

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6408327号
(P6408327)

(45) 発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日(2018.9.28)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 H 15/52 (2006.01)

F 1 6 H 15/04 (2006.01)

F 1 6 H 15/52 A

F 1 6 H 15/04

請求項の数 17 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-200991 (P2014-200991)	(73) 特許権者	000107147
(22) 出願日	平成26年9月30日 (2014.9.30)		日本電産シンボ株式会社
(65) 公開番号	特開2016-70393 (P2016-70393A)		京都府長岡京市神足寺田 1 番地
(43) 公開日	平成28年5月9日 (2016.5.9)	(74) 代理人	000232302
審査請求日	平成29年9月22日 (2017.9.22)		日本電産株式会社
		(74) 代理人	100107847
			弁理士 大槻 聡
		(72) 発明者	岡村 暉久夫
			京都府長岡京市神足寺田 1 番地 日本電産
			シンボ株式会社内
		(72) 発明者	井上 仁
			京都府長岡京市神足寺田 1 番地 日本電産
			シンボ株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 摩擦式無段変速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上下方向に延びる主軸を中心とする環状の第 1 転動体と、
前記主軸を中心とする環状の第 2 転動体と、
前記主軸を中心とする環状の第 3 転動体と、
前記主軸の周方向に配置される複数の遊星ローラと、
前記遊星ローラを回転可能にそれぞれ支持する複数の支持ピンと、
前記主軸を含む断面上において前記支持ピンを傾斜自在に支持する遊星ローラ支持部とを有し、
前記遊星ローラは、前記支持ピンを中心とする外周上に円環形状の凹部を有し、
前記第 1 転動体は、前記凹部よりも軸方向下側において、径方向の一方から前記遊星ローラの転動面に接触し、前記第 3 転動体に対し、軸受を介して相対回転可能に支持され、
前記第 2 転動体は、前記凹部よりも軸方向上側において、径方向の前記一方から前記遊星ローラの転動面に接触し、前記第 3 転動体に対し、軸受を介して相対回転可能に支持され、
前記第 3 転動体は、径方向の他方から、前記遊星ローラの前記凹部に接触し、前記遊星ローラ支持部に対し、上下方向に相対移動可能に支持され、
前記第 3 転動体は、前記遊星ローラの前記凹部の内面に接触する円弧形状の接触部を有し、
前記凹部の内面は、前記主軸を含む断面上において円弧であり、

10

20

前記凹部の断面の曲率半径は、前記第 3 転動体の前記接触部の曲率半径よりも大きいことを特徴とする摩擦式無段変速機。

【請求項 2】

前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体は、前記遊星ローラに対し径方向外方から接触し、前記第 3 転動体は、前記遊星ローラに対し径方向内方から接触することを特徴とする請求項 1 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 3】

前記主軸に沿って配置されるシャフトを有し、
前記遊星ローラ支持部は、前記シャフトに固定され、
前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体は、前記シャフトに対して相対回転可能に支持され、
前記第 3 転動体は、前記シャフトに対して上下方向に相対移動可能に支持されることを特徴とする請求項 2 に記載の摩擦式無段変速機。 10

【請求項 4】

前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体は、前記遊星ローラに対し径方向内方から接触し、前記第 3 転動体は、前記遊星ローラに対し径方向外方から接触することを特徴とする請求項 1 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 5】

前記主軸に沿って互いに同軸に配置され、互いに相対的に回転可能な第 1 シャフト及び第 2 シャフトを有し、
前記第 1 転動体は、前記第 1 シャフトに固定され、
前記第 2 転動体は、前記第 2 シャフトに固定され、
前記遊星ローラ支持部は、前記第 1 シャフト及び前記第 2 シャフトに対して相対回転可能に支持されることを特徴とする請求項 4 に記載の摩擦式無段変速機。 20

【請求項 6】

前記第 1 転動体は、
径方向に延びる第 1 転動体支持部と、
前記第 1 転動体支持部の径方向外端に支持され、前記第 1 転動体支持部よりも軸方向上側に位置する第 1 転動体環状部と、
前記第 1 転動体支持部の径方向内端から軸方向下方へ延びる第 1 転動体円筒部とを有し、
前記第 1 転動体環状部が、前記遊星ローラに接触し、
前記第 1 転動体円筒部が、軸受を介して前記シャフトに支持されることを特徴とする請求項 3 に記載の摩擦式無段変速機。 30

【請求項 7】

前記第 2 転動体は、
前記遊星ローラよりも軸方向下方において径方向に延びる第 2 転動体下支持部と、
前記遊星ローラよりも軸方向上方において径方向に延びる第 2 転動体上支持部と、
前記第 2 転動体下支持部の径方向外端及び前記第 2 転動体上支持部の径方向外端を繋ぐ第 2 転動体円筒部と、
前記第 2 転動体円筒部の内周面に固定される第 2 転動体環状部とを有し、
前記第 2 転動体環状部が、前記遊星ローラに接触し、
前記第 2 転動体上支持部が、軸受を介して前記シャフトに支持され、
前記第 2 転動体下支持部が、軸受を介して前記第 1 転動体円筒部に支持されることを特徴とする請求項 6 に記載の摩擦式無段変速機。 40

【請求項 8】

前記シャフト内に配置され、前記シャフトに対し上下方向に相対移動可能なロッドを有し、
前記第 3 転動体は、前記ロッドに対し回転可能に支持されることを特徴とする請求項 3 に記載の摩擦式無段変速機。 50

【請求項 9】

前記シャフトに対して前記第 3 転動体を上下方向に相対移動する歯車機構を有することを特徴とする請求項 3 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 10】

前記遊星ローラの転動面は、前記支持ピンと同軸の円錐面であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 11】

前記遊星ローラの前記転動面の円錐母線は、前記支持ピンに対し略 4 5 度の角度を有することを特徴とする請求項 10 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 12】

前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体の前記遊星ローラに対する接触部は、前記支持ピンの前記主軸に対する傾斜角を変化させたときの前記遊星ローラの前記転動面の円錐母線の包絡線であることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 13】

第 1 転動体又は第 2 転動体は、調圧カムを有することを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 14】

モータ回転部及びモータ静止部を有するモータを有し、
前記モータ静止部は、前記シャフトに固定され、
前記モータ回転部は、前記第 1 転動体に固定されることを特徴とする請求項 3 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 15】

前記主軸に沿って互いに同軸に配置され、相対回転可能な第 1 シャフト及び第 2 シャフトを有し、

前記遊星ローラ支持部は、前記第 1 シャフト及び前記第 2 シャフトに対して相対回転可能に支持され、

前記第 1 転動体は、前記第 1 シャフト及び前記第 2 シャフトに対して相対回転可能に支持され、

前記第 2 転動体は、前記第 2 シャフトに固定され、

前記第 3 転動体は、前記第 1 シャフトに対して上下方向に相対移動可能に支持されることを特徴とする請求項 2 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 16】

前記第 1 転動体は、

前記遊星ローラよりも軸方向下方において径方向に延びる第 1 転動体下支持部と、

前記遊星ローラよりも軸方向上方において径方向に延びる第 1 転動体上支持部と、

前記第 1 転動体下支持部の径方向外端及び前記第 1 転動体上支持部の径方向外端とを繋ぐ第 1 転動体円筒部と、

前記第 1 転動体円筒部の内周面に固定される第 1 転動体環状部とを有し、

前記第 1 転動体環状部が、前記遊星ローラに接触し、

前記第 1 転動体下支持部が、軸受を介して前記第 1 シャフトを支持し、

前記第 1 転動体上支持部が、軸受を介して前記第 2 シャフトを支持することを特徴とする請求項 15 に記載の摩擦式無段変速機。

【請求項 17】

前記第 2 転動体は、

径方向に延びる第 2 転動体支持部と、

前記第 2 転動体支持部の径方向外端に支持され、前記第 2 転動体支持部よりも軸方向下側に配置される第 2 転動体環状部と、

前記第 2 転動体支持部の径方向内端から軸方向上方へ延びる第 2 転動体円筒部とを有し、

前記第 2 転動体環状部が、前記遊星ローラに接触し、

前記第 2 転動体円筒部が、前記第 2 シャフトに嵌合されることを特徴とする請求項 1 5 又は 1 6 に記載の摩擦式無段変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、摩擦式無段変速機に係る。

【背景技術】

【0002】

複数の遊星ローラを有する無段変速機が従来から知られている（例えば、特許文献 1）。特許文献 1 に記載された無段変速機は、シャフト（105）に直交する平面上に複数の球（101）が分散されている。各球（101）は、片側に入力ディスクが接触し、反対側に出力ディスクが接触し、球（101）を介して、入力ディスク（110）から出力ディスク（134）へトルクが伝達される。

10

【0003】

各球（101）は、傾斜可変の球軸（102）を有し、シャフト（105）に対する球軸（102）の傾斜角を変化させることにより、入力ディスク（110）及び出力ディスク（134）の速度比を調整することができる。球（101）は、一对のアーム（103）により傾斜可変に支持され、球軸（102）の両端を支持する一对のアーム（103）は、ともに変速ローラ（126）に取り付けられている。このため、変速ローラ（126）をシャフト（105）に沿って変位させれば、シャフト（105）に対する球軸（102）の傾斜角が変化し、入力ディスク（110）に対する出力ディスク（134）の速度比が変化する。

20

【0004】

このような従来の無段変速機は、変速機構が複雑であるため、部品点数が多くなり、変速機の重量が重くなるという問題があった。また、製造コストを低減することが難しいという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

30

【特許文献 1】特開 2011 - 231929 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、摩擦式無段変速機の伝達性能の向上と部品点数の削減を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明による摩擦式無段変速機は、上下方向に延びる主軸を中心とする環状の第 1 転動体と、前記主軸を中心とする環状の第 2 転動体と、前記主軸を中心とする環状の第 3 転動体と、前記主軸の周方向に配置される複数の遊星ローラと、前記遊星ローラを回転可能にそれぞれ支持する複数の支持ピンと、前記主軸を含む断面上において前記支持ピンを傾斜自在に支持する遊星ローラ支持部とを有している。前記遊星ローラは、前記支持ピンを中心とする外周上に円環形状の凹部を有する。前記第 1 転動体は、前記凹部よりも軸方向下側において、径方向の一方から前記遊星ローラの転動面に接触し、前記第 3 転動体に対し、軸受を介して相対回転可能に支持される。前記第 2 転動体は、前記凹部よりも軸方向上側において、径方向の前記一方から前記遊星ローラの転動面に接触し、前記第 3 転動体に対し、軸受を介して相対回転可能に支持される。前記第 3 転動体は、径方向の他方から、前記遊星ローラの前記凹部に接触し、前記遊星ローラ支持部に対し、上下方向に相対移動可能に支持される。前記第 3 転動体は、前記遊星ローラの前記凹部の内面に接触する円弧

40

50

形状の接触部を有する。前記凹部の内面は、前記主軸を含む断面上において円弧である。
前記凹部の断面の曲率半径は、前記第 3 転動体の前記接触部の曲率半径よりも大きい。

【 0 0 0 8 】

このような構成を採用することにより、第 3 転動体を上下方向に移動させると、支持ピンが傾き、ともに遊星ローラの転動面に接触する第 1 転動体に対する第 2 転動体の回転数の比が変化する。このため、複雑な機構を採用することなく、変速比を連続して変化させることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、複雑な機構を採用することなく、速度比を連続して変化させることができ、摩擦式無段変速機の部品点数を削減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 による無段変速機 1 0 0 の一構成例を示した図である。

【 図 2 】 第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の接触部 3 1 C , 3 2 C の形状についての説明図である。

【 図 3 】 図 2 の一部を拡大して示した拡大図である。

【 図 4 】 変速比と回転トルクについての説明図である。

【 図 5 】 遊星ローラ 2 0 の凹部 2 3 0 及び第 3 転動体 3 3 の接触部 3 3 C の形状の一例を示した図である。

【 図 6 】 遊星ローラ 2 0 の凹部 2 3 0 及び第 3 転動体 3 3 の接触部 3 3 C の形状の他の例を示した図である。

【 図 7 】 本発明の実施の形態 2 による無段変速機 1 0 1 の要部についての一構成例を示した図である。

【 図 8 】 本発明の実施の形態 3 による無段変速機 1 0 2 の一構成例を示した図である。

【 図 9 】 本発明の実施の形態 4 による無段変速機 1 0 3 の一構成例を示した図である。

【 図 1 0 】 本発明の実施の形態 5 による無段変速機 1 0 4 の一構成例を示した図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。本明細書では、便宜上、無段変速機の主軸 J の方向を上下方向として説明するが、本発明による無段変速機の使用時における姿勢を限定するものではない。また、主軸 J の方向を単に「軸方向」と呼び、主軸 J を中心とする径方向及び周方向を単に「径方向」及び「周方向」と呼ぶことにする。

【 0 0 1 2 】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 による無段変速機 1 0 0 の一構成例を示した図であり、主軸 J を含む平面で切断したときの断面が示されている。なお、図 1 は、説明の便宜上、主軸 J を挟んで左側と右側に、それぞれ異なる動作状態の断面が示されている。

【 0 0 1 3 】

無段変速機 1 0 0 は、自転車用の摩擦式無段変速機であり、変速機能を有するハブとして、自転車の車輪に組み込まれる。なお、本発明に係る無段変速機は、自転車用に限定されず、また、ハブとして車輪に組み込まれるものにも限定されない。

【 0 0 1 4 】

無段変速機 1 0 0 は、シャフト 1 0、調整ロッド 1 2、遊星ローラ 2 0、第 1 転動体 3 1、第 2 転動体 3 2 及び第 3 転動体 3 3 を備えている。以下、これらの各部品について詳しく説明する。

【 0 0 1 5 】

[シャフト 1 0]

10

20

30

40

50

シャフト１０は、軸方向（上下方向）に延びる略円柱形状の部材である。シャフト１０は、主軸Ｊと一致する中心軸を有し、両端が一对のドロップアウト１１によって支持される。ドロップアウト１１は、自転車フレームに設けられたハブ取付部である。また、シャフト１０内には、調整ロッド１２を収容するための軸方向に延びる中空部１３が設けられている。例えば、シャフト１０内において軸方向に延びる円柱形状の空間が中空部１３として形成される。この場合、シャフト１０は、軸方向の少なくとも一部において円筒形状となる。

【００１６】

[調整ロッド１２]

調整ロッド１２は、軸方向に延びる部材であり、例えば、略円柱形状を有し、シャフト１０の中空部１３内に配置されている。第３転動体３３は、ピン３３Ｐを介して、調整ロッド１２に支持され、調整ロッド１２とともに軸方向に移動する。このため、調整ロッド１２は、シャフト１０に対し、相対回転することはできないが、軸方向に相対移動することができる。

10

【００１７】

[遊星ローラ２０]

遊星ローラ２０は、主軸Ｊを中心とする周方向に配置される転動体である。無段変速機１００は、複数の遊星ローラ２０を有し、これらの遊星ローラ２０は、主軸Ｊと直交する平面内において周方向に等間隔で配列される。各遊星ローラ２０は、同一形状の２つの円錐台の底面を接合したダブルコーン形状の接合部の外周に凹部２３０を形成した形状を有する。

20

【００１８】

支持ピン２１は、遊星ローラ２０を回転可能に支持する。また、支持ピン２１は、遊星ローラ支持部２２により、主軸Ｊを含む平面内において傾斜自在に支持される。

【００１９】

遊星ローラ支持部２２は、支持ピン２１を傾斜自在に支持する。また、遊星ローラ支持部２２は、シャフト１０に固定されている。遊星ローラ支持部２２は、支持ピン２１の両端をそれぞれ支持する一对のガイド部２２ｇを有する。一对のガイド部２２ｇは、例えば、主軸Ｊを含む平面上において同心に配置された円弧形状を有し、支持ピン２１の両端は、これらのガイド部２２ｇに沿って移動自在に支持される。

30

【００２０】

[転動面２３]

転動面２３は、遊星ローラ２０の外周面であり、支持ピン２１を中心とする円で構成される。転動面２３は、円環形状の凹部２３０と、凹部２３０よりも軸方向下方の第１円錐面２３１と、凹部２３０よりも軸方向上方の第２円錐面２３２とにより構成される。

【００２１】

凹部２３０は、第３転動体３３が接触する転動面である。凹部２３０は、遊星ローラ２０の外周面を支持ピン２１に向かって窪ませた断面を有し、当該断面は円弧で構成される。また、凹部２３０は、支持ピン２１の長手方向の略中央に配置され、支持ピン２１を中心とする円環形状を有する。つまり、凹部２３０は、支持ピン２１と同軸の円環形状を有する溝部である。

40

【００２２】

第１円錐面２３１は、第１転動体３１が接触する転動面である。第１円錐面２３１は、支持ピン２１と同軸の円錐面であり、凹部２３０よりも下方に配置され、凹部２３０から遠ざかるほど窄まる形状を有する。また、第１円錐面２３１は、凹部２３０と隣接して配置され、第１円錐面２３１の上端は、凹部２３０の下端と一致する。

【００２３】

第２円錐面２３２は、第２転動体３２が接触する転動面である。第２円錐面２３２は、支持ピン２１と同軸の円錐面であり、凹部２３０よりも上方に配置され、凹部２３０から遠ざかるほど窄まる形状を有する。また、第２円錐面２３２は、凹部２３０と隣接して配

50

置され、第２円錐面２３２の下端は、凹部２３０の上端と一致する。

【００２４】

[第１転動体３１]

第１転動体３１は、シャフト１０に対し、相対回転可能に支持され、遊星ローラ２０に対し、主軸Ｊの径方向外側から接触する。第１転動体３１は、主軸Ｊを中心とする環状形状を有する。より具体的には、第１転動体３１は、第１転動体支持部３１０、第１転動体環状部３１１及び第１転動体円筒部３１２により構成される。

【００２５】

第１転動体支持部３１０は、径方向に延びる略円板形状を有する。第１転動体支持部３１０は、さらに小径支持部３１０Ａ、円環部３１０Ｂ及びボルト３１０Ｃによって構成される。円環部３１０Ｂは、小径支持部３１０Ａよりも大きな外径を有し、小径支持部３１０Ａに対しボルト３１０Ｃで固定されている。

10

【００２６】

第１転動体環状部３１１は、環状形状を有し、第１転動体支持部３１０の径方向外端から軸方向上方に延びる。第１転動体環状部３１１の下端は、調圧カム３１Ａを介して、第１転動体支持部３１０の円環部３１０Ｂに支持される。第１転動体環状部３１１は、その上端近傍の内周面に遊星ローラ２０に接触する接触部３１Ｃを有する。当該接触部３１Ｃは、遊星ローラ２０の第１円錐面２３１に対し、主軸Ｊの径方向外側から接触する。調圧カム３１Ａは、主軸Ｊを中心とする回転トルクを利用して、軸方向の付勢力を発生する。このため、第１転動体環状部３１１は、遊星ローラ２０の転動面２３に押しつけられ、過不足のない適切な接触圧が確保される。

20

【００２７】

第１転動体円筒部３１２は、円筒形状を有し、第１転動体支持部３１０の径方向内端から軸方向下方へ延びる。第１転動体円筒部３１２は、軸受４１を介してシャフト１０に支持される。第１転動体円筒部３１２の外周面には、スプロケット５０が固定されている。スプロケット５０は、図示しない動力伝達チェーンと連結されるチェーンホイールである。

【００２８】

[第２転動体３２]

第２転動体３２は、無段変速機１００のハウジングであり、遊星ローラ２０、第１転動体３１及び第３転動体３３を収容する。第２転動体３２は、シャフト１０及び第１転動体３１に対し、相対回転可能に支持され、遊星ローラ２０に対し、主軸Ｊの径方向外側から接触する。

30

【００２９】

第２転動体３２は、主軸Ｊを中心とする環状形状を有する。より具体的には、第２転動体３２は、第２転動体上支持部３２０、第２転動体下支持部３２１、第２転動体円筒部３２２及び第２転動体環状部３２３により構成される。

【００３０】

第２転動体上支持部３２０は、径方向に延びる略円板形状を有し、遊星ローラ２０よりも軸方向上方に配置される。また、第２転動体上支持部３２０は、軸受４２Ａを介して、シャフト１０に支持される。

40

【００３１】

第２転動体下支持部３２１は、径方向に延びる略円板形状を有し、遊星ローラ２０よりも軸方向下方に配置される。また、第２転動体下支持部３２１は、第１転動体支持部３１０よりも軸方向下方に配置され、軸受４２Ｂを介して、第１転動体円筒部３１２に支持される。

【００３２】

第２転動体円筒部３２２は、円筒形状を有し、第２転動体上支持部３２０の径方向外端及び第２転動体下支持部３２１の径方向外端を繋いでいる。第２転動体円筒部３２２は、車輪ハブの外周面に相当する。

50

【 0 0 3 3 】

第 2 転動体環状部 3 2 3 は、円環形状を有し、第 2 転動体円筒部 3 2 2 の内周面に固定される。第 2 転動体環状部 3 2 3 は、その下端近傍の内周面に遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 2 C を有する。当該接触部 3 2 C は、遊星ローラ 2 0 の第 2 円錐面 2 3 2 に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。

【 0 0 3 4 】

[第 3 転動体 3 3]

第 3 転動体 3 3 は、主軸 J を中心とする環状形状を有し、軸受 4 3 を介して、調整ロッド 1 2 に支持される。つまり、第 3 転動体 3 3 は、シャフト 1 0 に対して軸方向に相対移動可能に支持されるとともに、シャフト 1 0 に対して相対回転可能に支持されている。

10

【 0 0 3 5 】

第 3 転動体 3 3 は、遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 3 C を有する。当該接触部 3 3 C は、遊星ローラ 2 0 の凹部 2 3 0 の内面に対し、主軸 J の径方向内側から接触する。当該接触部 3 3 C は、主軸 J を含む断面において、径方向外方に向かって凸となる円弧形状を有する。

【 0 0 3 6 】

[無段変速機 1 0 0 の動作]

次に、無段変速機 1 0 0 の動作について説明する。無段変速機 1 0 0 では、第 1 転動体 3 1 が入力側、第 2 転動体 3 2 が出力側として用いられる。第 1 転動体 3 1 は、スプロケット 5 0 を介して、図示しない動力伝達チェーンから回転トルクが与えられる。当該回転トルクは、遊星ローラ 2 0 を介して、第 2 転動体 3 2 に伝達される。

20

【 0 0 3 7 】

第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の回転数の比は、シャフト 1 0 に対する支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて変化する。従って、調整ロッド 1 2 を軸方向に移動させ、支持ピン 2 1 の傾きを変化させることにより、無段変速機 1 0 0 の変速比を変化させることができる。

【 0 0 3 8 】

調整ロッド 1 2 は、シャフト 1 0 に対し、軸方向に相対移動可能であり、第 3 転動体 3 3 は、調整ロッド 1 2 とともに軸方向に移動する。これに対し、遊星ローラ支持部 2 2 はシャフト 1 0 に固定されている。このため、調整ロッド 1 2 を軸方向に移動させることにより、第 3 転動体 3 3 は、遊星ローラ支持部 2 2 に対し、軸方向に相対移動する。

30

【 0 0 3 9 】

ここで、支持ピン 2 1 は、遊星ローラ支持部 2 2 により傾斜自在に支持されている。また、第 3 転動体 3 3 の接触部 3 3 C は、遊星ローラの凹部 2 3 0 の内面に接触している。このため、第 3 転動体 3 3 が、遊星ローラ支持部 2 2 に対し、軸方向に相対移動すれば、支持ピン 2 1 が傾き、無段変速機 1 0 0 の変速比が変化する。

【 0 0 4 0 】

[接触部 3 1 C , 3 2 C の形状]

図 2 及び図 3 は、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の接触部 3 1 C , 3 2 C の形状についての説明図である。図 2 には、主軸 J に対する支持ピン 2 1 の傾斜角が異なる 3 つの遊星ローラ 2 0 が重複して記載されている。図 3 は、図 2 の一部を拡大して示した拡大図である。

40

【 0 0 4 1 】

図中の a 1 ~ a 3 は、第 1 転動体 3 1 と遊星ローラ 2 0 との接触点の一例であり、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて、第 1 転動体 3 1 の接触部 3 1 C 上を移動する。また、図中の b 1 ~ b 3 は、第 2 転動体 3 2 と遊星ローラ 2 0 との接触点の一例であり、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて、第 2 転動体 3 2 の接触部 3 2 C 上を移動する。

【 0 0 4 2 】

遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 は、球面ではなく、第 1 円錐面 2 3 1 及び第 2 円錐面 2 3 2 を含んでいる。このため、主軸 J に対する支持ピン 2 1 の傾斜角が変化すれば、主軸 J

50

に対する転動面 2 3 の傾斜角も変化する。一方、転動面 2 3 と接触する接触部 3 1 C , 3 2 C の形状は、支持ピン 2 1 の傾斜角を変化させたときの転動面 2 3 の包絡線と一致している。

【 0 0 4 3 】

支持ピン 2 1 の傾斜角にかかわらず、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の位置及び傾きは一定である。このため、接触部 3 1 C , 3 2 C の形状を上記包絡線と一致させることにより、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて、転動面 2 3 との接触点を接触部 3 1 C , 3 2 C 上において移動させることができる。その結果、支持ピン 2 1 の傾斜角にかかわらず、遊星ローラ 2 0 に対し、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 が良好に接触している状態を維持することができ、適切な接触圧を確保することができる。

10

【 0 0 4 4 】

第 1 転動体 3 1 の接触部 3 1 C の形状について、より具体的に説明する。遊星ローラ 2 0 の第 1 円錐面 2 3 1 の主軸 J に対する傾斜角は、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて変化する。一方、主軸 J を含む切断面における接触部 3 1 C の断面形状は、支持ピン 2 1 の傾斜角を変化させたときの第 1 円錐面 2 3 1 の母線の包絡線と一致する。このような構成により、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて、遊星ローラ 2 0 との接触点 a 1 ~ a 3 が接触部 3 1 C 上を移動することができる。従って、支持ピン 2 1 の傾斜角にかかわらず、遊星ローラ 2 0 の第 1 円錐面 2 3 1 に対し、第 1 転動体 3 1 が良好に接触している状態を維持することができる。なお、第 1 円錐面 2 3 1 の母線とは、第 1 転動体 3 1 との接触点を含む母線であり、支持ピン 2 1 を含む平面と、第 1 円錐面 2 3 1 との交線である。

20

【 0 0 4 5 】

また、第 2 転動体 3 2 の接触部 3 2 C の形状について、より具体的に説明する。遊星ローラ 2 0 の第 2 円錐面 2 3 2 の主軸 J に対する傾斜角は、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて変化する。一方、主軸 J を含む切断面における接触部 3 2 C の外形は、支持ピン 2 1 の傾斜角を変化させたときの第 2 円錐面 2 3 2 の母線の包絡線と一致する。このような構成により、支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて、遊星ローラ 2 0 との接触点 b 1 ~ b 3 が接触部 3 2 C 上を移動することができる。従って、支持ピン 2 1 の傾斜角にかかわらず、遊星ローラ 2 0 の第 2 円錐面 2 3 2 に対し、第 2 転動体 3 2 が良好に接触している状態を維持することができる。なお、第 2 円錐面 2 3 2 の母線とは、第 2 転動体 3 2 との接触点を含む母線であり、支持ピン 2 1 を含む平面と、第 2 円錐面 2 3 2 との交線である。

30

【 0 0 4 6 】

図 4 の (a) ~ (c) は、変速比と回転トルクについての説明図である。図中の (a) ~ (c) には、低速回転時、中速回転時、高速回転時の様子がそれぞれ示されている。まず、図 4 を用いて、支持ピン 2 1 の傾斜角と変速比との関係について説明する。次に、図 4 を用いて、支持ピン 2 1 の傾斜角と回転トルクとの関係について説明する。

【 0 0 4 7 】

[支持ピン 2 1 の傾斜と変速比の関係]

図 4 (b) では、支持ピン 2 1 が主軸 J と平行に配置されている。このため、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 は、回転半径が略一致する遊星ローラ 2 0 の外周上に接触する。その結果、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の回転数は略一致し、第 2 転動体 3 2 は中速で回転する。

40

【 0 0 4 8 】

図 4 (a) では、支持ピン 2 1 が主軸 J に対して傾斜し、支持ピン 2 1 の上端が下端よりも径方向外方に位置する。このため、第 2 転動体 3 2 は、図 4 (b) のときよりも回転半径がより小さな遊星ローラ 2 0 の外周上に接触し、第 1 転動体 3 1 は、図 4 (b) のときよりも回転半径がより大きな遊星ローラ 2 0 の外周上に接触する。その結果、第 2 転動体 3 2 の回転数は、第 1 転動体 3 1 よりも小さくなり、第 2 転動体 3 2 は低速で回転する。

【 0 0 4 9 】

図 4 (c) では、支持ピン 2 1 が主軸 J に対し (a) の場合とは反対方向に傾斜し、支

50

持ピン 2 1 の上端が下端よりも径方向内方に位置する。このため、第 2 転動体 3 2 は、図 4 (b) のときよりも回転半径がより大きな遊星ローラ 2 0 の外周上に接触し、第 1 転動体 3 1 は、図 4 (b) のときよりも回転半径がより小さな遊星ローラ 2 0 の外周上に接触する。その結果、第 2 転動体 3 2 の回転数は、第 1 転動体 3 1 より大きくなり、第 2 転動体 3 2 は、高速で回転する。

【 0 0 5 0 】

[支持ピン 2 1 の傾斜と回転トルクの関係]

第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 は、軸方向において、遊星ローラ 2 0 を挟んで配置される。また、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 は、調圧カム 3 1 A によって軸方向に付勢され、当該付勢力が法線力 3 1 F , 3 2 F に変換され、当該法線力 3 1 F , 3 2 F によって第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 が遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 に押しつけられる。つまり、転動体 3 1 の法線力 3 1 F の軸方向成分 3 1 f と、第 2 転動体 3 2 の法線力 3 2 F の軸方向成分 3 2 f とは、ともに一定であり、互いに逆向きで大きさが略一致する。

10

【 0 0 5 1 】

法線力 3 1 F , 3 2 F は、遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 に対し、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 を押しつける力であり、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の接触点における転動面 2 3 の法線方向に作用する。このため、法線力 3 1 F , 3 2 F の向きは、支持ピン 2 1 の傾きに依拠して変化し、法線力 3 1 F , 3 2 F の大きさも、支持ピン 2 1 の傾きに依拠して変化する。つまり、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 と、遊星ローラ 2 0 との間で伝達される回転トルクは、支持ピン 2 1 の主軸 J に対する傾きに依拠して変化する。

20

【 0 0 5 2 】

より具体的には、主軸 J に対する第 1 円錐面 2 3 1 の母線の傾斜角が小さくなるほど、第 1 転動体 3 1 の法線力 3 1 F は大きくなる。同様に、主軸 J に対する第 2 円錐面 2 3 2 の母線の傾斜角が小さくなるほど、第 2 転動体 3 2 の法線力 3 2 F は大きくなる。つまり、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 は、変速比に応じて回転数が小さくなるほど、遊星ローラ 2 0 との間で伝達される回転トルクが大きくなる。従って、変速比にかかわらず、常に最適な法線力 3 1 F , 3 2 F の比が得られ、回転トルクの比が得られる。その結果、無段変速機 1 0 0 の伝達性能を向上させ、高効率化することができる。

30

【 0 0 5 3 】

また、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 と、第 3 転動体 3 3 とは、径方向において遊星ローラ 2 0 を挟んで配置される。このため、第 3 転動体 3 3 は、遊星ローラ 2 0 を介して、第 1 転動体 3 1 の法線力 3 1 F と、第 2 転動体 3 2 の法線力 3 2 F との合力を受け、第 3 転動体 3 3 の法線力 3 3 F は、当該合力の反力となる。

【 0 0 5 4 】

図 4 (b) では、支持ピン 2 1 が主軸 J と平行に配置されているため、第 1 円錐面 2 3 1 及び第 2 円錐面 2 3 2 の母線は、傾斜する向きが異なるが、主軸 J に対する傾斜角は略一致している。従って、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の法線力 3 1 F , 3 2 F の大きさも略一致する。つまり、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 は、互いの回転数が略一致すれば、遊星ローラ 2 0 に対する伝達トルクも略一致する。

40

【 0 0 5 5 】

図 4 (a) では、第 1 円錐面 2 3 1 の母線の主軸 J に対する傾斜角が、第 2 円錐面 2 3 2 の母線の主軸 J に対する傾斜角よりも大きい。このため、第 1 転動体 3 1 の法線力 3 1 F は、図 4 (b) のときよりも小さくなる一方、第 2 転動体 3 2 の法線力 3 2 F は、図 4 (b) のときよりも大きくなる。つまり、図 4 (b) の場合と比較すれば、回転数が大きな第 1 転動体 3 1 は、遊星ローラ 2 0 に対する伝達トルクが小さくなり、回転数が小さな第 2 転動体 3 2 は、遊星ローラ 2 0 に対する伝達トルクが大きくなる。

【 0 0 5 6 】

図 4 (c) では、第 1 円錐面 2 3 1 の母線の主軸 J に対する傾斜角が、第 2 円錐面 2 3 2 の母線の主軸 J に対する傾斜角よりも小さい。このため、第 1 転動体 3 1 の法線力 3 1

50

Fは、図4(b)のときよりも大きくなる一方、第2転動体32の法線力 $32F$ は、図4(b)のときよりも小さくなる。つまり、図4(b)の場合と比較すれば、回転数が小さな第1転動体31は、遊星ローラ20に対する伝達トルクが大きくなり、回転数が大きな第2転動体32は、遊星ローラ20に対する伝達トルクが小さくなる。

【0057】

発明者らの検証結果によれば、第1円錐面231及び第2円錐面232の母線が、支持ピン21に対し略45度の角度を有している場合に、無段変速機100の効率が最も良好になることがわかった。

【0058】

[凹部230 / 接触部33Cの形状]

10

図5は、遊星ローラ20の凹部230及び第3転動体33の接触部33Cの形状の一例を示した図であり、主軸Jを含む断面が示されている。

【0059】

第3転動体33の接触部33Cは円弧からなる。つまり、互いに接触する遊星ローラ20の凹部230及び第3転動体33の接触部33Cは、いずれも主軸Jを含む断面上において円弧となる。このため、接触部33C及び凹部230が損傷又は摩耗するのを抑制することができる。

【0060】

また、接触部33Cの曲率半径Rは、凹部230の曲率半径Rと略一致するが、接触部33Cの円弧の長さは、凹部230の円弧の長さよりも長い。つまり、接触部33Cが凹部230の内面に接触している状態において、凹部230の円弧は、接触部33Cの円弧の一部と一致している。このため、接触部33Cが凹部230の内面に接触している状態を維持しつつ、軸方向の一定の範囲内において、第3転動体33をスムーズに移動させることができる。

20

【0061】

図6は、遊星ローラ20の凹部230及び第3転動体33の接触部33Cの形状の他の例を示した図であり、主軸Jを含む断面が示されている。

【0062】

第3転動体33の接触部33Cは円弧からなる。つまり、互いに接触する凹部230及び接触部33Cは、ともに、主軸Jを含む断面上において円弧になる。このため、接触部33C及び凹部230が、損傷又は摩耗するのを抑制することができる。

30

【0063】

また、接触部33Cの曲率半径rは、凹部230の曲率半径Rよりも小さい。つまり、接触部33Cの先端が凹部230の内面の最深部に接触している状態において、接触部33Cと凹部230との間には、上下方向に隙間が形成される。このため、接触部33Cが凹部230の内面に接触している状態を維持しつつ、軸方向の一定の範囲内において、第3転動体33をスムーズに移動させることができる。また、図5の場合に比べて、第3転動体33の移動可能な距離が長くなり、主軸Jに対する支持ピン21の傾斜角の変化範囲が広がる。このため、実現できる変速比の範囲が広がる。

【0064】

40

本実施の形態による無段変速機100は、遊星ローラ20が円環状の凹部230を有し、第3転動体33が当該凹部230の内面に接触している。このため、第3転動体33を軸方向に移動させれば、遊星ローラ20の支持ピン21を傾け、変速比を変化させることができる。このため、従来のような複雑な変速機構を有することなく、無段変速機を実現することができる。従って、無段変速機の部品点数を削減することができる。その結果、無段変速機を小型化し、あるいは、軽量化することができる。また、無段変速機の製造コストを低減して安価に提供することができる。

【0065】

また、本実施の形態による無段変速機100は、遊星ローラ20の転動面23が、第1円錐面231及び第2円錐面232を有し、第1転動体31が第1円錐面231に接触し

50

、第２転動体３２が第２円錐面２３２に接触している。このため、第１転動体３１及び第２転動体３２は、変速比に応じて回転数が小さくなれば、回転トルクが大きくなる。このため、無段変速機の効率を向上させることができる。

【００６６】

また、本実施の形態による無段変速機１００は、遊星ローラ２０に接触する第１転動体３１の接触部３１Ｃの形状を、支持ピン２１の傾きを変化させたときの第１円錐面２３１の母線の包絡線に一致させている。同様にして、遊星ローラ２０に接触する第２転動体３２の接触部３２Ｃの形状を、支持ピン２１の傾きを変化させたときの第２円錐面２３２の母線の包絡線に一致させている。このため、支持ピン２１の傾きが変化しても、第１転動体３１及び第２転動体３２が遊星ローラ２０の転動面２３に接触している状態を維持することができる。従って、転動面２３として第１円錐面２３１及び第２円錐面２３２を有する遊星ローラ２０を採用することができる。

10

【００６７】

また、本実施の形態によれば、径方向外側から遊星ローラ２０に接触する第１転動体３１を入力側とし、径方向外側から遊星ローラ２０に接触する第２転動体３２を出力側として動作する無段変速機１００を実現することができる。なお、入力側と出力側とを入れ替え可能であることは言うまでもない。

【００６８】

なお、本実施の形態では、遊星ローラ２０が、第１円錐面２３１及び第２円錐面２３２を含む場合の例について説明したが、本発明は、このような構成のみに限定されない。例えば、遊星ローラ２０は、環状形状の凹部２３０が設けられた球であってもよい。この場合、凹部２３０より上方の球面に第１転動体３１が接触し、凹部２３０より下方の球面に第２転動体３２が接触する。

20

【００６９】

実施の形態２．

実施の形態１では、遊星ローラ２０が、円環状の凹部２３０を有する場合について説明した。これに対し、本実施の形態では、遊星ローラ２０が、円環状の凸部２３３を有する場合について説明する。

【００７０】

図７は、本発明の実施の形態２による無段変速機１０１の要部についての一構成例を示した図であり、遊星ローラ２０及びその周辺に配置された構成要素のみが示されている。本実施の形態による無段変速機１０１は、図１の無段変速機１００と比べれば、遊星ローラ２０及び第３転動体３３の形状が異なっている。なお、その他の構成は、図１の無段変速機１００（実施の形態１）の場合と同様であるため、重複する説明を省略する。

30

【００７１】

遊星ローラ２０の転動面２３は、円環形状の凸部２３３と、凸部２３３よりも軸方向下方の第１円錐面２３１と、凸部２３３よりも軸方向上方の第２円錐面２３２とにより構成される。凸部２３３は、第３転動体３３が接触する転動面である。凸部２３３は、遊星ローラ２０の外周面を突出させた断面を有し、当該断面は円弧で構成される。また、凸部２３３は、支持ピン２１の長手方向の略中央に配置され、支持ピン２１を中心とする円環形状を有する。

40

【００７２】

第３転動体３３は、遊星ローラ２０に対し、主軸Ｊの径方向内側から接触する。第３転動体３３は、遊星ローラ２０の凸部２３３が接触する接触部３３Ｃを有する。当該接触部３３Ｃは、径方向内方に向かって窪ませた円弧形状の断面を有する。つまり、接触部３３Ｃの内面に遊星ローラ２０の凸部２３３が接触する。

【００７３】

本実施の形態によれば、実施の形態１の場合と同様にして、第３転動体３３を軸方向に移動させ、支持ピン２１の傾きを変化させることにより、無段変速機１０１の変速比を変化させることができる。

50

【 0 0 7 4 】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 では、モータを有しない無段変速機 1 0 0 について説明した。これに対し、本実施の形態では、モータを有する無段変速機 1 0 2 について説明する。

【 0 0 7 5 】

図 8 は、本発明の実施の形態 3 による無段変速機 1 0 2 の一構成例を示した図である。本実施の形態による無段変速機 1 0 2 は、図 1 の無段変速機 1 0 0 と比べれば、モータ 6 を有する点が異なっている。なお、その他の構成は、図 1 の無段変速機 1 0 0 (実施の形態 1) の場合と同様であるため、重複する説明を省略する。

【 0 0 7 6 】

モータ 6 は、第 2 転動体下支持部 3 2 1 とスプロケット 5 0 の間に設けられ、第 1 転動体円筒部 3 1 2 を回転駆動する。モータ 6 は、モータ静止部及びモータ回転部により構成される。モータ静止部は、モータ支持部 5 1 を介して、ドロップアウト 1 1 に支持される。つまり、モータ静止部は、シャフト 1 0 に固定されている。一方、モータ回転部は、主軸 J を中心として回転可能に支持される。

【 0 0 7 7 】

モータ回転部は、ロータ 6 2 及びマグネット 6 3 を有する。ロータ 6 2 は、径方向に延びる円板形状を有し、第 1 転動体円筒部 3 1 2 に固定されている。マグネット 6 3 は、ロータ 6 2 の上面及び下面に取り付けられている。

【 0 0 7 8 】

モータ静止部は、ハウジング 6 0 及びステータ 6 1 を有する。ハウジング 6 0 は、モータ蓋部 6 0 1、モータ底部 6 0 2 及びモータ円筒部 6 0 3 を有する。モータ蓋部 6 0 1 及びモータ底部 6 0 2 は、いずれも径方向に延びる円板形状を有し、軸受 6 4 を介して、第 1 転動体円筒部 3 1 2 に支持される。また、モータ蓋部 6 0 1 は、ロータ 6 2 よりも軸方向上方に配置され、モータ底部 6 0 2 は、ロータ 6 2 よりも軸方向下方に配置されている。モータ円筒部 6 0 3 は、円筒形状を有し、モータ蓋部 6 0 1 の径方向外端と、モータ底部 6 0 2 の径方向外端とを繋いでいる。ステータ 6 1 は、モータ蓋部 6 0 1 の下面及びモータ底部 6 0 2 の上面に取り付けられた電機子であり、マグネット 6 3 と対向する。

【 0 0 7 9 】

モータ 6 は、ステータ 6 1 に駆動電流を供給することにより、ステータ 6 1 とマグネット 6 3 との間に周方向のトルクが発生し、シャフト 1 0 に対し、第 1 転動体円筒部 3 1 2 を相対回転させることができる。

【 0 0 8 0 】

本実施の形態によれば、プロスケットに付加される駆動トルクを補助するためのモータを有する無段変速機において、複雑な変速機構を採用することなく、部品点数を削減することができる。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 4 .

図 9 は、本発明の実施の形態 4 による無段変速機 1 0 3 の一構成例を示した図であり、主軸 J を含む平面で切断したときの断面が示されている。

【 0 0 8 2 】

無段変速機 1 0 3 は、第 1 シャフト 1 5、第 2 シャフト 1 6、遊星ローラ 2 0、第 1 転動体 3 1、第 2 転動体 3 2、第 3 転動体 3 3 及び歯車機構 7 0 を有している。以下、これらの各部品について詳しく説明する。なお、図 1 の無段変速機 1 0 0 と同一の構成部分については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

[第 1 シャフト 1 5 ・ 第 2 シャフト 1 6]

第 1 シャフト 1 5 及び第 2 シャフト 1 6 は、いずれも軸方向 (上下方向) に延びる略円柱状の部材であり、主軸 J を中心として互いに同軸に配置されている。第 1 シャフト 1 5 は、第 2 シャフト 1 6 の下方に配置されている。また、第 1 シャフト 1 5 及び第 2 シャフ

10

20

30

40

50

ト 1 6 は、第 2 転動体 3 2 を介して、相対回転可能に連結されている。

【 0 0 8 4 】

[遊星ローラ 2 0]

遊星ローラ 2 0 及び支持ピン 2 1 は、図 1 の無段変速機 1 0 0 の場合と同一である。遊星ローラ支持部 2 2 は、第 1 シャフト 1 5 及び第 2 シャフト 1 6 に対し、相対回転可能に支持される。遊星ローラ支持部 2 2 は、上支持部 2 2 u、下支持部 2 2 d 及び固定ピン 2 2 p により構成される。上支持部 2 2 u は、環状形状を有し、軸受 4 7 を介して、シャフト 1 5 に支持される。下支持部 2 2 d は、上支持部 2 2 u と同軸の環状形状を有し、上支持部 2 2 u よりも軸方向下方に配置され、シャフト 1 5 が貫通する貫通孔 2 2 h を有する。固定ピン 2 2 p は、軸方向に延びる形状を有し、周方向において遊星ローラ 2 0 とは異なる位置に配置される。固定ピン 2 2 p の上端は、上支持部 2 2 u に連結され、固定ピン 2 2 p の下端は、下支持部 2 2 d に連結される。つまり、下支持部 2 2 d は、固定ピン 2 2 p を介して、上支持部 2 2 u に固定されている。上支持部 2 2 u 及び下支持部 2 2 d は、周方向における遊星ローラ 2 0 に対応する位置に、ガイド部 2 2 g をそれぞれ有する。

【 0 0 8 5 】

[第 1 転動体 3 1]

第 1 転動体 3 1 は、無段変速機 1 0 3 のハウジングであり、遊星ローラ 2 0、第 2 転動体 3 2、第 3 転動体 3 3 及び歯車機構 7 0 を収容する。第 1 転動体 3 1 は、第 1 シャフト 1 5 及び第 2 シャフト 1 6 を相対回転可能に支持し、遊星ローラ 2 0 に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。

【 0 0 8 6 】

第 1 転動体 3 1 は、主軸 J を中心とする環状形状を有する。より具体的には、第 1 転動体 3 1 は、第 1 転動体環状部 3 1 1、第 1 転動体上支持部 3 1 3、第 1 転動体下支持部 3 1 4 及び第 1 転動体円筒部 3 1 5 により構成される。

【 0 0 8 7 】

第 1 転動体上支持部 3 1 3 は、径方向に延びる略円板形状を有し、遊星ローラ 2 0 よりも軸方向上方に配置される。また、第 1 転動体上支持部 3 1 3 は、軸受 4 5 A を介して、第 2 転動体円筒部 3 2 5 を支持する。

【 0 0 8 8 】

第 1 転動体下支持部 3 1 4 は、径方向に延びる略円板形状を有し、遊星ローラ 2 0 よりも軸方向下方に配置される。また、第 1 転動体下支持部 3 1 4 は、軸受 4 5 B を介して、第 1 シャフト 1 5 を支持する。

【 0 0 8 9 】

第 1 転動体円筒部 3 1 5 は、円筒形状を有し、第 1 転動体上支持部 3 1 3 の径方向外端及び第 1 転動体下支持部 3 1 4 の径方向外端を繋いでいる。

【 0 0 9 0 】

第 1 転動体環状部 3 1 1 は、環状形状を有し、第 1 転動体円筒部 3 1 5 の内周面に沿って軸方向上方に延びる。第 1 転動体環状部 3 1 1 の下端は、調圧カム 3 1 A を介して、第 1 転動体下支持部 3 1 4 に支持される。第 1 転動体環状部 3 1 1 は、その上端近傍の内周面に遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 1 C を有する。当該接触部 3 1 C は、遊星ローラ 2 0 の第 1 円錐面 2 3 1 に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。調圧カム 3 1 A は、主軸 J を中心とする回転トルクを利用して、軸方向の付勢力を発生する。このため、第 1 転動体環状部 3 1 1 は、遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 に押しつけられ、適切な接触圧が確保される。

【 0 0 9 1 】

[第 2 転動体 3 2]

第 2 転動体 3 2 は、第 2 シャフト 1 6 に固定され、遊星ローラ 2 0 に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。また、第 2 転動体 3 2 は、主軸 J を中心とする環状形状を有する。より具体的には、第 2 転動体 3 2 は、第 2 転動体支持部 3 2 4、第 2 転動体環状部 3 2 3 及び第 2 転動体円筒部 3 2 5 により構成される。

【 0 0 9 2 】

第 2 転動体支持部 3 2 4 は、径方向に延びる略円板形状を有する。

【 0 0 9 3 】

第 2 転動体環状部 3 2 3 は、環状形状を有し、第 2 転動体支持部 3 2 4 の径方向外端から軸方向下方に延びる。第 2 転動体環状部 3 2 3 の上端は、調圧カム 3 2 A を介して、第 2 転動体支持部 3 2 4 に支持される。第 2 転動体環状部 3 2 3 は、その下端近傍の内周面に遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 2 C を有する。当該接触部 3 2 C は、遊星ローラ 2 0 の第 2 円錐面 2 3 2 に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。調圧カム 3 2 A は、主軸 J を中心とする回転トルクを利用して、軸方向の付勢力を発生する。このため、第 2 転動体環状部 3 2 3 は、遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 に押しつけられ、適切な接触圧が確保

10

【 0 0 9 4 】

第 2 転動体円筒部 3 2 5 は、円筒形状を有し、第 2 転動体支持部 3 2 4 の径方向内端から軸方向上方へ延びる。第 2 転動体円筒部 3 2 5 内には、軸方向上側から第 2 シャフト 1 6 が圧入され、軸方向下側から第 1 シャフト 1 5 が嵌合される。第 1 シャフト 1 5 は、軸受 4 8 を介して、第 2 転動体支持部 3 2 4 に支持される。つまり、第 2 転動体円筒部 3 2 5 は、第 2 シャフト 1 6 に対し固定され、第 1 シャフト 1 5 に対し相対回転可能に支持される。

【 0 0 9 5 】

[第 3 転動体 3 3]

20

第 3 転動体 3 3 は、第 1 シャフト 1 5 に対し、軸方向に相対移動可能に支持され、遊星ローラ 2 0 に対し、主軸 J の径方向内側から接触する。また、第 3 転動体 3 3 は、主軸 J を中心とする環状形状を有する。より具体的には、第 3 転動体 3 3 は、第 3 転動体支持部 3 3 0 及び第 3 転動体円筒部 3 3 1 により構成される。

【 0 0 9 6 】

第 3 転動体支持部 3 3 0 は、径方向に延びる略円板形状を有する。第 3 転動体支持部 3 3 0 は、その外周面上に、遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 3 C を有する。当該接触部 3 3 C は、遊星ローラ 2 0 の凹部 2 3 0 の内面に対し、主軸 J の径方向内側から接触する。当該接触部 3 3 C は、主軸 J を含む断面において、径方向外方に向かって凸となる円弧形状を有する。

30

【 0 0 9 7 】

第 3 転動体円筒部 3 3 1 は、円筒形状を有し、第 3 転動体支持部 3 3 0 の径方向内端から軸方向下方に延びる。第 3 転動体円筒部 3 3 1 は、その内部に第 1 シャフト 1 5 が配置され、第 1 シャフト 1 5 に対してスプライン嵌合されている。このため、第 3 転動体 3 3 は、第 1 シャフト 1 5 に対し、相対回転することはできないが、軸方向に相対移動することができる。

【 0 0 9 8 】

[歯車機構 7 0]

歯車機構 7 0 は、軸受 4 6 を介して第 3 転動体円筒部 3 3 1 に支持される。歯車機構 7 0 は、図示しない外部の駆動源により駆動され、第 3 転動体 3 3 を軸方向に移動させる。例えば、歯車機構 7 0 としてラックアンドピニオンを採用すれば、駆動源の回転動作を利用して、第 3 転動体 3 3 を軸方向に移動させることができる。

40

【 0 0 9 9 】

[無段変速機 1 0 3 の動作]

次に、無段変速機 1 0 3 の動作について説明する。無段変速機 1 0 3 では、第 1 転動体 3 1 が固定され、第 1 シャフト 1 5 が入力側、第 2 シャフト 1 6 が出力側として用いられる。第 3 転動体 3 3 は、第 1 シャフト 1 5 とともに回転する。第 3 転動体 3 3 の回転トルクは、遊星ローラ 2 0 を介して、第 2 転動体 3 2 に伝達される。その結果、第 2 シャフト 1 6 が、第 2 転動体 3 2 とともに回転する。

【 0 1 0 0 】

50

図１の無段変速機１００の場合（実施の形態１）と同様、第１転動体３１及び第２転動体３２の相対的な回転数の比が、シャフト１０に対する支持ピン２１の傾斜角に応じて変化する。従って、支持ピン２１の傾きを変化させることにより、無段変速機１０３の変速比を変化させることができる。

【０１０１】

本実施の形態によれば、第１転動体３１が固定され、径方向内側から遊星ローラ２０に接触する第３転動体３３を入力側とし、径方向外側から遊星ローラ２０に接触する第２転動体３２を出力側とする無段変速機において、変速比にゼロを含む正逆転が可能になり、かつ、複雑な変速機構を採用することなく、部品点数を削減することができる。

【０１０２】

実施の形態５．

上記実施の形態では、遊星ローラ２０に対し、第１転動体３１及び第２転動体３２が径方向外側から接触し、第３転動体３３が径方向内側から接触する無段変速機１００～１０３の例について説明した。これに対し、実施の形態では、遊星ローラ２０に対し、第１転動体３１及び第２転動体３２が径方向内側から接触し、第３転動体３３が径方向外側から接触する無段変速機１０４について説明する。

【０１０３】

図１０は、本発明の実施の形態５による無段変速機１０４の一構成例を示した図であり、主軸Ｊを含む平面で切断したときの断面が示されている。

【０１０４】

無段変速機１０４は、第１シャフト１５、第２シャフト１６、遊星ローラ２０、第１転動体３１、第２転動体３２、第３転動体３３、調整レバー７１及びハウジング８を有している。以下、これらの各部品について詳しく説明する。なお、図１の無段変速機１００と同一の構成部分については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【０１０５】

[第１シャフト１５／第２シャフト１６]

第１シャフト１５及び第２シャフト１６は、いずれも軸方向（上下方向）に延びる略円柱状の部材であり、主軸Ｊを中心として互いに同軸に配置されている。第１シャフト１５は、第２シャフト１６の下方に配置されている。第１シャフト１５は、軸受４６Ａを介して、ハウジング８に支持され、第２シャフト１６は、軸受４６Ｂを介して、ハウジング８に支持される。

【０１０６】

[遊星ローラ支持部２２]

遊星ローラ支持部２２は、ハウジング８に固定されている。遊星ローラ支持部２２を構成する一对のガイド部２２ｇは、例えば、同心に配置された円弧形状を有し、支持ピン２１の両端は、これらのガイド部２２ｇに沿って移動自在に支持される。ガイド部２２ｇは、ハウジング下支持部８０の上面及びハウジング上支持部８１の下面にそれぞれ固定されている。

【０１０７】

[第１転動体３１]

第１転動体３１は、第１シャフト１５に係合され、遊星ローラ２０に対し、主軸Ｊの径方向内側から接触する。また、第１転動体３１は、主軸Ｊを中心とする環状形状を有する。より具体的には、第１転動体３１は、第１転動体支持部３１０及び第１転動体環状部３１１により構成される。

【０１０８】

第１転動体支持部３１０は、径方向に延びる略円板形状を有し、第１シャフト１５に固定される。

【０１０９】

第１転動体環状部３１１は、環状形状を有し、第１転動体支持部３１０の軸方向上方に配置される。第１転動体環状部３１１の下端は、調圧カム３１Ａを介して、第１転動体支

10

20

30

40

50

持部 3 1 0 に支持される。第 1 転動体環状部 3 1 1 は、その上端近傍の外周面に遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 1 C を有する。当該接触部 3 1 C は、遊星ローラ 2 0 の第 1 円錐面 2 3 1 に対し、主軸 J の径方向内側から接触する。調圧カム 3 1 A は、主軸 J を中心とする回転トルクを利用して、当該回転トルクに比例する軸方向の付勢力を発生する。このため、第 1 転動体環状部 3 1 1 は、遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 に押しつけられ、過不足のない適切な接触圧が確保される。

【 0 1 1 0 】

[第 2 転動体 3 2]

第 2 転動体 3 2 は、第 2 シャフト 1 6 に係合され、遊星ローラ 2 0 に対し、主軸 J の径方向内側から接触する。また、第 2 転動体 3 2 は、主軸 J を中心とする環状形状を有する。より具体的には、第 2 転動体 3 2 は、第 2 転動体支持部 3 2 4 及び第 2 転動体環状部 3 2 3 により構成される。

10

【 0 1 1 1 】

第 2 転動体支持部 3 2 4 は、径方向に延びる略円板形状を有し、第 2 シャフト 1 6 に固定される。

【 0 1 1 2 】

第 2 転動体環状部 3 2 3 は、環状形状を有し、第 2 転動体支持部 3 2 4 の軸方向下方に配置される。第 2 転動体環状部 3 2 3 の上端は、調圧カム 3 2 A を介して、第 2 転動体支持部 3 2 4 に支持される。第 2 転動体環状部 3 2 3 は、その下端近傍の外周面に遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 2 C を有する。当該接触部 3 2 C は、遊星ローラ 2 0 の第 2 円錐面 2 3 2 に対し、主軸 J の径方向内側から接触する。調圧カム 3 2 A は、主軸 J を中心とする回転トルクを利用して、当該回転トルクに比例する軸方向の付勢力を発生する。このため、第 2 転動体環状部 3 2 3 は、遊星ローラ 2 0 の転動面 2 3 に押しつけられ、適切な接触圧が確保される。

20

【 0 1 1 3 】

[第 3 転動体 3 3]

第 3 転動体 3 3 は、ハウジング 8 に対し、軸方向に相対移動可能に支持され、遊星ローラ 2 0 に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。また、第 3 転動体 3 3 は、主軸 J を中心とする環状形状を有する。

【 0 1 1 4 】

30

第 3 転動体 3 3 の内周面には、遊星ローラ 2 0 に接触する接触部 3 3 C を有する。当該接触部 3 3 C は、遊星ローラ 2 0 の凹部 2 3 0 の内面に対し、主軸 J の径方向外側から接触する。当該接触部 3 3 C は、主軸 J を含む断面において、径方向内方に向かって凸となる円弧形状を有する。

【 0 1 1 5 】

[調整レバー 7 1]

調整レバー 7 1 は、径方向に延びる形状を有し、第 3 転動体 3 3 の上下端面を挟むように構成される。このため、第 3 転動体 3 3 は、調整レバー 7 1 に対し、相対回転可能に支持されつつ、軸方向の位置が調整レバー 7 1 によって規制される。調整レバー 7 1 は、ハウジング円筒部 8 2 の貫通孔 7 2 を通り、径方向外端は、ハウジング 8 の外側に位置する。調整レバー 7 1 は、人が操作する操作子であってもよいし、駆動源により軸方向に駆動されるものであってもよい。

40

【 0 1 1 6 】

[ハウジング 8]

ハウジング 8 は、遊星ローラ 2 0 、第 1 転動体 3 1 、第 2 転動体 3 2 及び第 3 転動体 3 3 を収容する。ハウジング 8 は、ハウジング下支持部 8 0 、ハウジング上支持部 8 1 、ハウジング円筒部 8 2 、ハウジング下円筒部 8 3 及びハウジング上円筒部 8 4 により構成される。

【 0 1 1 7 】

ハウジング下支持部 8 0 及びハウジング上支持部 8 1 は、いずれも径方向に延びる略円

50

板形状を有する。ハウジング下支持部 8 0 は、遊星ローラ 2 0 よりも軸方向下方に配置され、ハウジング上支持部 8 1 は、遊星ローラ 2 0 よりも軸方向上方に配置される。ハウジング円筒部 8 2 は、遊星ローラ 2 0 及び第 3 転動体 3 3 を収容する円筒形状を有し、ハウジング下支持部 8 0 の径方向外端と、ハウジング上支持部 8 1 の径方向外端とを繋いでいる。また、ハウジング円筒部 8 2 は、調整レバー 7 1 のための貫通孔 7 2 を有する。ハウジング下円筒部 8 3 は、円筒形状を有し、ハウジング下支持部 8 0 の径方向内端から軸方向下方に延びる。ハウジング上円筒部 8 4 は、円筒形状を有し、ハウジング上支持部 8 1 の径方向内端から軸方向上方に延びる。

【 0 1 1 8 】

[無段変速機 1 0 4 の動作]

10

次に、無段変速機 1 0 4 の動作について説明する。ハウジング 8 が固定され、第 1 シャフト 1 5 が入力側、第 2 シャフト 1 6 が出力側として用いられる。第 1 転動体 3 1 は、第 1 シャフト 1 5 とともに回転する。第 1 転動体 3 1 の回転トルクは、遊星ローラ 2 0 を介して、第 2 転動体 3 2 に伝達される。その結果、第 2 シャフト 1 6 が、第 2 転動体 3 2 とともに回転する。

【 0 1 1 9 】

図 1 の無段変速機 1 0 0 の場合（実施の形態 1）と同様、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 の相対的な回転数の比が、シャフト 1 0 に対する支持ピン 2 1 の傾斜角に応じて変化する。従って、調整レバー 7 1 を軸方向に移動させ、支持ピン 2 1 の傾きを変化させることにより、無段変速機 1 0 3 の変速比を変化させることができる。

20

【 0 1 2 0 】

本実施の形態によれば、遊星ローラ 2 0 に対し、第 1 転動体 3 1 及び第 2 転動体 3 2 が径方向内側から接触し、第 3 転動体 3 3 が径方向外側から接触する無段変速機において、複雑な変速機構を採用することなく、変速比範囲を大きくすることができ、高効率化することができ、部品点数を大幅に削減することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 1 】

1 0 0 ~ 1 0 4 無段変速機

1 0 シャフト

1 1 ドロップアウト

30

1 2 調整ロッド

1 3 中空部

1 5 第 1 シャフト

1 6 第 2 シャフト

2 0 遊星ローラ

2 1 支持ピン

2 2 遊星ローラ支持部

2 2 d 下支持部

2 2 g ガイド部

2 2 h 貫通孔

40

2 2 p 固定ピン

2 2 u 上支持部

2 3 転動面

2 3 0 凹部

2 3 1 第 1 円錐面

2 3 2 第 2 円錐面

2 3 3 凸部

3 1 第 1 転動体

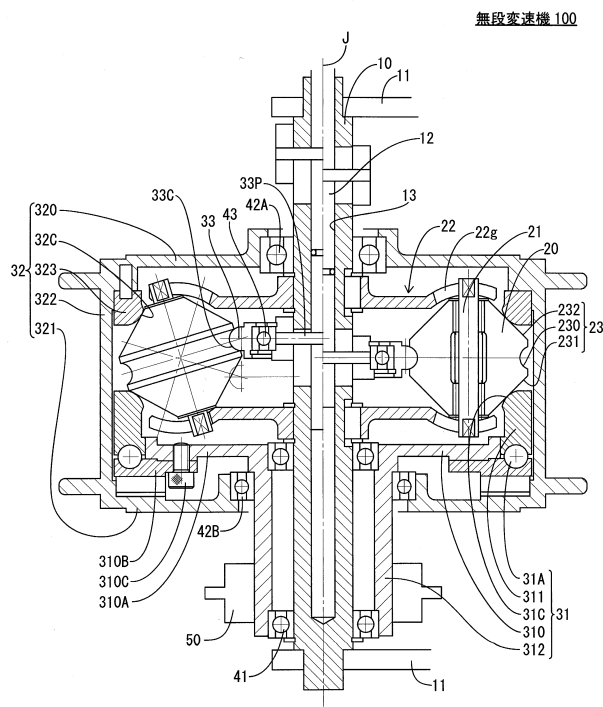
3 1 0 第 1 転動体支持部

3 1 0 A 小径支持部

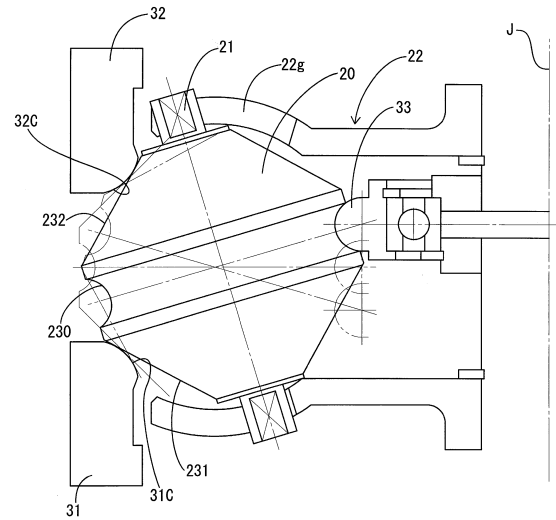
50

3 1 0 B	円環部	
3 1 0 C	ボルト	
3 1 1	第 1 転動体環状部	
3 1 2、3 1 5	第 1 転動体円筒部	
3 1 3	第 1 転動体上支持部	
3 1 4	第 1 転動体下支持部	
3 1 A	調圧カム	
3 1 C	接触部	
3 1 F	法線力	
3 1 f	法線力の軸方向成分	10
3 2	第 2 転動体	
3 2 0	第 2 転動体上支持部	
3 2 1	第 2 転動体下支持部	
3 2 2、3 2 5	第 2 転動体円筒部	
3 2 3	第 2 転動体環状部	
3 2 4	第 2 転動体支持部	
3 2 A	調圧カム	
3 2 C	接触部	
3 2 F	法線力	
3 2 f	法線力の軸方向成分	20
3 3	第 3 転動体	
3 3 0	転動体支持部	
3 3 1	転動体円筒部	
3 3 C	接触部	
4 1、4 2 A、4 2 B、4 3、4 5、4 6、4 6 A、4 6 B、4 7、4 8	軸受	
5 0	スプロケット	
5 1	モータ支持部	
6	モータ	
6 4	軸受	
7 0	歯車機構	30
7 1	調整レバー	
7 2	貫通孔	
8	ハウジング	
8 0	ハウジング下支持部	
8 1	ハウジング上支持部	
8 2	ハウジング円筒部	
8 3	ハウジング下円筒部	
8 4	ハウジング上円筒部	
a 1 ~ a 3、b 1 ~ b 3	接触点	
J	主軸	40

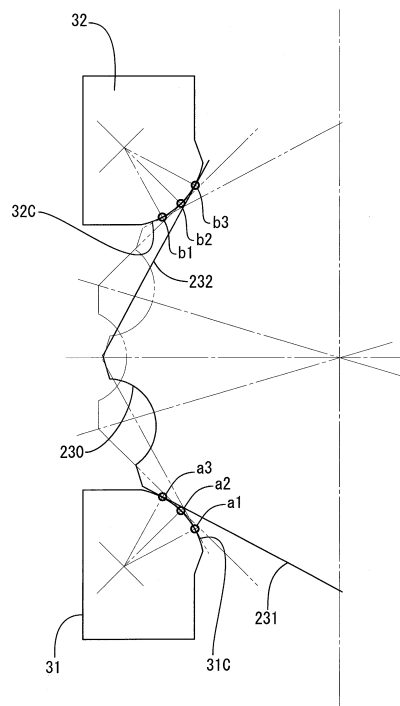
【図 1】



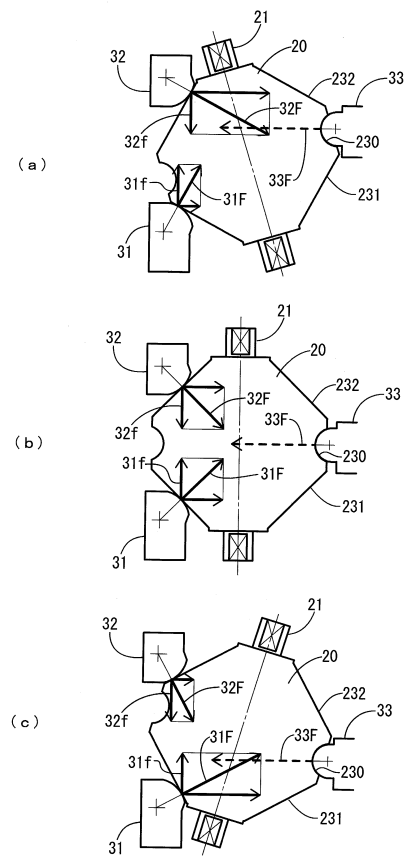
【図 2】



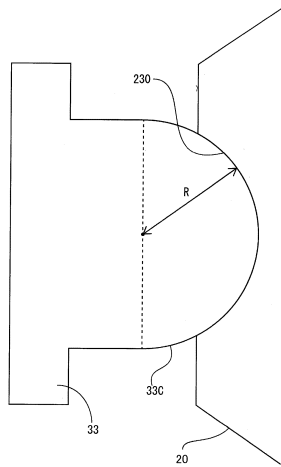
【図 3】



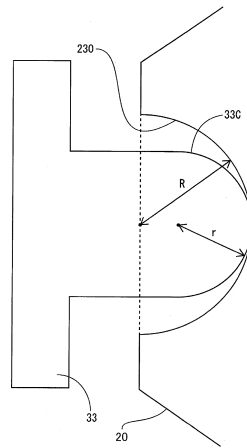
【図 4】



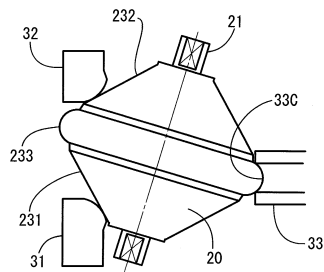
【図 5】



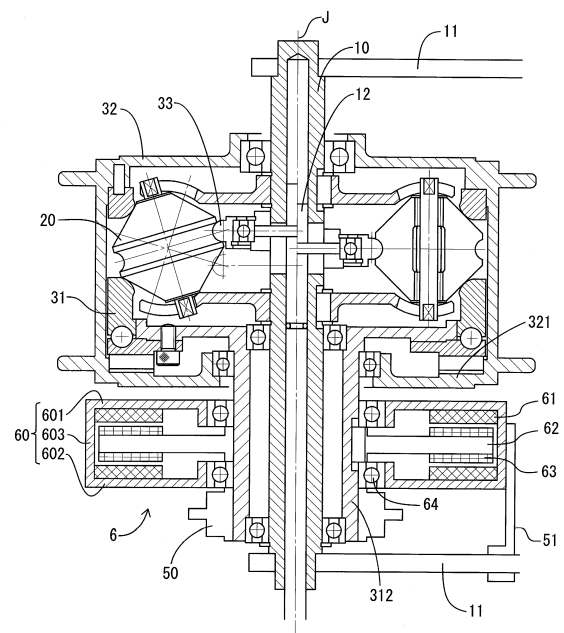
【図 6】



【図 7】



【図 8】

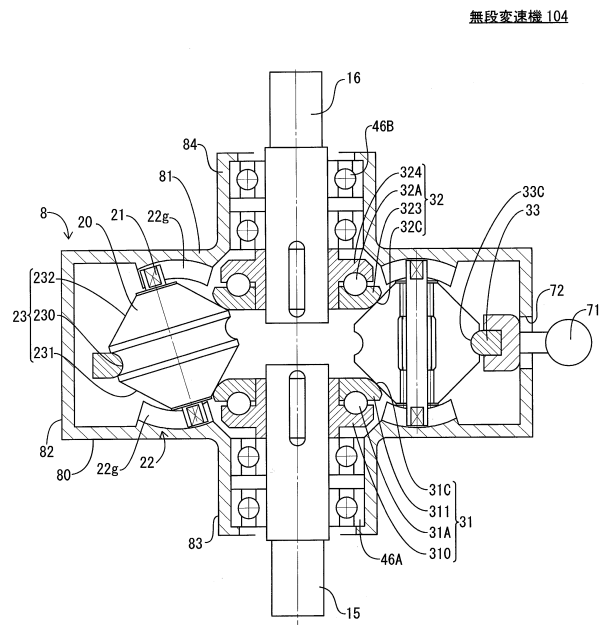
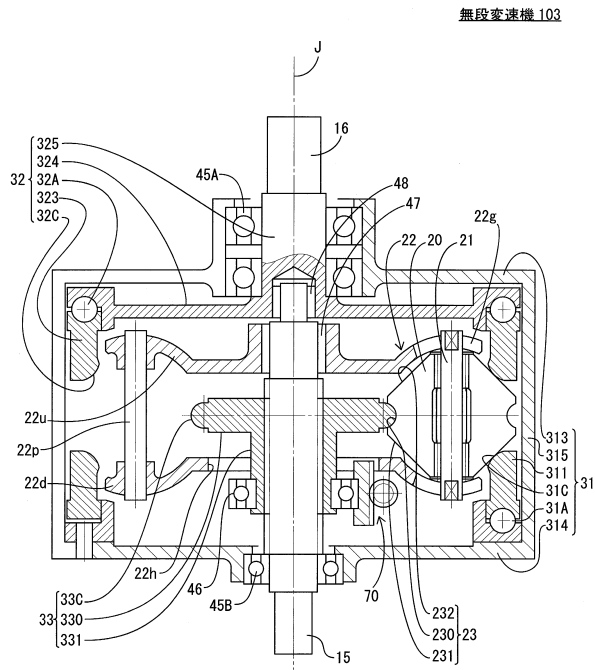


無段変速機 102

無段変速機 101

【図 9】

【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 出口 徳生
京都府長岡京市神足寺田 1 番地 日本電産シンボ株式会社内

審査官 藤田 和英

(56)参考文献 米国特許第 0 2 4 6 9 6 5 3 (U S , A)
実公昭 3 7 - 0 2 8 1 3 2 (J P , Y 1)
特表 2 0 0 8 - 5 1 6 1 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 2 1 2 1 2 (J P , A)
米国特許第 0 2 8 6 0 5 3 0 (U S , A)
特開昭 5 9 - 0 6 9 5 6 5 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 2 2 5 6 7 (J P , A)
実開昭 5 7 - 1 8 4 3 5 1 (J P , U)
特開 2 0 0 9 - 0 4 1 5 8 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 1 6 H 1 5 / 5 2
F 1 6 H 1 5 / 0 4