

(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2017-223301

(P2017-223301A)

(43) 公開日 平成29年12月21日(2017.12.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 H 25/20 (2006.01)	F 1 6 H 25/20 D	3 D 0 4 8
B 6 0 T 13/74 (2006.01)	B 6 0 T 13/74 G	3 J 0 5 8
F 1 6 D 55/226 (2006.01)	F 1 6 D 55/226 1 0 4 A	3 J 0 6 2
F 1 6 D 65/18 (2006.01)	F 1 6 D 65/18	
F 1 6 D 121/24 (2012.01)	F 1 6 D 121:24	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-119661 (P2016-119661)	(71) 出願人	000102692
(22) 出願日	平成28年6月16日 (2016.6.16)		N T N株式会社
			大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号
		(74) 代理人	100130513
			弁理士 鎌田 直也
		(74) 代理人	100074206
			弁理士 鎌田 文二
		(74) 代理人	100130177
			弁理士 中谷 弥一郎
		(74) 代理人	100112575
			弁理士 田川 孝由
		(72) 発明者	山崎 達也
			静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N
			株式会社内
		F ターム (参考)	3D048 BB51 CC49 HH18 HH58
			最終頁に続く

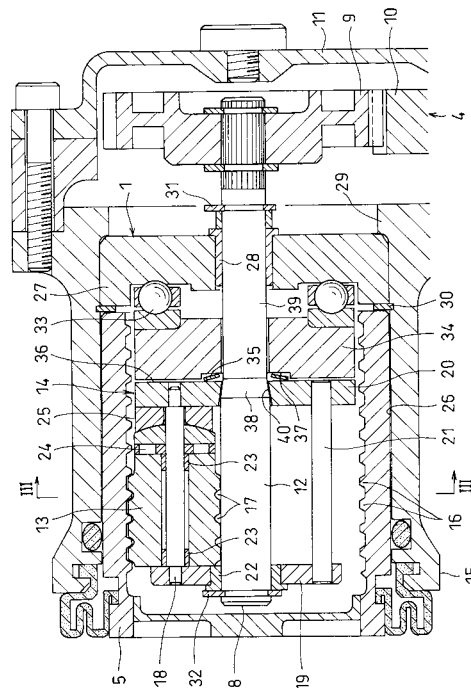
(54) 【発明の名称】 遊星ローラねじ式直動機構および電動ブレーキ装置

(57) 【要約】

【課題】外輪部材から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて荷重変換率を切り替えることが可能であり、しかも、回転軸の外周の遊星ローラが転がり接触する円筒面を研磨等によって容易に仕上げる事が可能な遊星ローラねじ式直動機構を提供する。

【解決手段】外輪部材 5 の内周の螺旋凸条 1 6 と遊星ローラ 1 3 の外周の円周溝 1 7 との係合によって外輪部材 5 が軸方向に移動する遊星ローラねじ式直動機構において、軸方向後方への反力によってキャリア 1 4 が回転軸 8 に対して相対移動するように弾性部材 3 5 で支持され、キャリア 1 4 が回転軸 8 に対して相対移動していない状態ではキャリア 1 4 と摩擦結合し、キャリア 1 4 が回転軸 8 に対して相対移動した状態ではキャリア 1 4 との摩擦結合を解除するテーパ面 3 8 が回転軸 8 の外周に設けられ、テーパ面 3 8 は、遊星ローラ 1 3 に対して軸方向後方に配置されている。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周に円筒面（１２）をもつ回転軸（８）と、
前記円筒面（１２）に転がり接触する複数の遊星ローラ（１３）と、
その複数の遊星ローラ（１３）を自転可能かつ公転可能に保持するキャリア（１４）と

、
前記複数の遊星ローラ（１３）を囲むように配置され、軸方向に移動可能に支持された外輪部材（５）と、

その外輪部材（５）の内周に設けられた螺旋凸条（１６）と、

その螺旋凸条（１６）と係合するように前記各遊星ローラ（１３）の外周に設けられた螺旋溝または円周溝（１７）とを有し、

前記螺旋凸条（１６）と前記螺旋溝または円周溝（１７）との係合によって前記外輪部材（５）が軸方向に移動する遊星ローラねじ式直動機構において、

前記外輪部材（５）に対して対象物に軸方向一方への荷重を負荷したときに受ける軸方向他方への反力により、前記キャリア（１４）が前記回転軸（８）に対して軸方向他方に相対移動するように前記キャリア（１４）を支持する弾性部材（３５）と、

前記回転軸（８）の外周に設けられ、前記キャリア（１４）が前記回転軸（８）に対して軸方向他方に相対移動していない場合には、前記キャリア（１４）と前記回転軸（８）の相対回転を制限するように前記キャリア（１４）と摩擦結合し、前記キャリア（１４）が前記回転軸（８）に対して軸方向他方に相対移動した場合には、前記キャリア（１４）と前記回転軸（８）の相対回転を許容するように前記キャリア（１４）との摩擦結合を解除する、摩擦結合部とを備え、

前記摩擦結合部は、前記遊星ローラ（１３）に対して軸方向他方に配置されていることを特徴とする遊星ローラねじ式直動機構。

【請求項 2】

前記摩擦係合部は、軸方向一方から他方に向かって外径が小さくなるテーパ面（３８）である請求項 1 に記載の遊星ローラねじ式直動機構。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の遊星ローラねじ式直動機構（１）と、

前記遊星ローラねじ式直動機構（１）の回転軸（８）を回転駆動する電動モータ（３）と、

前記遊星ローラねじ式直動機構（１）の外輪部材（５）と一体に移動するブレーキパッド（５３）と、

前記ブレーキパッド（５３）に対向して配置されたブレーキディスク（５０）と、
を有する電動ブレーキ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電動式直動アクチュエータに用いられる遊星ローラねじ式直動機構、およびその遊星ローラねじ式直動機構を用いた電動ブレーキ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

外部から入力される回転運動を直線運動に変換して出力する直動機構として、例えば、特許文献 1 のような遊星ローラねじ式直動機構が知られている。

【0003】

特許文献 1 の遊星ローラねじ式直動機構は、外部から回転が入力される回転軸と、その回転軸の外周の円筒面に転がり接触する複数の遊星ローラと、その複数の遊星ローラを自転可能かつ公転可能に保持するキャリアと、複数の遊星ローラを囲むように配置された外輪部材とを有する。外輪部材の内周には螺旋凸条が設けられ、その螺旋凸条と係合する螺旋溝または円周溝が各遊星ローラの外周に設けられている。

10

20

30

40

50

【0004】

この遊星ローラねじ式直動機構は、外部から回転軸に回転が入力されると、その回転軸の回転が、回転軸の外周に転がり接触する遊星ローラに伝達し、各遊星ローラが自転しながら回転軸のまわりを公転する。このとき、遊星ローラの外周の螺旋溝または円周溝と外輪部材の内周の螺旋凸条との係合によって外輪部材が軸方向に移動する。このようにして、遊星ローラねじ式直動機構は、回転軸の回転を外輪部材の直線運動に変換する。

【0005】

この遊星ローラねじ式直動機構は、電動ブレーキ装置に使用することができる。この場合、ブレーキをかけるときは、電動モータの回転が遊星ローラねじ式直動機構によってブレーキパッドの直線運動に変換され、そのブレーキパッドがブレーキディスクに押さえ付けられる。一方、ブレーキを解除するときは、電動モータを逆方向に回転させ、ブレーキパッドとブレーキディスクの間にクリアランスが設けられる。

10

【0006】

ここで、外輪部材の内周の螺旋凸条のリード角を大きく設定すると、外輪部材の軸方向の移動速度が早くなるので、ブレーキをかけるときに、ブレーキパッドがブレーキディスクに接触するまでに要する時間が短くなり、ブレーキの応答性を高めることができるが、その反面、荷重変換率が小さくなるので、ブレーキパッドがブレーキディスクを押圧する力が小さくなるという問題がある。一方、外輪部材の内周の螺旋凸条のリード角を小さく設定すると、荷重変換率が大きくなるので、ブレーキをかけるときに、ブレーキパッドがブレーキディスクを押圧する力を大きくすることが可能となるが、その反面、外輪部材の軸方向の移動速度が遅くなるので、ブレーキパッドがブレーキディスクに接触するまでに要する時間が長くなり、ブレーキの応答性が低下してしまう。つまり、ブレーキの応答性を高めることと、ブレーキパッドがブレーキディスクを押圧する力を大きくすることとは、相反関係にある。

20

【0007】

そこで、特許文献1は、ブレーキの応答性を高めることと、ブレーキパッドがブレーキディスクを押圧する力を大きくすることとを両立させるため、外輪部材から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて荷重変換率が切り替わる構造を提案している。

【0008】

すなわち、外輪部材が対象物に軸方向前方への荷重を負荷したときに受ける軸方向後方への反力により、キャリアが回転軸に対して軸方向後方に相対移動するようにキャリアを弾性部材で支持している。また、キャリアが回転軸に対して軸方向後方に相対移動していない状態では、キャリアと回転軸の相対回転を制限するようにキャリアと摩擦結合し、キャリアが回転軸に対して軸方向後方に相対移動した状態では、キャリアと回転軸の相対回転を許容するようにキャリアとの摩擦結合を解除する摩擦結合部を回転軸の外周に設けている。ここで、摩擦結合部は、遊星ローラが転がり接触する円筒面から軸方向前方に向かって次第に大径となるように回転軸の軸方向前端部の外周に設けられたテーパ面である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

40

【特許文献1】特許第5496836号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本願の発明者は、上記の遊星ローラねじ式直動機構において、回転軸の外周の遊星ローラが転がり接触する円筒面を研磨等によって高精度に仕上げるときに、回転軸の形状が、仕上げ加工の難しい形状となっている点に気付いた。

【0011】

すなわち、特許文献1の遊星ローラねじ式直動機構においては、遊星ローラが転がり接触する円筒面から軸方向前方に向かって次第に大径となるテーパ面が設けられている。そ

50

して、このテーパ面は、遊星ローラが転がり接触する円筒面よりも大きい外径をもつ部位である。そのため、回転軸の外周を転がり支持しながら回転軸の外周を加工する低コストの加工方法（例えば、センタレス通し研磨）を採用することができず、遊星ローラが転がり接触する円筒面を高精度に仕上げるための加工コストが高くなるという問題がある。

【0012】

この発明が解決しようとする課題は、外輪部材から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて荷重変換率を切り替えることが可能であり、しかも、回転軸の外周の遊星ローラが転がり接触する円筒面を研磨等によって容易に仕上げるのが可能な遊星ローラねじ式直動機構を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するため、この発明では、以下の構成の遊星ローラねじ式直動機構を提供する。

外周に円筒面をもつ回転軸と、

前記円筒面に転がり接触する複数の遊星ローラと、

その複数の遊星ローラを自転可能かつ公転可能に保持するキャリアと、

前記複数の遊星ローラを囲むように配置され、軸方向に移動可能に支持された外輪部材と、

その外輪部材の内周に設けられた螺旋凸条と、

その螺旋凸条と係合するように前記各遊星ローラの外周に設けられた螺旋溝または円周溝とを有し、

前記螺旋凸条と前記螺旋溝または円周溝との係合によって前記外輪部材が軸方向に移動する遊星ローラねじ式直動機構において、

前記外輪部材に対して対象物に軸方向一方への荷重を負荷したときに受ける軸方向他方への反力により、前記キャリアが前記回転軸に対して軸方向他方に相対移動するように前記キャリアを支持する弾性部材と、

前記回転軸の外周に設けられ、前記キャリアが前記回転軸に対して軸方向他方に相対移動していない場合には、前記キャリアと前記回転軸の相対回転を制限するように前記キャリアと摩擦結合し、前記キャリアが前記回転軸に対して軸方向他方に相対移動した場合には、前記キャリアと前記回転軸の相対回転を許容するように前記キャリアとの摩擦結合を解除する、摩擦結合部とを備え、

前記摩擦結合部は、前記遊星ローラに対して軸方向他方に配置されていることを特徴とする遊星ローラねじ式直動機構。

【0014】

このようにすると、外輪部材から対象物に荷重を負荷していない状態では、回転軸の外周の摩擦結合部がキャリアと摩擦結合し、キャリアと回転軸の相対回転が制限される。そのため、外部から回転軸に回転が入力されたときに、回転軸と一体にキャリアが公転し、遊星ローラは自転せずに回転軸のまわりを公転する。このとき、遊星ローラの公転速度は比較的速いものとなる。そのため、外輪部材の軸方向の移動速度が早くなり、荷重変換率が小さくなる。一方、外輪部材から対象物に荷重を負荷した状態では、回転軸の外周の摩擦結合部とキャリアとの摩擦結合が解除され、キャリアと回転軸の相対回転が許容される。そのため、外部から回転軸に回転が入力されたときに、遊星ローラが自転しながら回転軸のまわりを公転する。このとき、遊星ローラの公転速度は比較的遅いものとなる。そのため、外輪部材の軸方向の移動速度が遅くなり、荷重変換率が大きくなる。このように、荷重変換率を、外輪部材から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて切り替えることが可能となっている。

【0015】

また、回転軸の外周の摩擦結合部は、通常、軸方向一方（軸方向前方）から軸方向他方（軸方向後方）に向かって小径となる部位をもつ形状であり、この摩擦結合部が、遊星ローラに対して軸方向他方（外輪部材から対象物に荷重を負荷する方向に対して逆向きの軸

10

20

30

40

50

方向、すなわち軸方向後方)に配置されていることから、遊星ローラが転がり接触する円筒面を、回転軸の最大径部分とすることが可能である。そのため、回転軸の外周を転がり支持しながら回転軸の外周を加工する低コストの加工方法(例えば、センタレス通し研磨)を採用することが可能であり、遊星ローラが転がり接触する円筒面を研磨等によって容易に仕上げる事が可能である。

【0016】

前記摩擦係合部としては、軸方向一方から他方に向かって外径が小さくなるテーパ面を採用することができる。

【0017】

このようにすると、キャリアと、回転軸の外周の摩擦結合部とが摩擦結合したときに、テーパ面のくさび作用によって大きな摩擦力を発生することが可能である。

10

【0018】

また、この発明では、上記の遊星ローラねじ式直動機構を用いた電動ブレーキ装置として、以下の構成のものを併せて提供する。

上記構成の遊星ローラねじ式直動機構と、

前記遊星ローラねじ式直動機構の回転軸を回転駆動する電動モータと、

前記遊星ローラねじ式直動機構の外輪部材と一体に移動するブレーキパッドと、

前記ブレーキパッドに対向して配置されたブレーキディスクと、

を有する電動ブレーキ装置。

【発明の効果】

20

【0019】

この発明の遊星ローラねじ式直動機構は、外輪部材から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて荷重変換率を切り替えることが可能である。また、回転軸の外周の摩擦結合部が、遊星ローラに対して軸方向他方に配置されていることから、遊星ローラが転がり接触する円筒面を、回転軸の最大径部分とすることが可能である。そのため、回転軸の外周を転がり支持しながら回転軸の外周を加工する低コストの加工方法(例えば、センタレス通し研磨)を採用することが可能であり、遊星ローラが転がり接触する円筒面を研磨等によって容易に仕上げる事が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0020】

30

【図1】この発明の実施形態の遊星ローラねじ式直動機構を組み込んだ電動式直動アクチュエータを示す断面図

【図2】図1の遊星ローラねじ式直動機構の近傍の拡大断面図

【図3】図2のIII-III線に沿った断面図

【図4】図2の弾性部材の近傍の拡大断面図

【図5】図4のキャリアに軸方向後方への反力が負荷された状態を示す図

【図6】図1に示す電動式直動アクチュエータを用いた電動ブレーキ装置の一例を示す断面図

【図7】図6に示す電動ブレーキ装置をインナ側から見た図

【発明を実施するための形態】

40

【0021】

図1に、この発明の実施形態の遊星ローラねじ式直動機構1を用いた電動式直動アクチュエータ2を示す。この電動式直動アクチュエータ2は、電動モータ3と、電動モータ3の回転を減速して伝達する減速歯車列4と、減速歯車列4を介して電動モータ3から入力される回転を外輪部材5の直線運動に変換して出力する遊星ローラねじ式直動機構1とを有する。

【0022】

減速歯車列4は、電動モータ3のモータ軸6に固定された入力歯車7と、遊星ローラねじ式直動機構1の回転軸8に固定された出力歯車9と、入力歯車7と出力歯車9の間に回転を伝達する中間歯車10と、これらの歯車7, 9, 10を収容するギヤケース11とを

50

有する。この減速歯車列 4 は、電動モータ 3 のモータ軸 6 から入力歯車 7 に入力された回転を、互いに歯数の異なる入力歯車 7、中間歯車 10、出力歯車 9 を順に伝達することで減速し、その減速された回転を出力歯車 9 から回転軸 8 に出力する。

【0023】

図 2、図 3 に示すように、遊星ローラねじ式直動機構 1 は、外周に円筒面 12 をもつ回転軸 8 と、円筒面 12 に転がり接触する複数の遊星ローラ 13 と、その複数の遊星ローラ 13 を自転可能かつ公転可能に保持するキャリア 14 と、複数の遊星ローラ 13 を囲むように配置された中空筒状の外輪部材 5 と、外輪部材 5 を軸方向に移動可能に収容するハウジング 15 とを有する。複数の遊星ローラ 13 は、外輪部材 5 の内周と回転軸 8 の外周との間に周方向に間隔をおいて配置されている。

10

【0024】

ここで、回転軸 8 と平行な方向を軸方向、外輪部材 5 のハウジング 15 からの突出長さが大きくなる側に外輪部材 5 が移動するときの外輪部材 5 の移動方向を軸方向前方（一方）、外輪部材 5 のハウジング 15 からの突出長さが小さくなる側に外輪部材 5 が移動するときの外輪部材 5 の移動方向を軸方向後方（他方）、回転軸 8 まわりに周回する方向を周方向と定義する。

【0025】

図 2 に示すように、外輪部材 5 の内周には、螺旋凸条 16 が設けられている。螺旋凸条 16 は、周方向に対して所定のリード角をもって斜めに延びる凸条である。各遊星ローラ 13 の外周には、螺旋凸条 16 に係合する複数の円周溝 17 が軸方向に間隔をおいて形成されている。各遊星ローラ 13 の外周の軸方向に隣り合う円周溝 17 の間隔は、螺旋凸条 16 のピッチと同一の大きさとされている。ここでは、遊星ローラ 13 の外周にリード角が 0 度の円周溝 17 を設けているが、円周溝 17 のかわりに、螺旋凸条 16 と異なるリード角をもつ螺旋溝を設けてもよい。

20

【0026】

図 2、図 3 に示すように、キャリア 14 は、各遊星ローラ 13 をそれぞれ自転可能に支持する複数の支持ピン 18 と、各支持ピン 18 の軸方向前端部を保持する軸方向前側ディスク 19 と、各支持ピン 18 の軸方向後端部を保持する軸方向後側ディスク 20 と、周方向に隣り合う複数の遊星ローラ 13 の間を通して軸方向前側ディスク 19 と軸方向後側ディスク 20 を連結する柱部 21 とを有する。柱部 21 は、軸方向前側ディスク 19 と軸方向後側ディスク 20 が軸方向と周方向のいずれの方向にも相対移動しないように両ディスク 19、20 を一体化している。

30

【0027】

図 2 に示すように、軸方向前側ディスク 19 および軸方向後側ディスク 20 は、それぞれ回転軸 8 を貫通させる環状に形成されている。軸方向前側ディスク 19 の内周には、回転軸 8 の外周に摺接する滑り軸受 22 が装着されている。

【0028】

各遊星ローラ 13 の内周と支持ピン 18 の外周との間には、遊星ローラ 13 を自転可能に支持するラジアル軸受 23 が組み込まれている。各遊星ローラ 13 と軸方向後側ディスク 20 との間には、遊星ローラ 13 を自転可能な状態で軸方向に支持するスラスト軸受 24 が組み込まれている。また、スラスト軸受 24 と軸方向後側ディスク 20 の間には、スラスト軸受 24 を介して遊星ローラ 13 を傾動可能に支持する調心座 25 が組み込まれている。

40

【0029】

外輪部材 5 は、ハウジング 15 に形成された収容孔 26 の内面で軸方向にスライド可能に支持されている。ハウジング 15 の内部には、外輪部材 5 から軸方向後方に離れた位置に軸受支持部材 27 が固定されている。軸受支持部材 27 は、回転軸 8 を貫通させる円環状に形成されている。軸受支持部材 27 の内周には、回転軸 8 を回転可能に支持するラジアル軸受 28 が組み込まれている。ラジアル軸受 28 は、例えば、焼結すべり軸受や深溝玉軸受を採用することができる。

50

【0030】

軸受支持部材 27 は、収容孔 26 の内周に設けられた突起部 29 で軸方向後方への移動が規制され、収容孔 26 の内周に装着した止め輪 30 で軸方向前方への移動が規制されている。また、回転軸 8 は、回転軸 8 の外周に装着した止め輪 31 によって軸受支持部材 27 に対する軸方向前方への相対移動が規制されている。また、キャリア 14 は、回転軸 8 の軸方向前端部の外周に装着された止め輪 32 によって、回転軸 8 に対する軸方向前方への相対移動が規制されている。

【0031】

ここで、ラジアル軸受 28 は、軸受支持部材 27 に対する軸方向前方への相対移動が規制された状態に組み込まれ、止め輪 31 は、ラジアル軸受 28 に対して軸方向後側に装着されている。また、止め輪 32 は、滑り軸受 22 に対して軸方向前側に装着されている。

【0032】

キャリア 14 と軸受支持部材 27 の間には、キャリア 14 を公転可能な状態で軸方向後側から支持するスラスト軸受 33 が組み込まれている。また、キャリア 14 とスラスト軸受 33 の間には、キャリア 14 からスラスト軸受 33 に軸方向荷重を伝達する間座 34 が組み込まれている。キャリア 14 と間座 34 の間には弾性部材 35 が組み込まれ、さらに間座 34 とキャリア 14 の間には、キャリア 14 の軸方向移動を許容する軸方向隙間 36 が設けられている。これにより、キャリア 14 に軸方向後方への荷重が負荷されたときに、その荷重により弾性部材 35 が軸方向に圧縮し、キャリア 14 と間座 34 の間の軸方向隙間 36 の範囲で、キャリア 14 が回転軸 8 に対して軸方向後方に相対移動するようになっている。ここで、キャリア 14 と間座 34 の間の軸方向隙間 36 の大きさは微小である。そのため、キャリア 14 が回転軸 8 に対して軸方向後方に相対移動することが可能な距離はきわめて短いもの（例えば、0.5mm 以下）となっている。

【0033】

弾性部材 35 は、回転軸 8 を貫通させる環状に形成されている。弾性部材 35 は、例えば皿ばねである。皿ばねにかえて、ウェーブスプリングやコイルばねを採用することも可能である。弾性部材 35 は、キャリア 14 に軸方向後方への荷重が全く負荷されていない状態で予め軸方向に圧縮され、キャリア 14 を付勢している。弾性部材 35 は、キャリア 14 に軸方向後方への荷重が負荷されたときにその荷重の大きさに応じて弾性部材 35 の軸方向の圧縮量が増加する組み込みとされている。

【0034】

間座 34 のキャリア 14 との対向面には収容凹部 37 が形成されている。弾性部材 35 の一部は収容凹部 37 に収容され、弾性部材 35 の残りの部分は、収容凹部 37 からはみ出している。

【0035】

この実施形態では、キャリア 14 と間座 34 の間に弾性部材 35 を組み込んだが、弾性部材 35 を組み込む位置は、キャリア 14 と軸受支持部材 27 の間であれば他の位置でもよく、例えば、間座 34 とスラスト軸受 33 の間に弾性部材 35 を組み込んでもよく、間座 34 を軸方向に相対移動可能な 2 つの分割体で構成し、その 2 つの分割体の間に弾性部材 35 を組み込んでもよく、またスラスト軸受 33 と軸受支持部材 27 の間に弾性部材 35 を組み込むようにしてもよい。

【0036】

回転軸 8 の外周には、遊星ローラ 13 が転がり接触する円筒面 12 と、その円筒面 12 に対して軸方向後方に位置するテーパ面 38（摩擦結合部）と、テーパ面 38 の軸方向後方に連続する円筒面 39 とが設けられている。円筒面 39 は、ラジアル軸受 28 で支持される面であり、円筒面 39 の外径は、円筒面 12 の外径よりも小さい。

【0037】

図 4 に示すように、テーパ面 38 は、軸方向前側から後側に向かって外径が小さくなる円錐状の面である。テーパ面 38 の傾斜角（テーパ面 38 が軸方向と平行な方向に対してなす角度）は、5～20° の範囲で設定されている。

10

20

30

40

50

【0038】

キャリア14の軸方向後側ディスク20の内周には、回転軸8の外周のテーパ面38に対向するテーパ内周面40が形成されている。テーパ内周面40の傾斜角（テーパ内周面40が軸方向と平行な方向に対してなす角度）は、 $5 \sim 20^\circ$ の範囲で設定されている。テーパ内周面40は、テーパ面38と等しい傾斜角をもつように形成すると好ましい。

【0039】

ここで、図4に示すように、キャリア14が回転軸8に対して軸方向後方に相対移動していない状態（すなわち、キャリア14に軸方向後方への荷重が負荷されていない状態）では、キャリア14のテーパ内周面40は、回転軸8の外周のテーパ面38に接触している。このとき、テーパ内周面40とテーパ面38は弾性部材35の力によって摩擦結合し、キャリア14と回転軸8の相対回転がテーパ内周面40とテーパ面38の間の摩擦力によって制限された状態となる。

10

【0040】

一方、図5に示すように、キャリア14が回転軸8に対して軸方向後方に相対移動した状態（すなわち、キャリア14に軸方向後方への荷重が負荷され、その荷重によって弾性部材35の圧縮量が増加した状態）では、キャリア14のテーパ内周面40が、回転軸8の外周のテーパ面38から離反する。このとき、テーパ内周面40とテーパ面38の摩擦結合が解除され、キャリア14と回転軸8の相対回転が許容された状態となる。

【0041】

上記の電動式直動アクチュエータ2の動作例を説明する。

20

【0042】

図1に示す電動モータ3のモータ軸6が回転すると、その回転が減速歯車列4によって減速して伝達され、遊星ローラねじ式直動機構1の回転軸8に入力される。

【0043】

ここで、外輪部材5から対象物に軸方向前方への荷重を負荷していない状態では、キャリア14に軸方向後方への荷重が負荷されないため、図4に示すように、キャリア14のテーパ内周面40と回転軸8の外周のテーパ面38とが摩擦結合し、キャリア14と回転軸8の相対回転が制限される。そのため、図1に示す電動モータ3から減速歯車列4を介して回転軸8に回転が入力されたときに、回転軸8と一体にキャリア14が公転し、遊星ローラ13は自転せずに回転軸8のまわりを公転する。そして、遊星ローラ13の外周の円周溝17と外輪部材5の内周の螺旋凸条16との係合によって、遊星ローラ13と外輪部材5が軸方向に相対移動するが、遊星ローラ13はキャリア14と共に軸方向の移動が規制されているので、遊星ローラ13はハウジング15に対して軸方向に移動せず、外輪部材5がハウジング15に対して軸方向に移動する。

30

【0044】

このとき、回転軸8と一体にキャリア14が公転し、遊星ローラ13は自転せずに回転軸8のまわりを公転するため、遊星ローラ13が自転しながら回転軸8のまわりを公転する場合よりも、遊星ローラ13の公転速度は比較的速いものとなる。そのため、外輪部材5の軸方向の移動速度が早くなり、荷重変換率が小さくなる。

【0045】

一方、外輪部材5から対象物に軸方向前方への荷重を負荷している状態では、外輪部材5が受ける軸方向後方への反力が遊星ローラ13とスラスト軸受24とを順に介してキャリア14に伝達し、その軸方向後方への反力によって、キャリア14が回転軸8に対して軸方向後方に相対移動し、図5に示すように、キャリア14のテーパ内周面40と回転軸8の外周のテーパ面38の摩擦結合が解除され、キャリア14と回転軸8の相対回転が許容される。そのため、図1に示す電動モータ3から減速歯車列4を介して回転軸8に回転が入力されたときに、遊星ローラ13が支持ピン18を中心に自転しながら回転軸8のまわりを公転する。そして、遊星ローラ13の外周の円周溝17と外輪部材5の内周の螺旋凸条16との係合によって、遊星ローラ13と外輪部材5が軸方向に相対移動するが、遊星ローラ13はキャリア14と共に軸方向の移動が規制されているので、遊星ローラ13

40

50

はハウジング 15 に対して軸方向に移動せず、外輪部材 5 がハウジング 15 に対して軸方向に移動する。

【0046】

このとき、遊星ローラ 13 が自転しながら回転軸 8 のまわりを公転するため、遊星ローラ 13 が自転せずに回転軸 8 のまわりを公転する場合よりも、遊星ローラ 13 の公転速度は比較的遅いものとなる。そのため、外輪部材 5 の軸方向の移動速度が遅くなり、荷重変換率が大きくなる。

【0047】

以上のように、この電動式直動アクチュエータ 2 は、外輪部材 5 から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて荷重変換率が切り替わる。この電動式直動アクチュエータ 2 を電動ブレーキ装置に使用することで、後述のように、ブレーキの応答性を高めることと、ブレーキの押圧力を大きくすることとを両立させることが可能となる。

【0048】

図 6、図 7 に、上記構成の電動式直動アクチュエータ 2 を用いた電動ブレーキ装置を示す。この電動ブレーキ装置は、車輪（図示せず）と一体に回転するブレーキディスク 50 と、ブレーキディスク 50 に対して軸方向に移動不能に車体に固定されたマウンティングブラケット 51 と、マウンティングブラケット 51 に対してブレーキディスク 50 の軸方向と平行にスライド可能に支持されたキャリパボディ 52 と、ブレーキディスク 50 を間に挟んで軸方向に対向するインナ側ブレーキパッド 53 およびアウト側ブレーキパッド 54 と、インナ側ブレーキパッド 53 を軸方向に移動させる電動式直動アクチュエータ 2 とを有する。インナ側ブレーキパッド 53 とブレーキディスク 50 の間には微小なクリアランス 55 が設けられている。インナ側ブレーキパッド 53 とアウト側ブレーキパッド 54 は、それぞれマウンティングブラケット 51 によって、軸方向に移動可能かつ周方向に移動不能に保持されている。

【0049】

キャリパボディ 52 は、アウト側ブレーキパッド 54 の背面に軸方向に対向する爪部 56 と、ブレーキディスク 50 の外径側に対向する外殻部 57 とを有する。外殻部 57 は、電動式直動アクチュエータ 2 のハウジング 15 に一体に形成されている。キャリパボディ 52 の外殻部 57 と電動式直動アクチュエータ 2 のハウジング 15 とを別体に形成し、その両者をボルト等で一体化してもよい。外輪部材 5 は、外輪部材 5 が移動したときに外輪部材 5 と一体にインナ側ブレーキパッド 53 も移動するように、インナ側ブレーキパッド 53 の背面に配置されている。

【0050】

外輪部材 5 のブレーキディスク 50 の側の端部には、インナ側ブレーキパッド 53 の背面に形成された係合凸部 58 に係合する係合凹部 59 が形成され、この係合凸部 58 と係合凹部 59 の係合によって、外輪部材 5 は回り止めされている。

【0051】

この電動ブレーキ装置の動作例を説明する。

【0052】

ブレーキをかけるとき、電動モータ 3（図 1 参照）が回転すると、電動モータ 3 から減速歯車列 4 を介して回転軸 8 に回転が伝達し、その回転が遊星ローラねじ式直動機構 1 で外輪部材 5 の軸方向移動に変換され、外輪部材 5 によってインナ側ブレーキパッド 53 が軸方向前方に押し動かされる。このとき、インナ側ブレーキパッド 53 がブレーキディスク 50 に接触するまでの間は、図 4 に示すように、キャリア 14 が回転軸 8 のテーパ面 38 と摩擦結合しているので、図 1 に示す外輪部材 5 が比較的速い速度をもって軸方向に移動する。そのため、インナ側ブレーキパッド 53 がブレーキディスク 50 に接触するまでに要する時間が短く、ブレーキの応答性を高めることができる。

【0053】

その後、インナ側ブレーキパッド 53 がブレーキディスク 50 に接触し、インナ側ブレーキパッド 53 からブレーキディスク 50 に軸方向荷重が負荷されると、図 5 に示すよう

に、キャリア 14 が回転軸 8 に対して軸方向後方に相対移動し、キャリア 14 と回転軸 8 のテーパ面 38 との摩擦結合が解除されるので、図 1 に示す外輪部材 5 の軸方向の移動速度が遅くなるとともに荷重変換率が大きくなり、大きな軸方向荷重が発生する。そのため、インナ側ブレーキパッド 53 がブレーキディスク 50 を押圧する力を大きくすることが可能となる。

【0054】

このように、電動式直動アクチュエータ 2 を電動ブレーキ装置に使用すると、ブレーキの応答性を高めることと、ブレーキパッドがブレーキディスク 50 を押圧する力を大きくすることとを両立することが可能となる。

【0055】

以上のように、この実施形態の遊星ローラねじ式直動機構 1 は、外輪部材 5 から対象物に軸方向前方への荷重を負荷していない状態では、回転軸 8 の外周の摩擦結合部がキャリア 14 と摩擦結合し、キャリア 14 と回転軸 8 の相対回転が制限されるので、外輪部材 5 の軸方向の移動速度が早くなり、荷重変換率が小さくなる。一方、外輪部材 5 から対象物に軸方向前方への荷重を負荷した状態では、回転軸 8 の外周の摩擦結合部とキャリア 14 との摩擦結合が解除され、キャリア 14 と回転軸 8 の相対回転が許容されるので、外輪部材 5 の軸方向の移動速度が遅くなり、荷重変換率が大きくなる。このように、遊星ローラねじ式直動機構 1 は、荷重変換率を、外輪部材 5 から対象物に負荷する軸方向荷重に応じて切り替えることが可能である。

【0056】

また、この実施形態の遊星ローラねじ式直動機構 1 は、回転軸 8 の外周の遊星ローラ 13 が転がり接触する円筒面 12 を研磨等によって高精度に仕上げるときに、センタレス通し研磨等の低コストの加工方法を採用することが可能である。

【0057】

すなわち、例えば、図 2 のテーパ面 38 を遊星ローラ 13 が転がり接触する円筒面 12 に対して軸方向前方（図の左側）に配置し、テーパ内周面 40 を軸方向前側ディスク 19 の内周に設けることも可能であるが、このようにすると、テーパ面 38 が円筒面 12 よりも大きい外径をもつ構成となるため、遊星ローラ 13 が転がり接触する円筒面 12 を研磨等によって仕上げるときに、低コストの加工方法（例えば、センタレス通し研磨）を採用することができず、円筒面 12 を高精度に仕上げるための加工コストが高くなるという問題がある。

【0058】

これに対し、この実施形態の遊星ローラねじ式直動機構 1 は、回転軸 8 の外周のテーパ面 38（摩擦結合部）が、遊星ローラ 13（円筒面 12）に対して軸方向後方に配置されていることから、遊星ローラ 13 が転がり接触する円筒面 12 を、回転軸 8 の最大径部分とすることが可能である。そのため、低コストの加工方法（回転軸 8 の外周を転がり支持しながら研磨する加工。例えば、センタレス通し研磨）を採用することが可能であり、円筒面 12 を容易に仕上げる事が可能である。なお、センタレス通し研磨は、定位置で回転する研削砥石と、被加工物を間に挟んで研削砥石と対向する位置で回転する調整砥石とを使用し、その研削砥石と調整砥石とで被加工物を軸方向に送りながら被加工物の外周を連続的に研磨する加工方法である。

【0059】

摩擦結合部として、例えば、円筒面 12 と円筒面 39 の間をつなぐ軸直交面を採用することも可能であるが、上記実施形態のように、摩擦結合部としてテーパ面 38 を採用すると、キャリア 14 と摩擦結合したときに、テーパ面 38 のくさび作用によって大きな摩擦力が発生することが可能となる。

【0060】

本実施形態では、回転軸 8 とキャリア 14 とを摩擦結合する構成としたが、キャリア 14 と一体となって回転する部材と回転軸 8 とを摩擦結合する構成としてもよい。例えば、弾性部材 35 を間座 34 とスラスト軸受 33 との間に設け、間座 34 をキャリア 14 と一

10

20

30

40

50

体となって回転するようにし、間座 3 4 に回転軸 8 の外周のテーパ面 3 8 と摩擦結合するテーパ内周面 4 0 を設けてもよい。

【0061】

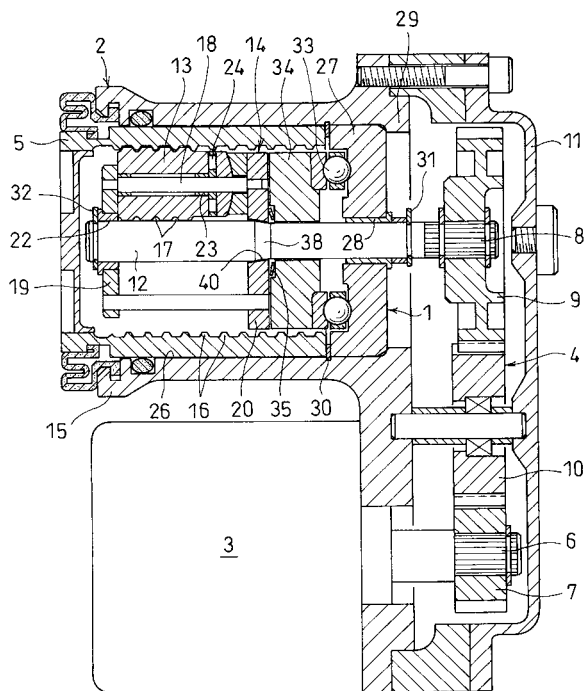
今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

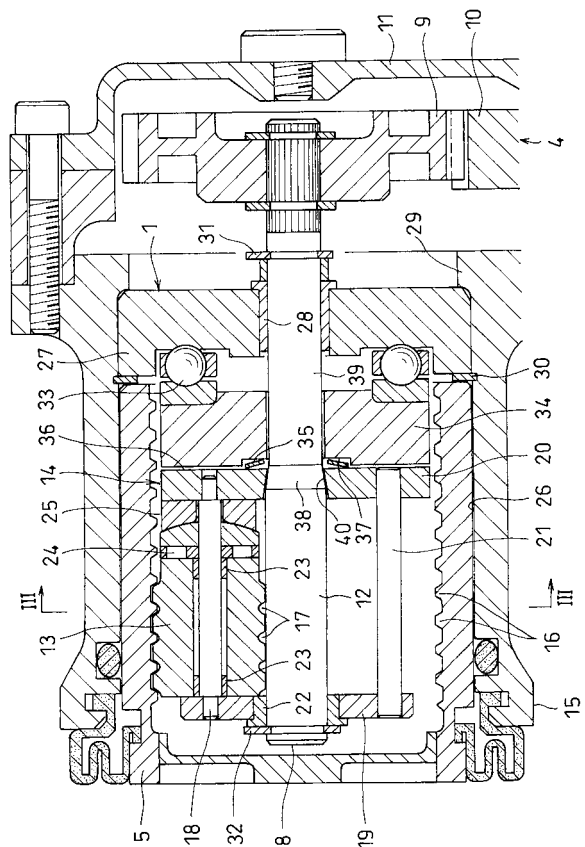
【0062】

- | | | |
|----|--------------|----|
| 1 | 遊星ローラねじ式直動機構 | 10 |
| 3 | 電動モータ | |
| 5 | 外輪部材 | |
| 8 | 回転軸 | |
| 12 | 円筒面 | |
| 13 | 遊星ローラ | |
| 14 | キャリア | |
| 16 | 螺旋凸条 | |
| 17 | 円周溝 | |
| 35 | 弾性部材 | 20 |
| 38 | テーパ面 | |
| 50 | ブレーキディスク | |
| 53 | インナ側ブレーキパッド | |

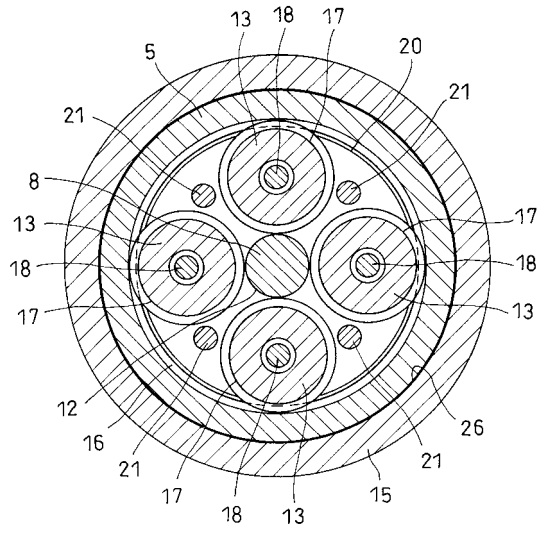
【図 1】



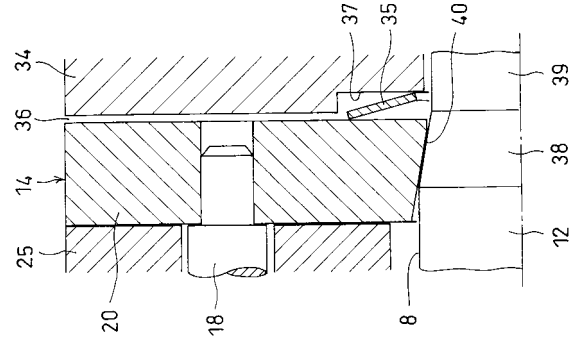
【図 2】



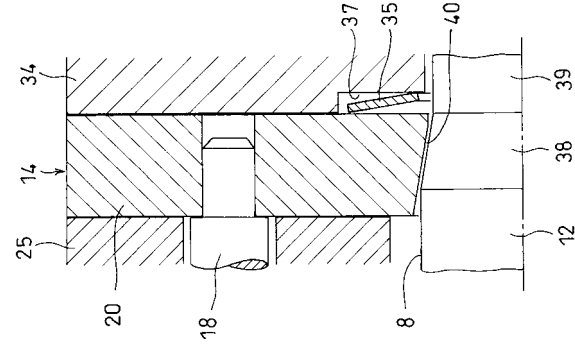
【図 3】



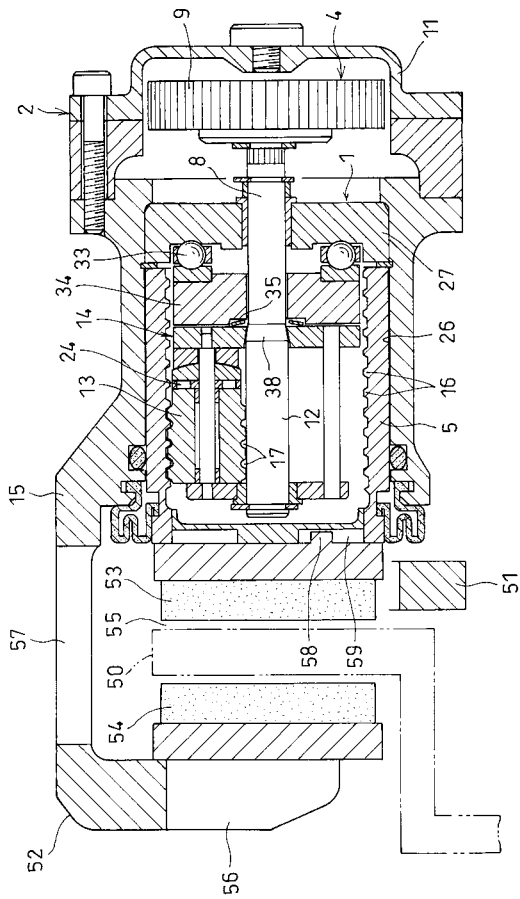
【図 4】



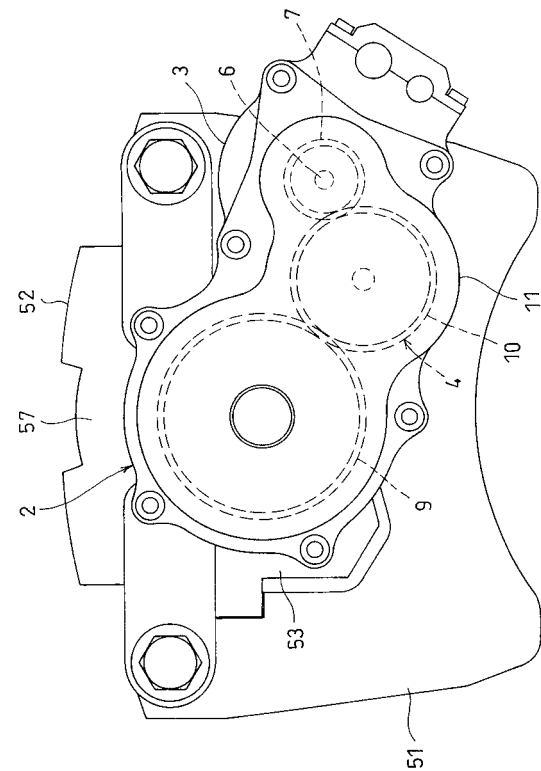
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<i>F 1 6 D 125/06</i>	<i>(2012.01)</i>	<i>F 1 6 D 125:06</i>		A
<i>F 1 6 D 125/40</i>	<i>(2012.01)</i>	<i>F 1 6 D 125:40</i>		
<i>F 1 6 D 125/50</i>	<i>(2012.01)</i>	<i>F 1 6 D 125:50</i>		

Fターム(参考) 3J058 AA48 AA53 AA63 AA69 AA78 AA87 BA61 CC35 CC62 FA01
3J062 AA01 AB21 AC07 BA08 CD02 CD22 CD58