

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5131353号  
(P5131353)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl. F 1  
**F 1 6 H 15/52 (2006.01)** F 1 6 H 15/52 G

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-539651 (P2010-539651)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(86) (22) 出願日	平成22年3月18日(2010.3.18)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/054702	(74) 代理人	100117075 弁理士 伊藤 剣太
(87) 国際公開番号	W02011/114494	(72) 発明者	椎名 貴弘 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年9月22日(2011.9.22)	(72) 発明者	村上 新 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成22年10月1日(2010.10.1)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無段変速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向させて相対回転可能に配置した共通の第1回転中心軸を有する第1及び第2の回転要素と、

前記第1回転中心軸とは別の第2回転中心軸を有する支持軸で回転自在に支持され、前記第1回転要素と前記第2回転要素とで挟持されて当該第1及び第2の回転要素との間におけるトルク伝達を可能にする転動部材と、

前記転動部材を傾転させることで前記第1及び第2の回転要素の間の回転比を変化させる変速制御部と、

軸線方向へと移動した際に、前記転動部材に発生しているスピンモーメントに応じた前記支持軸の傾動方向とは逆向きへと当該支持軸を押し動かす押し動か部と、

前記転動部材に発生したスピンモーメントに基づき当該転動部材から加えられた前記軸線方向のスラスト力を前記押し動か部に伝えるスラスト力伝達部と、

を設けたことを特徴とする無段変速機。

【請求項2】

前記押し動か部は、前記第2回転中心軸が前記スピンモーメントの発生前の理想回転中心軸に補正されるように前記支持軸を押し動かするものである請求項1記載の無段変速機。

【請求項3】

前記押し動か部は、前記支持軸を前記押し動か方向へと動かすべく傾斜させた当該支持軸との接触面である請求項1又は2に記載の無段変速機。

10

20

## 【請求項 4】

前記スラスト力伝達部は、前記転動部材に対する前記スラスト力に応じた軸線方向への相対移動が可能で、且つ、前記押動部を前記軸線方向に一体となって移動させることが可能な可動部材を備える請求項 1、2 又は 3 に記載の無段変速機。

## 【請求項 5】

前記第 1 回転中心軸を有すると共に当該第 1 回転中心軸を中心に放射状に複数個配置した前記転動部材の転動面となる外周面を有し、前記第 1 及び第 2 の回転要素に対する相対回転が可能な第 3 回転要素と、

前記第 1 回転中心軸を有し、前記第 1 から第 3 の回転要素に対する相対回転が可能で且つ前記第 1 回転中心軸を中心にして前記各転動部材を回転させることが可能な第 4 回転要素と、

を設け、

前記第 1 から第 4 の回転要素の内の何れか 1 つを前記第 1 回転中心軸を中心にして回転させぬようにする請求項 1 から 4 の内の何れか 1 つに記載の無段変速機。

10

## 【請求項 6】

前記押動部は、前記支持軸を介して前記転動部材を保持する保持部材に設ける請求項 1 から 5 の内の何れか 1 つに記載の無段変速機。

## 【請求項 7】

前記支持軸を介して前記転動部材を保持する保持部材に前記押動部を設け、該保持部材を前記第 4 回転要素に備える請求項 5 記載の無段変速機。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、入出力間の回転速度（回転数）を無段階に変化させることが可能な無段変速機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、第 1 回転中心軸を有する相対回転可能な複数の回転要素と、その第 1 回転中心軸と平行な別の第 2 回転中心軸を有し、第 1 回転中心軸を中心にして放射状に複数配置した転動部材と、を備え、対向させて配置した第 1 回転要素と第 2 回転要素とで各転動部材を挟持すると共に、各転動部材を第 3 回転要素の外周面上に配置した所謂トラクション遊星機構の無段変速機が知られている。この種の無段変速機においては、その転動部材を傾転させることによって第 1 回転要素と第 2 回転要素との間の回転比を変化させ、これにより入出力間の回転速度を無段階に変化させる。例えば、下記の特許文献 1 には、この種の無段変速機であって、サンローラ（第 3 回転要素）の外周面上に複数のボール（転動部材）を放射状に配設し、そのサンローラを軸線方向に移動させることによってボールを傾転させるものが開示されている。

30

## 【0003】

尚、下記の特許文献 2 には、手動変速機のシフトレバーの係合溝を有するブロックをシフトフォークに設け、その係合溝の一側面を傾斜させることによって、シフトフォークによるスリーブの斜め押しを防止するシフトフォークの操作機構が記載されている。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特表 2009 - 541663 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 139149 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで、この種の無段変速機においては、転動部材における第 1 回転要素及び第 2 回

50

転要素との接触部分に各々逆方向の摩擦力（トラクション力）が発生する。そして、転動部材には、その夫々の接触部分が転動部材の重心に対してオフセットされているので、逆方向の摩擦力によるスピンモーメントが発生する。通常、転動部材の傾転機構には、その傾転動作を円滑にする為、部材間に隙間を設けている。これが為、転動部材は、その隙間の分だけスピンモーメントの方向に回転し、そのモーメント方向に転動部材の回転中心軸（第2回転中心軸）をずらす可能性がある。そのずれは、転動部材の回転方向と第3回転要素（サンローラ）の回転方向のずれに繋がる、従って、従来のこの種の無段変速機においては、トルクの伝達効率を低下させてしまう虞がある。

【0006】

そこで、本発明は、かかる従来例の有する不都合を改善し、トルク伝達効率の低下を抑制可能な無段変速機を提供することを、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成する為、本発明は、対向させて相対回転可能に配置した共通の第1回転中心軸を有する第1及び第2の回転要素と、前記第1回転中心軸とは別の第2回転中心軸を有する支持軸で回転自在に支持され、前記第1回転要素と前記第2回転要素とで挟持されて当該第1及び第2の回転要素との間におけるトルク伝達を可能にする転動部材と、前記転動部材を傾転させることで前記第1及び第2の回転要素の間の回転比を変化させる変速制御部と、軸線方向へと移動した際に、前記転動部材に発生しているスピンモーメントに応じた前記支持軸の傾動方向とは逆向きへと当該支持軸を押動する押動部と、前記転動部材に発生したスピンモーメントに基づき当該転動部材から加えられた前記軸線方向のスラスト力を前記押動部に伝えるスラスト力伝達部と、を設けることを特徴としている。

【0008】

ここで、前記押動部は、前記第2回転中心軸が前記スピンモーメントの発生前の理想回転中心軸に補正されるように前記支持軸を押動するものであることが望ましい。

【0009】

また、前記押動部は、前記支持軸を前記押動方向へと動かすべく傾斜させた当該支持軸との接触面であることが望ましい。

【0010】

また、前記スラスト力伝達部は、前記転動部材に対する前記スラスト力に応じた軸線方向への相対移動が可能で、且つ、前記押動部を前記軸線方向に一体となって移動させることが可能な可動部材を備えることが望ましい。

【0011】

これらの無段変速機においては、前記第1回転中心軸を有すると共に当該第1回転中心軸を中心に放射状に複数個配置した前記転動部材の転動面となる外周面を有し、前記第1及び第2の回転要素に対する相対回転が可能な第3回転要素と、前記第1回転中心軸を有し、前記第1から第3の回転要素に対する相対回転が可能で且つ前記第1回転中心軸を中心にして前記各転動部材を回転させることが可能な第4回転要素と、を設け、前記第1から第4の回転要素の内の何れか1つを前記第1回転中心軸を中心にして回転させぬようにすることが望ましい。

【0012】

更に、前記押動部は、前記支持軸を介して前記転動部材を保持する保持部材に設けることが望ましい。

【0013】

また、前記支持軸を介して前記転動部材を保持する保持部材に前記押動部を設け、該保持部材を前記第4回転要素に備えることが望ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る無段変速機は、スラスト力の伝えられた押動部が支持軸を傾動方向とは逆向きに押し戻すことができるので、第2回転中心軸を理想回転中心軸に近づける又は理想

10

20

30

40

50

回転中心軸に一致させることが可能になり、スピンモーメントの発生に伴い傾く転動部材の回転方向を理想回転方向に近づける又は理想回転方向に一致させることができる。これにより、この無段変速機においては、スラスト力を利用してトルクの伝達効率の低下を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明に係る無段変速機の一例を示す部分断面図である。

【図2】図2は、遊星ボールの傾転機構の一例を示す図である。

【図3】図3は、遊星ボールの傾転機構の一例を示す図である。

【図4】図4は、図1における矢印Xの方向から見た主要部分のみの概念図であって、一方に向けたスピンモーメントが遊星ボールに発生しているときの図である。

10

【図5】図5は、スピンモーメント発生時の遊星ボールからサンローラに加えられるスラスト力について示す図である。

【図6】図6は、図1における矢印Xの方向から見た主要部分のみの概念図であって、押動部の動作前後の状態を示す図である。

【図7】図7は、図1における矢印Xの方向から見た主要部分のみの概念図であって、他方に向けたスピンモーメント発生時における押動部の動作前後の状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に、本発明に係る無段変速機の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。尚、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

20

【0017】

[実施例]

本発明に係る無段変速機の実施例を図1から図7に基づいて説明する。

【0018】

最初に、本実施例の無段変速機の一例について図1を用いて説明する。図1の符号1は、本実施例の無段変速機を示す。

【0019】

この無段変速機1の主要部を成す無段変速機構は、共通の第1回転中心軸R1を有する相互間での相対回転が可能な第1から第4の回転要素10、20、30、40と、その第1回転中心軸R1と後述する基準位置において平行な別の第2回転中心軸R2を各々有する複数の第5回転要素50と、第1から第4の回転要素10、20、30、40の回転中心に配置した変速機回転軸としてのシャフト60と、を備えた所謂トラクション遊星機構と云われるものである。この無段変速機1は、第2回転中心軸R2を第1回転中心軸R1に対して傾斜させ、第5回転要素50を傾転させることによって、入出力間の変速比を変えるものである。以下においては、特に言及しない限り、その第1回転中心軸R1や第2回転中心軸R2に沿う方向を軸線方向と云い、その第1回転中心軸R1周りの方向を周方向と云う。また、その第1回転中心軸R1に直交する方向を径方向と云い、その中でも、内方に向けた側を径方向内側と、外方に向けた側を径方向外側と云う。この無段変速機1においては、第1から第4の回転要素10、20、30、40の内の何れか1つを周方向へと回転させぬよう固定し、その内の残りが周方向に回転できるようになっている。

30

40

【0020】

この無段変速機1においては、第1回転要素10と第2回転要素20と第3回転要素30と第4回転要素40との間で各第5回転要素50を介したトルクの伝達が行われる。例えば、この無段変速機1においては、第1から第4の回転要素10、20、30、40の内の1つがトルク(動力)の入力部となり、残りの回転要素の内の少なくとも1つがトルクの出力部となる。これが為、この無段変速機1においては、入力部となる何れかの回転要素と出力部となる何れかの回転要素との間の回転速度(回転数)の比が変速比となる。例えば、この無段変速機1は、車両の動力伝達経路上に配設される。その際には、その入力部がエンジンやモータ等の動力源側に連結され、その出力部が駆動輪側に連結される。

50

この無段変速機 1 においては、入力部としての回転要素にトルクが入力された場合の各回転要素の回転動作を正駆動と云い、出力部としての回転要素に正駆動時とは逆方向のトルクが入力された場合の各回転要素の回転動作を逆駆動と云う。例えば、この無段変速機 1 は、先の車両の例示に従えば、加速等の様に動力源側からトルクが入力部たる回転要素に入力されて当該回転要素を回転させているときに正駆動となり、減速等の様に駆動輪側から出力部たる回転中の回転要素に正駆動時とは逆方向のトルクが入力されているときに逆駆動となる。

#### 【 0 0 2 1 】

この無段変速機 1 においては、シャフト 6 0 の中心軸（第 1 回転中心軸 R 1）を中心に放射状に複数個の第 5 回転要素 5 0 を配置する。その夫々の第 5 回転要素 5 0 は、対向させて配置した第 1 回転要素 1 0 と第 2 回転要素 2 0 とで挟持させると共に、第 3 回転要素 3 0 の外周面上に配設する。また、夫々の第 5 回転要素 5 0 は、自身の回転中心軸（第 2 回転中心軸 R 2）を中心にした自転を行う。更に、第 5 回転要素 5 0 は、第 4 回転要素 4 0 が上記の固定対象になっていなければ、その第 4 回転要素 4 0 と一緒に回転して、第 1 回転中心軸 R 1 を中心にした公転を行う。この無段変速機 1 は、第 1 及び第 2 の回転要素 1 0, 2 0 の内の少なくとも一方を第 5 回転要素 5 0 に押し付けることによって、第 1 から第 4 の回転要素 1 0, 2 0, 3 0, 4 0 と第 5 回転要素 5 0 との間に適切な摩擦力（トラクション力）を発生させ、その間におけるトルクの伝達を可能にする。また、この無段変速機 1 は、夫々の第 5 回転要素 5 0 を自身の第 2 回転中心軸 R 2 と第 1 回転中心軸 R 1 とを含む平面上で傾転させ、第 1 回転要素 1 0 と第 2 回転要素 2 0 との間の回転速度（回転数）の比を変化させることによって、入出力間の回転速度（回転数）の比を変える。

#### 【 0 0 2 2 】

ここで、この無段変速機 1 においては、第 1 及び第 2 の回転要素 1 0, 2 0 が遊星歯車機構で云うところのリングギヤの機能を為すものとなる。また、第 3 回転要素 3 0 はトラクション遊星機構のサンローラとして機能し、第 4 回転要素 4 0 はキャリアとして機能する。また、第 5 回転要素 5 0 は、トラクション遊星機構におけるボール型ピニオンとして機能する。以下、第 1 及び第 2 の回転要素 1 0, 2 0 については、各々「第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0」と云う。また、第 3 回転要素 3 0 については「サンローラ 3 0」と云い、第 4 回転要素 4 0 については「キャリア 4 0」と云う。また、第 5 回転要素 5 0 については、「遊星ボール 5 0」と云う。以下においては、キャリア 4 0 が上記の固定対象になっている場合を例に挙げて詳述する。

#### 【 0 0 2 3 】

第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0 は、第 1 回転中心軸 R 1 を回転軸とする円盤部材（ディスク）や円環部材（リング）であり、軸線方向で対向させて各遊星ボール 5 0 を挟み込むように配設する。この例示においては、双方とも円盤部材とする。具体的に、この第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0 には、シャフト 6 0 を挿入する為の円形の貫通孔が中心に形成されている。第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0 は、スラスト軸受等（図示略）を介してシャフト 6 0 に対する周方向の相対回転を行うことができる。また、この第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0 は、後で詳述する各遊星ボール 5 0 の径方向外側の外周曲面と接触する接触面を有している。その夫々の接触面は、例えば、遊星ボール 5 0 の外周曲面の曲率と同等の曲率の凹円弧面、その外周曲面の曲率とは異なる曲率の凹円弧面、凸円弧面又は平面等の形状を成している。ここでは、後述する基準位置の状態第 1 回転中心軸 R 1 から各遊星ボール 5 0 との接触部分までの距離が同じ長さになるように夫々の接触面を形成して、第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0 の各遊星ボール 5 0 に対する夫々の接触角が同じ角度になるようにしている。その接触角とは、基準から各遊星ボール 5 0 との接触部分までの角度のことである。ここでは、径方向を基準にしている。その夫々の接触面は、遊星ボール 5 0 の外周曲面に対して点接触又は面接触している。また、夫々の接触面は、第 1 及び第 2 の回転部材 1 0, 2 0 から遊星ボール 5 0 に向けて軸線方向の力が加わった際に、その遊星ボール 5 0 に対して径方向内側で且つ斜め方向の力が加わるように形

成されている。尚、ここで例示する無段変速機 1 においては、第 1 回転部材 10 を入力側、第 2 回転部材 20 を出力側とし、その第 1 回転部材 10 を動力源側に連結すると共に、第 2 回転部材 20 を駆動輪側に連結する。

【 0 0 2 4 】

サンローラ 30 は、第 1 回転中心軸 R 1 を回転軸とした円筒状に成型する。このサンローラ 30 の外周面には、複数個の遊星ボール 50 が放射状に略等間隔で配置される。従って、このサンローラ 30 においては、その外周面が遊星ボール 50 の自転の際の転動面となる。このサンローラ 30 は、自らの回転動作によって夫々の遊星ボール 50 を転動（自転）させることもできれば、夫々の遊星ボール 50 の転動動作（自転動作）に伴って回転することもできる。また、このサンローラ 30 には、その内周面の軸線方向における中間部分に環状部 30 a を設ける。環状部 30 a は、その両側面が第 1 回転中心軸 R 1 と直交する環状面になっている。

10

【 0 0 2 5 】

ここで、サンローラ 30 は、その環状部 30 a の内方に挿入されたシャフト 60 に対して周方向に相対回転できるように支持する。その支持は、サンローラ 30 とシャフト 60 の間に配設したラジアル軸受 R B 1 , R B 2 を介して行う。ラジアル軸受 R B 1 , R B 2 は、その外輪（アウトレース）をサンローラ 30 の内周面に嵌合させる。その外輪の環状の側面は、環状部 30 a における環状の側面に当接させることが望ましい。また、このラジアル軸受 R B 1 , R B 2 は、その内輪（インナーレース）をシャフト 60（具体的には後述する可動シャフト 62）の外周面に嵌合させる。

20

【 0 0 2 6 】

サンローラ 30 と可動シャフト 62 は、これらの中に嵌合させたラジアル軸受 R B 1 , R B 2 によって相互間での軸線方向への相対移動が規制されている。この無段変速機 1 においては、その規制をより強固なものとするべく、その相対移動を禁止させる部材を配している。ここでは、その部材として可動シャフト 62 の外周面に取り付けられたスナップリング S R 1 , S R 2 を利用する。そのスナップリング S R 1 , S R 2 は、可動シャフト 62 の外周面から突出させた略環状の側面で組み付け後のラジアル軸受 R B 1 , R B 2 の露出している側面を挟み込むように当接させる。

【 0 0 2 7 】

キャリア 40 は、第 1 回転中心軸 R 1 を中心軸とする第 1 円盤部 41 と第 2 円盤部 42 を有し、その夫々を軸線方向において対向させて配置したものである。夫々の遊星ボール 50 は、その第 1 及び第 2 の円盤部 41 , 42 の間に配置する。このキャリア 40 においては、第 1 円盤部 41 又は第 2 円盤部 42 の内の一方をシャフト 60 における後述する固定シャフト 61 に配設し、他方を可動シャフト 62 に配設する。この例示では、第 1 円盤部 41 を固定シャフト 61 に取り付け、第 2 円盤部 42 を可動シャフト 62 に取り付ける。

30

【 0 0 2 8 】

ここで、本実施例のキャリア 40 は、前述したように固定対象になっており、夫々の遊星ボール 50 を公転させるような周方向への回転を行わせない。一方、本実施例においては、後述するように、このキャリア 40 に夫々の遊星ボール 50 の傾転機構を成す変速制御部の機能を持たせるので、第 1 円盤部 41 と第 2 円盤部 42 の相互間で周方向へと相対回転させる必要がある。そこで、このキャリア 40 においては、第 1 円盤部 41 又は第 2 円盤部 42 の内の一方をシャフト 60 に対して相対回転できぬよう取り付けると共に、他方をシャフト 60 に対して相対回転できるように取り付けることにする。ここでは、第 1 円盤部 41 を回転可能にし、第 2 円盤部 42 を回転不能にする。この例示では、固定シャフト 61 と可動シャフト 62 の相互間での相対回転を行わせず、また、固定シャフト 61 や可動シャフト 62 の周方向への回転もさせない。これが為、第 1 円盤部 41 は、その固定シャフト 61 に対する周方向の相対回転ができるように軸受等（図示略）を介して取り付ける。一方、第 2 円盤部 42 は、可動シャフト 62 に対して周方向に相対回転させないように取り付ける。これにより、キャリア 40 は、夫々の遊星ボール 50 を公転させるよ

40

50

うな全体としてのシャフト60に対する周方向への相対回転を行えないが、第1円盤部41と第2円盤部42の相互間では周方向への相対回転を行うことができる。

【0029】

更に、第1円盤部41は、その固定シャフト61に対して軸線方向へと相対移動させないようにも取り付ける。また、第2円盤部42は、可動シャフト62に対して軸線方向に相対移動させないように取り付ける。この第2円盤部42は、可動シャフト62に対して嵌合させることで、その可動シャフト62にする軸線方向への相対移動が規制される。この無段変速機1においては、その規制をより強固なものとするべく、ここでもその相対移動を禁止させる部材を配している。ここでは、その部材として可動シャフト62の外周面に取り付けられたスナップリングSR3, SR4を利用する。そのスナップリングSR3, SR4は、可動シャフト62の外周面から突出させた略環状の側面で第2円盤部42の夫々の側面を挟み込むように当接させる。ここで、シャフト60は、固定シャフト61と可動シャフト62の相互間で軸線方向への相対移動を行うことができる。従って、キャリア40においては、その固定シャフト61と可動シャフト62との間の相対移動に伴って、第1円盤部41と第2円盤部42の相互間でも軸線方向へと相対移動する。

【0030】

遊星ボール50は、サンローラ30の外周面上を転がる転動部材である。この遊星ボール50は、完全な球状体であることが好ましいが、少なくとも転動方向にて球形を成すもの、例えばラグビーボールの様な断面が楕円形状のものであってもよい。この遊星ボール50は、その中心を通して貫通させた支持軸51によって回転自在に支持する。例えば、遊星ボール50は、支持軸51の外周面との間に配設した軸受(図示略)によって、第2回転中心軸R2を回転軸とした支持軸51に対する相対回転(つまり自転)ができるようにしている。従って、この遊星ボール50は、支持軸51を中心にしてサンローラ30の外周面上を転動することができる。

【0031】

その支持軸51の基準となる位置は、図1に示すように、第2回転中心軸R2が第1回転中心軸R1と平行になる位置である。この支持軸51は、その基準位置で形成される自身の回転中心軸(第2回転中心軸R2)と第1回転中心軸R1とを含む平面内において、基準位置とそこから傾斜させた位置との間を遊星ボール50と共に揺動(傾転)することができる。その傾転は、その平面内で遊星ボール50の中心を支点にして行われる。

【0032】

この無段変速機1には、夫々の遊星ボール50を傾転させることによって変速させる変速制御部が設けられている。例えば、この変速制御部としては、遊星ボール50から突出させた支持軸51の夫々の突出端部の内の少なくとも一方を上記した平面内で動作させるものが考えられる。この無段変速機1においては、その変速制御部としての機能をキャリア40に持たせる。この変速制御部は、その夫々の突出端部に設けた球体51a, 51bと、一方の球体51aが収められる第1円盤部41の溝41aと、他方の球体51bが収められる第2円盤部42の溝42aと、第1円盤部41又は第2円盤部42の内の少なくとも一方を他方に対して周方向に相対回転させる駆動装置52(図2)と、を備える。ここでは、駆動装置52で第1円盤部41を回転させる。

【0033】

第1円盤部41の溝41aは、図2に示すように、球体51aよりも広い幅と遊星ボール50の傾転角に応じた長さとを有しており、第1円盤部41の回転に伴い球体51aを上記の平面内で長手方向に案内する形状(例えば弧状や矩形形状)になっている。この溝41aは、球体51aを上記の平面内に沿って移動させる為に、第1回転中心軸R1を中心とした放射方向に対して傾斜させる。一方、第2円盤部42の溝42aは、図3に示すように、球体51bよりも広い幅と遊星ボール50の傾転角に応じた長さとを有しており、第1円盤部41の回転に伴い球体51bを上記の平面内で長手方向に案内する形状(例えば弧状や矩形形状)になっている。この溝42aは、球体51bを上記の平面内に沿って移動させる為に、その長手方向(球体51bの移動方向)が第1回転中心軸R1を中心とし

10

20

30

40

50

た放射方向と同一の方向になっている。その一对の溝 4 1 a , 4 2 a は、遊星ボール 5 0 毎に用意する。

【 0 0 3 4 】

また、駆動装置 5 2 は、第 1 円盤部 4 1 の外周面のネジ部に螺合させたウォームギヤであり、電動モータを電子制御装置 ( E C U ) に制御させることで動作させる。この変速制御部においては、第 1 円盤部 4 1 の回転に伴い一方の球体 5 1 a ( 5 1 b ) が図 1 の紙面下方に動いたならば、他方の球体 5 1 b ( 5 1 a ) が図 1 の紙面上方に動く。また、第 1 円盤部 4 1 を逆回転させたときには、夫々の球体 5 1 a , 5 1 b が逆方向に上下動する。これにより、この無段変速機 1 においては、支持軸 5 1 に上記の平面に沿った傾転力が付与されるので、その支持軸 5 1 と共に遊星ボール 5 0 を傾転させることができる。

10

【 0 0 3 5 】

このように、第 1 円盤部 4 1 及び第 2 円盤部 4 2 は、夫々の支持軸 5 1 を介して各遊星ボール 5 0 を傾転させる傾転機構としての機能と、その夫々の支持軸 5 1 を介して各遊星ボール 5 0 を保持する保持部材としての機能と、を備えている。

【 0 0 3 6 】

シャフト 6 0 は、その中心に位置する円柱状又は円筒状の固定シャフト 6 1 と、この固定シャフト 6 1 に対して軸線方向へと相対移動可能な円筒状の可動シャフト 6 2 と、を有する。その固定シャフト 6 1 の外周面には、スプライン S P 1 が形成されている。一方、可動シャフト 6 2 の内周面には、スプライン S P 2 が形成されている。可動シャフト 6 2 は、そのスプライン S P 1 , S P 2 を介して固定シャフト 6 1 にスプライン嵌合する。ここで、そのスプライン S P 1 , S P 2 は、固定シャフト 6 1 と可動シャフト 6 2 の相互間での軸線方向への相対移動を可能にする形状に形成されている。

20

【 0 0 3 7 】

この無段変速機 1 においては、夫々の遊星ボール 5 0 の傾転角が 0 度のときに、第 1 回転部材 1 0 と第 2 回転部材 2 0 とが同一回転速度 ( 同一回転数 ) で回転する。つまり、このときには、第 1 回転部材 1 0 と第 2 回転部材 2 0 の回転比 ( 回転速度又は回転数の比 ) が 1 になっている。一方、夫々の遊星ボール 5 0 を基準位置から傾転させた際には、第 1 回転部材 1 0 との接触部分 ( 接触点 ) 及び第 2 回転部材 2 0 との接触部分 ( 接触点 ) が変わり、支持軸 5 1 の中心軸から第 1 回転部材 1 0 との接触部分までの距離が変化すると共に、支持軸 5 1 の中心軸から第 2 回転部材 2 0 との接触部分までの距離が変化する。これが為、第 1 回転部材 1 0 又は第 2 回転部材 2 0 の内の何れか一方が基準位置のときよりも高速で回転し、他方が低速で回転するようになる。例えば第 2 回転部材 2 0 は、遊星ボール 5 0 を一方へと傾転させたときに第 1 回転部材 1 0 よりも低回転になり ( 減速 ) 、他方へと傾転させたときに第 1 回転部材 1 0 よりも高回転になる ( 増速 ) 。従って、この無段変速機 1 においては、その傾転角を変えることによって、第 1 回転部材 1 0 と第 2 回転部材 2 0 との間の回転比を無段階に変化させることができる。尚、ここでの増速時には、図 1 における上側の遊星ボール 5 0 を紙面反時計回り方向に傾転させ且つ下側の遊星ボール 5 0 を紙面時計回り方向に傾転させる。また、減速時には、図 1 における上側の遊星ボール 5 0 を紙面時計回り方向に傾転させ且つ下側の遊星ボール 5 0 を紙面反時計回り方向に傾転させる。

30

40

【 0 0 3 8 】

この無段変速機 1 には、第 1 又は第 2 の回転部材 1 0 , 2 0 の内の少なくとも何れか一方を各遊星ボール 5 0 に押し付けて、第 1 及び第 2 の回転部材 1 0 , 2 0 と各遊星ボール 5 0 との間に挟圧力を発生させる押圧部 ( 図示略 ) が設けられている。その押圧部は、軸線方向の力 ( 押圧力 ) を発生させることで、その間に挟圧力を生じさせるものである。その間においては、その挟圧力によって適切な摩擦力 ( トラクション力 ) が発生し、入力側となる何れか一方の回転トルクを効率良く他方に伝える。また、その押圧部の押圧力は、第 1 及び第 2 の回転部材 1 0 , 2 0 の接触面と各遊星ボール 5 0 の外周曲面の形状及び位置関係によって、各遊星ボール 5 0 を介してサンローラ 3 0 にも伝わる。これが為、サンローラ 3 0 と各遊星ボール 5 0 との間にも適切な摩擦力 ( トラクション力 ) が発生して、

50



入力側となる何れか一方の回転トルクを効率良く他方に伝える。従って、その押圧力は、各遊星ボール50を介した第1回転部材10と第2回転部材20とサンローラ30との間のトルク伝達を維持し得る大きさとする。例えば、この押圧部は、電動アクチュエータや油圧アクチュエータ等の駆動源であってもよく、配設対象の第1又は第2の回転部材10, 20の回転に伴い押圧力を発生させるトルクカム等の機構であってもよい。

【0039】

この無段変速機1においては、第1回転部材10の回転に伴い第1回転部材10と夫々の遊星ボール50との間に摩擦力(トラクション力 $F_t$ )が発生し、夫々の遊星ボール50が自転を始める。そして、この無段変速機1においては、その夫々の遊星ボール50の回転によって、各遊星ボール50と第2回転部材20との間、各遊星ボール50とサンローラ30との間にも摩擦力が発生し、その第2回転部材20とサンローラ30も回転を始める。

10

【0040】

また、この無段変速機1においては、第2回転部材20の回転に伴い第2回転部材20と夫々の遊星ボール50との間に摩擦力が発生し、夫々の遊星ボール50が自転を始める。そして、この無段変速機1においては、その夫々の遊星ボール50の回転によって、各遊星ボール50と第1回転部材10との間、各遊星ボール50とサンローラ30との間にも摩擦力が発生し、その第1回転部材10とサンローラ30も回転を始める。

【0041】

また、この無段変速機1においては、サンローラ30の回転に伴いサンローラ30と夫々の遊星ボール50との間に摩擦力が発生し、夫々の遊星ボール50が自転を始める。そして、この無段変速機1においては、その夫々の遊星ボール50の回転によって、各遊星ボール50と第1回転部材10との間、各遊星ボール50と第2回転部材20との間にも摩擦力が発生し、その第1回転部材10と第2回転部材20も回転を始める。

20

【0042】

尚、この無段変速機1においては、キャリア40以外の回転要素を固定対象に設定し、且つ、キャリア40をシャフト60に対して相対回転し得るように配設した場合、そのキャリア40の回転に伴い夫々の遊星ボール50が自転と公転を始める。そして、この無段変速機1においては、その夫々の遊星ボール50の回転によって、各遊星ボール50と第1回転部材10との間、各遊星ボール50と第2回転部材20との間、各遊星ボール50とサンローラ30との間にも摩擦力が発生し、その第1回転部材10と第2回転部材20とサンローラ30も回転を始める。

30

【0043】

ところで、遊星ボール50における第1回転部材10との接触部分においては、第1回転部材10が回転し始めたときに、その回転方向と同じ向きの接線方向の摩擦力が加わる。そして、その接触部分は、遊星ボール50の外周面上において遊星ボール50の重心からずらした位置にある。これが為、その摩擦力は遊星ボール50において偏心荷重となるので、その摩擦力が加わった際には、その重心を中心にした回転モーメント(以下、「スピンモーメント」という。)が遊星ボール50に発生する。更に、この無段変速機1の動作中においては、図4に示すように、遊星ボール50における第1回転部材10との接触部分と第2回転部材20との接触部分とに逆方向の摩擦力が定常的に発生している。例えば、第1回転部材10を入力側、第2回転部材20を出力側とした場合、第1回転部材10との接触部分においては、第1回転部材10の回転方向と同じ向きの接線方向の摩擦力となり、第2回転部材20との接触部分においては、第2回転部材20の回転方向とは逆方向の接線方向の摩擦力となる。これが為、遊星ボール50には、その摩擦力の向きの違いによって、重心を中心にしたスピンモーメントが発生する。

40

【0044】

ここで、無段変速機1においては、遊星ボール50の傾転動作を円滑にする為に、その傾転動作の際に動作させる部材間に隙間を設けている。例えば、この例示においては、上述した支持軸51の夫々の球体51a, 51bと第1及び第2の円盤部41, 42の夫々

50

の溝 4 1 a , 4 2 a との間に隙間を設けている。これが為、遊星ボール 5 0 は、上記のスピンモーメントが発生した場合に、その隙間に応じた量だけスピンモーメントの方向へと傾いてしまう。つまり、スピンモーメントの方向は上述した第 1 回転中心軸 R 1 と第 2 回転中心軸 R 2 とを含む平面に沿うものではないので、その際には、その隙間とスピンモーメントによって、第 2 回転中心軸 R 2 がその平面内から外れてしまう。これにより、遊星ボール 5 0 の回転方向は、図 4 に示すように、その第 2 回転中心軸 R 2 の傾きに応じてずれるので、理想ボール回転方向に比べてトルク伝達効率の低下したものとなる。そして、その際、サンローラ 3 0 と遊星ボール 5 0 との間には、スキューが発生する。故に、サンローラ 3 0 には、遊星ボール 5 0 のスピンモーメントに応じた、換言するならば図 5 に示すサンローラ 3 0 の速度ベクトルと遊星ボール 5 0 の速度ベクトルのずれに応じた軸線方向のスラスト力が遊星ボール 5 0 から加わる。そのスラスト力の向きは、スピンモーメントのモーメント方向に基づき決まる。更に、同様のスキューは、第 1 及び第 2 の回転部材 1 0 , 2 0 と遊星ボール 5 0 との間においても発生する。従って、スピンモーメント発生時の無段変速機 1 においては、サンローラ 3 0 と夫々の遊星ボール 5 0 との間に、更には第 1 及び第 2 の回転部材 1 0 , 2 0 と夫々の遊星ボール 5 0 との間に各々スラスト力が発生し、それらが熱として逸散してしまうので、トルクの伝達効率が低下してしまう。尚、その隙間を小さくすることでトルクの伝達効率の低下代を狭めることができるが、その反面、遊星ボール 5 0 に傾転力を発生させる為に過大な力を要するので、傾転機構の駆動部の大型化、延いては無段変速機 1 の大型化を招いてしまう。

#### 【 0 0 4 5 】

そこで、本実施例の無段変速機 1 には、スピンモーメント発生時の遊星ボール 5 0 の回転中心軸（第 2 回転中心軸 R 2 ）の傾きを抑え、遊星ボール 5 0 の回転方向を理想ボール回転方向に近づける又は理想ボール回転方向に一致させるよう修正するボール回転方向修正装置を設ける。

#### 【 0 0 4 6 】

例えば、図 4 及び図 5 に示す正駆動時（第 1 回転部材 1 0 にトルクが入力され、そのトルクの向きに第 1 回転部材 1 0 が回転しているとき）には、反時計回りのスピンモーメントが発生するので、遊星ボール 5 0 が回転しながら支持軸 5 1 を反時計回りに傾動させる。これに伴い傾いた第 2 回転中心軸 R 2 を理想回転中心軸（図 4 に一点鎖線で示す第 2 回転中心軸 R 2 ）に戻す為には、その傾動方向とは逆向きに支持軸 5 1 を押し動かせばよく、そのような押動の実現が可能な押圧力を支持軸 5 1 に作用させればよい。従って、ボール回転方向修正装置には、その押圧力を発生させる押動部を設ける。

#### 【 0 0 4 7 】

その押動部は、自身の軸線方向への移動に伴い、傾動方向とは逆向きに支持軸 5 1 を押し動かすものとする。この押動部は、傾いた第 2 回転中心軸 R 2 を少しでもスピンモーメント発生前の理想回転中心軸に近づけるよう設定する。より好ましくは、スピンモーメントの発生中に第 2 回転中心軸 R 2 を理想回転中心軸に一致させ続けることができるよう押動部を設定する。具体的に、この押動部は、支持軸 5 1 の夫々の突出端部（ここでは球体 5 1 a , 5 1 b ）の内の少なくとも一方に対して上記の押動方向への動きを為す押圧力を加えるものである。例えば、この押動部には、支持軸 5 1 を傾動方向とは逆向きに押動すべく傾斜させた傾斜面を利用する。その傾斜面は、スピンモーメントに応じた支持軸 5 1 の傾動に伴い球体 5 1 a ( 5 1 b ) が接触する接触面である。この傾斜面は、スピンモーメントの発生に伴い押動部が遊星ボール 5 0 に近づくのであれば、その押動部の移動に従って徐々に支持軸 5 1 を傾動方向とは逆向きへと押し戻す形状に設定する。一方、この傾斜面は、スピンモーメントの発生に伴い押動部が遊星ボール 5 0 から離れるのであれば、その押動部の移動に従って徐々に支持軸 5 1 を傾動方向とは逆向きへと押し戻す形状に設定すればよい。

#### 【 0 0 4 8 】

ここで、この無段変速機 1 においては、遊星ボール 5 0 からサンローラ 3 0 にスラスト力が加えられると、そのスラスト力がラジアル軸受 R B 1 , R B 2 とスナッピング S R

10

20

30

40

50

1を介して可動シャフト62に伝わる。これにより、その可動シャフト62は、固定シャフト61に対してスラスト力に応じた軸線方向への相対移動を行うことができる。この可動シャフト62には、軸線方向へと一体になって移動できるようにスナッピングSR3、SR4を介して第2円盤部42が配設されている。従って、この無段変速機1においては、サンローラ30にスラスト力が加えられた際に、そのスラスト力に応じた軸線方向へと第2円盤部42が可動シャフト62と共に移動する。その第2円盤部42の移動は、第1円盤部41だけでなく、夫々の遊星ボール50や支持軸51に対する軸線方向への相対移動である。例えば、正駆動時には紙面左側から右側に向かうスラスト力がサンローラ30に加わるので、第2円盤部42は、第1円盤部41、夫々の遊星ボール50や支持軸51に近づく。この無段変速機1においては、サンローラ30、ラジアル軸受RB1、RB2、スナッピングSR1～SR4、可動シャフト62及び第2円盤部42がスラスト力を押動部に伝えるスラスト力伝達部として働く。故に、ボール回転方向修正装置は、押圧部とスラスト力伝達部とを備えることとなる。

10

**【0049】**

本実施例のボール回転方向修正装置は、この第2円盤部42のスラスト力に応じた動きを利用することとし、この第2円盤部42に上記の押動部を設ける。この第2円盤部42には、支持軸51の球体51bとの接触が可能な接触面として溝42aが既に存在している。これが為、押動部には、その溝42aの壁面を利用する。ここでは、スピンモーメントの発生に伴い球体51bが接触する溝42aの壁面を図4に示すように傾斜させ、その傾斜面42a1を押動部として利用する。

20

**【0050】**

正駆動時には、図6に示すように、第2円盤部42が押圧部の可動部材たる可動シャフト62と共に矢印Aの軸線方向へと移動して各遊星ボール50に近づくので、その傾斜面42a1が各遊星ボール50に近づきながら球体51bを支持軸51の傾動方向とは逆向きに押し動かす。従って、この無段変速機1においては、第2回転中心軸R2を理想回転中心軸に近づける又は理想回転中心軸に一致させることが可能になり、スピンモーメントの発生に伴い傾く遊星ボール50の回転方向を理想ボール回転方向に近づける又は理想ボール回転方向に一致させることができる。この無段変速機1においては、遊星ボール50の回転方向を理想ボール回転方向に近づけることによって、第2回転中心軸R2の上記の平面に対するずれを小さくできるので、正駆動時のトルクの伝達効率の低下を抑えることができる。また、この無段変速機1においては、遊星ボール50の回転方向を理想ボール回転方向に一致させることによって、第2回転中心軸R2を上記の平面内に収めることができるので、正駆動時のトルクの伝達効率の低下を適切に抑制できる。

30

**【0051】**

以上示したように、この無段変速機1は、スピンモーメントの影響を抑えて、トルクの伝達効率の低下を抑えることができる。更に、この無段変速機1においては、押圧部を既存の第2円盤部42の溝42aに設けており、スラスト力伝達部も既存のサンローラ30等を利用している。また、その押圧部は、溝42aと球体51bとの間の隙間を縮めるものでもない。これが為、この無段変速機1は、大型化を抑えつつトルク伝達効率の低下を抑制することができる。

40

**【0052】**

ところで、この例示においては押圧部を第2円盤部42に設けたが、その押圧部は、その第2円盤部42とは別の部材に設けてもよく、この場合でも適切にトルク伝達効率の低下を抑制することができる。例えば、その別の部材としては、支持軸51を介した遊星ボール50の保持が可能で且つ伝達されたスラスト力により遊星ボール50に対する軸線方向への相対移動が可能な保持部材を別途用意すればよい。

**【0053】**

また、この例示においては正駆動時の押圧部について説明したが、その押圧部は、逆駆動時(正駆動中の第2回転部材20に回転方向とは逆向きのトルクが入力される時)のものを用意してもよい。逆駆動時には、図7に示すように、正駆動時とは逆向きのスピン

50

モーメントが発生するので、遊星ボール50からサンローラ30に加わるスラスト力も逆向きになる。これが為、逆駆動時の押圧部は、第2円盤部42とは逆の第1円盤部41に設ける。この逆駆動時の押圧部には、逆駆動時のスピンモーメントの発生に伴い球体51aが接触する第1円盤部41の溝41aの壁面を図7に示すように傾斜させた傾斜面41a1を利用する。その傾斜面41a1は、正駆動時の傾斜面42a1に対向する位置関係の壁面であり、その傾斜面42a1と同等の傾斜角にする。また、この場合には、可動シャフト62を第1円盤部41側まで延長し、これらが一体になって軸線方向に移動できるようにする。尚、この場合、摩擦力を発生させる為の押圧部については、上述した第1円盤部41に設けるものとは別形態のものをを用いる。

【0054】

逆駆動時には、図7に示すように、第1円盤部41が可動シャフト62と共に矢印Bの軸線方向へと移動して各遊星ボール50に近づくので、傾斜面41a1が各遊星ボール50に近づきながら球体51aを支持軸51の傾動方向とは逆向きに押し動かす。従って、この無段変速機1においては、第2回転中心軸R2を理想回転中心軸に近づける又は理想回転中心軸に一致させることが可能になり、スピンモーメントの発生に伴い傾く遊星ボール50の回転方向を理想ボール回転方向に近づける又は理想ボール回転方向に一致させることができる。この無段変速機1においては、遊星ボール50の回転方向を理想ボール回転方向に近づけることによって、第2回転中心軸R2の上記の平面に対するずれを小さくできるので、逆駆動時のトルクの伝達効率の低下を抑えることができる。また、この無段変速機1においては、遊星ボール50の回転方向を理想ボール回転方向に一致させること

【産業上の利用可能性】

【0055】

以上のように、本発明に係る無段変速機は、トルクの伝達効率の低下を抑制させる技術に有用である。

【符号の説明】

【0056】

1 無段変速機

10 第1回転部材(第1回転要素)

20 第2回転部材(第2回転要素)

30 サンローラ(第3回転要素)

40 キャリア(第4回転要素)

41 第1円盤部

41a1 傾斜面

41a 溝

42 第2円盤部

42a1 傾斜面

42a 溝

50 遊星ボール(転動部材、第5回転要素)

51 支持軸

51a, 51b 球体

60 シャフト(変速機回転軸)

61 固定シャフト

62 可動シャフト

R1 第1回転中心軸

R2 第2回転中心軸

RB1, RB2 ラジアル軸受

SP1, SP2 スプライン

SR1~SR4 スナップリング

10

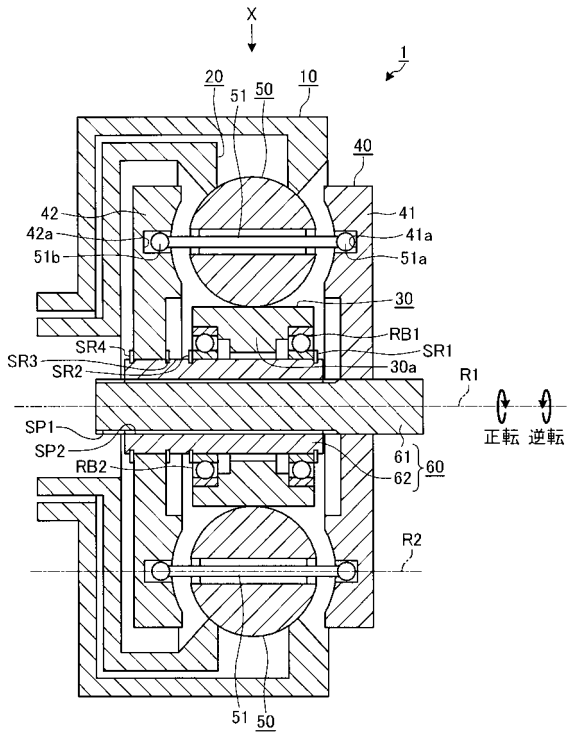
20

30

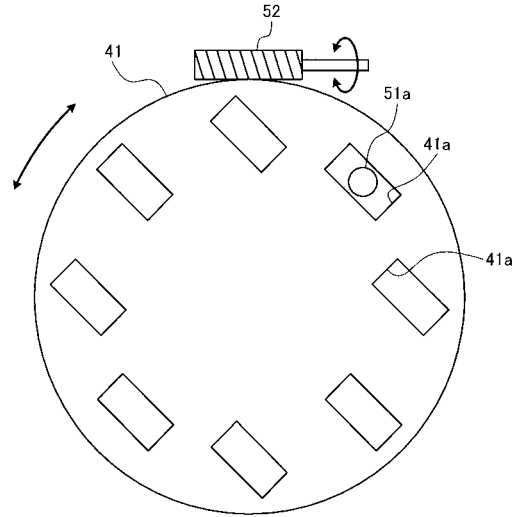
40

50

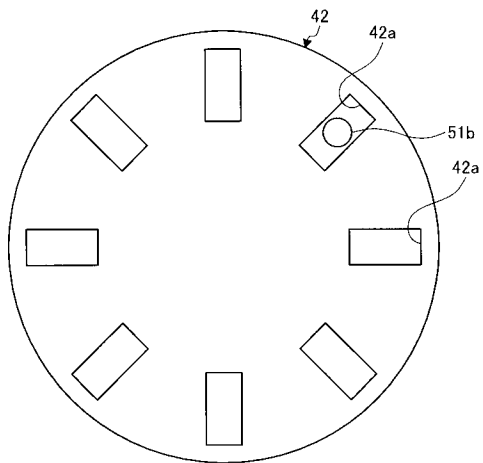
【図1】



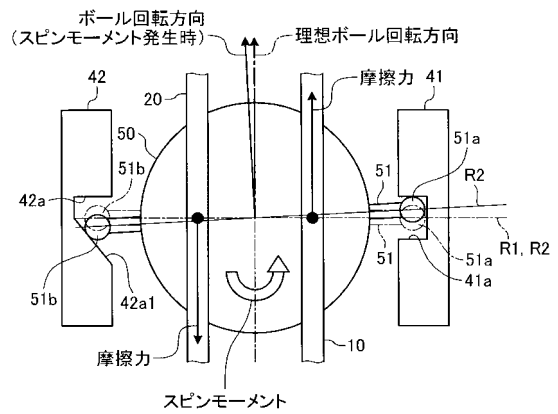
【図2】



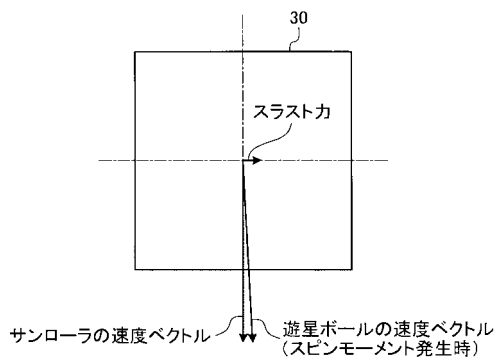
【図3】



【図4】



【図5】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 小川 裕之  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 友松 大輔  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 中村 大輔

- (56)参考文献 特開2002-250421(JP,A)  
特表2008-516165(JP,A)  
実開昭52-035481(JP,U)  
特開平10-089435(JP,A)  
特公昭43-024617(JP,B1)  
特公昭42-025367(JP,B1)  
特表2009-541663(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F16H 15/52