

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7694649号
(P7694649)

(45)発行日 令和7年6月18日(2025.6.18)

(24)登録日 令和7年6月10日(2025.6.10)

(51)国際特許分類	F I
F 1 6 H 25/22 (2006.01)	F 1 6 H 25/22 M
F 1 6 H 25/24 (2006.01)	F 1 6 H 25/22 D
	F 1 6 H 25/24 B

請求項の数 4 (全16頁)

(21)出願番号	特願2023-511400(P2023-511400)	(73)特許権者	000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
(86)(22)出願日	令和4年3月29日(2022.3.29)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/015605	(72)発明者	阿部 大輔 神奈川県藤沢市桐原町1 2 番地 日本精工株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/210747	(72)発明者	高橋 大樹 神奈川県藤沢市桐原町1 2 番地 日本精工株式会社内
(87)国際公開日	令和4年10月6日(2022.10.6)	審査官	金田 直之
審査請求日	令和6年12月19日(2024.12.19)		
(31)優先権主張番号	特願2021-57340(P2021-57340)		
(32)優先日	令和3年3月30日(2021.3.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

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】

一端部が第1方向を指し、他端部が第2方向を指し、かつ外周面に外周軌道面が設けられたねじ軸と、

内周面に内周軌道面が設けられ、前記ねじ軸に貫通されるナットと、

前記外周軌道面と前記内周軌道面との間の軌道に配置された複数のボールと、

を備え、

前記ナットは、少なくとも3つ以上の循環部品を有し、

前記軌道は、各前記循環部品に対応する少なくとも3つ以上のボール回路を有し、

少なくとも3つ以上の前記ボール回路は、

前記ねじ軸の中心軸と平行な軸方向において、前記ナットの中央部に位置する中央回路と、

前記中央回路よりも前記第1方向に位置する第1回路と、

前記中央回路よりも前記第2方向に位置する第2回路と、

を有し、

前記外周軌道面は、各条の有効径が同一であり、

前記内周軌道面のうち前記第1回路に属する第1内周軌道面と、前記第2回路に属する第2内周軌道面とは、前記中央回路に属する中央内周軌道面と有効径が異なり、

前記ナットは、

筒状を成し、前記内周軌道面が設けられたナット本体と、

前記ナット本体の前記第 1 方向の端部に設けられた第 1 取付部と、
を有し、
前記ねじ軸は、
軸状を成し、前記外周軌道面が設けられたねじ軸本体と、
前記ねじ軸本体の前記第 2 方向の端部に設けられた第 2 取付部と、
を有し、
前記第 1 内周軌道面と前記第 2 内周軌道面とは、前記中央内周軌道面よりも有効径が大
きく、
前記第 1 取付部と前記第 1 回路との軸方向の距離は、前記第 2 取付部と前記第 2 回路との
軸方向の距離よりも短く、
前記第 1 内周軌道面は、前記第 2 内周軌道面よりも有効径が大きい
ボールねじ装置。

【請求項 2】

前記第 1 内周軌道面の各条は、前記第 1 方向に位置するにつれて有効径が大きい
請求項 1 に記載のボールねじ装置。

【請求項 3】

前記第 2 内周軌道面の各条は、前記第 2 方向に位置するにつれて有効径が大きい
請求項 1 又は請求項 2 に記載のボールねじ装置。

【請求項 4】

前記中央内周軌道面の各条は、前記ナット本体の前記軸方向の中央部から前記軸方向に
離れるにつれて有効径が大きい
請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のボールねじ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ボールねじ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ボールねじ装置は、ねじ軸と、ねじ軸に貫通されるナットと、ねじ軸とナットとの間に
配置される複数のボールと、を備える。ボールねじ装置は、射出成形機、プレス機などに
利用される場合、回転運動を直線運動に変換する。ナットは、筒状を成し内周面にボール
が転動する内周軌道面が設けられたナット本体と、ナット本体の端部に位置し他の部品が
取り付けられる取付部と、を有する。

【0003】

ボールねじ装置の駆動時、取付部に荷重が入力され、ナット本体に軸方向の応力が作用
する。特に、ナット本体のうち取付部に近い部分に大きな応力が作用する。このため、ナ
ット本体のうち取付部に近い部分は、軸方向に大きく弾性変形（伸縮）する。また、ナ
ット本体の弾性変形に伴い、内周軌道面のうち取付部に近い部分は、軸方向に大きく変位す
る。この結果、取付部に近くを転動するボールは、取付部から遠くを転動するボールより
も内周軌道面から受ける荷重が大きくなる。よって、ボールの負荷分布は、軸方向でばら
つきがある。

【0004】

これに対し、特許文献 1 のナットの内周軌道面は、取付部に近くなるにつれて有効径が
大きくなっている。言い換えると、ボールと内周軌道面との軸方向の隙間は、取付部に近
づくにつれて大きくなっている。このため、応力によりナットが弾性変形したとしても、
取付部の近くを転動するボールに作用する荷重が大きくならないように抑制されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第 3 3 8 1 7 3 5 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1のボールねじ装置は、ねじ軸の伸縮が考慮されていない。また、ボール回路が1つという限定があり、ボール回路が複数の場合に適用できない。よって、複数のボール回路を有し、ボール回路ごとの負荷分布におけるばらつきを抑制できるボールねじ装置の開発が望まれている。

【0007】

本開示は、上記に鑑みてなされたものであり、ボール回路ごとの負荷分布のばらつきを抑制できるボールねじ装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するため、本開示の一態様に係るボールねじ装置は、ねじ軸と、ナットと、複数のボールと、を備える。ねじ軸は、一端部が第1方向を指し、他端部が第2方向を指し、かつ外周面に外周軌道面が設けられる。ナットは、内周面に内周軌道面が設けられ、前記ねじ軸に貫通される。複数のボールは、前記外周軌道面と前記内周軌道面との間の軌道に配置される。前記ナットは、少なくとも3つ以上の循環部品を有する。前記軌道は、各前記循環部品に対応する少なくとも3つ以上のボール回路を有する。少なくとも3つ以上の前記ボール回路は、前記ねじ軸の中心軸と平行な軸方向において、前記ナットの中央部に位置する中央回路と、前記中央回路よりも前記第1方向に位置する第1回路と、前記中央回路よりも前記第2方向に位置する第2回路と、を有する。前記外周軌道面は、各条の有効径が同一である。前記内周軌道面のうち前記第1回路に属する第1内周軌道面と、前記第2回路に属する第2内周軌道面とは、前記中央回路に属する中央内周軌道面と有効径が異なる。

20

【0009】

第1内周軌道面と第2内周軌道面の有効径を中央内周軌道面の有効径よりも大きくしたり、小さくしたりすると、第1回路と第2回路を転動するボールに作用する荷重が増減する。つまり、本開示のボールねじ装置によれば、ナットやねじ軸に作用する応力やねじ軸の伸縮の影響を考慮しつつ、第1内周軌道面と第2内周軌道面の有効径を適宜設定することで、ボール回路ごとの負荷分布を均等にすることができる。

30

【0010】

また、本開示の一態様に係るボールねじ装置の望ましい態様として、前記ナットは、筒状を成し、前記内周軌道面が設けられたナット本体と、前記ナット本体の前記第1方向の端部に設けられた第1取付部と、を有する。前記ねじ軸は、軸状を成し、前記外周軌道面が設けられたねじ軸本体と、前記ねじ軸本体の前記第2方向の端部に設けられた第2取付部と、を有する。前記第1内周軌道面と前記第2内周軌道面とは、前記中央内周軌道面よりも有効径が大きい。

【0011】

本開示の第1内周軌道面は、中央内周軌道面の有効径よりも大きい。このため、ナット本体の弾性変形により第1内周軌道面が軸方向に大きく変位しても、第1回路のボールに対する荷重の増加を小さく抑えられる。また、第2内周軌道面は、中央内周軌道面の有効径よりも大きい。このため、ねじ軸の弾性変形により外周軌道面のうち第2内周軌道面と対向する部分が軸方向に大きく変位しても、第2回路のボールに対する荷重の増加を小さく抑えられる。以上から、第1回路と第2回路を転動するボールに作用する荷重の増加が抑制され、ボール回路ごとの負荷分布が均等となる。

40

【0012】

また、本開示の一態様に係るボールねじ装置の望ましい態様として、前記第1取付部と前記第1回路との軸方向の距離は、前記第2取付部と前記第2回路との軸方向の距離よりも短い。前記第1内周軌道面は、前記第2内周軌道面よりも有効径が大きい。

【0013】

50

第2取付部と第2回路との距離が長いため、外周軌道面のうち第2回路を構成する部分が軸方向に変位する変位量が小さい。よって、第2回路を転動するボールは、第1回路を転動するボールよりも作用する荷重が小さい(負荷が小さい)。そして、本開示のボールねじ装置によれば、第1内周軌道面の有効径が第2内周軌道面の有効径よりも大きい。よって、第2回路を転動するボールよりも第1回路を転動するボールに作用する負荷の方が大きく軽減される。このため、ボール回路ごとの負荷分布が均等となる。

【0014】

また、本開示の一態様に係るボールねじ装置の望ましい態様として、前記第1内周軌道面の各条は、前記第1方向に位置するにつれて有効径が大きい。

【0015】

これによれば、第1回路のボールの負荷分布に関し、軸方向に均等となる。

【0016】

また、本開示の一態様に係るボールねじ装置の望ましい態様として、前記第2内周軌道面の各条は、前記第2方向に位置するにつれて有効径が大きい。

【0017】

これによれば、第2回路のボールの負荷分布に関し、軸方向に均等となる。

【0018】

また、本開示の一態様に係るボールねじ装置の望ましい態様として、記中央内周軌道面の各条は、前記ナット本体の前記軸方向の中央部から前記軸方向に離れるにつれて有効径が大きい。

【0019】

これによれば、中央回路のボールの負荷分布に関し、軸方向に均等となる。

【発明の効果】

【0020】

本開示によれば、ボール回路ごとの負荷分布のばらつきを解消され、ボールねじ装置の長寿命化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、実施形態1に係るボールねじ装置の全体を示す全体図である。

【図2】図2は、実施形態1のナットを軸方向に切った断面図である。

【図3】図3は、比較例1のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【図4】図4は、実施形態1のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【図5】図5は、実施形態2に係るボールねじ装置の全体を示す全体図である。

【図6】図6は、実施形態2のナットを軸方向に切った断面図である。

【図7】図7は、実施形態3に係るボールねじ装置の全体を示す全体図である。

【図8】図8は、実施形態3のナットを軸方向に切った断面図である。

【図9】図9は、比較例2のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【図10】図10は、比較例3のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【図11】図11は、実施形態3のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【図12】図12は、実施形態4のナットを軸方向に切った断面図である。

【図13】図13は、比較例4のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【図14】図14は、実施形態4のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

発明を実施するための形態につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の説明で記載した内容により本開示が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

【 0 0 2 3 】

(実施形態 1)

図 1 は、実施形態 1 に係るボールねじ装置の全体を示す全体図である。図 2 は、実施形態 1 のナットを軸方向に切った断面図である。図 1 に示すように、実施形態 1 のボールねじ装置 1 0 0 は、ねじ軸 1 と、ナット 2 と、図示しない複数のボールと、を備える。

10

【 0 0 2 4 】

ねじ軸 1 は、中心軸 O を中心とする棒状部品である。以下、中心軸 O と平行な方向を軸方向と称する。ねじ軸 1 は、ねじ軸本体 1 0 と、第 2 取付部 1 1 と、を備える。ねじ軸本体 1 0 は、外周面に外周軌道面 1 2 が設けられている。外周軌道面 1 2 の溝形状は、特に図示しないがゴシックアークである。外周軌道面 1 2 の各条は、同一リードとなっている。外周軌道面 1 2 の各条は、有効径が全て同一となっている。第 2 取付部 1 1 は、ねじ軸本体 1 0 の端部に設けられている。第 2 取付部 1 1 は、ボールねじ装置 1 0 0 が利用される例えば、射出成形機、プレス機などの取付対象に取り付けられる。

【 0 0 2 5 】

ナット 2 は、ナット本体 2 0 と、第 1 取付部 2 1 と、を備える。図 2 に示すように、ナット本体 2 0 は、筒状を成している。ナット本体 2 0 の外径(直径)は、 $r 1$ となっている。ナット本体 2 0 は、内周面に内周軌道面 2 2 が設けられている。内周軌道面 2 2 の溝形状は、ゴシックアークである。内周軌道面 2 2 の各条は、外周軌道面 1 2 と同一リードである。よって、外周軌道面 1 2 と内周軌道面 2 2 との間は、螺旋状の軌道を成している。

20

【 0 0 2 6 】

ボールは、特に図示しないが、鋼球である。各ボールは、同一径であり、軌道に配置され、ボールねじ装置の駆動時、ボールが外周軌道面 1 2 と内周軌道面 2 2 を転動する。また、本実施形態において、ボールは、外周軌道面 1 2 と内周軌道面 2 2 に対して軸方向の隙間を有している。つまり、予圧が付与されていない状態でボールが組み付けられている。

【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、第 1 取付部 2 1 は、ナット本体 2 0 の外周面から径方向外側に突出したフランジである。第 1 取付部 2 1 には、例えば、射出成形機、プレス機などにおいて、軸方向に移動する対象物に取り付けられる。第 1 取付部 2 1 は、ナット本体 2 0 の軸方向の端部に位置している。以下、軸方向のうち、ナット本体 2 0 の軸方向の中央部から視て第 1 取付部 2 1 が配置されている方を第 1 方向 X 1 と称する。また、軸方向のうち、第 1 方向 X 1 と反対方向を第 2 方向 X 2 と称する。また、ねじ軸 1 において、第 2 取付部 1 1 は、ねじ軸本体 1 0 に対し、第 2 方向 X 2 に配置されている。

30

【 0 0 2 8 】

ナット 2 は、複数の循環部品 2 3 を備える。循環部品 2 3 は、チューブである。本実施形態の循環部品 2 3 は、軌道のうち 3 条分を一つのボール回路とし、ボールを循環させている。また、軌道は、各循環部品 2 3 に対応した複数のボール回路を有している。本実施形態においては、ナット 2 は、3 つの循環部品 2 3 を有している。よって、本実施形態のボール回路は、3 つ(図 2 の符号 3 A、3 B、3 C を参照)となる。

40

【 0 0 2 9 】

以下、3 つの循環部品 2 3 のうち最も第 1 方向に配置されるものを第 1 循環部品 2 3 A と称する。また、残りの 2 つの循環部品に関し、第 1 循環部品 2 3 A から第 2 方向 X 2 に配置される順に、中央循環部品 2 3 B、第 2 循環部品 2 3 C、と称する。また、第 1 循環部品 2 3 A により循環するボール回路を第 1 回路 3 A と称する。中央循環部品 2 3 B により循環するボール回路を中央回路 3 B と称する。第 2 循環部品 2 3 C により循環するボール回路を第 2 回路 3 C と称する。

50

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、内周軌道面 2 2 は、第 1 回路 3 A に属する第 1 内周軌道面 2 2 A と、中央回路 3 B に属する中央内周軌道面 2 2 B と、第 2 回路 3 C に属する第 2 内周軌道面 2 2 C と、を備える。第 1 内周軌道面 2 2 A と第 2 内周軌道面 2 2 C の有効径は、中央内周軌道面 2 2 B の有効径と異なる。詳細には、第 1 内周軌道面 2 2 A の各条は、それぞれ、有効径 D 1 となっている。中央内周軌道面 2 2 B の各条は、それぞれ、有効径 D 2 となっている。第 2 内周軌道面 2 2 C の各条は、それぞれ、有効径 D 3 となっている。第 1 内周軌道面 2 2 A と第 2 内周軌道面 2 2 C は、中央内周軌道面 2 2 B よりも有効径が大きい ($D 1、D 3 > D 2$)。よって、ボールと軌道面 (外周軌道面 1 2 と内周軌道面 2 2) との軸方向と径方向の間隙は、中央回路 3 B よりも第 1 回路 3 A と第 2 回路 3 C の方が大きい。なお、ナット 2 の内径 (直径) は、第 1 方向 X 1 の端部から第 2 方向 X 2 の端部に亘って同一径となっている。つまり、第 1 内周軌道面 2 2 A のねじ山と、中央内周軌道面 2 2 B のねじ山と、第 2 内周軌道面 2 2 C のねじ山は、それぞれ同じ高さとなっている。

10

【 0 0 3 1 】

次に、実施形態 1 のボールねじ装置の効果について説明する。効果の説明では、比較対象として比較例 1 のボールねじ装置を挙げる。比較例 1 のボールねじ装置は、第 1 内周軌道面 2 2 A と中央内周軌道面 2 2 B と第 2 内周軌道面 2 2 C の有効径が同一となっている点で実施形態 1 と相違し、その他の構成は同一である。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、比較例 1 のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布である。図 4 は、実施形態 1 のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布である。つまり、図 3 と図 4 は、ボールの軸方向の位置に対応して、作用する荷重の大小を示している。また、図 3 と図 4 において、プロットした各点 (白丸を参照) を繋ぎグラフ化している。また、グラフ化されたものは波形状を成している。言い換えると、ボールに作用する荷重は、ボールの軸方向の変位に対応して作用する荷重が周期的に増減している。これは、ボールねじ装置には、アキシャル荷重以外に、ラジアル方向の荷重が作用し、ボールねじ装置が撓む。すると、ボールねじ装置を断面視した場合、周方向の各部位で応力の大小が発生し、周方向の位置でボールに作用する荷重が増減するからである。つまり、折れ線グラフにおいて、波形の一周期は、ボールが周方向に一周したことを示している。なお、各ボール回路の条数は 3 つであるため、図 3 と図 4 に示すように、増減の周期は 3 つである。また、図 3 と図 4 に示すように、波形状のグラフは、ボール回路ごとに対応させるため、横軸方向に 3 つに分割している。以下、図 3 と図 4 を参照しながら、ボールの軸方向の負荷が、周期ごとにどのように変化しているかを説明する。

20

30

【 0 0 3 3 】

図 3 に示すように、比較例 1 に関し、中央回路 3 B では、波形の周期が変わっても、ボールに作用する荷重は大きく変化していない。一方、第 1 回路 3 A では、第 1 方向 X 1 に周期が変わるにつれて、ボールの負荷が増加している。同様に、第 2 回路 3 C においても、第 2 方向 X 2 に周期が変わるにつれて、ボールの負荷が増加している。よって、全体的にみると、内周軌道面 2 2 の軸方向の中央部から第 1 方向 X 1 及び第 2 方向 X 2 の方に周期が変わるにつれて、ボールに作用する荷重が増加している。よって、第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C を転動するボールは、中央回路を転動するボールよりも負荷が大きい。また、比較例 1 において、ボールに作用する負荷が最も小さくなる場合の周期を含んでいるが、中央回路 3 B である。ボールに作用する負荷が最も大きくなる場合の周期を含んでいるが、第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C である。そして、比較例 1 においてボールに作用する荷重の分布幅は、H 1 となっている。

40

【 0 0 3 4 】

一方、図 4 に示すように、実施形態 1 の中央回路 3 B において、比較例 1 と同様に、波形の周期が変わっても、ボールに作用する荷重は大きく変化していない。また、第 1 回路 3 A において、比較例 1 と同様に、第 1 方向 X 1 に周期が変わるにつれて、ボールの負荷が増加している。第 2 回路 3 C は、比較例 1 と同様に、第 2 方向 X 2 に周期が変わるにつ

50

れて、ボールの負荷が増加している。よって、実施形態 1 における各ボール回路 (3 A、3 B、3 C) の波形の形状は、比較例 1 の各ボール回路 (3 A、3 B、3 C) と略同じとなっている。

【 0 0 3 5 】

一方で、実施形態 1 の第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C は、第 1 内周軌道面 2 2 A 及び第 2 内周軌道面 2 2 C の有効径が大きく (軸方向の隙間が大きい) ため、比較例 1 よりも最大荷重が低減している。言い換えると、図 4 の第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C の波形は、図 3 の第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C の波形よりも下側に移動している。よって、第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C を転動するボールは、転動面変位による荷重の増加が低く抑えられている。一方で、実施形態 1 の中央回路 3 B の波形は、図 3 の中央回路 3 B の波形よりも上側に移動し、中央回路 3 B を転動するボールの荷重が増加している。これは、第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C を転動するボールの負荷が軽減した分、相対的に中央回路 3 B を転動するボールの負荷が増加したためである。以上から、実施形態 1 のボールねじ装置 1 0 0 においてボールに作用する荷重の分布幅 H 2 は、比較例 1 の分布幅 H 1 よりも小さくなっている。このため、実施形態 1 によれば、第 1 回路、中央回路、及び第 2 回路のそれぞれを転動するボールの負荷が均等化される。

10

【 0 0 3 6 】

上記したボールねじ装置 1 0 0 によれば、複数のボールのうち、一部のボールのみ (第 1 回路 3 A 及び第 2 回路 3 C のボール) が所定の期間よりも早く摩耗する、ということが回避され、ボールねじ装置の寿命が長くなる。

20

【 0 0 3 7 】

以上、実施形態 1 のボールねじ装置 1 0 0 は、ねじ軸 1 と、ナット 2 と、複数のボールと、を備える。ねじ軸 1 は、一端部が第 1 方向 X 1 を指し、他端部が第 2 方向 X 2 を指し、かつ外周面に外周軌道面 1 2 が設けられる。ナット 2 は、内周面に内周軌道面 2 2 が設けられ、ねじ軸 1 に貫通される。複数のボールは、外周軌道面 1 2 と内周軌道面 2 2 との間の軌道に配置される。ナット 2 は、少なくとも 3 つ以上の循環部品 2 3 を有する。軌道は、各循環部品 2 3 に対応する少なくとも 3 つ以上のボール回路を有する。少なくとも 3 つ以上のボール回路は、ねじ軸 1 の中心軸 O と平行な軸方向において、ナット 2 の中央部に位置する中央回路 3 B と、中央回路 3 B よりも第 1 方向 X 1 に位置する第 1 回路 3 A と、中央回路 3 B よりも第 2 方向 X 2 に位置する第 2 回路 3 C と、を有する。外周軌道面 1 2 は、各条の有効径が同一である。内周軌道面 2 2 のうち第 1 回路 3 A に属する第 1 内周軌道面 2 2 A と、第 2 回路 3 C に属する第 2 内周軌道面 2 2 C とは、中央回路 3 B に属する中央内周軌道面 2 2 B と有効径が異なる。

30

【 0 0 3 8 】

第 1 内周軌道面 2 2 A と第 2 内周軌道面 2 2 C の有効径を適宜設定することで、ボール回路ごとの負荷分布を均等とすることができる。

【 0 0 3 9 】

また、実施形態 1 のボールねじ装置において、ナット 2 は、筒状を成し、内周軌道面 2 2 が設けられたナット本体 2 0 と、ナット本体 2 0 の第 1 方向 X 1 の端部に設けられた第 1 取付部 2 1 と、を有する。ねじ軸 1 は、軸状を成し、外周軌道面 1 2 が設けられたねじ軸本体 1 0 と、ねじ軸本体 1 0 の第 2 方向 X 2 の端部に設けられた第 2 取付部 1 1 と、を有する。第 1 内周軌道面 2 2 A と第 2 内周軌道面 2 2 C とは、中央内周軌道面 2 2 B よりも有効径が大きい。

40

【 0 0 4 0 】

上記した構成によれば、第 1 回路 3 A と第 2 回路 3 C を転動するボールに作用する荷重の増加が抑制され、ボール回路ごとの負荷分布が均等となる。

【 0 0 4 1 】

以上、実施形態 1 について説明したが、本開示はボール回路 (循環部品 2 3) が 3 つのものに限定されない。以下、ボール回路を増やした他の実施形態について説明する。

【 0 0 4 2 】

50

(実施形態2)

図5は、実施形態2に係るボールねじ装置の全体を示す全体図である。図6は、実施形態2のナットを軸方向に切った断面図である。実施形態2のボールねじ装置100Aは、ナット102が4つの循環部品123を備えている点で、実施形態1のボールねじ装置100と相違する。

【0043】

以下、4つの循環部品123のうち最も第1方向X1に配置されるものを第1循環部品123Aと称する。残りの3つの循環部品123に関し、第1循環部品123Aから第2方向X2に配置される順に、中央第1循環部品123B、中央第2循環部品123C、第2循環部品123Dと称する。第1循環部品123Aにより循環するボール回路を第1回路103A、中央第1循環部品123Bにより循環するボール回路を中央第1回路103B、中央第2循環部品123Cにより循環するボール回路を中央第2回路103C、第2循環部品123Dにより循環するボール回路を第2回路103Dと称する。

10

【0044】

内周軌道面122は、第1回路103Aに属する第1内周軌道面122Aと、中央第1回路103Bに属する中央第1内周軌道面122Bと、中央第2回路103Cに属する中央第2内周軌道面122Cと、第2回路103Dに属する第2内周軌道面122Dと、を備える。第1内周軌道面122Aの有効径D11と第2内周軌道面122Dの有効径D14は、中央第1内周軌道面122Bの有効径D12と中央第2内周軌道面122Cの有効径D13よりも大きい。このようなボールねじ装置100Aにおいても、第1回路103A及び中央第2回路103Cを回転するボールの負荷が軽減され、ボール回路ごとの負荷分布が均等となる。

20

【0045】

また、図5に示すように、ナット102に対する循環部品123の周方向の位置に関し、中心軸Oから見て、第1循環部品123Aと第2循環部品123Dは、同方向に配置されている。また、中央第1循環部品123Bと中央第2循環部品123Cは、中心軸Oから見て、同方向に配置されている。そして、第1循環部品123Aと第2循環部品123Dは、中央第1循環部品123Bと中央第2循環部品123Cに対し、中心軸Oから見て反対方向に位置している。ボールは、循環部品123の内部に入り込むため、循環部品123で循環している最中、中心軸Oから見て循環部品123と同じ方向を回転する他のボールにかかる負荷が大きくなる。仮に、循環部品123が軸方向に配列すると、ボールは、中心軸から見て循環部品と同じ方向を回転する際、大きな荷重が集中して作用することとなる。よって、循環部品123の位置を周方向にずらすことで、荷重の集中が回避されている。

30

【0046】

(実施形態3)

図7は、実施形態3に係るボールねじ装置の全体を示す全体図である。図8は、実施形態3のナットを軸方向に切った断面図である。図9は、比較例2のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。図10は、比較例3のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。図11は、実施形態3のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

40

【0047】

実施形態3のボールねじ装置100Bは、ナット202が5つの循環部品223を備えている点で、実施形態1のボールねじ装置100と相違する。以下、5つの循環部品223のうち最も第1方向X1に配置されるものを第1循環部品223Aと称する。残りの4つの循環部品223に関し、第1循環部品223Aから第2方向X2に配置される順に、中央第1循環部品223B、中央第2循環部品223C、中央第3循環部品223D、第2循環部品223Eと称する。また、第1循環部品223Aにより循環するボール回路を第1回路203Aと称する。中央第1循環部品223Bにより循環するボール回路を中央第1回路203Bと称する。中央第2循環部品223Cにより循環するボール回路を中央

50

第2回路203Cと称する。中央第3循環部品223Dにより循環するボール回路を中央第3回路203Dと称する。第2循環部品223Eにより循環するボール回路を第2回路203Eと称する。また、実施形態3のボールねじ装置100Bは、第1取付部21と第1回路203Aとの軸方向の距離は、第2取付部11と第2回路203Eとの軸方向の距離よりも短い。

【0048】

内周軌道面222は、第1回路203Aに属する第1内周軌道面222Aと、中央第1回路203Bに属する中央第1内周軌道面222Bと、中央第2回路203Cに属する中央第2内周軌道面222Cと、中央第3回路203Dに属する中央第3内周軌道面222Dと、第2回路203Eに属する第2内周軌道面222Eと、を備える。第1内周軌道面222Aは、第2内周軌道面222Eよりも有効径が大きい($D_{21} > D_{25}$)。また、第2内周軌道面222Eは、中央第2内周軌道面222Cよりも有効径が大きい($D_{25} > D_{23}$)。また、中央第1内周軌道面222Bと中央第2内周軌道面222Cと中央第3内周軌道面222Dは、それぞれ有効径が同一である($D_{22} = D_{23} = D_{24}$)。以上から、内周軌道面222の有効径は、 $D_{21} > D_{25} > D_{22} = D_{23} = D_{24}$ の関係となっている。また、ナット本体220の径方向の厚みは、実施形態1のナット2よりも肉厚であり、ナット本体220の直径 r_2 が実施形態1のナット2の直径 r_1 よりも大きい。よって、ナット本体220の剛性が向上している。

10

【0049】

次に、実施形態3のボールねじ装置の効果について説明する。効果の説明では、比較対象として比較例2と比較例3のボールねじ装置を挙げる。比較例2のボールねじ装置は、内周軌道面222の有効径が全て均一(全て D_{23})となっている点と、ナット本体220の直径が r_1 となっている点で、実施形態3のボールねじ装置100Bと相違する。比較例3のボールねじ装置は、ナット本体220の直径が r_1 となっている点で、実施形態3のボールねじ装置100Bと相違する。

20

【0050】

図9に示すように、比較例2のボールねじ装置では、軸方向の中央部に位置する中央第2回路203Cは、ボールに作用する荷重が最も小さくなる場合の周期を含んでいる。中央第2回路203Cの波形を基準に周期が第1方向 X_1 に変わるにつれて、ボールの荷重が増加している(中央第1回路203B及び第1回路203Aの波形を参照)。また、中央第2回路203Cの波形を基準に周期が第2方向に変わるにつれて、ボールの荷重が増加している(中央第3回路203D及び第2回路203Eの波形参照)。また、中央第2回路203Cの2条目の波形を始点として、波形の周期が第1方向 X_1 に変わる場合の荷重の増加率は、第2方向 X_2 に変わる場合よりも高い。つまり、第1回路203Aは、ボールに作用する荷重が最も大きくなる場合の周期を含んでいる。

30

【0051】

なお、比較例2のように、複数のボール回路のうち第1回路203Aが第2回路203Eよりも負荷が大きい原因として、ねじ軸1の第1取付部21とナット202までの距離が長いため、外周軌道面12のうち中央第3回路203D及び第2回路203Eと対向する部分の軸方向への変位量が小さいという原因が挙げられる。

40

【0052】

図10に示すように、比較例3のボールねじ装置は、第1内周軌道面222Aと第2内周軌道面222Eの有効径が大きいため、第1回路203Aと第2回路203Eを回転するボールへの荷重が低減し、相対的に中央第1回路203Bと中央第2回路203Cと中央第3回路203Dの荷重が増加している。なお、第1内周軌道面222Aの方が、第2内周軌道面222Eよりも有効径が大きい。よって、第1回路203Aを回転するボールの方が、第2回路203Eを回転するボールよりも大きく負荷が低減している。以上から、比較例3においては、第1回路203Aと第2回路203Eを回転するボールに集中して荷重が作用しない。よって、比較例3のボールに作用する荷重の分布幅 H_{12} は、比較例2の分布幅 H_{11} よりも小さい。

50

【 0 0 5 3 】

図 1 1 に示すように、実施形態 3 のボールねじ装置では、第 1 回路 2 0 3 A のボールの荷重が大きく低減している。これは、ナット本体 2 2 0 が肉厚となりナット本体 2 2 0 の剛性が高まったためである。言い換えると、ナット本体 2 0 の応力の弾性変化量が小さくなったためである。特に、第 1 取付部 2 1 に近い内周軌道面 2 2 2 の変位量が抑制され、第 1 回路 2 0 3 A を回転するボールへの荷重が大きく低減している。なお、相対的に、中央第 1 回路 2 0 3 B、中央第 2 回路 2 0 3 C、中央第 3 回路 2 0 3 D、及び第 2 回路 2 0 5 E のボールの荷重が僅かに増加している。よって、実施形態 3 のボールの負荷の分布幅 H 1 3 は、比較例 3 の分布幅 H 1 2 よりも小さくなる。

【 0 0 5 4 】

以上から、実施形態 3 によれば、ボールねじ装置 1 0 2 B の特徴に対応して有効径が設定され、ボール回路 (2 0 3 A、2 0 3 B、2 0 3 C、2 0 3 D、2 0 3 E) の負荷分布を均等とすることができる。

【 0 0 5 5 】

(実施形態 4)

図 1 2 は、実施形態 4 のナットを軸方向に切った断面図である。図 1 3 は、比較例 4 のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。図 1 4 は、実施形態 4 のボールねじ装置の駆動時におけるボールの負荷分布を示す図である。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 に示すように、実施形態 4 のボールねじ装置 1 0 0 C は、内周軌道面の各条が軸方向の中央部から第 1 方向 X 1 及び第 2 方向に向かうにつれて有効径が大きくなっている点で、実施形態 1 の実施形態 1 のボールねじ装置 1 0 0 と相違する ($D 3 1 > D 3 2 > D 3 3 > D 3 4 > D 3 5 < D 3 6 < D 3 7 < D 3 8 < D 3 9$)。詳細には、第 1 内周軌道面 3 2 2 A の各条は、第 1 方向 X 1 に位置するにつれて有効径が大きい ($D 3 1 > D 3 2 > D 3 3$)。中央内周軌道面 3 2 2 B の各条は、軸方向の中央部から軸方向に離れるにつれて有効径が大きい ($D 3 4、D 3 6 > D 3 5$)。第 2 内周軌道面 3 2 2 C の各条は、第 2 方向 X 2 に位置するにつれて有効径が大きい ($D 3 9 > D 3 8 > D 3 7$)。

【 0 0 5 7 】

次に、実施形態 4 のボールねじ装置の効果について説明する。効果の説明では、比較対象として比較例 4 のボールねじ装置を挙げる。比較例 4 のボールねじ装置は、内周軌道面 3 2 2 の有効径が全て均一 (全て $D 3 5$) となっている点と、実施形態 4 のボールねじ装置 1 0 0 C と相違する。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 に示すように、比較例 4 では、内周軌道面 3 2 2 の軸方向の中央部から第 1 方向 X 1 及び第 2 方向 X 2 の方に周期が変わるにつれて、ボールに作用する荷重が大きくなる。つまり、第 1 回路 3 0 3 A 及び第 2 回路 3 0 3 C を回転するボールの負荷が高い。一方で、図 1 4 に示すに、実施形態 3 の第 1 回路 3 0 3 A において、第 1 方向 X 1 に周期が変わるごとの荷重の増加量が、比較例 4 の第 1 回路よりも小さい。また、実施形態 3 の第 2 回路において、第 2 方向に周期が変わるごとの荷重の増加量が、比較例 4 の第 2 回路よりも小さい。また、中央回路においても、ボールの周期が軸方向に代わった場合の増加量が僅かに低減している。以上から、実施形態 4 によれば、ボール回路 (3 0 3 A、3 0 3 B、3 0 3 C) ごとの負荷分布のばらつきが抑えられるとともに、各ボール回路 (3 0 3 A、3 0 3 B、3 0 3 C) 内におけるボールの負荷分布のばらつきが小さく抑えられる。

【 0 0 5 9 】

以上、実施形態 1 から実施形態 4 について説明したが、本開示のボールねじ装置は、実施形態で示した例に限定されない。例えば、実施形態では、第 1 取付部 2 1 がナット本体 2 0 の第 1 方向の端部に位置し、第 2 取付部 1 1 がねじ軸本体 1 0 の第 2 方向の端部に位置しているが、本開示は、第 1 取付部 2 1 がナット本体 2 0 の第 2 方向の端部に位置し、第 2 取付部 1 1 がねじ軸本体 1 0 の第 1 方向の端部に位置してもよい。また、本開示のボールねじ装置は、ナットの第 1 取付部と、ねじ軸の第 2 取付部とは、軸方向において同方

10

20

30

40

50

向に配置されていてもよい。つまり、第1取付部がナット本体の第1方向の端部に位置し、第2取付部がねじ軸本体の第1方向の端部に位置してもよい。若しくは、第1取付部がナット本体の第2方向の端部に位置し、第2取付部がねじ軸本体の第2方向の端部に位置してもよい。また、本開示は、転動面の軸方向の変位によるボール回路ごとの負荷分布の均等化を図るものであり、ボールねじ装置に作用する軸方向の荷重の向きは、引っ張り荷重及び圧縮荷重のいずれかに限定されるものでない。

【0060】

また、各実施形態の第1回路及び第2回路は、それぞれ1つずつであったが、複数に分かれていてもよい。つまり、第1回路が2つの回路を有し、第2回路が2つの回路を有していてもよい。また、第1回路及び第2回路が、それぞれ複数の回路を有する場合、同数でなくてもよい。また、実施形態の内周軌道面は、ゴシックアークであるが、本開示は、サーキュラアークであってもよい。本開示の取付部は、フランジ以外に、ナット本体20の軸方向の一端部が、外周面が軸方向から視て矩形形状となっている取付部であってもよく、その形状については特に問わない。また、循環部品は、コマであってもよい。なお、本開示で、内周軌道面の有効径が異なる(大きい)とは、少なくとも1.0 μm以上異なる(大きい)ことをいう。

【符号の説明】

【0061】

100、100A、100B、100C ボールねじ装置

1 ねじ軸

2、102、202 ナット

3A、103A、203A、303A 第1回路

3B 中央回路

3C、103D、203E、303C 第2回路

10 ねじ軸本体

11 第2取付部

12 外周軌道面

20、220 ナット本体

21 第1取付部

22 内周軌道面

22A、122A、222A、322A 第1内周軌道面

22B 中央内周軌道面

22C、122D、222E、322C 第2内周軌道面

23、123、223 循環部品

103B、203B 中央第1回路

103C、203C 中央第2回路

122B、222B 中央第1内周軌道面

122C、222C 中央第2内周軌道面

203D 中央第3回路

222D 中央第3内周軌道面

10

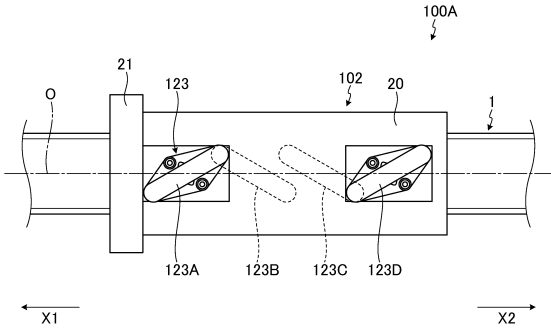
20

30

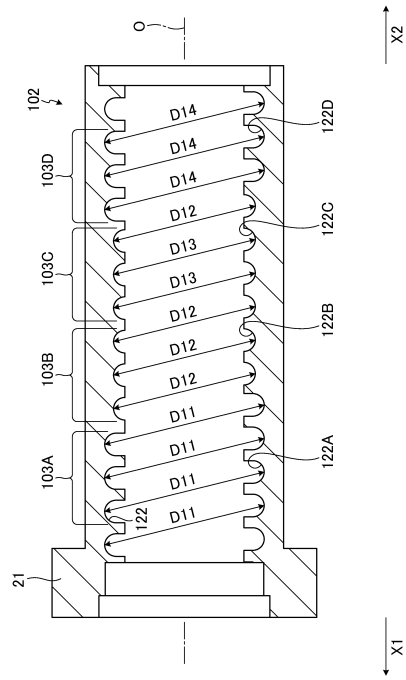
40

50

【図 5】



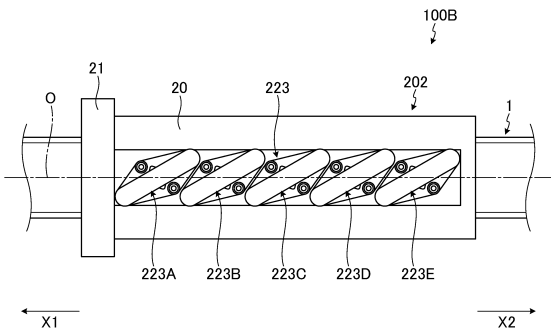
【図 6】



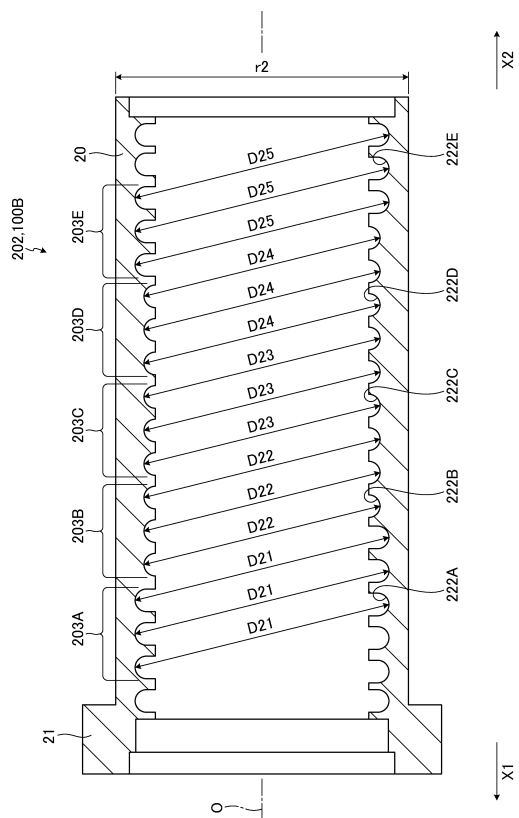
10

20

【図 7】



【図 8】

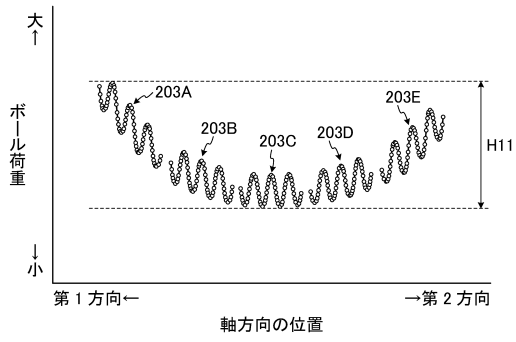


30

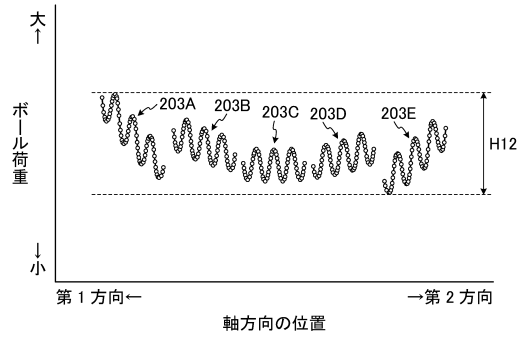
40

50

【図 9】

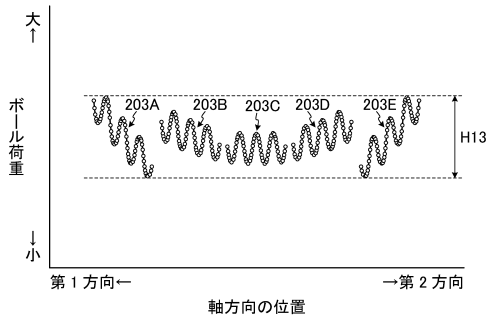


【図 10】

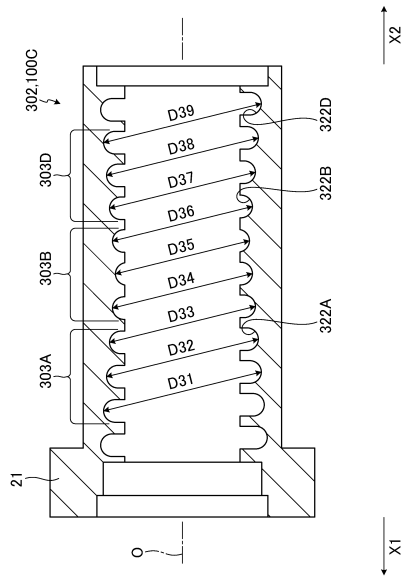


10

【図 11】



【図 12】



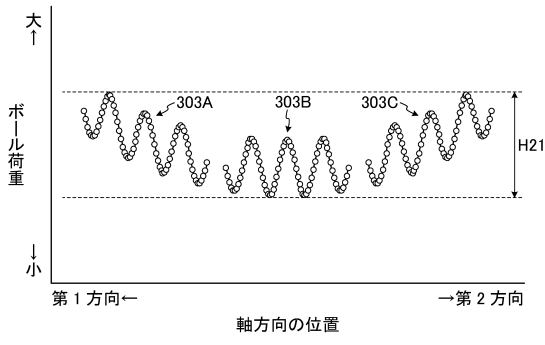
20

30

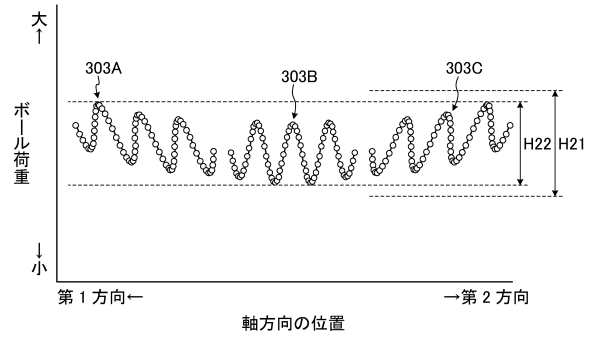
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-015318(JP,A)
特許第3381735(JP,B2)
特開2004-306728(JP,A)
特開2003-049920(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16H 25/22
F16H 25/24