

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5527028号
(P5527028)

(45) 発行日 平成26年6月18日 (2014. 6. 18)

(24) 登録日 平成26年4月25日 (2014. 4. 25)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 H 25/22 (2006. 01)

F 1 6 H 25/22

C

F 1 6 H 25/24 (2006. 01)

F 1 6 H 25/24

B

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

F 1 6 H 25/22

M

B 6 2 D 5/04

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-129947 (P2010-129947)
 (22) 出願日 平成22年6月7日 (2010. 6. 7)
 (65) 公開番号 特開2011-256901 (P2011-256901A)
 (43) 公開日 平成23年12月22日 (2011. 12. 22)
 審査請求日 平成25年5月16日 (2013. 5. 16)

(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 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 金子 哲也
 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 朝倉 正芳
 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】 ボール螺子装置及び電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周に軸側螺子溝が螺刻された螺子軸と、
 内周にナット側螺子溝が螺刻されたボール螺子ナットと、
 前記軸側螺子溝と前記ナット側螺子溝とを対向させてなる螺旋状の転動路内に配設された複数のボールと、
 前記ボール螺子ナットに形成された取付孔に装着されて前記転動路の一端と他端とを短絡する還流路を形成する循環部材と、を備え、
 前記ナット側螺子溝における前記取付孔に臨む接続部には、前記転動路と前記還流路との繋ぎ目部分の段差を解消する段差加工が施されるものであって、
 前記ボール螺子ナットは、
 前記ナット側螺子溝と前記軸側螺子溝とに挟まれて前記ボールが前記転動路を転動するように、前記螺子軸の軸心から前記ナット側螺子溝の底部までの距離が一定に形成されるベース部と、
 前記距離が前記ベース部での距離よりも大きく形成される拡径部と、を有し、
 さらに前記ボール螺子ナットは、その軸方向における一端側のみが固定されるものであって、
 前記拡径部は、前記ボール螺子ナットの固定端部側に設けられる前記接続部を含み、前記ボール螺子ナットの自由端部側に設けられる前記接続部を含まないように形成されたことを特徴とするボール螺子装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載のボール螺子装置において、

前記拡径部は、前記ボールが前記軸側螺子溝及び前記ナット側螺子溝のいずれか一方と非接触になる非接触領域を含み、

前記非接触領域は、前記繋ぎ目部分から連続して設けられることを特徴とするボール螺子装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のボール螺子装置において、

前記拡径部は、前記ベース部に隣接して配置され、前記繋ぎ目部分から前記ベース部に近づくにつれて前記距離が小さくなる徐変領域を含むことを特徴とするボール螺子装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のボール螺子装置において、

前記拡径部は、前記ナット側螺子溝により構成される螺旋の中心を、前記螺子軸の軸心に対して前記循環部材側に偏心させることにより形成されたことを特徴とするボール螺子装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のボール螺子装置を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、ボール螺子装置及び電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、ラック軸が挿通されるとともにモータ駆動により回転する中空軸を備え、その中空軸の回転をボール螺子装置によってラック軸の往復動に変換して伝達することにより、操舵系にアシスト力を付与する所謂ラックアシスト型の電動パワーステアリング装置（EPS）がある。

【0003】

通常、このような EPS において、ボール螺子装置は、ラック軸の外周に螺刻された軸側螺子溝とボール螺子ナットの内周に螺刻されたナット側螺子溝とを対向させてなる螺旋状の転動路内に転動体となる複数のボールを配することにより形成される。そして、各ボールは、転動路内において軸側螺子溝とナット側螺子溝とに挟まれた状態となり、ラック軸に対してボール螺子ナットが相対回転することにより、その負荷を受けつつ転動路内を転動するようになっている。また、ボール螺子装置は、転動路に設定された一端と他端とを短絡する還流路を有しており、上記のように転動路内を転動したボールは、この還流路を通過することにより、その転動路に設定された二点間を下流側から上流側へと還流される。なお、この還流路内では、各ボールは、転動路内と異なりラック軸及びボール螺子ナットから負荷を受けない状態となり、転動路から還流路内に掬い上げられたボールがボール循環方向後方に隣接したボールに押圧されることにより同還流路内を移動するようになっている。

30

40

【0004】

このように構成されたボール螺子装置では、その転動路を転動する各ボールが還流路を介して無限循環することにより、ボール螺子ナットの回転をラック軸の軸方向移動に変換する。そして、上記のようなラックアシスト型の EPS は、モータを用いてボール螺子ナットを回転駆動し、そのトルクを軸方向の押圧力としてラック軸に伝達することにより、操舵系にアシスト力を付与する構成となっている。

【0005】

こうしたボール螺子装置としては、ボール螺子ナットを径方向に貫通する取付孔に対して、転動路からボールを掬い上げる機能及び同転動路への再排出機能を備えた循環部材（

50

デフレクタ)を装着することにより、上記還流路が形成される所謂デフレクタ式のものが知られている(例えば特許文献1参照)。しかしながら、このデフレクタ式のボール螺子装置では、循環部材の寸法精度やボール螺子ナットへの組付精度等に起因して、転動路と還流路との繋ぎ目部分に段差が生じることがある。そして、転動路及び還流路内を循環するボールがこの段差に引っ掛かることにより、振動や騒音が発生するという問題がある。そこで、例えば特許文献2には、循環部材の組付け後に、循環部材及びボール螺子ナットの繋ぎ目部分に研磨等の段差加工を施すことにより、上記段差を解消するようにしたボール螺子装置が開示されている。

【0006】

また、特許文献3には、ボールナット[20]に作用する軸方向荷重が増大すると、ボールナット[20]が軸方向に伸ばされ、フランジ部[25](固定部)から遠いボールねじ溝[24]から順にボール[30]と接触するボール螺子装置が開示されている。これにより、特許文献3のボール螺子装置は、所定の軸方向荷重(高荷重)がボールナット[20]に作用した場合であっても、全てのねじ溝部分においてボールとねじ溝部分とが接触することになるため、軸方向荷重を全てのねじ溝部分で均一に受けることができる。なお、[]の数字は、特許文献3中で各部材に付された符号を示す。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-71411号公報

【特許文献2】特開平11-270648号公報

【特許文献3】特許3381735号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、上記のようにボール螺子装置内を転動するボールは転動路から掬い上げられて還流路に進入するようになっており、ボールの移動方向は、転動路と還流路との繋ぎ目近傍において急変する。つまり、ボールの移動方向は、還流路から転動路に排出される際に急変する。また、各ボールは、ボール螺子ナットと螺子軸とに挟まれた状態で負荷を受けつつ転動路内を転動する一方、還流路内では、このような負荷状態から解放される。そのため、ボールが、還流路から転動路に排出される際には、ボールの移動方向が急変するのとともに、同ボールに加わる負荷が急増するため、転動路と還流路との繋ぎ目近傍でボールの詰まりが発生し易くなる。

【0009】

例えば、特許文献3のボール螺子装置では、ボールナットに所定以上の軸方向荷重が加わると、全てのねじ溝部分において、ボールとねじ溝部分とが接触する。そのため、所定以上の軸方向荷重が加わった状態の特許文献3のボール螺子装置は、ボールが還流路から排出される際にボールに加わる負荷が急増し、ボールが詰まり易くなる虞がある。また、特許文献3のボール螺子装置は、軸方向荷重の大小によって、トルク伝達に寄与するボールの個数が増減する。特にボールナットに作用する軸方向荷重が小さい場合には、トルク伝達に寄与するボールの個数が少なくなるため、トルクの伝達効率が悪くなってしまうという問題がある。

【0010】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、ボールの詰まりを防止するとともに、トルク伝達効率の高いボール螺子装置及び電動パワーステアリング装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、外周に軸側螺子溝が螺刻された螺子軸と、内周にナット側螺子溝が螺刻されたボール螺子ナットと、前記軸側螺子溝と前記

10

20

30

40

50

ナット側螺子溝とを対向させてなる螺旋状の転動路内に配設された複数のボールと、前記ボール螺子ナットに形成された取付孔に装着されて前記転動路の一端と他端とを短絡する還流路を形成する循環部材と、を備え、前記ナット側螺子溝における前記取付孔に臨む接続部には、前記転動路と前記還流路との繋ぎ目部分の段差を解消する段差加工が施されるものであって、前記ボール螺子ナットは、前記ナット側螺子溝と前記軸側螺子溝とに挟まれて前記ボールが前記転動路を転動するように、前記螺子軸の軸心から前記ナット側螺子溝の底部までの距離が一定に形成されるベース部と、前記距離が前記ベース部での距離よりも大きく形成される拡径部と、を有し、さらに前記ボール螺子ナットは、その軸方向における一端側のみが固定されるものであって、前記拡径部は、前記ボール螺子ナットの固定端部側に設けられる前記接続部を含み、前記ボール螺子ナットの自由端部側に設けられる前記接続部を含まないように形成されたことを要旨とする。

10

【0012】

上記構成によれば、ベース部が構成する転動路において、ボールがナット側螺子溝と軸側螺子溝とに挟まれている。そのため、ボール螺子ナットが螺子軸に対して相対回転すると、ナット側螺子溝とボールとの間に生じる摩擦力によって、ボール螺子ナットのトルクがベース部のボールに伝達され、ボールが転動路内を転動する。このように転動路内をボールが転動すると、ボールと軸側螺子溝との間に生じる摩擦力によってボールの回転が螺子軸に伝達され、螺子軸がボール螺子ナットに対して相対的に軸方向に移動する。そして、転動路は、循環部材の還流路によって一端が他端と短絡されている。そのため、転動路の一端に到達したボールは、還流路を通して、転動路の他端に排出される。すなわち、本請求項のボール螺子装置は、ボールが転動路と還流路との間を繰り返し循環する無限循環が可能に構成されている。

20

【0013】

ここで、本請求項のボール螺子装置は、転動路と還流路との繋ぎ目部分の段差を解消する段差加工が接続部に施され、この接続部が拡径部に含まれている。拡径部は、螺子軸の軸心からナット側螺子溝の底部までの距離がベース部よりも大きくなるように形成される部分である。接続部は、還流路から排出されたボールが転動路に進入する部分であり、従来のボール螺子装置では、ボールの移動方向が急変するとともに、ボールに加わる負荷が急増する部分であった。そのため、従来のボール螺子装置では、この接続部においてボールが詰まり易かった。

30

【0014】

これに対し、本請求項のボール螺子装置は、少なくとも接続部においては、螺子軸の軸心からナット側螺子溝の底部までの距離がベース部よりも大きくなるようにボール螺子ナットが形成されている。そのため、本請求項のボール螺子装置は、ボールに加わる負荷が接続部において急増せず、ボールの詰まりを効果的に防止することができる。

【0015】

また、本請求項のボール螺子装置は、ボール螺子ナットが拡径部とともにベース部を備えている。ベース部は、ナット側螺子溝と軸側螺子溝とに挟まれてボールが転動するように、螺子軸の軸心からナット側螺子溝の底部までの距離が一定の部分である。すなわち、本請求項のボール螺子装置は、ベース部を備えることにより、ボール螺子ナットのトルクが螺子軸に対して確実に伝達されるように構成されている。

40

【0016】

ここで、上記した特許文献3のボール螺子装置は、ボール螺子ナットに作用する軸方向荷重の大小によってトルク伝達に寄与するボールの数が増減する。一般に、トルク伝達に寄与するボールの数は、ナット側螺子溝とボールとの間、及び、ボールと軸側螺子溝との間に働く摩擦力と関係している。すなわち、トルク伝達に寄与するボールの数が増加すると、上記摩擦力は増加するが、ボールの数が減少すると上記摩擦力も減少する。そのため、特許文献3のようなボール螺子装置では、ボール螺子ナットに作用する軸方向荷重が小さい状態、すなわち、トルク伝達に寄与するボールが少ない状態にあっては、ボール螺子ナットのトルクがナット側螺子溝とボールとの間に働く摩擦力を超えて大きくなる虞があ

50

る。このように、ボール螺子ナットのトルクが、ボール螺子ナットとボールとの間に働く摩擦力を超えて大きくなると、ナット側螺子溝と各ボールとの間に滑りが生じ、ボールを介してボール螺子ナットから螺子軸に伝達されるトルクが減少する。そのため、特許文献3のボール螺子装置は、ボール螺子ナットに作用する軸方向荷重が小さい場合、トルク伝達に寄与するボールの数が減少し、螺子軸の反応に遅れやズレが生じてしまう虞がある。

【0017】

これに対し、本請求項のボール螺子装置は、ボール螺子ナットに作用する軸方向荷重の大きさに関係なく、ベース部を転動するボールがボール螺子ナットのトルク伝達に寄与する。そのため、本請求項のボール螺子装置は、ボール螺子ナットのトルクを螺子軸に対して効率的かつ安定的に伝達することができる。

10

ここで、ボール螺子ナットの一端側のみが固定される構成では、ボール螺子ナットは、軸方向に荷重を受けて変形する際に、該ボール螺子ナットの一端側に比べて他端側の方が、変形前の状態からの変位量が大きくなる。従って、ナット側螺子溝におけるボール螺子ナットの他端側が大きく変位することにより、転動路内の空間が大きくなるため、ボール螺子ナットにおける他端側の転動路内に配設されたボールが受ける負荷は小さくなる。これに対し、ナット側螺子溝におけるボール螺子ナットの一端側は変位量が小さく、転動路内の空間があまり大きくなりたいため、ボール螺子ナットにおける一端側の転動路内に配設されたボールは大きな負荷を受けることになる。従って、ボール螺子ナットにおける一端側にボールが排出される際に、同ボールに加わる負荷がより急激に変化することになる。この点、上記構成によれば、ボール螺子ナットの一端側の接続部を含むように拡径部が形成されるため、好適にボールの詰まりが発生することを抑制できる。

20

【0018】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のボール螺子装置において、前記拡径部は、前記ボールが前記軸側螺子溝及び前記ナット側螺子溝のいずれか一方と非接触になる非接触領域を含み、前記非接触領域は、前記繋ぎ目部分から連続して設けられることを要旨とする。

【0019】

上記構成によれば、非接触領域では、ボールが軸側螺子溝とナット側螺子溝との間に挟まれなくなる。すなわち、拡径部の非接触領域が構成する転動路においては、各ボールは略無負荷状態となる。そして、非接触領域は繋ぎ目から連続して設けられるため、還流路から転動路に排出される際に、ボールの移動方向が急変するのとともに、ボールに加わる負荷が急増することを確実に抑制できるようになる。これにより、ボールの詰まりが発生することをより抑制できる。

30

【0020】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載のボール螺子装置において、前記拡径部は、前記ベース部に隣接して配置され、前記繋ぎ目部分から前記ベース部に近づくにつれて前記距離が小さくなる徐変領域を含むことを要旨とする。

【0021】

上記構成によれば、還流路から転動路に排出されたボールが、軸側螺子溝及びナット側螺子溝に挟まれて受ける負荷を徐々に大きくすることができるため、より一層、ボールの詰まりが発生することを抑制できるようになる。

40

【0024】

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載のボール螺子装置において、前記拡径部は、前記ナット側螺子溝により構成される螺旋の中心を、前記螺子軸の軸心に対して前記循環部材側に偏心させることにより形成されたことを要旨とする。

【0025】

上記構成によれば、ナット側螺子溝における螺旋の中心を、螺子軸の軸心に対して循環部材側に偏心させることにより、繋ぎ目から転動路の延伸方向に離間するにつれて螺子軸の軸心から底部までの距離が徐々に小さくなる拡径部を容易に形成することができる。

【0026】

50

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のボール螺子装置を備えた電動パワーステアリング装置であることを要旨とする。

上記構成によれば、ボールが詰まることを抑制でき、ボール螺子装置により伝達されるトルクが低下することができる。これにより、操舵フィーリングの優れた電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、ボールの詰まりを防止するとともに、トルク伝達効率の高いボール螺子装置及び電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0028】

【図1】電動パワーステアリング装置（EPS）の概略構成を示す断面図。

【図2】ボール螺子装置近傍の拡大断面図。

【図3】ボール螺子ナットの平面図。

【図4】ボール螺子ナットのA - A断面図。

【図5】循環部材の平面図。

【図6】循環部材の側面図。

【図7】循環部材（連絡部）におけるB - B断面図。

【図8】転動路と還流路との繋ぎ目部分に生じる段差を示す模式図。

【図9】ボール循環方向に沿ったラック軸、循環部材及びボール螺子ナットの一部断面を示す概略構成図。

20

【図10】第1実施形態のボール循環方向に沿ったラック軸、循環部材及びボール螺子ナットの断面を示す模式図。

【図11】第1実施形態のナット側螺子溝を示すボール螺子ナットの概略構成図。

【図12】ラック軸及びボール螺子ナットのC - C断面図。

【図13】第1実施形態のナット側螺子溝における繋ぎ目からの延伸位置と、距離Dとの関係を示すグラフ。

【図14】第1実施形態のボール螺子ナットにおける軸方向位置と、ボールに加わる負荷との関係を示すグラフ。

【図15】第2実施形態のボール循環方向に沿ったラック軸、循環部材及びボール螺子ナットの断面を示す模式図。

30

【図16】別のボール循環方向に沿ったラック軸、循環部材及びボール螺子ナットの断面を示す模式図。

【図17】別のナット側螺子溝における繋ぎ目からの延伸位置と、距離Dとの関係を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0029】

（第1実施形態）

以下、本発明を具体化した第1実施形態を図面に従って説明する。

図1に示すように、電動パワーステアリング装置（EPS）1において、略円筒状をなすハウジング2に挿通されたラック軸3は、ラックガイド及び滑り軸受（ともに図示略）に支承されることにより、その軸方向に沿って移動可能に収容支持されている。そして、同ラック軸3は、周知のラック&ピニオン機構を介してステアリングシャフトと連結されることにより、ステアリング操作に伴い軸方向に往復動するようになっている。

40

【0030】

また、EPS1は、駆動源としてのモータ4と、同モータ4の回転をラック軸3の軸方向移動に変換して伝達するボール螺子装置5とを備えている。そして、EPS1は、これらラック軸3、モータ4及びボール螺子装置5が、ハウジング2内に一体に収容された所謂ラックアシスト型のEPSとして構成されている。

【0031】

50

詳述すると、モータ４は、中空軸状に形成されたモータ軸６を有しており、同モータ軸６は、ハウジング２の内周に設けられた軸受７に支承されることにより、同ハウジング２の軸方向に沿って配置されている。また、モータ４では、このモータ軸６の周面にマグネット８を固着することによりモータロータ９が形成されている。そして、モータ４は、そのモータロータ９の径方向外側を包囲するモータステータ１０がハウジング２の内周に固定されるとともに、そのモータ軸６内にラック軸３が挿通されることにより、ハウジング２内においてラック軸３と同軸に配置されている。

【００３２】

また、ラック軸３は、その外周に軸側螺子溝１１を螺刻することにより、螺子軸として構成されている。そして、ボール螺子装置５は、このラック軸３に複数のボール１２を介してボール螺子ナット１３を螺合することにより形成されている。

10

【００３３】

具体的には、図２に示すように、略円筒状に形成されたボール螺子ナット１３の内周には、上記ラック軸３の軸側螺子溝１１に対応するナット側螺子溝１４が形成されており、ボール螺子ナット１３は、そのナット側螺子溝１４が軸側螺子溝１１と対向するように同ラック軸３に外嵌されている。

【００３４】

また、ボール螺子ナット１３には、ナット側螺子溝１４内の二箇所（接続点Ｐ１，Ｐ２）に開口する還流路Ｌ２が形成されている。そして、上記転動路Ｌ１は、この還流路Ｌ２により、その開口位置に対応する二つの接続点Ｐ１，Ｐ２間が短絡されている。

20

【００３５】

ここで、各ボール１２は、転動路Ｌ１内（正確には、後述するベース部５１が構成する転動路Ｌ１内）においてラック軸３の軸側螺子溝１１とボール螺子ナット１３のナット側螺子溝１４とに挟まれた状態となる。そして、各ボール１２がラック軸３に対するボール螺子ナット１３の相対回転により、その負荷を受けつつ転動路Ｌ１内を転動することにより、ボール螺子ナット１３の回転がラック軸３の軸方向移動に変換されるようになっている。詳しくは、ボール螺子ナット１３がラック軸３に対して相対回転すると、ナット側螺子溝１４とボール１２との間に生じる摩擦力によって、ボール螺子ナット１３のトルクがボール１２に伝達され、ボール１２が転動路Ｌ１内を転動する。このように転動路Ｌ１内をボール１２が転動すると、ボール１２と軸側螺子溝１１との間に生じる摩擦力によってボール１２の回転がラック軸３に伝達され、ラック軸３がボール螺子ナット１３に対して相対的に軸方向に移動するようになっている。つまり、ボール螺子ナット１３の回転がラック軸３の軸方向移動に変換される。

30

【００３６】

そして、転動路Ｌ１内を転動して転動路Ｌ１の一端（接続点Ｐ１又は接続点Ｐ２）に到達した各ボール１２は、ボール螺子ナット１３に形成された上記還流路Ｌ２を通過することにより、転動路Ｌ１の他端（接続点Ｐ２又は接続点Ｐ１）に排出され、転動路Ｌ１に設定された二つの接続点Ｐ１，Ｐ２間を下流側から上流側へと移動する。なお、この還流路Ｌ２内では、各ボール１２は、転動路Ｌ１内のようにラック軸３及びボール螺子ナット１３から負荷を受けず、転動路Ｌ１から還流路Ｌ２内に新たにボール１２が進入することにより、それぞれボール循環方向（進行方向）後方に隣接するボール１２に押圧されて同還流路Ｌ２内を移動するようになっている。

40

【００３７】

従って、ボール螺子装置５は、転動路Ｌ１と還流路Ｌ２との間を繰り返し循環する無限循環が可能に構成されており、ボール螺子ナット１３の回転をラック軸３の軸方向移動に変換することが可能となっている。

【００３８】

ここで、本実施形態のボール螺子装置５では、この還流路Ｌ２は、ボール螺子ナット１３に対して、上記転動路Ｌ１から各ボール１２を掬い上げる機能及び同転動路Ｌ１への再排出機能を備えた循環部材（デフレクタ）１５を装着することにより形成される。つまり

50

、ボール螺子装置 5 は、所謂デフレクタ式のボール螺子装置として構成されている。なお、本実施形態の循環部材 15 は、加熱溶融した金属を成形金型に射出して成形する金属射出成形 (MIM: Metal Injection Molding) により製造される。

【0039】

詳述すると、図 3 及び図 4 に示すように、ボール螺子ナット 13 には、上記二つの接続点 P1, P2 に対応する位置に、同ボール螺子ナット 13 を径方向に貫通する一対の取付孔 16, 17 が形成されている。なお、本実施形態では、各接続点 P1, P2 は、ボール螺子ナット 13 の軸方向において、その間に複数列のナット側螺子溝 14 を挟む位置に設定されており、転動路 L1 及び還流路 L2 により 1 つの循環経路が形成されるようになっている (図 2 参照)。また、各取付孔 16, 17 は、断面略小判型に形成されるとともに、ボール螺子ナット 13 の周方向 (図 3 における上下方向) において、互いにずれた位置に形成されている。そして、ボール螺子ナット 13 の外周面 13a には、これら両取付孔 16, 17 間を接続する取付凹部 18 が凹設されている。

10

【0040】

一方、図 5 及び図 6 に示すように、循環部材 15 は、上記各取付孔 16, 17 に挿入される一対の挿入部 19, 20 と、これら両挿入部 19, 20 間を連絡する連絡部 21 とを備えてなる。

【0041】

具体的には、各挿入部 19, 20 は、各取付孔 16, 17 の断面形状に対応した断面略小判型をなす筒状に形成されている。また、連絡部 21 は、各挿入部 19, 20 の基端 (図 6 における上側の端部) 19a, 20a を連絡するようにこれら各挿入部 19, 20 間に形成されている。そして、連絡部 21 は、上記取付凹部 18 に対応して同取付凹部 18 に嵌合可能な形状に形成されている (図 3 及び図 4 参照)。

20

【0042】

つまり、循環部材 15 は、その各挿入部 19, 20 が、それぞれ対応する各取付孔 16, 17 に挿入されるとともに、その連絡部 21 が、各取付孔 16, 17 間を接続する取付凹部 18 に嵌着されることにより、ボール螺子ナット 13 に装着される。そして、上記還流路 L2 は、その循環部材 15 の装着により、各取付孔 16, 17 に挿入された各挿入部 19, 20 が形成する第 1 通路 L3 と、取付凹部 18 に嵌着された連絡部 21 が形成する第 2 通路 L4 とにより構成される。

30

【0043】

各挿入部 19, 20 には、挿入端 (図 6 における下側の端部) 19b, 20b 側に開口するとともに、当該各挿入部 19, 20 の軸線 (図 6 における上下方向) に略沿うように同挿入端 19b, 20b から基端 19a, 20a 側に向って延びる貫通孔 22, 23 が延設されており、同貫通孔 22, 23 により第 1 通路 L3 が構成されている。そして、この第 1 通路 L3 (貫通孔 22, 23) は、その全長に亘って滑らかに湾曲することにより、その基端 19a, 20a 側が、上記連絡部 21 の形成する第 2 通路 L4 に接続されるようになっている。また、挿入端 19b, 20b には、上記転動路 L1 内を転動した各ボール 12 を同転動路 L1 から還流路 L2 内に掬い上げるためのベロ部 24, 25 が、ラック軸 3 の軸側螺子溝 11 内に挿入されるように突出して形成されている (図 9 参照)。

40

【0044】

従って、各挿入部 19, 20 に形成された第 1 通路 L3 は、該各挿入部 19, 20 が各取付孔 16, 17 に挿入されることによって、転動路 L1 に接続される。そして、上記転動路 L1 内を転動する各ボール 12 は、そのボール循環方向後方に隣接するボール 12 によって押圧されることにより、その挿入端 19b, 20b に形成された上記ベロ部 24, 25 に掬い上げられ、同第 1 通路 L3 (還流路 L2) 内へと進入するようになっている。

【0045】

一方、図 5 ~ 図 7 に示すように、連絡部 21 には、該連絡部 21 の挿入端 (図 7 における下側の端部) 21b 側に開口した連絡溝 26 が凹設されており、同連絡溝 26 により第 2 通路 L4 が構成されている。この第 2 通路 L4 (連絡溝 26) は、連絡部 21 の軸線 M

50

に沿って略直線状に形成されることにより、その両端が各挿入端 19b, 20b に形成された第 1 通路 L3 に連通されている。そして、図 7 に示すように、この第 2 通路 L4 の延伸方向と直交する断面は、挿入端 21b 側の一部が切り欠かれた円形状に形成されている。具体的には、連絡部 21 の挿入端 21b には、連絡溝 26 の内側に対向して突出するとともに、連絡溝 26 の長手方向に沿って延びるフランジ対 27 が形成されており、このフランジ対 27 により、同連絡溝 26 (第 2 通路 L4) を通過する各ボール 12 が支持されるようになっている。

【0046】

また、図 3 に示すように、ボール螺子ナット 13 の外周面 13a には、上記取付凹部 18 の周縁を囲むように同取付凹部 18 に連通する浅溝 28 が形成されている。一方、図 5 及び図 6 に示すように、連絡部 21 の基端 (図 6 における上側の端部) 21a には、この浅溝 28 に対応するフランジ 29 が形成されている。そして、ボール螺子ナット 13 に装着された循環部材 15 は、この浅溝 28 内に配置されたフランジ 29 がかしめられることにより、同フランジ 29 がボール螺子ナット 13 の外周面 13a と面一となる状態で、ボール螺子ナット 13 に固定されるようになっている。

【0047】

ここで、図 8 に示すように、転動路 L1 と還流路 L2 との各繋ぎ目 31, 32 部分には、循環部材 15 の寸法精度やボール螺子ナット 13 への組付精度等に起因して、段差が生じることがある。そこで、図 9 に示すように、ナット側螺子溝 14 における各取付孔 16, 17 に臨む各接続部 33, 34 には、上記段差を小さくするため研磨等の段差加工が施されている。この段差加工は、各接続部 33, 34 に設定された加工範囲 T1 に施されるようになっている。また、本実施形態では、挿入部 19, 20 の各貫通孔 22, 23 におけるベ口部 24, 25 と対向する開口部 35, 36 に設定された加工範囲 T2 にも、上記段差を小さくする段差加工が施されている。

【0048】

そして、図 2 ~ 図 4 に示すよう、ボール螺子ナット 13 は、ラック軸 3 と同軸に配置されるようにして、その軸方向における一端側 (図 2 における右側) のみがモータ軸 6 の軸方向端部 6a に固定されている。具体的には、ボール螺子ナット 13 の一端側に設けられた固定端部 13b には、その軸方向に向って延びる中空軸状の固定軸 37 が形成されている。一方、モータ軸 6 の内周には、この固定軸 37 の外周に形成された螺子部 38 に対応する螺子部 39 が形成されている。そして、ボール螺子ナット 13 は、その固定軸 37 (螺子部 38) がモータ軸 6 の螺子部 39 に螺合されることにより、その一端側のみが同モータ軸 6 の軸方向端部 6a に固定されるとともに、その他端側 (図 2 における左側) の自由端部 13c が固定されない状態となっている。

【0049】

なお、図 2 に示すように、本実施形態では、モータ軸 6 における軸方向端部 6a の外周には、略円環状の規制部材 41 が螺着されており、ボール螺子ナット 13 の固定端部 13b に形成された係合凹部 42 に、同規制部材 41 の規制部 43 がかしめられて係合することにより、ボール螺子ナット 13 とモータ軸 6 との相対回転が規制されるようになっている。

【0050】

そして、駆動源であるモータ 4 の回転は、このボール螺子ナット 13 がモータ軸 6 とともに一体回転することによりボール螺子装置 5 へと入力される。これにより、EPS1 は、ボール螺子ナット 13 を回転駆動し、モータ 4 のトルクを軸方向の押圧力としてラック軸 3 に伝達することにより、操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する構成となっている。

【0051】

(ボール詰まり抑制構造)

次に、本実施形態のボール螺子装置において、ボールが詰まることを抑制するボール詰まり抑制構造について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

上述のように、ボール 1 2 はベロ部 2 4 又はベロ部 2 5 により転動路 L 1 から掬い上げられて還流路 L 2 に進入するようになっており、ボール 1 2 の移動方向は、還流路 L 2 から転動路 L 1 に排出される際において、繋ぎ目 3 2 近傍で急変する。そして、ボール 1 2 は、還流路 L 2 から転動路 L 1 に排出されると、軸側螺子溝 1 1 及びナット側螺子溝 1 4 に挟まれて負荷が急増するため、繋ぎ目 3 2 近傍（接続部 3 4）においてボール 1 2 の詰まりが発生し易くなる。

【 0 0 5 3 】

この点を踏まえ、図 1 0 ~ 図 1 2 に示すように、ボール螺子ナット 1 3 は、ラック軸 3 の軸心 O 1 からナット側螺子溝 1 4 の底部 1 4 a までの距離 D が一定に形成されるベース部 5 1 と、距離 D がベース部 5 1 よりも大きく形成される拡径部 5 2 とを有している。すなわち、ナット側螺子溝 1 4 は、ボール螺子ナット 1 3 におけるベース部 5 1 が形成された部分では、螺旋状に延びる同ナット側螺子溝 1 4 の延伸方向に沿った任意の延伸位置での距離 D が一定となるように形成されている。また、ボール螺子ナット 1 3 における拡径部 5 2 が形成された部分では、ナット側螺子溝 1 4 の任意の延伸位置での距離 D が、ベース部 5 1 よりも大きくなるように形成されている。そして、拡径部 5 2（図 1 0 及び図 1 1 において「T 3」で示す範囲）は、接続部 3 4 を含むように形成されている。また、ベース部 5 1（図 1 0 及び図 1 1 において「T 4」で示す範囲）では、ボール 1 2 が軸側螺子溝 1 1 及びナット側螺子溝 1 4 に挟まれるように距離 D が設定されている。

【 0 0 5 4 】

なお、図 1 0 及び図 1 2 において、拡径部 5 2 が形成された範囲 T 3 に、ベース部 5 1 での距離 D と等しくなる底部 1 4 a の位置を仮想的に二点鎖線で示す。また、図 1 0 では、説明の便宜上、ボール 1 2 が軸側螺子溝 1 1 とナット側螺子溝 1 4 とに挟まれて受ける負荷により、同ボール 1 2 に生じる形状の変化を誇張して示している。

【 0 0 5 5 】

詳述すると、拡径部 5 2 は、ナット側螺子溝 1 4 におけるボール螺子ナット 1 3 の固定端部 1 3 b 側に設けられた加工範囲 T 1 を含む範囲、すなわちボール螺子ナット 1 3 の固定端部 1 3 b 側に設けられた取付孔 1 7 に臨む接続部 3 4 を含むように形成されている。そして、拡径部 5 2 は、繋ぎ目 3 2 から連続する一周の範囲内（本実施形態では繋ぎ目 3 2 から軸心 O 1 を中心として時計回りに略 1 8 0 ° の範囲）におけるナット側螺子溝 1 4 を、同拡径部 5 2 とベース部 5 1 との境目 5 3 から繋ぎ目 3 2 に近接するにつれて、連続的に曲率半径が大きくなる螺旋状とすることにより形成されている。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態では、図 1 0 及び図 1 2 に示すように、拡径部 5 2 は、軸側螺子溝 1 1 の底部 1 1 a 及びナット側螺子溝 1 4 の底部 1 4 a のいずれか一方に接触した状態のボール 1 2 が、底部 1 1 a 及び底部 1 4 a のいずれか他方と非接触となる非接触領域としての非接触部 5 4（図 1 0 において「T 5」で示す範囲）を有している。すなわち、この非接触領域では、軸側螺子溝 1 1 の底部 1 1 a に接触した状態のボール 1 2 と、ナット側螺子溝 1 4 の底部 1 4 a との間に、ボール螺子ナット 1 3 の径方向（図 1 2 において上下方向）に沿った隙間が設けられるように形成されている。また、非接触部 5 4 は、繋ぎ目 3 2 から連続して設けられている。

【 0 0 5 7 】

これにより、図 1 3 に示すように、拡径部 5 2 は、繋ぎ目 3 2 から転動路 L 1 の延伸方向に離間するにつれて（図 1 0 におけるボール循環方向に沿って）、距離 D が連続的に小さくなるように形成されている。従って、本実施形態において、拡径部 5 2（範囲 T 3）全体が繋ぎ目 3 2（還流路 L 2）から転動路 L 1 の延伸方向に離間する方向に進むにつれて距離 D が小さくなる徐変領域として構成されている。

【 0 0 5 8 】

このように構成されたボール螺子装置 5 において、上記のようにボール螺子ナット 1 3 は、その固定端部 1 3 b 側のみが固定される（図 2 参照）。そのため、ボール螺子ナット

13は、軸方向に荷重を受けて変形する際に、該ボール螺子ナット13の固定端部13b側に比べて自由端部13c側の方が、変形前の状態からの変位量が大きくなる。ナット側螺子溝14におけるボール螺子ナット13の自由端部13c側が大きく変位することにより、転動路L1内の空間が大きくなるため、同自由端部13c側の転動路L1内に配設されたボール12が受ける負荷は小さくなる。これに対し、ナット側螺子溝14におけるボール螺子ナット13の固定端部13b側は変位量が小さく、転動路L1内の空間があまり大きくならないため、固定端部13b側の転動路L1内に配設されたボール12が相対的に大きな負荷を受けることになる。

【0059】

一方、拡径部52が構成する転動路L1においては、距離Dが大きく形成されているため、同転動路L1内の空間が、ベース部51が形成された範囲に比べて大きくなる。そのため、拡径部52においては、同拡径部52での距離Dをベース部51での距離Dと同一にした場合に比べて、ボール12が軸側螺子溝11とナット側螺子溝14とから受ける負荷が小さくなる。これにより、還流路L2から転動路L1に排出される際に、繋ぎ目31近傍でボール12に加わる負荷が急増することが抑制される。そして、繋ぎ目32からベース部51に近づくにつれて上記距離Dが徐々に小さくなるため、ボール12が拡径部52内を還流路L2から離間する方向(図10に示すボール循環方向)に移動するにつれて、転動路L1内の空間が徐々に小さくなり、ボール12に加わる負荷が徐々に大きくなる。

【0060】

従って、図14に示すように、ボール12が受ける負荷は、ボール螺子ナット13の軸方向位置における固定端部13b側では、負荷が小さくなり、ボール螺子ナット13の自由端部13c側に向かうにつれて徐々に大きくなる。そして、同ボール12が受ける負荷は、ナット側螺子溝14におけるベース部51の拡径部52側端部付近において最大となってから徐々に小さくなる。なお、図14において、ナット側螺子溝14に拡径部52を形成しない場合に、ボール12が受ける負荷を破線で示す。

【0061】

以上記述したように、本実施形態によれば、以下の作用効果を奏することができる。

(1) ボール螺子装置5は、ボール螺子ナット13に形成された取付孔16, 17に循環部材15を装着することにより還流路L2を形成するようにした。また、ボール螺子ナット13は、ラック軸3の軸心O1から同ナット側螺子溝14の底部14aまでの距離Dが一定に形成されるベース部51と、距離Dが同ベース部51での距離Dよりも大きく形成される拡径部52とを備えた。そして、この拡径部52が接統部34を含むように形成した。

【0062】

上記構成によれば、接統部34においては、ラック軸3の軸心O1からナット側螺子溝14の底部14aまでの距離Dがベース部51よりも大きくなるようにボール螺子ナット13が形成されている。そのため、ボール12に加わる負荷が接統部34において急増せず、ボール12の詰まりを効果的に防止することができる。

【0063】

また、本実施形態のボール螺子装置5は、ナット側螺子溝14と軸側螺子溝11とに挟まれてボール12が転動するように、ラック軸3の軸心O1からナット側螺子溝14の底部14aまでの距離Dが一定に形成されたベース部51を備えている。これにより、ボール螺子ナット13のトルクをラック軸3に対して確実に伝達できる。

【0064】

ここで、上記のように特許文献3のボール螺子装置は、ボール螺子ナットに作用する軸方向荷重が小さい場合、トルク伝達に寄与するボールの数が減少し、螺子軸の反応に遅れやズレが生じてしまう虞がある。これに対し、本実施形態のボール螺子装置5は、ボール螺子ナット13に作用する軸方向荷重の大きさに関係なく、ベース部51を転動するボール12がボール螺子ナット13のトルク伝達に寄与する。そのため、ボール螺子ナット1

10

20

30

40

50

3のトルクをラック軸3に対して効率的かつ安定的に伝達することができる。

【0065】

(2) 拡径部52に、ボール12が軸側螺子溝11の底部11a及びナット側螺子溝14の底部14aのいずれか一方と非接触になる非接触部54を形成し、この非接触部54を繋ぎ目32部分から連続して設けた。上記構成によれば、非接触部54では、ボール12が軸側螺子溝11とナット側螺子溝14との間に挟まれなくなる。すなわち、拡径部52の非接触部54が構成する転動路L1においては、各ボール12は略無負荷状態となる。そして、非接触部54は繋ぎ目32から連続して設けられるため、還流路L2から転動路L1に排出される際に、ボール12の移動方向が急変するのと同時に、ボール12に加わる負荷が急増することを確実に抑制できるようになる。これにより、ボール12の詰まりが発生することをより抑制できる。

10

【0066】

(3) 拡径部52を、繋ぎ目32部分からベース部51に近づくにつれて距離Dが連続的に小さくなるように形成した。上記構成によれば、還流路L2から転動路L1に排出されたボール12が、軸側螺子溝11及びナット側螺子溝14に挟まれて受ける負荷を徐々に大きくすることができるため、より一層、ボール12の詰まりが発生することを抑制できる。

【0067】

(4) 一对の取付孔16, 17を、ボール螺子ナット13の軸方向において複数列のナット側螺子溝14を挟む位置に設け、ボール螺子ナット13の軸方向における一端側に設けられた固定端部13bのみを固定した。そして、拡径部52がボール螺子ナット13の固定端部13b側に設けられた取付孔17に臨む接続部34を含むように形成した。

20

【0068】

上記のように、本実施形態では固定端部13b側の転動路L1内に配設されたボール12の方が自由端部13c側の転動路L1内に配設されたボール12に比べて大きな負荷を受けるため、固定端部13b側にボール12が排出される際に、同ボール12に加わる負荷がより急激に変化することになる。この点、上記構成によれば、固定端部13b側に設けられた取付孔17に臨む接続部34を含むように拡径部52が形成されるため、好適にボール12の詰まりが発生することを抑制できる。

【0069】

30

(5) 拡径部52を、ナット側螺子溝14における繋ぎ目32から連続する一周の範囲内に形成した。

ここで、拡径部52が構成する転動路L1においては、ボール12に加わる負荷が小さくなるため、同拡径部52が形成される範囲が長くなると、ボール螺子装置5によるトルクの伝達効率が低下してしまう。この点、上記構成によれば、拡径部52は、ナット側螺子溝14における繋ぎ目32から連続する一周の範囲内に形成されるため、トルクの伝達効率が低下することを抑制しつつ、ボール12の詰まりが発生することを抑制できる。

【0070】

(6) 繋ぎ目32から連続する一周の範囲内におけるナット側螺子溝14を、同拡径部52とベース部51との境目53から繋ぎ目32に近接するにつれて、連続的に曲率半径が大きくなる螺旋状とした。このようにナット側螺子溝14を形成することにより、繋ぎ目32から転動路L1の延伸方向に離間するにつれて距離Dが徐々に小さくなる拡径部52を容易に形成することができる。

40

【0071】

(第2実施形態)

以下、本発明を具体化した第2実施形態を図面に従って説明する。なお、説明の便宜上、同一の構成については上記第1実施形態と同一の符号を付してその説明を省略する。

【0072】

図15に示すように、本実施形態の拡径部52は、繋ぎ目32から連続する一周の範囲(本実施形態では繋ぎ目32から軸心O1を中心として時計回りに略45°の範囲)内に

50

におけるナット側螺子溝 1 4 により構成される螺旋の中心 O 2 を、ラック軸 3 の軸心 O 1 に対して循環部材 1 5 側に偏心させることにより、接続部 3 4 を含むように形成されている。

【 0 0 7 3 】

具体的には、拡径部 5 2 は、ナット側螺子溝 1 4 における拡径部 5 2 とベース部 5 1 との境目 5 3 から接線方向に沿って直線状に伸びる直線部 6 1 と、同直線部 6 1 に連続するとともに接続部 3 4 を含む湾曲部 6 2 とにより構成されている。また、湾曲部 6 2 は、同湾曲部 6 2 により構成される螺旋の曲率半径 R 1 が、ベース部 5 1 の部分により構成される螺旋の曲率半径 R 2 と同一になるように形成されている。なお、曲率半径 R 2 は、ナット側螺子溝 1 4 におけるベース部 5 1 での距離 D と等しい。さらに、直線部 6 1 の一部及び湾曲部 6 2 は、ボール 1 2 が軸側螺子溝 1 1 の底部 1 1 a 及びナット側螺子溝 1 4 の底部 1 4 a のいずれか一方と非接触となる非接触領域としての非接触部 5 4 (図 1 5 において「 T 5 」で示す範囲) として構成されている。

10

【 0 0 7 4 】

これにより、拡径部 5 2 は、上記第 1 実施形態と同様に、繋ぎ目 3 2 から転動路 L 1 の延伸方向に離間するにつれて上記距離 D が連続的に小さくなるように形成されている (図 1 3 参照) 。従って、本実施形態では、拡径部 5 2 全体が徐変領域として構成されている。

【 0 0 7 5 】

以上記述したように、本実施形態によれば、上記第 1 実施形態の (1) ~ (5) の作用効果に加えて、以下の作用効果を奏することができる。

20

(7) 繋ぎ目 3 2 から連続する一周の範囲内におけるナット側螺子溝 1 4 により構成される螺旋の中心 O 2 を、ラック軸 3 の軸心 O 1 に対して循環部材 1 5 側に偏心させた。このようにナット側螺子溝 1 4 を形成することにより、繋ぎ目 3 2 から転動路 L 1 の延伸方向に離間するにつれて距離 D が徐々に小さくなる拡径部 5 2 を容易に形成することができる。

【 0 0 7 6 】

なお、上記実施形態は、これを適宜変更した以下の態様にて実施することもできる。

・上記第 1 実施形態では、拡径部 5 2 全体を繋ぎ目 3 2 から離間するにつれて距離 D が小さくなる徐変領域として構成したが、これに限らず、拡径部 5 2 に距離 D が一定に形成される部分を設けるようにしてもよい。具体的には、例えば図 1 6 及び図 1 7 に示すように、拡径部 5 2 を、距離 D が任意の延伸位置で一定となる一定部 7 1 と、ベース部 5 1 に隣接して配置されるとともに繋ぎ目 3 2 からベース部 5 1 に近づくにつれて距離 D が小さくなる徐変領域としての徐変部 7 2 とにより構成してもよい。

30

【 0 0 7 7 】

・上記第 1 実施形態では、拡径部 (徐変領域) 5 2 を還流路 L 2 から離間するにつれて距離 D が連続的に小さくなるように形成したが、これに限らず、拡径部 5 2 を、距離 D が段階的に (ステップ状に) が小さくなるように形成してもよい。さらに、拡径部 5 2 全体を距離 D が一定となるように形成してもよい。

【 0 0 7 8 】

・上記第 1 実施形態では、拡径部 5 2 に非接触部 5 4 を形成したが、これに限らず、拡径部 5 2 に非接触部 5 4 を形成しなくともよい。つまり、繋ぎ目 3 2 から連続する範囲において、軸側螺子溝 1 1 の底部 1 1 a に接触した状態のボール 1 2 がナット側螺子溝 1 4 の底部 1 4 a に対して接触する、すなわちボール 1 2 が軸側螺子溝 1 1 とナット側螺子溝 1 4 との間に挟まれるように拡径部 5 2 を形成してもよい。同様に、上記第 2 実施形態において、拡径部 5 2 に非接触部 5 4 を形成しなくともよい。

40

【 0 0 7 9 】

・上記第 1 実施形態では、拡径部 5 2 を、繋ぎ目 3 2 から連続する一周の範囲内に形成したが、これに限らず、一周よりも大きな範囲に亘って拡径部 5 2 を形成してもよい。同様に、上記第 2 実施形態において、拡径部 5 2 を、繋ぎ目 3 2 から一周よりも大きな範囲

50

に亘って形成してもよい。

【0080】

さらに、上記第2実施形態において、ナット側螺子溝14全体により構成される螺旋の中心を、ボール螺子ナット13の外周面13aの中心に対して循環部材15側に偏心させることにより、拡径部52を形成してもよい。なお、この場合には、ボール螺子ナット13の外周面13aの中心がラック軸3の軸心O1と一致するように、ボール螺子ナット13をモータ軸6に対して固定する。

【0081】

・上記各実施形態では、接続部33, 34における加工範囲T1及び開口部35, 36における加工範囲T2に段差加工を施したが、これに限らず、接続部33, 34における加工範囲T1にのみ段差加工を施すようにしてもよい。

10

【0083】

・上記各実施形態では、本発明をボール螺子ナット13に1つの循環部材15（還流路L2）を装着するボール螺子装置5に適用したが、これに限らず、ボール螺子ナット13に複数の循環部材を装着し、独立した複数の循環経路が形成されるボール螺子装置（例えば特許文献2参照）に適用してもよい。

【0084】

・上記各実施形態では、本発明を、EPS用のボール螺子装置5に適用したが、これに限らず、EPS以外の用途に用いられるボール螺子装置に適用してもよい。

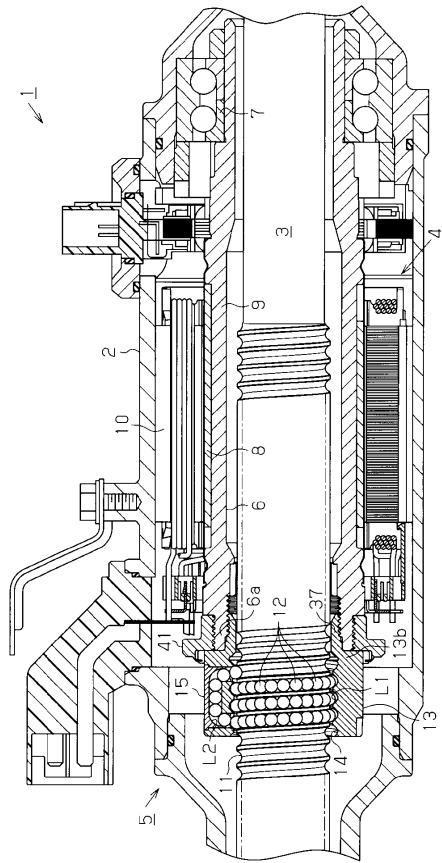
【符号の説明】

20

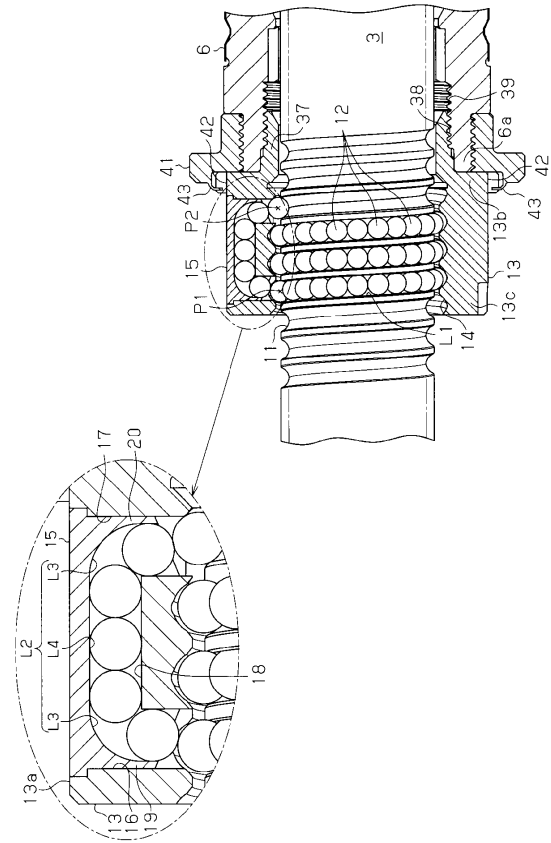
【0085】

1...電動パワーステアリング装置（EPS）、3...ラック軸、5...ボール螺子装置、11...軸側螺子溝、11a, 14a...底部、12...ボール、13...ボール螺子ナット、14...ナット側螺子溝、15...循環部材、16, 17...取付孔、19, 20...挿入部、21...連絡部、31, 32...繋ぎ目、33, 34...接続部、35, 36...開口部、51...ベース部、52...拡径部、53...境目、54...非接触部、61...直線部、62...湾曲部、71...一定部、72...徐変部、D...距離、L1...転動路、L2...還流路、O1...軸心、O2...中心、R1, R2...曲率半径、T1, T2...加工範囲、T3, T4, T5...範囲。

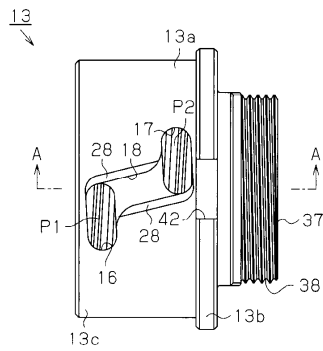
【図 1】



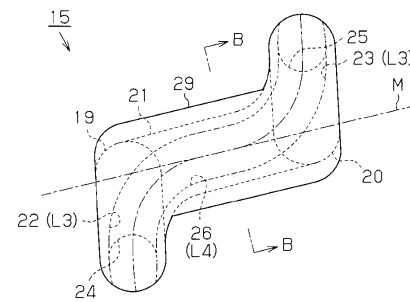
【図 2】



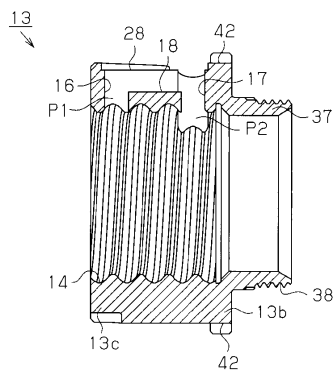
【図 3】



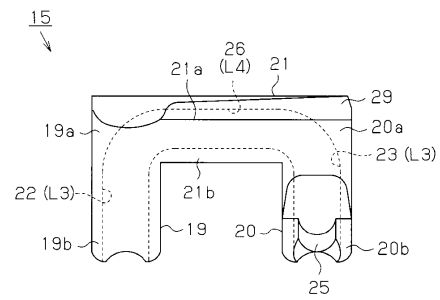
【図 5】



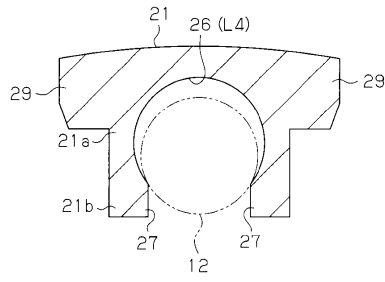
【図 4】



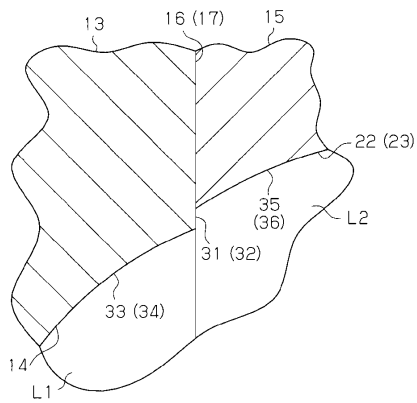
【図 6】



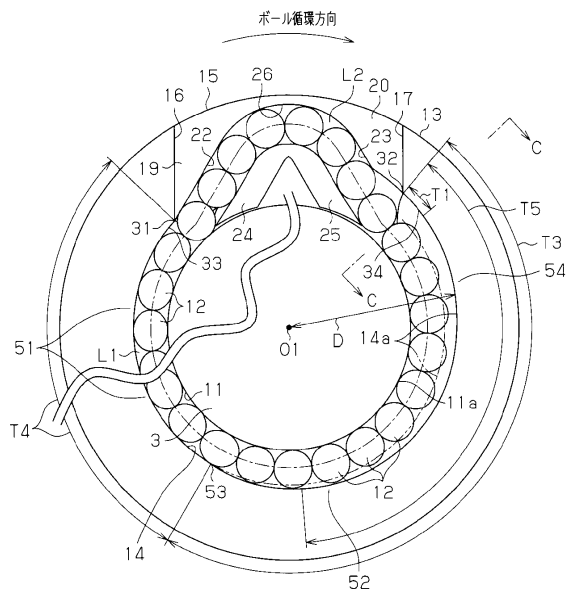
【図 7】



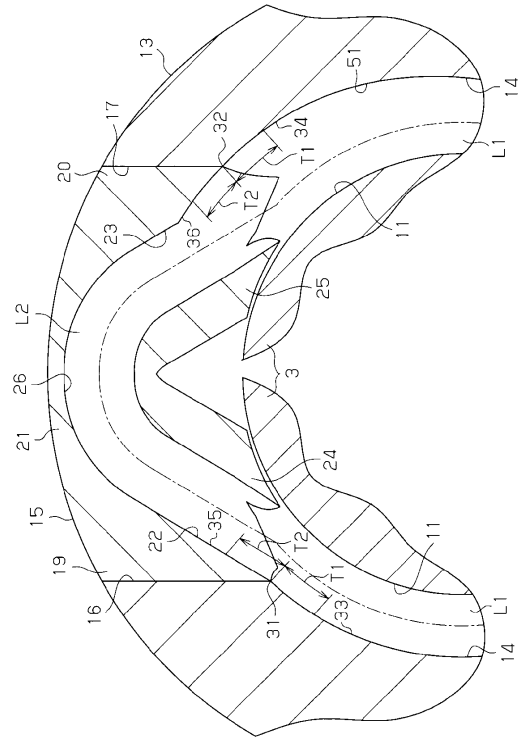
【図 8】



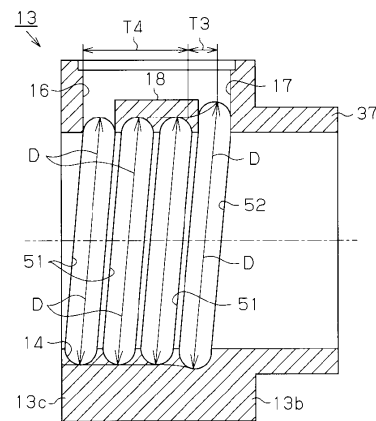
【図 10】



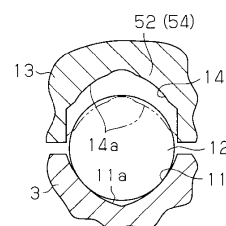
【図 9】



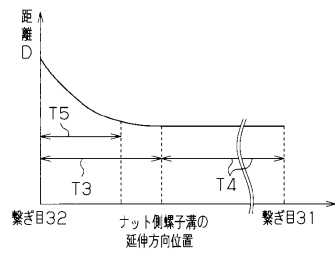
【図 11】



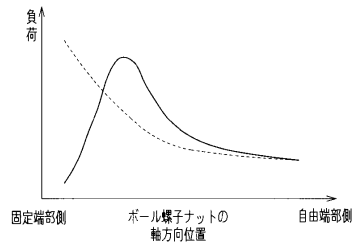
【図 12】



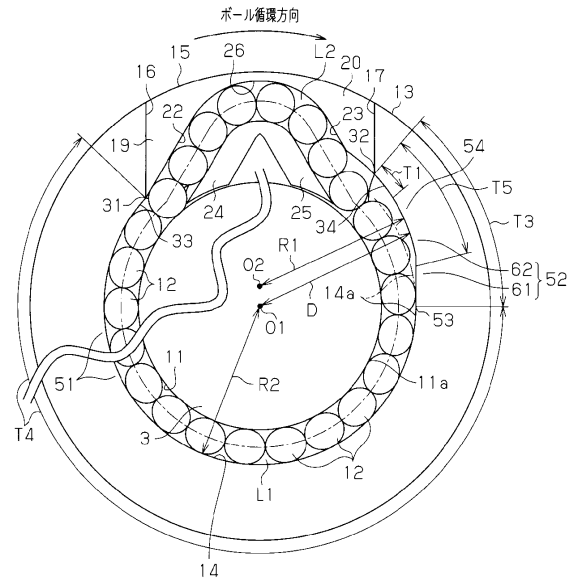
【図 13】



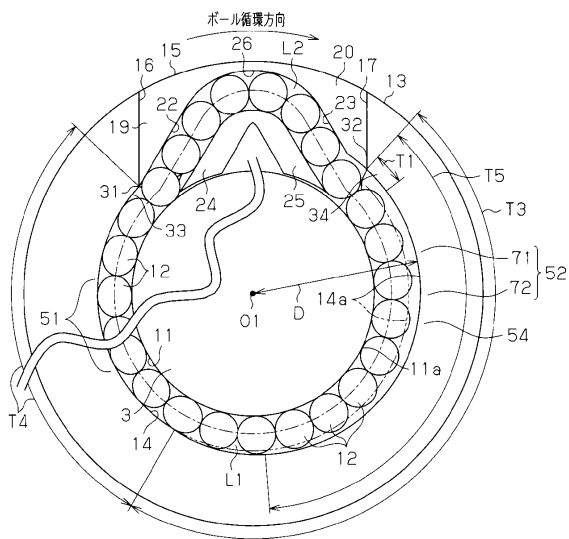
【図 14】



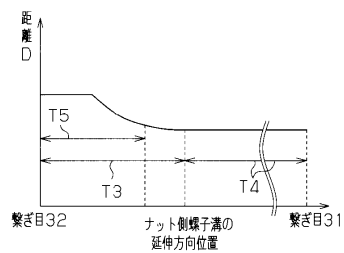
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 原 崇

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

審査官 小林 忠志

(56)参考文献 特開2003-194178(JP, A)

特開2010-071411(JP, A)

特開2001-141019(JP, A)

特開2003-148584(JP, A)

特許第3381735(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 19/00 - 37/16

F16H 49/00

B62D 5/00 - 5/32