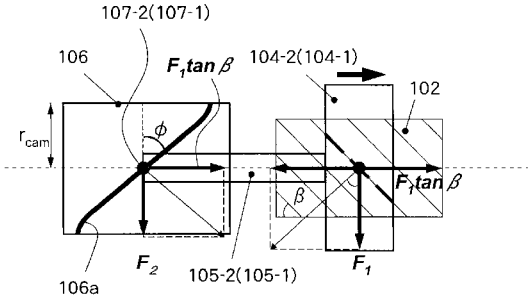
【図８】


106
106c
106a
α
Φ
Δθ2
θ2
θ4
変速はすば歯車102の歯が
形成された位相範囲
2π
Δθ1
θ3
θ1
カム位相
一方側 ← 軸線方向位置 → 他方側

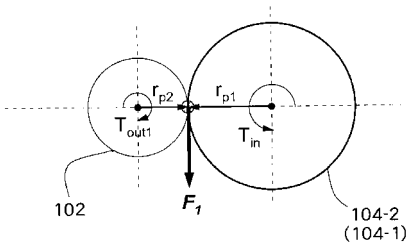
【図１０】


一定速度移動
104-2
104-1
一定速度移動
β
104-2
102
歯を設けてない部分（半周）
歯を設けてある部分（半周）
ΔWs
W
ΔWe

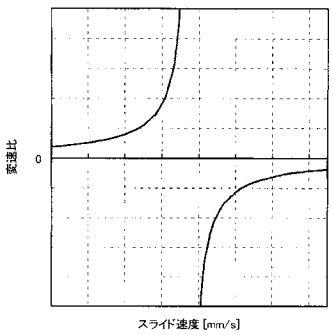
【図１２】



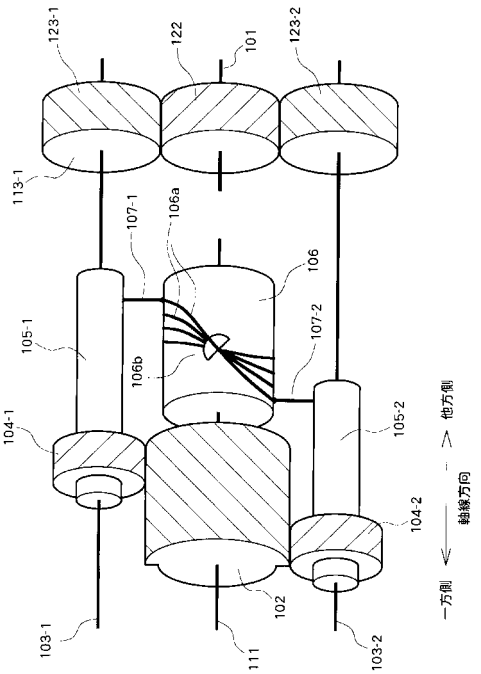
【図１３】



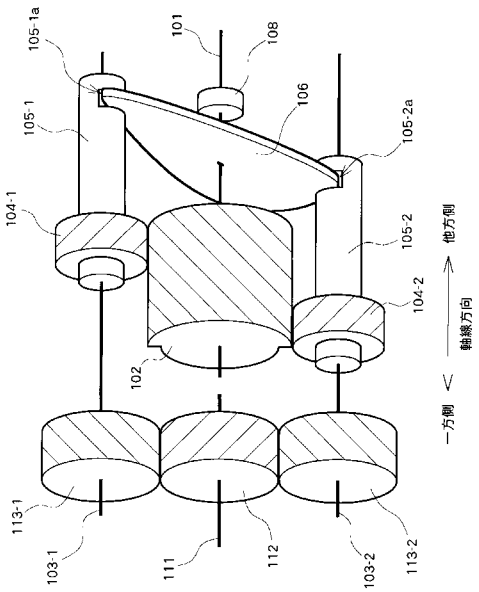
【図１４】



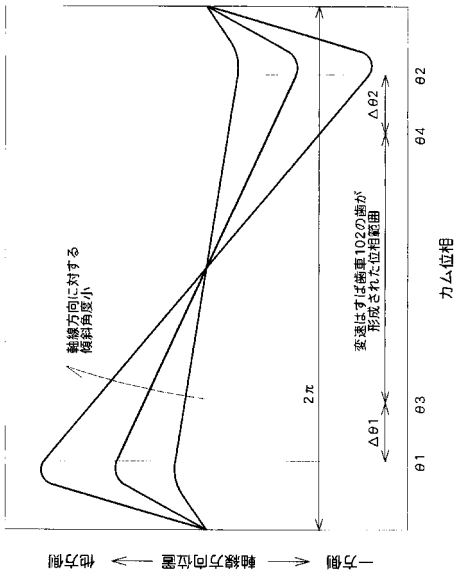
【図１５】



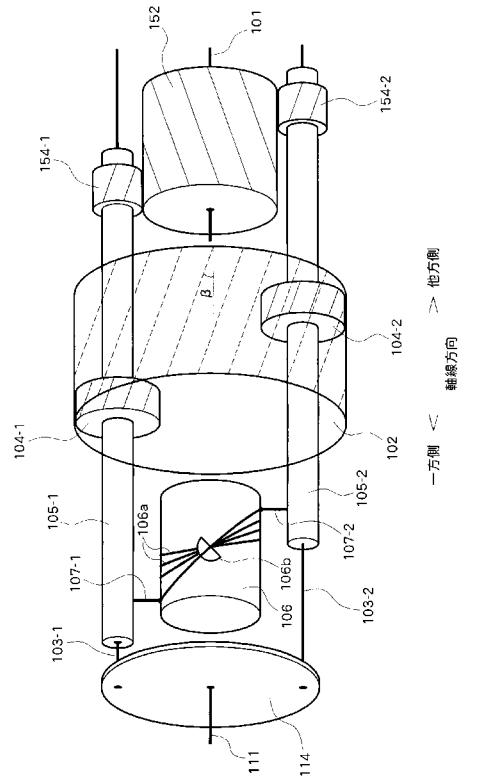
【図１６】



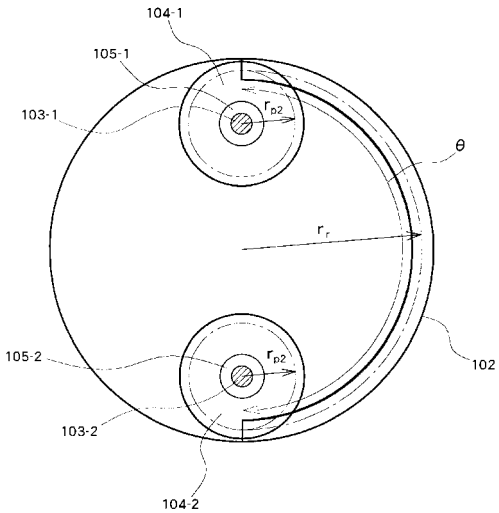
【図１７】



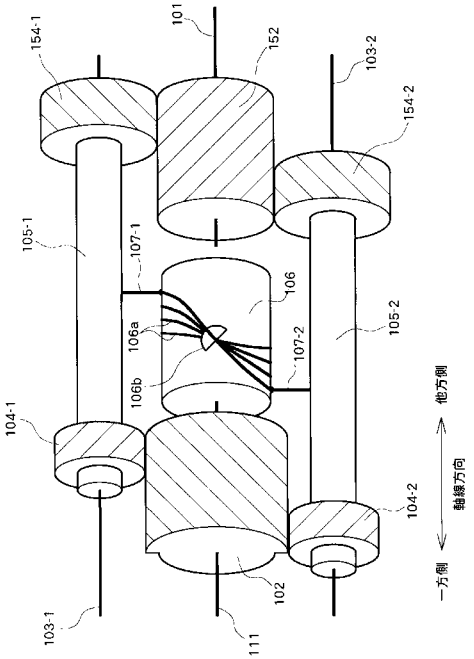
【図１８】



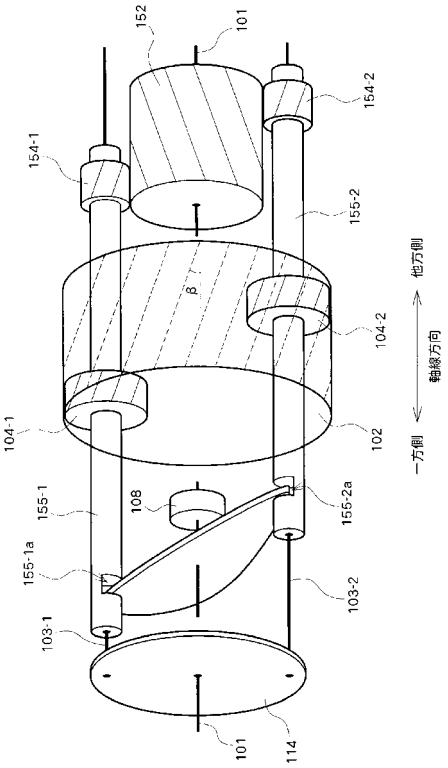
【図１９】



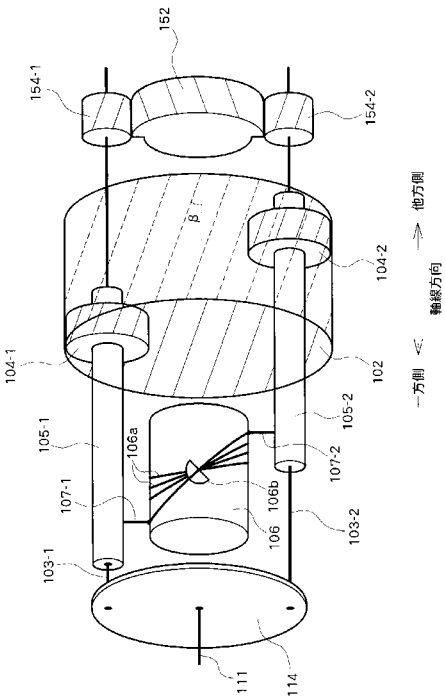
【図２０】



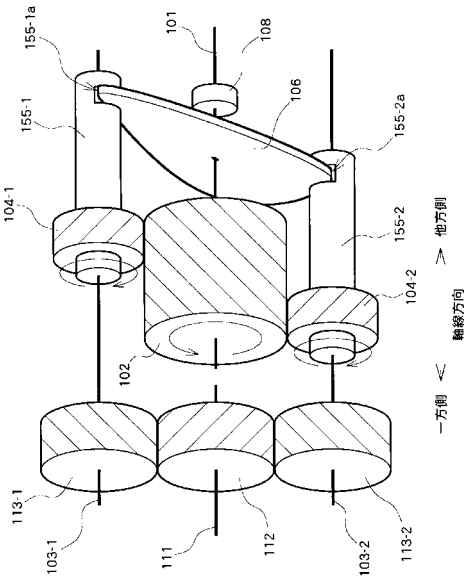
【図２１】



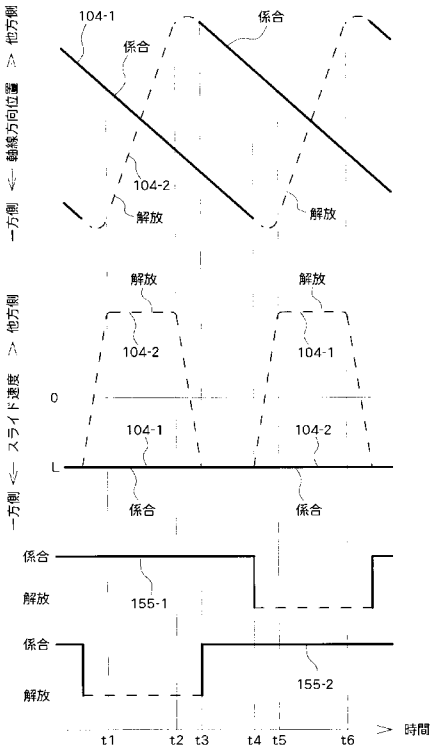
【図２２】



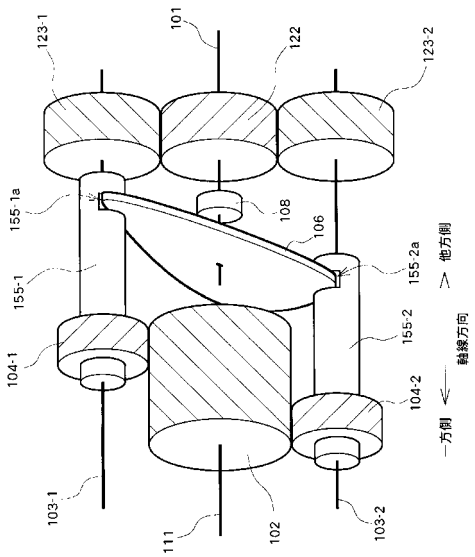
【図２３】



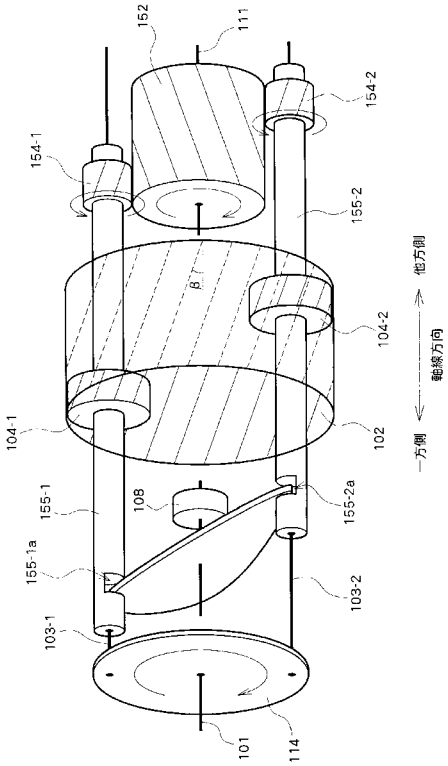
【図２４】



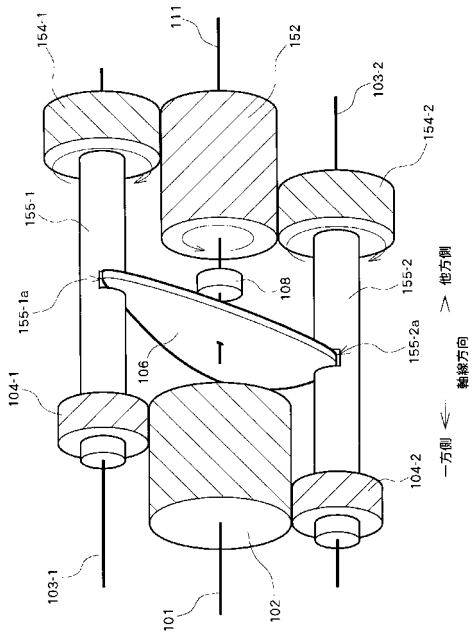
【図２５】



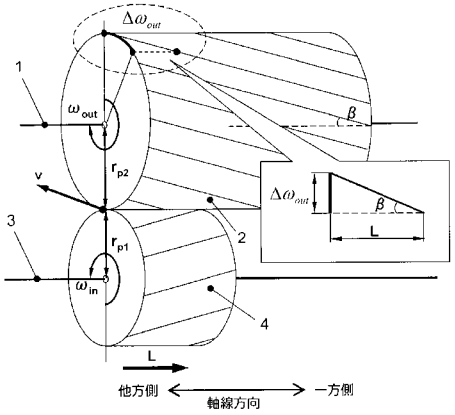
【図２６】



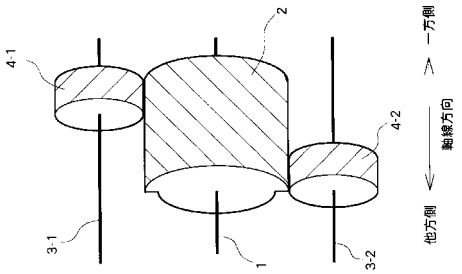
【図２７】



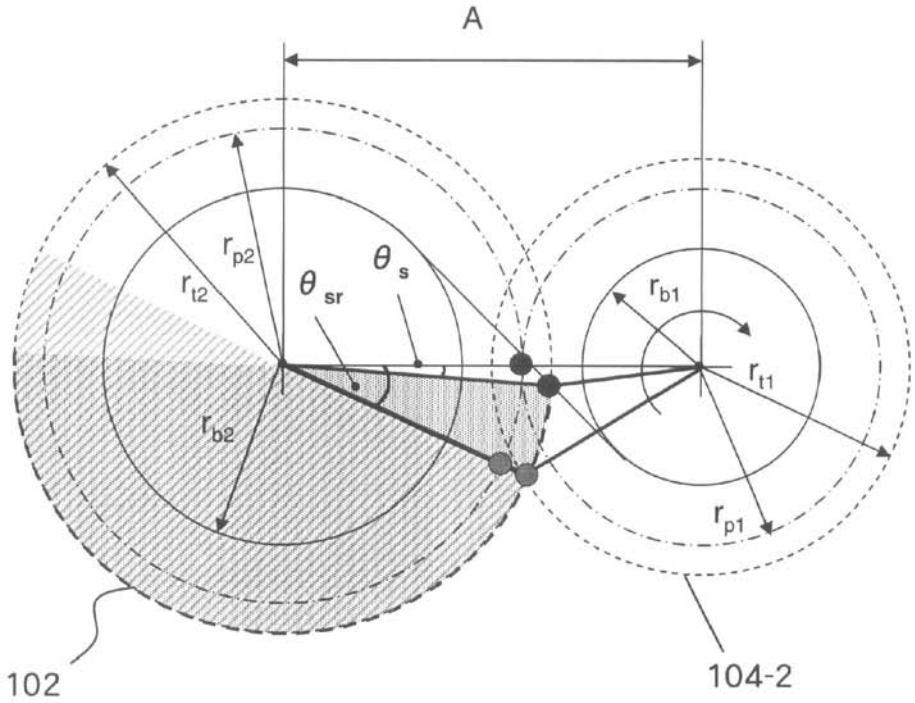
【図２８】


Δω out
1
ω out
β
r p2
v
Δω out
β
L
3
r p1
2
ω in
4
L
他方側
軸線方向
一方側

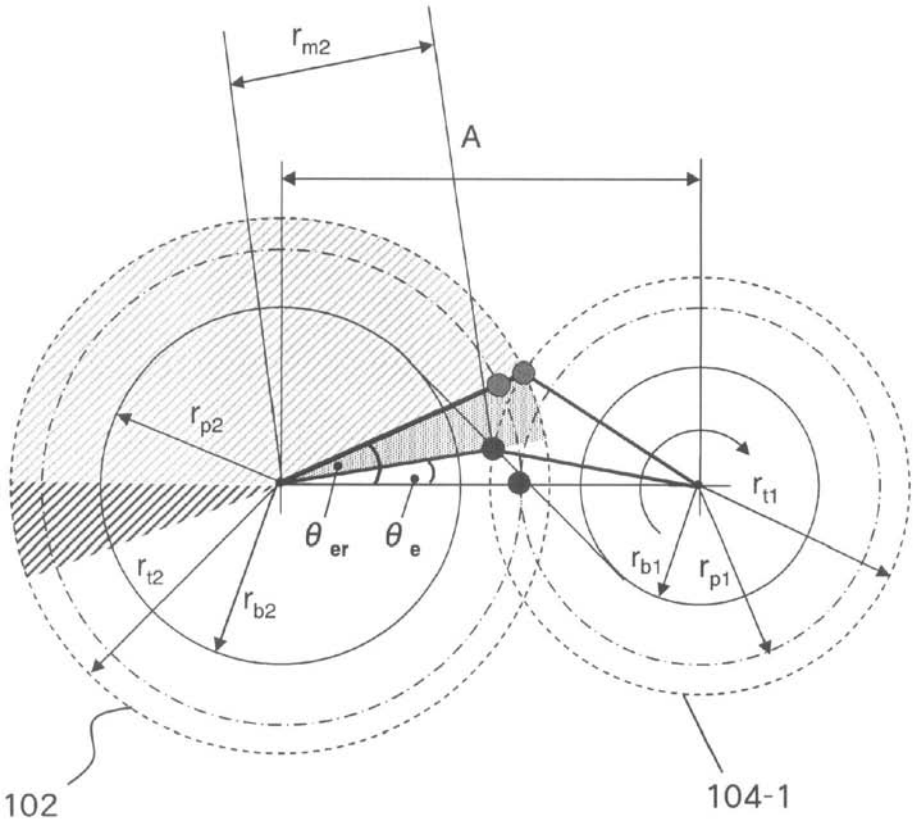
【図２９】


2
4-1
4-2
3-1
1
3-2
一方側
軸線方向
他方側

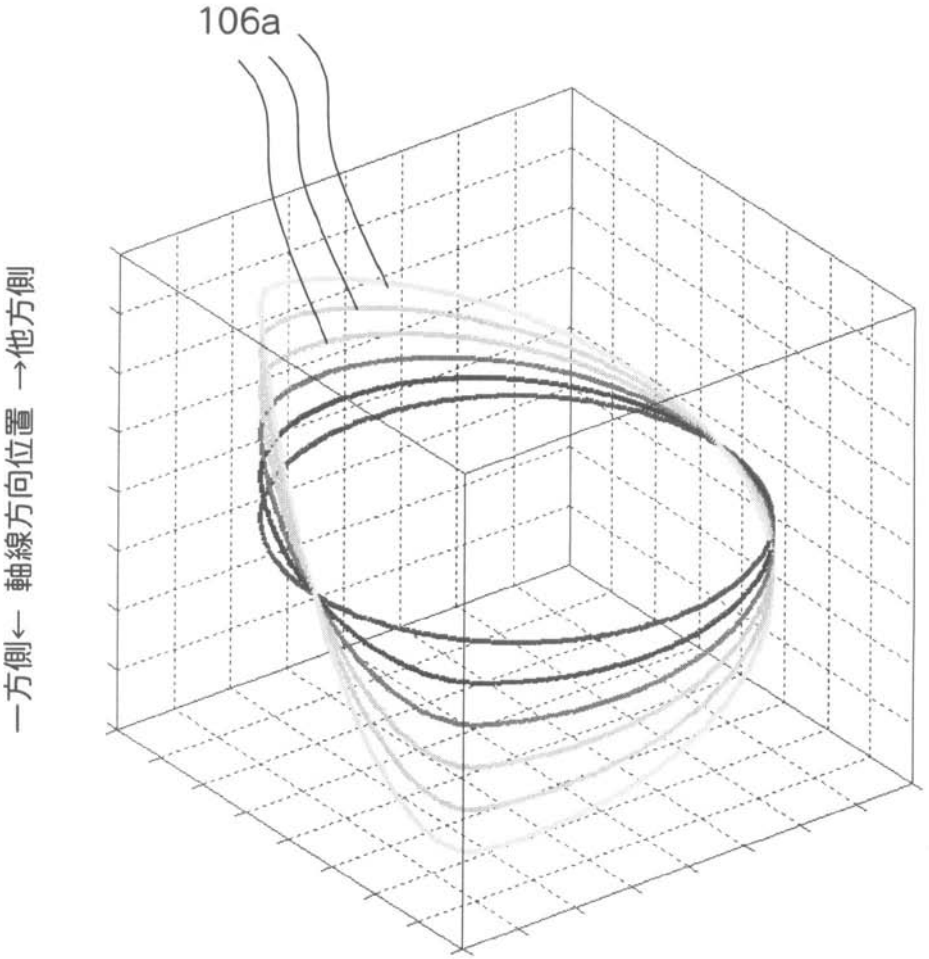
【図６】



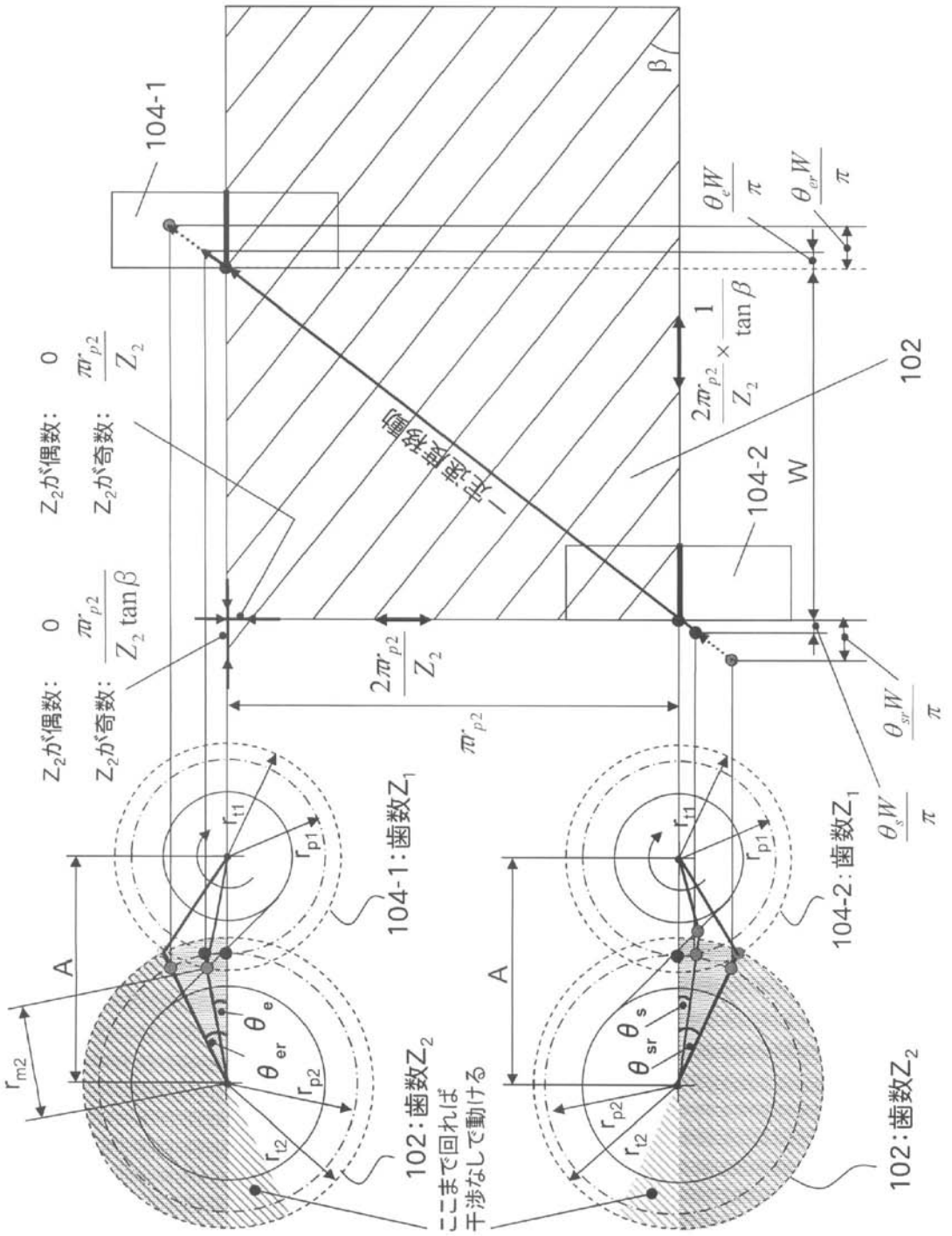
【図７】



【図９】



【図１１】


104-1
104-2
102
W
β
$\frac{\theta_e W}{\pi}$
$\frac{\theta_{er} W}{\pi}$
$\frac{\theta_{sr} W}{\pi}$
$\frac{\theta_s W}{\pi}$
$\frac{2\pi r_{p2}}{Z_2} \times \frac{1}{\tan\beta}$
$\frac{2\pi r_{p2}}{Z_2}$
πr_{p2}
Z_2が偶数: 0
Z_2が奇数: $\frac{\pi r_{p2}}{Z_2}$
Z_2が偶数: 0
Z_2が奇数: $\frac{\pi r_{p2}}{Z_2 \tan\beta}$
104-1:歯数Z_1
104-2:歯数Z_1
102:歯数Z_2
102:歯数Z_2
ここまで回れば
干渉なしで動ける
A
A
r_{m2}
r_{t1}
r_{p1}
r_{p2}
r_{t2}
θ_e
θ_{er}
θ_s
θ_{sr}

フロントページの続き

(72)発明者　西澤　博幸
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者　大澤　正敬
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内

Ｆターム(参考) 3J028 EA21　EB10　EB16　FA06　FB03　FC35　FC43　FC64　HA26　HB15
HB30　HC30