

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6187807号  
(P6187807)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.

F 16 H 25/22 (2006.01)

F 1

F 16 H 25/22  
F 16 H 25/22C  
M

請求項の数 6 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2013-107273 (P2013-107273)  
 (22) 出願日 平成25年5月21日 (2013.5.21)  
 (65) 公開番号 特開2014-199132 (P2014-199132A)  
 (43) 公開日 平成26年10月23日 (2014.10.23)  
 審査請求日 平成28年4月18日 (2016.4.18)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-49193 (P2013-49193)  
 (32) 優先日 平成25年3月12日 (2013.3.12)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001247  
 株式会社ジェイテクト  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 100087701  
 弁理士 稲岡 耕作  
 (74) 代理人 100101328  
 弁理士 川崎 実夫  
 (74) 代理人 100137062  
 弁理士 五郎丸 正巳  
 (72) 発明者 田代 明義  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 (72) 発明者 尾崎 奈保子  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボールねじ装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外周面にねじ溝が形成されたねじ軸と、  
 前記ねじ軸に対して外嵌され、内周面にねじ溝が形成されたボールナットと、  
 前記ボールナットおよび前記ねじ軸の互いのねじ溝によって形成される螺旋状のボール  
 転動路内に転動可能にセットされた複数のボールと、  
 前記ボールナットの外周を包囲するように設けられた円筒と含み、  
 前記ボール転動路内において、前記ねじ軸の軸方向に関して間隔を空けた少なくとも 2  
 つの収容凹所形成位置には、前記ボールナットの周壁を厚み方向に貫通する収容凹所が形  
 成されており、

前記ボールナットの外周面には、当該ボールナットの外周に沿って螺旋状に旋回する外  
 周旋回溝が形成され、この外周旋回溝と前記円筒の内周面とによって、前記ボールが転動  
 可能な旋回転動路が形成されており、

各収容凹所に収容され、各収容凹所形成位置と前記旋回転動路とを接続する接続路を有  
 するコマと、

前記円筒の内周面に形成された係合凹所を有し、前記収容凹所に収容されている前記コ  
 マが前記係合凹所に係合することにより前記円筒の前記ボールナットに対する相対回転を  
 阻止する相対回転阻止構造とをさらに含み、

前記旋回転動路および 2 つの前記接続路によって、一方の前記収容凹所形成位置の前記  
 ボールを、他方の前記収容凹所形成位置に戻すための循環路が形成される、ボールねじ装

置。

【請求項 2】

前記係合凹所は、前記円筒の内周面の前記軸方向の途中部で当該円筒を厚み方向に貫通する係合穴を含む、請求項1に記載のボールねじ装置。

【請求項 3】

前記円筒の前記内周面が、円筒面のみによって形成されている、請求項1または2に記載のボールねじ装置。

【請求項 4】

前記係合凹所は、前記円筒の内周面に形成され、前記軸方向に沿って延びる係合溝を含む、請求項1に記載のボールねじ装置。

10

【請求項 5】

前記外周旋回溝に前記ボールが収容された状態で前記ボールナットの外周面よりも外側に当該ボールがはみ出ないように、前記外周旋回溝の深さが設定されている、請求項1～4のいずれか一項に記載のボールねじ装置。

【請求項 6】

前記ボールナットおよび前記円筒は、前記ボールナットの外周面と前記円筒の内周面との間に所定の空間が形成されるように設けられており、

前記外周旋回溝に前記ボールが収容された状態で前記ボールナットの外周面よりも外側に当該ボールがはみ出るように、前記外周旋回溝の深さが設定されている、請求項1～4のいずれか一項に記載のボールねじ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はボールねじ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献1のボールねじ装置には、ボール転動路の一端部と他端部とを連通してボールを軌道循環させるための循環路が設けられている。この循環路は、ボールねじナットの周壁を軸方向に貫通して形成される貫通孔と、貫通孔の一端とボール転動路の一端部とを連通する注入側の連通路と、貫通孔の他端とボール転動路の他端部とを連通する反注入側の連通路とを含む。注入側の連通路は、ボールナットの周壁に装着される注入側こま部材に形成され、反注入側の連通路は、ボールナットの周壁に装着される反注入側こま部材に形成される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-71411号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の貫通孔はたとえばドリル加工を用いて形成されている。ドリル加工による加工の容易さのために、貫通孔は、ボールナット（ボールねじナット）の軸方向に沿って延びている必要がある。

40

しかしながら、貫通孔が軸方向に沿って延びるものに限定されるとすると、一対のコマ（注入側こま部材または反注入側こま部材）の周方向の配置位置が制約されることになる。そのため、このような構成を採用するボールねじ装置では、採用可能な巻数が自ずと限られ、1.7巻や2.7巻のように小数点以下が共通の所定の値（たとえば7）となる巻数に限られていた。具体的には、たとえば、理論上必要なボールねじ装置の有効巻数がたとえば理論上2.3であっても、2.7の有効巻数を有するボールねじ装置を採用する必要があった。したがって、ボールねじ装置が軸方向に大型化するおそれがあった。

50

## 【0005】

コマの配置位置に周方向の制約がなくなると、ボールねじ装置の理論上の有効巻数をそのまま採用でき、その結果、ボールねじ装置を軸方向に小型化することが可能になる。

そこで、この発明は、ボール転動路内においてスムーズなボールの循環を実現させつつ、コマの配置位置のレイアウトの自由度を高めることができるボールねじ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】

## 【0006】

前記の目的を達成するための請求項1に記載の発明は、外周面(22A)にねじ溝(41)が形成されたねじ軸(22)と、前記ねじ軸に対し外嵌され、内周面(10A)にねじ溝(43)が形成されたボールナット(10)と、前記ボールナットおよび前記ねじ軸の互いのねじ溝によって形成される螺旋状のボール転動路(47)内に転動可能にセットされた複数のボール(24)と、前記ボールナットの外周を包囲するように設けられた円筒(12; 312)と含み、前記ボール転動路内において、前記ねじ軸の軸方向(X)に關して間隔を空けた少なくとも2つの収容凹所形成位置(47A, 47B)には、前記ボールナットの周壁(10C)を厚み方向に貫通する収容凹所(45)が形成されており、前記ボールナットの外周面(10B)には、当該ボールナットの外周に沿って螺旋状に旋回する外周旋回溝(49)が形成され、この外周旋回溝と前記円筒の内周面(12A; 312A)とによって、前記ボールが転動可能な旋回転動路(60)が形成されており、各収容凹所に収容され、各収容凹所形成位置と前記旋回転動路とを接続する接続路(54, 154, 254)を有するコマ(40; 340)と、前記円筒の内周面に形成された係合凹所(48; 348; 348A, 348B)を有し、前記収容凹所に収容されている前記コマが前記係合凹所に係合することにより前記円筒の前記ボールナットに対する相対回転を阻止する相対回転阻止構造(48; 348; 348A, 348B)とをさらに含み、前記旋回転動路および2つの前記接続路によって、一方の前記収容凹所形成位置の前記ボールを、他方の前記収容凹所形成位置に戻すための循環路(61)が形成される、ボールねじ装置(11; 311)である。

## 【0007】

なお、この項において、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素の参考符号を表すものであるが、これらの参考符号により特許請求の範囲を実施形態に限定する趣旨ではない。

この構成によれば、ボールは、ボール転動路内を、他方の収容凹所形成位置から一方の収容凹所形成位置まで転動する。そして、ボールは、一方の収容凹所形成位置から一方のコマの接続路を通って、ボールナットの外周面の外周旋回溝に掬い上げられる。外周旋回溝に掬い上げられたボールは、当該外周旋回溝によって形成される旋回転動路を通ってボールナットの外周を旋回した後、他方のコマの接続路を通って、ボール転動路内の他方の収容凹所形成位置に戻される。すなわち、ボール転動路内における一方の収容凹所形成位置のボールが、旋回転動路を含む循環路によって、ボール転動路内における他方の収容凹所形成位置に戻される。これにより、ボールを、ボール転動路内でスムーズに循環させることができる。

## 【0008】

また、ボールナットの外周面の外周旋回溝と円筒の内周面とによって、循環路に含まれる旋回転動路が形成される。そのため、2つの収容凹所形成位置が軸方向および周方向に如何なる相対関係を有していても、一方の収容凹所形成位置と他方の収容凹所形成位置とを循環路でつなぐことが可能である。そのため、コマの相対的な配置位置に、軸方向に沿って延びる貫通孔をボールナットの周壁に形成する場合のような周方向の制約がない。これにより、コマの配置位置のレイアウトの自由度を高めることができる。そして、コマの配置位置に周方向の制約がなくなる結果、ボールねじ装置の理論上の有効巻数をそのまま採用でき、ゆえに、ボールねじ装置を軸方向に小型化することが可能になる。

## 【0009】

10

20

30

40

50

また、コマが係合凹所に係合することにより、円筒のボールナットに対する相対回転が阻止される。これにより、他の部材を用いることなく、相対回転阻止構造を設けることができ、これにより、円筒のボールナットに対する相対回転を阻止しつつ、部品点数が増加するのを防止できる。

【0010】

この発明の一実施形態に係るボールねじ装置は、請求項2に記載のように、前記係合凹所は、前記円筒の内周面の前記軸方向の途中部で当該円筒を厚み方向に貫通する係合穴(48)を含んでいてもよい。

この場合、請求項3に記載のように、前記円筒の前記内周面が、円筒面のみによって形成されていてもよい。

10

【0011】

また、この発明の他の実施形態に係るボールねじ装置は、請求項4に記載のように、前記係合凹所は、前記円筒の内周面に形成され、前記軸方向に沿って延びる係合溝(348)を含んでいてもよい。

【0012】

また、請求項5に記載のように、前記外周旋回溝に前記ボールが収容された状態で前記ボールナットの外周面よりも外側に当該ボールがはみ出ないように、(外周旋回溝の全域における)前記外周旋回溝の深さ(D)が設定されていてもよい。

また、請求項6に記載のように、前記ボールナットおよび前記円筒は、前記ボールナットの外周面と前記円筒の内周面との間に所定の空間(SP)が形成されるように設けられており、前記外周旋回溝に前記ボールが収容された状態で前記ボールナットの外周面よりも外側に当該ボールがはみ出るように、(外周旋回溝の全域における)前記外周旋回溝の深さ(D1)が設定されていてもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1実施形態に係るボールねじ装置が適用された電動アクチュエータの模式的な断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るボールねじ装置の模式的な側面図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係るボールねじ装置の分解斜視図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係るボールねじ装置の模式的な縦断面図である。

30

【図5A】本発明の第1実施形態に係るコマの斜視図である(その1)。

【図5B】本発明の第1実施形態に係るコマの斜視図である(その2)。

【図6】コマの装着状態においてボールナットを径方向外方から見た図である。

【図7】図6の切断面線A-Aから見た断面図である。

【図8】図7の切断面線B-Bから見た断面図である。

【図9】図6の切断面線C-Cから見た断面図である。

【図10】本発明の第1実施形態の第1変形例に係る外周旋回溝とねじ溝との接続を説明するための図である。

【図11】本発明の第1実施形態の第2変形例に係る収容穴およびコマの配置を説明するための図である。

40

【図12】本発明の第1実施形態の第3変形例に係るコマの構成を示す要部断面図である。

【図13】本発明の第2実施形態に係るボールねじ装置の分解斜視図である。

【図14】本発明の第2実施形態に係るボールねじ装置の模式的な縦断面図である。

【図15】本発明の第2実施形態に係る円筒の模式的な断面図である。

【図16】本発明の第2実施形態に係る円筒の模式的な側面図である。

【図17】本発明の第2実施形態に係るボールねじ装置の模式的な横断面図である(その1)。

【図18】本発明の第2実施形態に係るボールねじ装置の模式的な横断面図である(その2)。

50

【図19】本発明の第2実施形態の第1変形例に係る円筒の模式的な横断面図である。

【図20A】本発明の第2実施形態の第1変形例に係る円筒の模式的な側面図である。

【図20B】本発明の第2実施形態の第2変形例に係る円筒の模式的な側面図である。

【図21】他の形態に係るボールねじ装置の分解斜視図である。

【図22】他の形態に係るボールねじ装置の模式的な縦断面図である(その1)。

【図23】他の形態に係るボールねじ装置の模式的な縦断面図である(その2)。

【図24】他の形態に係るボールねじ装置の模式的な横断面図である(その1)。

【図25】他の形態に係るボールねじ装置の模式的な横断面図である(その2)。

【発明を実施するための形態】

【0014】

10

以下では、本発明の実施形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係るボールねじ装置11が適用された電動アクチュエータ1の模式的な断面図である。電動アクチュエータ1は、駆動軸2を軸方向Xに出退させることにより駆動対象を駆動する。

【0015】

20

電動アクチュエータ1は、電動モータ3と、駆動軸2と、電動モータ3の回転トルクを伝達する減速機構4と、減速機構4を介して伝達された電動モータ3の回転トルクを、駆動軸2の軸方向Xの直線運動に変換するボールねじ装置11と、駆動軸2、減速機構4およびボールねじ装置11を収容するハウジング6とを備えている。

ハウジング6は、第1ハウジング6Aと、その端面に突き合わされた第2ハウジング6Bとを有し、固定ボルト(図示しない)によって互いに結合されている。

【0016】

電動モータ3は、第1ハウジング6Aに取り付けられている。電動モータ3の出力軸3Aは第1ハウジング6Aを挿通し、第2ハウジング6Bに装着された転がり軸受7によって回転可能に支持されている。

駆動軸2は、ボールねじ装置11のねじ軸22と一体に形成されている。駆動軸2は、第2ハウジング6B内において、すべり軸受14を介して回転可能に支持されている。

【0017】

30

減速機構4は、第1歯車8と、第2歯車9とを備えている。第1歯車8は、第1および第2ハウジング6A, 6Bの間に収容配置されており、電動モータ3の出力軸3Aの端部に相対回転不能に取り付けられている。第2歯車9は、ボールナット10の外周に外嵌され、かつ第1歯車8に噛み合っている。ボールナット10は、第1ハウジング6Aの内周に外嵌装着された転がり軸受13、および第2ハウジング6Bの内周に装着された転がり軸受16によって回転可能に支持されている。第2歯車9、転がり軸受13および転がり軸受16は、ボールナット10の外周に外嵌固定されている。

【0018】

図2は、ボールねじ装置11の模式的な側面図である。図3は、ボールねじ装置11の分解斜視図である。図3では、ボールねじ装置11のうちねじ軸22を省略した構成を示している。図4は、ボールねじ装置11の模式的な縦断面図である。

40

図2～図4に示すように、ボールねじ装置11は、軸方向Xに沿って延びるねじ軸22と、ねじ軸22に対して外嵌されたボールナット10と、ねじ軸22とボールナット10との間に介在された複数のボール24と、ボールナット10の外周を包囲する円筒12と、一対のコマ40とを含む。また、換言すると、軸方向Xは、ねじ軸22の軸方向である。ボールねじ装置11は、理論上必要な有効巻数が2.7であり、その理論上の有効巻数をそのまま採用している。

【0019】

図2および図4に示すように、ねじ軸22の外周面22Aにはねじ溝41が形成されている。ねじ溝41は、ねじ軸22の円中心を中心として旋回しながら軸方向Xの他方(図2および図4の右方)へ徐々にずれる螺旋状の溝である。ねじ溝41の断面は、略U字状

50

の湾曲面である。外周面 22A には、軸方向 X に隣り合うねじ溝 41 の境界をなす螺旋状のねじ山 42 が形成されている。

#### 【0020】

図 3 および図 4 に示すように、ボールナット 10 は、鋼などの金属を用いて形成され、軸方向 X に延びる筒状体である。その内周面 10A および外周面 10B は、軸方向 X に延びる中心軸を有する円筒面となっている。

ボールナット 10 の内周面 10A には、ねじ溝 43 が形成されている。ねじ溝 43 は、内周面 10A の円中心を中心として旋回しながら軸方向 X の他方（図 4 の右方）へ徐々にずれる螺旋状の溝である。ねじ溝 43 の断面は、略 U 字状の湾曲面である。内周面 10A には、軸方向 X に隣り合うねじ溝 43 の境界をなす螺旋状のねじ山 44 が形成されている。  
10

#### 【0021】

ボールナット 10 の内周面 10A には、2つの収容穴（収容凹所）45 が形成されている。2つの収容穴 45 は、内周面 10A において、軸方向 X に間隔を空けられた転動開始位置（他方の収用凹所形成位置）47A および転動終了位置（一方の収容凹所形成位置）47B に配置されている。より具体的には、転動開始位置 47A および転動終了位置 47B は、内周面 10A のねじ溝 43 の内壁に開口している。2つの収容穴 45 は、平行になつた状態で、軸方向 X に間隔を隔てて（この実施形態では、ねじ溝 43 の3つ分に相当）に間隔を隔てて配置されている。各収容穴 45 は、内周面 10A の径方向外側へ延びて、ボールナット 10 の周壁 10C を径方向に貫通している。  
20

#### 【0022】

軸方向 X においてボールナット 10 の内周面 10A が存在する領域において、ボールナット 10 のねじ溝 43 と、ねじ軸 22 の外周面 22A において内周面 10A に対向している部分におけるねじ溝 41 とによって、ボール転動路 47（図 4 参照）が形成されている。つまり、ボールナット 10 およびねじ軸 22 の互いのねじ溝 41, 43 によって螺旋状のボール転動路 47 が形成されている。ボール転動路 47 は、略円形状の断面を有しており（図 4 参照）、ボールナット 10 やねじ軸 22 の円中心を中心として旋回しながら軸方向 X の他方（図 4 の右方）へ徐々にずれる螺旋状をなしている。軸方向 X において隣り合うボール転動路 47 の間には、ねじ軸 22 のねじ山 42 とボールナット 10 のねじ山 44 とが径方向に対向した状態で配置されており、これらのねじ山 42, 44 は、軸方向 X において隣り合う2列のボール転動路 47 の境界をなしている。  
30

#### 【0023】

図 4 に示すように、各収容穴 45 は、ボールナット 10 の外周面 10B 側の外領域 45A と、外領域 45A よりも内周面 10A 側の内領域 45B とを含んでいる。ボールナット 10 の外側（径方向外側）から見て、各収容穴 45（外領域 45A および内領域 45B の両方）は、ねじ溝 43 の傾斜角に相当する角度だけ周方向 Y に対して傾斜する方向に沿って長い。

#### 【0024】

ボールナット 10 において各収容穴 45 を区画する部分には、外領域 45A と内領域 45B との境界をなす段差部分 46 が形成されている。  
40

図 3 および図 4 に示すように、ボールナット 10 の外周面 10B には、外周旋回溝 49 が形成されている。外周旋回溝 49 は、外周面 10B の円中心（すなわち、内周面 10A の円中心）を中心として旋回し、軸方向 X の一方（図 4 の左方）へずれる螺旋状の溝である。換言すると、外周旋回溝 49 は、外周面 10B に沿って螺旋状に旋回している。

#### 【0025】

この実施形態では、外周旋回溝 49 として一巻きの外周旋回溝を例示している。外周旋回溝 49 の断面は略 U 字状（略半円状）またはコ字状をなしており（図 4 では U 字状）、外周旋回溝 49 は、ボール 24（図 4 では黒丸で示す）の全部分を収容できる溝深さ D（図 4 参照）を有し、エンドミル等を用いて切削形成される。外周旋回溝 49 の一端 49A（図 3 参照）は、転動開始位置 47A 側（図 3 の左手前側）の収容穴 45 を区画している  
50

周壁 10 C に接続されており、外周旋回溝 49 の他端 49 B は、転動終了位置 47 B 側（図 3 の右奥側）の収容穴 45 を区画している周壁 10 C に接続されている。

#### 【0026】

外周旋回溝 49 と円筒 12 の内周面 12 A とによって、旋回転動路 60 が形成される。旋回転動路 60 は、ボールナット 10 やねじ軸 22 の円中心を中心として旋回しながら、軸方向 X の一方（図 4 の左方）へ徐々にずれる螺旋状をなしている。なお、旋回転動路 60 によって導かれる軸方向は、ボール転動路 47 によって導かれる軸方向とは逆向きの軸方向である。

#### 【0027】

図 4 に示すように、ボール 24 は、金属等で形成された小さな球体であって、ボール転動路 47 内に配置されており、ボール転動路 47 内で自由に転動できる。なお、説明の便宜上、図 4 では、ボール転動路 47 内に配置される全てのボール 24 のうちの一部のみ（黒丸部分参照）を図示している（後述する図 6、図 7、図 9、図 14、図 17、図 18、図 22～図 25 でも同様）。

#### 【0028】

図 3 および図 4 に示すように、円筒 12 は鋼などの金属を用いて形成されており、その内周面 12 A および外周面 12 B は、それぞれ、ボールナット 10 の内外周面 10 A, 10 B と同軸を有する円筒面となっている。円筒 12 の内周面 12 A および外周面 12 B には溝が形成されておらず、換言すると、内周面 12 A および外周面 12 B は、次に述べる係合穴 48 が形成される位置を除いて、それぞれ円筒面のみから形成されている。円筒 12 は、ボールナット 10 の外周面 10 B 全域をすっぽり包囲した状態で、ボールナット 10 に同伴回転可能かつ軸方向 X に同伴移動可能に取り付けられている。円筒 12 の内径はボールナット 10 の外径よりも若干大きく設定されており、そのため、ボールナット 10 に対する円筒 12 の取付状態では、円筒 12 の内周面 12 A が、ボールナット 10 の外周面 10 B との間に微小間隔 S を隔てて設けられている。

#### 【0029】

図 3 および図 4 に示すように、円筒 12 の内周面 12 A には、円筒 12 を厚み方向に貫通する 2 つの係合穴（係合凹所）48 が形成されている。係合穴 48 は、収容穴 45 と同数（この実施形態では 2 つ）設けられている。2 つの係合穴 48 は、平行になった状態で、軸方向 X に間隔を隔てて（この実施形態では、ねじ溝 43 の 3 つ分に相当）配置されている。円筒 12 がボールナット 10 に同伴回転可能に設けられる状態において、2 つの係合穴 48 の径方向外方から見た形状が、それぞれ収容穴 45 の外領域 45 A（図 4 参照）に整合している。

#### 【0030】

コマ 40 は、小片状をなし、収容穴 45 と同数（この実施形態では 2 つ）設けられており、各収容穴 45 に 1 つずつ装着される。各コマ 40 は、収容穴 45 および係合穴 48 の双方を挿通している。コマ 40 の材質としては、樹脂や金属などを採用できる。

図 5 A は、コマ 40 の斜視図である。図 5 B は、図 5 A を右奥側から見た斜視図である。図 5 A および図 5 B に示すように、コマ 40 は、外部分 51 と内部分 52 とを一体的に含んでいる。

#### 【0031】

外部分 51 は、ブロック状をなしている。外部分 51 は、円筒 12 をボールナット 10 に取り付けた状態における、収容穴 45 の外領域 45 A（図 4 参照）および係合穴 48 を足し合わせた領域にちょうど嵌る形状を有しており、たとえば、四隅の端縁が面取りされた直方体状である。なお、外部分 51 において図 5 A および図 5 B で大きく表れている表面を外面 51 A と呼ぶことになると、図 5 A および図 5 B では外面 51 A を平坦面状に描いているが、外面 51 A が、円筒 12 の外周面 12 B に面一になるように湾曲している。

#### 【0032】

内部分 52 は、外部分 51 の長手方向に沿って長手のブロック状である。内部分 52 は、収容穴 45 の内領域 45 B（図 4 参照）にちょうど嵌る形状を有しており、内部分 52

10

20

30

40

50

では、長手方向における両端部が丸められている。外部分 5 1 において、外面 5 1 A とは反対側の面を内面 5 1 B と呼ぶことにすると、内部分 5 2 は、内面 5 1 B に固定されている。外部分 5 1 の厚み方向から見て、内部分 5 2 は、外部分 5 1 の輪郭の内側に位置している。

【 0 0 3 3 】

各コマ 4 0 は、接続路 5 4 を有している。接続路 5 4 は、コマ 4 0 の内部をトンネル状に延び、コマ 4 0 の長手方向の一端面（図 5 A の左手前側端面）に開口する円形の外側開口 5 5 と、コマ 4 0 の長手方向の他端面（図 5 A の右奥側端面）に開口する円形の内側開口 5 6 とを連通し、断面円形をなしている。

外側開口 5 5 と内側開口 5 6 とは、径方向位置（円中心からの距離）が互いに異ならされており、外側開口 5 5 が内側開口 5 6 よりも径方向外側に配置されている。そのため、接続路 5 4 は、内側開口 5 6 から外側開口 5 5 に向かうに従って径方向外側に向かう傾斜状をなしている。

【 0 0 3 4 】

図 4 に示すように、各コマ 4 0 は、ボールナット 1 0 の収容穴 4 5 および円筒 1 2 の係合穴 4 8 に対して、ボールナット 1 0 側から、より詳しくはボールナット 1 0 の径方向外側から装着（挿入）される。収容穴 4 5 および係合穴 4 8 の双方にコマ 4 0 が装着された状態では、外部分 5 1 が収容穴 4 5 の外領域 4 5 A および係合穴 4 8 に収容され、内部分 5 2 が、収容穴 4 5 の内領域 4 5 B に収容される。このとき、外部分 5 1 の内面 5 1 B の周縁部が、収容穴 4 5 における段差部分 4 6 に対してボールナット 1 0 の径方向外側から当接しており、これによって、コマ 4 0 が収容穴 4 5 内で位置決めされる。また、長方体状の外部分 5 1 における四隅が外面 5 1 A 側からかしめられることによって、各コマ 4 0 は、ボールナット 1 0 および円筒 1 2 の双方に固定される。各収容穴 4 5 に装着されているコマ 4 0 が係合穴 4 8 の周囲の周壁に係合すること（係合穴 4 8 への嵌合）により、円筒 1 2 のボールナット 1 0 に対する相対回転および相対軸方向 X 移動が阻止される。換言すると、第 1 実施形態では、特許請求の範囲の「相対回転阻止構造」は、係合穴 4 8 とコマ 4 0 とを有し、収容穴 4 5 に収容されているコマ 4 0 の一部が係合穴 4 8 に嵌合（係合）する構造である。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、コマ 4 0 の装着状態においてボールナット 1 0 を径方向外方から見た図である。

転動開始位置 4 7 A 側（図 3 の左手前側）の収容穴 4 5 に装着されるコマ 4 0 と、転動終了位置 4 7 B 側（図 3 の右奥側）の収容穴 4 5 に装着されるコマ 4 0 とは、周方向 Y に関し互いに逆向きになるように装着される。転動開始位置 4 7 A 側（図 3 の左手前側）の収容穴 4 5 には、コマ 4 0 の外側開口 5 5 が外周旋回溝 4 9 の一端 4 9 A に対向するようにコマ 4 0 が装着され、転動終了位置 4 7 B 側（図 3 の右奥側）の収容穴 4 5 には、コマ 4 0 の外側開口 5 5 が外周旋回溝 4 9 の他端 4 9 B に対向するようにコマ 4 0 が装着される。

【 0 0 3 6 】

ボールナット 1 0 および円筒 1 2 へのコマ 4 0 の装着状態において、コマ 4 0 の接続路 5 4 の外側開口 5 5 は、軸方向 X で同じ位置にある外周旋回溝 4 9（旋回転動路 6 0 ）に連通（合流）している。また、この状態において、コマ 4 0 の接続路 5 4 の内側開口 5 6 は、軸方向 X で同じ位置にあるボール転動路 4 7 に連通している。

これにより、2つのコマ 4 0 の接続路 5 4 と、外周旋回溝 4 9 と円筒 1 2 の内周面 1 2 A とによって形成される旋回転動路 6 0 とが、軸方向 X におけるボール転動路 4 7 のバイパスとなっている。換言すると、旋回転動路 6 0 および2つの接続路 5 4 によって、ボール転動路 4 7 内の転動終了位置 4 7 B のボール 2 4 をボール転動路 4 7 内の転動開始位置 4 7 A に戻すための循環路 6 1 が形成される。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、図 6 の切断面線 A - A から見た断面図である。図 8 は、図 7 の切断面線 B - B

10

20

30

40

50

から見た断面図である。なお、図7では、便宜上、周方向Yが直線方向になるように描いている。したがって、ねじ軸22の外周面22A、およびボールナット10の内外周面10A、10Bは図7においてそれぞれ直線状に示されているが、実際は円弧状をなしている（後述する図9、図17、図18、図24、図25において同様）。

【0038】

図6～図8に示すように、転動終了位置47B側（図3の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ40は、ボールナット10の内周側のボール転動路47から、外周側の旋回転動路60へとボール24を導くために用いられる。このとき、接続路54の内側開口56が入口54Aとして機能し、かつ接続路54の外側開口55が出口54Bとして機能する。

10

【0039】

図7に示すように、接続路54の外側開口55および内側開口56を除く部分では、接続路54に沿いかつ周方向Yに直交する方向の断面形状が直線状をなしている。接続路54において外側開口55付近および内側開口56付近の部分は、接続路54に沿いかつ周方向Yに直交する方向の断面形状が、接続路54の他の部分よりも勾配を緩やかにした湾曲状である。

【0040】

図8に示すように、接続路54は、周方向Yに沿う方向に曲り、「く」の字状に屈曲している。具体的には、ねじ溝43とやや傾斜しつつ略直線状に延びる第1部分541と、外周旋回溝49に沿って略直線状に延びる第2部分542とを備えている。このような接続路54により、互いに向きの異なるねじ溝43と外周旋回溝49とを連通させることができる。

20

【0041】

図9は、図6の切断面線C-Cから見た断面図である。

図6および図9に示すように、転動開始位置47A側（図3の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ40は、ボールナット10の外周側の旋回転動路60から、内周側のボール転動路47へとボール24を導くために用いられる。このとき、接続路54の外側開口55が入口54Aとして機能し、かつ接続路54の内側開口56が出口54Bとして機能する。なお、転動開始位置47A側（図3の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ40は、転動終了位置47B側（図3の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ40と同じ諸元を有している。

30

【0042】

図6～図9に示すように、ボール転動路47内のボール24は、ボールナット10の回転に伴ってボール転動路47内で転動しながらボール転動路47に沿って、転動開始位置47Aから転動終了位置47Bまで移動する。ボール24は、転動終了位置47Bに到達すると、転動終了位置47B側（図3の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ40における接続路54の内側開口56から接続路54内に進入し、この接続路54を通って、ボールナット10の外周面10Bの外周旋回溝49に掬い上げられる（図6に示す矢印参照）。

40

【0043】

その後、ボール24は、外周旋回溝49を含む旋回転動路60を移動してボールナット10の外周を旋回することで、軸方向Xにおいて今までとは逆向き（図6の左側）へ進む。そして、旋回転動路60を通ったボール24は、転動開始位置47A側（図3の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ40の接続路54の外側開口55（入口54A）から接続路54内に進入し、この接続路54を通って、ボール転動路47内の転動開始位置47Aに戻される（図6に示す破線矢印参照）。つまり、ボール転動路47内を移動するボール24が、旋回転動路60および接続路54を含む循環路61によって循環され、これにより、ボール転動路47内におけるボール24の安定供給が可能になる。

【0044】

以上によりこの実施形態によれば、ボール24はボール転動路47内を、転動開始位置

50

47A から転動終了位置 47B まで移動し、転動終了位置 47B から一方のコマ 40 の接続路 54 を通って、ボールナット 10 の外周面 10B の外周旋回溝 49 に掬い上げられる。外周旋回溝 49 に掬い上げられたボール 24 は、外周旋回溝 49 によって形成される旋回転動路 60 を通ってボールナット 10 の外周を旋回した後、他方のコマ 40 の接続路 54 を通って、ボール転動路 47 内の転動開始位置 47A に戻される。すなわち、ボール転動路 47 内における転動終了位置 47B のボール 24 が、旋回転動路 60 を含む循環路 61 によって、ボール転動路 47 内における転動開始位置 47A に戻される。これにより、ボール 24 を、ボール転動路 47 内でスムーズに循環させることができる。

#### 【0045】

また、ボールナット 10 の外周面 10B の外周旋回溝 49 と円筒 12 の内周面 12A によって、循環路 61 に含まれる旋回転動路 60 が形成される。そのため、転動開始位置 47A および転動終了位置 47B が軸方向 X および周方向 Y に如何なる相対関係を有していても、転動開始位置 47A と転動終了位置 47B とを循環路 61 でつなぐことが可能である。そのため、コマ 40 の相対的な配置位置に、軸方向 X に沿って延びる貫通孔をボールナット 10 の周壁 10C を形成する場合のような周方向 Y の制約がない。これにより、コマ 40 の配置位置のレイアウトの自由度を高めることができる。そして、コマ 40 の配置位置に周方向 Y の制約がなくなる結果、ボールねじ装置 11 の理論上の有効巻数をそのまま採用でき、ゆえに、ボールねじ装置 11 を軸方向 X に小型化することが可能になる。

#### 【0046】

また、収容穴 45 に装着されているコマ 40 が係合穴 48 の周囲の周壁に係合することにより、円筒 12 のボールナット 10 に対する相対回転および相対軸方向 X 移動が阻止される。すなわち、ボールナット 10 および円筒 12 が互いに、軸方向 X および周方向 Y の双方に関して位置決めされる。これにより、他の部材を用いることなく、相対回転阻止構造を設けることができ、これにより、円筒 12 のボールナット 10 に対する相対回転および相対軸方向 X 移動を阻止しつつ、部品点数が増加するのを防止できる。

#### 【0047】

以上、この発明の第 1 実施形態について説明したが、前述の態様に限られない。たとえば、コマ 40 の有する接続路 54 の態様を変更することもできる。

図 10 は、第 1 実施形態の第 1 変形例に係る外周旋回溝 49 とねじ溝 43 との接続を説明するための図である。

図 10 に示すように、接続路 154 は、周方向 Y に関し、ねじ溝 43 に沿って直線状に延びている。接続路 154 は、接続路 154 に沿いかつ周方向 Y に直交する方向の断面形状が、接続路 54 (図 8 等参照) の場合と同様である。

#### 【0048】

この場合、螺旋状の外周旋回溝 49 と接続路 154 とをつなぐ接続溝 101 が、ボールナット 10 の外周面 10B に形成される。接続溝 101 は、接続路 154 に沿って略直線状に延び、外周旋回溝 49 の他端 49B につながっている。

また、前述の第 1 実施形態では、コマ 40 が周方向 Y に関し揃って配置されたが、図 11 に示すように、コマ 40 を周方向 Y にずらして配置することができる。

#### 【0049】

図 11 は、第 1 実施形態の第 2 変形例に係る収容穴 45 およびコマ 40 の配置を説明するための図である。この場合、一対の収容穴 45 は周方向 Y にずれている。この場合、理論上必要な有効巻数がたとえば 2.3 であり、その理論上の有効巻数 (2.3) をボールねじ装置 11 にそのまま採用している。これにより、コマ 40 の配置位置のレイアウトの自由度を高めることができ、ゆえに、ボールねじ装置 11 を、より一層、軸方向 X に小型化することができる。

#### 【0050】

また、図 12 は、第 1 実施形態の第 3 変形例に係るコマ 40 の構成を示す要部断面図である。第 3 変形例においては、図 12 に示すように、接続路 54, 154 に代えて用いられる接続路 254 が溝状をなしていてもよい。接続路 254 は、コマ 40 の長手方向に沿

10

20

30

40

50

う、コマ 4 0 の側壁を突き破るように形成されている。

<第 2 実施形態>

図 1 3 は、本発明の第 2 実施形態に係るボールねじ装置 3 1 1 の分解斜視図である。図 1 4 は、ボールねじ装置 3 1 1 の模式的な縦断面図である。図 1 3 では、ボールねじ装置 3 1 1 からねじ軸 2 2 を省略した構成を示している。ボールねじ装置 3 1 1 は、たとえば、図 1 を用いて説明した電動アクチュエータ 1 と同等の電動アクチュエータに適用される。

【0051】

第 2 実施形態において、第 1 実施形態に示された各部に対応する部分には、図 1 ~ 図 9 の場合と同一の参照符号を付して示し、説明を省略する。

10

図 1 3 および図 1 4 に示すように、ボールねじ装置 3 1 1 は、ねじ軸 2 2 と、ねじ軸 2 2 に対して外嵌されたボールナット 1 0 と、ねじ軸 2 2 とボールナット 1 0 との間に介在された複数のボール 2 4 と、ボールナット 1 0 の外周を包囲する円筒 3 1 2 と、一対のコマ 3 4 0 とを含む。ボールねじ装置 3 1 1 は、円筒として円筒 3 1 2 を採用しかつコマとしてコマ 3 4 0 を採用する点において、本発明の第 1 実施形態に係るボールねじ装置 1 1 と相違している。ボールねじ装置 3 1 1 は、理論上必要な有効巻数が 2 . 7 であり、その理論上の有効巻数をそのまま採用している。

【0052】

ボールナット 1 0 は、第 1 実施形態に係るボールナット 1 0 とほぼ同等の構成である。すなわち、ボールナット 1 0 は鋼などの金属を用いて形成され、軸方向 X に延びる筒状体であり、その内周面 1 0 A および外周面 1 0 B は、軸方向 X に延びる中心軸を有する円筒面となっている。ボールナット 1 0 の内周面 1 0 A には、転動開始位置 4 7 A および転動終了位置 4 7 B に、ボールナット 1 0 の周壁 1 0 C を厚み方向に貫通する 2 つの収容穴 4 5 が形成されている。

20

【0053】

図 1 5 は、円筒 3 1 2 の模式的な断面図である。図 1 6 は、円筒 3 1 2 の模式的な側面図である。

図 1 3 ~ 図 1 6 に示すように、円筒 3 1 2 は鋼などの金属を用いて形成されている。円筒 3 1 2 の内周面 3 1 2 A および外周面 3 1 2 B は、それぞれ、ボールナット 1 0 の内外周面 1 0 A , 1 0 B と同軸を有する円筒面をなしている。換言すると、外周面 3 1 2 B は円筒面のみから形成されている。円筒 3 1 2 は、ボールナット 1 0 の外周面 1 0 B 全域をすっぽり包囲した状態で、ボールナット 1 0 に同伴回転可能に取り付けられている。円筒 3 1 2 の内径はボールナット 1 0 の外径よりも若干大きく設定されており、そのため、ボールナット 1 0 に対する円筒 3 1 2 の取付状態では、円筒 3 1 2 の内周面 3 1 2 A が、ボールナット 1 0 の外周面 1 0 B との間に微小間隔 S を隔てて設けられている。円筒 3 1 2 は、係合凹所として一対の係合穴 4 8 に代えて軸方向溝 3 4 8 を設ける点で、本発明の第 1 実施形態に係る円筒 1 2 と異なっている。

30

【0054】

円筒 3 1 2 の内周面 3 1 2 A には、係合凹所としての軸方向溝 3 4 8 が形成されている。軸方向溝 3 4 8 は、コマ 3 4 0 の外部分 3 5 1 を嵌合可能に設けられている。軸方向溝 3 4 8 は軸方向 X に沿って直線状に、円筒 3 1 2 の軸方向 X の一端 (図 1 4 に示す左端) から、円筒 3 1 2 の軸方向 X の他端 (図 1 4 に示す右端) に亘って延びている。軸方向溝 3 4 8 は、図 1 3 ~ 図 1 6 に示すように、一定の周方向 Y の幅および一定深さに設定されている。円筒 3 1 2 がボールナット 1 0 に同伴回転可能に設けられる状態において、径方向外方から見た形状が、2 つの収容穴 4 5 の外領域 4 5 A に重複している。軸方向溝 3 4 8 の溝幅は、次に述べる各コマ 3 4 0 が嵌った状態においてボールナット 1 0 と円筒 3 4 8 とが相対回転しないように、各コマ 3 4 0 の周方向 Y に沿う方向の長さと同じ長さに設定されている。

40

【0055】

コマ 3 4 0 は小片状をなし、収容穴 4 5 と同数 (この実施形態では 2 つ) 設けられてお

50

り、各収容穴45に1つずつ装着される。各コマ340は、収容穴45に収容されており、その状態でボールナット10の外周面10Bから外方に突出する外部分351が、軸方向溝348に嵌合している。コマ340の材質としては、第1実施形態に係るコマ40と同様、樹脂や金属などを採用することができる。

【0056】

図13に示すように、コマ340は、外部分351と内部分52とを一体的に含んでいる。コマ340には、その内部をトンネル状に延びる接続路54が形成されている。コマ340は、本発明の第1実施形態に係るコマ40の外部分51よりも径方向の厚みが小さくされた厚肉の外部分351を設ける点で、本発明の第1実施形態に係るコマ40と異なっている。

10

【0057】

外部分351はブロック状をなしている。外部分351は、円筒312をボールナット10に取り付けた状態において、径方向外方から見て収容穴45の外領域45Aに整合する形状を有しており、たとえば、四隅の端縁が面取りされた直方体状である。なお、外部分351において外側の表面を外面351Aと呼ぶことになると、この外面351Aが、軸方向溝348の底面に沿う形状とされている。すなわち、軸方向溝348の底面が断面円弧状をなしている場合（周方向Yに曲率を有する）には、軸方向溝348の底面に沿って外面351Aが湾曲しており、軸方向溝348の底面が平面をなしている場合（周方向Yに曲率を有さない）には、外面351Aも平面である。

【0058】

20

次に、ボールねじ装置311の組付けについて説明する。作業者は、まず、各コマ340を、ボールナット10の収容穴45に、その径方向外側から挿入（装着）する。コマ340の装着状態では、コマ340の内部分52が、収容穴45の内領域45Bに収容される。また、コマ340の装着状態において、コマ340の外部分351の一部は収容穴45の外領域45Aに収容されるが、コマ340の外部分351の大部分は、ボールナット10の外周面10Bから外方に突出する。

【0059】

30

このとき、外部分351の内面351B（外部分351における外面351Aとは反対側の面）の周縁部が、収容穴45における段差部分46に対してボールナット10の径方向外側から当接しており、これによって、コマ340が収容穴45内で位置決めされる。また、長方体形状の外部分351における四隅が外面351A側からかしめられることによって、各コマ340は、ボールナット10の外周面10Bに固定される。なお、外部分351に対するかしめは、四隅の全てでなく、四隅のうちの少なくとも2箇所以上であれば足りる。

【0060】

また、コマ340をかしめるのではなく、ボールナット10側をかしめることにより、コマ340を収容穴45内に位置決めすることもできる。

さらに、コマ340は、ボールナット10の外周面10Bに固定されていなくてもよい。コマ340は、円筒312の軸方向溝348の底面によって、収容穴45からの離脱が防止されており、コマ340を外周面10Bに固定しておかなくても、コマ340の収容穴45への収容状態が保持される。

40

【0061】

次いで、軸方向溝348とコマ340の外部分351とが周方向Yに関して合致するように、円筒312とボールナット10とを位置合わせする。その後、コマ340の外部分351を軸方向溝348に嵌合させつつ、ボールナット10を円筒312に対して軸方向X移動させることにより、コマ340が装着された状態のボールナット10を、円筒312の軸方向Xの一方側または他方側から、軸方向Xに沿って円筒312内に内挿させることができる。軸方向溝348に対するコマ340の嵌合状態で、コマ340は周方向Yに開けた軸方向溝348に丁度嵌っている。ボールナット10を円筒312に内挿した状態では、各収容穴45に装着されているコマ340の軸方向溝348への嵌合により、円筒3

50

12のボールナット10に対する相対回転が阻止される。換言すると、第2実施形態では、特許請求の範囲の「相対回転阻止構造」は、軸方向溝348とコマ340とを有し、収容穴45に収容されているコマ340の一部が軸方向溝348に嵌合（係合）する構造である。

【0062】

転動開始位置47A側（図13の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ340と、転動終了位置47B側（図13の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ340とは、周方向Yに関し互いに逆向きになるように装着される。転動開始位置47A側（図13の左手前側）の収容穴45には、コマ340の外側開口55が外周旋回溝49の一端49Aに対向するようにコマ340が装着され、転動終了位置47B側（図13の右奥側）の収容穴45には、コマ340の外側開口55が外周旋回溝49の他端49Bに対向するようにコマ340が装着される。

10

【0063】

2つのコマ340の接続路54と、外周旋回溝49と円筒12の内周面12Aとによって形成される旋回転動路60とが、軸方向Xにおけるボール転動路47のバイパスとなっている。換言すると、旋回転動路60および2つの接続路54によって、ボール転動路47内の転動終了位置47Bのボール24をボール転動路47内の転動開始位置47Aに戻すための循環路61が形成される。

【0064】

図17および図18は、ボールねじ装置311の模式的な横断面図である。図17は、転動終了位置47B側（図13の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ340の接続路54の延びる方向に沿う断面で切断している。図18は、転動開始位置47A側（図13の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ340の接続路54の延びる方向に沿う断面で切断している。

20

【0065】

図13および図17に示すように、転動終了位置47B側（図13の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ340は、ボールナット10の内周側のボール転動路47から、外周側の旋回転動路60へとボール24を導くために用いられる。このとき、接続路54の内側開口56が入口54Aとして機能し、かつ接続路54の外側開口55が出口54Bとして機能する。

30

【0066】

図13および図18に示すように、転動開始位置47A側（図13の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ340は、ボールナット10の外周側の旋回転動路60から、内周側のボール転動路47へとボール24を導くために用いられる。このとき、接続路54の外側開口55が入口54Aとして機能し、かつ接続路54の内側開口56が出口54Bとして機能する。なお、転動開始位置47A側（図13の左手前側）の収容穴45に装着されるコマ340は、転動終了位置47B側（図13の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ340と同じ諸元を有している。

【0067】

各コマ340において、第1実施形態に係るコマ40と同様、互いに向きの異なるねじ溝43と外周旋回溝49とを接続路54によって連通させるために、接続路54は、周方向Yに沿う方向に関して「く」の字状に屈曲している。

40

図13、図17および図18を参照して、第2実施形態に係るボールねじ装置311のボール24の動きについて説明する。ボールねじ装置311では、第1実施形態（図3および図6参照）と同様、ボール転動路47内のボール24は、ボールナット10の回転に伴ってボール転動路47内で転動しながらボール転動路47に沿って、転動開始位置47Aから転動終了位置47Bまで移動する。ボール24は、転動終了位置47Bに到達すると、転動終了位置47B側（図13の右奥側）の収容穴45に装着されるコマ340における接続路54の内側開口56から接続路54内に進入し、この接続路54を通って、ボールナット10の外周面10Bの外周旋回溝49に掬い上げられる。

50

## 【0068】

その後、ボール24は、外周旋回溝49を含む旋回転動路60を移動してボールナット10の外周を旋回することで、軸方向Xにおいて今までとは逆向き(図13の左手前側)へ進む。そして、旋回転動路60を通ったボール24は、転動開始位置47A側(図13の左手前側)の収容穴45に装着されるコマ340の接続路54の外側開口55(入口54A)から接続路54内に進入し、この接続路54を通って、ボール転動路47内の転動開始位置47Aに戻される。つまり、ボール転動路47内を移動するボール24が、旋回転動路60および接続路54を含む循環路61によって循環され、これにより、ボール転動路47内におけるボール24の安定供給が可能になる。

## 【0069】

以上により第2実施形態によれば、第1実施形態と同様の作用効果を奏する。すなわち、ボール転動路47内における転動終了位置47Bのボール24が、旋回転動路60を含む循環路61によって、ボール転動路47内における転動開始位置47Aに戻されることにより、ボール24を、ボール転動路47内でスムーズに循環させることができる。また、転動開始位置47Aおよび転動終了位置47Bが軸方向Xおよび周方向Yに如何なる相対関係を有していても、転動開始位置47Aと転動終了位置47Bとを循環路61でつなぐことが可能であるので、コマ340の相対的な配置位置に、軸方向Xに沿って延びる貫通孔をボールナット10の周壁10Cに形成する場合のような周方向Yの制約がない。その結果、ボールねじ装置311の理論上の有効巻数をそのまま採用でき、ゆえに、ボールねじ装置311を軸方向Xに小型化することが可能になる。

## 【0070】

また、第2実施形態によれば、収容穴45に装着されているコマ340が軸方向溝348に嵌合することにより、円筒312のボールナット10に対する相対回転が阻止される。これにより、他の部材を用いることなく、相対回転阻止構造を設けることができ、これにより、円筒312のボールナット10に対する相対回転を阻止しつつ、部品点数が増加するのを防止できる。

## 【0071】

なお、円筒312の内周面312Aに形成される軸方向溝348として、円筒312の軸方向Xの一端(図16の左端)から他端(図16の右端)まで延びる態様(軸方向貫通溝)を例に挙げたが、円筒312の軸方向Xの一端または他端から、軸方向Xの途中部(円筒312における一端と他端との中間位置)までしか延びていない溝を軸方向溝として採用することもできる。この場合、この軸方向溝は、ボールナット10の収容穴45に装着されている2つのコマ340の双方に係合可能な長さを有している必要がある。

## 【0072】

ところで、前述の図13～図18に示す第2実施形態では、コマ340が周方向Yに関し揃って配置されたが、コマ340を周方向Yにずらして配置することが可能である。この場合、一対の収容穴45も、周方向Yにずれている。このような第1変形例について図19および図20Aを参照して説明する。

図19および図20Aは、本発明の第2実施形態の第1変形例に係る円筒312Cの構成を示す図である。図19に模式的な横断面図を示し、図20Aに模式的な側面図を示す。

## 【0073】

円筒312Cが円筒312と相違する点は、係合凹所として、互いに周方向Yにずれた2つの軸方向溝348A, 348Bを設けた点である。その他の構成において、円筒312Cと円筒312との間に相違はない。

軸方向溝348Aは、転動開始位置47A側の収容穴45に装着されるコマ340の外部分351を嵌合可能に設けられている。軸方向溝348Aは、それぞれ、軸方向Xに沿って直線状に、円筒312Cの軸方向Xの一端(図20Aの左端)から、円筒312Cの軸方向Xの他端(図20Aの右端)に亘って延びている。軸方向溝348Aは、一定の周方向Yの幅および一定深さに設定されている。円筒312Cがボールナット10に同伴回

10

20

30

40

50

転可能に設けられる状態において、軸方向溝 348A の径方向外方から見た形状が、転動開始位置 47A 側の収容穴 45 の外領域 45A に重複している。軸方向溝 348A の溝幅は、転動開始位置 47A 側の収容穴 45 に装着されるコマ 340 の周方向 Y に沿う方向の長さと同じ長さに設定されている。

【0074】

転動開始位置 47A 側の収容穴 45 に装着されるコマ 340 は、その収容状態においてボールナット 10 の外周面 10B から外方に突出する外部分 351 が、軸方向溝 348A に嵌合している。

軸方向溝 348B は、転動終了位置 47B 側の収容穴 45 に装着されるコマ 340 の外部分 351 を嵌合可能に設けられている。軸方向溝 348B は、それぞれ、軸方向 X に沿って直線状に、円筒 312C の軸方向 X の一端（図 20A の左端）から、円筒 312C の軸方向 X の他端（図 20A の右端）に亘って延びている。軸方向溝 348B は、一定の周方向 Y の幅および一定深さに設定されている。円筒 312C がボールナット 10 に同伴回転可能に設けられる状態において、径方向外方から見た形状が、転動終了位置 47B 側の収容穴 45 の外領域 45A に重複している。軸方向溝 348B の溝幅は、転動終了位置 47B 側の収容穴 45 に装着されるコマ 340 の周方向 Y に沿う方向の長さと同じ長さに設定されている。

【0075】

転動終了位置 47B 側の収容穴 45 に装着されるコマ 340 は、その収容状態においてボールナット 10 の外周面 10B から外方に突出する外部分 351 が、軸方向溝 348B に嵌合している。

各収容穴 45 に装着されているコマ 340 の軸方向溝 348A, 348B への嵌合により、円筒 312C のボールナット 10 に対する相対回転が阻止される。換言すると、図 19 および図 20A に示す第 2 実施形態の第 1 变形例では、特許請求の範囲の「相対回転阻止構造」は、軸方向溝 348A, 348B とコマ 340 とを有し、収容穴 45 に収容されているコマ 340 の一部が軸方向溝 348A, 348B に嵌合（係合）する構造である。

【0076】

この場合、理論上の有効巻数をボールねじ装置 311 にそのまま採用できる。これにより、コマ 340 の配置位置のレイアウトの自由度を高めることができ、ゆえに、ボールねじ装置 311 を、より一層、軸方向 X に小型化することができる。

なお、円筒 312C の内周面 312A に形成される軸方向溝 348A, 348B として、円筒 312 の軸方向 X の一端または他端から、軸方向 X の途中部（円筒 312 における一端と他端との中間位置）までしか延びていない溝を軸方向溝として採用することもできる。この場合、軸方向溝 348A および軸方向溝 348B が、軸方向 X の共通する側の端部（一端または他端）において、その端部に亘って延びている必要がある。また、軸方向溝 348A は、転動開始位置 47A 側（図 13 の左手前側）の収容穴 45 に装着されるコマ 340 に係合可能な長さを有している必要があり、軸方向溝 348B は、転動終了位置 47B 側（図 13 の右奥側）の収容穴 45 に装着されているコマ 340 に係合可能な長さを有している必要がある。

【0077】

また、一対のコマ 340 の配置位置が周方向 Y に関し隔てられているものの、図 20B に示すように、当該一対の配置位置の周方向 Y の間隔 S0 が微小間隔である場合には、円筒 312C の内周面 312A に 1 つの軸方向溝 348C を設け、軸方向溝 348C 内に一対のコマ 340 を収容させるようにしてもよい。これが、第 2 実施形態の第 2 变形例である。1 つの軸方向溝 348C の溝幅は、周方向 Y に関しづれた 2 つのコマ 340 を収容可能な大きさに設定されている。この場合、軸方向溝 348C は、第 1 变形例の軸方向溝 348A, 348B を周方向 Y につなげた（一体化させた）ものと換言することができる。

【0078】

なお、一対のコマ 340 の配置位置が周方向 Y に関し一部重複する場合にも、円筒 312C の内周面 312A に 1 つの軸方向溝（軸方向溝 348C と同等の構成）を設け、当該

10

20

30

40

50

軸方向溝によって、周方向Yに關しづれた2つのコマ340を収容させるようにしてよい。

また、第2実施形態において、コマ340内に設けられる接続路として、周方向Yに關しねじ溝43に沿って直線状に延びる接続路54に代えて、接続路154(図10参照)を採用することもできる。この場合、本発明の第1実施形態の第1変形例に係る場合と同様、螺旋状の外周旋回溝49と接続路154とをつなぐ接続溝101が、ボールナット10の外周面10Bに形成され、接続溝101は、接続路154に沿って略直線状に延び、かつ外周旋回溝49の他端49Bにつながっている。

#### 【0079】

また、第2実施形態において、コマ340内に設けられる接続路として、接続路54, 154に代えて、溝状をなす用いられる接続路254(図12参照)が形成されていてよい。この場合、本発明の第1実施形態の第3変形例に係る場合と同様、接続路254は、コマ340の長手方向に沿い、コマ340の側壁を突き破るように形成されている。

#### <第3実施形態>

図21は、本発明の第3実施形態に係るボールねじ装置411の分解斜視図である。図22および図23は、ボールねじ装置411の模式的な縦断面図である。図21では、ボールねじ装置411からねじ軸22を省略した構成を示している。ボールねじ装置411は、たとえば、図1を用いて説明した電動アクチュエータ1と同等の電動アクチュエータに適用される。

#### 【0080】

第3実施形態において、第1実施形態に示された各部に対応する部分には、図1～図9の場合と同一の参照符号を付して示し、説明を省略する。

図21～23に示すように、ボールねじ装置411は、ねじ軸22と、ねじ軸22に対して外嵌されたボールナット410と、ねじ軸22とボールナット410との間に介在された複数のボール24と、ボールナット410の外周を包囲する円筒412と、一対のコマ440と、円筒412をボールナット410に連結させるためのキー嵌合構造K1とを含む。キー嵌合構造K1は、ボールナット410の外周面410Bに形成されたボールナット側キー溝(ボールナット側キー凹所)401、円筒412に形成された円筒側キー穴402、ならびにボールナット側キー溝401および円筒側キー穴402に跨って嵌るキー403を有している。

#### 【0081】

また、この実施形態では、円筒412の内周面412Aが、周方向Yの全域に關し、ボールナット410の外周面410Bとの間に所定の間隔S1(図22および図23参照)を隔てて設けられており、かつ外周旋回溝449が浅溝によって形成されている。この点においても、ボールねじ装置411はボールねじ装置11と相違している。なお、ボールねじ装置411は、理論上必要な有効巻数が2.7であり、その理論上の有効巻数をそのまま採用している。

#### 【0082】

ボールナット410は鋼などの金属を用いて形成され、軸方向Xに延びる筒状体であり、その内周面410Aおよび外周面410Bは、軸方向Xに延びる中心軸を有する円筒面となっている。

ボールナット410の外周面410Bには、外周旋回溝449が形成されている。外周旋回溝449は、外周面410Bの中心軸線を中心として旋回し、軸方向Xの他方(図22の左方)へずれる螺旋状の溝である。外周旋回溝449の一端449A(図21参照)は、転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45を区画している周壁10Cに接続されており、外周旋回溝449の他端449Bは、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45を区画している周壁10Cに接続されている。外周旋回溝449の断面は略U字状(略半円状)またはコ字状をなしている(図22および図23では略半円状)。外周旋回溝449は、ボール24(図22および図23では黒丸で示す)の内側半分を収容できる溝深さD1(図22および図23参照)を有し、エンドミル等を用いて

10

20

30

40

50

切削形成される。この溝深さD1において、外周旋回溝449は本発明の第1実施形態に係る外周旋回溝49と相違しており、それ以外の構成は外周旋回溝49と共通している。外周旋回溝449がこのような浅溝であるので、外周旋回溝449に嵌ったボール24の外側半分は、ボールナット410の外周面410Bよりも外側にはみ出す。

#### 【0083】

ボールナット410の外周面410Bには、外周旋回溝449の形成位置を除く、軸方向Xおよび周方向Yの途中部に、ボールナット側キー溝401が形成されている。ボールナット側キー溝401は、径方向外方から見た形状が矩形をなしている。

ボールナット側キー溝401および外周旋回溝449を除いて、ボールナット410は、第1実施形態に係るボールナット10とほぼ同等の構成である。すなわち、ボールナット10の内周面10Aには、ねじ溝43が形成されており、また、ボールナット10の内周面10Aの転動開始位置47Aおよび転動終了位置47Bには、ボールナット10の周壁10Cを厚み方向に貫通する2つの収容穴45が形成されている。

#### 【0084】

図21～図23に示すように、円筒412は鋼などの金属を用いて形成されている。円筒412の内周面412Aおよび外周面412Bは、それぞれ、ボールナット410の内外周面410A, 410Bと同軸を有する円筒面をなしている。換言すると、内周面412Aおよび外周面412Bは、次に述べる円筒側キー穴402が形成される位置を除いて、それぞれ円筒面のみから形成されている。円筒412は、ボールナット410の外周面410B全域をすっぽり包囲した状態で、ボールナット410に同伴回転可能かつ軸方向Xに同伴移動可能に取り付けられている。

#### 【0085】

円筒412の内径はボールナット410の外径よりも所定量だけ大きく設定されており、そのため、ボールナット410に対する円筒412の取付状態では、円筒412の内周面412Aが、ボールナット410の外周面410Bとの間に間隔S1(図22および図23参照)を隔てて設けられている。たとえば、間隔S1は、ボール24の直径の半分程度に相当する大きさである。そのため、ボールナット410に円筒412が取り付けられた状態において、円筒412の内周面412Aとボールねじ410の外周面410Bとの間に、円環状の空間SP(図23参照)が形成される。

#### 【0086】

第3実施形態では、外周旋回溝449と、円筒412の内周面412Aと、外周旋回溝449および内周面412Aの間の空間SPとによって、旋回転動路60が形成される。

円筒412の軸方向Xおよび周方向Yの途中部には、円筒412を厚み方向に貫通する円筒側キー穴402が形成されている。円筒側キー穴402は、円筒412をボールナット410に取り付けた状態において、ボールナット側キー溝401に対向するように配置されている。円筒側キー穴402は、径方向外方から見てボールナット側キー溝401に整合する形状を有している。

#### 【0087】

キー403はたとえば四角柱状をなしている。ボールナット410のボールナット側キー溝401は、ボールナット410の外周面に沿う平坦な底面404を有している。キー403の長手方向に直交する断面形状および断面寸法は、円筒側キー穴402およびボールナット側キー溝401の形状および断面寸法にそれぞれ整合しており、キー403は、軸方向Xまたは周方向Yにほとんど遊びのない状態で、円筒側キー穴402およびボールナット側キー溝401に嵌合している。

#### 【0088】

図23では、キー403とボールナット側キー溝401との嵌合状態で、キー403の外端面403Aが円筒412の外周面412Bよりも径方向外方に突出している。そして、キー403が外端側からかしめられることによって、キー403が円筒412の外周面412Bに固定される。なお、キー403がボールナット410側に落ちない形状であれば、キー403のかしめは必ずしも必要ではない。

10

20

30

40

50

## 【0089】

また、キー403の径方向長さは、ボールナット側キー溝401の溝深さW1と間隔S1とを足し合わせた長さよりも長くなるように設定されなければよい。この場合、ボールナット側キー溝401からキー403が抜けず、キー403とボールナット410との係合が達成され、その結果、ボールナット410に対する円筒412の相対回転および相対軸方向X移動が阻止される。

## 【0090】

コマ440は小片状をなし、収容穴45と同数（この実施形態では2つ）設けられており、各収容穴45に1つずつ装着される。各コマ440は、収容穴45に収容されており、その状態でボールナット410の外周面410Bから外方に突出する外部分451が、円環状の空間SPに収容される。コマ440の材質としては、第1実施形態に係るコマ40と同様、樹脂や金属などを採用することができる。

10

## 【0091】

図21に示すように、コマ440は、外部分451と内部分452とを一体的に含んでいる。コマ440には、その内部をトンネル状に延びる接続路54が形成されている。コマ440は、本発明の第1実施形態に係るコマ40の外部分51よりも径方向の厚みの小さい外部分451を設ける点、およびコマ40の内部分52よりも径方向の厚みの小さい内部分452を設ける点において、本発明の第1実施形態に係るコマ40と異なっている。

## 【0092】

20

外部分451はブロック状をなしている。外部分451は、円筒412をボールナット410に取り付けた状態において、径方向外方から見て収容穴45の外領域45Aに整合する形状を有しており、たとえば、四隅の端縁が面取りされた直方体状である。なお、外部分451において外側の表面を外面451Aと呼ぶことになると、この外面451Aが、円筒412の内周面412Aに面一になるように湾曲している。すなわち、円筒412がボールナット410に取り付けられた状態で、コマ440の外部分451の外面451Aが内周面412Aに当接している。コマ440が収容穴45に収容された状態でボールナット410の外周面410Bから突出する外部分451の大きさが、ボールナット410の外周面410Bと円筒412の内周面412Aとの間隔S1とほぼ一致するように、外部分451の径方向厚みが設定されている。

30

## 【0093】

内部分452は、外部分451の長手方向に沿って長手のブロック状である。内部分452は、収容穴45の内領域45B（図22参照）にちょうど嵌る形状を有しており、内部分452では、長手方向における両端部が丸められている。外部分451において、外面451Aとは反対側の面を内面451Bと呼ぶことになると、内部分452は、内面451Bに固定されている。外部分451の厚み方向から見て、内部分452は、外部分451の輪郭の内側に位置している。

## 【0094】

40

次に、ボールねじ装置411の組付けについて説明する。作業者は、まず、各コマ440を、ボールナット410の収容穴45に、その径方向外側から装着する。コマ440の装着状態では、コマ440の内部分452が、収容穴45の内領域45Bに収容される。また、コマ440の装着状態において、コマ440の外部分451の一部は収容穴45の外領域45Aに収容されるが、コマ440の外部分451の大部分は、ボールナット410の外周面410Bから外方に突出する。

## 【0095】

このとき、外部分451の内面451B（外部分451における外面451Aとは反対側の面）の周縁部が、収容穴45における段差部分46に対してボールナット410の径方向外側から当接しており、これによって、コマ440が収容穴45内で位置決めされる。また、長方体形状の外部分451における四隅が外面451A側からかしめられることによって、各コマ440は、ボールナット410の外周面410Bに固定される。なお、

50

外部分 451 に対するかしめは、四隅の全てでなく、四隅のうちの少なくとも 2箇所以上であれば足りる。

【0096】

また、コマ440をかしめるのではなく、ボールナット410側をかしめることにより、コマ440を収容穴45内に位置決めすることもできる。

さらに、コマ440は、ボールナット410の外周面410Bに固定されていなくてもよい。コマ440は、円筒412の内周面412Aによって、収容穴45からの離脱が防止されており、コマ440を外周面410Bに固定しておかなくても、コマ440の収容穴45への収容状態が保持される。

【0097】

次いで、コマ440が装着された状態のボールナット410を、円筒412の軸方向Xの一方側または他方側から、軸方向Xに沿って円筒412内に内挿させる。前述のように、コマ440が収容穴45に収容された状態でボールナット410の外周面410Bから突出する外部分451の大きさが、ボールナット410の外周面410Bと円筒412の内周面412Aとの間隔S1とほぼ一致するように、コマ440の径方向厚みが設定されているので、ボールナット410を円筒412に対して軸方向X移動させることができ、これにより、ボールナット410を円筒412内に内挿させることができる。

【0098】

そして、ボールナット410および円筒412を相対軸方向X移動および相対回転させて、ボールナット側キー溝401と円筒側キー穴402とを対向させた後、キー403を、円筒側キー穴402およびボールナット側キー溝401に挿入する。挿入されたキー403が、円筒側キー穴402およびボールナット側キー溝401に嵌合することにより、円筒412のボールナット410に対する相対回転が阻止される。換言すると、第3実施形態では、特許請求の範囲の「相対回転阻止構造」は、キー嵌合構造K1である。

【0099】

転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45に装着されるコマ440と、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45に装着されるコマ440とは、周方向Yに関し互いに逆向きになるように装着される。転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45には、コマ440の外側開口55が外周旋回溝449の一端449Aに対向するようにコマ440が装着され、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45には、コマ440の外側開口55が外周旋回溝449の他端449Bに対向するようにコマ440が装着される。

【0100】

2つのコマ440の接続路54と、外周旋回溝449と円筒12の内周面12Aとによって形成される旋回転動路60とが、軸方向Xにおけるボール転動路47のバイパスとなっている。換言すると、旋回転動路60および2つの接続路54によって、ボール転動路47内の転動終了位置47Bのボール24をボール転動路47内の転動開始位置47Aに戻すための循環路61が形成される。

【0101】

図24および図25は、ボールねじ装置411の模式的な横断面図である。図24は、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45に装着されるコマ440の接続路54の延びる方向に沿う断面で切断している。図25は、転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45に装着されるコマ440の接続路54の延びる方向に沿う断面で切断している。

【0102】

図21および図24に示すように、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45に装着されるコマ440は、ボールナット410の内周側のボール転動路47から、外周側の旋回転動路60へとボール24を導くために用いられる。このとき、接続路54の内側開口56が入口54Aとして機能し、かつ接続路54の外側開口55が出口54Bとして機能する。

## 【0103】

図21および図25に示すように、転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45に装着されるコマ440は、ボールナット410の外周側の旋回転動路60から、内周側のボール転動路47へとボール24を導くために用いられる。このとき、接続路54の外側開口55が入口54Aとして機能し、かつ接続路54の内側開口56が出口54Bとして機能する。なお、転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45に装着されるコマ440は、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45に装着されるコマ440と同じ諸元を有している。

## 【0104】

各コマ440において、第1実施形態に係るコマ40と同様、互いに向きの異なるねじ溝43と外周旋回溝449とを接続路54によって連通させるために、接続路54は、周方向Yに沿う方向に関して「く」の字状に屈曲している。

図21、図24および図25を参照して、第3実施形態に係るボールねじ装置411のボール24の動きについて説明する。ボールねじ装置411では、第1実施形態(図3および図6参照)と同様、ボール転動路47内のボール24は、ボールナット410の回転に伴ってボール転動路47内で転動しながらボール転動路47に沿って、転動開始位置47Aから転動終了位置47Bまで移動する。ボール24は、転動終了位置47Bに到達すると、転動終了位置47B側(図21の右奥側)の収容穴45に装着されるコマ440における接続路54の内側開口56から接続路54内に進入し、この接続路54を通って、ボールナット410の外周面10Bの外周旋回溝449に掬い上げられる。

10

20

## 【0105】

その後、ボール24は、外周旋回溝449を含む旋回転動路60を移動してボールナット410の外周を旋回することで、軸方向Xにおいて今までとは逆向き(図21の左手前側)へ進む。そして、旋回転動路60を通ったボール24は、転動開始位置47A側(図21の左手前側)の収容穴45に装着されるコマ440の接続路54の外側開口55(入口54A)から接続路54内に進入し、この接続路54を通って、ボール転動路47内の転動開始位置47Aに戻される。つまり、ボール転動路47内を移動するボール24が、旋回転動路60および接続路54を含む循環路61によって循環され、これにより、ボール転動路47内におけるボール24の安定供給が可能になる。

## 【0106】

30

以上により第3実施形態によれば、ボール転動路47内における転動終了位置47Bのボール24が、旋回転動路60を含む循環路61によって、ボール転動路47内における転動開始位置47Aに戻されることにより、ボール24を、ボール転動路47内でスムーズに循環させることができる。また、転動開始位置47Aおよび転動終了位置47Bが軸方向Xおよび周方向Yに如何なる相対関係を有していても、転動開始位置47Aと転動終了位置47Bとを循環路61でつなぐことが可能であるので、コマ440の相対的な配置位置に、軸方向Xに沿って延びる貫通孔をボールナット410の周壁10Cに形成する場合のような周方向Yの制約がない。その結果、ボールねじ装置411の理論上の有効巻数をそのまま採用でき、ゆえに、ボールねじ装置411を軸方向Xに小型化することが可能になる。

40

## 【0107】

また、第3実施形態において、コマ440内に設けられる接続路として、周方向Yに沿うねじ溝43に沿って直線状に延びる接続路54に代えて、接続路154(図10参照)を採用することもできる。この場合、本発明の第1実施形態の場合と同様、螺旋状の外周旋回溝449と接続路154とをつなぐ接続溝101が、ボールナット410の外周面10Bに形成され、接続溝101は、接続路154に沿って略直線状に延び、かつ外周旋回溝449の他端449Bにつながっている。

## 【0108】

また、前述の第3実施形態では、コマ440が周方向Yに沿うねじ溝43に代えて、接続路154を周方向Yに沿う接続路54に配置されたが、コマ440を周方向Yに沿う接続路54に配置することができ、この場合、理論上必要な有効

50

巻数をボールねじ装置 411 にそのまま採用することも可能である。これにより、コマ 40 の配置位置のレイアウトの自由度を高めることができ、ゆえに、ボールねじ装置 411 を、より一層、軸方向 X に小型化することができる。

【0109】

また、第3実施形態において、コマ 440 内に設けられる接続路として、接続路 54, 154 に代えて、溝状をなす接続路 254 (図 12 参照) が形成されていてもよい。接続路 254 は、コマ 440 の長手方向に沿い、コマ 440 の側壁を突き破るように形成されている。

以上、この発明の 3 つの形態について説明したが、本発明は他の形態を採用することもできる。

10

【0110】

たとえば第1および第2実施形態において、ボールナット 10 の外周面 10B と円筒 12, 312 の内周面 12A, 312A との間が微小間隔 S である例を例に挙げて説明したが、外周面 10B と内周面 12A, 312A との間が所定の間隔 (たとえばボール 24 の直径の半分程度の大きさであり、図 22 および図 23 に示す間隔 S1) が設けられていてもよい。この場合、ボールナット 10 の外周面 10B に形成される外周旋回溝 49 の溝深さは、ボール 24 の一部分のみ収容可能な浅溝 (たとえば図 22 および図 23 の外周旋回溝 449 の溝深さ D1) に設定される。

【0111】

また、第3実施形態において、ボールナット 410 の外周面 410B と円筒 412 の内周面 412A との間が所定大きさの間隔 S1 である例を例に挙げて説明したが、外周面 410B と内周面 412A とが、微小間隔 (たとえば図 22 および図 23 に示す間隔 S1) を隔てて設けられていてもよい。この場合、ボールナット 410 の外周面 410B に形成される外周旋回溝 449 の溝深さは、ボール 24 の全部分を収容可能な深溝 (たとえば図 4 および図 14 の外周旋回溝 49 の溝深さ D) に設定される。

20

【0112】

また、第3実施形態において相対回転阻止構造の一例としてキー嵌合構造 K1 を例示したが、相対回転阻止構造はキー嵌合構造 K1 だけに限られない。たとえば、ボールナット 410 の軸方向 X の端部に、二面幅形状や六角形状からなる係合部を設け、当該係合部に嵌合可能な嵌合部を円筒 412 の軸方向 X の端部に設け、このような係合部および嵌合部の嵌合により相対回転阻止構造が構成されていてもよい。

30

【0113】

また、第1～第3実施形態において、ボールナット 10, 410 において各収容穴 45 を区画する部分に、ボールナット 10, 410 へのコマ 40, 340, 440 の脱落を防止するために段差部分 46 を形成する構成を採用したが、段差部分 46 を設けず、各収容穴 45 を内領域 45B のみで構成するようにしてもよい。

また、第1～第3実施形態において、外周旋回溝 49, 449 を、ボールナット 10, 410 の外周を一回旋回させる構成を例に挙げて説明したが、1回より多く旋回させる構成であってもよい。また、外周旋回溝 49, 449 を、周方向への旋回数を 1 周未満 (たとえば 0.3 巻や 0.5 巻) に設けるようにしてもよい。

40

【0114】

また、円筒 12, 312, 412 が、転がり軸受 13, 16 の内輪として機能していてもよい。すなわち、円筒 12, 312, 412 の外周面 12B, 312B, 412B に内輪軌道が形成されており、この内輪軌道を軸受け用のボールが転動する構成であってもよい。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【符号の説明】

【0115】

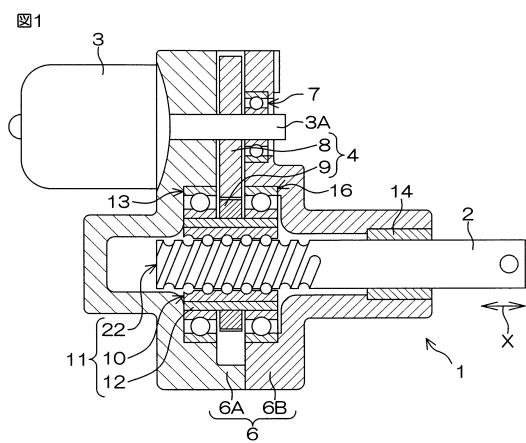
10...ボールナット、10A...内周面、10B...外周面、10C...周壁、11...ボールね

50

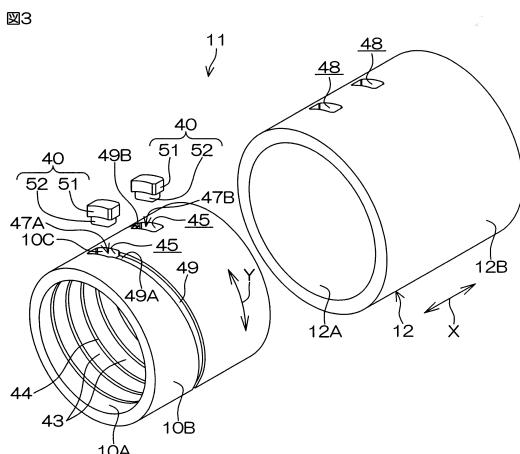
じ装置、12…円筒、12A…内周面、22…ねじ溝、22A…外周面、24…ボール、40…コマ、41…ねじ溝、43…ねじ溝、45…収容穴（収容凹所）、47…ボール転動路、47A…転動開始位置（収容凹所形成位置）、47B…転動終了位置（収容凹所形成位置）、48…係合穴（係合凹所、相対回転阻止構造）、49…外周旋回溝、54…接続路、60…旋回転動路、61…循環路、154…接続路、311…ボールねじ装置、312…円筒、312A…内周面、340…コマ、348…軸方向溝（係合溝、係合凹所、相対回転阻止構造）、348A…軸方向溝（係合溝、係合凹所、相対回転阻止構造）、348B…軸方向溝（係合溝、係合凹所、相対回転阻止構造）、410…ボールナット、410A…内周面、410B…外周面、411…ボールねじ装置、412…円筒、412A…内周面、440…コマ、449…外周旋回溝、D…外周旋回溝の深さ、D1…外周旋回溝の深さ、K1…キー嵌合構造（相対回転阻止構造）、SP…空間、X…軸方向

10

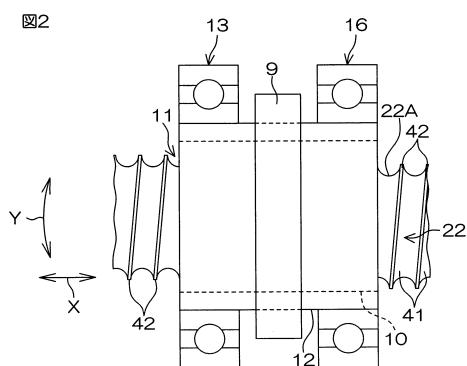
【図1】



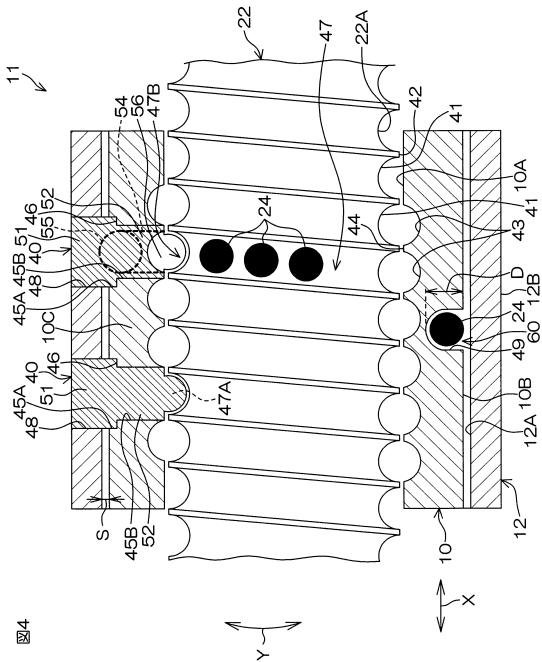
【図3】



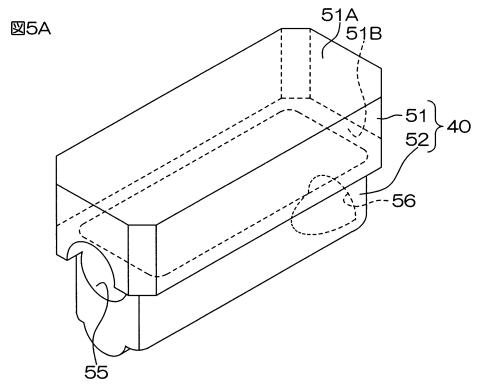
【図2】



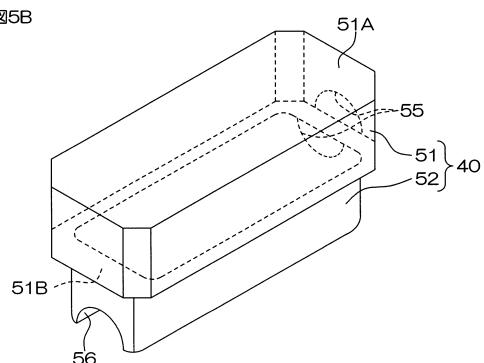
【 図 4 】



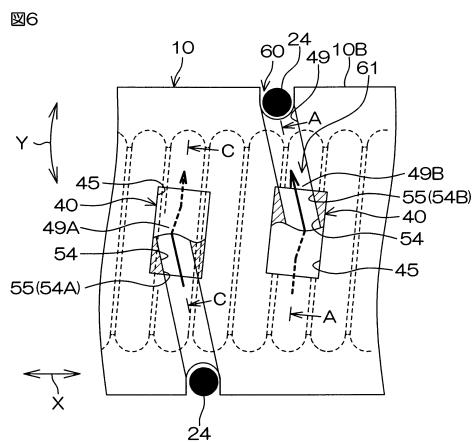
【図5A】



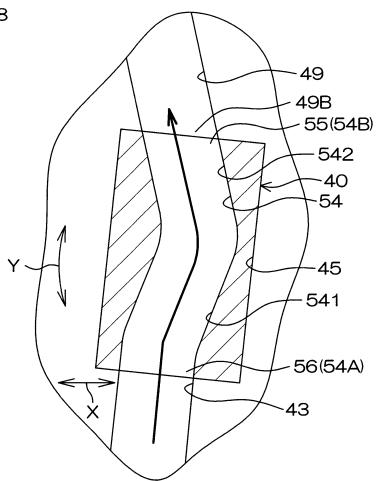
【図5B】



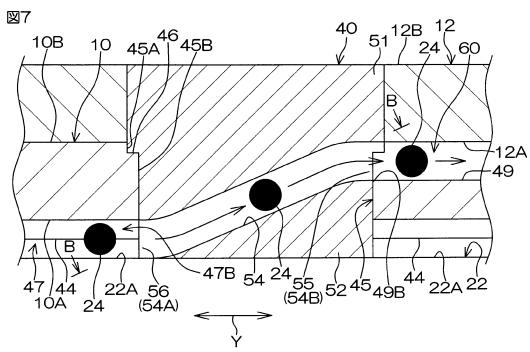
【図6】



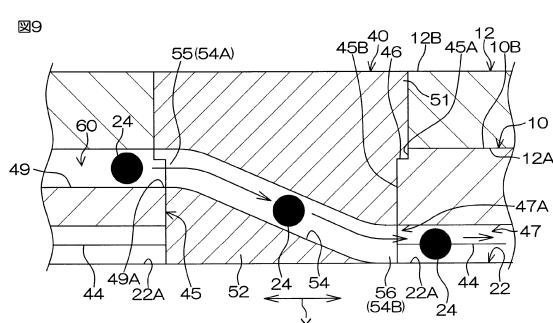
【 四 8 】



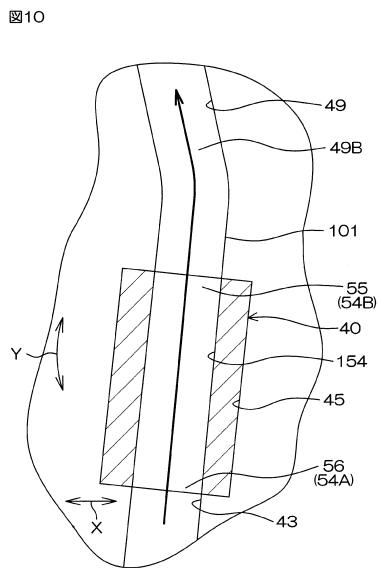
【図7】



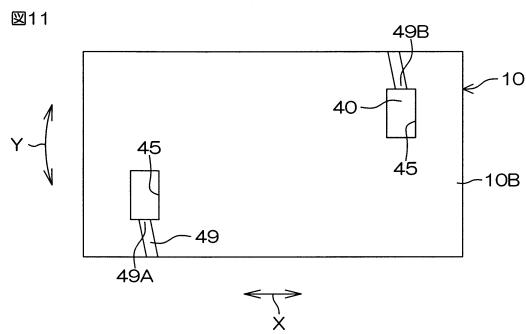
【圖 9】



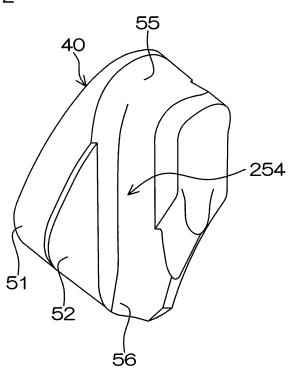
【図10】



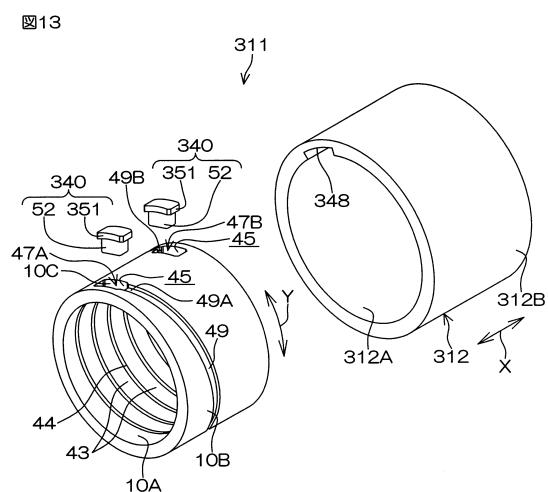
【図11】



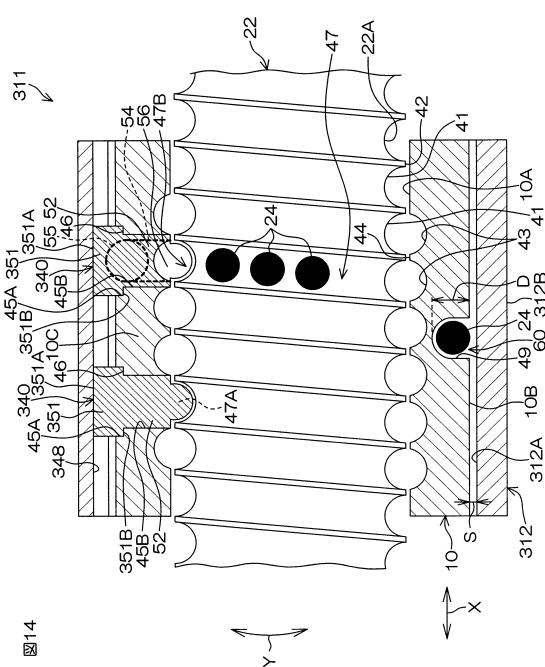
【図12】



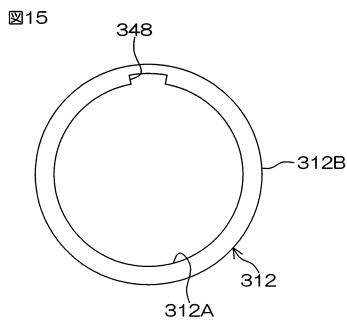
【図13】



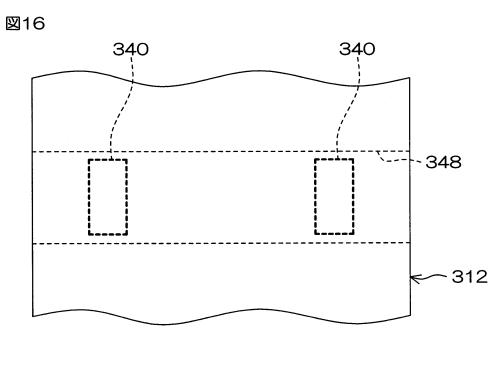
【図14】



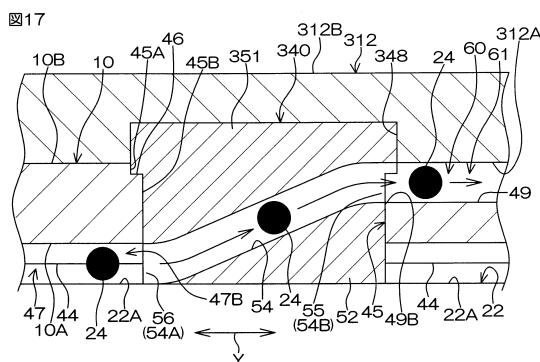
【図15】



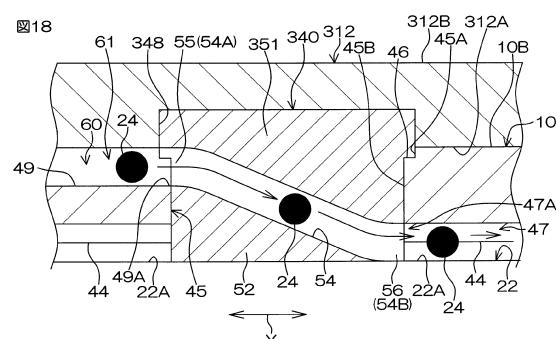
【図16】



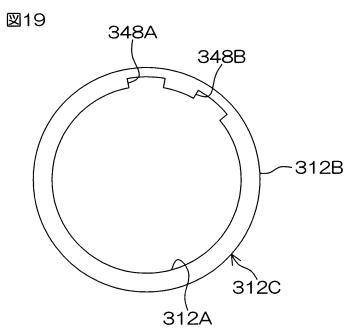
【図17】



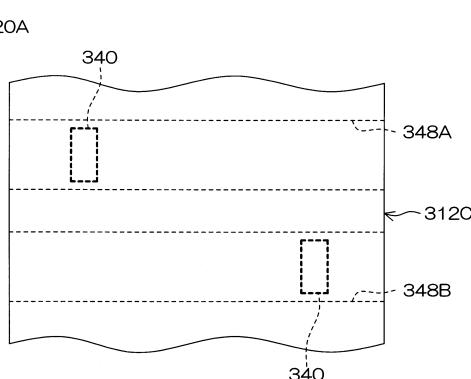
【図18】



【図19】



【図20A】



【図20B】

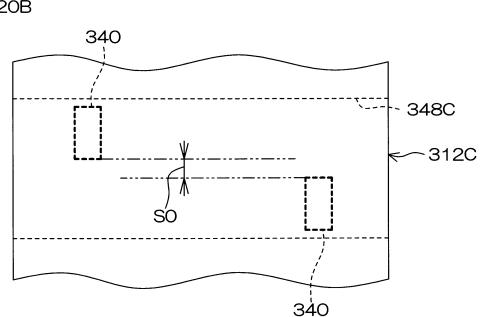
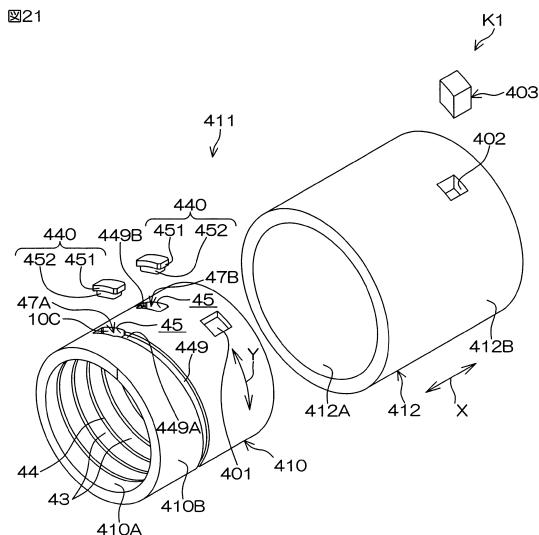


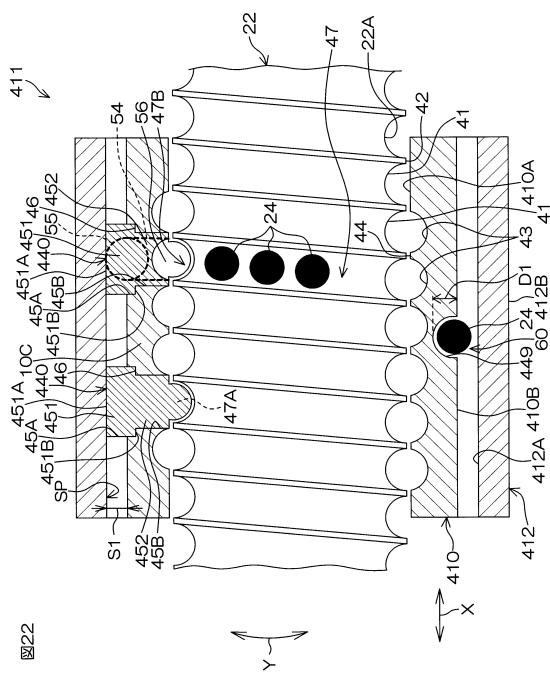
図20A

図20B

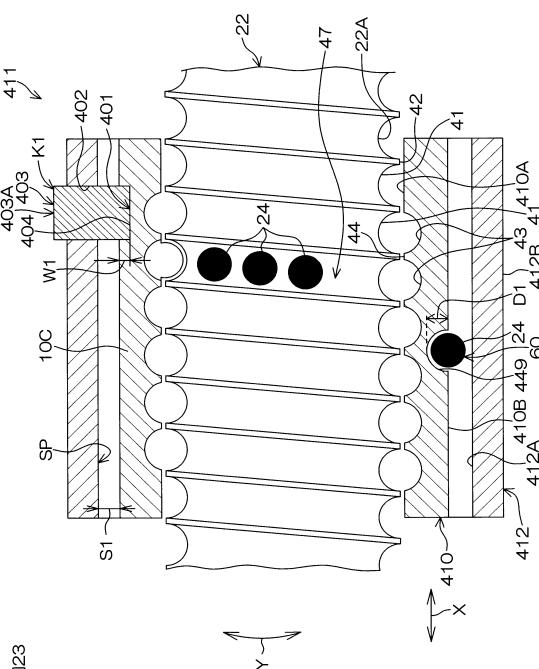
### 【図21】



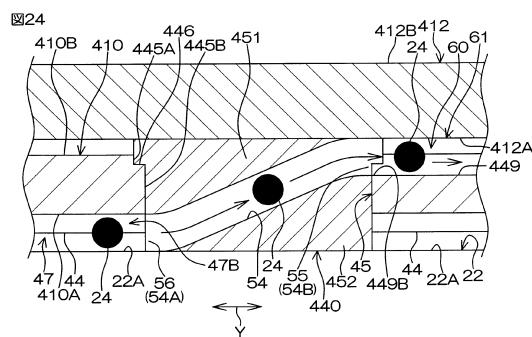
## 【図22】



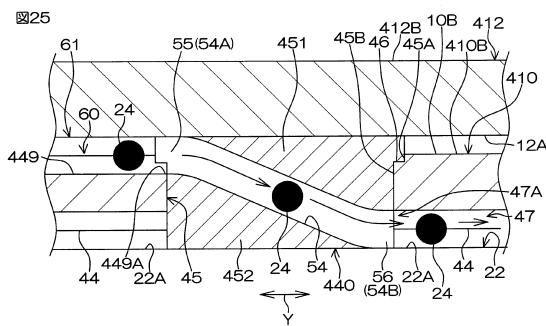
### 【図23】



【図24】



### 【図25】



---

フロントページの続き

審査官 塚原 一久

(56)参考文献 米国特許第05142929(US, A)  
英国特許出願公開第01050926(GB, A)  
米国特許出願公開第2009/0090207(US, A1)  
特開2010-071411(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 19/00 - 37/16, 49/00