

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6912242号
(P6912242)

(45) 発行日 令和3年8月4日 (2021. 8. 4)

(24) 登録日 令和3年7月12日 (2021. 7. 12)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 H 1/32 (2006. 01)

F 1 6 H 1/32 B

B 6 2 D 5/04 (2006. 01)

B 6 2 D 5/04

請求項の数 21 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-66597 (P2017-66597)	(73) 特許権者	517078574
(22) 出願日	平成29年3月30日 (2017. 3. 30)		オバロ ゲーエムベーハー
(65) 公開番号	特開2017-187172 (P2017-187172A)		ドイツ連邦共和国 6 5 5 5 5 リムブル
(43) 公開日	平成29年10月12日 (2017. 10. 12)		ク アナーオールーシュトラーセ 2
審査請求日	令和2年3月23日 (2020. 3. 23)	(74) 代理人	100080816
(31) 優先権主張番号	93010		弁理士 加藤 朝道
(32) 優先日	平成28年3月30日 (2016. 3. 30)	(74) 代理人	100098648
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ルクセンブルク (LU)		弁理士 内田 深人
		(74) 代理人	100119415
			弁理士 青木 充
		(72) 発明者	ジークマール ギルゲス
			ドイツ連邦共和国 6 5 3 0 7 パート
			シュバルバッハ ヴィルヘルムシュトラ
			ーセ 3 5 a
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波動歯車装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ内で回転可能に支持されているウェーブジェネレータを有し、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第 1 中空リング歯車と、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が同様に噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第 2 中空リング歯車を有する、波動歯車装置であって、

前記ウェーブジェネレータは、半径方向に可撓な唯一の転がり軸受を介して、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブに対して相対的に回転可能に支持されており、前記転がり軸受は、複数の第 1 転動体を有する第 1 転動体列と、軸方向において前記第 1 転動体列に対してずらされた、複数の第 2 転動体を有する少なくとも 1 つの第 2 転動体列とを有し、

a . 前記転がり軸受は、前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体と直接的に接触状態にある外側リングと内側リングを有すること、又は、
b . 前記転がり軸受は、前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体と直接的に接触状態にある外側リングを有し、前記ウェーブジェネレータの外周面部が、各前記転動体列の前記転動体のための各々の内側案内溝部を有すること、又は、

c . 前記転がり軸受は、前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体と直接的に接触状態にある内側リングを有し、半径方向に可撓な前記スリーブ

の内周面部が、各前記転動体列の前記転動体のための各々の外側案内溝部を有すること
を特徴とする波動歯車装置。

【請求項 2】

前記外側リングは、各前記転動体列の前記転動体のために各々固有の外側案内溝部を有
すること

を特徴とする、請求項 1 に記載の波動歯車装置。

【請求項 3】

前記内側リングは、各前記転動体列の前記転動体のために各々固有の内側案内溝部を有
すること

を特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の波動歯車装置。

10

【請求項 4】

前記第 1 転動体及び前記第 2 転動体は、共通の転動体リテーナと直接的な接触状態にあ
ること

を特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 5】

a．前記第 1 転動体は、前記第 2 転動体とは空間的に別個に且つ前記第 2 転動体に依存
しないで構成され且つ配設されていること、及び / 又は、

b．前記第 1 転動体は、前記第 2 転動体に依存しないで回転可能であること、及び / 又
は、

c．前記第 1 転動体のどれも、前記第 2 転動体のうちのどれか 1 つと相対回転不能に結
合されていることはないこと

20

を特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 6】

a．前記第 1 中空リング歯車は、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブ及び前記転
がり軸受の前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体を介し、前記ウェーブジェネレータにおい
て支持されていること、及び / 又は、

b．前記第 2 中空リング歯車は、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブ及び前記転
がり軸受の前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体を介し、前記ウェーブジェネレータにおい
て支持されていること、及び / 又は、

c．前記第 1 中空リング歯車と噛合係合状態にある、前記スリーブの軸方向の部分領域
は、前記転がり軸受の前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体を介し、前記ウェーブジェネ
レータにおいて支持されていること、及び / 又は、

30

d．前記第 2 中空リング歯車と噛合係合状態にある、前記スリーブの軸方向の部分領域
は、前記転がり軸受の前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体を介し、前記ウェーブジェネ
レータにおいて支持されていること

を特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 7】

前記転がり軸受の前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体は、軸方向に対して直角の方向の
第 1 横断面内に配設されており、該第 1 横断面内には、前記第 1 中空リング歯車も配設さ
れていること、及び / 又は、前記転がり軸受の前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体は、軸
方向に対して直角の方向の第 2 横断面内に配設されており、該第 2 横断面内には、前記第
2 中空リング歯車も配設されていること

40

を特徴とする、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 8】

前記第 1 中空リング歯車と前記第 2 中空リング歯車は、互いに平行に及び / 又は互いに
同軸に配設されていること

を特徴とする、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 9】

前記第 1 中空リング歯車の前記噛合部は、前記第 2 中空リング歯車の前記噛合部の歯数
よりも大きい第 1 歯数を有すること

50

を特徴とする、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 0】

- a . 前記第 1 転動体列は、16 個から 25 個までの転動体を含み、及び / 又は、
 - b . 前記第 2 転動体列は、16 個から 25 個までの転動体を含むこと
- を特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 1】

- a . 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数とは異なること、又は、
- b . 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数よりも大きいこと、又は、
- c . 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数よりも正に 1 個だけ大きいこと

10

を特徴とする、請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 2】

- a . 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、偶数であること、又は、
- b . 前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数は、偶数であること、又は、
- c . 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、偶数であり、それに対して前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数は、奇数であること、又は、
- d . 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、奇数であり、それに対して前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数は、偶数であること

20

を特徴とする、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 3】

前記転がり軸受は、複数の第 3 転動体を有する少なくとも 1 つの第 3 転動体列を有すること

を特徴とする、請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 4】

- a . 前記第 1 転動体は、接線方向において、前記第 2 転動体に対してずらされて配設されていること、及び / 又は、
- b . 隣接する前記転動体列の前記転動体は、接線方向において所定の間隔 $Z = D / A$ だけずらされており、 D は、転動体の接線方向の直径であり、 A は、転動体軌道の総数であること

30

を特徴とする、請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 5】

- a . 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の軸方向の幅と、前記第 2 中空リング歯車の軸方向の幅の合計よりも大きいこと、又は、
- b . 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の前記噛合部の軸方向の幅と、前記第 2 中空リング歯車の前記噛合部の軸方向の幅の合計よりも大きいこと、又は、

c . 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の前記噛合部において前記スリーブの前記外側噛合部と噛合係合状態にある部分の軸方向の幅と、前記第 2 中空リング歯車の前記噛合部において前記スリーブの前記外側噛合部と噛合係合状態にある部分の軸方向の幅の合計よりも大きいこと、又は、

40

d . 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の軸方向の幅よりも大きいこと、及び / 又は、

e . 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 2 中空リング歯車の軸方向の幅よりも大きいこと

を特徴とする、請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の波動歯車装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の波動歯車装置を有するアクチュエータ。

【請求項 1 7】

50

- a. 前記アクチュエータは、ステアリングアクチュエータであること、又は、
 - b. 前記アクチュエータは、膨張行程を調整する調整軸を駆動するために、及び / 又は内燃機関の圧縮比を調整する調整軸を駆動するために構成され且つ特定されていること、又は、
 - c. 前記アクチュエータは、カムシャフト調整器として構成されていること、又は、
 - d. 前記アクチュエータは、シャーシアクチュエータとして構成されていること
- を特徴とする、請求項 1 6 に記載のアクチュエータ。

【請求項 1 8】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の波動歯車装置を含んだアクチュエータを有する内燃機関。

10

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の波動歯車装置を有するシャーシ。

【請求項 2 0】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の波動歯車装置を有するステアリング。

【請求項 2 1】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の波動歯車装置を有する車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

(関連出願の記載)

20

本出願は、2016年3月30日出願のルクセンブルク特許出願第 93010 号の優先権主張に基づくものであり、同出願の全記載内容は、引用をもって本明細書に組み込み記載されているものとする。

【0 0 0 2】

本発明は、波動歯車装置 (Spannungswellengetriebe, strain wave gearing, ハーモニックドライブ (登録商標) : 本願において「波動歯車装置」と称する) に関し、該波動歯車装置は、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ内で回転可能に支持 (軸受け支持) されているウェーブジェネレータを有し、更に該波動歯車装置は、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブの外側噛合部と噛合部が噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第 1 中空リング歯車と、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブの外側噛合部と噛合部が同様に噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第 2 中空リング歯車を有する。

30

【背景技術】

【0 0 0 3】

この形式の波動歯車装置は、例えば下記特許文献 1 から公知である。具体的には下記特許文献 1 は、回転運動を発生させるウェーブジェネレータと、フレクスプラインとを備え、該フレクスプラインの内周部又は外周部には、ウェーブジェネレータの回転運動をフレクスプラインへ伝達する少なくとも 1 つの構成部材が係合し、この際、フレクスプラインは、その外周部又は内周部を用いてサーキュラスプライン及びダイナミックスプラインに係合している。サーキュラスプライン及びダイナミックスプラインは、各々中空リングとして構成されており、それらの内周部には、各々フレクスプラインが、ウェーブジェネレータにより各々半径方向において外側へ変形される部分で係合している。従ってウェーブジェネレータの波動 (波打つような運動) により、フレクスプラインの回転運動と、同時に剛体の伝達要素の回転運動がもたらされる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】EP 2 184 514 B1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

50

従って本発明の課題は、構造的に簡単な構成で一層信頼性をもって機能する波動歯車装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題は、波動歯車装置であって、ウェーブジェネレータが、半径方向に可撓な唯一の転がり軸受（Waelzlager）を介して、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブに対して相対的に回転可能に支持（軸受け支持）されており、該転がり軸受は、複数の第1回転体を有する第1回転体列と、軸方向において該第1回転体列に対してずらされた、複数の第2回転体を有する少なくとも1つの第2回転体列とを有し、この際、

a．転がり軸受は、第1回転体列の第1回転体及び第2回転体列の第2回転体と直接的に接触状態にある外側リングを有し、及び/又は、

b．転がり軸受は、第1回転体列の第1回転体及び第2回転体列の第2回転体と直接的に接触状態にある内側リングを有する

ことを特徴とする波動歯車装置により解決される。

【0007】

即ち本発明の第1の視点により、

外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ内で回転可能に支持されているウェーブジェネレータを有し、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第1中空リング歯車と、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が同様に噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第2中空リング歯車を有する、波動歯車装置であって、

前記ウェーブジェネレータは、半径方向に可撓な唯一の転がり軸受を介して、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブに対して相対的に回転可能に支持されており、前記転がり軸受は、複数の第1回転体を有する第1回転体列と、軸方向において前記第1回転体列に対してずらされた、複数の第2回転体を有する少なくとも1つの第2回転体列とを有し、

a．前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある外側リングを有し、及び/又は、

b．前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある内側リングを有すること

を特徴とする波動歯車装置が提供される。

より詳しくは、前記第1の視点において、

外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ内で回転可能に支持されているウェーブジェネレータを有し、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第1中空リング歯車と、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が同様に噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第2中空リング歯車を有する、波動歯車装置であって、

前記ウェーブジェネレータは、半径方向に可撓な唯一の転がり軸受を介して、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブに対して相対的に回転可能に支持されており、前記転がり軸受は、複数の第1回転体を有する第1回転体列と、軸方向において前記第1回転体列に対してずらされた、複数の第2回転体を有する少なくとも1つの第2回転体列とを有し、

a．前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある外側リングと内側リングを有すること、又は、

b．前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある外側リングを有し、前記ウェーブジェネレータの外周面部が、各前記転動体列の前記転動体のための各々の内側案内溝部を有すること、又は

c．前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある内側リングを有し、半径方向に可撓な前記スリーブ

10

20

30

40

50

の内周面部が、各前記回転体列の前記回転体のための各々の外側案内溝部を有することを特徴とする。

更に本発明の第2の視点により、

前記波動歯車装置を有するアクチュエータが提供される。

更に本発明の第3の視点により、

前記波動歯車装置を含んだアクチュエータを有する内燃機関が提供される。

更に本発明の第4の視点により、

前記波動歯車装置を有するシャシが提供される。

更に本発明の第5の視点により、

前記波動歯車装置を有するステアリングが提供される。

10

更に本発明の第6の視点により、

前記波動歯車装置を有する車両が提供される。

尚、本願の特許請求の範囲に付記された図面参照符号は、専ら本発明の理解の容易化のためのものであり、図示の形態への限定を意図するものではないことを付言する。

【発明の効果】

【0008】

本発明の前記第1の視点により、上記課題に対応する効果、即ち構造的に簡単な構成で一層信頼性をもって機能する波動歯車装置が提供される。

【発明を実施するための形態】

【0009】

20

本発明において、以下の形態が可能である。

(形態1)

外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ内で回転可能に支持されているウェーブジェネレータを有し、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第1中空リング歯車と、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブの外側噛合部と噛合部が同様に噛合係合状態にある内歯付きの剛体の第2中空リング歯車を有する、波動歯車装置であって、

前記ウェーブジェネレータは、半径方向に可撓な唯一の転がり軸受を介して、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブに対して相対的に回転可能に支持されており、前記転がり軸受は、複数の第1回転体を有する第1回転体列と、軸方向において前記第1回転体列に対してずらされた、複数の第2回転体を有する少なくとも1つの第2回転体列とを有し

30

a. 前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある外側リングを有し、及び/又は、

b. 前記転がり軸受は、前記第1回転体列の前記第1回転体及び前記第2回転体列の前記第2回転体と直接的に接触状態にある内側リングを有すること。

(形態2)

前記外側リングは、各前記回転体列の前記回転体のために各々固有の外側案内溝部を有すること、が好ましい。

(形態3)

40

前記内側リングは、各前記回転体列の前記回転体のために各々固有の内側案内溝部を有すること、が好ましい。

(形態4)

前記第1回転体及び前記第2回転体は、共通の回転体リテーナ、特にボールリテーナと直接的な接触状態にあること、が好ましい。

(形態5)

a. 前記第1回転体は、前記第2回転体とは空間的に別個に且つ前記第2回転体に依存しないで構成され且つ配設されていること、及び/又は、

b. 前記第1回転体は、前記第2回転体に依存しないで回転可能であること、及び/又は、

50

c. 前記第 1 転動体のどれも、前記第 2 転動体のうちのどれか 1 つと相対回転不能に結合されていることはないこと、が好ましい。

(形態 6)

a. 前記第 1 中空リング歯車は、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブ及び前記転がり軸受の前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体を介し、前記ウェーブジェネレータにおいて支持されていること、及び / 又は、

b. 前記第 2 中空リング歯車は、外歯付きの半径方向に可撓な前記スリーブ及び前記転がり軸受の前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体を介し、前記ウェーブジェネレータにおいて支持されていること、及び / 又は、

c. 前記第 1 中空リング歯車と噛合係合状態にある、前記スリーブの軸方向の部分領域は、前記転がり軸受の前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体を介し、前記ウェーブジェネレータにおいて支持されていること、及び / 又は、

d. 前記第 2 中空リング歯車と噛合係合状態にある、前記スリーブの軸方向の部分領域は、前記転がり軸受の前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体を介し、前記ウェーブジェネレータにおいて支持されていること、が好ましい。

(形態 7)

前記転がり軸受の前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体は、軸方向に対して直角の方向の第 1 横断面内に配設されており、該第 1 横断面内には、前記第 1 中空リング歯車も配設されていること、及び / 又は、前記転がり軸受の前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体は、軸方向に対して直角の方向の第 2 横断面内に配設されており、該第 2 横断面内には、前記第 2 中空リング歯車も配設されていること、が好ましい。

(形態 8)

前記第 1 中空リング歯車と前記第 2 中空リング歯車は、互いに平行に及び / 又は互いに同軸に配設されていること、が好ましい。

(形態 9)

前記第 1 中空リング歯車の前記噛合部は、前記第 2 中空リング歯車の前記噛合部の歯数よりも大きい第 1 歯数を有すること、が好ましい。

(形態 10)

a. 前記第 1 転動体列は、16 個から 25 個までの転動体を含み、及び / 又は、

b. 前記第 2 転動体列は、16 個から 25 個までの転動体を含むこと、が好ましい。

(形態 11)

a. 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数とは異なること、又は、

b. 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数よりも大きいこと、又は、

c. 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数よりも正に 1 個だけ大きいこと、が好ましい。

(形態 12)

a. 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、偶数であること、又は、

b. 前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数は、偶数であること、又は、

c. 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、偶数であり、それに対して前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数は、奇数であること、又は、

d. 前記第 1 転動体列の前記第 1 転動体の数は、奇数であり、それに対して前記第 2 転動体列の前記第 2 転動体の数は、偶数であること、が好ましい。

(形態 13)

前記転がり軸受は、複数の第 3 転動体を有する少なくとも 1 つの第 3 転動体列を有すること、が好ましい。

(形態 14)

a. 前記第 1 転動体は、接線方向 (円周方向) において、前記第 2 転動体に対してずらされて配設されていること、及び / 又は、

b. 隣接する前記転動体列の前記転動体は、接線方向において所定の間隔 $Z = D / A$ だけずらされており、 D は、転動体の接線方向の直径であり、 A は、転動体軌道の総数であること、が好ましい。

(形態 15)

a. 前記転がり軸受は、前記外側リングを有するが、内側リングをもたず、前記ウェーブジェネレータの外周面部が、各前記転動体列の前記転動体のための各々の内側案内溝部を有すること、又は、

b. 前記転がり軸受は、前記内側リングを有するが、外側リングをもたず、半径方向に可撓な前記スリーブの内周面部が、各前記転動体列の前記転動体のための各々の外側案内溝部を有すること、が好ましい。

(形態 16)

a. 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の軸方向の幅と、前記第 2 中空リング歯車の軸方向の幅の合計よりも大きいこと、又は、

b. 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の前記嚙合部の軸方向の幅と、前記第 2 中空リング歯車の前記嚙合部の軸方向の幅の合計よりも大きいこと、又は、

c. 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の前記嚙合部において前記スリーブの前記外側嚙合部と嚙合係合状態にある部分の軸方向の幅と、前記第 2 中空リング歯車の前記嚙合部において前記スリーブの前記嚙合部と嚙合係合状態にある部分の軸方向の幅の合計よりも大きいこと

d. 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 1 中空リング歯車の軸方向の幅よりも大きいこと、及び / 又は、

e. 前記転がり軸受の軸方向の幅は、前記第 2 中空リング歯車の軸方向の幅よりも大きいこと、が好ましい。

(形態 17)

前記波動歯車装置を有するアクチュエータ。

(形態 18)

a. 前記アクチュエータは、ステアリングアクチュエータであること、又は、

b. 前記アクチュエータは、膨張行程を調整する調整軸を駆動するために、及び / 又は内燃機関の圧縮比を調整する調整軸を駆動するために構成され且つ特定されていること、又は、

c. 前記アクチュエータは、カムシャフト調整器として構成されていること、又は、

d. 前記アクチュエータは、シャーシアクチュエータとして構成されていること、が好ましい。

(形態 19)

前記波動歯車装置を含んだアクチュエータを有する内燃機関。

(形態 20)

前記波動歯車装置を有するシャーシ。

(形態 21)

前記波動歯車装置を有するステアリング。

(形態 22)

前記波動歯車装置を有する、車両、特に自動車。

【0010】

本発明においては、冒頭に記載した形式の波動歯車装置では、嚙合係合エラー（歯山の係合エラー）や、ましてや、半径方向に可撓なスリーブの嚙合部（歯列）に対する両方の中空歯車のうちの 1 つの中空歯車の嚙合部の相対的な所謂歯部（歯山）の飛び越し（Ueberratschen）が発生する可能性があるということが認識されており、その際、特に瞬時の負荷が大きい場合には、半径方向に可撓なスリーブの軸方向の一端部が半径方向において内側へ逸脱ないし逃げてしまう。特に、半径方向に可撓なスリーブが円筒状のリングとして構成されている所謂リング歯車装置においては、半径方向に可撓なスリーブの軸方向の

10

20

30

40

50

両端部が半径方向において内側へ逸脱ないし逃げる可能性があり、その結果、これらの領域において、噛合係合エラー、及び／又は、騒音発生の増加、及び／又は、更には歯部の飛び越しが発生する可能性がある。

【 0 0 1 1 】

このような不利な現象は、本発明による波動歯車装置において、第 1 中空リング歯車が、好ましくは実質的に及び主として、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ及び転がり軸受の第 1 転動体列の第 1 転動体を介し、ウェーブジェネレータにおいて支持されていることにより、及び／又は、第 1 中空リング歯車と噛合係合状態にある、半径方向に可撓なスリーブの軸方向の部分領域が、好ましくは実質的に及び主として、転がり軸受の第 1 転動体列の第 1 転動体を介し、ウェーブジェネレータにおいて支持されていることにより回避することができる。それに対応して代替的に又は追加的に、有利には、第 2 中空リング歯車が、特に実質的に及び主として、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ及び転がり軸受の第 2 転動体列の第 2 転動体を介し、ウェーブジェネレータにおいて支持されていること、及び／又は、第 2 中空リング歯車と噛合係合状態にある、半径方向に可撓なスリーブの軸方向の部分領域が、好ましくは実質的に及び主として、転がり軸受の第 2 転動体列の第 2 転動体を介し、ウェーブジェネレータにおいて支持されていることを提案することができる。これらの実施形態は、半径方向に可撓なスリーブがその全幅にわたり又は少なくともその噛合部（歯列）の幅にわたり確実に且つ信頼性をもって、半径方向の逸脱が発生不能であるように支持されているという、格別優れた技術的な効果を有している。従って噛合係合エラー、特に噛合係合エラーに基づく煩わしい騒音発生は、効果的に回避されている。

【 0 0 1 2 】

互いに平行に配設される 2 つの個々の別個の転がり軸受の使用と異なり、本発明により提案された、2 つの転動体列を有する唯一の転がり軸受の使用は、個々の別個の転がり軸受の相対運動が排除され、特に負荷が大きい場合に発生しうる別個の転がり軸受のそれらの外側リングの相対運動が排除されるという格別優れた利点を有する。更に本発明においては、有利には、半径方向に可撓なスリーブは、両方の中空リング歯車の領域において、特に両方の転動体列に共通の外側リング及び／又は両方の転動体列に共通の内側リングにより、極めて良好に支持されているということが保証されており、これは、個々の転動体列が、少なくとも 1 つの構成部材を介して連結されており、それにより軸方向において互いに相対的に動くことが全く不能であるか又は動けたとしても極めて僅かなためである。

【 0 0 1 3 】

特に有利には、外側リングは、各転動体列の転動体（複数）のために各々固有の外側案内溝部を有することを提案することができる。

【 0 0 1 4 】

特に有利には、内側リングは、各転動体列の転動体（複数）のために各々固有の内側案内溝部を有することを提案することができる。

【 0 0 1 5 】

代替的に又は追加的に、第 1 転動体列の第 1 転動体及び第 2 転動体列の第 2 転動体と直接的に接触状態にある、共通の転動体リテーナ（転動体保持器）、特にボールリテーナ（ボールケージ）を設けることも可能である。

【 0 0 1 6 】

本発明により、ウェーブジェネレータは、半径方向に可撓な唯一の転がり軸受を介して、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブに対して相対的に回転可能に支持されており、転がり軸受は、第 1 転動体を有する第 1 転動体列と、軸方向において第 1 転動体列に対してずらされた、第 2 転動体を有する少なくとも 1 つの第 2 転動体列を有する。

【 0 0 1 7 】

半径方向に可撓なスリーブの特に確実な支持状態を保証する、格別優れた有利な一実施形態において、転がり軸受の第 1 転動体列の第 1 転動体は、波動歯車装置の軸方向に対して直角の方向の第 1 横断面内に配設されており、該第 1 横断面内には、第 1 中空リング歯

車 (Hohlrad) も配設されている。代替的に又は追加的に、有利には、転がり軸受の第 2 転動体列の第 2 転動体は、波動歯車装置の軸方向に対して直角の方向の第 2 横断面内に配設されており、該第 2 横断面内には、第 2 中空リング歯車も配設されていることを提案することができる。このようにして有利には、第 1 中空リング歯車と、スリーブの軸方向の対応部分とが、とりわけ第 1 転動体列の第 1 転動体を介して支持され、それに対して第 2 中空リング歯車と、第 2 中空リング歯車と噛合係合状態にある、半径方向に可撓なスリーブの対応部分とが、とりわけ第 2 転動体列の第 2 転動体を介して支持されていることが保証される。

【0018】

好ましくは、第 1 中空リング歯車と第 2 中空リング歯車は、互いに平行に及び / 又は互いに同軸に配設されている。これらの中空リング歯車の間には、所定のベアリング、特にスライドベアリングを設けることが可能であり、該ベアリングは、これらの中空リング歯車が円滑に互いに相対的に回転可能であることを保証する。

【0019】

特に有利には、第 1 中空リング歯車の噛合部 (歯列) は、第 2 中空リング歯車の噛合部の歯数よりも大きい第 1 歯数を有する。特にこの際、これらの中空リング歯車のうちの 1 つは、外歯付きのスリーブと同じ歯数を有することを提案することができる。しかしまた、両方の中空リング歯車が半径方向に可撓なスリーブの噛合部とは異なる歯数を有することも可能である。

【0020】

特に有利な一実施形態において、第 1 転動体列の第 1 転動体の数は、第 1 中空リング歯車の歯数に依存して選択されている。

【0021】

第 1 転動体列の第 1 転動体の数が 16 個から 25 個までの範囲内にあるという一実施形態が、特に有利であることが分かった。また第 2 転動体列の第 2 転動体の数も、有利には 16 個から 25 個までの範囲内とすることができる。

【0022】

それに対応して代替的に又は追加的に、第 2 転動体列の第 2 転動体の数は、第 2 中空リング歯車の歯数の 5 分の 1 よりも大きい、特に第 2 中空リング歯車の歯数の 3 分の 1 よりも大きいことを提案することもできる。また選択的に、第 1 転動体列の第 1 転動体の数は、第 2 転動体列の第 2 転動体の数と同じであることも可能である。

【0023】

特に有利な一実施形態において、第 1 転動体列の第 1 転動体の数は、第 2 転動体列の転動体の数とは異なっている。特に有利には、第 1 転動体列の第 1 転動体の数は、第 2 転動体列の第 2 転動体の数よりも大きい。特殊な一実施形態において、第 1 転動体列の第 1 転動体の数は、第 2 転動体列の第 2 転動体の数よりも正に 1 個だけ大きい。個々の転動体列における転動体の数が異なるというこれらの実施形態は、第 2 転動体列の転動体に対する第 1 転動体列の転動体の互いの相対位置が常に変化するという格別優れた利点を有する。特に負荷状況によって不利となる個々の転動体列の転動体の互いの (固定的な) 相対位置は、このようにすると、発生したとしてもたかだか短期的で且つ一時的に過ぎない。それに加え、このようにすると、摩耗の均等性が達成される。

【0024】

好ましくは、少なくとも 1 つの転動体リテーナ (転動体保持器)、特にボールリテーナが設けられており、該リテーナは、個々の転動体列の転動体を接線方向 (円周方向) において互いに等間隔で離間した状態に保つことを保証する。この際、有利には、各転動体列のために固有のボールリテーナ (転動体リテーナないし転動体ケージ) を設けることを提案することができる。これらの転動体リテーナは、特にスナップリテーナ (Schnappkaefig) として構成することが可能である。特にそのようなスナップリテーナは、軸方向において外方から差し込むことが可能である。また選択的に、両方の転動体列の転動体のために、1 つの共通の転動体リテーナ、特にボールリテーナを設けることも可能である。

【 0 0 2 5 】

転動体は、特にボール（球体）として構成することが可能である。しかし例えば、転動体がニードル（ニードルローラ）として構成されていることも可能である。

【 0 0 2 6 】

格別優れた有利な一実施形態において、第 1 転動体列の転動体の数は偶数である。また第 2 転動体列の第 2 転動体の数が偶数であることも可能である。

【 0 0 2 7 】

特殊な一実施形態において、第 1 転動体列の第 1 転動体の数は偶数であり、それに対して第 2 転動体列の第 2 転動体の数は奇数である。特にそのような実施形態においては、有利には、個々の転動体列の個々の転動体の相対位置が連続的に変化することが保証されている。また選択的に、第 1 転動体列の第 1 転動体の数が奇数であり、それに対して第 2 転動体列の第 2 転動体の数が偶数であることを提案することもできる。

10

【 0 0 2 8 】

格別優れた安定した一実施形態において、転がり軸受は、複数の第 3 転動体を有する少なくとも 1 つの第 3 転動体列を有する。そのような実施形態は、例えば、中空リング歯車の一方が他方の中空リング歯車よりも幅広（軸方向寸法大）で構成されている場合に提供することができる。この際、幅広の中空リング歯車と、この幅広の中空リング歯車と作用結合状態（噛合係合状態）にある半径方向に可撓なスリーブの軸方向の対応部分とは、好ましくは、2 つの転動体列による転動体を介して支持され、それに対して幅狭の中空リング歯車と、この他方の中空リング歯車と噛合係合状態にある半径方向に可撓なスリーブの軸方向の対応部分とは、第 3 転動体列の転動体を介して支持される。

20

【 0 0 2 9 】

特殊な一実施形態において、第 1 中空リング歯車は、半径方向に可撓なスリーブの軸方向の対応部分を用い、並びに第 2 中空リング歯車は、半径方向に可撓なスリーブの軸方向の対応部分を用い、各々、2 列の転動体列の転動体を介して支持されることが提案されており、従ってこの転がり軸受は、全体で 4 列の転動体列を有する。特にこの際にも有利には、個々の転動体列は、互いに異なる数の転動体を有することを提案することができる。

【 0 0 3 0 】

特に有利な一実施形態において、第 1 転動体（複数）は、接線方向（円周方向）において、第 2 転動体（複数）に対してずらされて配設されている。このようにして半径方向に可撓なスリーブの特に良好な支持状態が達成される。特に有利には、隣接する転動体列の転動体は、接線方向において所定の間隔 $Z = D / A$ だけずらされており、この際、 D は、転動体の接線方向の直径であり、 A は、転動体軌道の総数（転動体列の総数）である。このようにして転動体の特に均等な分配が達成されている。

30

【 0 0 3 1 】

有利な一実施形態において、転がり軸受は、各転動体列の転動体のための各々の案内溝部（ガイドグループ）を有する外側リング（アウトレース）を有する。それに加え、転がり軸受は、この実施形態において、追加的に、各転動体列の転動体のための各々の案内溝部を有する内側リング（インナレース）を有する。

【 0 0 3 2 】

外側リングは、半径方向に可撓なスリーブとは別個の及び / 又は別個に製造された構成部材である。特に外側リングは、半径方向に可撓なスリーブと一緒に一体的に製造されたものではなく、半径方向に可撓なスリーブを構成する構成要素でもない。内側リングは、ウェーブジェネレータとは別個の及び / 又は別個に製造された構成部材である。特に内側リングは、ウェーブジェネレータと一緒に一体的に製造されたものではなく、ウェーブジェネレータを構成する構成要素でもない。

40

【 0 0 3 3 】

転がり軸受が、外側リングを有し、特に各転動体列の転動体のための各々の外側案内溝部を有する外側リングを有し、転がり軸受が、内側リングをもたず、ウェーブジェネレータの外周面部が各転動体列の転動体のための各々の内側案内溝部を有するという一実施形

50

態は、特にコンパクトで堅固である。また代替的に、転がり軸受が、各転動体列の転動体のための各々の内側案内溝部を有する内側リングを有し、それに対して外側リングは設けられてなく、半径方向に可撓なスリーブの内周面部が各転動体列の転動体のための各々の外側案内溝部を有することを提案することもできる。

【0034】

中空リング歯車と半径方向に可撓なスリーブの特に確実な支持状態は、転がり軸受の軸方向の幅が、第1中空リング歯車の軸方向の幅と、第2中空リング歯車の軸方向の幅の合計よりも大きいという一実施形態において達成される。代替的に又は追加的に、有利には、転がり軸受の軸方向の幅は、第1中空リング歯車の噛合部の軸方向の幅と、第2中空リング歯車の噛合部の軸方向の幅の合計よりも大きいこと、又は、転がり軸受の軸方向の幅は、第1中空リング歯車の噛合部において半径方向に可撓なスリーブの噛合部と噛合係合状態にある部分の軸方向の幅と、第2中空リング歯車の噛合部において半径方向に可撓なスリーブの噛合部と噛合係合状態にある部分の軸方向の幅の合計よりも大きいことを提案することができる。

10

【0035】

本発明による波動歯車装置が装備されているステアリングアクチュエータ（操舵作動装置）は、特に確実で信頼性がある。ステアリングアクチュエータは、特に、自動車において運転者の及ぼす操舵運動に追加的な操舵運動を重ね合わせるために用いられる。

【0036】

本発明による波動歯車装置を含んだアクチュエータが装備されている内燃機関は、特に信頼性がある。該アクチュエータは、例えば、カムシャフト調整器として、又は膨張行程を調整するためのアクチュエータとして、又は行程空間の大きさを調整するためのアクチュエータとして用いることが可能である。膨張行程を調整する調整軸を駆動するためのアクチュエータ、及び／又は、内燃機関の圧縮比を調整する調整軸を駆動するためのアクチュエータは、特に有利であり、この際、該アクチュエータは、駆動モータと、該駆動モータに後置された本発明による波動歯車装置を有する。特にこの際、有利には、歯車装置従動側において、一方では半径方向に可撓であり及び／又は軸方向に対して横方向（左右方向）に湾曲可能であり他方ではねじれ剛性を有するカップリング装置（連結器 Kupplung）が、当該歯車装置へ接続されていることを提案することができる。

20

【0037】

シャーシアクチュエータにおいて本発明による波動歯車装置を使用することは、特に有利である。シャーシアクチュエータは、特にアクティブシャーシの一部とすることが可能であり、車両のローリング運動及び／又はピッチング運動を防止又は最小化するために用いられる。

30

【0038】

特に、車両において、特に自動車において、本発明による波動歯車装置を使用することは、極めて一般的に有利である。

【0039】

図面には、本発明の例示の対象が模式的に図示されており、以下、これらの図面に基づいてそれらの対象を説明する。また同じ要素又は同様に作用する要素には、大体において同じ符号が付けられている。

40

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明による波動歯車装置の一実施例を示す図である。

【図2】本発明による波動歯車装置の別の一実施例を示す図である。

【図3】本発明による波動歯車装置の第3の実施例を示す図である。

【実施例】

【0041】

図1は、本発明による波動歯車装置の一実施例を示しており、該波動歯車装置は、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ2内で回転可能に支持されているウェーブジェネレータ

50

1を有する。具体的にウェーブジェネレータ1は、半径方向に可撓な転がり軸受（転動体ベアリング）3を用い、外歯付きの半径方向に可撓なスリーブ2に対して相対的に回転可能に支持されており、この際、転がり軸受3は、複数の第1転動体5を有する第1転動体列4と、軸方向において第1転動体列4から離間した、複数の第2転動体7を有する第2転動体列6を備えている。半径方向に可撓なスリーブ2の外側噛合部（Aussenverzahnung）8は、楕円形に構成されたウェーブジェネレータ1の長軸（図示の場合、長い上下軸）の面内に位置し且つ運転時に周回する2つの対峙した噛合係合箇所において、内歯付きの剛体の第1中空リング歯車9と噛合係合状態にある。それに加え、外側噛合部8は、第2中空リング歯車12の内側噛合部11と、同様に運転時に周回する2つの対峙した箇所（噛合係合箇所）において、噛合係合状態にある。

10

【0042】

半径方向に可撓な転がり軸受3は、第1転動体列4の第1転動体5及び第2転動体列6の第2転動体7と直接的に接触状態にある構成部材として、内側リング（インナレース）13を有し、第1転動体列4の第1転動体5及び第2転動体列6の第2転動体7と直接的に接触状態にある更なる構成部材として、外側リング（アウトレース）18を有する。内側リング13は、両方の転動体列4、6の転動体5、7のための周回する2つの案内溝部14を有する。それに対応して外側リング18は、同様に、両方の転動体列4、6の転動体5、7のための周回する2つの案内溝部15を有する。

【0043】

図2は、本発明による波動歯車装置の別の一実施例を示しており、この実施例において、第1中空リング歯車9は、軸方向において、第2中空リング歯車12よりも幅狭に構成されている。この実施例において、第2中空リング歯車12は、第2転動体列6の転動体7と、追加的に転がり軸受3の第3転動体列17の第3転動体16を介して支持されている。この実施例において、半径方向に可撓な転がり軸受3は、第1転動体列4の第1転動体5、第2転動体列6の第2転動体7、及び第3転動体列17の第3転動体16と直接的に接触状態にある構成部材として、個々の転動体列4、6、17の転動体5、7、16のための周回する3つの案内溝部14を有する内側リング13を有する。それに対応して外側リング18は、第1転動体列4の第1転動体5、第2転動体列6の第2転動体7、及び第3転動体列17の第3転動体16と直接的に接触状態にある更なる構成部材として機能し、同様に転動体5、7、16のための周回する3つの案内溝部15を有する。

20

30

【0044】

図3は、第3の実施例を示しており、この実施例において、転がり軸受3は、複数の転動体列4、6の転動体5、7と、半径方向に可撓なスリーブ2と、ウェーブジェネレータ1とから構成されており、この際、半径方向に可撓なスリーブ2は、その内周面部において各転動体列4、6の転動体5、7のための各々の案内溝部15を有し、ウェーブジェネレータ1は、その外周面部において各転動体列4、6の転動体5、7のための各々の案内溝部14を有する。この実施例においては、内側リング13も外側リング18も設けられていない。この実施例においては、ウェーブジェネレータ1と半径方向に可撓なスリーブ2が、第1転動体列4の第1転動体5及び第2転動体列6の第2転動体7と直接的に接触状態にある構成部材として機能する。

40

【0045】

尚、上記の特許文献の各開示を本書に引用をもって繰り込むものとする。また本発明の全開示（請求の範囲を含む）の枠内において、更にその基本的技術思想に基づいて、実施形態の変更・調整が可能である。また本発明の全開示の枠内において、種々の開示要素（各請求項の各要素、各実施形態の各要素、各図面の各要素等を含む）の多様な組み合わせ、ないし選択が可能である。即ち本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想に従って当業者であればなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。特に本書に記載した数値範囲については、当該範囲内に含まれる任意の数値ないし小範囲が別段の記載のない場合でも具体的に記載されているものと解釈されるべきである。

【符号の説明】

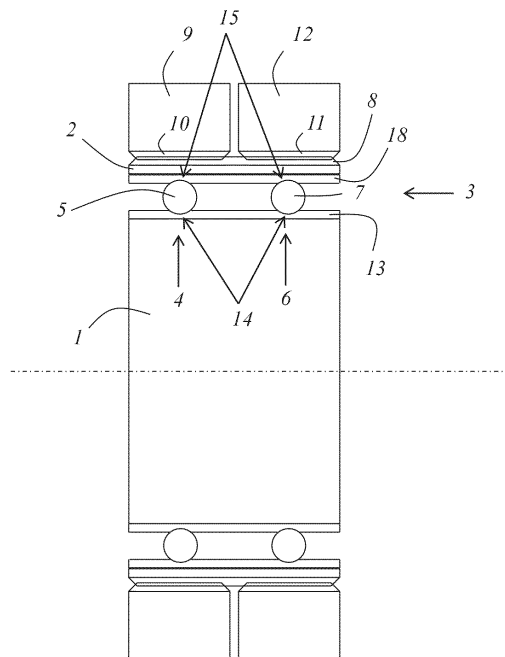
50

【 0 0 4 6 】

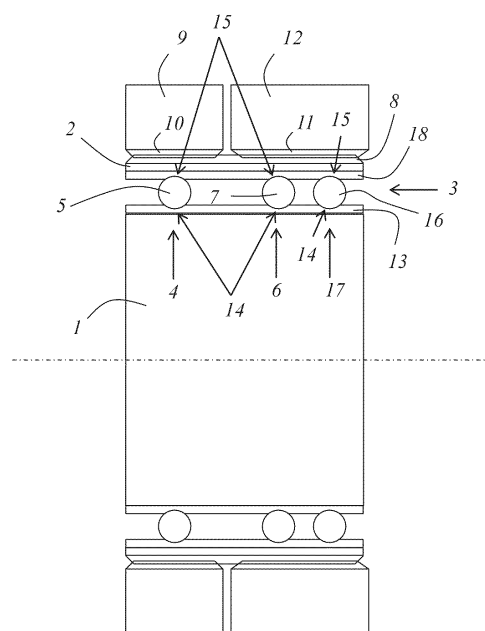
- 1 ウェーブジェネレータ
- 2 スリーブ
- 3 転がり軸受（転動体ベアリング）
- 4 第1転動体列
- 5 第1転動体
- 6 第2転動体列
- 7 第2転動体
- 8 スリーブ2の外側噛合部（外側歯列）
- 9 第1中空リング歯車
- 10 第1中空リング歯車9の内側噛合部（内側歯列）
- 11 第2中空リング歯車12の内側噛合部（内側歯列）
- 12 第2中空リング歯車
- 13 内側リング（インナレース）
- 14 案内溝部
- 15 案内溝部
- 16 第3転動体
- 17 第3転動体列
- 18 外側リング（アウトレース）

10

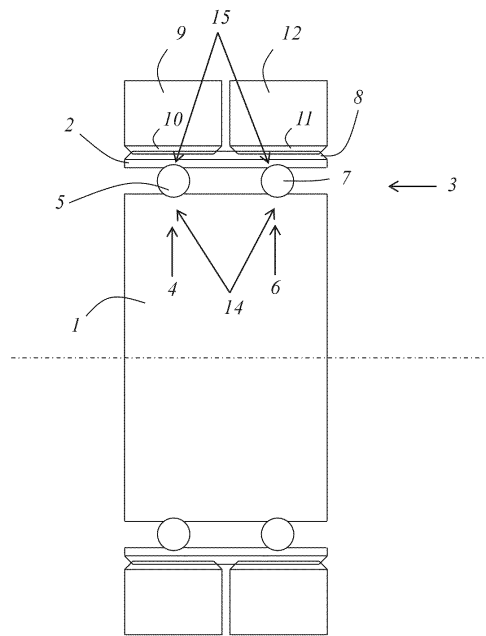
【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】



フロントページの続き

審査官 前田 浩

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0049975(US,A1)
独国特許出願公開第102011004074(DE,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F16H 1/32
B62D 5/04