

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7491722号
(P7491722)

(45)発行日 令和6年5月28日(2024.5.28)

(24)登録日 令和6年5月20日(2024.5.20)

(51)国際特許分類		F I			
<i>F 1 6 H</i>	<i>25/20</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 H</i>	<i>25/20</i>	<i>A</i>
<i>F 1 6 H</i>	<i>25/22</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 H</i>	<i>25/22</i>	<i>Z</i>
<i>H 0 2 K</i>	<i>7/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 2 K</i>	<i>7/06</i>	<i>A</i>

請求項の数 3 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-73292(P2020-73292)	(73)特許権者	390029805 T H K株式会社 東京都港区芝浦二丁目12番10号
(22)出願日	令和2年4月16日(2020.4.16)	(74)代理人	100114498 弁理士 井出 哲郎
(65)公開番号	特開2021-169842(P2021-169842 A)	(72)発明者	咲山 隆 東京都港区芝浦二丁目12番10号 T H K株式会社内
(43)公開日	令和3年10月28日(2021.10.28)	(72)発明者	押田 敬史 東京都港区芝浦二丁目12番10号 T H K株式会社内
審査請求日	令和5年3月9日(2023.3.9)	(72)発明者	西出 哲弘 東京都港区芝浦二丁目12番10号 T H K株式会社内
		審査官	鷲巢 直哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多段式ボールねじユニット及びこれを用いた電動アクチュエータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

転動体の転がる第一螺旋溝が外周面に形成されると共に軸方向に沿ってスプライン溝が形成された第一ねじ軸と、

前記第一ねじ軸を外側から覆う中空円筒状に形成され、外周面には転動体の転がる第二螺旋溝が前記第一螺旋溝とは逆巻きに形成されると共に軸方向に沿ってスプライン溝が形成された第二ねじ軸と、

前記第二ねじ軸の中空部内に設けられると共に多数のボールを介して前記第一ねじ軸の第一螺旋溝に螺合する内側ねじナットと、

多数のボールを介して前記第二ねじ軸の第二螺旋溝に螺合する外側ボールねじナットと、
を備え、

前記第一ねじ軸に形成された第一螺旋溝の条数は前記第二ねじ軸に形成された第二螺旋溝の条数よりも多いことを特徴とする多段式ボールねじユニット。

【請求項2】

前記第一ねじ軸に形成された第一螺旋溝の軸方向ピッチは前記第二ねじ軸に形成された第二螺旋溝の軸方向ピッチよりも小さいことを特徴とする請求項1記載の多段式ボールねじユニット。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の多段式ボールねじユニットを用いた電動アクチュエータであって、前記外側ねじナットが固定されたハウジングと、

10

20

前記ハウジングに固定されると共に前記第一ねじ軸とスプライン結合し、当該第一ねじ軸の軸周りの回転を防止すると共に当該第一ねじ軸の軸方向への移動を許容する第一ジョイント部材と、

前記第二ねじ軸を回転駆動する電動モータと、

前記第二ねじ軸とスプライン結合し、当該第二ねじ軸に前記電動モータの回転を伝達すると共に、当該第二ねじ軸の軸方向への移動を許容する第二ジョイント部材と、

を備えたことを特徴とする電動アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、互いに逆ねじの関係にある第一のボールねじ装置及び第二のボールねじ装置を重ね合わせて構成した多段式ボールねじユニット及びこれを用いて構成した電動アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電動モータの回転量に応じた直線運動を出力するアクチュエータは公知であり、そのようなアクチュエータでは電動モータの回転運動を第一ねじ軸の軸方向運動に変換する機構としてボールねじ装置が用いられている。また、前記第一ねじ軸の軸方向へのストローク量を増大させるため、互いに逆ねじの関係にある複数のボールねじ装置を重ね合わせた多段式アクチュエータも公知である（例えば特許文献1参照）。

【0003】

これら多段式アクチュエータは、ねじ軸及びこれに螺合するナット部材から構成されるボールねじ装置を半径方向へ二重に重ねたボールねじユニットを用いて構成されており、内側に位置する第一のボールねじ装置のナット部材が外側に位置する第二のボールねじ装置のねじ軸と一体化され、複合軸を構成している。また、このような多段式ボールねじユニットを構成する第一のボールねじ装置と第二のボールねじ装置は互いに逆ねじの関係にある。従って、第二のボールねじ装置のナット部材を固定した状態でこれに螺合する前記複合軸に電動モータの回転運動を伝達すると、当該複合軸は前記ナット部材に案内されて回転しながら軸方向へ運動する。このとき、第一のボールねじ装置のねじ軸を非回転に保持しておけば、当該ねじ軸は複合軸の回転に伴って軸方向へ運動することになる。すなわち、前記複合軸の軸方向への移動と当該複合軸に対する第一ボールねじ装置のねじ軸の軸方向への移動が重なることにより、このボールねじユニットでは第二のボールねじ装置のナット部材に対して第一のボールねじ装置のねじ軸を大きなストローク量で軸方向へ移動させることが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特表2018-511754

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般的に、ボールねじ装置における軸方向荷重の負荷能力はナット部材とねじ軸との間に螺旋状に配列されるボールの直径やボールの数によって決まる。この点に関し、前述した多段式ボールねじユニットでは、第一のボールねじ装置と第二のボールねじ装置とを径方向に重ねていることから、外側に位置する第二のボールねじ装置のねじ軸に比べて内側に位置する第一のボールねじ装置のねじ軸の軸径は自ずと小さなものとなり、結果として前記第一のボールねじ装置の荷重負荷能力は第二のボールねじ装置のそれよりも小さくなる傾向にある。

【0006】

すなわち、多段式の電動アクチュエータの荷重負荷能力に対しては第一のボールねじ装

10

20

30

40

50

置のそれが支配的であり、アクチュエータそのものの荷重負荷能力の増大を図るのであれば、第一のボールねじ装置のねじ軸の軸径を大きくすることが必要であった。しかし、内側に位置する第一のボールねじ装置のねじ軸の軸径を大きくすると、外側に位置する第二のボールねじ装置のねじ軸も大径化し、結果的にアクチュエータの大型化を招くといった課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、軸方向荷重の負荷能力を十分に高めつつも、装置全体の小型化を図ることが可能な多段式ボールねじユニット及びこれを用いたアクチュエータを提供することにある。

10

【0008】

本発明が適用される多段式ボールねじユニットは、転動体の転がる第一螺旋溝が外周面に形成されると共に軸方向に沿って第一スプライン溝が形成された第一ねじ軸と、前記第一ねじ軸を外側から覆う中空円筒状に形成され、外周面には転動体の転がる第二螺旋溝が前記第一螺旋溝とは逆巻きに形成されると共に軸方向に沿って第二スプライン溝が形成された第二ねじ軸と、前記第二ねじ軸の中空部内に設けられると共に多数のボールを介して前記第一ねじ軸の第一螺旋溝に螺合する内側ねじナットと、多数のボールを介して前記第二ねじ軸の第二螺旋溝に螺合する外側ボールねじナットと、を備えている。

【0009】

そして、前記目的を達成する第一の発明においては、前記第一ねじ軸に形成された第一螺旋溝の条数は前記第二ねじ軸に形成された第二螺旋溝の条数よりも多く設定されている。

20

【0010】

また、前記目的を達成する第二の発明においては、前記第一ねじ軸に形成された第一螺旋溝の軸方向ピッチは前記第二ねじ軸に形成された第二螺旋溝の軸方向ピッチよりも小さく設定されている。

【発明の効果】

【0011】

本発明の多段式ボールねじユニットによれば、前記第一ねじ軸の軸径を大きくすることなく、前記第一ねじ軸とこれに螺合する内側ねじナットの間配置される転動体の数を増加させることができ、内側に位置する第一のボールねじ装置の荷重負荷能力を外側に位置する第二のボールねじ装置のそれと遜色がない程度にまで高めることが可能となる。従って、本発明のボールねじユニットを使用して電動アクチュエータを構成すれば、当該電動アクチュエータの軸方向荷重の負荷能力を十分に高めつつも、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明のボールねじユニットを用いて構成した電動アクチュエータの実施形態の一例を示す斜視断面図である。

【図2】図1に示す電動アクチュエータの使用状態を示す斜視断面図である。

【図3】電動アクチュエータの第一のボールねじ装置として適用可能なボールねじ装置の一例を示す斜視図である。

40

【図4】図3に示したボールねじ装置のナット部材の断面図である。

【図5】電動アクチュエータの第二のボールねじ装置として適用可能なボールねじ装置の一例を示す斜視図である。

【図6】図5に示したボールねじ装置のナット部材の内部を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を用いて本発明の多段式ボールねじユニット及びこれを用いた電動アクチュエータを詳細に説明する。

【0014】

50

図 1 及び図 2 は本発明の多段式ボールねじユニット（以下、「ボールねじユニット」という）を用いて構成した電動アクチュエータを示す斜視図である。図 1 はボールねじユニットの第一ねじ軸及び第二ねじ軸を電動アクチュエータのハウジング内に収納した状態を示す斜視断面図、図 2 は前記第一ねじ軸に対して最大ストローク量を与えて前記ハウジングから突出させた状態を示す斜視断面図である。

【 0 0 1 5 】

前記電動アクチュエータは、ベースプレート 1 a 及び当該ベースプレート 1 a に固定される円筒状のカバー部材 1 b を有するハウジング 1 を備えており、当該ハウジング 1 の内部に前記ボールねじユニット及び電動モータ 7 が収納されている。

【 0 0 1 6 】

前記ボールねじユニットは、中空部を有して円筒状に形成されると共に外周面にボールの転動する第一螺旋溝が形成された第一ねじ軸 3 と、前記第一ねじ軸 3 を收容する中空部を有して円筒状に形成されると共に外周面にボールの転動する第二螺旋溝が形成された第二ねじ軸 4 と、前記第二ねじ軸 4 の中空部内に設けられると共に多数のボールを介して前記第一ねじ軸 3 に螺合する内側ねじナット 5 と、前記ハウジング 1 のカバー部材 1 b に固定されると共に多数のボールを介して前記第二ねじ軸 4 に螺合する外側ねじナット 6 と、を備えている。

【 0 0 1 7 】

前記ハウジング 1 のカバー部材 1 b は大径円筒部 1 1 に小径円筒部 1 2 が連なった二段円筒形状を有しており、前記大径円筒部 1 1 の開放端に前記ベースプレート 1 a を固定することによって前記ハウジング 1 内に前記電動モータ 7 の收容室が形成されている。また、前記ボールねじユニットを構成する各部品は前記カバー部材 1 b の小径円筒部 1 2 に収納されている。前記小径円筒部 1 2 の内径は前記第二ねじ軸 4 の外径よりも僅かに大きく設定されており、当該第二ねじ軸 4 は前記ハウジング 1 と干渉することなく前記小径円筒部 1 2 の内部で自在に回転しながら軸方向へ移動可能である。前記小径円筒部 1 2 の前記大径円筒部 1 1 と反対側の先端には開口部 1 3 が設けられ、当該開口部 1 3 を通して前記第二ねじ軸 4 及び前記第一ねじ軸 3 が前記ハウジング 1 から外部へ進出するように構成されている。

【 0 0 1 8 】

前記ハウジング 1 のベースプレート 1 a には棒状の第一ジョイント部材 2 が固定されている。この第一ジョイント部材 2 はその軸方向の一端が前記ベースプレート 1 a に固定され、他端は前記第一ねじ軸 3 の中空部に挿入されて、円筒形状に形成された前記カバー部材 1 b の中心に位置している。また、当該第一ジョイント部材 2 は前記ハウジング 1 内を貫通しており、前記ベースプレート 1 a と反対側の端部は前記カバー部材 1 b の開口部 1 3 に略合致している。

【 0 0 1 9 】

前記第一ジョイント部材 2 とその外側に位置する前記第一ねじ軸 3 はボールスプライン装置を構成している。前記第一ジョイント部材 2 の外周面と前記第一ねじ軸 3 の内周面には軸方向に沿った複数条のスプライン溝が設けられており、多数のボールがこれらスプライン溝に配置されている。すなわち、前記第一ジョイント部材 2 と前記第一ねじ軸 3 は前記スプライン溝を転動する多数のボールを介してスプライン結合しており、前記第一ねじ軸 2 は前記ハウジング 1 に固定された第一ジョイント部材 2 に対して当該第一ジョイント部材 2 の軸方向へ自在に移動可能である一方、当該第一ジョイント部材 2 の周方向には回転不能である。すなわち、前記第一ジョイント部材 2 は前記第一ねじ軸 3 の回転止めとして機能している。尚、図 1 に示した本実施形態では前記第一ジョイント部材 2 と前記第一ねじ軸 3 の間に転動体としてのボールを介在させたが、ボールの代わりにローラを用いてもよい。また、前記第一ジョイント部材 2 と前記第一ねじ軸 3 が滑り接触によってスプライン結合するものであってもよい。

【 0 0 2 0 】

前記第一ねじ軸 3 と前記内側ねじナット 5 は第一のボールねじ装置を構成している。具

10

20

30

40

50

体的には、前記第一ねじ軸 3 の外周面にはボールの転動する第一螺旋溝が 3 0 形成されており、前記内側ねじナット 5 は当該第一螺旋溝 3 0 に配列された多数のボールを介して前記第一ねじ軸 3 に螺合している。前記第一ねじ軸 3 は前記第一ジョイント部材 2 によって回転止めがなされているため、前記内側ねじナット 5 に回転を与えると、前記第一ねじ軸 3 は前記内側ねじナット 5 に対して軸方向へ移動する。

【 0 0 2 1 】

図 3 は前記第一のボールねじ装置として適用可能なボールねじ装置の一例を示すものであり、外周面に第一螺旋溝 3 0 としての転動溝が形成されたねじ軸 3 A と、多数のボールを介して前記ねじ軸 3 A に螺合した円筒状のナット部材 3 B とから構成されている。前記ねじ軸 3 A が前記第一ねじ軸 3 に相当し、前記ナット部材 3 B が前記内側ねじナット 5 に相当する。

10

【 0 0 2 2 】

前記ねじ軸 3 A は所謂多条ねじであり、当該ねじ軸 3 A の外周面には 3 条の転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c が形成され、これら転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c は同一のリードを有している。従って、前記ねじ軸 3 A の外周面には軸方向に沿って前記リードの 1 / 3 のピッチで前記転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c が等間隔で均等に配置されている。すなわち、軸方向における転動溝のピッチとは、前記転動溝のリードを当該転動溝の条数で割った値である。また、互いに隣接する転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c の間はねじ山部 3 1 であり、当該ねじ山部 3 1 が前記ねじ軸 3 A の外径を示している。尚、前記ねじ軸 3 A に形成される前記転動溝の条数は 2 条以上の複数であれば、適宜設計変更して差支えない。

20

【 0 0 2 3 】

一方、前記ナット部材 3 B は前記ねじ軸 3 A が挿通する貫通孔を有して円筒状に形成され、当該貫通孔の内周面には前記ボールの無限循環路が設けられている。前記ボールは前記ねじ軸 3 A とナット部材 3 B との間に介在しており、前記ナット部材 3 B を前記ねじ軸 3 A に対して回転させることにより、当該ねじ軸 3 A が前記ナット部材 3 B の軸方向へ移動を生じる。前記無限循環路は前記ねじ軸 3 A の周囲を一周しており、図 3 に示した例では前記ナット部材 3 B に対して 3 回路の無限循環路が設けられている。前記無限循環路の回路数は前記ナット部材 3 B の軸方向長さや必要とする荷重負荷能力に応じて適宜設計変更することが可能である。

【 0 0 2 4 】

図 4 は一つの無限循環路に沿ってナット部材を切断した断面図を示すものである。前記ナット部材 3 B の内周面には前記ねじ軸 3 A の周囲を一周する無限循環路 3 2 が設けられ、当該無限循環路 3 2 には多数のボール 3 C が配列されている。前記無限循環路 3 2 は前記ねじ軸 3 A に設けられた複数条の転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c に対応している。前述の如く、前記ねじ軸 3 A に対して 3 条の転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c が設けられているとすると、各無限循環路 3 2 は 3 個の負荷部 3 3 及び 3 個の無負荷部 3 4 で構成されている。個々の負荷部 3 3 は前記ねじ軸 3 A の転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c のいずれかと対向しており、ボール 3 c は当該負荷部 3 3 と前記ねじ軸 3 A の転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c との間で荷重を負荷しながら転動する。一方、前記無負荷部 3 4 は前記負荷部 3 3 同士を連結すると共に前記ねじ軸 3 A のねじ山部 3 1 と対向しており、当該無負荷部 3 4 を転動するボール 3 c は荷重から開放されて前記ねじ軸 3 A のねじ山部 3 1 を乗り越える。また、これら負荷部 3 3 及び無負荷部 3 4 は前記ナット部材 3 B の周方向に沿って交互に設けられ、その結果として前記無限循環路 3 2 はねじ軸 3 A の周囲を一周する環状をなしている。図 4 に示した実施形態では前記無負荷部 3 4 が前記無限循環路 3 2 内に三か所存在することから、これら無負荷部 3 4 は前記ナット部材 3 B の周方向に等間隔をおいて配置されている。

30

40

【 0 0 2 5 】

前記ねじ軸 3 A の転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c は当該ねじ軸 3 A の周囲を一周すると軸方向へ 1 リード分だけ進行するが、前記無限循環路 3 2 は前記負荷部 3 3 及び前記無負荷部 3 4 の組み合わせを 3 組含んでおり、それらは前記ねじ軸 2 の周囲を 1 2 0 度ずつ 3

50

等分して設けられているので、一つの負荷部 3 3 を転動したボール 3 c はねじ軸 3 A の軸方向ヘリードの 1 / 3 だけ進行する。

【 0 0 2 6 】

従って、図 3 及び図 4 に示すボールねじ装置では、各転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c のリードに対して各無限循環路 3 2 の軸方向の長さ、すなわち前記ねじ軸 3 A の軸方向に沿った無限循環路 3 2 の幅を小さく設定することができ、前記転動溝 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c のリードが大きく設定された多条ねじタイプのボールねじ装置において、前記ナット部材 3 B の軸方向長さを短縮化して、その小型化を図ることが可能となる。

【 0 0 2 7 】

前記無負荷部 3 4 は駒状のデフレクタ 3 5 に形成されている。前記ナット部材 3 B には前記デフレクタ 3 5 を装着する貫通穴が外周面から内周面へ貫通形成されており、当該貫通孔に前記デフレクタ 3 5 を嵌合させることによって前記ナット部材 3 B の内周面に無負荷部 3 4 が設けられ、前記ボール 3 C の無限循環路 3 2 が完成している。

10

【 0 0 2 8 】

前記ボール 3 C の無限循環路 3 2 は前記ナット部材 3 B に前記デフレクタ 3 5 を嵌合させるのみで完成しており、当該ナット部材 3 B の外周面に突起物が存在しないことから、当該ナット部材 3 B の外径を小さく抑えることが可能となっている。このため、前記ナット部材 3 B の構造を前記内側ねじナット 5 に適用すれば、当該内側ねじナット 5 を中空部内に収めた前記第二ねじ軸 4 の外径も小さく抑えることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

一方、前記第二ねじ軸 4 の中空部は軸方向に二分割されており、一方は前記内側ねじナットの収容部として利用され、他方は後述する第二ジョイント部材 8 の収容部として利用されている。前記第二ジョイント部材 8 の収容部は前記カバー部材 1 b の大径円筒部側に位置し、前記内側ねじナット 5 の収容部は前記カバー部材 1 b の開口部 1 3 側に位置している。

20

【 0 0 3 0 】

前記ハウジング 1 の内部には前記電動モータ 7 の回転を前記第二のねじ軸 4 に伝達するための第二ジョイント部材 8 が設けられている。前記第二ジョイント部材 8 は、一對のアンギュラコンタクト軸受 8 0 を介して前記ハウジング 1 に保持される基端部 8 1 と、当該基端部 8 1 よりも肉厚の薄い円筒状に形成されて前記第一ねじ軸 3 の外周面と前記第二ねじ軸 4 の内周面との隙間に挿入された回転伝達部 8 2 とから構成されている。前記基端部 8 1 の外周面には前記電動モータ 7 のロータが固定され、当該電動モータ 7 に通電すると、前記第二ジョイント部材 8 が前記ハウジング 1 に対して回転を生じる。

30

【 0 0 3 1 】

前記第二ジョイント部材 8 とその外側に位置する前記第二ねじ軸 4 はボールスプライン装置を構成している。前記第二ジョイント部材 8 の回転伝達部 8 2 の外周面と前記第二ねじ軸 4 の内周面には軸方向に沿った複数条のスプライン溝が設けられており、多数のボールがこれらスプライン溝に配置されている。すなわち、前記第二ジョイント部材 8 と前記第二ねじ軸 4 は前記スプライン溝を転動する多数のボールを介してスプライン結合しており、前記第二ねじ軸 4 は前記第二ジョイント部材 8 の回転伝達部 8 2 に対して当該第二ジョイント部材 8 の軸方向へ自在に移動可能である一方、当該第二ジョイント部材 8 の周方向には回転不能である。尚、図 1 に示した本実施形態では前記第二ジョイント部材 8 と前記第二ねじ軸 4 の間に転動体としてのボールを介在させたが、ボールの代わりにローラを用いてもよい。また、前記第二ジョイント部材 8 と前記第二ねじ軸 4 は滑り接触によってスプライン結合するものであってもよい。

40

【 0 0 3 2 】

従って、前記電動モータ 7 によって前記第二ジョイント部材 8 に回転を与えると、前記第二ねじ軸 4 が当該第二ジョイント部材 8 に連れ回されて前記ハウジング 1 に対して回転を生じ、当該第二ねじ軸 4 に固定された前記内側ねじナット 5 も前記ハウジング 1 に対して回転を生じる。

50

【 0 0 3 3 】

一方、前記ハウジング 1 の小径円筒部 1 2 の内周面側には前記外側ねじナット 6 が固定されている。この外側ねじナット 6 は前記第二ねじ軸 4 と協働して第二のボールねじ装置を構成している。具体的には、前記第二ねじ軸 4 の外周面にはボールの転動する第二螺旋溝 4 0 が形成されており、前記外側ねじナット 6 は当該第二螺旋溝 4 0 に配列された多数のボールを介して前記第二ねじ軸 4 に螺合している。前記第二ねじ軸 4 の外周面に形成された第二螺旋溝は前記第一ねじ軸 3 の外周面に形成された第一螺旋溝と巻き方向が逆ねじの関係になっている。

【 0 0 3 4 】

尚、図 1 及び図 2 に示した実施形態では、前記外側ねじナット 6 が前記ハウジング 1 の小径円筒部 1 2 の内周面側に固定されていたが、当該外側ねじナット 6 を前記小径円筒部 1 2 と一体に形成してもよい。

10

【 0 0 3 5 】

前述の如く、前記第二ねじ軸 4 は前記第二ジョイント部材 8 と共に前記ハウジング 1 に対して回転を生じるため、当該第二ねじ軸 4 に回転を与えると、前記第二ねじ軸 4 が前記ハウジング 1 に固定された外側ねじナット 6 に対して軸方向へ移動する。前記第二ねじ軸 4 は前記第二ジョイント部材 8 によって支承されており、このような軸方向への移動が許容されている。このため、前記電動モータ 7 によって前記第二ねじ軸 4 に回転を与えると、当該第二ねじ軸 4 は前記ハウジング 1 に対して回転を生じながら軸方向へ移動し、結果的に前記第二ねじ軸 4 は前記ハウジング 1 に対して螺旋状に運動する。

20

【 0 0 3 6 】

図 5 は前記第二のボールねじ装置として適用可能なボールねじ装置の一例を示すものであり、外周面に第一螺旋溝 4 0 としてのボールの転動溝が螺旋状に形成されたねじ軸 4 A と、多数のボールを介して前記ねじ軸 4 A に螺合した円筒状のナット部材 4 B とから構成されている。前記ねじ軸 4 A が前記第二ねじ軸 4 に相当し、前記ナット部材 4 B が前記外側ボールねじナット 6 に相当する。

【 0 0 3 7 】

前記ねじ軸 4 A の外周面には所定のリードでボールの転動溝 4 0 が一条形成されている。また、互いに隣接する転動溝 4 0 の間はねじ山部 4 1 であり、当該ねじ山部 4 1 が前記ねじ軸 4 A の外径を示している。

30

【 0 0 3 8 】

前記ナット部材 4 B は前記ねじ軸 4 A が挿通する貫通孔を有して円筒状に形成され、当該貫通孔の内周面には前記ねじ軸 4 A の周囲を一周する無限循環路が設けられ、当該無限循環路には多数のボール 4 C が配列されている。前記ナット部材 4 B は前記ボール 4 C の無限循環路を三回路有しており、当該ナット部材 4 B の外周面にはボール 4 C の無負荷通路を構築するためのカバープレート 4 3 が三か所に装着されている。前記無限循環路の回路数は当該ナット部材 4 B に必要とされる荷重負荷能力に応じて適宜選択して差し支えない。尚、前記無限循環路にボール 4 C が配列されていることを明確にするため、図 5 では前記ナット部材 4 B に設けられた三回路の無限循環路のうち、二番目に位置する無限循環路について前記カバープレート 4 3 を取り外した状態を示している。

40

【 0 0 3 9 】

前記ナット部材 4 B には前記無限循環路の一部をなすボール回送路 4 4 が形成されており、前記カバープレート 4 3 を前記ナット部材 4 B から取り外すことによって当該ボール回送路 4 4 を外側から視認することができる。前記ボール回送路 4 4 は前記ナット部材 4 B の軸方向に延びると共に当該前記ナット部材 4 B を外周面から内周面に貫通しており、例えばエンドミルを用いた切削加工によって容易に形成することが可能である。また、前記カバープレート 4 3 は合成樹脂の射出成型で形成することが可能である。そして、前記ボール回送路 4 4 を前記カバープレート 4 3 で外側から閉塞することにより、ボール 4 C の無限循環路が完成する。

【 0 0 4 0 】

50

図 6 は前記ナット部材 4 B の無限循環路に配列されたボール 4 C を当該ナット部材 4 B の貫通孔から観察した様子を示すものである。前記ナット部材 4 B の内周面には前記ねじ軸 4 A の転動溝 4 0 に対向する螺旋状の負荷転動溝 4 5 が形成されており、前記ボール 4 C はねじ軸 4 A の転動溝 4 0 とナット部材 4 B の負荷転動溝 4 5 との間で荷重を負荷しながら転動する。また、ボール 4 C は前記ナット部材 4 B の負荷転動溝 4 5 を転動して前記ボール回送路 4 4 の形成位置に到達すると、当該ボール回送路 4 4 の内部に徐々に沈み込み、無負荷状態となって当該ボール回送路 4 4 を転動する。

【 0 0 4 1 】

同図に示すように、前記ボール回送路 4 4 に配列された総てのボール 4 C は当該ナット部材 4 B の内周面に露出しており、前記ボール回送路 4 4 を転動するボール 4 C は常に前記ねじ軸 4 A に接触している。このように、前記ボール回送路 4 4 を無負荷状態で転動するボール 4 C は常に前記第二ねじ軸 4 に面しているため、前記ナット部材 4 B の外径は小さく抑えることが可能であり、前記ナット部材 4 B の構造を前記外側ねじナット 6 に適用すれば、当該外側ねじナット 6 の外径を小さく抑え、その結果として当該外側ねじナット 6 を収容する前記ハウジング 1 の小径円筒部 1 2 の外径も小さく抑えることが可能となる。

10

【 0 0 4 2 】

次に、図 1 に示した電動アクチュエータの動作について説明する。

【 0 0 4 3 】

図 1 に示した状態、すなわち前記第二ねじ軸 4 及び前記第一ねじ軸 3 がハウジング 1 内に収納されている状態で前記電動モータ 7 に通電し、当該電動モータ 7 を回転駆動すると、前記ハウジング 1 に対して回転自在に支承された第二ジョイント部材 8 に回転が与えられる。前記第二ジョイント部材 8 が回転すると、前記第二ねじ軸 4 は当該第二ジョイント部材 8 に連れ回され、前記ハウジング 1 のカバー部材 1 b の内部で回転を生じる。また、前記カバー部材 1 b には前記外側ねじナット 6 が固定されており、当該外側ねじナット 6 は前記第二ねじ軸 4 に螺合しているため、当該第二ねじ軸 4 は自らの回転に伴い前記外側ねじナット 6 に対して軸方向へ移動を生じることになる。すなわち、前記電動モータ 7 に通電すると、図 2 に示すように、前記第二ねじ軸 4 は螺旋状に運動しながら前記カバー部材 1 b の開口部 1 3 から前記ハウジング 1 の外へ進出する。

20

【 0 0 4 4 】

一方、前記第二ねじ軸 4 が回転すると、当該第二ねじ軸 4 に固定された前記内側ねじナット 5 も回転を生じる。このとき、前記内側ねじナット 5 と第一のボールねじを構成している前記第一ねじ軸 3 は前記第一ジョイント部材 2 によって周方向への回転が係止されているため、前記内側ねじナット 5 が回転を生じると、前記第一ねじ軸 3 が前記内側ねじナット 5 に対して軸方向へ移動することになる。すなわち、前記第二ねじ軸 4 が回転すると、前記第一ねじ軸 3 が前記第二ねじ軸 4 に対して軸方向へ移動する。

30

【 0 0 4 5 】

前記第二ねじ軸 4 の外周面に形成された第二転動溝 4 0 と前記第一ねじ軸 3 の外周面に形成された第一転動溝 3 0 は螺旋の巻き方向が逆方向なので、前記第二ねじ軸 4 を電動モータ 7 によって回転させた場合に、当該第二ねじ軸 4 の軸方向への移動方向と前記第一ねじ軸 3 の軸方向への移動方向は同一となる。このため、電動モータ 7 を駆動すると、図 2 に示すように、前記ハウジング 1 から進出した前記第二ねじ軸 4 の先端から前記第一ねじ軸 3 が更に進出することになり、前記第一ジョイント部材 2 が前記第一ねじ軸 3 の中空部から抜け出さない範囲で、当該第一ねじ軸 3 を軸方向へ移動させることが可能となり、前記ハウジング 1 に対する前記第一ねじ軸 3 のストローク量を大きく設定することができる。つまり、本実施形態の電動アクチュエータは多段式となっている。

40

【 0 0 4 6 】

一方、前記電動モータ 7 の回転方向を逆転させると、前記第二ねじ軸 4 及び前記第一ねじ軸 3 の軸方向への移動方向は逆転し、図 1 に示すように、前記第一ねじ軸 3 を前記第二ねじ軸 4 の中空部内に引き込み、更に前記第二ねじ軸 4 を前記ハウジング 1 のカバー部材 1 b の内部に引き込み、前記第一ねじ軸 3 及び前記第二ねじ軸 4 は互いに重ね合わされた

50

状態で前記ハウジング 1 の内部に格納される。

【 0 0 4 7 】

以上のように構成された本実施形態の電動アクチュエータでは、前記第二ねじ軸 4 がハウジング 1 から進出する速度、ハウジング 1 に収納される速度を高速化するため、前記第二ねじ軸 4 の外周面に形成された第二螺旋溝 40 のリードを当該第二ねじ軸 4 の軸径よりも大きく設定している。また、前記第二ねじ軸 4 に対する前記第一ねじ軸 3 の進出速度を高速化するため、前記第一ねじ軸 3 の外周面に形成された第一螺旋溝 30 のリードは第二螺旋溝 40 のリードと略同一に設定されている。

【 0 0 4 8 】

一方、前記第一螺旋溝 30 のリードと前記第二螺旋溝 40 のリードを略同一に設定したのでは、前記第一ねじ軸 3 の軸径が第二ねじ軸 4 のそれよりも小さいため、前記第一ねじ軸 3 と前記内側ねじナット 5 で構成された第一のボールねじ装置の荷重負荷能力が、前記第二ねじ軸 4 と前記外側ねじナット 6 で構成された第二のボールねじ装置のそれよりも小さくなってしまい、電動アクチュエータの全体としての荷重負荷能力が低下してしまう懸念がある。このことは、前記第一ねじ軸 3 の進出速度を高速化するため、当該第一ねじ軸 3 の外周面に形成された第一螺旋溝 30 のリードを大きく設定するほど顕著である。

10

【 0 0 4 9 】

この点に関して本実施形態の電動アクチュエータでは、第一ねじ軸 3 に対して第一螺旋溝 30 を多条溝として形成しているため、当該第一螺旋溝 30 のリードが前記第二ねじ軸 4 の第二螺旋溝 40 のリードと略同一であっても、前記第一ねじ軸 3 と前記内側ねじナット 5 との間に配列されるボールの数は、前記第二ねじ軸 4 と前記外側ねじナット 6 との間に配列されるボールの数と同程度にまで増加させることが可能である。

20

【 0 0 5 0 】

従って、径方向の内側に位置する第一のボールねじ装置の荷重負荷能力を外側に位置する第二のボールねじ装置のそれと同等程度にまで高めることができ、前記第一ねじ軸 3 の軸径を大きくすることなく、電動アクチュエータ全体としての荷重負荷能力を高めることが可能となる。

【 0 0 5 1 】

また、前記第一螺旋溝 30 は前記第一ねじ軸 3 に対して多条ねじとして形成されているため、当該第一螺旋溝 30 のリードが前記第二ねじ軸 4 の第二螺旋溝 40 のリードと略同一であっても、前記第一ねじ軸 3 における第一螺旋溝 30 の軸方向ピッチは前記第二ねじ軸 4 における第二螺旋溝 40 の軸方向ピッチよりも小さいものとなる。この点においても、前記第一ねじ軸 3 と前記内側ねじナット 5 との間に配列されるボールの数は、前記第二ねじ軸 4 と前記外側ねじナット 6 との間に配列されるボールの数と同程度にまで増加させることが可能であり、径方向の内側に位置する第一のボールねじ装置の荷重負荷能力を外側に位置する第二のボールねじ装置のそれと同等程度にまで高めることが可能となる。

30

【 0 0 5 2 】

以上説明してきたように、本発明の多段式ボールねじユニットを用いて電動アクチュエータを構成すれば、半径方向に重ねた第一のボールねじ装置及び第二のボールねじ装置に関して、内側に位置する第一のボールねじ装置のねじ軸 3 の軸径を大きく設定することなく、当該第一ボールねじの荷重負荷能力を外側に位置する第二のボールねじ装置のそれと同程度にまで高めることができ、ストローク量が大きく且つ伸縮速度の速い、小型電動アクチュエータを実現することが可能である。

40

【 0 0 5 3 】

尚、本発明のボールねじユニットにおいて、前記第一ねじ軸 3 に形成された第一螺旋溝 30 のリードと第二螺旋溝 40 のリードは、出力軸としての前記第一ねじ軸 3 に必要とされるストローク量や移動速度、当該第一ねじ軸 3 に必要とされる荷重負荷能力に応じて適宜変更して差し支えない。また、第一螺旋溝 30 のリードと第二螺旋溝 40 のリードは略同一でなくても差し支えない。

【 符号の説明 】

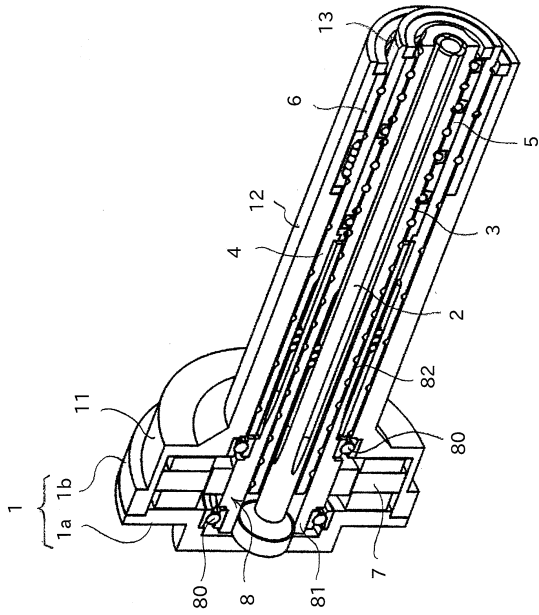
50

【 0 0 5 4 】

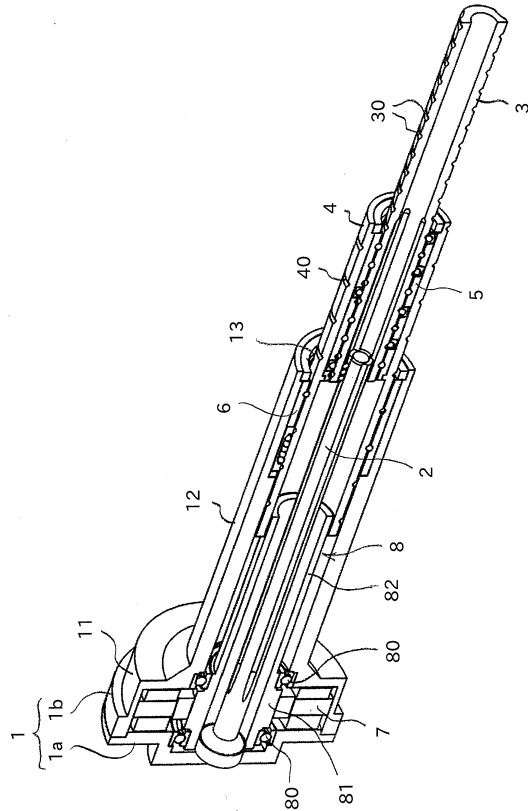
1 ...ハウジング、2 ...第一ジョイント部材、3 ...第一ねじ軸、4 ...第二ねじ軸、5 ...内側ねじナット、6 ...外側ねじナット、7 ...電動モータ、8 ...第二ジョイント部材

【 図 面 】

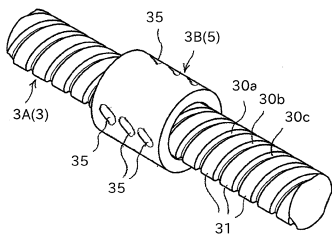
【 図 1 】



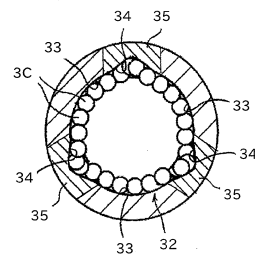
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

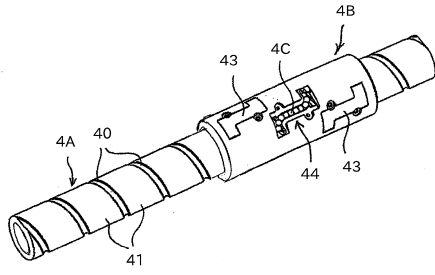
20

30

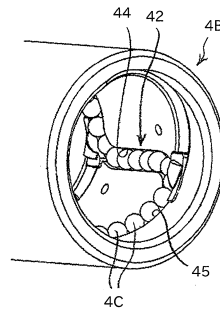
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 3 - 2 1 3 7 5 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 2 6 6 3 8 5 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 0 1 7 9 2 9 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- F 1 6 H 2 5 / 2 0
F 1 6 H 2 5 / 2 2
H 0 2 K 7 / 0 6