(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
2011 年 8 月 25 日(25.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/102303 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 33/66 (2006.01) *F16N 7/12* (2006.01)
F16C 19/16 (2006.01) *F16N 9/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/052943

(22) 国際出願日: 2011 年 2 月 10 日(10.02.2011)

(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 2010-032258 2010 年 2 月 17 日(17.02.2010) JP
特願 2010-074325 2010 年 3 月 29 日(29.03.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森正継(MORI, Masatsugu) [JP/JP]; 〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘５丁目１０５番　ＮＴＮ株式会社内 Mie (JP). 石井哲人(ISHII, Tetsuto) [JP/JP]; 〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘５丁目１０５番　ＮＴＮ株式会社内 Mie (JP).

(74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号　肥後橋ニッタイビル 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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

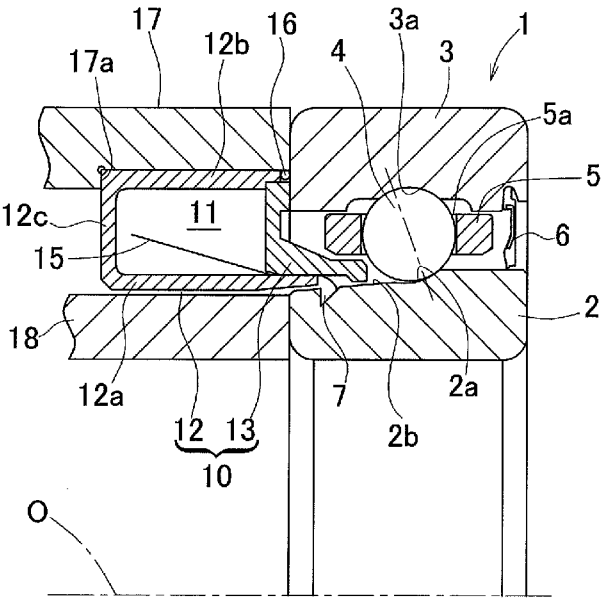
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

[続葉有]

(54) **Title**: ROLLING BEARING LUBRICATION STRUCTURE AND ROLLING BEARING

(54) 発明の名称 : 転がり軸受の潤滑構造および転がり軸受

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a rolling bearing lubrication structure which can be manufactured at low cost and which also realizes both high-speed and eco-friendly operation of a rolling bearing. An inclined surface (2b) is provided to the side of a rolling surface (2a) in an outer surface of an inner race (2) of a rolling bearing (1), and a grease tank (10) in which a grease pool (11) is formed is disposed adjacent to an outer race (3) of the rolling bearing (1). A base oil transfer medium (15) which transfers base oil of grease by means of the capillary phenomenon is disposed in the grease pool (11) of the grease tank (10), and an end of the base oil transfer medium (15) is brought into contact with the inclined surface (2b). As a result, the base oil of the grease enclosed in the grease pool (11) attaches to the inclined surface (2b) by way of the base oil transfer medium (15), and the base oil attached to the inclined surface (2b) is supplied to the inside of the bearing by using the surface tension of the base oil and the flow of the base oil along the inclined surface (2b) caused by rotation of the inner race (2).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/102303 A1

軸受の高速化と環境問題を両立させながら、低コストに製作できる転がり軸受の潤滑構造を提供する。転がり軸受(1)の内輪(2)の外径面における転走面(2a)の側方に斜面部(2b)を設けると共に、転がり軸受(1)の外輪(3)に隣接して、内部にグリース溜り(11)が形成されたグリースタンク(10)を配置する。グリースタンク(10)のグリース溜り(11)内に、グリース中の基油を毛細管現象により移動させる基油移動媒体(15)を設け、その一端を斜面部(2b)に接触させる。それにより、グリース溜り(11)に封入されているグリース中の基油が基油移動媒体(15)を伝って斜面部(2b)に付着し、その斜面部(2b)に付着した基油を、基油の表面張力と内輪(2)の回転により生じる斜面部(2b)に沿う基油の流れとを利用して軸受内へ供給する。

明　細　書

発明の名称 ： 転がり軸受の潤滑構造および転がり軸受

関連出願

[0001] 本出願は、２０１０年２月１７日出願の特願２０１０－０３２２５８および２０１０年３月２９日出願の特願２０１０－０７４３２５の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、工作機械主軸等の高速スピンドルの支持に用いられる転がり軸受の潤滑構造およびグリース潤滑される密封装置付きの転がり軸受に関する。

背景技術

[0003] 最近の工作機械は、加工能率を上げるためにますます高速化の傾向にあり、主軸に使用される軸受においてもその要求に応えるべく高速化が求められている。また、省エネ、省資源といった環境問題もクローズアップされてきている。この高速化と環境問題に対して、軸受として重要な技術課題は潤滑方法である。一般的な主軸用軸受の潤滑方法として、グリース潤滑、油を圧縮空気に混合してノズルより軸受内に噴射するエアオイル潤滑、ノズルを用いて軸受内に油を直接噴射するジェット潤滑がある。これらの潤滑方法には、以下に示すようにそれぞれ一長一短がある。

[0004] グリース潤滑は、取扱いは簡便であるが、高速回転する軸受には不向きである。エアオイル潤滑は、高速回転する軸受に適用可能であるが、多量の圧縮空気が必要なこと、油ミストが発生すること、騒音が発生すること等、省エネ、環境面で問題がある。ジェット潤滑は、３潤滑方法のうち最も軸受を高速回転させることが可能であるが、給油装置等の付帯設備が必要になること、多量の油を使用するため運転による動力損失が大きいこと等の理由から、エアオイル潤滑と同様に省エネ、省資源の観点から問題がある。

[0005] 上記のように従来の潤滑方法にはそれぞれ問題があることから、最近、高速化と環境問題を両立させることを目的とした新しい潤滑方法が提案されている（特許文献１）。それは、グリースが封入されたグリースタンクを軸受に隣接して設け、軸受に生じるヒートサイクルを利用して、前記グリースタンク内のグリース中の基油を分離させながら軸受内に吐出させるというものである。

[0006] また、グリース潤滑される軸受を高速化する試みとして、保持器内径面や内輪外径面を、端面から中心側に近づく程大径となる斜面構造として、ポンプ作用によりオイルミストを転動体側へ誘導する提案がある（特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００９－１０３２３２号公報

[0008] 特許文献1：特開２００６－１６１９４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 上記特許文献１による潤滑方法は、軸受がアンギュラ玉軸受である場合、グリースタンクが軸受の正面側に配置される。通常、工作機械の主軸の支持には、一対のアンギュラ玉軸受が背面組合せで用いられることが多い。したがって、軸受およびグリースタンクを工作機械の主軸に組込んだ場合、主軸の先端に取付けられる工具から軸受までの距離が、グリースタンクの分だけ長くなる。上記距離が長いのは、主軸のモーメント剛性の面から見て不利である。

[0010] そこで、軸受背面側から軸受内部へ潤滑油の供給が可能なように、外部に設けた油タンクの潤滑油を軸受の軸方向近傍（例えば軸受背面側）に配置した給油部材へ導入し、この給油部材内に設けた毛細管現象発生部材の先端を軸受の内輪外径面に接触させ、給油部材に導入された潤滑油が毛細管現象発

生部材を伝って軸受内部に供給される潤滑方法を考え付いた。しかし、この方法は、油タンクと、その油タンクの潤滑油を給油部材まで導く配管とが必要であるため、コスト高になるという問題がある。

[0011] また、上記特許文献２による技術を含め、一般にグリース潤滑される軸受は、軸受組立時に封入されたグリースが軌道輪の軌道面（転走面）に存在するため、慣らし運転を行ってから使用される。このとき、転走面に存在していたグリースは転動体に踏まれ、グリースの一部は転走面の端に掻き分けられ、一部は飛散し、軸受両端に設けられた密封装置の内壁面に付着する。軌道輪に残存したグリースから分離した基油の大半は転走面に供給され潤滑に寄与するが、密封装置の内壁面に付着したグリース（以下、このグリースを「密封装置付着グリース」と記す。）の潤滑への寄与率は小さい。グリース潤滑される軸受の寿命は、使用条件が適切であれば、多くの場合グリースの寿命で決まるため、前記密封装置付着グリースをより有効活用できれば、従来と同量のグリース封入量で軸受の寿命を延ばすことが可能となる。

[0012] この発明の目的は、基油移動媒体を使用することで、軸受の高速化と環境問題を両立させながら、低コストで製作できる転がり軸受の潤滑構造を提供することである。

[0013] この発明の他の目的は、基油移動媒体を使用することで、グリース潤滑される内輪回転の密封装置付き転がり軸受において、密封装置付着グリースの基油を有効活用し、軸受の長寿命化を図った転がり軸受を提供することである。

課題を解決するための手段

[0014] この発明の転がり軸受の潤滑構造は、内外輪と、これら内外輪間に介在する複数の転動体とを有し、回転輪である前記内輪の外径面における転走面の側方に斜面部を設けると共に、転がり軸受の外輪に隣接して、内部にグリース溜りが形成されたグリースタンクを配置し、このグリースタンクのグリース溜り内に、グリース中の基油を毛細管現象により移動させる基油移動媒体を設け、この基油移動媒体の一端を前記斜面部に接触させ、前記グリース溜

りに封入されているグリース中の基油が前記基油移動媒体を伝って前記斜面部に付着し、その斜面部に付着した基油を、基油の表面張力と前記内輪の回転により生じる前記斜面部に沿う基油の付着流れとを利用して軸受内へ供給するようにしたものである。

[0015] この構成の潤滑構造は、組立て時に、転がり軸受の内部にグリースを封入すると共に、グリースタンクのグリース溜り内にグリースを封入しておく。軸受の潤滑は、初期封入したグリースと、グリース溜り内のグリースとで行う。グリース溜り内のグリース中の基油は、基油移動媒体の毛細管現象により生じる基油抽出と移動とにより、内輪の斜面部に付着する。斜面部に付着した基油は、基油の持つ表面張力と、内輪の回転に伴う遠心力とにより、斜面部に沿って軸受内部方向へ移動して、潤滑油として利用される。このように、軸受内部の初期封入グリースに加えて、グリース溜り内にグリースを有するため、潤滑の信頼性が高く軸受の長寿命化を実現できる。

[0016] この潤滑構造は、転がり軸受がアンギュラ玉軸受等の接触角を持つ軸受である場合、グリースタンクを転がり軸受の正面側および背面側のいずれに配置してもよい。通常、工作機械の主軸の支持には、一対のアンギュラ玉軸受が背面組合せで用いられることが多い。その場合、転がり軸受の背面側にグリースタンクを配置することで、転がり軸受から主軸の先端までの距離が最短となる設計ができる。工作機械では、主軸の先端に工具が取付けられる。転がり軸受から主軸の先端までの距離が短ければ、工具に作用する外力負荷に対するモーメント剛性が大きくて構造的に有利である。

[0017] グリースタンクのグリース溜りに封入されたグリースの基油を潤滑油として使用するため、外部に油タンクおよび配管が不要である。軸受箱に油導入孔等の加工をする必要もない。そのため、構成が簡単で、安価に製作することができる。また、多量の油を使用することなく、潤滑のための運転動力も必要としないことから、省エネ、省資源の観点から好ましい。さらに、グリース潤滑であるため、メンテナンスが不要である。

[0018] この発明において、前記グリースタンクは、前記グリース溜りと外部とを

連通する媒体挿通すきまを有し、この媒体挿通すきまに前記基油移動媒体を挿通したものとすることができる。その場合、前記グリースタンクの外殻における前記媒体挿通すきまの外径側部分を前記内輪の前記斜面部にすきま部を介して被さる筒状部として形成し、この筒状部における前記媒体挿通すきまよりも軸受の軸方向中心側へ突出した部分の内径面を、前記基油移動媒体のグリース溜り外の部分を先端が前記斜面部に接触させるように案内する形状とするのが良い。

グリースタンクに設けた媒体挿通すきまに基油移動媒体を挿通することにより、グリース溜り内からのグリースまたは基油の漏出を防ぎつつ、グリース中の基油を、基油移動媒体を伝わらせてグリース溜り外へ導き出すことができる。グリースタンクに筒状部を形成し、その内径面を、基油移動媒体のグリース溜り外の部分を先端が斜面部に接触させるように案内する形状とすることにより、基油移動媒体の一端を確実に斜面部に接触させることができる。

[0019] この発明において、前記斜面部に断面Ｖ状の円周溝を設け、この円周溝の前記転走面側の斜面に前記基油移動媒体の一端を接触させるのが良い。

斜面部に円周溝が設けてあると、運転停止時に、内輪の斜面部に付着している基油と、基油移動媒体を伝ってグリース溜りのグリースから抽出される基油とを円周溝に一時的に保持させられる。始動時に円周溝に保持されていた油を再度潤滑油として利用することができ、常に潤沢な潤滑油で潤滑を行うことができる。円周溝を断面Ｖ状とすることで、基油移動媒体の一端から円周溝の転走面側の斜面に吐出される基油が、内輪外径面の斜面部へ移動しやすい。円周溝の斜面の斜度は、内輪の実用回転速度により決定される。具体的には、高速度になるほど、斜度を大きくする。

[0020] この発明において、前記斜面部に前記転走面から遠い側が小径となる段部を設け、この段部の段面に前記基油移動媒体の一端を接触させてもよい。広い意味で、段面は斜面部の一部である。

この場合、基油移動媒体により、グリース溜り内のグリースから抽出され

た基油が内輪の段面に付着する。段面に付着した基油は、段面から斜面部へ移り、斜面部に沿って軸受内部方向へ移動して、潤滑油として利用される。このように斜面部に段部を設けることによっても、前記同様、運転停止時に段部に油を一時的に保持させて、常に潤沢な潤滑油で潤滑を行うことができる。

[0021] この発明において、軸受中心線に対する前記斜面部の角度をα（°）、転動体ピッチ円直径をd_m（mm）、回転速度をn（min^{-1}）とした場合、

$\alpha \geqq \{0.056 \cdot d_m \cdot n \cdot 10^{-4}\} - 2$

の関係が成り立つようにするのが良い。

内輪外径面の斜面部の角度の好ましい値は、軸受の$d_m \cdot n$値によって異なる。試験の結果、斜面部の角度αは上記式で表わされる値とするのが良いことが分かった。なお、$d_m \cdot n$値はラジアル軸受の使用条件の高速の程度を示す数値であり、軸受内径と外径の平均値d_mと許容回転数nの積で表される。

[0022] この発明において、前記基油移動媒体の材料を毛細管現象が生じる和紙、不織布を含む織布、および皮革の少なくともいずれか１つが利用できる。ここで、和紙とは、麻、こうぞ、みつまたのような植物原料からなる紙を意味する。

いずれの材料も、グリースから基油を抽出して含有する性質と、含有した基油を毛細管現象により移動させる性質とを有する。そのため、グリース溜りのグリースから基油を抽出して内輪外径面の斜面部へ導く基油移動媒体の材料として好適である。

[0023] この発明において、前記基油移動媒体は、前記斜面部との接触部分の円周方向長さを調整可能に前記グリースタンクに設けるのが望ましい。

基油移動媒体が斜面部との接触部分の円周方向長さを調整可能であれば、その円周方向長さを調整することにより、内輪斜面部への付着油量を調整できる。

[0024] この発明において、前記基油移動媒体における前記グリース溜り内の部分を、互いに円周方向に離れた複数の分岐部に分岐させてもよい。

基油移動媒体のグリース溜り部内の部分が上記のように分岐していれば、各分岐部分をグリース溜りの広い範囲に分散して配置することができ、グリース溜りの全域から基油を効率良く抽出できる。

[0025] この発明の転がり軸受は、内外輪と、これら内外輪間に介在する複数の転動体と、前記外輪に設けられ内外輪間の軸受空間を塞ぐ密封装置とを有し、前記内輪の外径面に、端面側から転走面（軌道面）側に近づく程大径となる斜面部を設けた転がり軸受であって、前記密封装置の内壁面に、毛細管現象を生じる材料から成りグリースの基油を移動させる円環状の基油移動媒体を設け、この基油移動媒体の内周縁部の全周または一部を回転輪である前記内輪の外径面の斜面部に接触させたものである。

[0026] 内外輪間の軸受空間にグリースが封入されている。軸受の運転により転走面に存在していたグリースは転動体に踏まれ、グリースの一部が転走面の端に掻き分けられ、一部は飛散し、軸受両端に設けられた密封装置の内壁面に付着する。

この構成によると、グリースの基油を移動させる基油移動媒体を密封装置の内壁面に設け、前記基油移動媒体の内周縁部を、前記内輪の外径面に、端面側から転走面（軌道面）側に近づく程大径となるように設けた斜面部に接触させているので、前記密封装置の内壁面に付着した密封装置付着グリースのうち潤滑に必要な基油のみを、毛細管現象によって、基油移動媒体を介して前記斜面部に付着させる。内輪が回転すると、前記斜面部に付着した基油を遠心力、表面張力により潤滑に寄与させ得る。これにより、同量のグリースを封入した従来の密封装置付き転がり軸受より、長寿命化を図ることが可能となる。

[0027] 前記斜面部に前記基油移動媒体の内周縁部が接触しているので、内輪が回転すると、内輪外径面の斜面部に付着した基油は、遠心力と表面張力とによって前記斜面部に付着しつつ大径側、つまり内輪の転走面側に移動する。以下、前記遠心力と表面張力とによる基油の流れを「付着流れ」と記す。

上記２つの作用、すなわち毛細管現象の作用および付着流れの作用により

、密封装置付着グリースが軸受の潤滑に寄与する。軸受の慣らし運転を行うと、密封装置付着グリースの基油は、毛細管現象の作用により基油移動媒体を介して前記斜面部に供給される。この内輪外径面の斜面部に供給された基油は、付着流れにより軸受の中心に移動して潤滑に寄与する。

[0028] 前記斜面部の斜面角度を、軸受の許容回転速度または使用回転速度で回転させた場合に、基油が遠心力で前記斜面部を転走面側へ流れる角度としても良い。前記「許容回転速度」は、転がり軸受の使用ガイドラインを示す仕様書に記載された値であり、軸受寸法に応じて定められる。回転速度によってグリースに働く遠心力が異なる。具体的には、回転速度が高くなればなる程、斜面に付着したグリースに働く遠心力が大きくなり、前記斜面部に供給された基油が、軸受の中心に移動し易くなり潤滑に大きく寄与する。

[0029] 前記基油移動媒体および前記斜面部を、軸受の片側のみまたは両側に設けても良い。

前記内輪の外径面の斜面角度をαとし、転動体のピッチ円直径をd_m（mm）とし、回転速度をn（min-1）としたとき、斜面角度αが次式で与えられるものであっても良い。

$\alpha \geqq \{0.056 \cdot d_m \cdot n \cdot 10^{-4}\} - 2$

この式は、斜面を持つ内径70mmと100mm軸受の擬似内輪を用いて実施した実験結果を基にしている。内輪の斜面部（角度変更実施）にエアオイルを利用して油を付着させ，付着流れの有無を目視にて観察する方法で実施した。斜面での付着流れの考え方として、斜面に油が付着すればエアオイルの油，グリースの基油の差はないと考える。

[0030] 前記基油移動媒体の材料を毛細管現象が生じる和紙、織布（不織布を含む）、および皮革の少なくともいずれか１つとしても良い。

前記斜面部に対し密封装置を非接触としても良い。例えば、低発熱・省エネルギーの観点から低トルクが望まれる工作機械用軸受、一般産業機械モータ用軸受等では、前記密封装置を非接触とすると良い。

前記斜面部に対し密封装置を接触するものとしても良い。例えば、防塵・

防水性を重視する鉄道車両用軸受、自動車用軸受、風車用軸受等では、前記密封装置を接触とすると良い。

図面の簡単な説明

[0031] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第１実施形態にかかる転がり軸受の潤滑構造の縦断面図である。

[図2]同転がり軸受の潤滑構造の部分拡大図である。

[図3]同転がり軸受の潤滑構造における基油移動媒体の一例を軸方向から見た図である。

[図4]同基油移動媒体の異なる例を軸方向から見た図である。

[図5]同転がり軸受の潤滑構造を適用した主軸装置の縦断面図である。

[図6]この発明の第２実施形態にかかる転がり軸受の潤滑構造の一部分を示す縦断面図である。

[図7]同潤滑構造における基油移動媒体を円周方向に展開しその一部を示す図である。

[図8]この発明の第３実施形態にかかる転がり軸受の潤滑構造の一部分を示す縦断面図である。

[図9]この発明の第４実施形態にかかる転がり軸受の潤滑構造の一部分を示す縦断面図である。

[図10]この発明の第５実施形態にかかる転がり軸受の潤滑構造の縦断面図である。

[図11]この発明の第６実施形態にかかる転がり軸受の縦断面図である。

[図12]同転がり軸受の要部の拡大断面図である。

[図13]（Ａ）は、この発明の第７実施形態にかかる転がり軸受の縦断面図、（Ｂ）は同転がり軸受の基油移動媒体の内周縁部のみを軸方向から示す側面図である。

[図14]この発明の第８実施形態にかかる転がり軸受の基油移動媒体の内周縁部のみを軸方向から示す側面図である。

[図15]この発明の第９実施形態にかかる転がり軸受の縦断面図である。

[図16]この発明の第１０実施形態にかかる転がり軸受の縦断面図である。

[図17]この発明の第１１実施形態に係る転がり軸受の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0032] この発明の第１実施形態を図１ないし図２と共に説明する。図１は転がり軸受の潤滑構造全体の縦断面図、図２はその部分拡大図である。この転がり軸受の潤滑構造は、アンギュラ玉軸受である転がり軸受１に適用されたものであり、転がり軸受１の背面側にグリースタンク１０が隣接して配置されている。

[0033] 転がり軸受１は、内輪２と、外輪３と、これら内外輪２，３の転走面２ａ，３ａ間に介在する複数の転動体４とを備える。転動体４はボールからなり、各転動体４は、保持器５のポケット５ａ内にそれぞれ保持される。内外輪２，３間の軸受空間の正面側端部は、密封装置であるシール６によって密封されている。軸受背面側はグリースタンク１０がシールを兼ねており、軸受空間の背面側端部にはシールが設けられていない。内輪２、外輪３、および転動体４は、軸受鋼等の鋼材、セラミックス等からなる。保持器５は、樹脂等で構成される。

[0034] 内輪２の外径面における転送面２ａよりも軸受背面側の部分は、軸方向外側ほど小径となる斜面部２ｂとされている。軸受中心線Ｏに対する斜面部２ｂの角度α（°）は、内輪２の実用回転速度により決定される。具体的には、高速度になるほど角度αを大きくする。例えば、使用最高回転速度が$d_m \cdot n$値で２００万である場合、角度αを９°以上とする。一般的には、

$\alpha \geqq \{0.056 \cdot d_m \cdot n \cdot 10^{-4}\} - 2$の式で表される。この式は、試

験の結果より求められたものである。ただし、d_mは前記転動体のピッチ円直径（ｍｍ）、ｎは回転速度（min^{-1}）である。

[0035] 前記斜面部２ｂの一部には、断面Ｖ状の円周溝７が設けられている。図例では、円周溝７の軸方向内側の側面は斜面７ａで、軸方向外側の側面は径方向面７ｂになっている。斜面７ａと斜面部２ｂとは滑らかな曲線に繋がっている。円周溝７の軸方向位置は、斜面部２ｂの中心よりもやや外側寄りとされている。

[0036] グリースタンク１０は、内部に中空状のグリース溜り１１が形成された環状の部品であって、グリースタンク本体１２とグリースタンク先端部材１３とで構成されている。詳しくは、グリースタンク本体１２は、軸方向に沿う内周壁部１２ａと、この内周壁部１２ａと平行な外周壁部１２ｂと、これら内周壁部１２ａおよび外周壁部１２ｂの軸受背面側間を繋ぐ背面壁部１２ｃとでなる。また、グリースタンク先端部材１３は、グリースタンク本体１２の軸受背面側開口を塞ぐように前記内周壁部１２ａと外周壁部１２ｂ間に嵌め込んだ状態に設けられている。

[0037] グリースタンク先端部材１３の内周部は軸受側へ延びる筒状部１３ａとなっており、この筒状部１３ａの基端側部分の内径面とグリースタンク本体１２の内周壁部１２ａにおける軸受側端部の外径面との間に媒体挿通すきま１４が形成されている。この媒体挿通すきま１４の寸法は、後述する基油移動媒体１５を挿通させられる程度である。グリースタンク先端部材１３の筒状部１３ａは媒体挿通すきま１４よりも軸受の軸方向中心側へ突出し、内輪２の斜面部２ｂにすきまδ１を介して被さっている。筒状部１３ａの先端部には、内周側に突出する凸部１３ｂが形成されている。凸部１３ｂの媒体挿通すきま１４を向く側面は、媒体挿通すきま１４側へ行くほど大径となるテーパ面１３ｃである。これにより、筒状部１３ａにおける媒体挿通すきま１４よりも軸受の軸方向中心側へ突出した部分の内径面が、後述する基油移動媒体１５のグリース溜り１１外の先端部を内輪２の外径面におけるＶ状円周溝７の斜面７ａに接触させるように案内する形状とされている。

[0038] グリースタンク１０のグリース溜り１１には、グリースが封入されている。また、グリース溜り１１には、グリースタンク１０とは別体の基油移動媒体１５が挿入され、その一端が前記媒体挿通すきま１４を通り抜けてグリース溜り１１外に突出している。基油移動媒体１５は、グリースから基油を抽出しその基油を毛細管現象により移動させるものであり、例えば和紙、布、皮革、フェルト等からなる。ここで、和紙とは、麻、こうぞ、みつまたのような植物原料からなる紙を意味する。布は織布、不織布のいずれであってもよい。基油移動媒体１５のグリース溜り１１内の端部は、グリースタンク本体１２の背面壁部１２ｃ付近まで延びているのが望ましい。基油移動媒体１５は、図３のように円筒状にして全周にわたって設けたものであってもよく、あるいは図４のように任意の円周方向幅を有する複数の基油移動媒体単体１５ａを全周に分散して配置したものであってもよい。後者の場合、基油移動媒体１５全体の円周方向長さを調整することができ、それにより抽出される基油の量を調整することが可能である。

[0039] グリースタンク１０は、鋼製または樹脂製である。いずれの場合も、機械加工により容易に成形することができる。また、樹脂製である場合は、射出成形により成形することができる。射出成形は機械加工よりも安価に製作することができる。

[0040] 上記グリースタンク１０は、グリースタンク先端部材１３の軸受側の面が外輪３の軸受背面側の端面に当接するように、転がり軸受１に隣接して組込まれる。基油移動媒体１５のグリース溜り１１から突出した部分は、筒状部１３ａのテーパ面１３ｃに当たって向きを内径側へ変え、その先端が前記円周溝７の斜面７ａに軽く接触している。内輪２の斜面部２ｂとグリースタンク先端部材１３の凸部１３ｂとは、すきまδ１を介して対向している。グリース溜り本体１２の外周壁部１２ｂの軸受側端面と外輪３の軸受背面側の端面との間には、Ｏリング１６が設けられる。

[0041] 上記グリースタンク１０の組込み状態では、グリースタンク１０の外周に外輪間座１７が嵌合し、外輪間座１７の段面１７ａがグリース溜り本体１２

の外周壁部１２ｂの軸受背面側端に係合する。それにより、グリースタンク１０の軸方向位置が拘束される。なお、内輪２は、内輪間座１８により位置決めされる。外輪間座１７および内輪間座１８は、鋼製である。

[0042] 図５は、図１および図２に示す転がり軸受の潤滑構造を採用した主軸装置の一例を示す。この主軸装置は、工作機械用のものであり、主軸２０の一端部２０ａに工具またはワークのチャック（図示せず）が取付けられ、他方の端部２０ｂにモータ等の駆動源が回転伝達機構（図示せず）を介して連結される。主軸２０は、軸方向に離れた一対の転がり軸受１により回転自在に支持されている。図例では、一対の転がり軸受１は、背面組み合わせで配置されている。各転がり軸受１の内輪２は主軸２０の外径面に嵌合し、外輪３は軸受箱２１の内径面に嵌合している。これら内外輪２，３は、内輪間座１８および外輪間座１７によりそれぞれ位置決めされ、内輪押え間座２２および外輪押え蓋２３により主軸２０および軸受箱２１にそれぞれ固定されている。また、各転がり軸受１の背面側にグリースタンク１０が配置されている。

[0043] 上記構成の潤滑構造の作用を説明する。

組立て時に、転がり軸受１の内部にグリースを封入すると共に、グリースタンク１０のグリース溜り１１内にグリースを封入しておく。軸受の潤滑は、初期封入したグリースと、グリースタンク１０内のグリース基油を、基油移動媒体１５の持つ毛細管現象による抽出と移動作用を利用して行う。具体的には、基油移動媒体１５で抽出されたグリース基油がグリース溜り１１外の方へ移動させられて、内輪２の円周溝７の斜面７ａに付着する。斜面７ａに付着した基油は、基油の持つ表面張力と、内輪２の回転に伴う遠心力とにより、内輪２の斜面部２ｂへ移動し、さらに斜面部２ｂに付着しながら軸受内部方向へ移動する。斜面７ａと斜面部２ｂとは滑らかな曲線に繋がっているので、斜面７ａから斜面部２ｂへの基油の移動は円滑に行われる。また、内輪２の斜面部２ｂとグリースタンク先端部材１３の凸部１３ｂとの間のすきまδ１は小さく、内輪２の回転に伴うポンピング作用により、斜面部２ｂに沿う基油移動が促進されると共に、軸受内からのグリース洩れを防止する

シール効果も期待できる。斜面部２ｂにおける転走面２ａとの境界エッジ部に達した基油は、遠心力により外径側へ飛散し、転動体４の表面および保持器５のポケット５ａの内面に付着して、潤滑油として利用される。

[0044] 運転停止時には、内輪２の斜面部２ｂに付着している油と、基油移動媒体１５を伝ってグリース溜り１１のグリースから供給される油とが、円周溝７に一時的に保持される。始動時、内輪２が回転することで、円周溝７に保持されていた油が再度潤滑油として利用される。このため、常に潤沢な潤滑油で潤滑を行うことができる。このように、軸受内部の初期封入グリースに加えて、グリース溜り１１内にグリースを有することにより、潤滑の信頼性が高く軸受の長寿命化を実現できる。

[0045] 例えば図５の主軸装置のように、一対の転がり軸受１が背面組み合わせで配置されている場合、各一対の転がり軸受１の背面側にグリースタンク１０を配置することができる。この構成によれば、転がり軸受１の正面側に潤滑用の部品を設けなくて済む。そのため、転がり軸受１から主軸２０の工具取付け端である一端部２０ａまでの距離が最短となる設計ができる。転がり軸受１から主軸２０の一端部２０ａまでの距離が短ければ、工具に作用する外力負荷に対するモーメント剛性を大きくできる。ただ、モーメント剛性を必要としない場合には、グリースタンク１０を転がり軸受１の正面側に配置してもよい。

[0046] グリースタンク１０のグリース溜り１１内に封入されたグリースの基油を潤滑油として使用するため、外部に油タンクおよび配管が不要である。軸受箱２１に油導入孔等の高精度の加工をする必要もない。そのため、構成が簡単で、低コストに製作することができる。また、多量の油を使用することなく、潤滑のための運転動力も必要としないことから、省エネ、省資源の観点から好ましい。さらに、グリース潤滑であるため、メンテナンスが不要である。

[0047] 図６および図７は、基油移動媒体１５の異なるこの発明の第２実施形態を示す。図７に示すように、基油移動媒体１５におけるグリース溜り１１内に

挿入される部分が、互いに円周方向に離れた複数の分岐部１５ｂに分岐させてある。このように基油移動媒体１５のグリース溜り１１内に挿入される部分が複数の分岐部１５ｂに分岐していれば、各分岐部１５ｂをグリース溜り１１の広い範囲に分散して配置することができ、グリース溜り１１の全域から基油を効率良く抽出できる。

[0048] 図８は、内輪２の斜面部２ｂに円周溝７が設けられていない第３実施形態を示す。基油移動媒体１５のグリース溜り１１から突出した部分の先端は、斜面部２ｂに接触させてある。この実施形態の場合、基油移動媒体１５によりグリース溜り１１内のグリースから抽出された基油が、内輪２の斜面部２ｂに付着する。それ以降の作用は、前記実施形態の場合と同様である。円周溝７が設けられている方が、先に説明したように運転停止時に円周溝７に油を保持する作用が得られて好ましいが、円周溝７が設けられていなくても、潤滑の信頼性が高く軸受の長寿命化を実現できる。円周溝７を設けないと、内輪２の加工が容易になり、内輪２を低コストで製作できるという利点がある。

[0049] 図９は、内輪２に円周溝７の代わりに段部１９を設けた第４実施形態を示す。段部１９は、斜面部２ｂの端縁に続き軸受中心線Ｏに対し直交する面である段面１９ａと、この段面１９ａの内径端から軸方向外側へ延びる円筒面１９ｂとで構成される。段面１９ａと斜面部２ｂとは滑らかな曲線に繋がっている。広い意味で、段面１９ａは斜面部２ｂの一部である。基油移動媒体１５のグリース溜り１１から突出した部分の先端は、段面１９ａに接触させてある。この実施形態の場合、基油移動媒体１５によりグリース溜り１１内のグリースから抽出された基油は、まず段面１９ａに付着し、段面１９ａから斜面部２ｂを伝わって、軸受内部へ供給される。このような段部１９を設けても、潤滑の信頼性が高く軸受の長寿命化を実現できると共に、円周溝７を設ける場合に比べ内輪２を低コストで製作できる。

[0050] また、この発明の潤滑構造は、図１０に示す第５実施形態のように、転がり軸受１が円筒ころ軸受である場合にも適用できる。この実施形態は、内輪

２の外径面における転走面２ａの両側が斜面部２ｂとされ、各斜面部２ｂに円周溝７が形成されている。転がり軸受１の両側にグリースタンク１０が配置され、各グリースタンク１０に設けた基油移動媒体１５の先端が、各円周溝７の転走面２ａ側の斜面７ａにそれぞれ接触させてある。この構成により、転がり軸受１がアンギュラ玉軸受である場合と同様の作用・効果が得られる。図例は、転がり軸受１の両側にグリースタンク１０が設けられているが、潤滑条件が満たされるのであれば、片側だけにグリースタンク１０を設けてもよい。

[0051] 上記各実施形態は、工作機械主軸を支持する転がり軸受の潤滑構造について説明したが、この発明の潤滑構造は、工作機械主軸用以外の軸受、例えばモータ用、一般作業機械用として使用される軸受にも応用できる。

[0052] つぎに、この発明の転がり軸受にかかる第６～第１１実施形態を図１１～図１７を参照しながら説明する。以下の実施形態の説明においては、先行する実施形態で説明している事項に対応している部分には同一の参照符号を付し、重複する説明を省略する。構成の一部のみを説明している場合、構成の他の部分は、先行して説明している形態と同様とする。実施の各形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施の形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0053] この発明の転がり軸受にかかる第６実施形態を図１１および図１２と共に説明する。

この実施形態に係る転がり軸受は、図１１に示すように、前記第１実施形態と同様、内輪２、外輪３、複数の転動体４、保持器５を備えているが、前記第１実施形態にような内部に中空状のグリース溜り１１が形成されたグリースタンク１０を備えていない。内外輪２，３間の軸受空間の両端は密封装置６、６で塞がれ、軸受内部にグリースが封入され、この密封装置６、６の内壁面に、後で詳しく述べる基油移動媒体１５Ａが設けられた点で第１実施形態と異なる。なお、この例の転がり軸受はアンギュラ玉軸受が適用され、内輪回転形とされる。但し、転がり軸受はアンギュラ玉軸受に限定されるも

のではない。転がり軸受として、例えば、深溝玉軸受、円筒ころ軸受、または円錐ころ軸受を適用することも可能である。

[0054] 密封装置６について説明する。

図１１、図１２に示すように、外輪３には、密封装置６として鋼板から成るシールドを両側に取付け、この軸受を密封形の転がり軸受としている。外輪３の内径面の両端部には、この外輪内径よりも半径方向外方に凹む密封装置固定溝３ｂが形成されている。内輪２の両側の外径面２ｂに、端面側から転走面２ａ側に近づく程大径となり、基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａが接触する斜面（後述する）が設けられている。

図１２に示すように、密封装置６の半径方向外方の基端部６ａは前記密封装置固定溝３ｂに固定される。この密封装置６の半径方向内方の先端部６ｂは、先端に向かうに従って軸受内側に向かう断面略Ｌ字形状に形成されると共に、内輪２の外径面の斜面部２ｂに接触しないように所定小距離隙間δ２が形成されている。この隙間δ２はシール効果が得られる程度の大きさに定められている。このように本例では、内輪２の外径面の斜面部２ｂに対し密封装置６を非接触としている。

[0055] 密封装置６のうち前記基端部６ａに繋がる中間部６ｃは、傾斜部６ｃａと立板部６ｃｂとを含む。つまり密封装置６において、基端部６ａの内周縁部に、半径方向内方に向かうに従って軸受外側に傾斜する傾斜部６ｃａが繋がり、この傾斜部６ｃａの内周縁部に立板部６ｃｂが繋がる。立板部６ｃｂは軸受軸方向に垂直な平面に沿って設けられ、この立板部６ｃｂの内周縁部に前記先端部６ｂが繋がっている。

[0056] 密封装置６の内壁面に、毛細管現象を生じる材料から成る円環状の基油移動媒体１５Ａを設けている。密封装置６の内壁面のうち、基端部６ａの内周部分、傾斜部６ｃａ、および立板部６ｃｂにわたって基油移動媒体１５Ａが固着されている。この基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａの全周を、内輪２の外径面の斜面部２ｂに接触させている。具体的に基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａは、先端に向かうに従って軸受内側に傾斜し、且つ、断

面略Ｌ字形状の前記先端部６ｂに保持されている。基油移動媒体１５Ａの材料は前記実施形態と同様のものが適用される。

また、内外輪２，３間の軸受空間に封入するグリースの一部を、密封装置６の内壁面に付着させている。この内壁面に付着させたグリースを「密封装置付着グリースＧｒ」と称す。この例では、密封装置付着グリースＧｒを軸受の運転により密封装置６の内壁面に付着させているが、後述するように、軸受組立時において密封装置付着グリースＧｒを密封装置６の内壁面に付着させても良い。

[0057] 内輪２の外径面の斜面部２ｂに前記斜面が設けられている。この例では、外径面の斜面部２ｂ全体を斜面としているが、内輪２の外径面の一部を斜面としても良い。

回転速度によってグリースに働く遠心力が異なるため、内輪２の外径面の軸方向Ｌ１に対する傾斜角度は、軸受の許容回転数または使用回転数に対応して設定することが好ましい。その際、内輪２の外径面の傾斜角度をαとし、転動体のピッチ円直径をｄｍ(㎜)（図１１）とし、回転速度をｎ（min-1）としたとき、次式を用いて傾斜角度αを与える
と、内輪２の斜面に付着した基油が転走面２ａに移動し潤滑に寄与するため、より好適である。

[0058] $\alpha \geqq \{0.056 \cdot dm \cdot n \cdot 10^{-4}\} - 2$

ここで、転動体のピッチ円直径ｄｍ（ｍｍ）に回転速度ｎ（min-1）を乗じた値は、ｄｍｎ値と
称される。

[0059] 軸受の運転により転走面に存在していたグリースは転動体３に踏まれ、グリースの一部が転走面の端に掻き分けられ、一部は飛散し、軸受両端に設けられた密封装置６の内壁面に付着する。以上説明した転がり軸受によると、基油移動媒体１５Ａを密封装置６の内壁面に設け、この基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａを内輪２の外径面の斜面部２ｂに接触させたため、密封装置６の内壁面に付着した密封装置付着グリースＧｒのうち潤滑に必要な基

油のみを、毛細管現象によって、基油移動媒体１５Ａを介して内輪２の外径面の斜面部２ｂに付着させる。内輪２が回転すると、前記内輪２の外径面の斜面部２ｂに付着した基油は、遠心力と表面張力とにより前記斜面に付着しつつ内輪２の転走面２ａ側に移動する。

このように２つの作用すなわち毛細管現象の作用および前記付着流れの作用により、密着装置付着グリースＧｒが軸受の潤滑に寄与する。

[0060] 前記軸受空間に封入するグリースの一部を、軸受組立時に密封装置６の内壁面に付着させた場合、軸受の運転により、転走面の端等から外輪３の内径面に飛散して付着したグリースの基油が、密封装置６の内壁面に付着させたグリースの基油と繋がる。これにより、密封装置付着グリース中の基油を内輪２の外径面の斜面部２ｂに円滑に供給することが可能となる。このように従来、潤滑に殆んど寄与しないグリースの一部の基油が、基油移動媒体１５Ａを介して内輪２の外径面の斜面部２ｂに付着した後、軸受の潤滑に寄与する。これにより、従来と同量のグリース封入量で軸受の寿命を延ばすことが可能となる。また、転走面近傍に封入するグリース量を削減することができるため、初期の慣らし運転時間の短縮を図ることができる。

[0061] 基油移動媒体１５Ａにおける内周縁部１５Ａａの全周を、内輪２の外径面の斜面部２ｂに接触させたため、密封装置付着グリースＧｒから内輪２の外径面の斜面部２ｂに移動する単位時間あたりの基油移動量を大きくすることができる。これにより、転がり軸受を高速かつ中・高荷重で使用することが可能となる。

密封装置６の内壁面のうち、基端部６ａの内周部分、傾斜部６ｃａ、および立板部６ｃｂにわたって基油移動媒体１５Ａが固着されている。さらに基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａは、先端に向かうに従って軸受内側に傾斜し、且つ、断面略Ｌ字形状の先端部９に保持されているため、密封装置付着グリースＧｒを、傾斜部６ｃａ、立板部６ｃａ、および先端部６ｂで断面略凹形状に囲まれた環状凹溝内に安定して付着させることができる。複雑な構造を設けることなく、前記環状凹溝内に安定して付着させた密封装置付

着グリースＧｒから基油のみを徐々に供給することが可能となる。

内輪２の外径面の斜面部２ｂに対し密封装置６を非接触としたため、この転がり軸受を、例えば、低発熱・省エネルギーの観点から低トルクが望まれる工作機械用軸受、一般産業機械モータ用軸受等として好適に用いることができる。

[0062] 図１３（Ａ）および（Ｂ）に示すように、基油移動媒体１５Ａにおける内周縁部１５Ａａの一部を、内輪２の外径面の斜面部２ｂに接触させたものであっても良い。図１３（Ｂ）は、図１３（Ａ）の転がり軸受の基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａのみを軸方向から示す側面図である。

基油移動媒体１５Ａにおける内周縁部１５Ａａには、円周方向一定間隔おきに半径方向外方に凹む凹形状部１５Ａａａが設けられている。内周縁部１５Ａａは凹形状部１５Ａａａと凸形状部１５Ａａｂとが円周方向に隣接して設けられ、これらのうち複数（この例では８つ）の凸形状部１５Ａａｂを、内輪２の外径面の斜面部２ｂに接触させている。このように基油移動媒体１５Ａにおける、内輪外径面との接触部を限定することで、密封装置付着グリースＧｒから内輪２の外径面の斜面部２ｂに移動する単位時間あたりの基油移動量が減少する。これにより、基油をより長時間利用することができる。

[0063] 図１４は、第８実施形態に係る転がり軸受の基油移動媒体１５Ａの内周縁部１５Ａａのみを軸方向から示す側面図である。同図に示すように、基油移動媒体１５Ａにおける内周縁部１５Ａａにおいて、円周方向１８０度の範囲の中間部分を凹形状部１５Ａａａとし、残りの中間部分を凸形状部１５Ａａｂとしても良い。この場合にも図１３（Ａ），（Ｂ）と同様に、密封装置付着グリースＧｒから内輪外径面の斜面部２ｂに移動する単位時間あたりの基油移動量が減少するため、基油をより長時間利用することができる。

[0064] 内輪２の両側の外径面を斜面部２ｂとする構成に代えて、図１５に示す第９実施形態のように、内輪２の片側の外径面を、軸方向に平行な平坦面としても良い。この場合、毛細管現象によって密封装置付着グリースＧｒ中の潤滑に必要な基油のみを基油移動媒体１５Ａを介して内輪２の外径面に付着さ

せ、潤滑に寄与させ得る。

[0065] 図１６に示す第１０実施形態のように、密封装置６として、弾性体６１を芯金６２で補強して形成されるシールを適用しても良い。図１６の例では、内輪２の外径面の斜面部２ｂに、シールリップ６３が接触する環状のシール溝２ｃが形成され、シールとして接触シールが用いられている。また、転がり軸受として深溝玉軸受が適用され、保持器５として鉄板波形保持器が適用されている。

図１７に示す第１１実施形態のように、密封装置６としてシールを適用し、内輪２の外径面の斜面部２ｂを図１５と同様に軸方向に平行な平坦面としても良い。

例えば、防塵・防水性を重視する鉄道車両用軸受、自動車用軸受、風車用軸受等では、図１６、図１７に示す第１０、第１１実施形態のように密封装置６を接触式とすると良い。

[0066] 使用条件によっては、密封装置６および基油移動媒体１５Ａを、軸受の片側のみに設けても良い。この場合に基油移動媒体１５Ａが設けられた片側の内輪外径面のみに斜面を、設けても良い。図１６、図１７では接触シールを用いているが、非接触シールを適用することも可能である。各実施形態の転がり軸受において、保持器なしの構成にすることも可能である。

[0067] グリースタンクを使用しない前記第６ないし１１実施形態は、斜面部を含まないつぎの態様を含む。

［態様１］

態様１にかかる転がり軸受は、内外輪と、これら内外輪間に介在する複数の転動体と、前記外輪に設けられ内外輪間の軸受空間を塞ぐ密封装置とを備えた転がり軸受であって、前記密封装置の内壁面に、毛細管現象を生じる材料から成りグリースの基油を移動させる円環状の基油移動媒体を設け、この基油移動媒体の内周縁部を内輪の外径面に接触させたものである。

[0068] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易

に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

[0069] １…転がり軸受

２…内輪

２ａ…転走面

２ｂ…斜面部

３…外輪

６…密封装置（シール）

７…円周溝

７ａ…傾斜面（側面）

８…密封装置

１０…グリースタンク

１１…グリース溜り

１３ａ…筒状部

１４…媒体挿通すきま

１５、１５Ａ…基油移動媒体

１５ｂ…分岐部

１９…段部

１９ａ…段面

２０…主軸

Ｏ…軸受中心線

請求の範囲

[請求項1] 内外輪と、これら内外輪間に介在する複数の転動体とを有し、回転輪である前記内輪の外径面における転走面の側方に斜面部を設けると共に、転がり軸受の外輪に隣接して、内部にグリース溜りが形成されたグリースタンクを配置し、このグリースタンクのグリース溜り内に、グリース中の基油を毛細管現象により移動させる基油移動媒体を設け、この基油移動媒体の一端を前記斜面部に接触させ、前記グリース溜りに封入されているグリース中の基油が前記基油移動媒体を伝って前記斜面部に付着し、その斜面部に付着した基油を、基油の表面張力と前記内輪の回転により生じる前記斜面部に沿う基油の付着流れとを利用して軸受内へ供給するようにした転がり軸受の潤滑構造。

[請求項2] 請求項１において、前記グリースタンクは、前記グリース溜りと外部とを連通する媒体挿通すきまを有し、この媒体挿通すきまに前記基油移動媒体を挿通したものであり、前記グリースタンクの外殻における前記媒体挿通すきまの外径側部分を前記内輪の前記斜面部にすきま部を介して被さる筒状部として形成し、この筒状部における前記媒体挿通すきまよりも軸受の軸方向中心側へ突出した部分の内径面を、前記基油移動媒体のグリース溜り外の部分を先端が前記斜面部に接触させるように案内する形状とした転がり軸受の潤滑構造。

[請求項3] 請求項１において、前記斜面部に断面Ｖ状の円周溝を設け、この円周溝の前記転走面側の斜面に前記基油移動媒体の一端を接触させた転がり軸受の潤滑構造。

[請求項4] 請求項１において、前記斜面部に前記転走面から遠い側が小径となる段部を設け、この段部の段面に前記基油移動媒体の一端を接触させた転がり軸受の潤滑構造。

[請求項5] 請求項１において、軸受中心線に対する前記斜面部の角度をα（°）、転動体のピッチ円直径をd_m（ｍｍ）、回転速度をｎ（min^{-1}）とした場合、

$\alpha \geqq \{0.056 \cdot dm \cdot n \cdot 10^{-4}\} - 2$

の関係が成り立つ転がり軸受の潤滑構造。

[請求項6] 請求項１において、前記基油移動媒体の材料を毛細管現象が生じる和紙、不織布を含む織布、および皮革の少なくともいずれか１つとした転がり軸受の潤滑構造。

[請求項7] 請求項１において、前記基油移動媒体は、前記斜面部との接触部分の円周方向長さを調整可能に前記グリースタンクに設けた転がり軸受の潤滑構造。

[請求項8] 請求項１において、前記基油移動媒体における前記グリース溜り内の部分を、互いに円周方向に離れた複数の分岐部に分岐させた転がり軸受の潤滑構造。

[請求項9] 内外輪と、これら内外輪間に介在する複数の転動体と、前記外輪に設けられ内外輪間の軸受空間を塞ぐ密封装置とを有し、前記内輪の外径面に、端面側から転走面側に近づく程大径となる斜面部を設けた転がり軸受であって、

前記密封装置の内壁面に、毛細管現象を生じる材料から成りグリースの基油を移動させる円環状の基油移動媒体を設け、この基油移動媒体の内周縁部の全周または一部を回転輪である前記内輪の外径面の斜面部に接触させた転がり軸受。

[請求項10] 請求項９において、前記内輪における外径面の斜面の斜面角度を、軸受の許容回転速度または使用回転速度で回転させた場合に、基油が遠心力で前記斜面を転走面側へ流れる角度とした転がり軸受。

[請求項11] 請求項９において、前記基油移動媒体および内輪の外径面の斜面を、軸受の片側のみまたは両側に設けた転がり軸受。

[請求項12] 請求項９において、前記内輪の外径面の斜面角度をαとし、転動体のピッチ円直径をdm（mm）とし、回転速度をn(min-1)としたとき、斜面角度αが次式で与えられる転がり軸受。

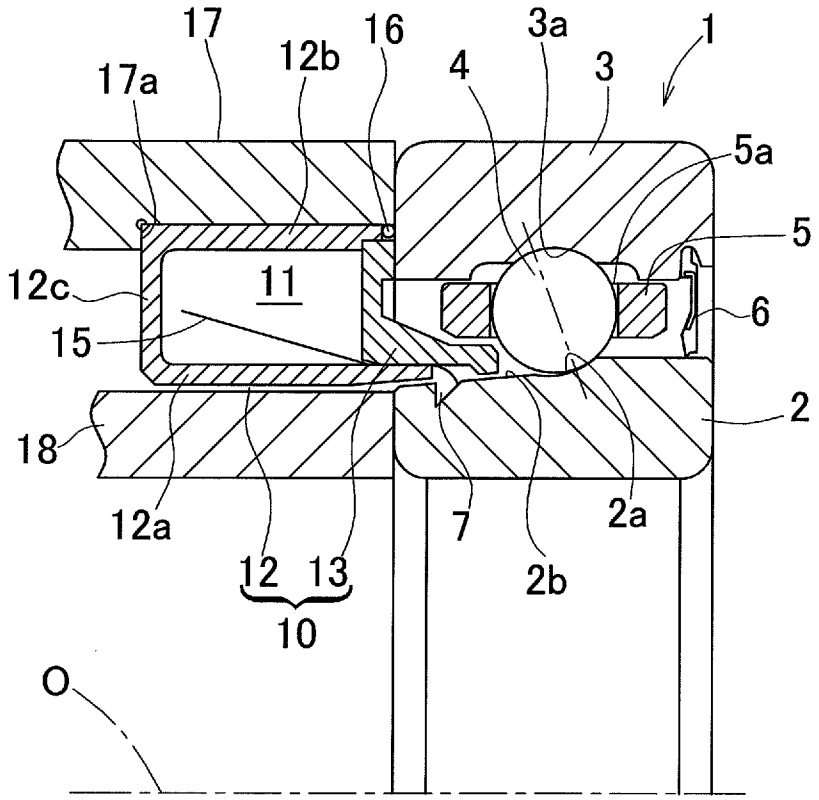
$\alpha \geqq \{0.056 \cdot dm \cdot n \cdot 10^{-4}\} - 2$

[請求項13] 請求項９において、前記基油移動媒体の材料を毛細管現象が生じる和紙、布および皮革の少なくともいずれか１つとした転がり軸受。

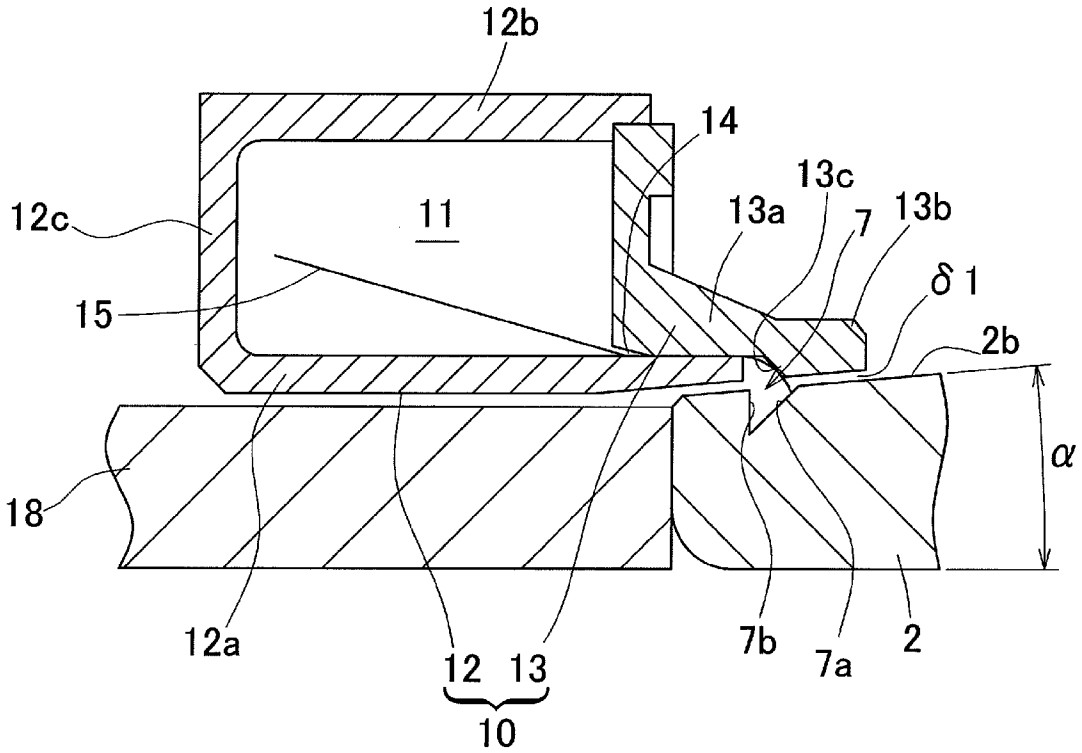
[請求項14] 請求項９において、前記内輪の外径面に対し密封装置を非接触とした転がり軸受。

[請求項15] 請求項９において、前記内輪の外径面に対し密封装置を接触するものとした転がり軸受。

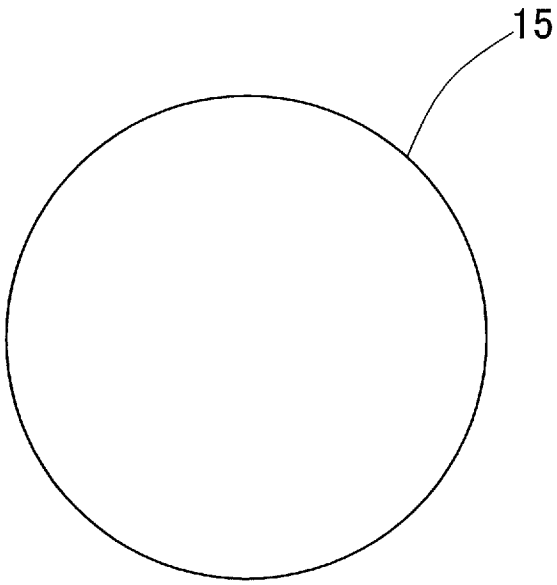
[図1]


17
12b
16
3a
1
17a
4
3
5a
5
12c
11
6
15
2
18
12a
7
2a
12 13
2b
10
O

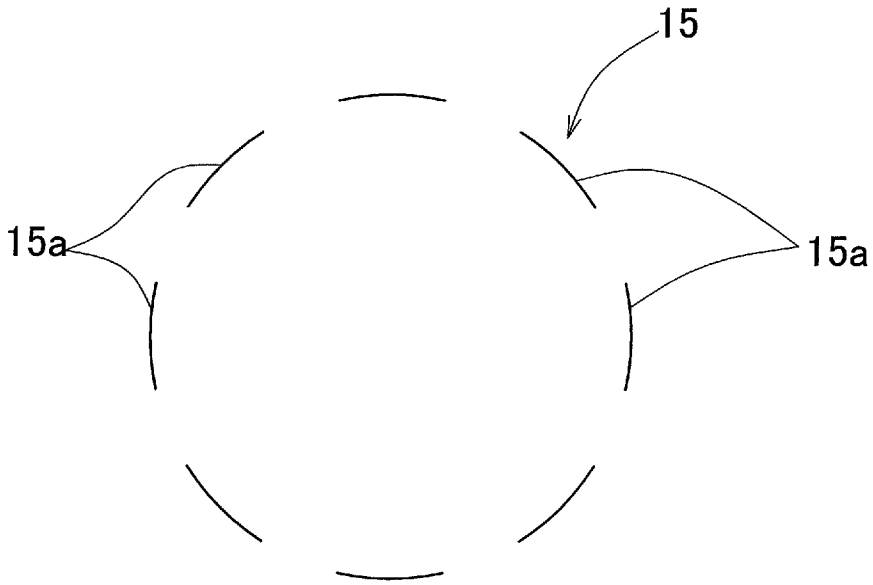
[図2]


12b
14
13c
12c
11
13a
7
13b
δ1
15
2b
α
18
12a
7b
7a
2
12 13
10

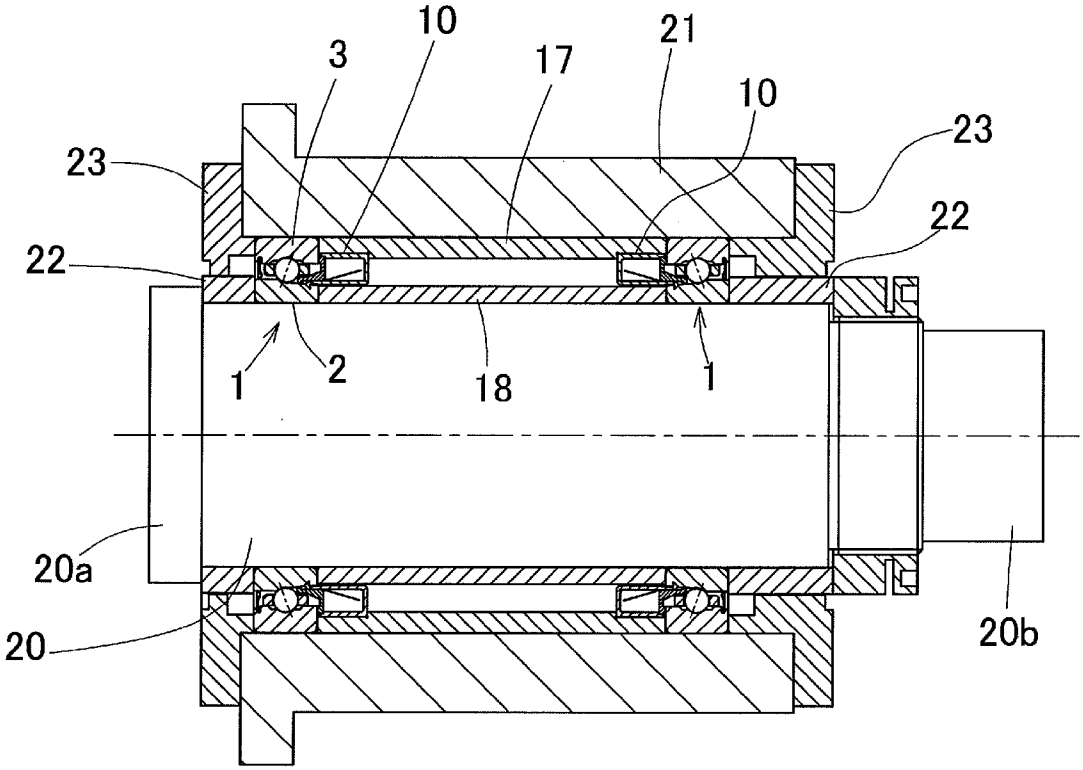
[図3]



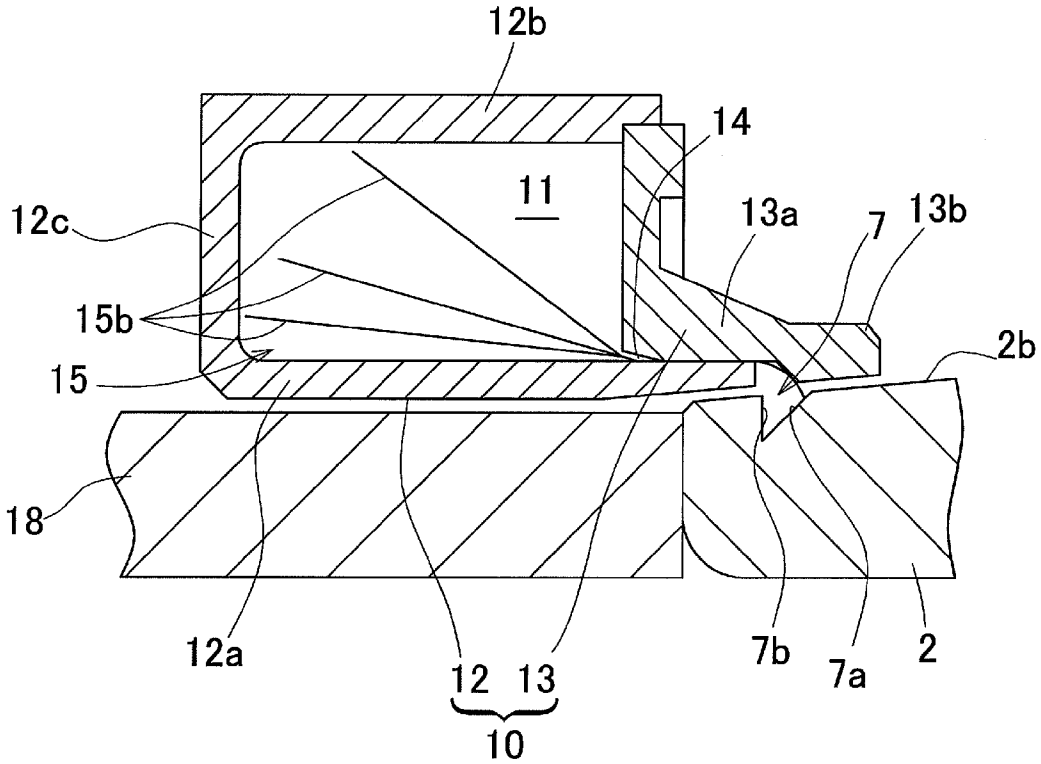
[図4]



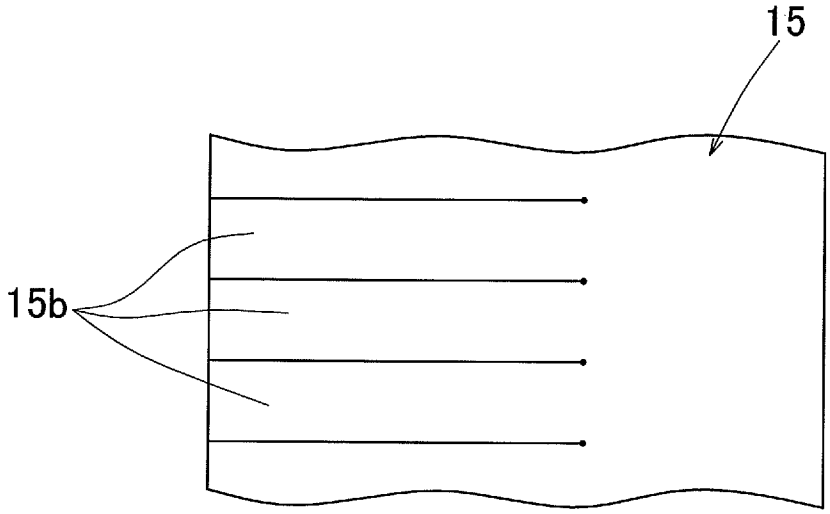
[図5]


10
3
17
21
10
23
23
22
22
1
2
18
1
20a
20
20b

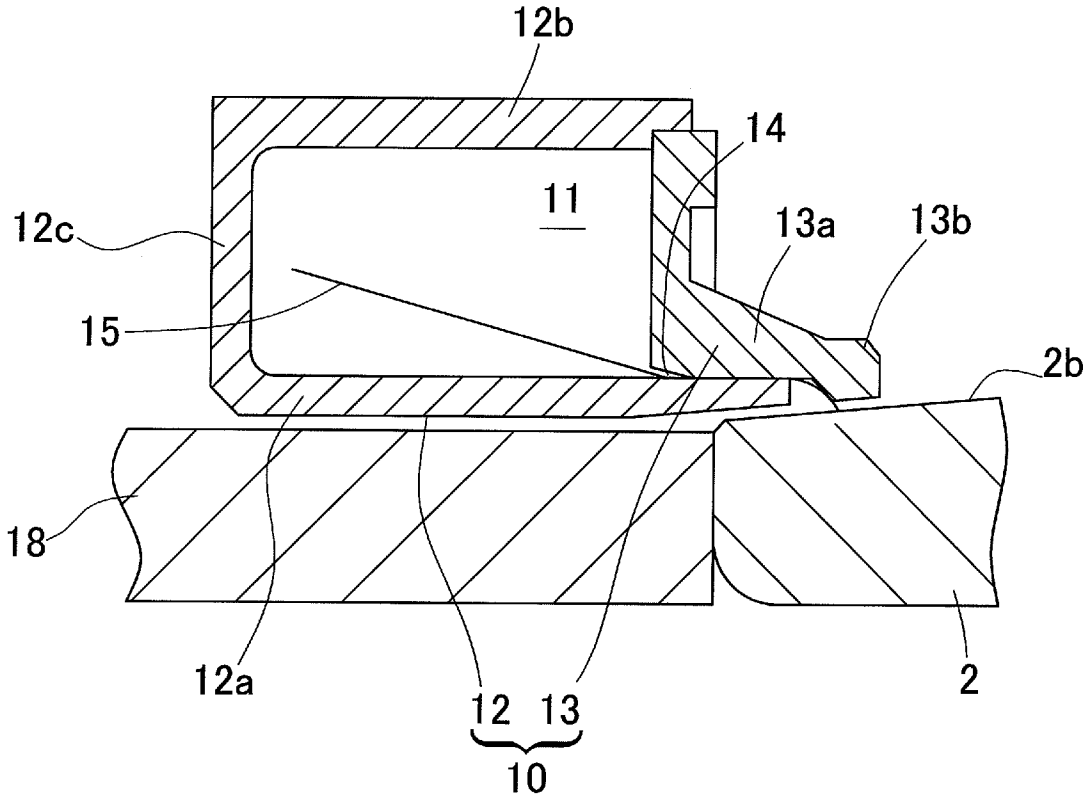
[図6]


12b
14
11
12c
13a
7
13b
15b
2b
15
18
12a
12
13
10
7b
7a
2

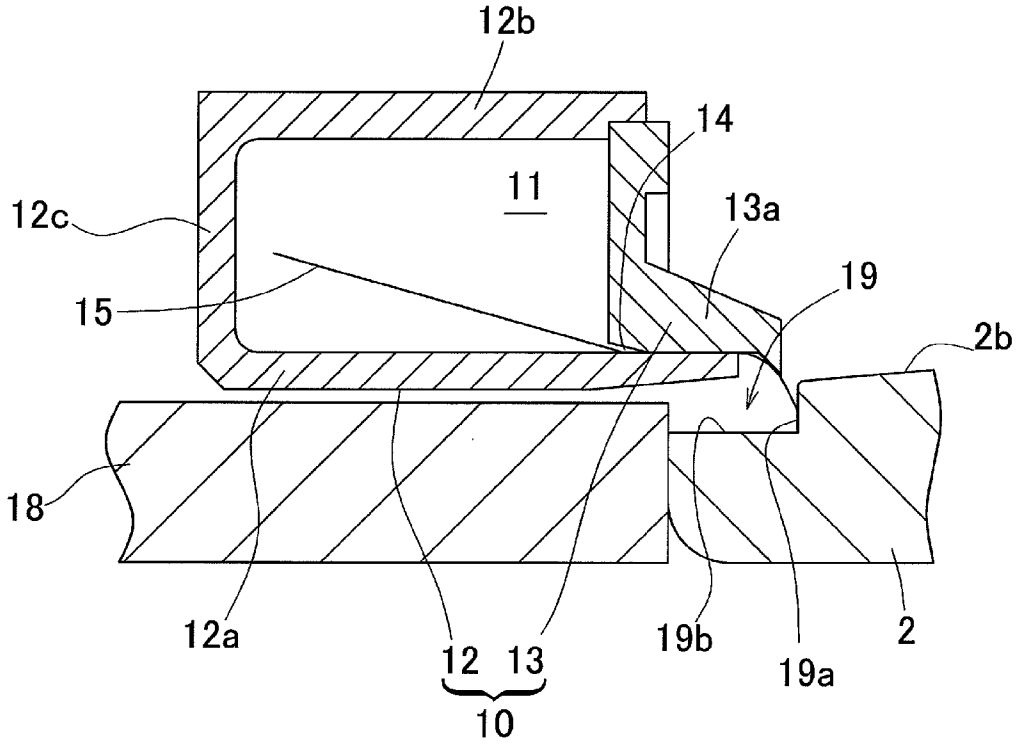
[図7]



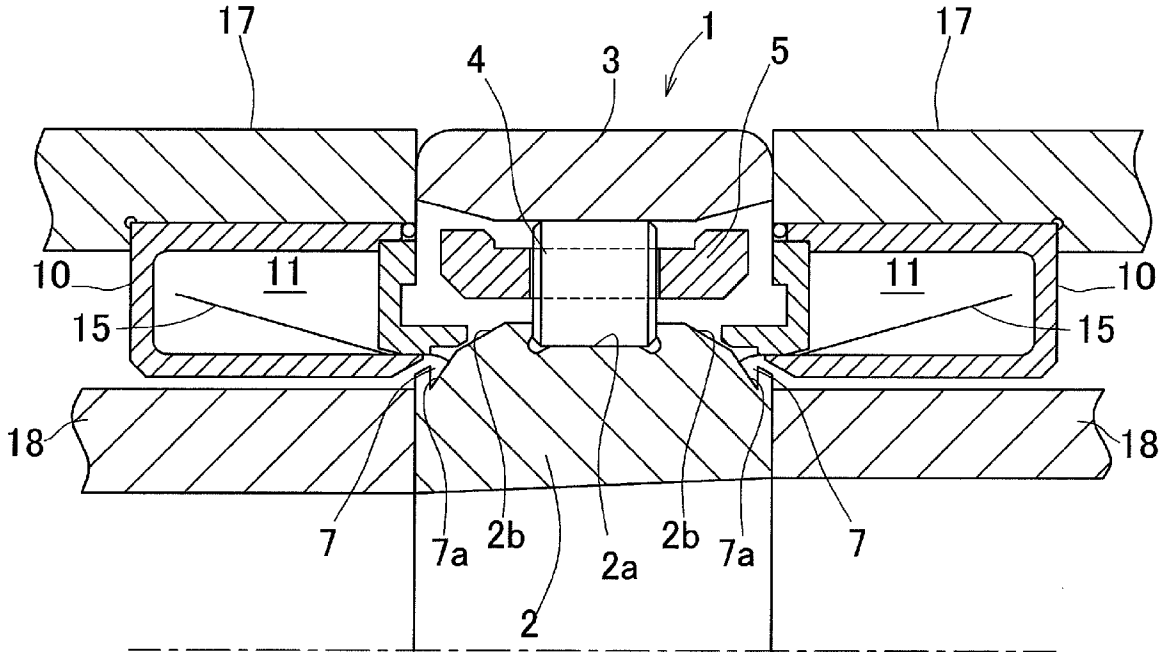
[図8]



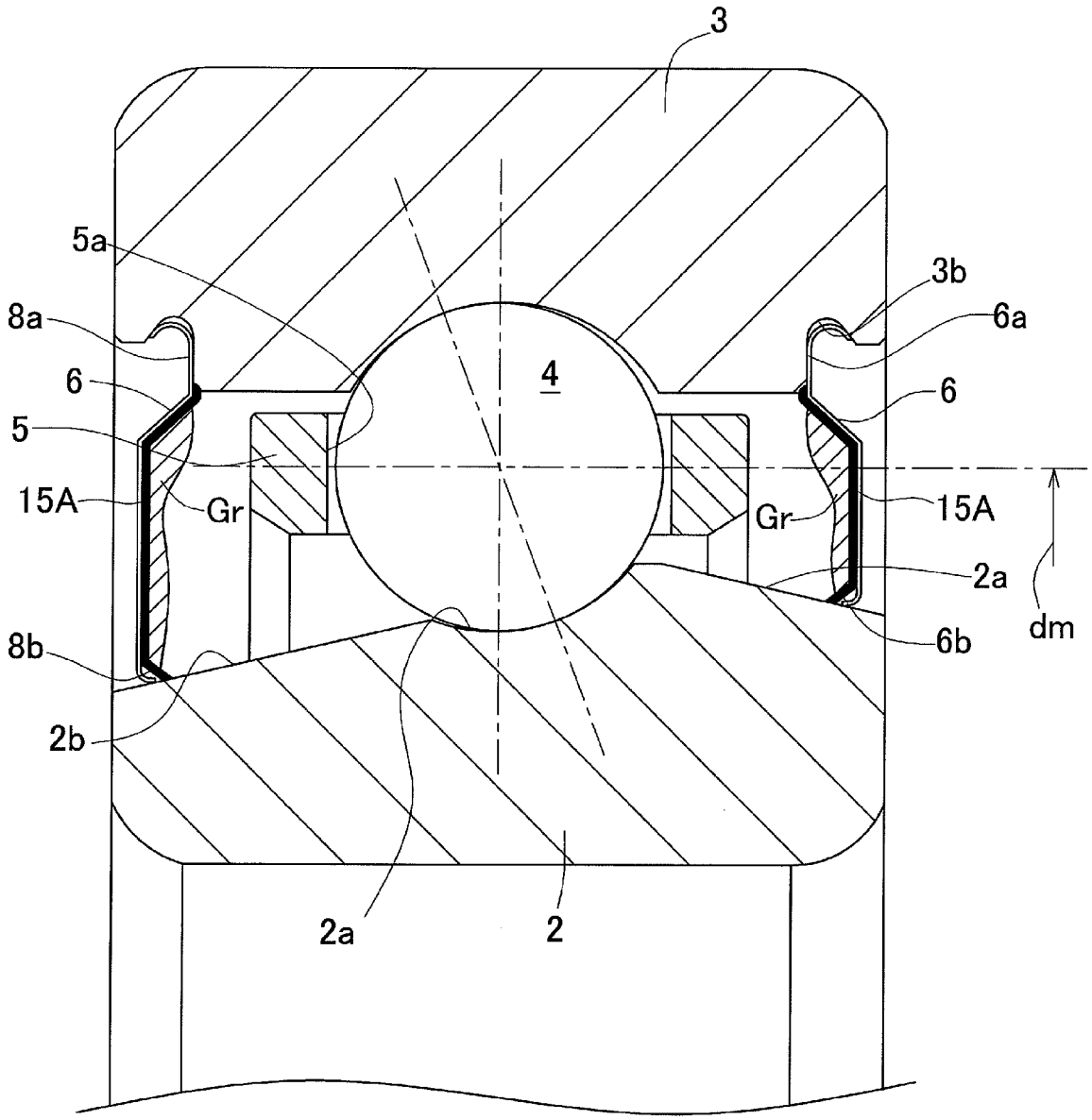
[図9]


12b
14
11
12c
13a
19
15
2b
18
12a
12
13
19b
19a
2
10

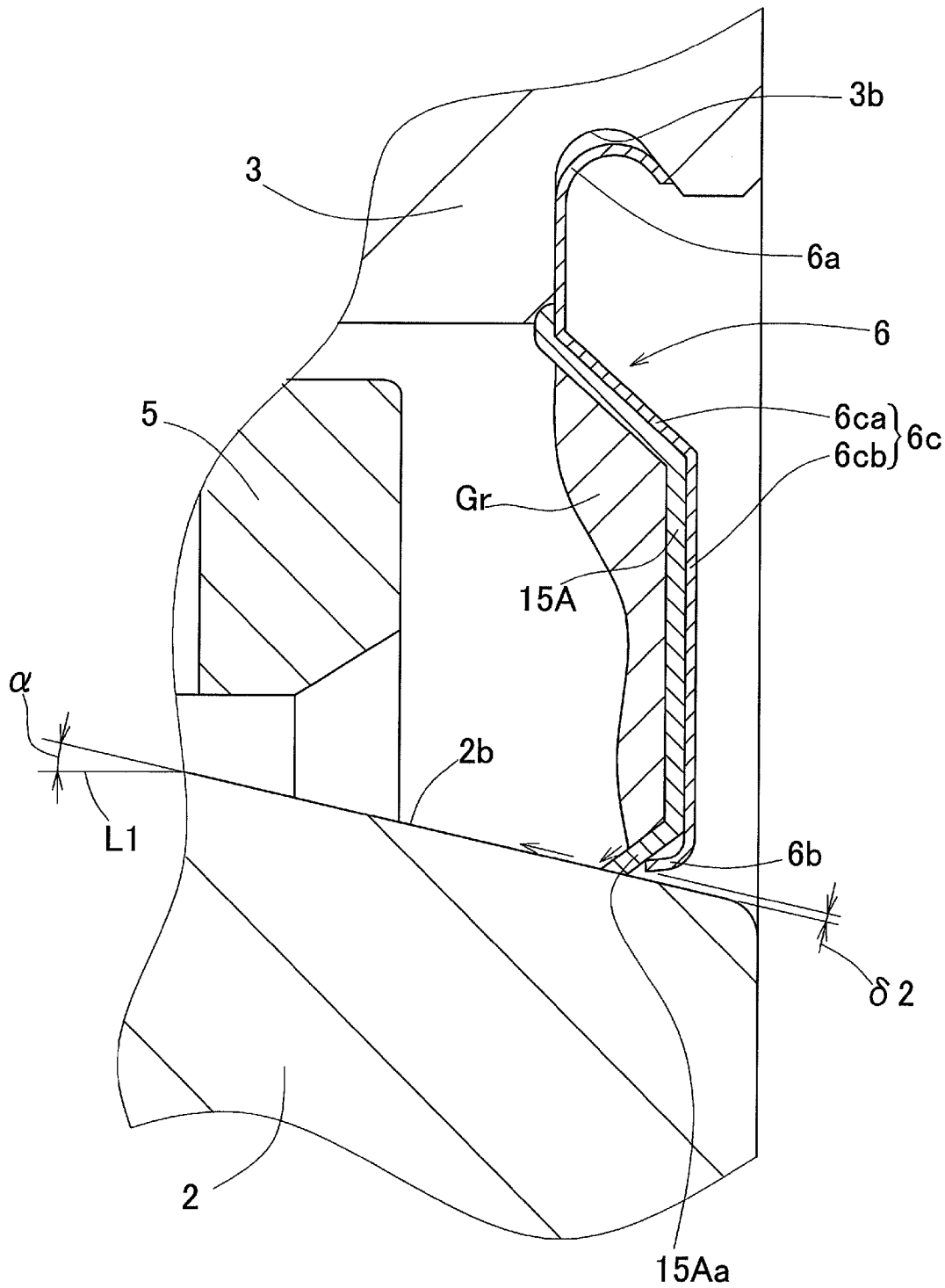
[図10]


17
4
3
1
5
17
10
11
11
10
15
15
18
18
7
7a
2b
2a
2b
7a
7
2

[図11]

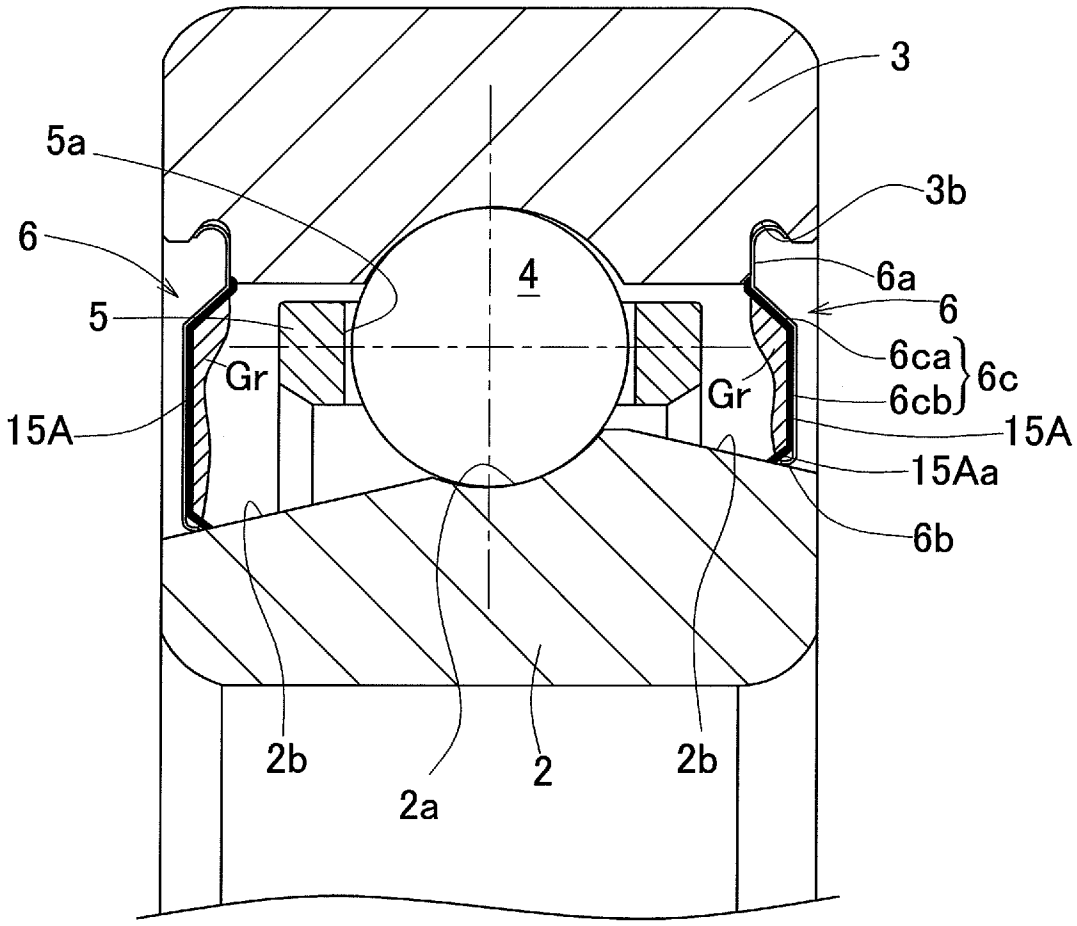


[図12]

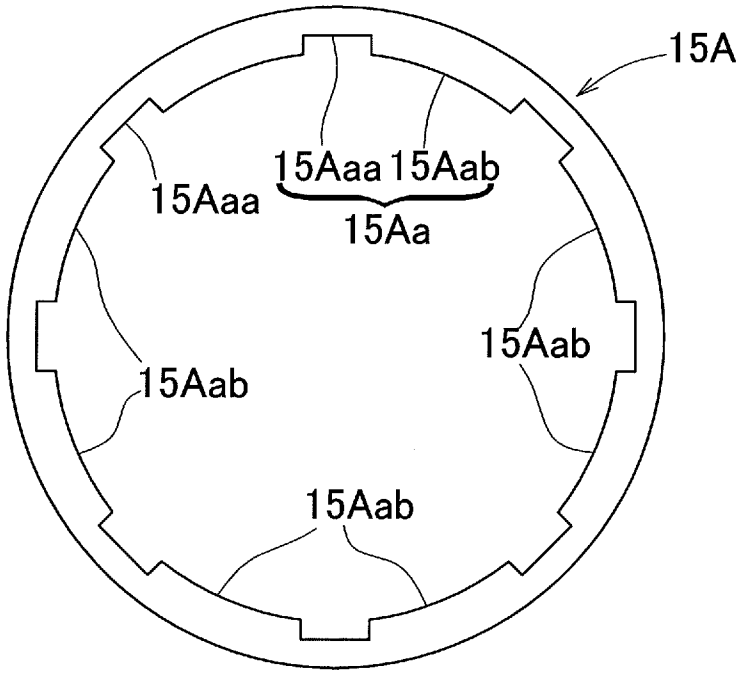


[図13]

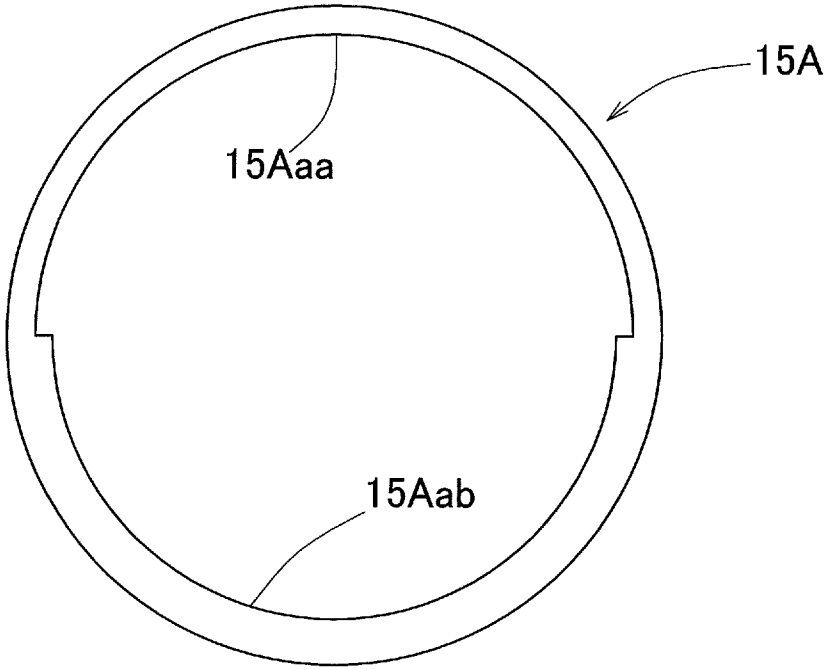
(A)


3
5a
3b
6
4
6a
5
6
6ca
6c
Gr
Gr
6cb
15A
15A
15Aa
6b
2b
2a
2
2b

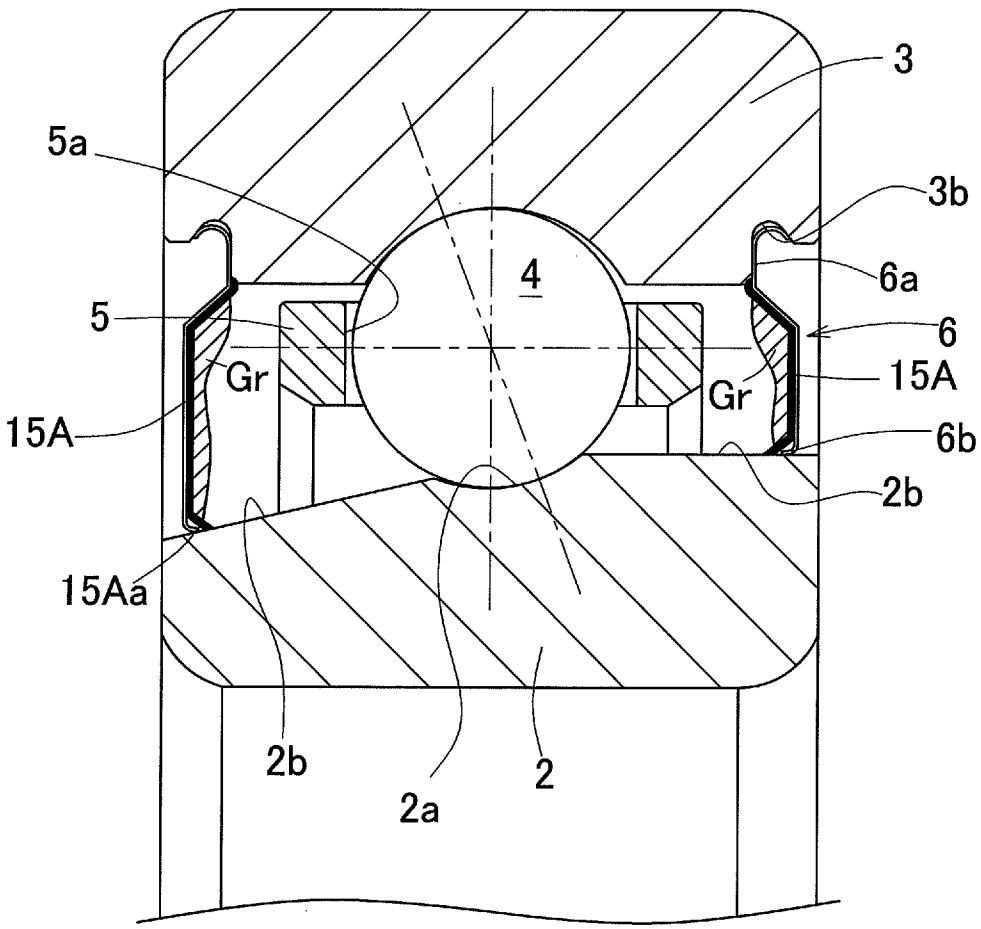
(B)


15A
15Aaa
15Aaa 15Aab
15Aa
15Aab
15Aab
15Aab

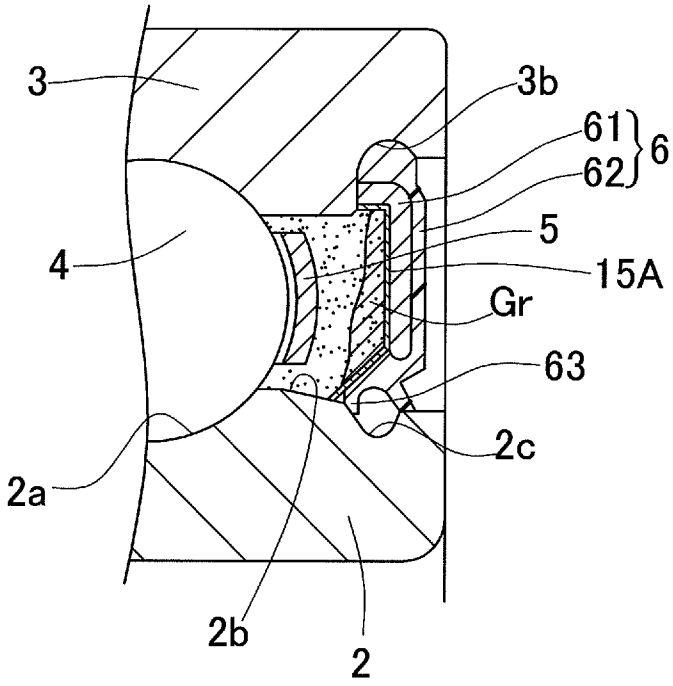
[図14]



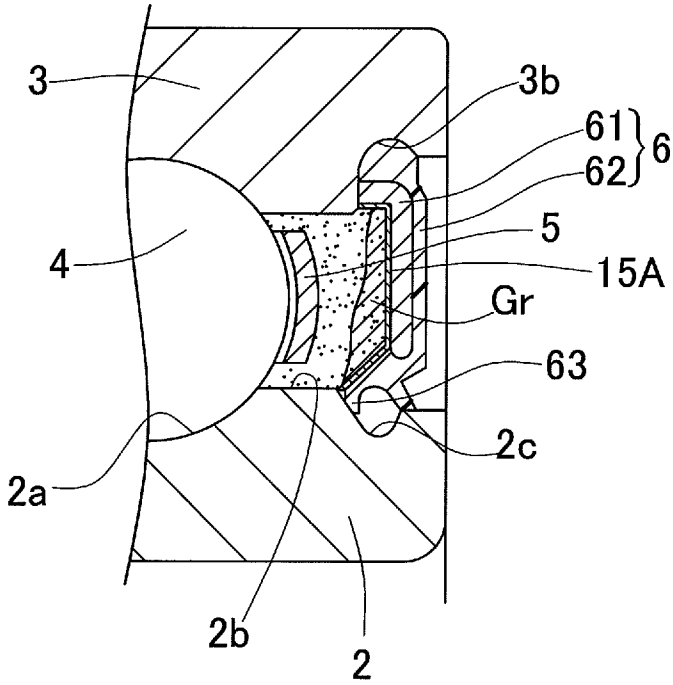
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/052943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16C33/66(2006.01)i, *F16C19/16*(2006.01)i, *F16N7/12*(2006.01)i, *F16N9/02*(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, F16N7/12, F16N9/02

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X Y	JP 2009-236142 A (NTN Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), claims; paragraphs [0013], [0021]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1,6,9-11,13 2
Y	JP 2009-162341 A (NTN Corp.), 23 July 2009 (23.07.2009), entire text; fig. 1 to 11 (Family: none)	2
Y	JP 2010-19268 A (NTN Corp.), 28 January 2010 (28.01.2010), entire text; fig. 1 to 10 & WO 2010/004697 A1	2

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15 April, 2011 (15.04.11)	26 April, 2011 (26.04.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/052943

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
Claims 1-2, 6, 9-11 and 13.

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document: JP 2009-236142 A (NTN Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), [Claims], [0013], [0021], fig. 1-8 discloses a rolling bearing lubrication structure (as will be called the "constitution A"), wherein a slope section is formed on the side of a rolling face in the outer-diameter face of the inner ring of a rolling bearing, wherein a base oil moving medium for moving base oil in grease by a capillary phenomenon is filled in a grease sump formed adjacent to and in the outer ring of the rolling bearing, and wherein one end of said base oil moving medium is made to contact with aid slope section so that the base oil in the grease filled in said grease sump passes through said base oil moving medium and sticks to said slope section, whereby the base oil having stuck to said slope section is fed to the inside of the bearing by using both the surface tension of the base oil and the adhesive flow of the base oil, as caused along said slope section by the rotation of said inner ring. It belongs to the well-known technique to make the grease sump into a grease tank, as disclosed in JP 2009-162341 A (NTN Corp.), 23 July 2009 (23.07.2009), entire text, fig. 1-11, JP 2010-19268 A (NTN Corp.), 28 January 2010 (28.01.2010), entire text, fig. 1-10, & WO 2010/004697 A1. Hence, the invention of claim 1 is not admitted to involve any novelty to and any special technical feature over the invention disclosed in the documents, since that invention is just an addition of the well-known technique to the invention disclosed in the documents, but does not take any new effect. Consequently, the invention of claim 1 is not admitted to involve any novelty to and any special technical feature over the invention disclosed in the document. Thus, it is admitted that the dependent claims of claim 1 contain the nine inventions which are correlated in the following individual special technical features, if the special technical features are decided at the time of ordering an additional fee payment. Here, the invention of claims 6, 9-11 and 13 involving no special technical feature is sorted into invention 1.

(Invention 1) Claims 1-2, 6, 9-11 and 13

A rolling bearing lubrication structure having the "constitution A, wherein the grease tank has a medium insertion clearance for causing the grease sump to communicate with the outside, wherein a base oil moving medium is inserted into said medium insertion clearance, wherein the outer-diameter face section of the medium insertion clearance in the outer shell of the grease tank is formed as a cylindrical section for covering the slope section of the inner ring through a clearance section, and wherein the inner diameter face of such a portion of the cylindrical section as protrudes farther than the medium insertion clearance toward the axial center side of the bearing is shaped to guide the portion outside of the base oil moving medium outside of the grease sump so that the leading end may contact with the slope section".

(Invention 2) Claim 3

A rolling bearing lubrication structure having the "constitution A, wherein the slope section has a circumferential groove formed to have a V-shaped section, and wherein the base oil moving medium is made, at its one end, to contact with the slope of the circumferential groove on a rolling face side". (continued to next extra sheet)

(Invention 3) Claim 4

A rolling bearing lubrication structure having the "constitution A, wherein the slope section has a step section made radially smaller on the side farther from the rolling face, and wherein one end of the base oil moving medium is made to contact with the step face of said step section".

(Invention 4) Claim 5

A rolling bearing lubrication structure having the "constitution A, wherein a relation of $\alpha \geq \{0.56 \cdot (\text{a dmn value}) \cdot 10 - 4\} - 2$ holds, in case: the angle of the slope section with respect to the bearing center line is designated by α (°); a ball pitch circle diameter is designated by dm (mm); and a rotating speed is designated by n(min-1)".

(Invention 5) Claim 7

A rolling bearing lubrication structure having the "constitution A, wherein the base oil moving medium is so mounted in the grease tank as can adjust the circumferential length of the contact portion with the slope section".

(Invention 6) Claim 8

A rolling bearing lubrication structure having the "constitution A, wherein the inside portion of the grease sump in the base oil moving medium is branched into a plurality of branch sections spaced in the circumferential direction from one another".

(Invention 7) Claim 12

A rolling bearing having the "constitution A, wherein a relation of $\alpha \geq \{0.56 \cdot (\text{a dmn value}) \cdot 10 - 4\} - 2$ holds, in case: the slope angle of the outer circumferential surface of the inner ring is designated by α (°); a ball pitch circle diameter of the rollers is designated by dm (mm); and a rotating speed is designated by n(min -1)".

(Invention 8) Claim 14

A rolling bearing having the "constitution A, wherein the sealing device is not made to contact with the outer circumferential surface of the inner ring”.

(Invention 9) Claim 15

A rolling bearing having the "constitution A, wherein the sealing device is made to contact with the outer circumferential surface of the inner ring”.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０５２９４３

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, F16N7/12(2006.01)i, F16N9/02(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, F16N7/12, F16N9/02

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
X Y	JP 2009-236142 A（ＮＴＮ株式会社）2009.10.15, 【特許請求の範囲】【0013】【0021】, 第1-8図（ファミリーなし）	1,6,9-11,13 2
Y	JP 2009-162341 A（ＮＴＮ株式会社）2009.07.23, 全文, 第1-11図（ファミリーなし）	2
Y	JP 2010-19268 A（ＮＴＮ株式会社）2010.01.28, 全文, 第1-10図 & WO 2010/004697 A1	2

☐　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	国際調査報告の発送日
１５．０４．２０１１	２６．０４．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｊ　９２３８
関口　勇
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０５２９４３

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☑ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項１－２，６，９－１１，１３

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

文献：JP 2009-236142 A（ＮＴＮ株式会社）2009.10.15, 【特許請求の範囲】【0013】【0021】, 第1-8図には、転がり軸受の内輪の外径面における転走面の側方に斜面部を設けると共に転がり軸受の外輪に隣接して内部にグリース溜りが形成されたグリース溜り内にグリース中の基油を毛細管現象により移動させる基油移動媒体を設けこの基油移動媒体の一端を前記斜面部に接触させ前記グリース溜りに封入されているグリース中の基油が前記基油移動媒体を伝って前記斜面部に付着しその斜面部に付着した基油を基油の表面張力と前記内輪の回転により生じる前記斜面部に沿う基油の付着流れとを利用して軸受内へ供給するようにした転がり軸受の潤滑構造（以下「構成Ａ」という。）が記載されている。グリース溜りをグリースタンクとすることはJP 2009-162341 A（ＮＴＮ株式会社）2009.07.23, 全文, 第1-11図, JP 2010-19268 A（ＮＴＮ株式会社）2010.01.28, 全文, 第1-10図 & WO 2010/004697 A1にみられるように周知技術であるから、請求項１に係る発明は文献に記載された発明に周知技術を単に付加したものにすぎず、新たな効果を奏するものではないため、請求項１に係る発明は、文献に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。そこで、請求項１の従属請求項について手数料の追加命令納付時点での特別な技術的特徴を判断すると、以下に示す各特別な技術的特徴で連関する９の発明が含まれるものと認められる。なお、特別な技術的特徴を有しない請求項６，９－１１，１３に係る発明は、発明１に区分する。

（発明１）請求項１－２，６，９－１１，１３に係る発明

「構成Ａ及びグリースタンクはグリース溜りと外部とを連通する媒体挿通すきまを有し、この媒体挿通すきまに基油移動媒体を挿通したものであり、グリースタンクの外殻における媒体挿通すきまの外径側部分を内輪の斜面部にすきま部を介して被さる筒状部として形成し、この筒状部における媒体挿通すきまよりも軸受の軸方向中心側へ突出した部分の内径面を、基油移動媒体のグリース溜り外の部分を先端が斜面部に接触させるように案内する形状としたこと」を有する転がり軸受の潤滑構造。

（発明２）請求項３に係る発明

「構成Ａ及び斜面部に断面Ｖ状の円周溝を設け、この円周溝の転走面側の斜面に基油移動媒体の一端を接触させたこと」を有する転がり軸受の潤滑構造。

（発明３）請求項４に係る発明

「構成Ａ及び斜面部に転走面から遠い側が小径となる段部を設け、この段部の段面に基油移動媒体の一端を接触させたこと」を有する転がり軸受の潤滑構造。

（発明４）請求項５に係る発明

「構成Ａ及び軸受中心線に対する斜面部の角度をα（°）、玉ピッチ円直径をｄｍ（mm）、回転速度をｎ（ｍｉｎ－１）とした場合、α≧｛０．０５６・（ｄｍｎ値）・１０－４｝－２の関係が成り立つこと」を有する転がり軸受の潤滑構造。

（発明５）請求項７に係る発明

「構成Ａ及び基油移動媒体は、斜面部との接触部分の円周方向長さを調整可能にグリースタンクに設けたこと」を有する転がり軸受の潤滑構造。

（発明６）請求項８に係る発明

「構成Ａ及び基油移動媒体におけるグリース溜り内の部分を、互いに円周方向に離れた複数の分岐部に分岐させたこと」を有する転がり軸受の潤滑構造。

（発明７）請求項１２に係る発明

「構成Ａ及び内輪の外径面の斜面角度をα（°）、転動体のピッチ円直径をｄｍ（mm）、回転速度をｎ（ｍｉｎ－１）とした場合、α≧｛０．０５６・（ｄｍｎ値）・１０－４｝－２の関係が成り立つこと」を有する転がり軸受。

（発明８）請求項１４に係る発明

「構成Ａ及び内輪の外径面に対し密封装置を非接触としたこと」を有する転がり軸受。

（発明９）請求項１５に係る発明

「構成Ａ及び内輪の外径面に対し密封装置を接触するものとしたこと」を有する転がり軸受。