

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4519711号
(P4519711)

(45) 発行日 平成22年8月4日(2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日(2010.5.28)

(51) Int.Cl. F 1
F 1 6 H 25/20 (2006.01) F 1 6 H 25/20 Z

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-149463 (P2005-149463)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成17年5月23日(2005.5.23)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2006-329223 (P2006-329223A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成18年12月7日(2006.12.7)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成19年8月15日(2007.8.15)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(72) 発明者	前田 太郎
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	安藤 英由樹
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直動型減速装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外周面に螺旋状に形成された外周ねじ部を有する雄ねじと、
 前記雄ねじを挿通可能とする貫通孔、及び、該貫通孔の内周面に前記外周ねじ部と異なるピッチで前記外周ねじ部と同じ方向の螺旋状に形成された内周ねじ部を有する雌ねじと

、
 前記外周ねじ部と逆向きの螺旋状に形成され、前記外周ねじ部及び前記内周ねじ部の交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する支持螺旋を有する回転駆動部とを備えることを特徴とする直動型減速装置。

【請求項2】

前記雄ねじ及び前記雌ねじの少なくとも一方が、前記外周ねじ部及び内周ねじ部の中心軸線方向に弾性変形可能な弾性体から構成されることを特徴とする請求項1に記載の直動型減速装置。

【請求項3】

前記回転駆動部が、略円筒状に形成され、
 前記支持螺旋が、前記回転駆動部の外周面及び内周面に開口する螺旋状の溝部と、前記外周面及び前記内周面から突出するように前記溝部に配され、かつ、前記溝部の長手方向に摺動可能な多数の球体とから構成され、

前記雄ねじが前記回転駆動部の前記内周面側に配され、前記外周ねじ部が前記球体を挿入可能な溝状に形成され、

前記雌ねじが前記回転駆動部の前記外周面側に配され、前記内周ねじ部が前記球体を挿入可能な溝状に形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の直動型減速装置。

【請求項 4】

外周面に螺旋状に形成された外周ねじ部を有する雄ねじと、

前記雄ねじを挿通可能とする貫通孔、及び、該貫通孔の内周面に前記外周ねじ部よりも大きいピッチで前記外周ねじ部と同じ方向の螺旋状に形成された第 1 の内周ねじ部を有する第 1 の雌ねじと、

前記雄ねじを挿通可能とする貫通孔、及び、該貫通孔の内周面に前記外周ねじ部よりも小さいピッチで前記外周ねじ部と同じ方向の螺旋状に形成された第 2 の内周ねじ部を有する第 2 の雌ねじと、

前記外周ねじ部と逆向きの螺旋状に形成され、前記外周ねじ部及び前記第 1 の内周ねじ部の交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する第 1 の支持螺旋を有する筒状の第 1 の回転駆動部と、

前記外周ねじ部と逆向きの螺旋状に形成され、前記外周ねじ部及び前記第 2 の内周ねじ部の交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する第 2 の支持螺旋を有する筒状の第 2 の回転駆動部とを備え、

前記外周ねじ部と前記第 1 の内周ねじ部とのピッチ差が、前記外周ねじ部と前記第 2 の内周ねじ部とのピッチ差と等しいことを特徴とする直動型減速装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、回転運動を直線運動に変換すると共に直線運動の速度を減速させる直動型減速装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の直動型減速装置としては、多段ギヤ等の変速機構とボールねじとを組み合わせ構成されたものがある。この直動型減速装置において、減速比を高く設定する場合には、例えば、ボールねじのピッチを変更することで行われる。

なお、単純に回転運動の回転速度を減速させるもの、特に高い減速比を有する減速装置としては、波動歯車装置（ハーモニックドライブ（登録商標））と呼ばれるものがある（例えば、非特許文献 1 参照。）。この波動歯車装置は、少ない部品点数で構成することができるため、その小型化を容易に図ることができる。

【非特許文献 1】“ハーモニックドライブの原理”、[online]、Harmonic Drive Systems, Inc.、[平成 17 年 4 月 1 日]、インターネット<URL: <http://www.hds.co.jp/hd/main.html>>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来の直動型減速装置では、波動歯車装置のように少ない部品点数で構成することができない、すなわち、高い減速比を必要とする場合には、多段ギヤ等の多数の部品から構成する必要があるため、その小型化を達成することが困難であるという問題がある。

この発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、高い減速比を実現すると共に小型化を容易に図ることができる直動型減速装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

請求項 1 に係る発明は、外周面に螺旋状に形成された外周ねじ部を有する雄ねじと、前

10

20

30

40

50

記雄ねじを挿通可能とする貫通孔、及び、該貫通孔の内周面に前記外周ねじ部と異なるピッチで前記外周ねじ部と同じ方向の螺旋状に形成された内周ねじ部を有する雌ねじと、前記外周ねじ部と逆向きの螺旋状に形成され、前記外周ねじ部及び前記内周ねじ部の交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する支持螺旋を有する回転駆動部とを備えることを特徴とする直動型減速装置を提案している。

【0005】

この発明に係る直動型減速装置においては、外周ねじ部、内周ねじ部及び支持螺旋の中心軸線が同一となるように、雄ねじ、雌ねじ及び回転駆動部を配する。この状態において、中心軸線を中心として回転駆動部を回転させた際には、支持螺旋の働きによって外周ねじ部及び内周ねじ部が相互に噛み合うように、回転駆動部の回転方向前方側に位置する外周ねじ部及び内周ねじ部が相互に近づく、すなわち、雄ねじ及び雌ねじが、中心軸線方向に沿って相互に逆向きに移動することになる。これにより、回転駆動部による回転運動を、雄ねじ及び雌ねじによる中心軸線方向の直線運動に変換することができる。

10

また、回転駆動部を1回転させた際に雄ねじ及び雌ねじが中心軸線方向に相対的に移動する長さは、外周ねじ部と内周ねじ部との1ピッチの差分となるため、この直動型減速装置では、回転運動から直線運動への変換において、直線運動の速度を大きく減速させることができる。したがって、この直動型減速装置では、中心軸線方向の直線運動に関して高い減速比及び大きな出力トルクを得ることができる。

【0006】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の直動型減速装置において、前記雄ねじ及び前記雌ねじの少なくとも一方が、前記外周ねじ部及び内周ねじ部の中心軸線方向に弾性変形可能な弾性体から構成されることを特徴とする直動型減速装置を提案している。

20

【0007】

この発明に係る直動型減速装置においても、前述したように、中心軸線を中心に回転駆動部を回転させた際に、支持螺旋によって外周ねじ部及び内周ねじ部が相互に噛み合うように、回転駆動部の回転方向前方側に位置する外周ねじ部及び内周ねじ部が相互に近づく。ここで、雌ねじや雄ねじは弾性体から構成されたため、雌ねじや雄ねじを中心軸線方向に移動させるための駆動トルクの大きさに応じて、雌ねじ若しくは雄ねじが中心軸線方向に弾性変形する。すなわち、この弾性変形に伴って外周ねじ部や内周ねじ部のピッチが変化し、これにより、外周ねじ部と内周ねじ部とのピッチ差も変化する。例えば、前述した駆動トルクが大きい場合には、雌ねじ若しくは雄ねじの弾性変形によって、外周ねじ部と内周ねじ部とのピッチ差が小さくなる、すなわち、外周ねじ部及び内周ねじ部のピッチが相互に近づくことになる。

30

【0008】

なお、雌ねじ若しくは雄ねじのいずれか一方が弾性変形している間は、雌ねじ及び雄ねじが中心軸線方向に相対的に移動することはなく、弾性体の弾性力及び駆動トルクの大きさが互いに釣り合った状態において前述の弾性変形が停止し、雌ねじ及び雄ねじが中心軸線方向に相互に移動することになる。

そして、これら雌ねじ及び雄ねじのピッチ差に応じて減速比や中心軸線方向の出力トルクの大きさが決まる。すなわち、ピッチ差が大きくなる程、減速比や出力トルクは小さくなり、ピッチ差が小さくなる程、減速比や出力トルクは大きくなる。また、出力トルクがその上限に到達した場合、すなわち、雌ねじ及び雄ねじのピッチ差が無くなった場合には、減速比が無限大となり、雌ねじ及び雄ねじの相対的な移動量はゼロとなる。

40

【0009】

以上のことから、雌ねじ若しくは雄ねじが弾性変形する前における出力トルクが駆動トルクよりも小さくても、出力トルクがその上限に到達するまでの範囲内において雌ねじ若しくは雄ねじが弾性変形することにより、出力トルクを駆動トルクに合致させて直線運動に変換することができる。また、出力トルクがその上限に到達した場合には、減速比が無限大となるため、回転駆動部を回転駆動させるモータ等の駆動源や、雄ねじ、雌ねじに余分な負荷が発生することを抑制できる。

50

したがって、この直動型減速装置を所謂トルククラッチとして用いることができる。

【0010】

請求項3に係る発明は、請求項1又は請求項2に記載の直動型減速装置において、前記回転駆動部が、略円筒状に形成され、前記支持螺旋が、前記回転駆動部の外周面及び内周面に開口する螺旋状の溝部と、前記外周面及び前記内周面から突出するように前記溝部に配され、かつ、前記溝部の長手方向に摺動可能な多数の球体とから構成され、前記雄ねじが前記回転駆動部の前記内周面側に配され、前記外周ねじ部が前記球体を挿入可能な溝状に形成され、前記雌ねじが前記回転駆動部の前記外周面側に配され、前記内周ねじ部が前記球体を挿入可能な溝状に形成されていることを特徴とする直動型減速装置を提案している。

10

【0011】

この発明に係る直動型減速装置において、回転駆動部を回転させた際には、溝部内に配された同一の球体が、溝部、外周ねじ部及び内周ねじ部の長手方向に転動するように、回転駆動部の回転方向前方側に位置する外周ねじ部及び内周ねじ部が相互に近づく、すなわち、雄ねじ及び雌ねじが、中心軸線方向に沿って相互に逆向きに移動することになる。

この構成では、溝部内に配された球体が、溝部、外周ねじ部及び内周ねじ部を転がるため、支持螺旋、外周ねじ部及び内周ねじ部の相互間の摩擦を最小限に抑えることができる。したがって、回転駆動部による回転運動から雄ねじや雌ねじの直線運動への変換において、そのエネルギー損失を最小限に抑えることができる。

【0012】

請求項4に係る発明は、外周面に螺旋状に形成された外周ねじ部を有する雄ねじと、前記雄ねじを挿通可能とする貫通孔、及び、該貫通孔の内周面に前記外周ねじ部よりも大きいピッチで前記外周ねじ部と同じ方向の螺旋状に形成された第1の内周ねじ部を有する第1の雌ねじと、前記雄ねじを挿通可能とする貫通孔、及び、該貫通孔の内周面に前記外周ねじ部よりも小さいピッチで前記外周ねじ部と同じ方向の螺旋状に形成された第2の内周ねじ部を有する第2の雌ねじと、前記外周ねじ部と逆向きの螺旋状に形成され、前記外周ねじ部及び前記第1の内周ねじ部の交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する第1の支持螺旋を有する筒状の第1の回転駆動部と、前記外周ねじ部と逆向きの螺旋状に形成され、前記外周ねじ部及び前記第2の内周ねじ部の交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する第2の支持螺旋を有する筒状の第2の回転駆動部とを備え、前記外周ねじ部と前記第1の内周ねじ部とのピッチ差が、前記外周ねじ部と前記第2の内周ねじ部とのピッチ差と等しいことを特徴とする直動型減速装置を提案している。

20

30

【0013】

この直動型減速装置においては、第1の内周ねじ部、第2の内周ねじ部、第1の支持螺旋及び第2の支持螺旋の中心軸線が外周ねじ部の中心軸線と同一となるように、雄ねじ、第1の雌ねじ、第2の雌ねじ、第1の回転駆動部及び第2の回転駆動部を配する。なお、第1の雌ねじ及び第1の回転駆動部と第2の雌ねじ及び第2の回転駆動部とは、相互に一定の距離を保持して中心軸線方向に並べて配される。

【0014】

この状態において、中心軸線を中心に第1の回転駆動部及び第2の回転駆動部を相互に逆向きに同じ速度で回転させた際には、第1の支持螺旋によって外周ねじ部及び第1の内周ねじ部が相互に噛み合うように、第1の回転駆動部の回転方向前方側に位置する外周ねじ部及び第1の内周ねじ部が相互に近づく。また、この際には、第2の支持螺旋によって外周ねじ部及び第2の内周ねじ部が相互に噛み合うように、第2の回転駆動部の回転方向前方側に位置する外周ねじ部及び第2の内周ねじ部も相互に近づくことになる。

40

【0015】

ここで、第1の内周ねじ部は外周ねじ部のピッチよりも大きく、かつ、第2の内周ねじ部は外周ねじ部のピッチよりも小さいため、雄ねじは、中心軸線方向に沿って第1の雌ねじ及び第2の雌ねじに対し、同一方向に移動することになる。

また、外周ねじ部と第1の内周ねじ部とのピッチ差が外周ねじ部と第2の内周ねじ部と

50

のピッチ差と等しく、かつ、第1の回転駆動部及び第2の回転駆動部の回転速度は相互に等しいため、第1の雌ねじ及び第2の雌ねじに対する雄ねじの移動速度は等しくなる。これにより、第1の回転駆動部及び第2の回転駆動部による回転運動を、雄ねじの中心軸線方向への直線運動に変換することができる。

【0016】

また、第1の回転駆動部及び第2の回転駆動部をそれぞれ1回転させた際に、中心軸線方向に移動する雄ねじの移動長さは、外周ねじ部と第1の内周ねじ部及び第2の内周ねじ部とのピッチ差となるため、この直動型減速装置では、回転運動から直線運動への変換において、直線運動の速度を大きく減速させることができる。したがって、この直動型減速装置では、高い減速比及び大きな出力トルクを得ることができる。

10

【0017】

さらに、一对の雌ねじを回転不能に固定しない状態において、例えば、一方の回転駆動部のみを回転させた場合には、この回転駆動部の回転に追従するように、一方の雌ねじ及び雄ねじを中心軸線まわりに回転させようとする力が一方の雌ねじ及び雄ねじに作用する。また、他方の回転駆動部を逆向きに回転させた際には、他方の回転駆動部の回転に追従するように、他方の雌ねじ及び雄ねじを中心軸線まわりに回転させようとする力が他方の雌ねじ及び雄ねじに作用する。このため、一对の回転駆動部を相互に逆向きに回転させた際には、雄ねじを回転させようとする2つの力が相殺され、雄ねじが回転することを防止できる。

また、上記設定に加えて雄ねじを回転不能に固定した状態では、例えば、一方の回転駆動部のみを回転させた際に雄ねじを回転させようとする力が発生するため、雄ねじに中心軸線まわりのねじり力が発生するが、一对の回転駆動部を相互に逆向きに回転させることで、このねじり力の大半を内力化することができる。

20

【発明の効果】

【0018】

請求項1及び請求項4に係る発明によれば、雌ねじ、雄ねじ及び回転駆動部の3種類の部材のみにより高い減速比及び大きな出力トルクを得る直動型減速装置を構成できる、すなわち、従来と比較して少ない部品点数で直動型減速装置を構成することができるため、直動型減速装置の小型化を容易に図ることができる。

【0019】

また、請求項2に係る発明によれば、雄ねじ若しくは雌ねじの少なくとも一方を弾性体から構成することにより、直動型減速装置を所謂トルククラッチとして利用することができる。すなわち、この直動型減速装置によれば、任意トルクの上限クラッチを内蔵し、その上限に至るまでは駆動トルクに合わせて減速比を連続的に上昇させる、所謂無段変速機構を回転駆動部、雄ねじ及び雌ねじの3つの部材のみによって実現することができる。

さらに、上述のように、トルククラッチとして機能する直動型減速装置をロボットに組み込んだ場合には、出力軸となる雄ねじ3が剛体壁等の静止抵抗に当接しても、モータの上限トルクで回転駆動部を駆動しながら、モータの焼き切れや剛体壁等の対象物の破損を防止することができる。

30

【0020】

また、請求項3に係る発明によれば、回転駆動部の螺旋状の溝部に配された球体を溝状に形成された内周ねじ部及び外周ねじ部にも挿入しておくことにより、回転運動から直線運動への変換において、そのエネルギー損失を最小限に抑えることができ、回転駆動部からの駆動力を雄ねじや雌ねじに確実に伝達することができる。

40

【0021】

また、請求項4に係る発明によれば、一对の回転駆動部の回転方向を相互に逆向きとすることにより、雄ねじが回転することを防止できるため、一对の雌ねじを別途部材により回転不能に固定することなく、各回転駆動部の回転運動を雄ねじの中心軸線方向への直線運動に効率よく変換することができる。さらに、雄ねじを回転不能に固定した状態においては、雄ねじにかかる中心軸線まわりのねじり力を内力化することができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1及び図2は、本発明の第1の実施形態を示している。図1, 2に示すように、この直動型減速装置1は、略円柱状に形成された雄ねじ3と、雄ねじ3を挿通可能とする貫通孔を有する略円筒状の雌ねじ5と、雌ねじ5を挿通可能とする貫通孔を有する略円筒状の回転駆動部7とを備えている。これら円柱状若しくは円筒状に形成された雄ねじ3、雌ねじ5及び回転駆動部7は、その中心軸線L1が同一となるように配されている。

雄ねじ3の外周面には、中心軸線L1を中心とした螺旋状の外周ねじ山(外周ねじ部)9が突出して形成されている。

【0023】

雌ねじ5は、周方向への逃げが少なく、径方向への変形のみが可能な材料から形成されている。そして、雄ねじ3の外周面に対向する雌ねじ5の貫通孔の内周面には、中心軸線L1を中心とした螺旋状の内周ねじ山(内周ねじ部)11が突出して形成されている。この内周ねじ山は、外周ねじ山9と同じ向きの螺旋に形成されており、また、外周ねじ山9よりも大きいピッチで形成されている。すなわち、外周ねじ山9と内周ねじ山11とは、周方向に関して周期的に交差するようになっている。この内周ねじ山11の頂点から構成される雌ねじ5の最内径は、外周ねじ山9の頂点から構成される雄ねじ3の最外径よりも大きく形成されており、雌ねじ5の径方向への変形が無い場合には、これら外周ねじ山9及び内周ねじ山11が相互に接触することはない。

【0024】

回転駆動部7の貫通孔の内周面には、中心軸線L1を中心とした螺旋状の支持螺旋13が突出して形成されている。この支持螺旋13は、外周ねじ山9と内周ねじ山11との交差部分X1を通過するように、外周ねじ山9や内周ねじ山11と逆向きの螺旋に形成されている。

また、支持螺旋13の頂点から構成される回転駆動部7の内周面の最内径は、雌ねじ5の外周面よりも小さく形成されている。このため、雌ねじ5が回転駆動部7の貫通孔に挿通された状態においては、雌ねじ5が支持螺旋13により押さえつけられて、雌ねじ5のうち、支持螺旋13と接触する部分が径方向内方に変形する。したがって、支持螺旋13の押さえつけにより、外周ねじ山9と内周ねじ山11との交差部分X1が相互に噛み合うことになる。すなわち、支持螺旋13は、外周ねじ山9と内周ねじ山11との交差部分X1を相互に噛み合わせた状態に保持することになる。

【0025】

この支持螺旋13による押さえつけでは、雌ねじ5のうち、支持螺旋13と接触する部分が径方向内方に変形するが、この変形によって雌ねじ5の内周面が雄ねじ3の外周面に接触することはない。

なお、上述の構成において、回転駆動部7は中心軸線L1を中心として回転できるようになっており、中心軸線L1方向には移動しないようになっている。また、雄ねじ3及び雌ねじ5は、中心軸線L1方向への移動のみが許容され、中心軸線L1回りに回転できないようになっている。

【0026】

次に、以上のように構成された直動型減速装置1の動作について説明する。

この直動型減速装置1においては、中心軸線L1を中心に回転駆動部7を回転させることにより、雄ねじ3及び雌ねじ5が中心軸線L1方向に沿って相互に逆方向に移動する。

すなわち、中心軸線L1を中心に回転駆動部7を一方方向(A方向)に回転させた際には、支持螺旋13による外周ねじ山9と内周ねじ山11との噛み合わせ状態が保持されるように、回転駆動部7の回転方向前方側に位置する外周ねじ山9及び内周ねじ山11が相互に近づき、これにより、雄ねじ3及び雌ねじ5が、中心軸線L1方向に沿って相互に逆方向に移動することになる。

【0027】

すなわち、図2においては、雄ねじ3の外周ねじ山9が中心軸線L1方向の上方(B方

10

20

30

40

50

向)に移動し、雌ねじ5の内周ねじ山11が中心軸線L1方向の下方(C方向)に移動することになる。これにより、回転駆動部7による回転運動を、雄ねじ3及び雌ねじ5による中心軸線L1方向の直線運動に変換することができる。

なお、回転駆動部7を1回転させた際に雄ねじ3及び雌ねじ5が中心軸線L1方向に相対的に移動する長さは、外周ねじ山9と内周ねじ山11との1ピッチの差分となる。すなわち、この回転運動から直線運動への変換において、直線運動の速度を大きく減速させることができる。したがって、この直動型減速装置1では、中心軸線L1方向の直線運動に関して高い減速比及び大きな出力トルクを得ることができる。

【0028】

上記の直動型減速装置1によれば、雄ねじ3、雌ねじ5及び回転駆動部7の3種類の部材のみにより高い減速比及び大きな出力トルクを得ることができる。そして、従来と比較して少ない部品点数で直動型減速装置1を構成することができ、直動型減速装置1の小型化を容易に図ることができる。

また、回転駆動部7を1回転させた際に中心軸線L1方向に関して雄ねじ3と雌ねじ5とが相対的に移動する長さは、外周ねじ山9と内周ねじ山11とのピッチ差に等しいため、このピッチ差により直動型減速装置1の減速比を決定することができる。

【0029】

なお、この第1の実施形態において、雌ねじ5の内周ねじ山11は、雄ねじ3の外周ねじ山9よりも大きなピッチで形成されるとしたが、これに限ることはなく、少なくとも同じ方向の螺旋状に形成されると共に、そのピッチが外周ねじ山9のピッチと異なっていればよい。すなわち、雌ねじ5の内周ねじ山11は、例えば、図3に示すように、雄ねじ3の外周ねじ山9よりも小さなピッチで形成されるとしても構わない。

この構成において、例えば、回転駆動部7の支持螺旋13を上記実施形態と同じ方向(A方向)に回転させた際には、雄ねじ3の外周ねじ山9が中心軸線L1方向の下方(D方向)に移動し、雌ねじ5の内周ねじ山11が中心軸線L1方向の下方(E方向)に移動することになる。また、例えば、回転駆動部7の支持螺旋13をA方向とは逆向き(F方向)に回転させた際には、第1の実施形態と同様に、雄ねじ3の外周ねじ山9が中心軸線L1方向の上方(B方向)に移動し、雌ねじ5の内周ねじ山11が中心軸線L1方向の下方(C方向)に移動することになる。

【0030】

なお、上述の機構を利用すると、例えば、図4に示すように、一对の雌ねじ21, 23と、一对の回転駆動部25, 27と、1つの雄ねじ3とを備える直動型減速装置29を構成することができ、これら一对の回転駆動部25, 27を相互に逆方向に回転させることにより、雄ねじ3を中心軸線L1方向に移動させることができる。

すなわち、外周ねじ山9を有する雄ねじ3を、第1の雌ねじ21及び第2の雌ねじ23の貫通孔に挿通させると共に、第1の雌ねじ21及び第2の雌ねじ23をそれぞれ第1の回転駆動部25及び第2の回転駆動部27の貫通孔に挿通させて直動型減速装置29を構成する。また、第1の雌ねじ21及び第1の回転駆動部25と、第2の雌ねじ23及び第2の回転駆動部27とは、ケーシング31により相互に一定の距離を保持して中心軸線L1方向に並べて配されている。

【0031】

図2, 3に示すように、第1の雌ねじ21の内周面から突出して形成される螺旋状の第1の内周ねじ山(第1の内周ねじ部)33は、雄ねじ3の外周ねじ山9よりもピッチが大きく、第1の回転駆動部25の内周面から突出して形成される第1の支持螺旋35は、外周ねじ山9と第1の内周ねじ山33との交差部分を噛み合わせた状態に保持するようになっている。

また、第2の雌ねじ23の内周面から突出して形成される螺旋状の第2の内周ねじ山(第2の内周ねじ部)37は、雄ねじ3の外周ねじ山9よりもピッチが小さく、第2の回転駆動部27の内周面から突出して形成される第2の支持螺旋29は、外周ねじ山9と第2の内周ねじ山37との交差部分を噛み合わせた状態に保持するようになっている。

10

20

30

40

50

なお、第1の内周ねじ山33と外周ねじ山9とのピッチ差は、第2の内周ねじ山37と外周ねじ山9とのピッチ差に等しくなるように設定されている。また、一对の雌ねじ21、23、一对の回転駆動部25、27及び1つの雄ねじ3は、第1の内周ねじ山33、第2の内周ねじ山37、第1の支持螺旋35及び第2の支持螺旋39の中心軸線が外周ねじ山9の中心軸線L1と同一となるように配されている。

【0032】

以上のように構成された直動型減速装置29において、中心軸線L1を中心に第1の回転駆動部25及び第2の回転駆動部27を相互に逆向き(A方向、F方向)に同じ速度で回転させた際には、第1の回転駆動部25の回転方向前方側に位置する外周ねじ山9及び第1の内周ねじ山33が相互に近づくように、雄ねじ3が第1の雌ねじ21に対してB方向に移動する。また、この際には、第2の回転駆動部27の回転方向前方側に位置する外周ねじ山9及び第2の内周ねじ山37が相互に近づくように、雄ねじ3が第2の雌ねじ23に対してもB方向に移動する。すなわち、雄ねじは、第1の雌ねじ21及び第2の雌ねじ23に対して同一方向に移動することになる。

10

【0033】

ここで、前述したように、外周ねじ山9と第1の内周ねじ山33とのピッチ差は、外周ねじ山9と第2の内周ねじ山37とのピッチ差と等しく、かつ、第1の回転駆動部25及び第2の回転駆動部27の回転速度は相互に等しいため、第1の雌ねじ21及び第2の雌ねじ23に対する雄ねじ3の移動速度は等しくなる。したがって、第1の回転駆動部25及び第2の回転駆動部27による回転運動を、雄ねじ3の中心軸線L1方向への直線運動に変換することができる。

20

【0034】

また、一对の雌ねじ21、23を回転不能に固定しない状態において、例えば、第1の回転駆動部25のみをA方向に回転させた場合には、この第1の回転駆動部25の回転に追従するように、第1の雌ねじ21及び雄ねじ3をA方向に回転させようとする力が第1の雌ねじ21及び雄ねじ3に作用する。ここで、第2の回転駆動部27を逆向き(F方向)に回転させた際には、第2の回転駆動部27の回転に追従するように、第1の雌ねじ21及び雄ねじ3をF方向に回転させようとする力が雄ねじ3に作用する。このため、一对の回転駆動部25、27を相互に逆向きに回転させた際には、雄ねじ3を回転させようとする2つの力が相殺され、雄ねじ3が回転することを防止できる。

30

さらに、上記設定に加えて雄ねじ3を回転不能に固定した状態では、例えば、第1の回転駆動部25のみを回転させた際に雄ねじ3を回転させようとする力が発生するため、雄ねじ3に中心軸線L1まわりのねじり力が発生するが、一对の回転駆動部25、27を相互に逆向きに回転させることで、このねじり力の大半を内力化することができる。

【0035】

この直動型減速装置29によれば、上記第1の実施形態と同様の効果を奏する。

また、この直動型減速装置29によれば、一对の回転駆動部25、27の回転方向を相互に逆向きとすることにより、雄ねじ3が回転することを防止できるため、一对の雌ねじ21、23を別途部材により回転不能に固定することなく、各回転駆動部25、27の回転運動を雄ねじ3の中心軸線L1方向への直線運動に効率よく変換することができる。さらに、雄ねじ3を回転不能に固定した状態においては、雄ねじ3にかかる中心軸線まわりのねじり力を内力化することができる。

40

【0036】

また、上記実施形態においては、回転駆動部7、25、27は、雌ねじ5、21、23の外周面側に配されるところとしたが、これに限ることはなく、例えば、雄ねじ3に中心軸線L1を中心とした貫通孔を形成し、この雄ねじ3の貫通孔内に挿通するとしても構わない。ただし、この構成の場合には、周方向への逃げが少なく、径方向への変形のみが可能な材料により雄ねじ3を形成する必要がある。また、支持螺旋13、35、39を雌ねじ5、21、23の外周面に形成して、この支持螺旋13、35、39により雄ねじ3の外周ねじ山9を内周ねじ山11、33、37に向けて押さえつけるように回転駆動部7、25、

50

27を構成する必要がある。

【0037】

なお、上記実施形態において、外周ねじ山9及び内周ねじ山11, 33, 37は、三角ねじ、角ねじ、台形ねじ等のいずれの形状に形成されていても構わないが、これらを良好な状態で噛み合わせるためには、相互に同じ形状に形成されることが好ましい。

また、これら外周ねじ山9及び内周ねじ山11, 33, 37は、1条の螺旋から構成されることに限らず、複数の条数の螺旋から構成されるときにも構わない。

【0038】

また、雄ねじ3の外周面や雌ねじ5, 21, 23の内周面には、外周ねじ山9や内周ねじ山11, 33, 37が突出して形成されるときだが、これに限ることはなく、少なくとも周期的に噛み合うことができる外周ねじ部や内周ねじ部が形成されていればよい。すなわち、雄ねじ3の外周面や雌ねじ5, 21, 23の内周面には、例えば、相互にピッチが異なる外周ねじ溝（外周ねじ部）や内周ねじ溝（内周ねじ部）が窪んで形成されるときにも構わない。

また、雄ねじ3は、例えば、中心軸線L1方向に弾性変形可能なゴム（弾性体）を略円柱状に形成し、その外周面に外周ねじ山9や外周ねじ溝を形成して構成されるときにも構わない。また、雄ねじ3は、例えば、中心軸線L1方向に弾性変形可能な等ピッチのスプリングコイル（弾性体）から構成されるときにも構わない。この構成の場合には、中心軸線L1方向に関するスプリングコイルの線材の隙間、若しくは線材自体が、上記実施形態における外周ねじ山9として機能することになる。

【0039】

上述のように、雄ねじ3をゴムやスプリングコイル等の弾性体により構成する場合には、上記実施形態と同様に、中心軸線L1を中心に回転駆動部7, 25, 27を回転させた際に、雌ねじ5, 21, 23や雄ねじ3を中心軸線L1方向に相対的に移動させるための駆動トルクの大きさに応じて、雄ねじ3が中心軸線L1方向に弾性変形する。

すなわち、雄ねじ3の弾性変形に伴って外周ねじ山9のピッチが変化し、これにより、外周ねじ山9と内周ねじ山11, 33, 37とのピッチ差も変化する。例えば、前述した駆動トルクが大きい場合には、雄ねじ3の弾性変形によって、外周ねじ山9と内周ねじ山11, 33, 37とのピッチ差が小さくなる、すなわち、外周ねじ山9が内周ねじ山11, 33, 37のピッチに近づくことになる。

【0040】

なお、雄ねじ3が弾性変形している間は、雄ねじ3が中心軸線L1方向に相対的に移動することなく、雄ねじ3の弾性力及び駆動トルクの大きさが互いに釣り合った状態において前述の弾性変形が停止し、雌ねじ5, 21, 23及び雄ねじ3が中心軸線L1方向に相互に移動することになる。

また、これら雌ねじ5, 21, 23と雄ねじ3とのピッチ差に応じて減速比や中心軸線L1方向の出力トルクの大きさが決まる。すなわち、ピッチ差が大きくなる程、減速比や出力トルクは小さくなり、ピッチ差が小さくなる程、減速比や出力トルクは大きくなる。そして、出力トルクがその上限に到達した場合、すなわち、雌ねじ5, 21, 23と雄ねじ3とのピッチ差が無くなった場合には、減速比が無限大となり、雌ねじ5, 21, 23と雄ねじ3との相対的な移動量はゼロとなる。

【0041】

以上のことから、雄ねじ3が弾性変形する前における出力トルクが駆動トルクよりも小さくても、出力トルクがその上限に到達するまでの範囲内において雄ねじ3が弾性変形することにより、出力トルクを駆動トルクに合致させて直線運動に変換することができる。また、出力トルクがその上限に到達した場合には、減速比が無限大となるため、回転駆動部7, 25, 27を回転駆動させるモータ等の駆動源や、雄ねじ3、雌ねじ5, 21, 23に余分な負荷が発生することを抑制できる。したがって、雄ねじ3を弾性体から形成することにより、直動型減速装置1, 29を所謂トルククラッチとして用いることも可能となる。

【 0 0 4 2 】

すなわち、雄ねじ 3 を弾性体により構成する場合には、任意トルクの上限クラッチを内蔵し、その上限に至るまでは駆動トルクに合わせて減速比を連続的に上昇させる、所謂無段変速機構を回転駆動部 7, 25, 27、雄ねじ 3 及び雌ねじ 5, 21, 23 の 3 つの部材のみによって実現することができる。

さらに、上述のように、トルククラッチとして機能する直動型減速装置 1, 29 をロボットに組み込んだ場合には、出力軸となる雄ねじ 3 が剛体壁等の静止抵抗に当接しても、モータの上限トルクで回転駆動部 7, 25, 27 を駆動しながら、モータの焼き切れや剛体壁等の対象物の破損を防止することができる。

【 0 0 4 3 】

特に、一对の雌ねじ 21, 23 及び回転駆動部 25, 27 を備えた直動型減速装置 29 (図 4 参照) において、雄ねじ 3 を弾性体から構成する場合には、雄ねじ 3 のねじり力を第 1 の回転駆動部 25 及び第 2 の回転駆動部 27 の間で内力化することができるため、第 1 の回転駆動部 25 及び第 2 の回転駆動部 27 の間ではなく、これらの外側に位置する雄ねじ 3 が中心軸線 L1 まわりにねじれることを防止することができる。したがって、中心軸線 L1 方向に関して雄ねじ 3 に対するケーシング 31 の位置精度や直動型減速装置としての機構的な剛性を保持することができる。

なお、雌ねじ 5, 21, 23 を雄ねじ 3 と同様にゴムやスプリングコイル等の弾性体から構成しても、上述と同様の効果を奏する。ただし、スプリングコイルを使用する場合には、外周ねじ山 9 と内周ねじ山 11 との噛み合わせのし易さから、雌ねじ 5, 21, 23 若しくは雄ねじ 3 の一方のみをスプリングコイルから構成することが好ましい。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明による第 2 の実施形態について図 5 ~ 7 を参照して説明する。図 5 ~ 7 に示すように、この実施形態に係る直動型減速装置 51 は、略円柱状に形成された雄ねじ 53 と、雄ねじ 53 を挿通可能とする貫通孔を有する略円筒状の回転駆動部 55 と、回転駆動部 55 を挿通可能とする貫通孔を有する略円筒状の雌ねじ 57 とを備えている。これら円柱状若しくは円筒状に形成された雄ねじ 53、回転駆動部 55 及び雌ねじ 57 は、その中心軸線 L1 が同一となるように配されている。

【 0 0 4 5 】

回転駆動部 55 は、その内周面 55a 及び外周面 55b に開口して中心軸線 L1 を中心として形成された螺旋状の溝部 59 と、内周面 55a 及び外周面 55b から外方に突出するように溝部 59 に配された多数のベアリングボール (球体) 61 とを備えている。これらベアリングボール 61 は、溝部 59 の長手方向に摺動可能となっている。

雄ねじ 53 の外周面 53a には、回転駆動部 55 の内周面 55a から突出するベアリングボール 61 が挿入可能となるように、中心軸線 L1 を中心とした螺旋状の外周 U 字トンネル (外周ねじ部) 63 が窪んで形成されている。この外周 U 字トンネル 63 は、回転駆動部 55 の溝部 59 とは逆向きの螺旋に形成されている。

【 0 0 4 6 】

雌ねじ 57 の内周面 57a には、回転駆動部 55 の外周面 55b から突出するベアリングボール 61 が挿入可能となるように、中心軸線 L1 を中心とした螺旋状の内周 U 字トンネル (内周ねじ部) 65 が窪んで形成されている。この内周 U 字トンネル 65 は、外周 U 字トンネル 63 と同じ向きの螺旋に形成され、また、外周 U 字トンネル 63 よりも大きなピッチで形成されている。

以上のことから、回転駆動部 55 の溝部 59 及びベアリングボール 61 は、外周 U 字トンネル 63 と内周 U 字トンネル 65 との交差部分を相互に噛み合わせた状態に保持する支持螺旋として機能することになる。

なお、上述の構成において、回転駆動部 55 は中心軸線 L1 を中心とした回転できるようになっており、中心軸線 L1 方向には移動しないようになっている。また、雄ねじ 53 及び雌ねじ 57 は、中心軸線 L1 方向への移動のみが許容され、中心軸線 L1 を中心に回転できないようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

次に、以上のように構成された直動型減速装置 5 1 の動作について説明する。

この直動型減速装置 5 1 においても、第 1 の実施形態と同様に、中心軸線 L 1 を中心に回転駆動部 5 5 を回転させることにより、雄ねじ 5 3 及び雌ねじ 5 7 が中心軸線 L 1 方向に沿って相互に逆方向に移動することになる。

すなわち、中心軸線 L 1 を中心に回転駆動部 5 5 を一方向（A 方向）に回転させた際には、溝部 5 9 内に配されたベアリングボール 6 1 が、溝部 5 9、外周 U 字トンネル 6 3 及び内周 U 字トンネル 6 5 の長手方向に転動するように、回転駆動部 5 5 の回転方向前方側に位置する外周 U 字トンネル 6 3 及び内周 U 字トンネル 6 5 が相互に近づく、すなわち、雄ねじ 5 3 及び雌ねじ 5 7 が、中心軸線 L 1 方向に沿って相互に逆向き（B 方向，C 方向）に移動することになる。

10

【 0 0 4 8 】

この直動型減速装置 5 1 によれば、上記第 1 の実施形態と同様の効果を奏する。

また、この直動型減速装置 5 1 によれば、溝部 5 9 内に配されたベアリングボール 6 1 が、溝部 5 9、外周 U 字トンネル 6 3 及び内周 U 字トンネル 6 5 を転がるため、螺旋状の溝部 5 9、外周 U 字トンネル 6 3 及び内周 U 字トンネル 6 5 の相互間の摩擦を最小限に抑えることができる。したがって、回転駆動部 5 5 による回転運動から雄ねじ 5 3 や雌ねじ 5 7 の直線運動への変換において、そのエネルギー損失を最小限に抑えることができ、回転駆動部 5 5 からの駆動力を雄ねじ 5 3 や雌ねじ 5 7 に確実に伝達することができる。

20

【 0 0 4 9 】

なお、この第 2 の実施形態において、内周 U 字トンネル 6 5 は、外周 U 字トンネル 6 3 よりも大きなピッチで形成されたとしたが、これに限ることはなく、少なくとも外周 U 字トンネル 6 3 と異なるピッチで形成されていればよい。すなわち、内周 U 字トンネル 6 5 は、例えば、外周 U 字トンネル 6 3 よりも小さなピッチで形成されたとしても構わない。

また、直動型減速装置 5 1 を構成する雄ねじ 5 3 及び雌ねじ 5 7 のうち、少なくともいづれか一方が、中心軸線 L 1 方向に弾性変形可能なゴム等の弾性体から形成されるとしても構わない。この構成の場合には、前述した実施形態と同様に、直動型減速装置 5 1 を所謂トルククラッチとして用いることが可能となる。

【 0 0 5 0 】

また、直動型減速装置 5 1 を構成する雄ねじ 5 3、回転駆動部 5 5 及び雌ねじ 5 7 のうち、2 つの部材が、中心軸線 L 1 方向に弾性変形可能なゴム等の弾性体から形成されるとしても構わない。

30

この構成の場合には、弾性体の弾性変形量が大きくても、外周 U 字トンネル 6 3 及び内周 U 字トンネル 6 5 の交差部分と、ベアリングボール 6 1 を配した溝部 5 9 との許容公差を大きく拡大することができる。すなわち、雄ねじ 5 3 及び雌ねじ 5 7 を弾性体から形成した場合には、外周 U 字トンネル 6 3 と内周 U 字トンネル 6 5 との交差部分がベアリングボール 6 1 を配した溝部 5 9 からずれることを抑制するように、雄ねじ 5 3 及び雌ねじ 5 7 を弾性変形させることができる。このため、前述のように、雄ねじ 5 3 及び雌ねじ 5 7 の一方のみを弾性体から形成する場合と比較して、より高い減速比まで確実に変化させることができるトルククラッチとして直動型減速装置 5 1 を構成することができる。

40

また、この直動型減速装置 5 1 の機構を利用して、図 4 の構成と同様に、一对の雌ねじ及び回転駆動部を備えた直動型減速装置を構成するとしても構わない。

【 0 0 5 1 】

さらに、回転駆動部 5 5 は、雄ねじ 5 3 の外周面側及び雌ねじ 5 7 の内周面側に配されたとしたが、これに限ることはなく、少なくとも雄ねじ 5 3 が雌ねじ 5 7 の内周面側に配されていればよい。すなわち、回転駆動部 5 5 は、例えば、図 8 に示すように、雌ねじ 5 7 の外周面側に配されたとしても構わない。

ただし、この構成の場合には、雌ねじ 5 7 に、その内周面 5 7 c 及び外周面 5 7 d に開口し、かつ、雄ねじ 5 3 の外周 U 字トンネル 6 3 と同じ方向で異なるピッチの螺旋状の溝部 6 7 を形成すると共に、この溝部 6 7 に内周面 5 7 c 及び外周面 5 7 d から外方に突出

50

するベアリングボール 6 9 を配する必要がある。また、回転駆動部 5 5 の内周面 5 5 c には、このベアリングボール 6 9 が挿入可能となるように、雄ねじ 5 3 の外周 U 字トンネル 6 3 と逆向きの螺旋状の内周 U 字トンネル 7 1 を形成する必要がある。なお、この内周 U 字トンネル 7 1 は、外周 U 字トンネル 6 3 と溝部 6 7 との交差部分を通過するように形成する必要がある。

【 0 0 5 2 】

また、回転駆動部 5 5 は、例えば、図 9 に示すように、雄ねじ 5 3 の内周面 5 3 e 側に配されるとしても構わない。

ただし、この構成の場合には、雄ねじ 5 3 に、その内周面 5 3 e 及び外周面 5 3 f に開口し、かつ、雌ねじ 5 7 の内周 U 字トンネル 6 5 と同じ方向で異なるピッチの螺旋状の溝部 7 3 を形成すると共に、この溝部 7 3 に内周面 5 3 e 及び外周面 5 3 f から外方に突出するベアリングボール 7 5 を配する必要がある。また、回転駆動部 5 5 の外周面 5 5 e には、このベアリングボール 7 5 が挿入可能となるように、雌ねじ 5 7 の内周 U 字トンネル 6 5 と逆向きの螺旋状の外周 U 字トンネル 7 7 を形成する必要がある。なお、この外周 U 字トンネル 7 7 は、内周 U 字トンネル 6 5 と溝部 7 3 との交差部分を通過するように形成する必要がある。

【 0 0 5 3 】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 4 】

【図 1】この発明の第 1 の実施形態に係る直動型減速装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 の直動型減速装置において、雄ねじ、雌ねじ及び回転駆動部の各周面に形成された外周ねじ山、内周ねじ山及び支持螺旋を示す概略展開図である。

【図 3】この発明の他の実施形態に係る直動型減速装置において、雄ねじ、雌ねじ及び回転駆動部の各周面に形成された外周ねじ山、内周ねじ山及び支持螺旋を示す概略展開図である。

【図 4】この発明の他の実施形態に係る直動型減速装置の概略構成を示す側断面図である。

【図 5】この発明の第 2 の実施形態に係る直動型減速装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 6】図 5 の直動型減速装置において、雄ねじ、雌ねじ及び回転駆動部の各周面に形成された外周ねじ山、内周ねじ山及び支持螺旋を示す概略展開図である。

【図 7】図 5 の直動型減速装置の要部を示す拡大断面図である。

【図 8】この発明の他の実施形態に係る直動型減速装置の要部を示す拡大断面図である。

【図 9】この発明の他の実施形態に係る直動型減速装置の要部を示す拡大断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

- 1, 2 9, 5 1 直動型減速装置
- 3, 5 3 雄ねじ
- 5, 5 7 雌ねじ
- 7, 5 5 回転駆動部
- 9 外周ねじ山 (外周ねじ部)
- 1 1 内周ねじ山 (内周ねじ部)
- 1 3 支持螺旋
- 2 1 第 1 の雌ねじ
- 2 3 第 2 の雌ねじ
- 2 5 第 1 の回転駆動部
- 2 7 第 2 の回転駆動部

10

20

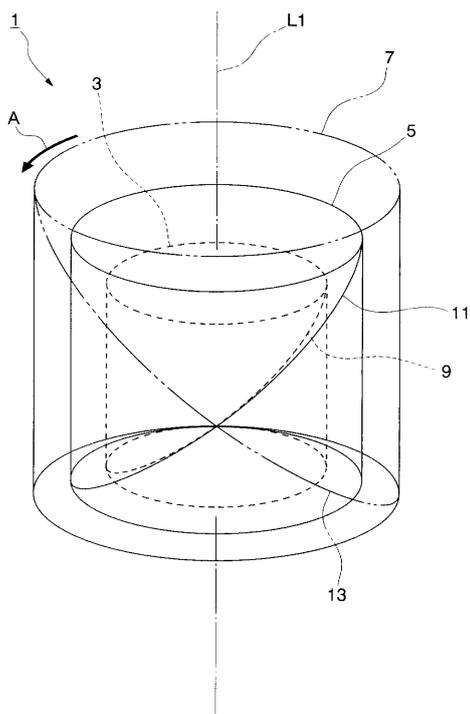
30

40

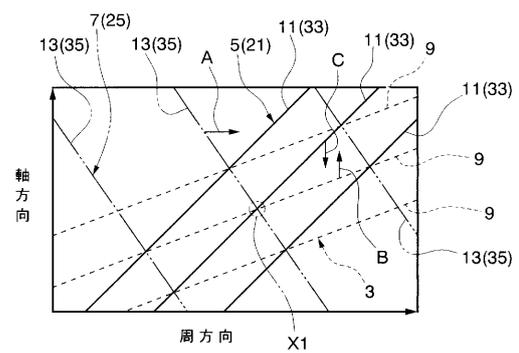
50

- 3 3 第 1 の内周ねじ山 (第 1 の内周ねじ部)
- 3 5 第 1 の支持螺旋
- 3 7 第 2 の内周ねじ山 (第 2 の内周ねじ部)
- 3 9 第 2 の支持螺旋
- 5 3 a 外周面
- 5 5 a 内周面
- 5 5 b 外周面
- 5 7 a 内周面
- 5 9 溝部
- 6 1 ベアリングボール (球体)
- 6 3 外周 U 字トンネル (外周ねじ部)
- 6 5 内周 U 字トンネル (内周ねじ部)
- L 1 中心軸線
- X 1 交差部分

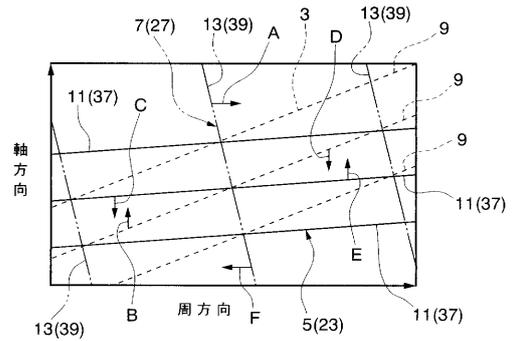
【 図 1 】



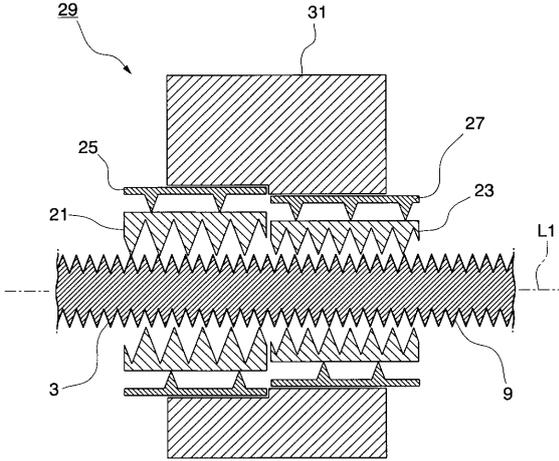
【 図 2 】



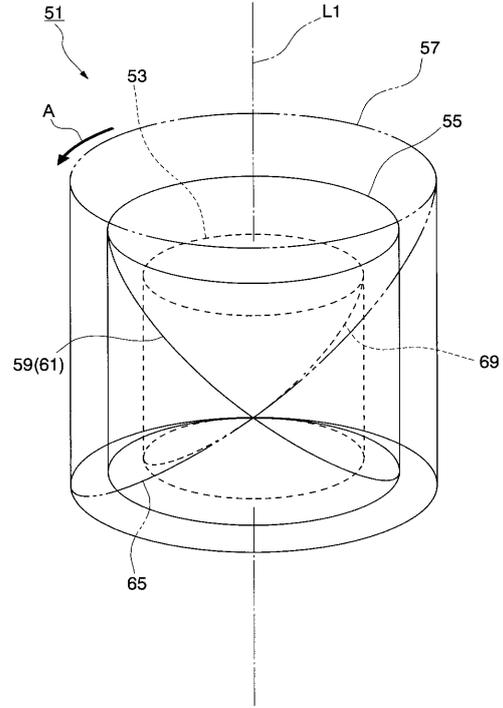
【 図 3 】



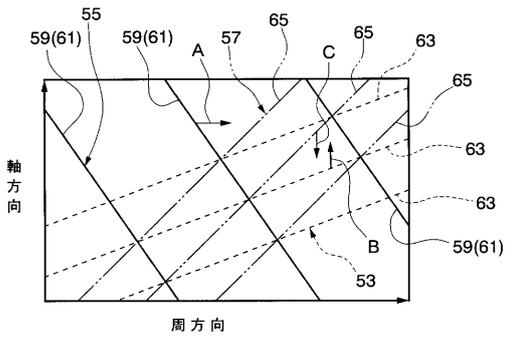
【図4】



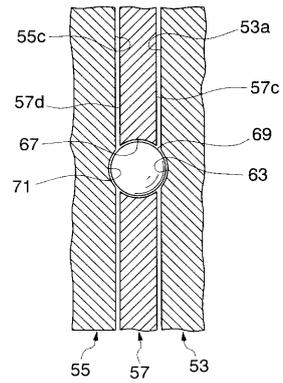
【図5】



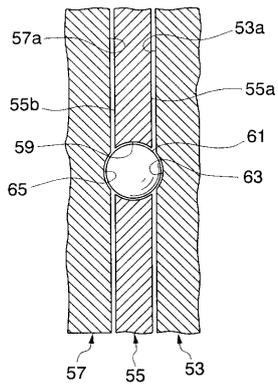
【図6】



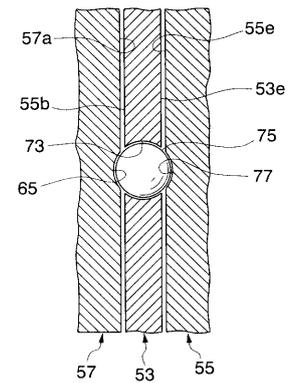
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 西堀 宏之

(56)参考文献 特開平02-125151(JP,A)
実開昭61-054541(JP,U)
実開平03-043156(JP,U)
特開2004-301135(JP,A)
特開平09-324843(JP,A)
特開平8-200465(JP,A)
特開平3-92653(JP,A)
特開昭57-137758(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 19/00 - 37/16