

(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
2017年9月28日(28.09.2017)



(10) 国際公開番号

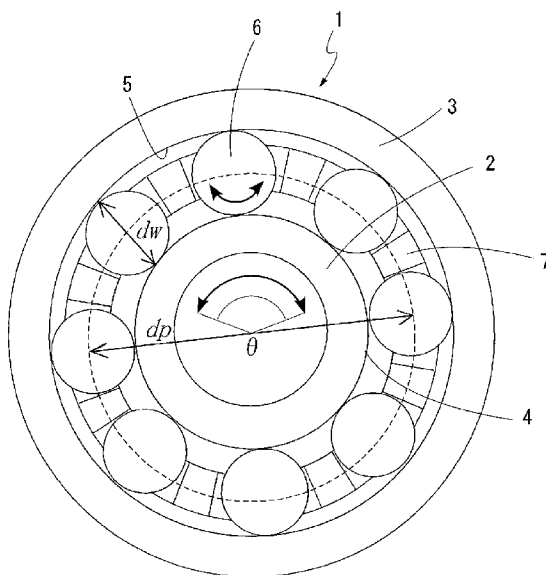
WO 2017/163976 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 33/66 (2006.01) *F16C 33/44* (2006.01)
F16C 19/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009961
- (22) 国際出願日: 2017年3月13日(13.03.2017)
- (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 2016-057824 2016年3月23日(23.03.2016) JP
- (71) 出願人: NTN株式会社(NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 壇 孟(DAN Takeshi); 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 鳥居 和久, 外(TORII Kazuhisa et al.); 〒5410056 大阪府大阪市中央区久太郎町3丁目1-29 本町武田ビル パトリオ特許事務所 Osaka (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ROLLING BEARING

(54) 発明の名称: 転がり軸受

【図3】



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of preventing poor lubrication in a rolling bearing (1), which oscillates at an oscillation angle (θ), by configuring the bearing so that a solid lubricant from a retainer (7) is appropriately transferred via a rolling body (6) to a raceway surface (4) of an inner ring (2) and a raceway surface (5) of an outer ring (3). Bearing specifications for causing the solid lubricant from the retainer (7) to be transferred via the rolling body (6) to the raceway surface (4) of the inner ring (2) and the raceway surface (5) of the outer ring (3) were derived from a relational expression of a rolling body pitch circle diameter (dp) and a rolling body diameter (dw).

(57) 要約: 揺動角 (θ) で揺動運動を行う転がり軸受 (1) において、保持器 (7) から固体潤滑剤を転動体 (6) を介して内輪 (2) の軌道面 (4) と外輪 (3) の軌道面 (5) に適切に移着されるようにして、潤滑不良の発生を防止することを課題とする。保持器 (7) から固体潤滑剤を、転動体 (6) を介して内輪 (2) の軌道面 (4) と外輪 (3) の軌道面 (5) とに移着させるための軸受仕様を、転動体ピッチ円径 (dp) と転動体径 (dw) との関係式から導いた。

WO 2017/163976 A1

明 細 書

発明の名称： 転がり軸受

技術分野

[0001] この発明は、固体潤滑方式の転がり軸受に関し、特に、揺動運動を行なう装置に好適に使用される転がり軸受に関する。

背景技術

[0002] 内輪の外周面と外輪の内周面とにそれぞれ形成された軌道面の間に、玉やころなどの転動体を組み込み、各転動体相互の間の間隔を保つ保持器を備えた転がり軸受の潤滑方式は、軸受の用途や目的に応じて適宜好適なものが採用されている。例えば、宇宙空間など極低温真空環境での使用を目的とする場合には、固体潤滑方式が採用されることが多い（特許文献1）。

[0003] 固体潤滑方式の転がり軸受は、例えば、潤滑剤を供給する機能を有した保持器から転動体を介して潤滑剤を内・外輪軌道面に供給する構成を採用する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平2－20854号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、宇宙空間で使用されるアンテナ支持部用等の軸受では、固体潤滑方式のもとで揺動運動を伴いながら高回転精度での運転が求められるため、高剛性化を目的に予圧を負荷した状態で使用される。そのような軸受の場合、固体潤滑剤の破断を防ぐため、転動体と軌道面間での接触面圧の低減や軸受の負荷容量の向上を目的として、可能な限り転動体径を大きくすることが望ましい。

[0006] しかしながら、固体潤滑剤を供給する機能を有した保持器から転動体を介して固体潤滑剤を内・外輪軌道面に移着させる潤滑方式で揺動運動をする転

がり軸受の場合、転動体ピッチ円径(dp)に対して転動体径(dw)が大きすぎると、内・外輪軌道面への固体潤滑剤の移着が適切に行われず、潤滑不良が発生する。

[0007] すなわち、図3に示すように、揺動角 θ で揺動運動を行う転がり軸受1の場合、保持器7から転動体6を介して固体潤滑剤を内輪2の軌道面4と外輪3の軌道面5に移着させるためには、図4Aに示すように、転動体6は少なくとも 180° （1/2回転）以上自転する必要がある。ここで、図4Bに示すように、転動体ピッチ円径(dp)に対して転動体径(dw)が大きすぎると、転動体は 180° （1/2回転）以上自転することができず、保持器7から転動体6を介して固体潤滑剤を内輪2の軌道面4と外輪3の軌道面5に移着させることができない。

[0008] そこで、この発明は、揺動角 θ で揺動運動を行う転がり軸受において、保持器から転動体を介して固体潤滑剤を内輪の軌道面と外輪の軌道面に適切に移着されるようにして、潤滑不良の発生を防止することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するため、この発明は、保持器から転動体を介して固体潤滑剤を内輪の軌道面と外輪の軌道面に移着させるための軸受仕様を、転動体ピッチ円径(dp)と転動体径(dw)との関係から次のようにして導いたものである。

[0010] 内輪回転の場合、転動体の自転数 n_a [rpm]と内輪回転数 n_i [rpm]の関係は式1で表される。

[0011] [数1]

$$n_a = - \left[\frac{d_p}{d_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{d_p / d_w} \right] \cdot \frac{n_i}{2}$$

ここで、 d_p ：転動体ピッチ円径 [mm]、 d_w ：転動体径 [mm]、 θ ：内輪揺動角 [°]、 α ：接触角 [°] である。

[0012] 次に、1分間あたりの揺動回数 n に対して、内輪回転数は式(2)で表される。

[0013] [数2]

$$n_i = \frac{n \cdot \theta}{360}$$

[0014] 1回の揺動に着目すると $n=1$ となり、1回の揺動で転動体が 180° (1/2回転) 以上自転するための条件は、式(1)及び(2)から以下となる。

[0015] [数3]

$$-\left[\frac{d_p}{d_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{d_p / d_w} \right] \cdot \frac{\theta}{720} \geq \frac{1}{2}$$

[0016] 式(3)を d_p/d_w について整理すると、式(4)が得られる。

[0017] [数4]

$$\theta \left(\frac{d_p}{d_w} \right)^2 + 360 \frac{d_p}{d_w} - \theta \cos^2 \alpha \leq 0$$

[0018] 式(4)より、以下の関係式(5)が導かれる。

[0019] [数5]

$$\frac{d_p}{d_w} \geq \frac{-180 + \sqrt{180^2 + \theta^2 \cos^2 \alpha}}{\theta}$$

発明の効果

[0020] この発明によれば、上記式(5)に基づき、保持器から転動体を介して固体潤滑剤を内輪の軌道面と外輪の軌道面に移着させるのに必要な d_p / d_w を求めることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態の転がり軸受の断面図である。

[図2]図1の転がり軸受に用いられる保持器の構成を示す斜視図である。

[図3]保持器からの固体潤滑剤の移着によって運転する転がり軸受の側面図である。

[図4A]dp/dwが大きい転がり軸受における転動体の自転運動を示す側面図である。

[図4B]図4Aよりもdp/dwが小さい転がり軸受における転動体の自転運動を示す側面図である。

[図5]揺動角と内・外輪軌道面への固体潤滑剤の移着に必要なdp/dw、軸受の接触面圧及び負荷容量の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、この発明の実施の形態を説明する。

[0023] この発明にかかる転がり軸受は、宇宙空間などの極低温環境下での使用に適用した転がり軸受であり、例えば、人工衛星などに用いられる。

[0024] この転がり軸受1は、図1に示すように、外周面に軌道面4を有する内輪2と、内周面に軌道面5を有する外輪3と、内輪2の軌道面4と外輪3の軌道面5の間に配置された複数の転動体である玉6と、この複数の玉6を周方向に間隔をおいて保持する保持器7とを備えるアンギュラ玉軸受である。

[0025] 内輪2、外輪3、及び玉6は、通常の軸受材料を使用することができ、例えば、マルテンサイト系ステンレス鋼を用いることができる。なお、玉6としては、セラミックスボールであってもよい。セラミックスを使用する場合、窒化珪素 (Si_3N_4)、炭化珪素 (SiC)、アルミナ (Al_2O_3)、ジルコニア (ZrO_2)、サイアロン等が挙げられる。

[0026] 保持器7は、金属又は合成樹脂で構成され、図2に示すように、玉6が1つずつ収容される複数のポケット8を有し、図示例では20個のポケット8が円周方向等間隔に設けられる。玉6は、各ポケット8のポケット面8aで接触支持されて、ポケット8内に保持される。本実施形態にかかる転がり軸受1に使用される保持器7は、径方向の位置が外輪3の内周面によって案内される外輪案内方式の保持器となっている。図示を省略しているが、この転

がり軸受 1 の潤滑は、固体潤滑方式であり、保持器 7 のポケット面 8 a に固体潤滑剤又はこれを含んだ複合体による固体潤滑層が設けられる。更に、例えば、ガラス繊維に P T F E（ポリテトラフルオロエチレン）を含浸させ、表層のガラス繊維を溶かして P T F E 層を表面に露出させた保持器なども用いられる。母体表面にのみ設けた潤滑被膜は摩耗すると潤滑性能が消失するが、この場合、表層が摩耗しても順次潤滑層が現れるので潤滑性能は維持される。固体潤滑剤としては、グラファイト、二硫化タングステン又は二硫化モリブデン、P T F E が使用される。また、保持器 7 から適量の潤滑剤が供給され、運転時において、ポケット面 8 a に接触する玉 6 を介して内輪 2 及び外輪 3 の軌道面 4、5 に供給される。

[0027] なお、以上の実施形態は、アンギュラ玉軸受について述べたが、本発明は、アンギュラ玉軸受に限定されるものではなく、例えば、深溝玉軸受、4 点接触玉軸受、自動調心玉軸受、円筒ころ軸受、円錐ころ軸受、自動調心ころ軸受など、種々の転がり軸受に適用可能である。

この発明によれば、上記のように、式(5)を基に、各揺動角 θ 毎に対して保持器 7 から固体潤滑剤を、玉 6 を介して内輪 2 及び外輪 3 の軌道面 4、5 に移着させるのに必要な d_p/d_w を表 1 の通り求めることができる。

[0028] 揺動角 θ と内輪 2 及び外輪 3 の軌道面 4、5 への固体潤滑剤の移着に必要な d_p/d_w と、転がり軸受 1 の接触面圧及び負荷容量の関係は図 5 の通りであり、転動体が 180° （1/2 回転）以上自転可能な範囲は図 5 の斜線部分である。転動体が 180° （1/2 回転）以上自転可能であり、最も軸受の接触面圧を低減させ、軸受の負荷容量を大きくすることができるのは、転動体ピッチ円径(d_p)と転動体径(d_w)の関係が図 5 の放物線上にあたる式(6)の関係を満足する仕様の時である。

[0029] [数6]

$$\frac{d_p}{d_w} = \frac{-180 + \sqrt{180^2 + \theta^2 \cos^2 \alpha}}{\theta}$$

[0030] [表1]

揺動角 θ [°]	固体潤滑剤の移着に必要な d_p/d_w [-]	
	接触角 $\alpha = 0^\circ$	接触角 $\alpha = 45^\circ$
10	36.03	36.01
20	18.06	18.03
30	12.08	12.04
45	8.12	8.06
90	4.24	4.12
135	3.00	2.84
180	2.41	2.22

[0031] 以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

符号の説明

[0032] 1 : 転がり軸受
 2 : 内輪
 3 : 外輪
 4 : 内輪軌道面
 5 : 外輪軌道面
 6 : 玉
 7 : 保持器
 8 : 保持器ポケット
 8 a : 保持器ポケット面
 θ : 揺動角

請求の範囲

[請求項1] 外周面に軌道面が形成された内輪と、内周面に軌道面が形成された外輪と、前記内輪と外輪の軌道面との間に組み込まれる複数の転動体と、前記内輪及び外輪の間に組み込まれ、転動体を介して固体潤滑剤を内輪の軌道面と外輪の軌道面とに移着させる保持器とを備え、揺動角 θ で揺動運動を行う転がり軸受において、転動体ピッチ円径(dp)と転動体径(dw)の関係が、次式を満足する軸受仕様であることを特徴とする転がり軸受。

[数7]

$$\frac{d_p}{d_w} = \frac{-180 + \sqrt{180^2 + \theta^2 \cos^2 \alpha}}{\theta}$$

但し、dp：転動体ピッチ円径 [mm]

dw：転動体径 [mm]

θ ：内輪揺動角 [°]

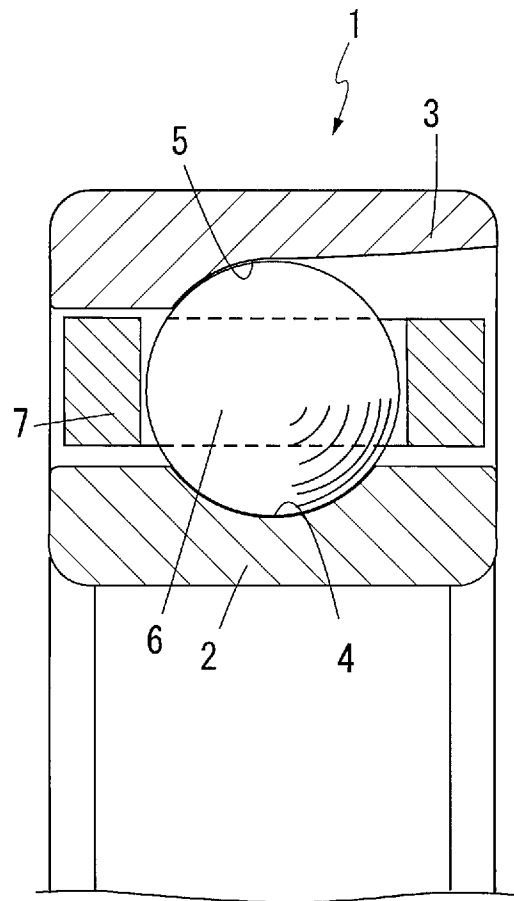
α ：接触角 [°]

[請求項2] 保持器から供給する固体潤滑剤として、二硫化モリブデン、二硫化タングステン、グラファイト、ポリテトラフルオロエチレンのいずれかを用いた請求項1に記載の転がり軸受。

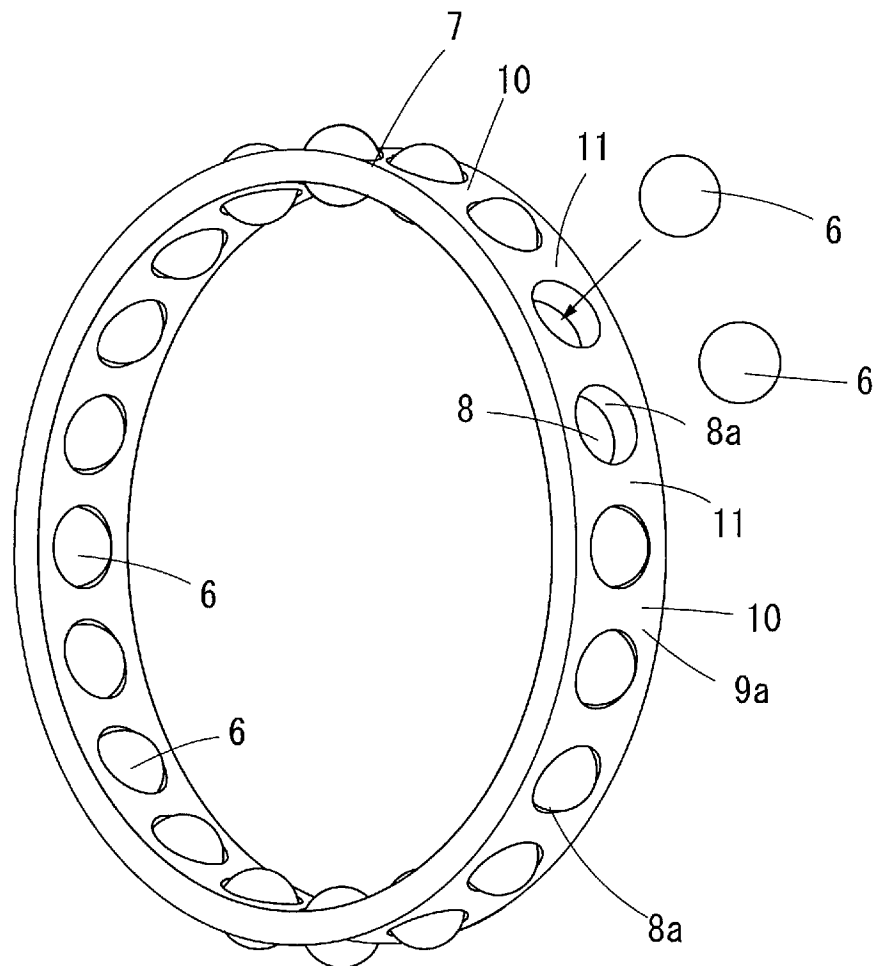
[請求項3] 宇宙空間用として使用される前記請求項1又は2に記載の転がり軸受。

[請求項4] アンギュラ玉軸受である請求項1～3のいずれかに記載の転がり軸受。

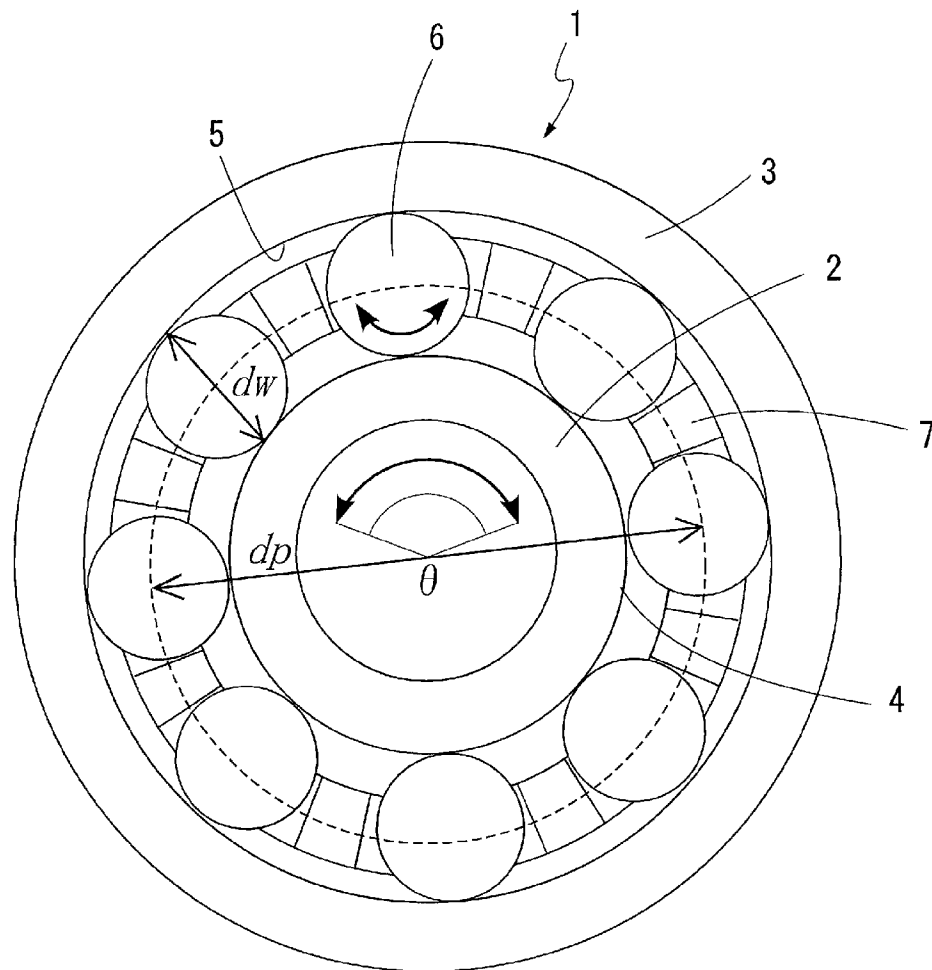
[図1]



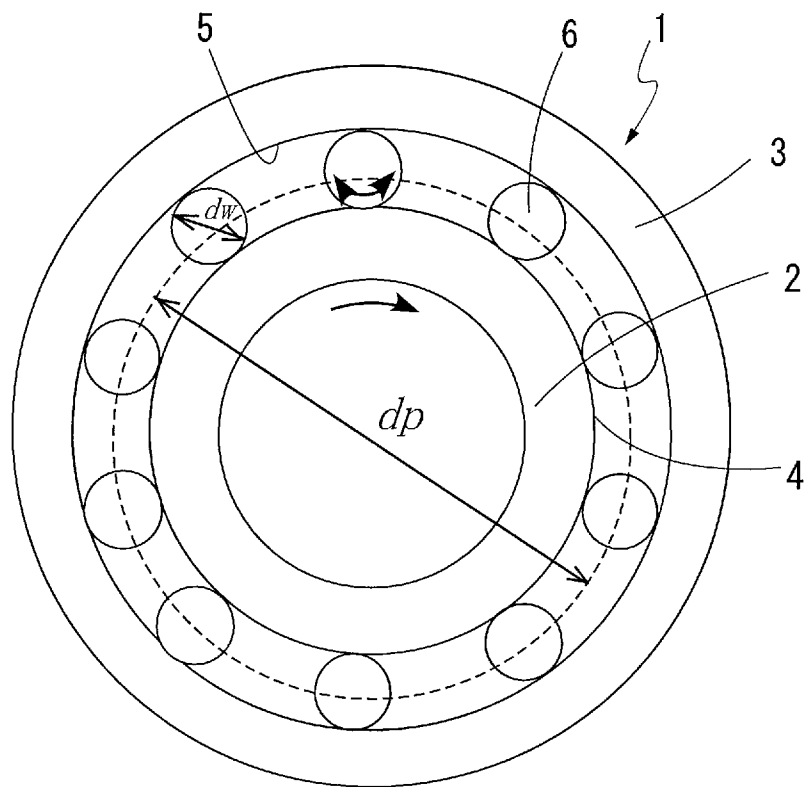
[図2]



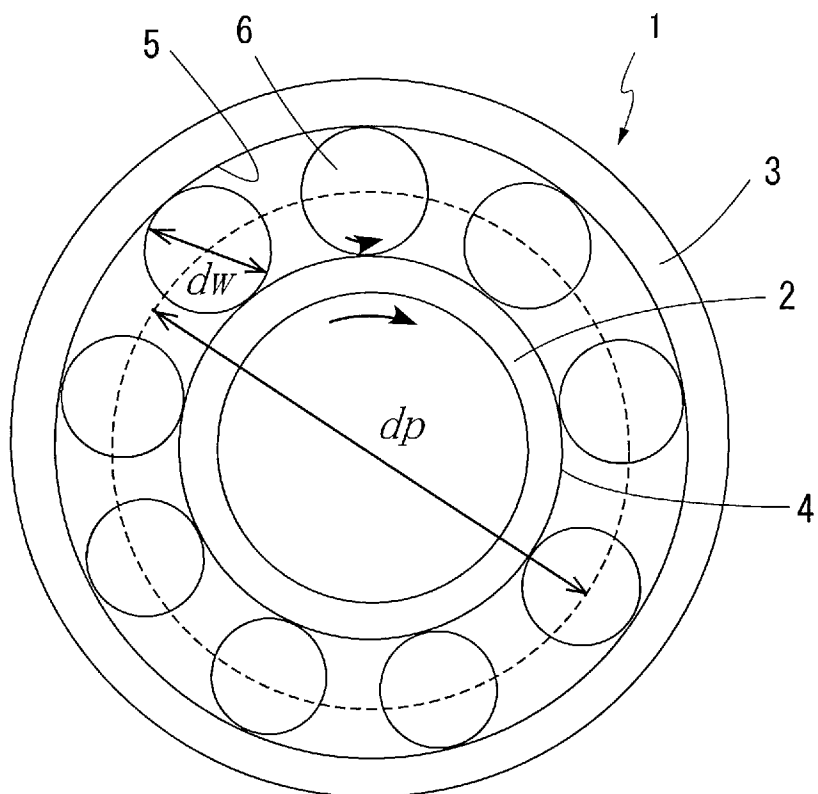
[図3]



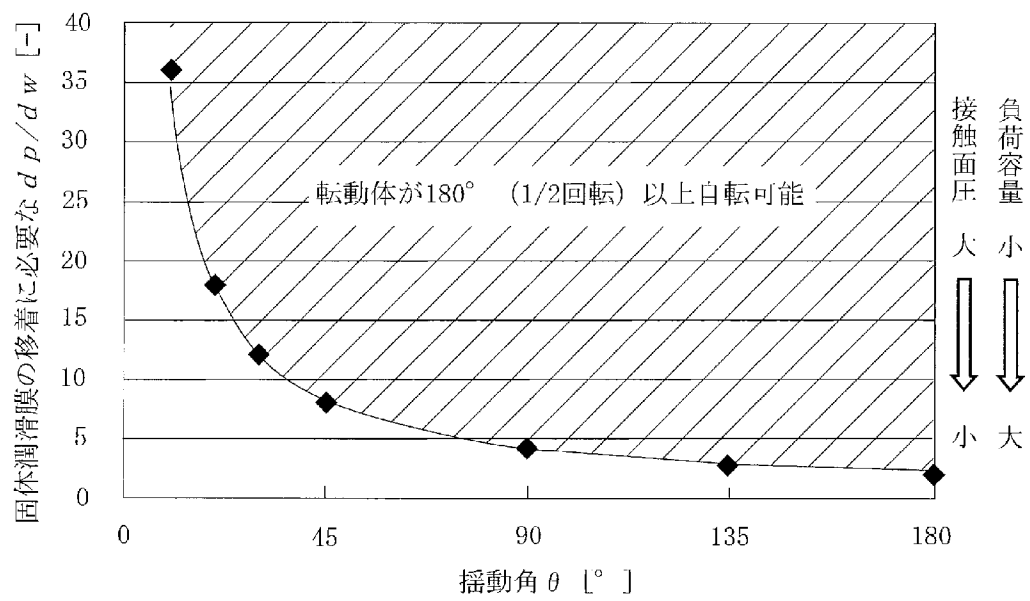
[図4A]



[図4B]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C33/66(2006.01)i, F16C19/16(2006.01)i, F16C33/44(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)

F16C33/66, F16C19/16, F16C33/44

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2009-236314 A (NSK Ltd.), 15 October 2009 (15.10.2009), paragraphs [0008], [0014] to [0104]; fig. 1 to 53 (Family: none)	1-4
A	JP 2011-226624 A (NSK Ltd.), 10 November 2011 (10.11.2011), paragraphs [0006] to [0007], [0010] to [0027]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-4
A	JP 2014-020530 A (NSK Ltd.), 03 February 2014 (03.02.2014), entire text (Family: none)	1-4



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

"I" 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
05 June 2017 (05.06.17)

Date of mailing of the international search report
13 June 2017 (13.06.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

Object to be covered by this search:

Specific range to be covered by this search:

In the inventions of claims 1 to 4, [Equation 7] was excluded for claim 1, and this international search was conducted on "a roller bearing comprising: an inner ring with a raceway formed on the outer circumferential surface; an outer ring with a raceway formed on the inner circumferential surface; a plurality of rolling elements incorporated in between the raceways of the inner ring and the outer ring; and a retainer which is incorporated in between the inner ring and the outer ring and transfers a solid-state lubricant onto the raceway of the inner ring and the raceway of the outer ring via the rolling elements, the roller bearing performing a rocking motion at a rocking angle θ , wherein the relation between the rolling element pitch circle diameter (dp) and the rolling element diameter (dw) has a bearing specification that satisfies the following equation."

Specific reason for limitation to an object to be covered by this search:

[Equation 7] specified in claim 1 does not meet the clarity requirement because of the reasons below, and the corresponding statement of the description does not meet the enablement requirement.

Concerning the equation in the invention of claim 1 of the present application about the relation between "the rolling element pitch circle diameter (dp)" and "the rolling element diameter (dw)," it is not clear how the process for deriving the equation on the basis of the problem stated in the description (in particular, refer to paragraphs [0005] to [0008]) is related to the problem.

For example, although the natural number n_a [rpm] of the rolling element is stated in the description (in particular, refer to paragraph [0010]), it is not clear what the natural number of rolling elements refers to.

In addition, the relation with the inner ring RPM n_i [rpm], the rocking motion, and the rotation of the rolling element around its own axis is not clear because details are not given in the description.

Furthermore, because it is not mentioned how the equation functions and what effects it brings in order to address the problem, it is not clear how the problem and the equation are related to each other.

Furthermore, when each of the values in the description (in particular, refer to Table 1 in paragraph [0030]) is substituted into the equation of the invention of claim 1 for calculation, it is found that the equation does not maintain consistency and is not feasible.

(For example, specifically, substituting the inner ring rocking angle $\theta^\circ = 45$ and the contact angle $\alpha = 45^\circ$ into the equation for calculation, it is found that $dp/dw = 0.062$, which is different from 8.06 in Table 1. The same holds true in the calculation in Radian as well as in Degree.)

Thus, the equation about the relation between "the rolling element pitch circle diameter (dp)" and "the rolling element diameter (dw)" of the invention of claim 1 of the present application, and the description do not maintain consistency and are thus not clear.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16C33/66(2006.01)i, F16C19/16(2006.01)i, F16C33/44(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. F16C33/66, F16C19/16, F16C33/44

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2009-236314 A（日本精工株式会社）2009.10.15, 段落【0008】、【0014】－【0104】、【図1】－【図53】 （ファミリーなし）	1－4
A	JP 2011-226624 A（日本精工株式会社）2011.11.10, 段落【0006】－【0007】、【0010】－【0027】、 【図1】－【図11】 （ファミリーなし）	1－4

☒ 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

05.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

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）

上谷 公治

3 J

4133

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 2014-020530 A (日本精工株式会社) 2014. 02. 03, 全文 (ファミリーなし)	1 - 4

調査の対象について

・ 調査対象の具体的な範囲

請求項 1－4 に係る発明において、請求項 1 については、[数 7] を除外し、

「外周面に軌道面が形成された内輪と、内周面に軌道面が形成された外輪と、前記内輪と外輪の軌道面との間に組み込まれる複数の転動体と、前記内輪及び外輪の間に組み込まれ、転動体を介して固体潤滑剤を内輪の軌道面と外輪の軌道面とに移着させる保持器とを備え、揺動角 θ で揺動運動を行う転がり軸受において、転動体ピッチ円径 (d_p) と転動体径 (d_w) の関係が、次式を満足する軸受仕様であることを特徴とする転がり軸受。」を調査対象とした。

・ 調査対象を限定した具体的な理由

請求項 1 に記載された [数 7] については、以下の理由により、明確性要件を満たさず、かつ、対応する明細書の記載が実施可能要件を満たしていないため。

本願の請求項 1 に係る発明における「転動体ピッチ円径 (d_p)」、及び、「転動体径 (d_w)」の関係についての数式について、明細書（特に段落 0005－0008 を参照。）に記載の課題を踏まえての該数式を導き出すための過程が該課題にどのように関連しているのか明確でない。例えば、明細書（特に段落 0010 を参照。）には、転動体の自然数 n_a [rpm] とあるが、転動体の自然数とは、何を表しているのか明確でない。併せて、内輪回転数 n_i [rpm]、揺動、そして、転動体の自転との関係も詳細に書かれていないため明確でない。

また、該課題を解決するために、該数式がどのように機能し、作用・効果があるのか記載されていないため、該課題と該数式とがどのように結びついているのか明確でない。

さらに、明細書（特に段落 0030 の表 1 を参照。）のそれぞれの値を請求項 1 に係る発明における該数式に代入し計算を行うと、該数式の整合性がとれておらず、実施できないことも認められる。

（例えば、具体的に、内輪揺動角： $\theta^\circ = 45$ 、及び、接触角： $\alpha = 45^\circ$ を該数式に代入し計算すると、 $d_p/d_w = 0.062$ となり、表 1 の 8.06 と違う値になる。Degree の他に、Radian での計算も同様。）

したがって、本願の請求項 1 に係る発明における「転動体ピッチ円径 (d_p)」、及び、「転動体径 (d_w)」の関係についての数式、及び、明細書は、整合性がとれていないため、明確でない。