

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月30日(30.06.2016)



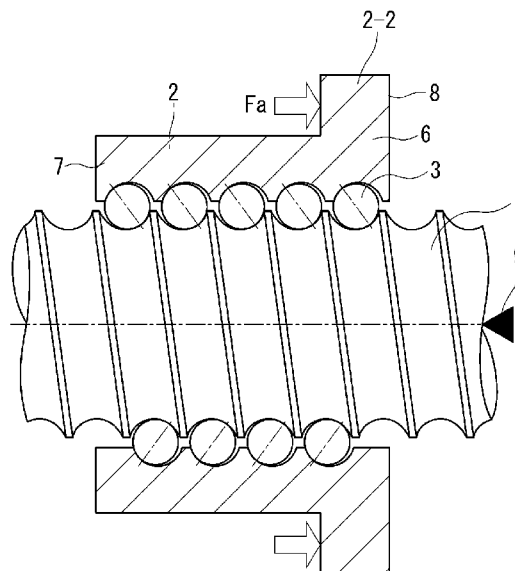
(10) 国際公開番号
WO 2016/104676 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 25/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086173
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-265564 2014年12月26日(26.12.2014) JP
特願 2015-251693 2015年12月24日(24.12.2015) JP
- (71) 出願人: T H K株式会社(THK CO., LTD.) [JP/JP];
〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤井 健次(FUJII, Kenji); 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 T H K株式会社内 Tokyo (JP). 芳野 雅彦(YOSHINO, Masahiko); 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 T H K株式会社内 Tokyo (JP). 富樫 勉(TOGASHI, Tsutomu); 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 T H K株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 塩島 利之(SHIOJIMA, Toshiyuki); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町二丁目1番地 フローラル秋葉原7階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: BALL SCREW

(54) 発明の名称: ボールねじ



(57) Abstract: Provided is a ball screw wherein the variation in the load distribution of the ball can be reduced and the service life of the ball screw can be increased. In this ball screw, one end 6 of the nut 2 on the flange 2-2 side is closer to the end 9 on the stationary side of the threaded shaft 1 than the other end 7 of the nut 2 on the side opposite the flange 2-2, and two or more circulation paths 5a-5c are arranged in the axial direction of the nut 2, with the diameter of the balls 3a in the circulation path 5a closest to the flange 2-2 of the nut (2) being smaller than the diameter of the balls 3c in the circulation path 5c farthest from the flange 2-2 of the nut 2.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/104676 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

ボールの負荷分布の偏りを低減し、ボールねじの長寿命化を図ることができるボールねじを提供する。ナット 2 のフランジ 2-2 側の一端部 6 が、ナット 2 のフランジ 2-2 とは反対側の他端部 7 よりもねじ軸 1 の固定側の端部 9 に近いボールねじにおいて、ナット 2 の軸方向に少なくとも二つの循環路 5 a ~ 5 c を配置し、ナット 2 のフランジ 2-2 に最も近い循環路 5 a のボール 3 a の直径をナット 2 のフランジ 2-2 から最も遠い循環路 5 c のボール 3 c の直径よりも小さくする。

明 細 書

発明の名称： ボールねじ

技術分野

[0001] 本発明は、ねじ軸とナットとの間に転がり運動可能に複数のボールを介在させるボールねじに関する。

背景技術

[0002] ボールねじは、ねじ軸、ナット、及びねじ軸とナットとの間に介在する複数のボールを備える（例えば、特許文献1参照）。ねじ軸の外周面には、ボールが転がり運動する螺旋のボール転走溝が形成される。ナットの内周面には、ねじ軸のボール転走溝に対向し、ボールが転がり運動する螺旋の負荷ボール転走溝が形成される。ボールの転がり運動によって軽快な動きが得られるので、ボールねじは、回転運動を直線運動に変換し、又は直線運動を回転運動に変換する機械要素として用いられている。

[0003] ボールを循環させるために、ナットには、ナットの負荷ボール転走溝の一端と他端を接続する戻し路が設けられる。戻し路は、循環路の一部を構成する。ナットに対してねじ軸を相対的に回転させると、ねじ軸とナットとの間に介在するボールがこれらの間を転がり運動する。ナットの負荷ボール転走溝の一端まで転がったボールは、戻し路に入り、戻し路を経由した後、ナットの負荷ボール転走溝の他端に戻る。そして、再び負荷ボール転走溝の一端まで転がる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-30809号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ナットには、相手部品に取り付けるための取付け部としてのフランジが設けられる。ボールねじを作動させると、ナットはねじ軸に対して軸方向に移

動し、ナットにはフランジを介して軸方向荷重が作用する。ナットに軸方向荷重が作用すると、ねじ軸のボール転走溝とナットの負荷ボール転走溝との間に介在するボールが圧縮され、ナット及びねじ軸にはボールからの反力が働く。

[0006] 典型的なナット及びねじ軸は、鋼製であり、剛体に近い。しかし、ナット及びねじ軸は、弾性変形可能な物体であるので、ナットに軸方向荷重が作用するとき、ボールからの反力によってナットもねじ軸も軸方向に僅かに弾性変形する。ナット及びねじ軸の軸方向の変形量は、荷重作用位置となるナットのフランジからの距離によって変わる（この点について、詳しくは後述する）。ねじ軸のボール転走溝とナットの負荷ボール転走溝との間の隙間も、ナットのフランジからの距離によって変わり、フランジに近い隙間がフランジに遠い隙間よりも小さくなる。このため、フランジに近い隙間に配置されるボールにフランジに遠い隙間に配置されるボールよりも大きな荷重がかかる。このようなボールの負荷分布の偏りは、ボールねじの寿命を低下させる一因になるおそれがある。

[0007] そこで、本発明は、ボールの負荷分布の偏りを低減し、ボールねじの長寿命化を図ることができるボールねじ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

[0008] 上記課題を解決するために、本発明の一態様は、外周面に螺旋のボール転走溝を有するねじ軸と、内周面に前記ボール転走溝に対向する螺旋の負荷ボール転走溝を有すると共に、相手部品に取り付けるための取付け部を有するナットと、前記ねじ軸の前記ボール転走溝と前記ナットの前記負荷ボール転走溝との間に転がり運動可能に介在する複数のボールと、前記ナットの前記負荷ボール転走溝の一端と他端を接続する戻し路を有し、前記複数のボールを循環させる循環路と、を備えるボールねじにおいて、前記ナットの前記取付け部側の一端部が前記ナットの前記取付け部とは反対側の他端部よりも前記ねじ軸の固定側の端部に近くなるように構成し、前記ナットの軸方向に少なくとも二つの循環路を配置し、前記ナットの前記取付け部に最も近い循環

路のボールの直径を前記ナットの前記取付け部から最も遠い循環路のボールの直径よりも小さくするボールねじである。

[0009] 本発明の他の態様は、外周面に螺旋のボール転走溝を有するねじ軸と、内周面に前記ボール転走溝に対向する螺旋の負荷ボール転走溝を有すると共に、相手部品に取り付けるための取付け部を有するナットと、前記ねじ軸の前記ボール転走溝と前記ナットの前記負荷ボール転走溝との間に転がり運動可能に介在する複数のボールと、前記ナットの前記負荷ボール転走溝の一端と他端を接続する戻し路を有し、前記複数のボールを循環させる循環路と、を備えるボールねじにおいて、前記ナットの前記取付け部側の一端部が前記ナットの前記取付け部とは反対側の他端部よりも前記ねじ軸の固定側の端部から遠くなるように構成し、前記ナットの軸方向に少なくとも二つの循環路を配置し、前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも大きい場合、前記ナットの前記取付け部に最も近い循環路のボールの直径を前記ナットの前記取付け部から最も遠い循環路のボールの直径よりも大きくし、前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも小さい場合、前記ナットの前記取付け部に最も近い循環路のボールの直径を前記ナットの前記取付け部から最も遠い循環路のボールの直径よりも小さくするボールねじである。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、少なくとも二つの循環路間でボールの荷重を平準化できる。したがって、ボールの負荷分布の偏りを低減し、ボールねじの長寿命化を図れる。また、ナットの負荷ボール転走溝に特殊な加工をしなくても、ボールの負荷分布の偏りを低減できるので、ボールねじの製造も容易になる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第一の実施形態のボールねじの外観斜視図である。

[図2]上記ボールねじの斜視図（ナットの軸線に沿った断面を含む）である。

[図3]ナットのフランジに軸方向荷重が作用するボールねじの断面図である（荷重 F_a がねじ軸の固定端側に作用するとき）。

[図4]ナットのフランジに軸方向荷重が作用したときにボールに働く反力を示

すボールねじの断面図である。

[図5]ナットフランジ端面からの距離とナット及びねじ軸の軸方向溝変位との関係を示すグラフである。

[図6]ナットフランジ端面からの距離と軸方向溝変位差（ナットーねじ軸）との関係を示すグラフである。

[図7]ボールの負荷分布を示すグラフである。

[図8]ボールの負荷分布を示すグラフである（図中●はボール径の変更前を示し、図中○はボール径の変更後を示す）。

[図9]本発明の第二の実施形態のボールねじの斜視図（ナットの軸線に沿った断面を含む）である。

[図10]本発明の第三の実施形態のボールねじの平面図である。

[図11]ナットのフランジに軸方向荷重が作用するボールねじの断面図である（荷重 F_a がねじ軸 1 の自由端側に作用するとき）。

[図12]図 1 1 に示す荷重が作用するときの、ナットフランジ端面からの距離とナット及びねじ軸の軸方向溝変位との関係を示すグラフである。

[図13]本発明の第四の実施形態のボールねじの平面図である。

[図14]ナットフランジ端面からの距離とボール荷重との関係を示すグラフである（図 1 4（a）は、ナット断面積 $>$ ねじ軸断面積の場合であり、図 1 4（b）は、ナット断面積 $<$ ねじ軸断面積の場合である）。

[図15]ナットフランジ端面からの距離とボール荷重との関係を示すグラフである（図 1 5（a）は、ナット断面積 $>$ ねじ軸断面積の場合であり、図 1 5（b）は、ナット断面積 $<$ ねじ軸断面積の場合である）。

発明を実施するための形態

[0012] <第一の実施形態>

以下、添付図面を参照して、本発明の第一の実施形態のボールねじを詳細に説明する。図 1 は本実施形態のボールねじの外観斜視図を示す。図 1 に示すように、ボールねじは、ねじ軸 1 と、ねじ軸 1 を囲み、ねじ軸 1 と軸線が共通するナット 2 と、を備える。

[0013] ねじ軸 1 の外周面には、一定のリードを持つ螺旋のボール転走溝 1 a が形成される。ボール転走溝 1 a の断面形状は、二つの円弧を組み合わせたゴシックアーチ溝である。ゴシックアーチ溝の円弧の半径は、ボール 3 (図 2 参照) の半径よりも大きい。ボール 3 は、ねじ軸 1 のボール転走溝 1 a に二点で接触する。ボール転走溝 1 a の条数は、一条、二条、三条等適宜設定することができるが、この実施形態では、一条のボール転走溝を示す。

[0014] 図 2 は、ナットを軸線に沿って断面にしたボールねじの斜視図を示す。ナット 2 は、円筒の本体部 2-1 と、本体部 2-1 の軸方向の一端部に設けられる取付け部としてのフランジ 2-2 と、を備える。フランジ 2-2 には、ナット 2 を相手部品に取り付けるための取付け穴 (図示せず) が空けられる。ナット 2 の内周面には、ねじ軸 1 のボール転走溝 1 a に対向する螺旋の負荷ボール転走溝 2 a が形成される。負荷ボール転走溝 2 a のリード及び条数は、ボール転走溝 1 a のリード及び条数と等しい。負荷ボール転走溝 2 a の断面形状も、二つの円弧を組み合わせたゴシックアーチ溝である。ボール 3 は、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a に二点で接触する。

[0015] 図 1 に示すように、ナット 2 には、ボール 3 を循環させるためのリターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c が装着される。リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c は U 字形である。リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c の両端の脚部は、ナット 2 を貫通し、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a まで至る。リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c には、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a の一端と他端を接続する戻し路が形成される。ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a の一端まで転がったボール 3 は、リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c の戻し路内に入り、リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c の戻し路を通過した後、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a の他端に戻る。ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a 及びリターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c の戻し路によって循環路 5 a, 5 b, 5 c が構成される。

[0016] この実施形態では、ナット 2 には、軸方向に三つのリターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c が配置される。三つのリターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c によって

、軸方向に三つの循環路 5 a, 5 b, 5 c が構成される。以下では、三つの循環路 5 a, 5 b, 5 c をナット 2 のフランジ 2-2 に近い側からナット 2 のフランジ 2-2 から遠い側に向かって第一の循環路 5 a、第二の循環路 5 b、第三の循環路 5 c とする。第一ないし第三の循環路 5 a, 5 b, 5 c は、ナット 2 の軸方向に互いに離れている。

[0017] 図 2 に示すナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a の巻き数は 2.5 巻きである。リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c の戻し路は、2.5 巻きの負荷ボール転走溝 2 a の一端と他端を接続する。もちろん、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a の巻き数は、2.5 巻きに限られることはなく、許容荷重に合わせて 1 巻き、1.5 巻き、2 巻き、2.5 巻き、3 巻き、3.5 巻き等の任意の巻き数に設定することができる。

[0018] ナット 2 に対してねじ軸 1 を回転させると、ナット 2 が軸方向に直線運動する。図 3 に示すように、ナット 2 が直線運動するとき、ナット 2 のフランジ 2-2 には軸方向荷重 F_a が作用する。ナット 2 のフランジ 2-2 に軸方向荷重 F_a が作用すると、ボール 3 には圧縮荷重が働く。そして、ナット 2 及びねじ軸 1 には、ボール 3 からの反力が働く。

[0019] 以下に図 3 及び図 4 を参照しつつ、ナット 2 に軸方向 F_a の荷重が作用したときのナット 2 及びねじ軸 1 の変形を説明する。図 3 及び図 4 には、リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c を取り外した状態が示されているが、実際には、リターンパイプ 4 a, 4 b, 4 c が存在し、ボール 3 は循環路 5 a, 5 b, 5 c 毎に区画されている。

[0020] 上記のように、ナット 2 のフランジ 2-2 に軸方向荷重 F_a が作用するとき、ボール 3 には圧縮荷重が働き、ナット 2 及びねじ軸 1 にはボール 3 からの反力が働く。ボール 3 からの反力は、接触角線 L_1 の方向に働く。ここで、接触角線 L_1 は、ボール 3 と負荷ボール転走溝 2 a の接点と、ボール 3 とボール転走溝 1 a との接点と、を結んだ線である。

[0021] ナット 2 及びねじ軸 1 が剛体であり、ボール 3 のみが弾性変形すると仮定すると、ボール 3 の圧縮変形によって、ナット 2 は軸方向（図中右方向）に

変位する。ナット2の負荷ボール転走溝2 aも、フランジ2-2から遠いとか近いとかに係わらず、一様に軸方向（図中右方向）に変位する。

[0022] しかし、ナット2及びねじ軸1は、剛体ではなく、弾性変形可能な物体である。ナット2及びねじ軸1は、ボール3からの反力 $P_{N1} \sim P_{N5}$, $P_{S1} \sim P_{S5}$ によって以下のように弾性変形する。

[0023] まず、ねじ軸1の弾性変形を説明する。ねじ軸1のボール転走溝1 aには、ボール3からの反力 $P_{S1} \sim P_{S5}$ が働く。具体的には、ボール転走溝1 a 5には P_{S5} の反力が働き、ボール転走溝1 a 4には P_{S4} の反力が働き、ボール転走溝1 a 3には P_{S3} の反力が働き、ボール転走溝1 a 2には P_{S2} の反力が働き、ボール転走溝1 a 1には P_{S1} の反力が働く。ねじ軸1が右端（図4の▲の位置）で固定されたとすると、ねじ軸1のボール転走溝1 a 1～1 a 5の軸方向（右方向）への弾性変形量は、ナット2のフランジ2-2から遠ざかるほど大きくなる。すなわち、フランジ2-2に最も遠い左側のボール転走溝1 a 1が最も軸方向（右方向）へ変位する。図5の一点鎖線は、ねじ軸1のボール転走溝1 aの軸方向変位を示す。図5のグラフの下側の線に示すように、ナット2のフランジ2-2の端面8（図3、図4参照）から遠ざかるほど、ねじ軸1のボール転走溝1 aの軸方向（右方向）変位も大きくなる。なお、図5のグラフの線が三つに途切れているのは、三つの循環路5 a, 5 b, 5 cが存在するからである。

[0024] 図3、図4の▲の位置がねじ軸1の固定側の端部9である。例えば、ねじ軸1の軸方向の一端部が固定端であり、他端部が自由端の場合、固定端がねじ軸1の固定側の端部9である。また、ねじ軸1の軸方向の両端部が軸受に回転可能に支持される場合、より大きな軸方向荷重を受けるように構成される軸受に支持される一端部が固定側の端部9である。

[0025] 次に、ナット2の弾性変形を説明する。ナット2のフランジ2-2側の一端部6は、ナット2のフランジ2-2とは反対側の他端部7よりも、ねじ軸1の固定側の端部9に近い。ナット2には、フランジ2-2に軸方向荷重 F_a が作用し、負荷ボール転走溝2 aにボール3からの反力 $P_{N1} \sim P_{N5}$ が働く

。軸方向荷重 F_a の向きと反力 $P_{N1} \sim P_{N5}$ の向きは、互いに反対方向である。具体的には、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a 5 にはボール 3 から P_{N5} の反力が働き、負荷ボール転走溝 2 a 4 には P_{N4} の反力が働き、負荷ボール転走溝 2 a 3 には P_{N3} の反力が働き、負荷ボール転走溝 2 a 2 には P_{N2} の反力が働き、負荷ボール転走溝 2 a 1 には P_{N1} の反力が働く。負荷ボール転走溝 2 a 1 $\sim$ 2 a 5 は、フランジ 2-2 に作用する軸方向荷重 F_a によって軸方向（右方向）へ変位するものの、ボール 3 からの反力によってフランジ 2-2 から遠ざかれば遠ざかるほど左方向へ変位する。この結果、フランジ 2-2 に近い最も右側の負荷ボール転走溝 2 a 5 が最も軸方向（右方向）へ変位し、フランジ 2-2 から遠ざかれば遠ざかるほど軸方向（右方向）への変位量が少なくなる。図 5 の二点鎖線は、ナット 2 のボール転走溝 2 a の軸方向変位を示す。図 5 のグラフの上側の線に示すように、ナット 2 のフランジ 2-2 の端面 8（図 3、図 4 参照）に近い負荷ボール転走溝 2 a の軸方向（右方向）への変位は大きい。ナット 2 のフランジ 2-2 の端面 8 から遠ざかるほど負荷ボール転走溝 2 a の軸方向（右方向）への変位が小さくなる。

[0026] ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a 1 $\sim$ 2 a 5 の軸方向（右方向）の変位からねじ軸 1 のボール転走溝 1 a 1 $\sim$ 1 a 5 の軸方向（右方向）の変位を引くと、軸方向の隙間の変化量が求められる。図 5 の実線は、ナットの負荷ボール転走溝 2 a 1 $\sim$ 2 a 5 の軸方向の変位からねじ軸 1 のボール転走溝 1 a 1 $\sim$ 1 a 5 の変位を引いたものである。図 6 は、図 5 のグラフからこの変位差のみを抽出したものである。この図 6 のグラフの縦軸には、隙間の変化量が「軸方向溝変位差（ナットーねじ軸）」と表されている。この図 6 のグラフに示すように、ナット 2 のフランジ 2-2 に近ければ近いほど、軸方向溝変位差は二次曲線的に大きくなる。ここで、軸方向溝変位差が大きくなることは、隙間が小さくなることを意味する。したがって、負荷ボール転走溝 2 a とボール転走溝 1 a との間の軸方向の隙間は、ナット 2 のフランジ 2-2 に近いほど小さくなる。図 6 のグラフの線が三つに途切れているのは、三つの循環路 5 a, 5 b, 5 c が存在するからである。

[0027] 図7は、ボール3の負荷分布を示す。図7のグラフの横軸はフランジ端面からの距離であり、図7のグラフの縦軸はボール荷重である。上記の図6に示すように、フランジ2-2に近ければ近いほど、負荷ボール転走溝2aとボール転走溝1aとの間の軸方向の隙間が小さくなる。このため、図7に示すように、フランジ2-2に近ければ近いほど、ボール3の荷重は二次曲線的に大きくなる。図7のグラフの線が波打っているのは、ねじ軸1の周方向の位置によってボール3の荷重が異なっているからである。図7のグラフは、各循環路が3.5巻きの負荷ボール転走溝2aから構成される例を示す。各循環路が図2に示すように2.5巻きの負荷ボール転走溝2aから構成される場合も同様の傾向を示す。

[0028] 図7に示すようなボール3の負荷分布の偏りは、ボール3の寿命を低下させる原因になる。ボール3の負荷分布の偏りを低減するために、ナット2のフランジ2-2に近い循環路5a（図2参照）のボール径をナット2のフランジ2-2から遠い循環路5b, 5cのボール径よりも小さくする。この実施形態では、図2に示すように、第一ないし第三の循環路5a~5cが配置されるので、第一の循環路5aのボール3aの直径を第二の循環路5bのボール3bの直径よりも小さくし、第二の循環路5bのボール3bの直径を第三の循環路5cのボール3cの直径よりも小さくする。言い換えれば、第一の循環路5aのボール3aの直径を小にし、第二の循環路5bのボール3bの直径を中にし、第三の循環路5cのボール3cの直径を大にする。もちろん、各循環路5a~5cの複数のボール3a~3cの直径は等しくする。言い換えれば、それぞれの循環路5a~5cにおいて、ボール3a~3cの大きさは同一に統一されている。実際には、同一のロットの鋼球（ball lot：等しいと考えられる条件の下で製造し、同一品として取り扱う一定数量の鋼球）を使用する。

[0029] ここで、第一ないし第三の循環路5a~5cそれぞれには、複数のボール3a~3cが収容される。第一の循環路5aのボール3aの直径とは、第一の循環路5aに収容される複数のボール3aの直径の平均値である。同様に

、第二の循環路 5 b のボール 3 b の直径は、第二の循環路 5 b に収容される複数のボール 3 b の直径の平均値であり、第三の循環路 5 c のボール 3 c の直径は、第三の循環路 5 c に収容される複数のボール 3 c の直径の平均値である。また、各ボール 3 a, 3 b, 又は 3 c の直径の測定方法には、「J I S B 1 5 0 1 転がり軸受—鋼球」で定められている平均直径(mean ball diameter) D_{wm} を用いることができる。平均直径とは、1 個の鋼玉の実測直径の最大値と最小値の算術平均値である。

[0030] 第一ないし第三の循環路 5 a ~ 5 c のボール径の差の算出方法は、以下のとおりである。まず、図 6 から第一の循環路 5 a と第二の循環路 5 b との平均溝変位差 δ_{21} を求め、第二の循環路 5 b と第三の循環路 5 c との平均溝変位差 δ_{32} を求める。この例では、 $\delta_{21} = 15.4 \mu m$ であり、 $\delta_{32} = 5.8 \mu m$ と求められる。差の算出にあたり、各循環路 5 a ~ 5 c の軸方向の中央の変位差を平均溝変位 $\delta_1 \sim \delta_3$ とする。

[0031] 次に、 δ_{21} 及び δ_{32} は軸方向の変位差であるから、 δ_{21} 及び δ_{32} を接触角方向の変位差 ΔD に変換する。リード角 γ (図 4 参照)、接触角 α (図 4 参照) を利用すると、 ΔD は以下の数式 1 から求めることができる。

[0032] (数 1)

$$\Delta D = \delta \times \cos \gamma \times \sin \alpha$$

[0033] $\delta_{21} = 15.4 \mu m$ 、 $\gamma = 4.4^\circ$ 、 $\alpha = 55^\circ$ とすると、 $\Delta D_{21} = \delta_{21} \times \cos \gamma \times \sin \alpha = 12.5 \mu m$ となり、 $\Delta D_{32} = \delta_{32} \times \cos \gamma \times \sin \alpha = 4.7 \mu m$ となる。 ΔD_{21} を第一の循環路 5 a と第二の循環路 5 b とのボール径の差とし、 ΔD_{32} を第二の循環路 5 b と第三の循環路 5 c とのボール径の差とすれば、隙間の変化に合わせてボール径を変化させていることになる。

[0034] 最終的には、第二の循環路 5 b のボール径を変えずに、第一の循環路 5 a のボール径を第二の循環路 5 b のボール径よりも $12.5 \mu m$ 小さくする。そして、第三の循環路 5 c のボール径を第二の循環路 5 b のボール径よりも $4.7 \mu m$ 大きくする。このように、第二の循環路 5 b のボール径と第一の循環路 5 a のボール径との差を、第三の循環路 5 c のボール径と第二の循環

路 5 b のボール径との差よりも大きくすることで、図 7 に示すような、フランジ 2 - 2 に近づくほど二次曲線的に大きくなるボール 3 の負荷分布の偏りを低減することができる。

[0035] 図 8 は、ボール径の変更前と変更後とでボールの負荷分布を比較したものである。図中●が変更前で、図中○が変更後である。ボール径を変更することで、負荷分布の偏りが改善され、ボール荷重が平準化することがわかる。ボール径の変化の前後でボールねじの寿命を計算したところ、寿命が約 1.5 倍に延びた。本実施形態によれば、ナット 2 の負荷ボール転走溝 2 a に特殊な加工をすることなく、ボール 3 の負荷分布の偏りを低減できるので、ボールねじの製造も容易になる。

[0036] なお、ナット 2 のフランジ 2 - 2 に図 3 の軸方向荷重 F_a とは反対方向を向く荷重（図 3 の左方向を向く荷重）が働いても、上記のようにボール径を変更することで、負荷分布の偏りを改善できる。なぜならば、ねじ軸 1 の弾性変形、ナット 2 の弾性変形の欄で説明したように、ねじ軸 1 は、ねじ軸 1 の固定側の端部 9 に近ければ近いほど剛性が高く、変形しにくい。ナット 2 は、フランジ 2 - 2 に近ければ近いほど剛性が高く、変形しにくい。このため、フランジ 2 - 2 に近ければ近いほど、ナット 2 及びねじ軸 1 が変形しにくく、ボール 3 に大きな荷重が働く。他方、フランジ 2 - 2 から遠ければ遠いほど、ナット 2 及びねじ軸 1 が変形しやすく、ボール 3 に働く荷重が小さくなる。

[0037] また、上記第一の実施形態では、ナットに軸方向に三つの循環路を配置し、第一の循環路のボールの直径を小にし、第二の循環路のボールの直径を中にし、第三の循環路のボールの直径を大にしているが、図 7 に示すように、第二の循環路のボールの荷重と第三の循環路のボールの荷重とは差が小さいので、第二の循環路のボールの直径を第三の循環路のボールの直径と等しくすることもできる。

[0038] <第二の実施形態>

図 9 は、本発明の第二の実施形態のボールねじの斜視図を示す。上記第一

の実施形態では、ナットに軸方向に三つの循環路を配置した例を説明したが、図9に示すように、ナット2に軸方向に二つの循環路5a, 5bを配置することもできる。この場合、ナット2のフランジ2-2に近い循環路5aのボール3aの直径をナットのフランジ2-2から遠い循環路5bのボール3bの直径よりも小さくすればよい。

[0039] <第三の実施形態>

図10は、本発明の第三の実施形態のボールねじの平面図を示す。第三の実施形態では、ナット2に軸方向に四つの循環路5a~5dを配置する。図10の▲の位置がねじ軸1の固定側の端部9である。四つの循環路5a~5dは、ナット2のフランジ2-2に近い側から遠い側に向かって第一の循環路5a、第二の循環路5b、第三の循環路5c、第四の循環路5dである。そして、第一の循環路5aのボール径がF1、第二の循環路5bのボール径がF2、第三の循環路5cのボール径がF3、第四の循環路5dのボール径がF4である。

[0040] 第三の実施形態のボールねじでは、 $F1 < F2 < F3 < F4$ の関係がある。このようにボール径F1~F4を選定すれば、第一の実施形態のボールねじと同様に、負荷分布の偏りを改善できる。また、 $(F2 - F1) > (F3 - F2) > (F4 - F3)$ の関係がある。このようにボール径F1~F4を選定すれば、フランジ2-2に近づくほど二次曲線的に大きくなるボール3の負荷分布の偏りを低減することができる。なお、基準となるボール径をF4にし、F3、F2、F1と順番にボール径を小さくするのが望ましい。

[0041] <第四の実施形態>

図11に示すように、ナット2のフランジ2-2側の一端部6が、ナット2のフランジ2-2とは反対側の他端部7よりも、ねじ軸1の固定側の端部9から遠い場合もある。図12は、図11に示すボールねじにおいて、フランジ2-2に荷重Faが作用するとき、ねじ軸1のボール転走溝1a及びナット2の負荷ボール転走溝2aの変形を示すグラフである。図12に示すように、ねじ軸1のボール転走溝1a及びナット2の負荷ボール転走溝2a共

に、ナット2のフランジ2-2の端面8（図11参照）から遠ざかれば遠ざかるほど、軸方向（右方向）変位が小さくなる。図12の実線に示すように、ナット2の負荷ボール転走溝2aとねじ軸1のボール転走溝1aとの変位差は、一旦小さくなった後、増加する。しかし、図12に示す変位差は、図5の実線に示す変位差ほど大きくはならない。すなわち、図11に示す荷重 F_a が作用するときには、図3に示す荷重 F_a が作用するとき比べて、ボール3の負荷分布の偏りはそれほど大きくないものの、やはり偏りが発生する。本発明の第四の実施形態のボールねじは、この負荷分布の偏りを改善することを目的とする。

[0042] 図13は、本発明の第四の実施形態のボールねじの平面図を示す。図13の▲の位置がねじ軸1の固定側の端部9である。この実施形態では、ナット2のフランジ2-2側の一端部6が、ナット2のフランジ2-2とは反対側の他端部7よりも、ねじ軸1の固定側の端部9から遠い。ナット2には、軸方向に三つの循環路5a～5cが配置される。三つの循環路5a～5cは、ナット2のフランジ2-2に近い側から遠い側に向かって、第一の循環路5a、第二の循環路5b、第三の循環路5cである。第一の循環路5aのボール径が F_1 、第二の循環路5bのボール径が F_2 、第三の循環路5cのボール径が F_3 である。

[0043] 図12に示した変位差（ナットー軸）の右肩上がり傾向は、図12の変位特性でねじ軸変位の幅がナット変位の幅よりも大きいことに原因がある。これはナット2とねじ軸1の軸方向の剛性差によるものであり、同じ材質であれば、ナット2の断面積がねじ軸1の断面積よりも大きいことに原因がある。以下では、ナット2の断面積がねじ軸1の断面積よりも大きい場合（ナット断面積＞ねじ軸断面積）と、ナット2の断面積がねじ軸1の断面積よりも小さい場合（ナット断面積＜ねじ軸断面積）とに分けて説明する。

[0044] なお、ナット2の断面積は、軸方向に直交する平面内のナット2の断面積である。ナット2の外径及び内径から算出した面積から負荷ボール転走溝2a1～2a5（図4参照）の分を控除することで、ナット2の断面積を算出

することができる。ここで、フランジ 2-2 の断面積、リターンパイプ 4 a ~ 4 c の控除分は、考慮しない。また、ねじ軸 1 の断面積は、軸方向に直交する平面内のねじ軸 1 の断面積である。ねじ軸 1 の外径から算出した面積からボール転走溝 1 a 1 ~ 1 a 5 (図 4 参照) の分を控除することで、ねじ軸 1 の断面積を算出することができる。

[0045] 図 1 4 (a) は、ナット断面積 > ねじ軸断面積の場合のボール荷重を示すグラフである。ナット断面積 > ねじ軸断面積の場合、ねじ軸 1 の軸方向剛性がナット 2 の軸方向の剛性よりも低く、図 1 2 と同様に、ねじ軸変位の幅がナット変位の幅よりも大きい。このため、図 1 2 に示す傾向と同様に、変位差 (ナット-軸) が右肩上がり傾向にあり、図 1 4 (a) に示すように、ボール荷重も右肩上がり傾向にある。このため、ナット断面積 > ねじ軸断面積の場合、 $F_1 > F_2 > F_3$ とし、負荷分布の偏りを改善する。ただし、図 1 4 (a) に示すように、第一の循環路 5 a のボール荷重と第二の循環路 5 b のボール荷重は略等しい。このため、 $F_1 = F_2 > F_3$ とすることもできる。

[0046] 図 1 4 (b) は、ナット断面積 < ねじ軸断面積の場合のボール荷重を示す。この場合、ねじ軸 1 の軸方向剛性がナット 2 の軸方向の剛性よりも高く、ねじ軸変位の幅がナット変位の幅よりも小さい。このため、図 1 2 に示す傾向とは反対に、変位差 (ナット-軸) が右肩下がり傾向にあり、図 1 4 (b) に示すように、ボール荷重も右肩下がり傾向にある。このため、ナット断面積 < ねじ軸断面積の場合、 $F_1 < F_2 < F_3$ とし、負荷分布の偏りを改善する。ただし、図 1 4 (b) に示すように、第二の循環路 5 b のボール荷重と第三の循環路 5 c のボール荷重は略等しい。このため、 $F_1 < F_2 = F_3$ とすることもできる。

[0047] 図 1 5 (a) (b) は、ボール径の変更前と変更後とでボールの負荷分布を比較したものである。図 1 5 (a) がナット断面積 > ねじ軸断面積の場合であり、図 1 5 (b) がナット断面積 < ねじ軸断面積の場合である。図中●が変更前で、図中□が変更後である。ボール径を変更することで、負荷分布

の偏りが改善され、ボール荷重が平準化することがわかる。

[0048] 本発明は上記実施形態に具現化されるのに限られることはなく、本発明の要旨を変更しない範囲でさまざまな実施形態に具現化可能である。

[0049] 上記実施形態では、ナットに負荷ボール転走溝の一端と他端を接続する戻し路をリターンパイプから構成した例を説明したが、戻し路をナットの軸線と平行な貫通孔及び貫通孔の両端に装着されるエンドピースから構成することもできる。

[0050] 上記実施形態では、ねじ軸のボール転走溝及びナットの負荷ボール転走溝の断面形状を二つの円弧からなるゴシックアーチ溝にしているが、単一の円弧からなるサーキュラーク溝にすることもできる。

[0051] 上記第一の実施形態における第一ないし第三の循環路のボール径の差の算出方法は一例であり、他の算出方法も採用し得る。

[0052] 上記実施形態において、ナットに対するねじ軸の回転は相対的なものであり、ねじ軸が回転してもよいし、ナットが回転してもよい。

[0053] 上記実施形態では、単一のナットの例を説明したが、二以上の小ナットを連結して、一つのナットとすることもできる。この場合、二以上の小ナットを1つのナットとみなして、少なくとも二つの循環路のボール径を選定すればよい。

[0054] 上記実施形態では、循環路を二～四個設ける例を説明したが、循環路を五個以上設けることもできる。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明のボールねじは、ボールねじに大きな軸方向荷重が働くプレス機械、曲げ加工機、射出成形機、圧縮成形機等の用途に適する。ボールの負荷分布の偏りを低減することで、ボールねじの長寿命化を図れるからである。ただし、本発明のボールねじの用途は特に限定されるものではない。

[0056] 本明細書は、2014年12月26日出願の特願2014-265564及び2015年12月24日出願の特願2015-251693に基づく。
この内容はすべてここに含めておく。

符号の説明

[0057] 1…ねじ軸, 1 a…ボール転走溝, 2…ナット, 2 a…負荷ボール転走溝, 2-2…フランジ, 3…ボール, 4 a, 4 b, 4 c…リターンパイプ（戻し路）, 5 a…第一の循環路, 5 b…第二の循環路, 5 c…第三の循環路, 6…ナットのフランジ側の一端部（ナットの取付け部側の一端部）, 7…ナットのフランジとは反対側の他端部（ナットの取付け部とは反対側の他端部）, 9…ねじ軸の固定側の端部

請求の範囲

[請求項1]

外周面に螺旋のボール転走溝を有するねじ軸と、
内周面に前記ボール転走溝に対向する螺旋の負荷ボール転走溝を有すると共に、相手部品に取り付けるための取付け部を有するナットと、
前記ねじ軸の前記ボール転走溝と前記ナットの前記負荷ボール転走溝との間に転がり運動可能に介在する複数のボールと、
前記ナットの前記負荷ボール転走溝の一端と他端を接続する戻し路を有し、前記複数のボールを循環させる循環路と、を備えるボールねじにおいて、
前記ナットの前記取付け部側の一端部が前記ナットの前記取付け部とは反対側の他端部よりも前記ねじ軸の固定側の端部に近くなるように構成し、
前記ナットの軸方向に少なくとも二つの循環路を配置し、
前記ナットの前記取付け部に最も近い循環路のボールの直径を前記ナットの前記取付け部から最も遠い循環路のボールの直径よりも小さくするボールねじ。

[請求項2]

前記ナットの軸方向に、前記ナットの前記取付け部に近い側から前記取付け部から遠い側に向かって少なくとも第一ないし第三の循環路を配置し、
前記第一の循環路のボールの直径を前記第二の循環路のボールの直径よりも小さくし、
前記第二の循環路のボールの直径を前記第三の循環路のボールの直径以下にすることを特徴とする請求項1に記載のボールねじ。

[請求項3]

前記第二の循環路のボールの直径と前記第一の循環路のボールの直径との差を、前記第三の循環路のボールの直径と前記第二の循環路のボールの直径との差よりも大きくすることを特徴とする請求項2に記載のボールねじ。

[請求項4]

外周面に螺旋のボール転走溝を有するねじ軸と、

内周面に前記ボール転走溝に対向する螺旋の負荷ボール転走溝を有すると共に、相手部品に取り付けるための取付け部を有するナットと、

前記ねじ軸の前記ボール転走溝と前記ナットの前記負荷ボール転走溝との間に転がり運動可能に介在する複数のボールと、

前記ナットの前記負荷ボール転走溝の一端と他端を接続する戻し路を有し、前記複数のボールを循環させる循環路と、を備えるボールねじにおいて、

前記ナットの前記取付け部側の一端部が前記ナットの前記取付け部とは反対側の他端部よりも前記ねじ軸の固定側の端部から遠くなるように構成し、

前記ナットの軸方向に少なくとも二つの循環路を配置し、

前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも大きい場合、前記ナットの前記取付け部に最も近い循環路のボールの直径を前記ナットの前記取付け部から最も遠い循環路のボールの直径よりも大きくし、

前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも小さい場合、前記ナットの前記取付け部に最も近い循環路のボールの直径を前記ナットの前記取付け部から最も遠い循環路のボールの直径よりも小さくするボールねじ。

[請求項5]

前記ナットの軸方向に、前記ナットの前記取付け部に近い側から前記取付け部から遠い側に向かって少なくとも第一ないし第三の循環路を配置し、

前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも大きい場合、前記第一の循環路のボールの直径を前記第二の循環路のボールの直径以上にし、前記第二の循環路のボールの直径を前記第三の循環路のボールの直径よりも大きくし、

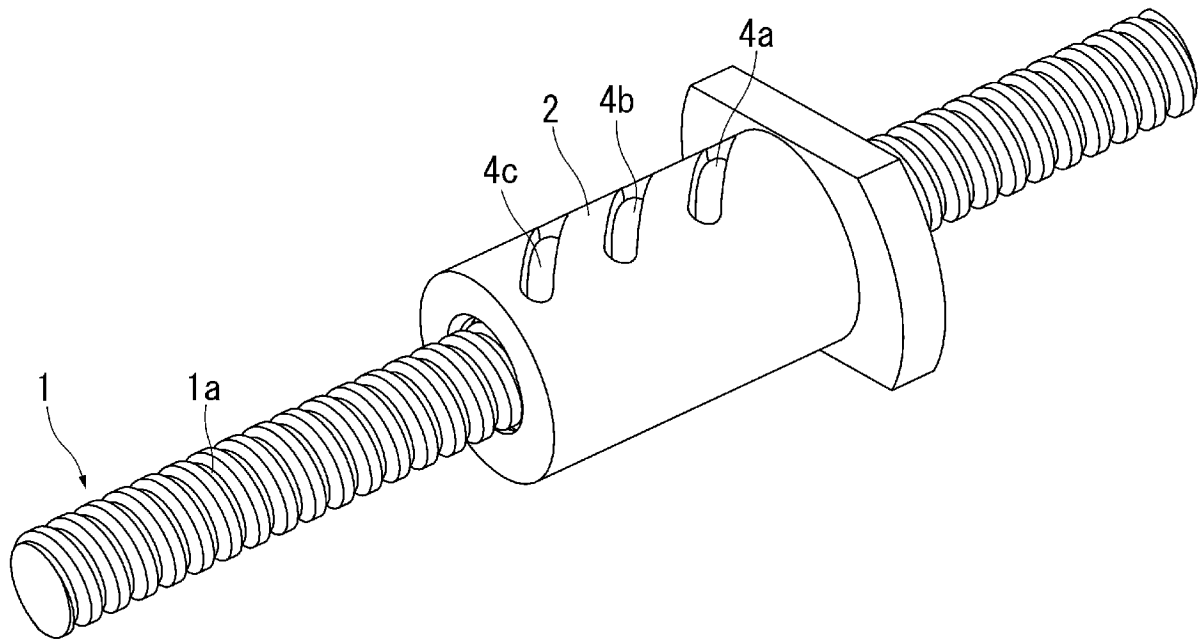
前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも小さい場合、前記

第一の循環路のボールの直径を前記第二の循環路のボールの直径よりも小さくし、前記第二の循環路のボールの直径を前記第三の循環路のボールの直径以下にすることを特徴とする請求項4に記載のボールねじ。

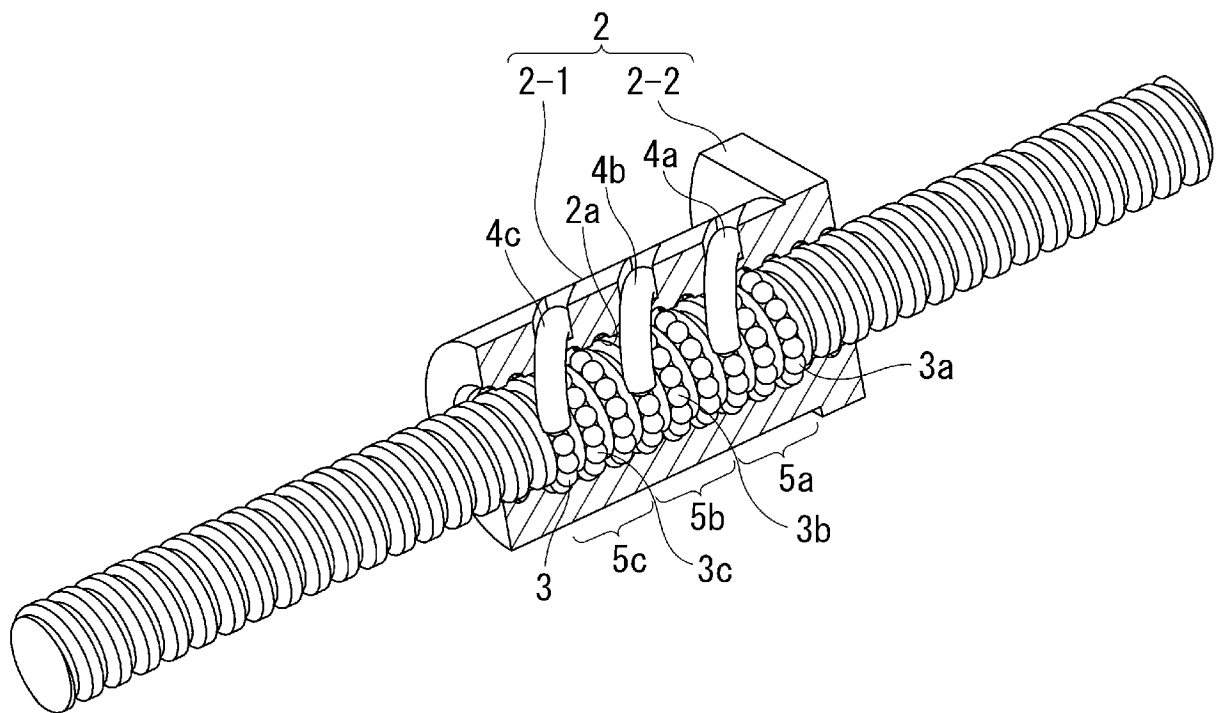
[請求項6] 前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも大きい場合、前記第一の循環路のボールの直径と前記第二の循環路のボールの直径との差を、前記第二の循環路のボールの直径と前記第三の循環路のボールの直径との差よりも小さくし、

前記ナットの断面積が前記ねじ軸の断面積よりも小さい場合、前記第二の循環路のボールの直径と前記第一の循環路のボールの直径との差を、前記第三の循環路のボールの直径と前記第二の循環路のボールの直径との差よりも大きくすることを特徴とする請求項5に記載のボールねじ。

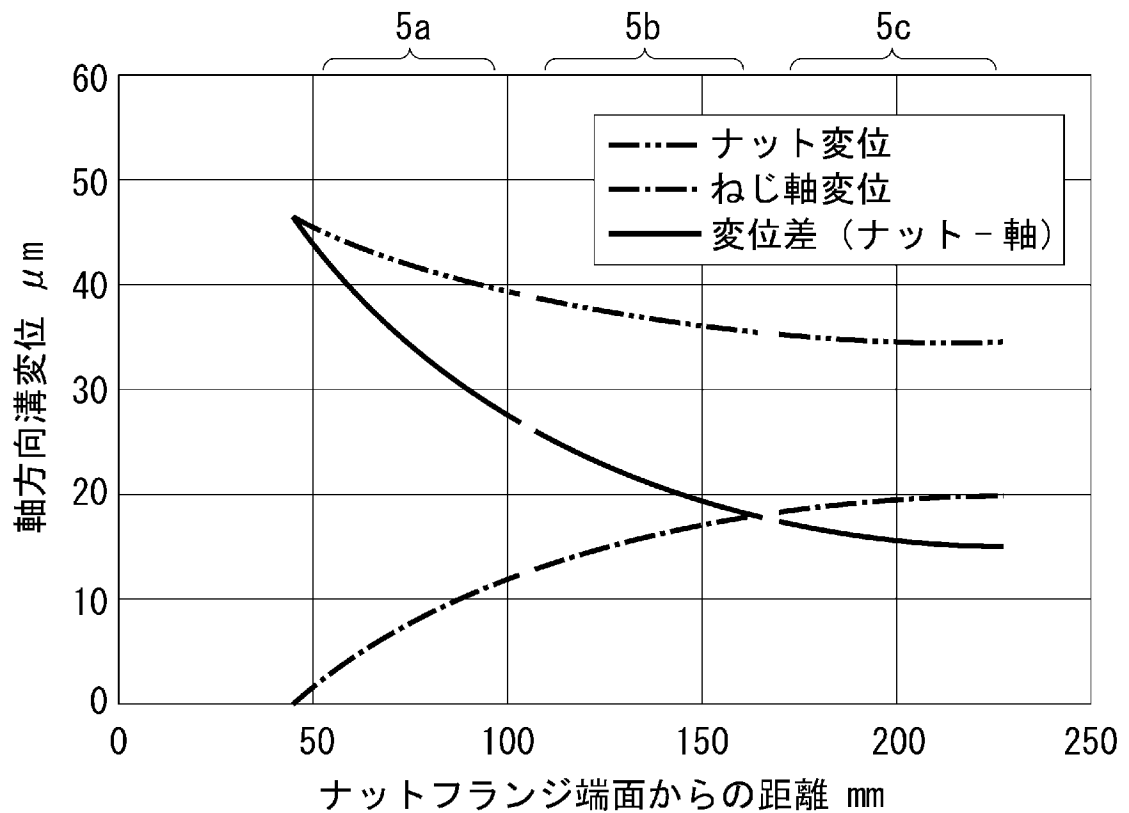
[図1]



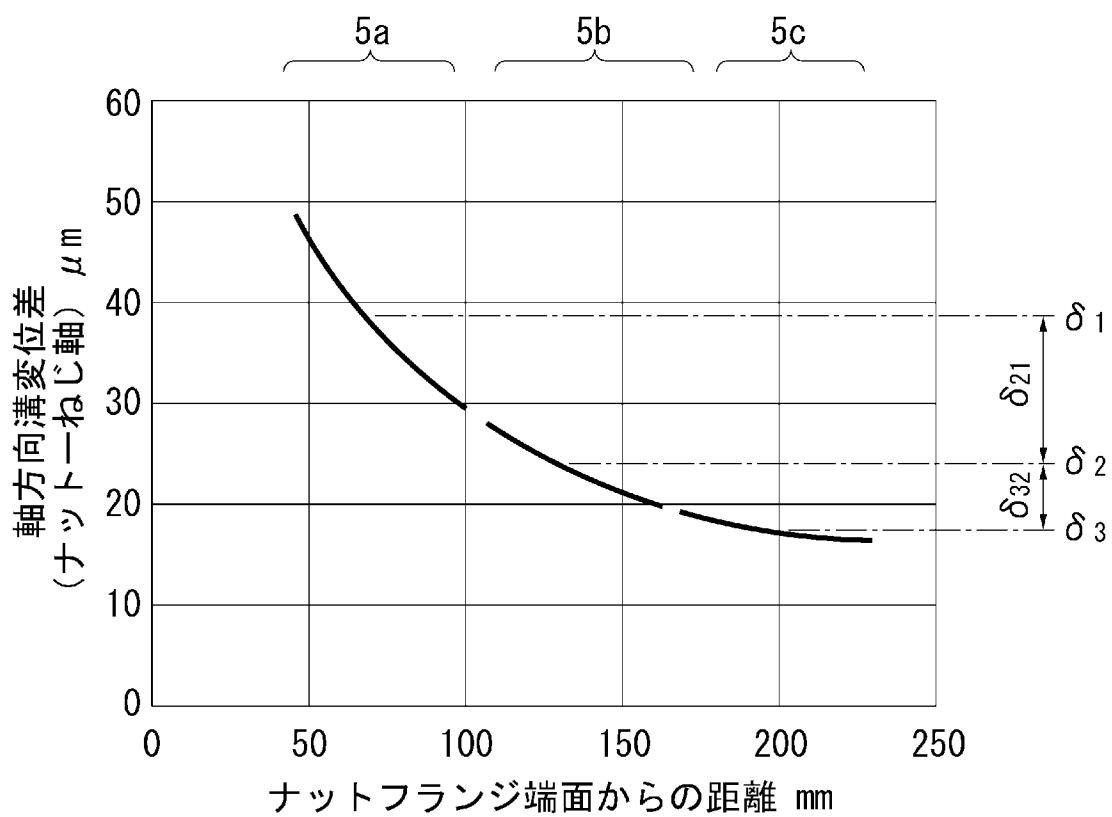
[図2]



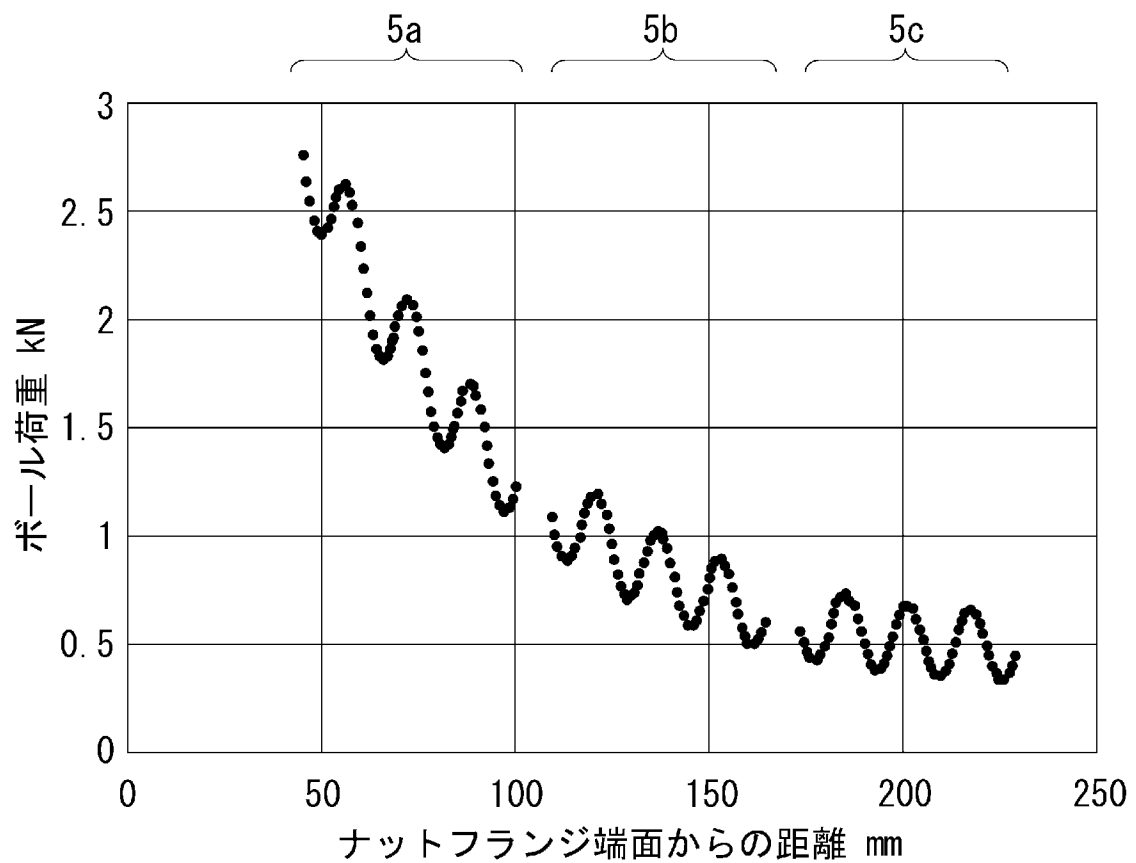
[図5]



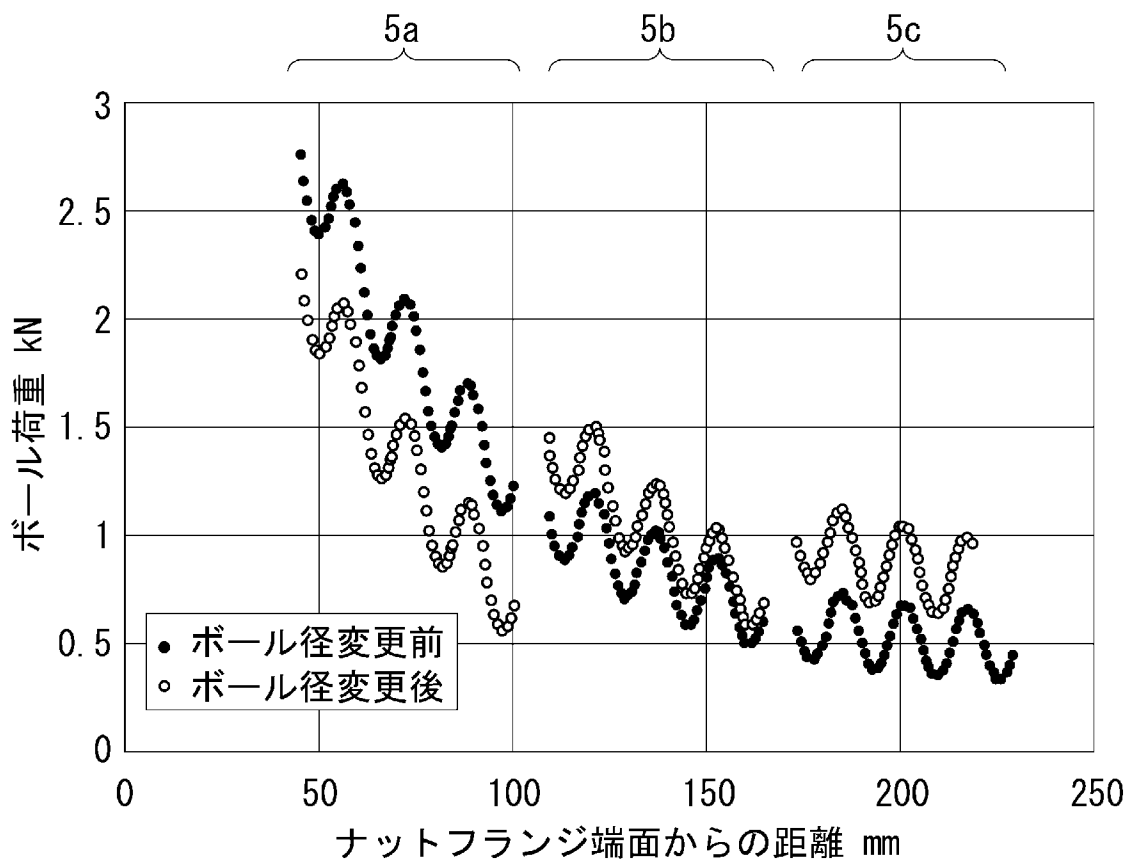
[図6]



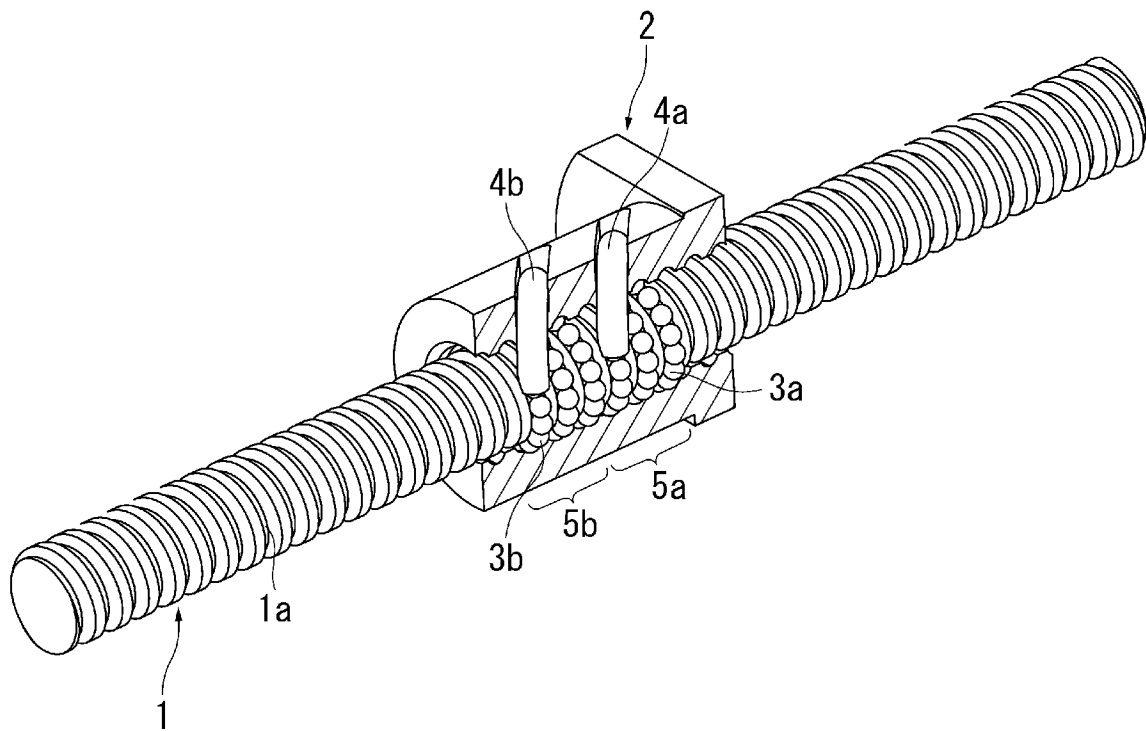
[図7]



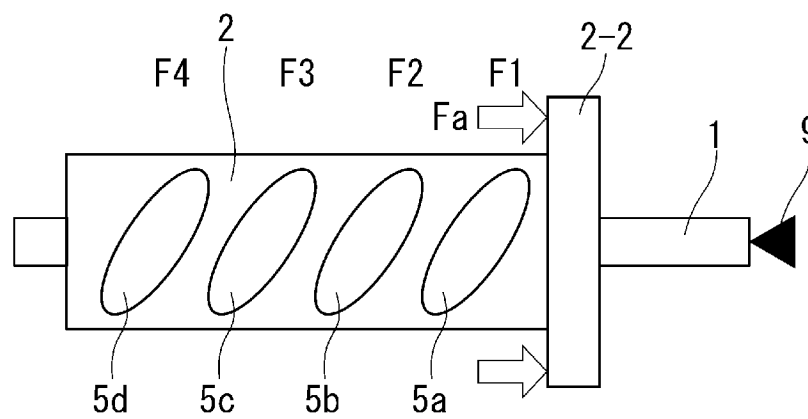
[図8]



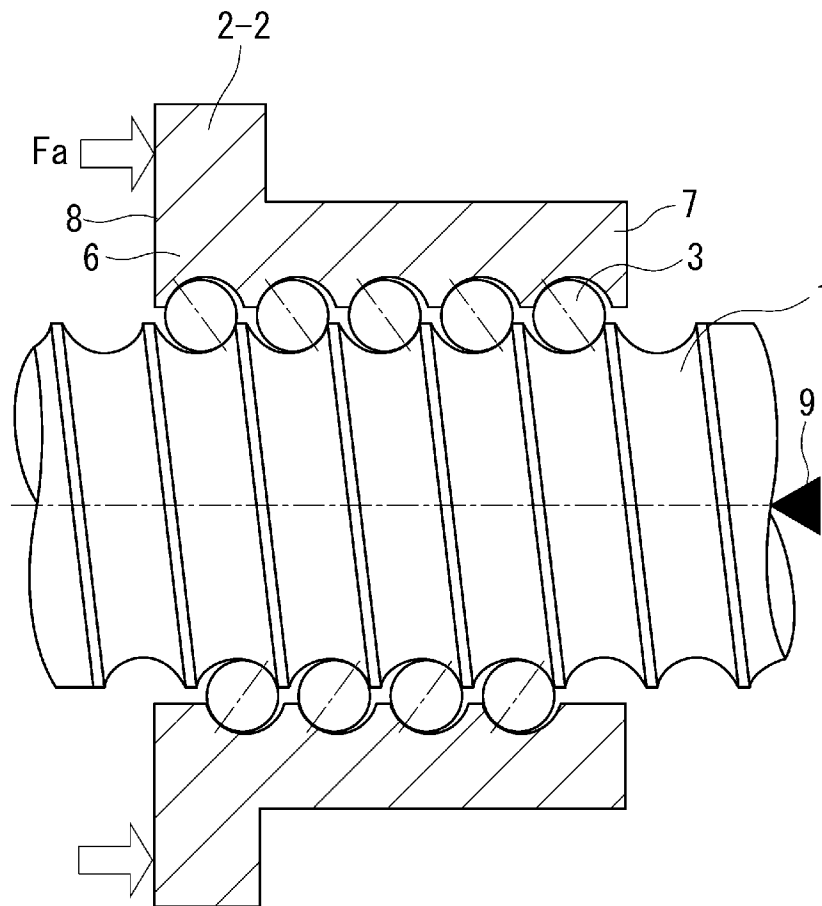
[図9]



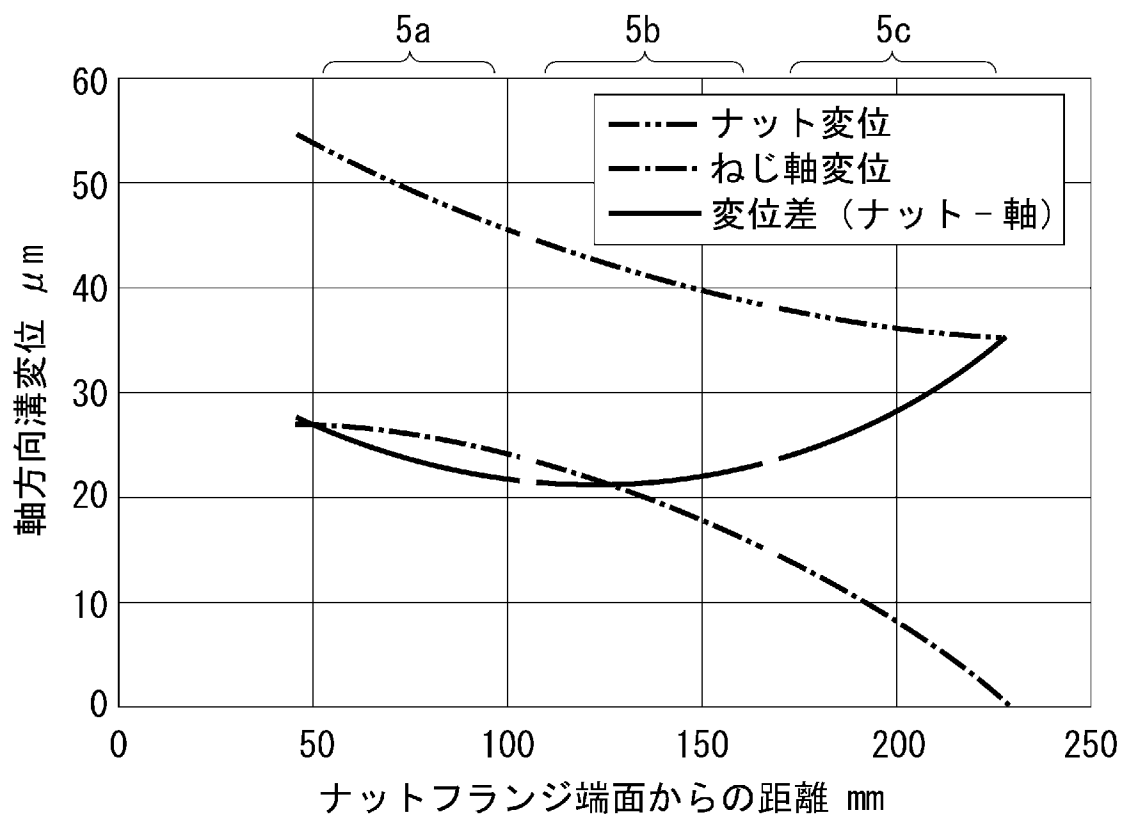
[図10]



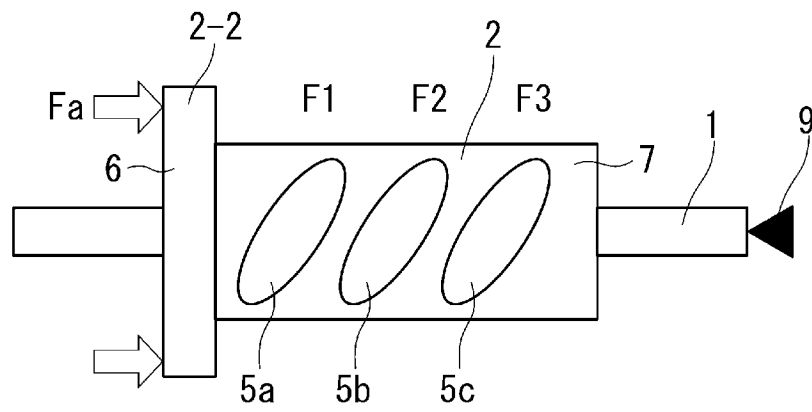
[図11]



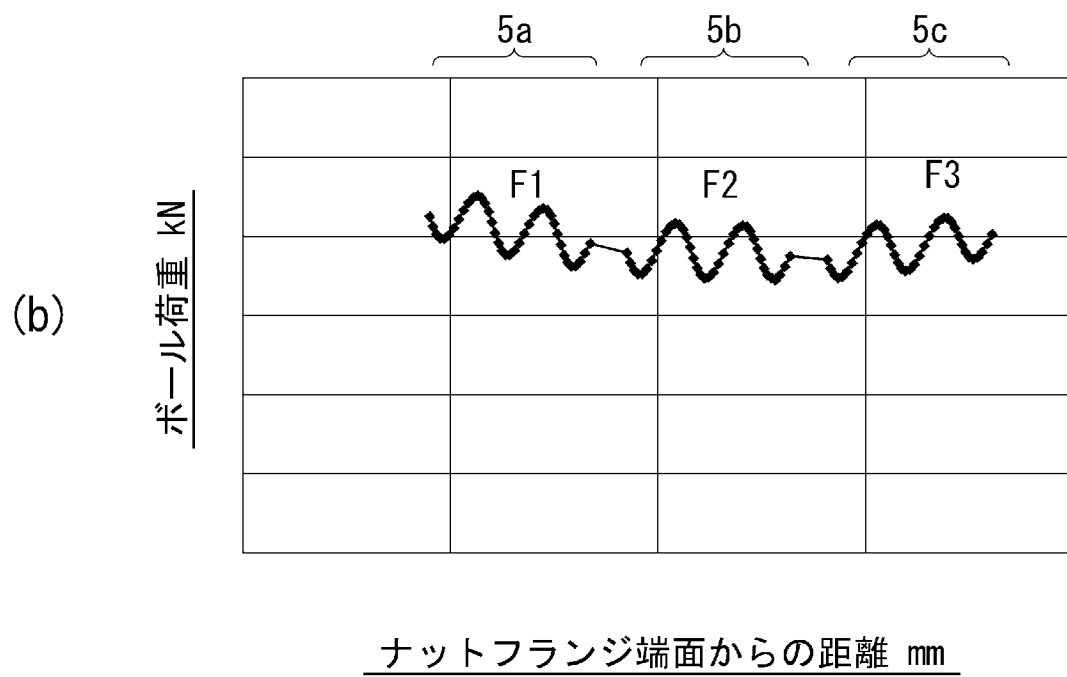
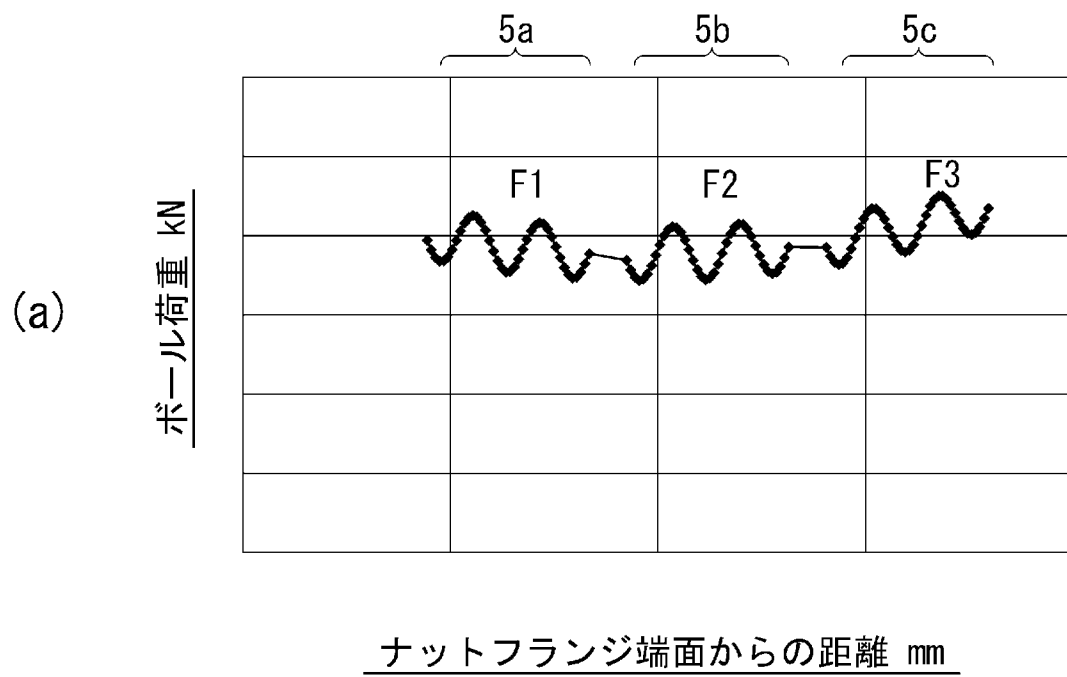
[図12]



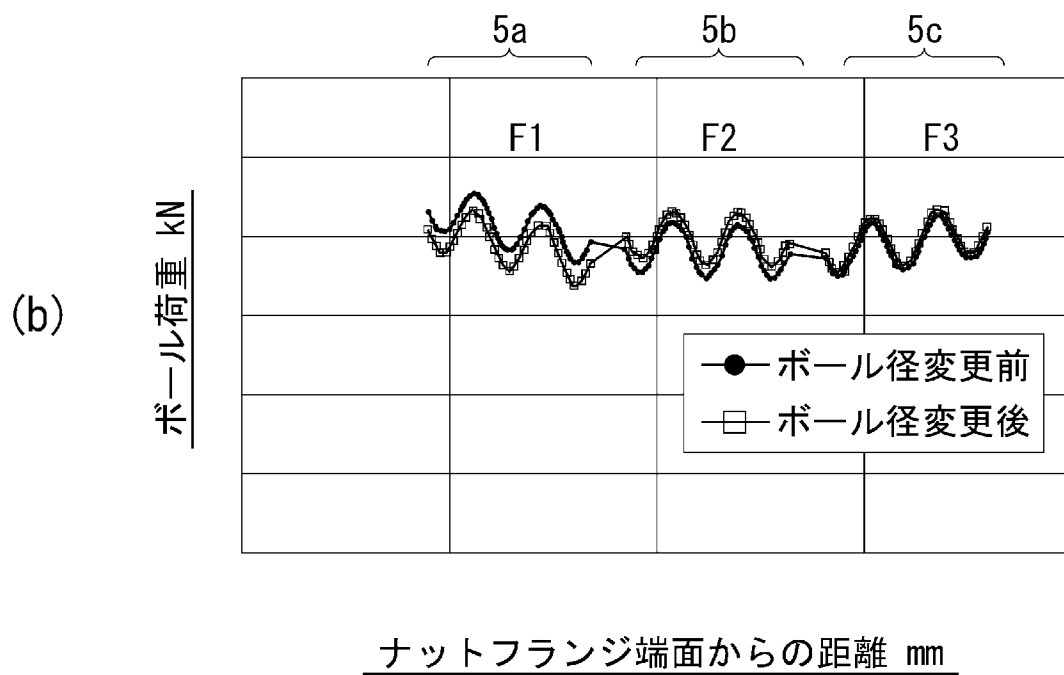
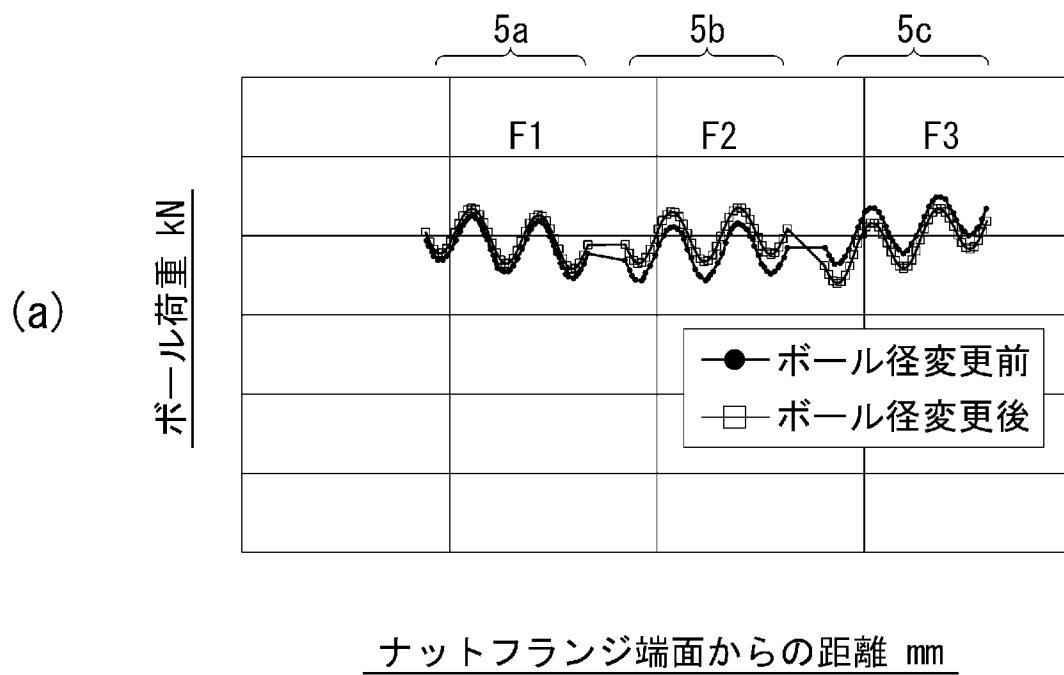
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H25/22(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H25/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-153245 A (NSK Ltd.), 09 June 1998 (09.06.1998), paragraphs [0018] to [0042]; fig. 1 to 11 & US 6082209 A column 4, line 55 to column 9, line 60; fig. 1 to 12	1-6
A	JP 2000-320637 A (NSK Ltd.), 24 November 2000 (24.11.2000), paragraph [0067]; fig. 1 to 16 & US 6397697 B1 column 19, lines 20 to 29; fig. 1 to 16 & DE 10022715 A1	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 February 2016 (08.02.16)

Date of mailing of the international search report
16 February 2016 (16.02.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086173

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-65662 A (Fanuc Ltd.), 16 March 2001 (16.03.2001), paragraphs [0006] to [0020]; fig. 1 to 2 & EP 1079145 A2 paragraphs [0009] to [0023]; fig. 1 to 2	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16H25/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16H25/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-153245 A（日本精工株式会社）1998.06.09, 段落[0018] - [0042], [図1] - [図11] & US 6082209 A 第4欄第55行 - 第9欄第60行, [図1] - [図12]	1 - 6
A	JP 2000-320637 A（日本精工株式会社）2000.11.24, 段落[0067], [図1] - [図16] & US 6397697 B1 第19欄第20 - 29行, [図1] - [図16] & DE 10022715 A1	1 - 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

稲垣 彰彦

3 J

5 5 6 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-65662 A (ファナック株式会社) 2001. 03. 16, 段落 [0 0 0 6] – [0 0 2 0], [図 1] – [図 2] & EP 1079145 A2 段落 [0 0 0 9] – [0 0 2 3], [図 1] – [図 2]	1 – 6