(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
2013 年 12 月 12 日(12.12.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/183517 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 25/08 (2006.01) *F16C 33/58* (2006.01)
F16C 19/26 (2006.01) *F16C 33/76* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/064897

(22) 国際出願日: 2013 年 5 月 29 日(29.05.2013)

(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 2012-131172 2012 年 6 月 8 日(08.06.2012) JP

(72) 発明者; および
(71) 出願人 : 加藤 平三郎(KATO, Heizaburo) [JP/JP]; 〒 4390019 静岡県菊川市半済１４３４－１ Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 一色国際特許業務法人(ISSHIKI & CO.); 〒 1050004 東京都港区新橋２丁目１２番７号 労金新橋ビル Tokyo (JP).

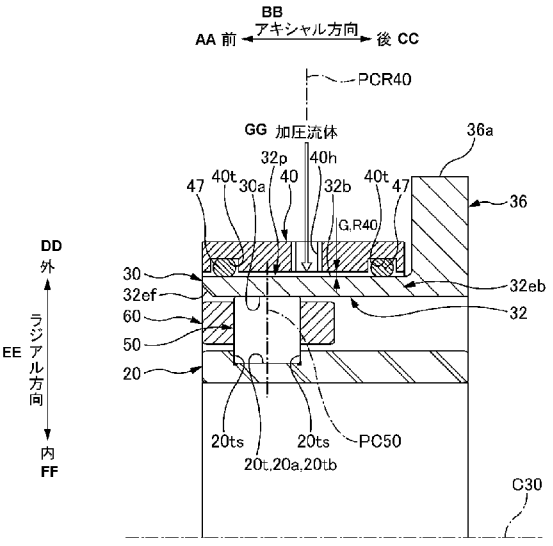
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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-ELEMENT BEARING

(54) 発明の名称 : 転がり軸受



AA Front
BB Axial direction
CC Back
DD Outside
EE Radial direction
FF Inside
GG Pressurized Fluid

(57) **Abstract**: A rolling-element bearing having an outer ring, an inner ring, and multiple rolling elements which roll and come into contact with the outer ring and the inner ring from the radial direction. The outer ring is provided with: an annular part having a rolling element surface, on which the rolling elements roll, on the inner circumferential surface; and a protrusion part which serves as a securing part for securing the outer ring on a predetermined member to be secured, and protrudes outward in the radial direction while integrally continuing from the edge of the annular part in the axial direction. A ring-like member for forming an annular space with the outer circumferential surface of the annular part while covering the outer circumferential surface along the entire circumference thereof is disposed on the outside of the outer circumferential surface of the annular part. The rolling-elements are brought into pressure contact with the outer ring and the inner ring as a consequence of the annular part becoming elastically deformed in the radial direction and the diameter of the annular part being reduced due to a pressurized fluid being supplied into the annular space.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/183517 A1

外輪と、内輪と、ラジアル方向から前記外輪及び前記内輪に接触して転動する複数の転動体と、を有した転がり軸受である。前記外輪は、前記転動体が転動する転動面を内周面に有する環状部と、前記外輪を所定の固定対象部材に固定するための固定部として、前記環状部におけるアキシャル方向の端部に一体に連続しつつ前記ラジアル方向の外方に突出して設けられた突出部と、を有する。前記環状部の外周面の外方には、前記外周面を全周に亘って覆いつつ該外周面との間に環状空間を区画するリング状部材が設けられている。前記環状空間に供給された加圧流体によって、前記環状部が前記ラジアル方向に弾性縮径変形されて、前記転動体が前記外輪及び前記内輪に圧接される。

明　細　書

発明の名称 ： 転がり軸受

技術分野

[0001] 本発明は、複数の転動体を、ラジアル方向から外輪及び内輪に圧接する圧接機構を有した転がり軸受に関する。

背景技術

[0002] 従来、転がり軸受として図１Ａのような円筒ころ軸受１０’が使用されている。この円筒ころ軸受１０’は、内輪２０’と外輪３０’との間に、円柱形状の複数の転動体５０’を有する。そして、その円柱形状に基づいて転動体５０’と内輪２０’及び外輪３０’との間の周速差が小さいことから転がり摩擦係数が低く、また転動体５０’と内輪２０’及び外輪３０’との接触が線接触であることからラジアル荷重の支持能力に長けており、これらの理由から、工作機械の主軸５の支持構造によく使用されている。

[0003] このような円筒ころ軸受１０’に対し、スミアリング（転動体５０’と内輪２０’及び外輪３０’との間の相対滑りに起因した損傷）の防止、回転剛性や回転精度の向上などを目的として、ラジアル方向に予圧を付与することが行われる。すなわち、転動体５０’を内輪２０’及び外輪３０’に予め所定の圧接力でラジアル方向に圧接しておくことがなされている。

[0004] ここで、図１Ａを参照しながら、この予圧付与の一般的手法について説明すると、先ず、円筒ころ軸受１０’の外輪３０’は、装置のハウジング３の取り付け孔３ｈに相対移動不能に固定されており、また、内輪２０’の内周面２０ｉ’はテーパー面に形成されていて、当該内周面２０ｉ’は、軸支対象の軸部材５のテーパー状の外周面５ｇに当接している。そして、軸部材５におけるアキシャル方向の端部５ｅに螺着された押しねじとしてのナット部材６ｎ’が締め込み方向に螺合回転されると、アキシャル方向に移動するナット部材６ｎ’によって内輪２０’がアキシャル方向に押し込まれるが、その際には、上記テーパー面２０ｉ’，５ｇ同士の当接によるくさび効果に基

づき、押し込み量に応じて内輪２０’がラジアル方向に拡径変形して当該内輪２０’は転動体５０’をラジアル方向の外方たる外輪３０’の方へ押圧し、その結果、転動体５０’は内輪２０’及び外輪３０’に圧接された状態たる予圧状態になる。

[0005] しかしながら、かかる内輪２０’の押し込みの際には、内輪２０’のテーパー面２０ｉ’と軸部材５のテーパー面５ｇとの間の金属接触に起因して所謂スティックスリップ現象を生じ得る。すなわち、アキシャル方向に内輪２０’を押し込むと、軸部材５のテーパー面５ｇに対して内輪２０’のテーパー面２０ｉ’が相対移動するが、その際には、動いたり止まったりを繰り返す。

[0006] 図１Ｂは、この様子を示すグラフである。縦軸には内輪３０’に与えるアキシャル方向の押し力の大きさを取っており、横軸にはハウジング３に対する内輪２０’の相対移動量を取っている。そして、このグラフを見てわかるように、押し力を増やしているのに相対移動しないスティック域Ａｓｔがあったり、押し力を増やしていないのに相対移動するスリップ域Ａｓｌｉｐがあったりする。そのため、このようなテーパー面２０ｉ’，５ｇ同士を滑らせながら予圧する方法では、内輪２０’及び外輪３０’に対する転動体５０’の圧接力を所期の適正範囲に設定するのは困難である。

[0007] この点につき、特許文献１には、予圧付与時のスティックスリップ現象を回避可能な円筒ころ軸受２１０が開示されている。図２は、その概略中心断面図である。円筒ころ軸受２１０の外輪２３０のラジアル方向の外方には、予圧調整リング２４０が設けられており、また予圧調整リング２４０とハウジング３との間には、圧力室Ｒ２４０が設けられている。そして、この圧力室Ｒ２４０に外部から加圧流体を供給することで、予圧調整リング２４０のラジアル方向の縮径変形を介して外輪２３０を縮径し、これにより転動体２５０を外輪２３０及び内輪２２０に圧接するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平８－１７４３０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] そして、かかる圧接力が円筒ころ軸受２１０に付与された後、工作機械は切削加工等に使用されるが、その使用中に軸部材５にラジアル荷重が作用した際には、このラジアル荷重は、軸部材５から内輪２２０→転動体２５０→外輪２３０→予圧調整リング２４０の順番で順次ラジアル方向の外方に伝達され、最終的にはハウジング３に確実に伝達されなければならない。

[0010] しかしながら、ハウジング３と予圧調整リング２４０との間には圧力室Ｒ２４０が存在し、そして、この圧力室Ｒ２４０は、その両側に位置する一対のＯリング２４２，２４２で支えられている。つまり、低剛性のＯリング２４２でラジアル荷重を支える構成になっている。よって、大きなラジアル荷重の作用下にあっては、当該ラジアル荷重にＯリング２４２が負けて容易且つ大きく圧縮変形してしまう虞があって、その結果、かかる円筒ころ軸受２１０は、工作機械などの大きなラジアル荷重が想定される装置には適用困難なものと考えられる。

[0011] 本発明は、上記のような従来の問題に鑑みなされたものであって、その目的は、複数の転動体を、ラジアル方向から外輪及び内輪に圧接する圧接機構を有した転がり軸受において、圧接力の管理を行い易くしながらも、ラジアル荷重を確実に支持可能にすることにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するための主たる発明は、

外輪と、内輪と、ラジアル方向から前記外輪及び前記内輪に接触して転動する複数の転動体と、を有した転がり軸受であって、

前記外輪は、

前記転動体が転動する転動面を内周面に有する環状部と、

前記外輪を所定の固定対象部材に固定するための固定部として、前記環状部におけるアキシャル方向の端部に一体に連続しつつ前記ラジアル方向の外

方に突出して設けられた突出部と、を有し、

前記環状部の外周面の外方には、前記外周面を全周に亘って覆いつつ該外周面との間に環状空間を区画するリング状部材が設けられており、

前記環状空間に供給された加圧流体によって、前記環状部が前記ラジアル方向に弾性縮径変形されて、前記転動体が前記外輪及び前記内輪に圧接されることを特徴とする転がり軸受である。

[0013] 本発明の他の特徴については、本明細書及び添付図面の記載により明らかにする。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、複数の転動体を、ラジアル方向から外輪及び内輪に圧接する圧接機構を有した転がり軸受において、圧接力の管理を行い易くしながらも、ラジアル荷重を確実に支持可能になる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図１Ａは、従来の予圧付与可能な円筒ころ軸受１０’の概略中心断面図であり、図１Ｂは、予圧付与時に生じ得るスティックスリップ現象の説明用グラフである。

[図2]予圧付与時のスティックスリップ現象を回避可能な円筒ころ軸受２１０の概略中心断面図である。

[図3]図３Ａは、本実施形態の転がり軸受１０の概略中心断面図であり、図３Ｂは、図３Ａ中のＢ－Ｂ断面図である。

[図4]図３Ａ中のＩＶ部拡大図である。

[図5]図５Ａは、圧力室４０Ｒが非加圧状態の場合の転がり軸受１０の概略中心断面図であり、図５Ｂは、同加圧状態の場合の転がり軸受１０の概略中心断面図である。

[図6]図６Ａは、外輪３０の環状部３２の厚さの検討に供した円筒体モデルの説明図であり、図６Ｂは、環状部３２の剛性の検討に供した支持構造モデルの説明図である。

[図7]本実施形態の転がり軸受１０の適用例の概略中心断面図である。

[図8]その他の実施の形態の転がり軸受１０ａの概略中心断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本明細書及び添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

外輪と、内輪と、ラジアル方向から前記外輪及び前記内輪に接触して転動する複数の転動体と、を有した転がり軸受であって、

前記外輪は、

前記転動体が転動する転動面を内周面に有する環状部と、

前記外輪を所定の固定対象部材に固定するための固定部として、前記環状部におけるアキシャル方向の端部に一体に連続しつつ前記ラジアル方向の外方に突出して設けられた突出部と、を有し、

前記環状部の外周面の外方には、前記外周面を全周に亘って覆いつつ該外周面との間に環状空間を区画するリング状部材が設けられており、

前記環状空間に供給された加圧流体によって、前記環状部が前記ラジアル方向に弾性縮径変形されて、前記転動体が前記外輪及び前記内輪に圧接されることを特徴とする転がり軸受。

[0017] このような転がり軸受によれば、加圧流体の供給に基づいて環状部がラジアル方向に弾性縮径変形されることにより、転動体は外輪及び内輪に圧接される。よって、圧接過程でのスティックスリップ現象の発生は有効に回避され、これにより、概ね加圧流体の供給圧の増減に連動して、転動体の外輪及び内輪との圧接力は円滑且つ速やかに変化するようになる。その結果、圧接力を正確に付与することができて、圧接力の管理（つまり予圧管理）を容易に行うことができる。

[0018] また、加圧流体の供給圧に追随して速やかに圧接力は変化するので、圧接力を任意の目標値に自在に増減調整可能となり、そのような圧接力の変更のニーズのあるような場合にも何等問題なく対応可能である。

[0019] 更に、外輪は、転動体が転動する環状部に一体に設けられた固定部を有し、この固定部を介して、適宜な装置のハウジングなどの固定対象部材に外輪

は固定される。よって、転動体を介して環状部に伝達されるラジアル荷重を、固定部を通して速やかに固定対象部材に伝達可能であり、これにより、ラジアル荷重を確実に支持することができる。

[0020] また、加圧流体が供給される環状空間は、外輪の環状部の外周面に隣接しているので、供給圧は環状部に直接作用する。よって、加圧流体の供給によって環状部の縮径変形を確実に行うことができて、結果、転動体を外輪及び内輪に確実に圧接可能となる。

[0021] かかる転がり軸受であって、

前記環状部と前記リング状部材との間にこれら両者に当接しつつ介装されて、前記環状空間からの前記加圧流体の漏出を防ぐ環状のシール部材を有し、

前記シール部材は、前記リング状部材における前記アキシャル方向の両端部にそれぞれ配置されており、

前記シール部材は、ゴム製又は樹脂製であるのが望ましい。

このような転がり軸受によれば、シール部材によって環状空間の密閉性が高められるので、加圧流体の外部漏出は確実に防止されるようになる。また、圧接力の付与過程で環状部が弾性縮径変形する際には、当該環状部はシール部材と若干摺動することになるが、かかるシール部材は、ゴム製或いは樹脂製であるので、金属接触に起因したスティックスリップ現象の発生は有効に回避される。

[0022] かかる転がり軸受であって、

前記環状空間における前記アキシャル方向の中央位置よりも、前記アキシャル方向に関して前記固定部の逆側に寄った位置に、前記転動体の中央位置が位置しているのが望ましい。

このような転がり軸受によれば、転動体は、外輪の固定部から離れた位置に配されており、これにより、当該転動体は、環状部のうちで固定部から離れた部分の縮径変形によってラジアル方向の圧接力が付与されることになる。そして、このときには、固定部から離れているために、上記の離れた部分

には、固定部を介して環状部に及び得る取り付け対象部材起因のラジアル方向の拘束力が作用し難く、結果、当該離れた部分は、同部分のアキシャル方向の全長に亘って略均等に縮径変形する。これにより、転動体に作用するラジアル方向の圧接力が、片当たり状の偏りを持つことを有効に防ぐことができて、つまり、当該圧接力を、アキシャル方向に関して略均等分布で付与可能となり、その結果、当該転がり軸受の回転精度及び回転剛性を高めることができる。

[0023] かかる転がり軸受であって、

前記リング状部材は、前記環状空間への前記加圧流体の供給によって弾性拡径変形をし、

前記突出部のうちで該突出部の外周面が、前記固定対象部材に当接して固定される部分であり、

前記突出部を前記固定対象部材に固定した際に、前記リング状部材の外周面に隣接してその外方に、前記リング状部材の弾性拡径変形を許容する空間が形成されるような大きさに、前記突出部の外径が設定されているのが望ましい。

このような転がり軸受によれば、突出部を固定対象部材に固定した際に、リング状部材の外周面に隣接してその外方に、リング状部材の弾性拡径変形を許容する空間が形成された状態になっている。つまり、リング状部材の外周面の外方には、反力を取り得る部材が何も存在しない状態になっている。よって、環状空間内の加圧流体の供給圧が忠実にラジアル方向の圧接力に変換されることとなる。これにより、環状部は、加圧流体の供給圧のみに基づいて縮径変形するので、同環状部は、その全周に亘って概ね均等に縮径変形するようになり、結果、転動体に付与される圧接力も、転がり軸受の全周に亘って略均等化される。そして、転がり軸受の回転精度及び回転剛性の向上を図ることができる。

[0024] ＝＝＝本実施形態＝＝＝

図３Ａは、本実施形態の転がり軸受１０の概略中心断面図であり、図３Ｂ

は、図３Ａ中のＢ－Ｂ断面図である。また、図４は、図３Ａ中のＩＶ部拡大図である。

なお、以下の説明では、転がり軸受１０の軸方向のことを「アキシャル方向」又は「前後方向」と言い、転がり軸受１０の半径方向のことを「ラジアル方向」又は「内外方向」と言う。また、転がり軸受１０の周方向のことを、単に「周方向」と言う。更に、以下で用いる断面図については、本来断面部に示すべきハッチングの一部を、図の錯綜防止目的で省略していることがある。

[0025] 転がり軸受１０は、工作機械等の適宜な装置のハウジング３に、主軸などの軸部材５を回転自在に支持するものである（図７を参照）。そして、その使用状態にあっては、例えば転がり軸受１０の外輪３０がハウジング３の取り付け孔３ｈに嵌合され、また、内輪２０の内周側には、軸支対象の軸部材５が嵌合され、これにより転がり軸受１０は軸部材５を回転自在に支持する。

[0026] 図３Ａ及び図３Ｂに示すように、本実施形態の転がり軸受１０は、所謂単列円筒ころ軸受の範疇に属する。すなわち、単列であることから、内輪２０と外輪３０との間には、複数の転動体５０が周方向に一列に並んだ状態で配置されている。また、円筒ころ軸受１０であることから、転動体５０として、断面形状が正円形状の円柱体が使用されているとともに、転動体５０の回転軸Ｃ５０はアキシャル方向と平行になっている。これにより、ラジアル荷重の高い支持能力を発揮する。なお、周方向に互いに隣り合う転動体５０，５０同士の接触は、環状の保持器６０によって回避されている。例えば、保持器６０は、転動体５０を収容する孔部を転動体５０毎に有し、これにより転動体５０，５０同士の接触を回避する。

[0027] ここで、この転がり軸受１０は、予圧機構、すなわちラジアル方向から転動体５０を内輪２０及び外輪３０に圧接する圧接機構を有している。詳細には後述するが、圧接機構は、外輪３０の環状部３２の外周面３２ｂとの間に隙間Ｇを空けて対向配置されたリング状部材４０を有し、かかる環状部３２

とリング状部材４０との間には環状の圧力室Ｒ４０（環状空間に相当）が区画されている。また、環状部３２の内周面には転動体５０の転動面３０ａが形成されている。よって、圧力室Ｒ４０に加圧流体を供給して環状部３２をラジアル方向に縮径変形することにより、転動体５０は内輪２０の方へと押圧されて、その結果、転動体５０は外輪３０の環状部３２及び内輪２０に圧接される。

[0028] 以下、転がり軸受１０の各構成について詳細に説明する。

図４に示すように、内輪２０は、断面正円形状の鋼製円筒体を本体とする。内輪２０の外周面には、凹状に溝部２０ｔが周方向の全周に亘って形成されており、そして、この溝部２０ｔの底面２０ｔｂを転動面２０ａとして転動体５０が転動する。転動面２０ａは、アキシャル方向に平行である。また、転動面２０ａのアキシャル方向の両脇には、それぞれ溝部２０ｔの側面２０ｔｓ，２０ｔｓが有るので、各側面２０ｔｓ，２０ｔｓに転動体５０の端面が当接して転動体５０のアキシャル方向の移動が規制される。

[0029] なお、かかる内輪２０の素材は、何等上記の鋼製に限らない。例えば超硬等の非鉄金属でも良いし、或いはセラミック等の非金属でも良い。

[0030] 外輪３０は、全体として断面正円形状の円筒体をなしており、詳しくは、転動体５０が転動する転動面３０ａを内周面に有する円環状の環状部３２と、上記ハウジング３（固定対象部材に相当）に外輪３０を固定するための固定部３６と、を有する。固定部３６は、上記の環状部３２におけるアキシャル方向の後端部３２ｅｂに一体に連続しつつラジアル方向の外方に円環状に突出した突出部３６であり、例えば、突出部３６の外周面３６ａをハウジング３の取り付け孔３ｈ（図７）の内周面に全周に亘って当接させながら同孔３ｈに嵌合され、これにより外輪３０はハウジング３に固定される。そして、この固定状態においては、軸部材５に作用するラジアル荷重は、内輪２０及び転動体５０を介して外輪３０の環状部３２及び固定部３６に順次伝達され、当該固定部３６を通して速やかにハウジング３に伝達される（図７を参照）。よって、軸部材５に作用するラジアル荷重をハウジング３に確実に支

持させることができる。

[0031] 環状部３２の転動面３０ａは、環状部３２の全周に亘ってアキシャル方向と平行に形成されている。また、環状部３２の厚さは、少なくとも転動面３０ａの形成部分については一定厚さに設定されており、図４の例では、アキシャル方向の前端部３２ｅｆの面取り部を除き、環状部３２の全長且つ全周に亘って一定厚さに設定されている。なお、この厚さは、例えば後述する設計式１等に基づいて計算され、これにより環状部３２は、加圧流体の供給圧に基づいてラジアル方向に円滑に弾性縮径変形可能に設計されている。

[0032] かかる外輪３０の素材としては、鋼製が望ましい。そして、鋼製にすれば、その機械的性質に基づいて、上記の供給圧に応じて円滑に弾性縮径変形し、またラジアル荷重を確実に受けてハウジング３に速やかに伝達することができる。

[0033] 環状部３２の外周面３２ｂには、転動体５０を内輪２０及び外輪３０に圧接する圧接機構が設けられている。圧接機構は、外輪３０の環状部３２の外周面３２ｂとの間に所定の隙間Ｇをあけながら対向配置されたリング状部材４０を本体とし、かかるリング状部材４０と環状部３２との間には円環状の圧力室Ｒ４０が区画されている。よって、図５Ａ及び図５Ｂに示すように、圧力室Ｒ４０に加圧流体を供給して環状部３２を縮径変形することにより、環状部３２の転動面３０ａにて転動体５０は内輪２０の転動面２０ａの方へ押圧されて、その結果、転動体５０は外輪３０及び内輪２０に圧接された状態となる。

[0034] そして、上述から明らかなように、かかる圧接過程においては、金属接触部分同士の相対移動はほぼ皆無であり、スティックスリップ現象は概ね生じない。そのため、加圧流体の供給圧の増減に連動して、転動体５０と外輪３０及び内輪２０との圧接力は円滑且つ速やかに変化するようになる。その結果、圧接力を正確に付与することができて、圧接力の管理（つまり予圧管理）を容易且つ正確に行うことができる。

[0035] 図４に示すように、かかるリング状部材４０は、アキシャル方向の長さが

環状部３２とほぼ同長の円環状部材であり、これにより、環状部３２のアキシャル方向の略全長に亘って円環状の圧力室Ｒ４０が区画されている。また、リング状部材４０のアキシャル方向に沿った断面の形状は、周方向の全周に亘って同形状に揃っている。よって、縮径変形の際の変形の偏りは全周に亘って概ね発生せず、これにより、転動体５０と外輪３０及び内輪２０との圧接力は、周方向の全周に亘ってほぼ均等に作用する。

[0036] また、リング状部材４０におけるアキシャル方向の両端部には、それぞれ、圧力室Ｒ４０から外部への加圧流体の漏出を防ぐパッキン４７，４７（シール部材に相当）が設けられている。すなわち、リング状部材４０の内周面の両端部には、それぞれ全周に亘って溝４０ｔ，４０ｔが形成され、各溝４０ｔには環状のパッキン４７が挿入され、同パッキン４７は、環状部３２の外周面３２ｂと溝４０ｔの底面との両者に当接されつつ若干弾性圧縮変形した状態でこれら環状部３２とリング状部材４０との間に介装されており、これにより、圧力室Ｒ４０からの加圧流体の漏出は有効に防止される。また、かかるパッキン４７の介装によって、環状部３２とリング状部材４０とは非接触状態に保持されており、これにより、環状部３２とリング状部材４０との接触に起因したスティックスリップ現象も有効に回避されている。

[0037] ここで、望ましくは、かかるパッキン４７は、ゴム製或いは樹脂製であると良い。そうすれば、金属接触に起因したスティックスリップ現象の発生を確実に回避可能となる。すなわち、上述の圧接過程において環状部３２が縮径変形する際には、環状部３２とパッキン４７とは若干摺動することになるが、パッキン４７はゴム製或いは樹脂製であるので、スティックスリップ現象は、より発生し難くなる。より詳しく説明すると、ゴム製或いは樹脂製のパッキン４７の弾性変形内の変形量では、スティックスリップ現象の発生は無いが、弾性変形を超える変形量では、スティックスリップ現象は生じ得る。但し、その変形量は、ゴムや樹脂の弾性変形量に対して微量であるため、それに起因したスティックスリップ現象は、概ね無視できる。

[0038] なお、かかるリング状部材４０の素材としては、加圧流体の供給圧に耐え

られれば、一般的な金属材料で構わない。

[0039] 圧力室Ｒ４０への加圧流体の供給は、リング状部材４０に穿孔された供給孔４０ｈを通して行われる。図４の例では、ラジアル方向に沿って供給孔４０ｈがリング状部材４０を貫通して形成されている。そして、かかる供給孔４０ｈにリング状部材４０の外方から、加圧流体の流路となる配管やマニホールド部材等を接続することで、圧力室Ｒ４０へ加圧流体を供給可能となる。供給孔４０ｈの数は、図３Ｂの例のように一つでも良いし、複数でも良い。また、加圧流体としては、油圧に用いる作動油が一般的であるが、圧縮空気でも良いし、これら以外の流体でも良い。

[0040] また、不図示であるが、本実施形態では、上記の加圧流体の流路に、加圧流体の供給源となるポンプが接続されており、また、同流路のうちでポンプと供給孔４０ｈとの間の部分には圧力調整弁が配置されている。そして、圧力調整弁は、圧力室Ｒ４０への供給圧を調整する。よって、かかる供給圧の調整により、転動体５０と外輪３０及び内輪２０との圧接力を所望の任意値に調整することができる。

[0041] ところで、上述において簡単に触れたように、環状部３２と固定部３６とを有する外輪３０は単一部材で構成されている。つまり、当該外輪３０は、別部材同士が溶接等で接合・連結などされて形成されたものではない。そして、かかる単一部材の場合には、この外輪３０を、無垢材から旋盤による削り出しで形成することができて、そうすれば、外輪３０の取り付け基準面をなす固定部３６の外周面３６ａと、環状部３２の転動面３０ａとを互いに同一の加工チャンスで切削加工することができる。よって、転動面３０ａの加工を、外輪３０の仮想中心Ｃ３０に対して高い同芯度で施すことができて、回転精度の高い転がり軸受１０を製造可能となる。また、図４に示すように、外輪３０の断面形状をラジアル方向の片側だけ見た場合には、Ｌ字型をなしている。よって、その内径や外径に係る基準面が明確であり、これにより、その加工を容易に行うことができる。

[0042] また、図３Ａの下部に示すように、圧接機構の本体をなすリング状部材４

０の外周面４０ａは、外輪３０のうちで最大径をなす固定部３６の外周面３６ａの位置よりもラジアル方向の内方に位置している。よって、固定部３６の外周面３６ａを含めこの外周面３６ａを仮想的にアキシャル方向に延長してなる包絡面３６ｖを転がり軸受１０の外形面１０ｖとした場合には、この転がり軸受１０の外形面１０ｖよりも内方にリング状部材４０は収まっており、つまり転がり軸受１０内にリング状部材４０たる圧接機構が内蔵されていると言うこともできる。そして、このように圧接機構が転がり軸受１０に内蔵されている場合には、転がり軸受１０の外形形状を一般の転がり軸受の標準規格や業界規格等の各種規格に準拠させることができる。

[0043] 例えば、転がり軸受１０の外形面１０ｖを上述のように捉えた場合には、図３Ａの下部の三点鎖線を参照してわかるように、本実施形態の転がり軸受１０の断面形状は、一般的な転がり軸受の断面形状と同様に略矩形形状をなしていることになる。より詳しくは、転がり軸受１０の内周面１０ｉを規定する内輪２０の内径は、アキシャル方向の全長に亘って同径であり、転がり軸受１０の上記外形面１０ｖの外径も、アキシャル方向の全長に亘って同径である。また、外輪３０のアキシャル方向の両端の位置と、内輪２０のアキシャル方向の両端の位置とは互いに揃っており、更に、保持器６０も、外輪３０のアキシャル方向の両端から突出しておらず両端の内方に収まっている。よって、転がり軸受１０の取り付け関係寸法を、図３Ａ及び図３Ｂに示すように、一般に転がり軸受１０で用いられる軸受外径Ｄ、軸受内径ｄ、及び幅Ｗ（アキシャル方向の長さＷ）で規定することができて、これにより、標準品の転がり軸受と同じ容易さで、本実施形態の如き圧接機構を有した転がり軸受１０を工作機械等の各種装置に使用することができる。

[0044] なお、図４に示すように、望ましくは、圧力室Ｒ４０におけるアキシャル方向の中央位置ＰＣＲ４０よりも、アキシャル方向に関して固定部３６の逆側に寄った位置（図４では、前方に寄った位置）に、転動体５０の中央位置ＰＣ５０が位置するように転動体５０を配置すると良い。つまり、転動体５０を、外輪３０の固定部３６から離れた位置に配置すると良い。そうすれば

、当該転動体５０は、環状部３２のうちで固定部３６から離れた部分３２ｐの縮径変形によってラジアル方向の圧接力が付与されることになる。そして、そのときには、固定部３６から離れているため、上記の離れた部分３２ｐには、固定部３６を介して環状部３２に及び得る固定対象部材３起因のラジアル方向の拘束力が作用し難く、結果、当該離れた部分３２ｐは、同部分３２ｐのアキシャル方向の全長に亘って略均等に縮径変形する。これにより、転動体５０に作用するラジアル方向の圧接力が、片当たり状の偏りを持つことを有効に防ぐことができて、つまり、当該圧接力を、アキシャル方向に関して略均等分布で付与可能となり、その結果、当該転がり軸受１０の回転精度及び回転剛性を高めることができる。

[0045] ところで、先に、「環状部３２の厚さは、加圧流体の供給圧に基づいて縮径変形可能になるように設計される」旨を述べたが、ここで、これについて説明する。先ず、外輪３０の環状部３２は、図６Ａのようなラジアル方向の外方から圧力Ｐを受ける円筒体３２としてモデル化することができる。そして、この圧力Ｐを受ける円筒体３２において半径ｒの位置での縮径量Ｚ（ｍｍ）は、下式１で表される。

$$Z=\frac{-P}{E(1-n^2)}\left[(1-V)r+(1+V)\cdot\frac{r_1^2}{r}\right] \quad \cdots (1)$$

[0046] なお、式１中及び図６Ａ中の各パラメータの意味は、次の通りである。Ｐは、ラジアル方向の外方から円筒体３２に作用する圧力（ＭＰａ）であり、ｒ１は円筒体３２の内半径（ｍｍ）であり、ｒ２は円筒体３２の外半径（ｍｍ）であり、ｎは内半径と外半径との比（＝ｒ１／ｒ２）であり、Ｅは円筒体３２の縦弾性係数（ＭＰａ）である。

[0047] そして、例えば、上式１のＰに市販の密封容器の耐圧仕様を代入するとともに、ｒにｒ１を代入し、そして、ｒ１及びｒ２をパラメータとして変化させて、圧接に必要な縮径量Ｚとなるｒ１の値及びｒ２の値を算出すれば、その減算値（＝ｒ２－ｒ１）として環状部３２の厚さの設計値が求められる。

[0048] ちなみに、式１中の各パラメータに、転がり軸受１０の実現に必要な諸条

件、すなわち外輪３０の環状部３２の必要寸法（内径、外径）や圧接に必要な縮径量Ｚを代入することで、当該必要な条件を満足する圧力Ｐの値を試算してみたところ、当該圧力Ｐの試算値は、市販の密封容器の耐圧仕様の範囲内であった。よって、圧接に必要な縮径量Ｚが実現可能な数値であることは確認済みである。

[0049] また、上述の縮径量Ｚの実現可否の検討に併せて、環状部３２の剛性を確保可能か否かについても検討している。図６Ｂはその説明図であり、ハウジング３に転がり軸受１０の外輪３０及び転動体５０を介して軸部材５が支持された状態をモデル化したものである。先ず、軸部材５にラジアル荷重Ｗ（Ｎ）が作用した際の外輪の環状部３２の撓み量δ（ｍｍ）は、下式２で表される。

$$\delta = \frac{6.79WL^3}{E(D1^4 - d1^4)} \qquad \cdots (2)$$

[0050] なお、式２中及び図６Ｂ中の各パラメータの意味は、次の通りである。Ｗは、転動体５０の中央位置ＰＣ５０から環状部３２に入力されるラジアル荷重（Ｎ）であり、Ｌは外輪３０の固定部３６と転動体５０の中央位置ＰＣ５０との間のアキシャル方向の距離（ｍｍ）であり、Ｅは外輪３０の環状部３２の縦弾性係数（ＭＰａ）である。また、Ｄ１は外輪３０の環状部３２の外径（ｍｍ）であり、ｄ１は環状部３２の内径（ｍｍ）である。

[0051] そして、この式２中の各パラメータに、転がり軸受１０の実現に必要な諸条件、すなわち転がり軸受１０の外輪３０の環状部３２の必要寸法（外径Ｄ１、外径ｄ１）やラジアル荷重Ｗの想定値、外輪３０の固定部３６と転動体５０の中央位置ＰＣ５０との間の距離Ｌの想定値等を代入して、その撓み量δを試算したところ、ラジアル荷重Ｗが１００００（Ｎ）の場合に、撓み量δは数ミクロンであるとの結果を得た。よって、環状部３２の剛性も、十分使用に耐え得るレベルに設定可能なことが確認された。

[0052] 図７は、本実施形態の転がり軸受１０の適用例の概略中心断面図である。この例では、工作機械において軸部材５としての主軸５をハウジング３に支

持する支持構造に本実施形態の転がり軸受１０が適用されている。ちなみに、同図では、当該支持構造が、軸部材５の軸芯Ｃ５に関して鏡像関係にあることから、当該軸芯Ｃ５に関してラジアル方向の片側（図７中では上側）だけを図示し、もう片側については不図示としている。また、軸部材５の軸芯Ｃ５は、転がり軸受１０のアキシャル方向に沿っており、以下では、アキシャル方向の両端のうちで工具が取り付けられる側（図７中では左側）のことを「一端側」と言い、その逆側（図７中では右側）のことを「他端側」と言う。

[0053] 本実施形態の転がり軸受１０は、既述のように単列円筒ころ軸受の範疇に属するものである。そのため、当該転がり軸受１０は、ラジアル荷重の支持に特化しており、アキシャル荷重については支持することができない。よって、この適用例では、アキシャル荷重を支持可能にすべく一対の単列アンギュラ玉軸受１１０，１１０が組み合わせられて、工作機械の主軸５を支持している。そして、かかる工作機械では、主軸５におけるアキシャル方向の一端部５ｅａに、不図示の工具が取り付けられることから、当該一端部５ｅａに大きなラジアル荷重が作用する。そのため、一端側に本実施形態の転がり軸受１０たる円筒ころ軸受１０が設けられ、その逆側の他端側には一対の単列アンギュラ玉軸受１１０，１１０が設けられている。

[0054] なお、図７の例では、一対の単列アンギュラ玉軸受１１０，１１０が背面組み合わせで配置されているが、何等これに限るものではない。すなわち、背面組み合わせと同様に、両方向のアキシャル荷重を受け止め可能な正面組み合わせで一対の単列アンギュラ玉軸受１１０，１１０を配置しても良い。ちなみに、単列アンギュラ玉軸受１１０は、内輪１２０と、外輪１３０と、これら内輪１２０及び外輪１３０の両者に所定の接触角αで接触する複数の球状の転動体１５０と、を有する。

[0055] 以下、この適用例の構成について説明する。

ハウジング３は、軸支対象の軸部材５を収容する収容孔３ｈとしてアキシャル方向の一端から他端に沿った貫通孔３ｈを有する。そして、かかる貫通

孔３ｈ内に軸部材５を収容した状態で、円筒ころ軸受１０及び一対の単列アンギュラ玉軸受１１０，１１０を介して軸部材５をその軸芯Ｃ５回りに回転自在に支持している。なお、以下では、ハウジング３の一端面３ｅａに露出した貫通孔３ｈの開口部３ｈｅａのことを「第１開口部３ｈｅａ」と言い、他端面３ｅｂに露出した開口部３ｈｅｂのことを「第２開口部３ｈｅｂ」と言う。

[0056] 図７に示すように、円筒ころ軸受１０の外輪３０は、ハウジング３の一端面３ｅａの第１開口部３ｈｅａから貫通孔３ｈ内に挿入されている。ここで、この貫通孔３ｈの内径は、一端側の第１開口部３ｈｅａからアキシャル方向の所定位置までの範囲Ａｅａに亘り外輪３０の固定部３６の外径とほぼ同径であり、その嵌め合い公差は、この装置（工作機械）の運転下において貫通孔３ｈの内周面と外輪３０の固定部３６の外周面３６ａとが全周に亘って当接するような公差に設定されている。これにより、貫通孔３ｈに挿入された外輪３０は、ハウジング３に対してラジアル方向に相対移動不能に固定される。また、貫通孔３ｈの上記所定位置には、貫通孔３ｈの内径が縮径してなる段差面３ｈｓ１が形成されている。よって、この段差面３ｈｓ１に外輪３０の固定部３６の他端面が当接し、そして、第１開口部３ｈｅａの側からは、抜け止め用の押さえ部材４ａに押されたカラー部材４ｃが外輪３０の固定部３６の一端面に当接し、これにより外輪３０はハウジング３に対してアキシャル方向に相対移動不能に固定される。なお、押さえ部材４ａは、螺着やボルト止め等でハウジング３に移動不能に固定されている。

[0057] 一方、円筒ころ軸受１０の内輪２０の内周側には、軸支対象の軸部材５が挿通されている。ここで、軸部材５の外径は、同軸部材５の略他端からアキシャル方向の一端側の所定位置までの範囲に亘って内輪２０の内径とほぼ同径であり、その嵌め合い公差は、この装置の運転下において内輪２０の内周面と軸部材５の外周面とが全周に亘って当接するような公差に設定されている。これにより、軸部材５が挿入された内輪２０は、軸部材５に対してラジアル方向に相対移動不能に固定される。また、軸部材５の上記所定位置には

、軸部材５の外径が拡径してなる段差面５ｓ１が形成されている。よって、この段差面５ｓ１に内輪２０の一端面が当接し、更に内輪２０の他端面には、後述のスペーサー９ａが当接し、これにより内輪２０は軸部材５に対してアキシャル方向に相対移動不能に固定される。

[0058] 一対のアンギュラ玉軸受１１０，１１０の各外輪１３０は、それぞれハウジング３の他端面３ｅｂの第２開口部３ｈｅｂから貫通孔３ｈ内に挿入される。ここで、この貫通孔３ｈの内径は、第２開口部３ｈｅｂからアキシャル方向の所定位置までの範囲Ａｅｂに亘り各外輪１３０の外径とほぼ同径であり、その嵌め合い公差は、この装置の運転下において貫通孔３ｈの内周面と各外輪１３０の外周面とが全周に亘って当接するような公差に設定されている。これにより、貫通孔３ｈに挿入された各外輪１３０は、ハウジング３に対してラジアル方向に相対移動不能に固定される。また、貫通孔３ｈの上記所定位置には、貫通孔３ｈの内径が縮径してなる段差面３ｈｓ２が形成されている。よって、この段差面３ｈｓ２に、一対のアンギュラ玉軸受１１０，１１０のうちで一端側に位置するアンギュラ玉軸受１１０の外輪１３０の一端面が当接し、そして、第２開口部３ｈｅｂの側からは、抜け止め用の押さえ部材６ａが、他端側に位置するアンギュラ玉軸受１１０の外輪１３０の他端面に当接し、これにより一対のアンギュラ玉軸受１１０，１１０の各外輪１３０はハウジング３に対してアキシャル方向に相対移動不能に固定される。なお、押さえ部材６ａは、螺着やボルト止め等でハウジング３に移動不能に固定されている。また、図示例では、外輪１３０，１３０同士の間に環状のカラー部材８ｃが介装されているが、このカラー部材８ｃは無くても良い。

[0059] 一方、一対のアンギュラ玉軸受１１０，１１０の各内輪１２０の内周側には、軸支対象の軸部材５が挿通されている。ここで、軸部材５の外径は、少なくとも同軸部材５の他端から上記所定位置までの範囲に亘って内輪２０の内径とほぼ同径であり、その嵌め合い公差は、この装置の運転下において各内輪２０の内周面と軸部材５の外周面とが全周に亘って当接するような公差

に設定されている。これにより、軸部材５が挿入された各内輪１２０は、軸部材５に対してラジアル方向に相対移動不能に固定される。また、軸部材５における円筒ころ軸受１０の内輪２０とアンギュラ玉軸受１１０の内輪１２０との間の部分には、筒状のスペーサー９ａが軸部材５の外周面を覆って配されており、かかるスペーサー９ａのアキシャル方向の全長は、上述した貫通孔３ｈの段差面３ｈｓ１と段差面３ｈｓ２との間の距離Ｌｓと概ね同値に設定されている。よって、このスペーサー９ａの一端面に円筒ころ軸受１０の内輪２０の他端面が当接し、同スペーサー９ａの他端面には、一対のうちで一端側に位置するアンギュラ玉軸受１１０の内輪１２０の一端面が当接し、更に一対のうちで他端側に位置するアンギュラ玉軸受１１０の内輪１２０の他端面には、ナット部材６ｎやカラー部材６ｃ等を有した適宜な抜け止め用の押さえ部材６ｂが当接し、これにより各内輪１２０は軸部材５に対してアキシャル方向に相対移動不能に固定される。なお、押さえ部材６ｂは、螺着等で軸部材５に移動不能に固定されている。また、図示例では、内輪１２０，１２０同士の間に筒状のカラー部材９ｃが介装されているが、前述の外輪１３０，１３０同士の間の環状のカラー部材８ｃが省略される場合には、この内輪１２０，１２０同士の間のカラー部材９ｃも省略される。

[0060] ところで、図７に示すように、円筒ころ軸受１０の外輪３０の環状部３２の外方には、既述の圧接機構をなすリング状部材４０が設けられている。そして、図７の下部に示すように、リング状部材４０の外周面４０ａは、ハウジング３の貫通孔３ｈの内方に位置する押さえ部材４ａ及びカラー部材４ｃの各内周面４ａａ，４ｃａと対向しているが、図示例では、これら各内周面４ａａ，４ｃａとリング状部材４０の外周面４０ａとの間には、環状の隙間Ｇ３が設けられている。すなわち、リング状部材４０の外周面４０ａの外方には、その全面に亘って空間ＳＰ３が隣接している。

[0061] ここで、この空間ＳＰ３は、リング状部材４０の弾性拡径変形を許容する空間（以下、許容空間ＳＰ３とも言う）として機能する。すなわち、転動体５０にラジアル方向の圧接力を付与すべく圧力室Ｒ４０に加圧流体を供給す

る際には、外輪３０の環状部３２の縮径変形に伴ってリング状部材４０は弾性拡径変形するが、その際の弾性拡径変形が、当該許容空間ＳＰ３内に収まるように同空間ＳＰ３のサイズが予め設定されており、これにて、リング状部材４０の外周面４０ａが押さえ部材４ａ及びカラー部材４ｃの各内周面４ａａ，４ｃａと接触しないようにされている。よって、リング状部材４０の外周面４０ａの外方には、ハウジング３などの反力を取り得る部材が何も存在していない状態となっており、それ故に、圧力室Ｒ４０に加圧流体を供給した際には、かかる圧力室Ｒ４０内の加圧流体の供給圧が忠実にラジアル方向の圧接力に変換されることとなる。そして、これにより、環状部３２は、加圧流体の供給圧のみに基づいて縮径変形するので、同環状部３２は、その全周に亘って概ね均等に縮径変形するようになり、結果、転動体５０に付与される圧接力も、円筒ころ軸受１０の全周に亘って略均等化される。そして、円筒ころ軸受１０の回転精度及び回転剛性の向上を図ることができる。

[0062] ちなみに、同図に示すように、外輪３０の固定部３６の外周面３６ａがハウジング３の貫通孔３ｈの内周面に当接されて固定されていることから、上述の許容空間ＳＰ３のサイズは、固定部３６の外径に応じて変化する。よって、上述のような許容空間ＳＰ３を確保する設定の仕方については、次のように表現することができる。すなわち、「固定部３６を固定対象部材たるハウジング３に固定した際に、リング状部材４０の外周面４０ａに隣接してその外方にリング状部材４０の弾性拡径変形を許容する空間ＳＰ３が形成されるような大きさに、固定部３６の外径が設定される」と表現することができる。

[0063] また、加圧流体の圧力室Ｒ４０への供給は、既述のようにリング状部材４０に穿孔された供給孔４０ｈを介してなされるが、この供給孔４０ｈまでの加圧流体の供給は、ハウジング３及び外輪３０の固定部３６に穿孔された加圧流体の流路３ｋ、及び、この流路３ｋとリング状部材４０の供給孔４０ｈとを接続するホース等の可撓変形可能な管部材９５を用いて行われる。

[0064] ＝＝＝その他の実施の形態＝＝＝

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、かかる実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で以下に示すような変形が可能である。

[0065] 上述の実施形態では、図４に示すように、加圧流体の供給孔４０ｈをリング状部材４０に形成していたが、何等これに限るものではない。例えば、図８の概略中心断面図に示すように、外輪３０内に圧力室Ｒ４０に連通する流路３０ｈを穿孔し、この流路３０ｈを加圧流体の供給孔３０ｈとして用いて、加圧流体を圧力室Ｒ４０へ供給しても良い。

[0066] 上述の実施形態では、転動体５０や保持器６０の素材について述べていなかったが、転動体５０については、使用中に遠心力の影響を直接受けるので、鋼製に代えてセラミック製としても良い。一方、保持器６０については、転動体５０からの負荷が軽微なことや、遠心力の影響を考慮すると、その素材として、金属以外に、プラスチックやカーボンファイバーなどの非金属を使用することもできる。

[0067] 上述の実施形態では、転がり軸受１０として円筒ころ軸受を例示し、つまり転動体５０として円柱体を使用していたが、何等これに限るものではない。例えば、転動体５０として球体を用いても良く、つまり、本発明を、玉軸受（アンギュラ玉軸受、四点接触玉軸受、深溝玉軸受等）に適用しても良い。

符号の説明

[0068] ３　ハウジング（固定対象部材）、３ｅａ　一端面、３ｅｂ　他端面、３ｈ　貫通孔、３ｈｅａ　第１開口部、３ｈｅｂ　第２開口部、３ｈｓ１　段差面、３ｈｓ２　段差面、３ｋ　流路、４ａ　押さえ部材、４ａａ　内周面、４ｃ　カラー部材、４ｃａ内周面、５　主軸（軸部材）、５ｅａ　一端部、５ｓ１　段差面、６ａ　押さえ部材、６ｂ　押さえ部材、６ｃ　カラー部材、６ｎ　ナット部材、８ｃ　カラー部材、９ａ　スペーサー、９ｃ　カラー部材、１０　円筒ころ軸受（転がり軸受）、１０ｉ　内周面、１０ｖ　外形面、２０　内輪、２０ａ　転動面、２０ｔ　溝部、２０ｔｂ　底面、２０ｔ

ｓ　側面、３０　外輪、３０ａ　転動面、３０ｈ　流路、３２　環状部、３２ｂ　外周面、３２ｅｆ　前端部、３２ｅｂ　後端部（端部）、３２ｐ　固定部から離れた部分、３６　固定部（突出部）、３６ａ　外周面、３６ｖ　包絡面、４０　リング状部材、４０ａ　外周面、４０ｈ　供給孔、４０ｔ　溝、４７　パッキン（シール部材）、５０　転動体、６０　保持器、９５　管部材、Ｃ５　軸芯、Ｃ３０　仮想中心、Ｃ５０　回転軸、Ｇ　隙間、Ｇ３　隙間、１１０　アンギュラ玉軸受、１２０　内輪、１３０　外輪、１５０　転動体、Ｒ４０　圧力室（環状空間）、ＳＰ３　空間、ＰＣ５０　中央位置、ＰＣＲ４０　中央位置、

請求の範囲

[請求項1] 外輪と、内輪と、ラジアル方向から前記外輪及び前記内輪に接触して転動する複数の転動体と、を有した転がり軸受であって、

前記外輪は、

前記転動体が転動する転動面を内周面に有する環状部と、

前記外輪を所定の固定対象部材に固定するための固定部として、前記環状部におけるアキシャル方向の端部に一体に連続しつつ前記ラジアル方向の外方に突出して設けられた突出部と、を有し、

前記環状部の外周面の外方には、前記外周面を全周に亘って覆いつつ該外周面との間に環状空間を区画するリング状部材が設けられており、

前記環状空間に供給された加圧流体によって、前記環状部が前記ラジアル方向に弾性縮径変形されて、前記転動体が前記外輪及び前記内輪に圧接されることを特徴とする転がり軸受。

[請求項2] 請求項１に記載の転がり軸受であって、

前記環状部と前記リング状部材との間にこれら両者に当接しつつ介装されて、前記環状空間からの前記加圧流体の漏出を防ぐ環状のシール部材を有し、

前記シール部材は、前記リング状部材における前記アキシャル方向の両端部にそれぞれ配置されており、

前記シール部材は、ゴム製又は樹脂製であることを特徴とする転がり軸受。

[請求項3] 請求項１又は２に記載の転がり軸受であって、

前記環状空間における前記アキシャル方向の中央位置よりも、前記アキシャル方向に関して前記固定部の逆側に寄った位置に、前記転動体の中央位置が位置していることを特徴とする転がり軸受。

[請求項4] 請求項１乃至３の何れかに記載の転がり軸受であって、

前記リング状部材は、前記環状空間への前記加圧流体の供給によっ

て弾性拡径変形をし、

前記突出部のうちで該突出部の外周面が、前記固定対象部材に当接して固定される部分であり、

前記突出部を前記固定対象部材に固定した際に、前記リング状部材の外周面に隣接してその外方に、前記リング状部材の弾性拡径変形を許容する空間が形成されるような大きさに、前記突出部の外径が設定されていることを特徴とする転がり軸受。

[図1]

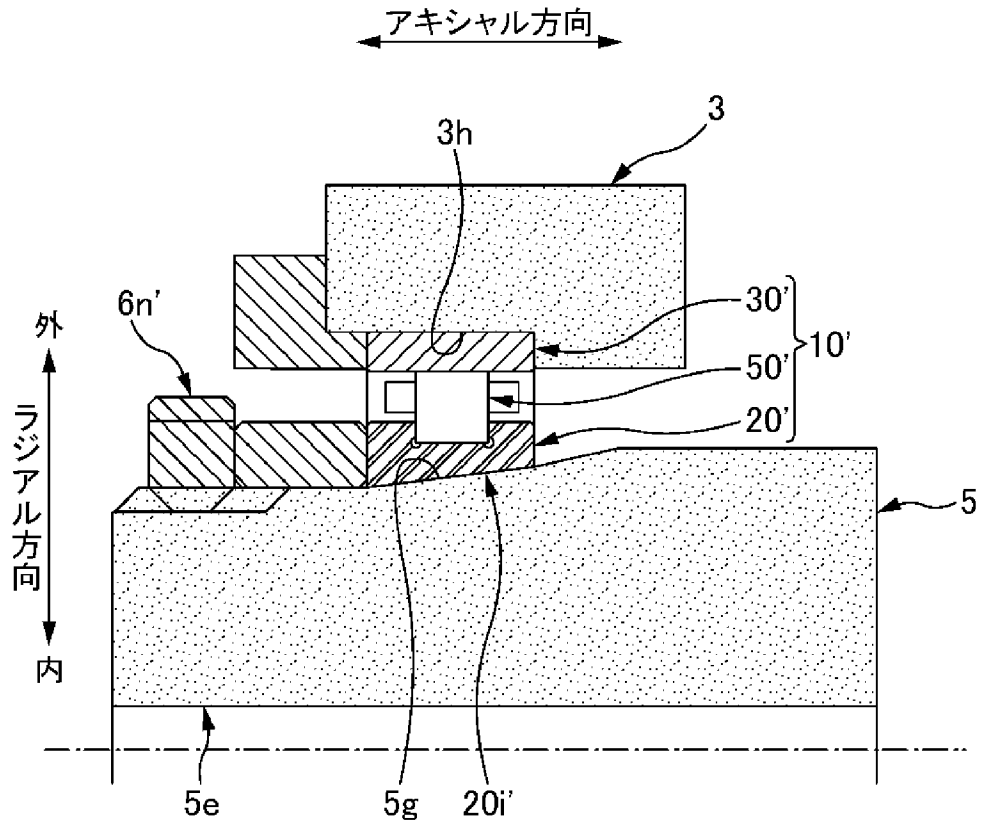

アキシャル方向
3
3h
6n'
30'
10'
50'
20'
外
ラジアル方向
内
5
5e
5g
20i'

図1A

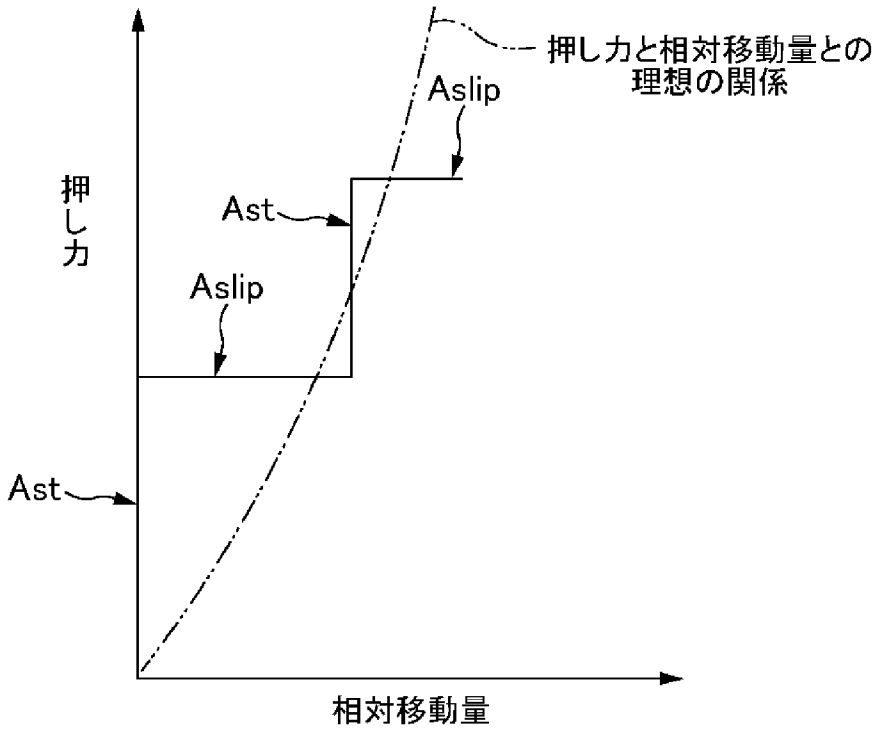
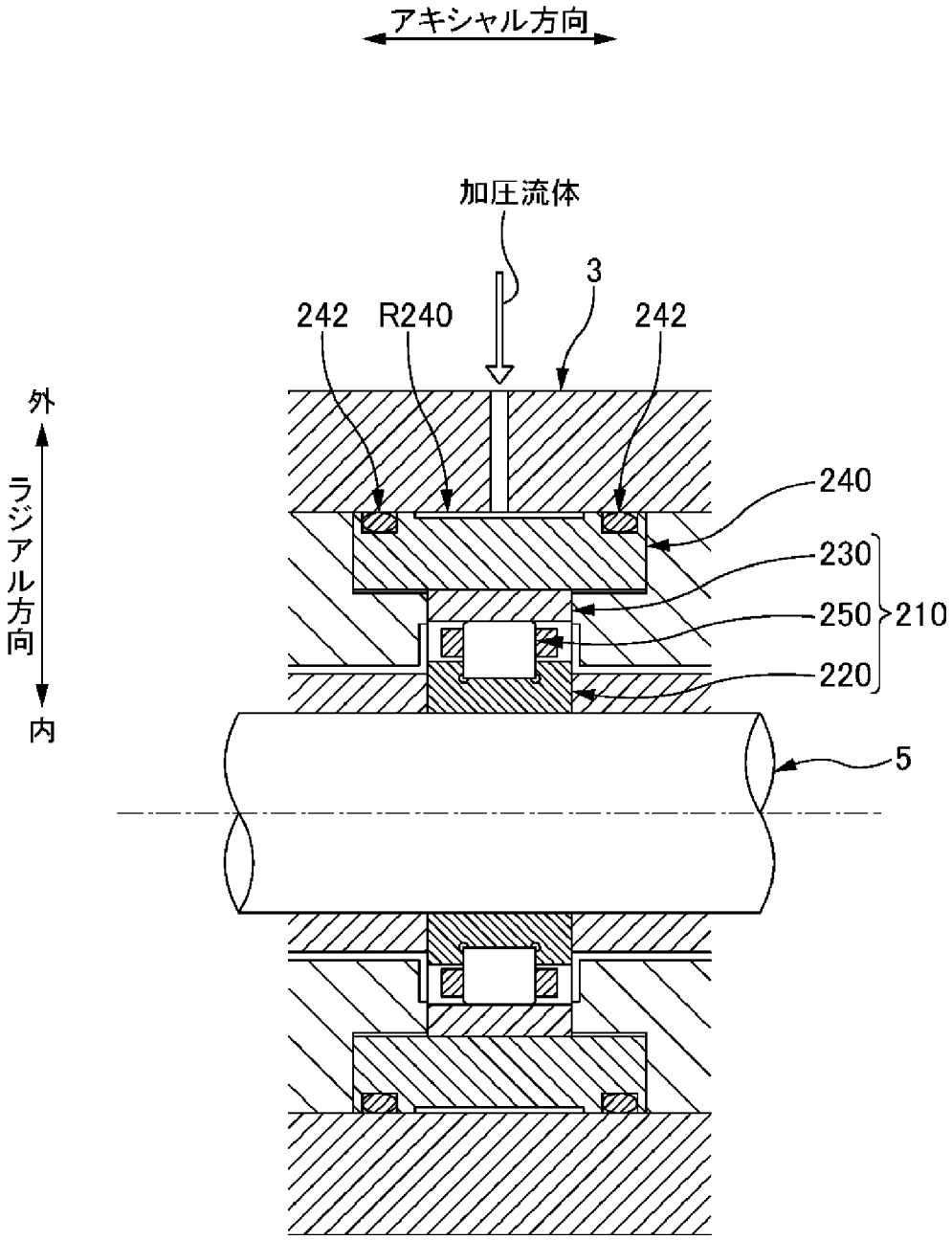
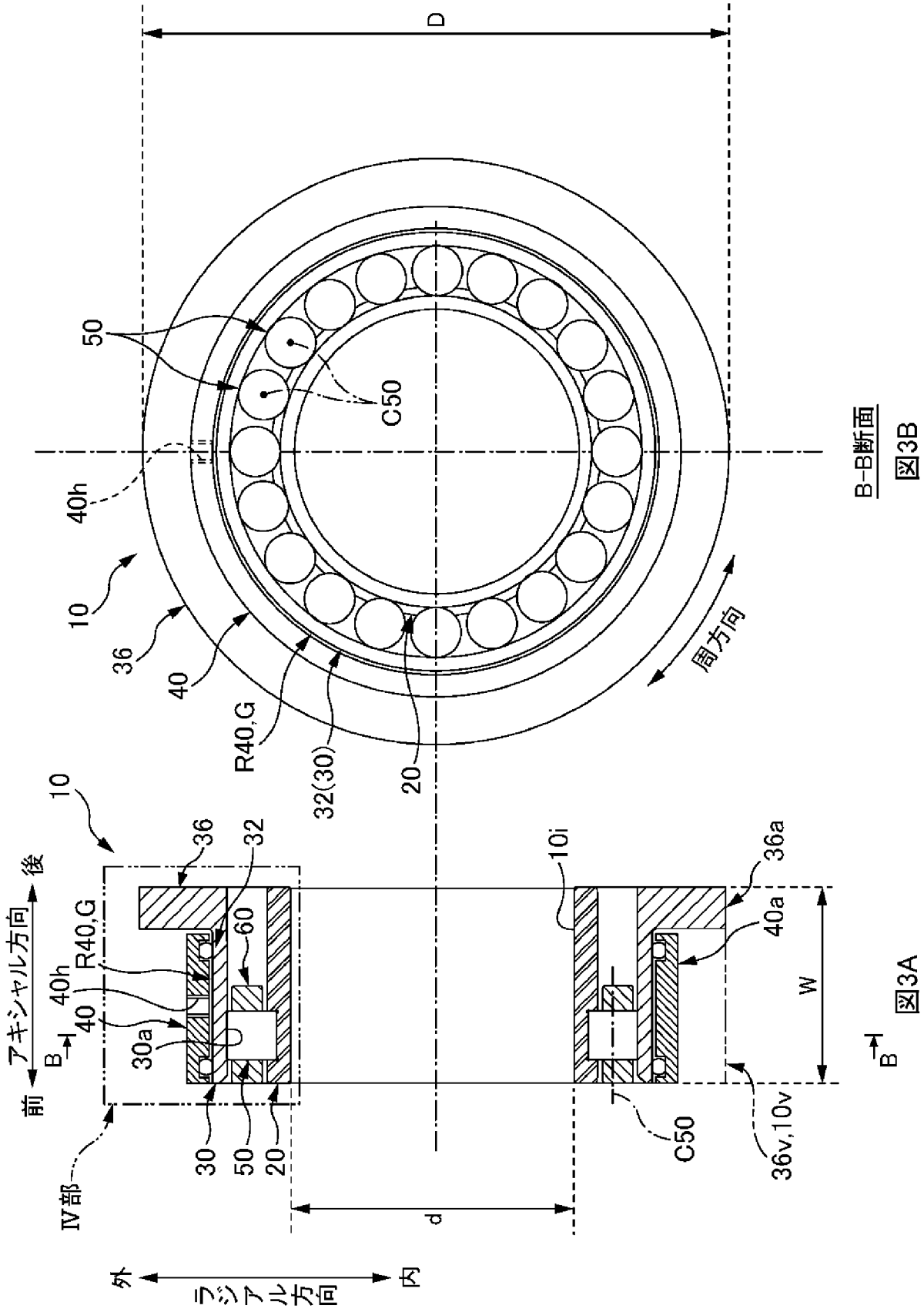

押し力と相対移動量との
理想の関係
Aslip
Ast
Aslip
押し力
Ast
相対移動量

図1B

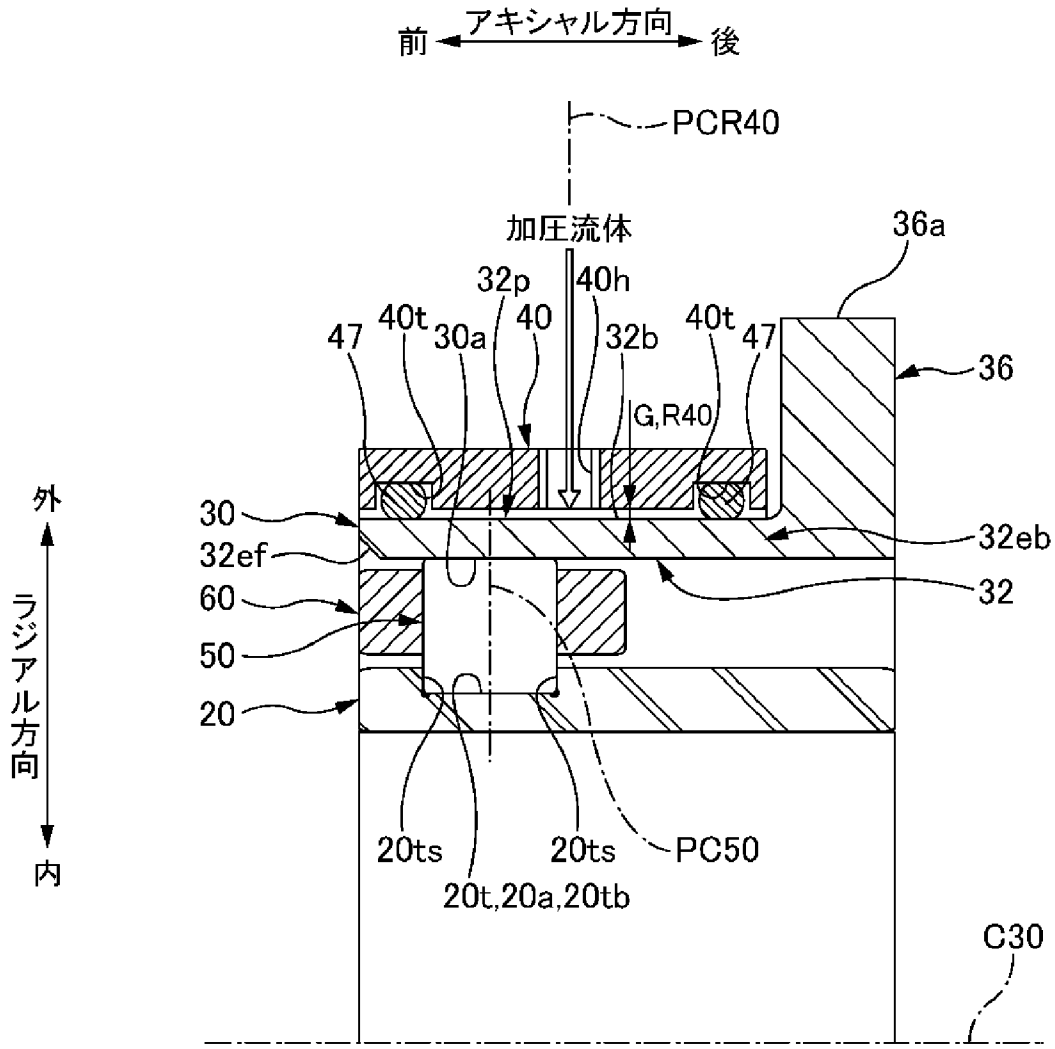
[図2]



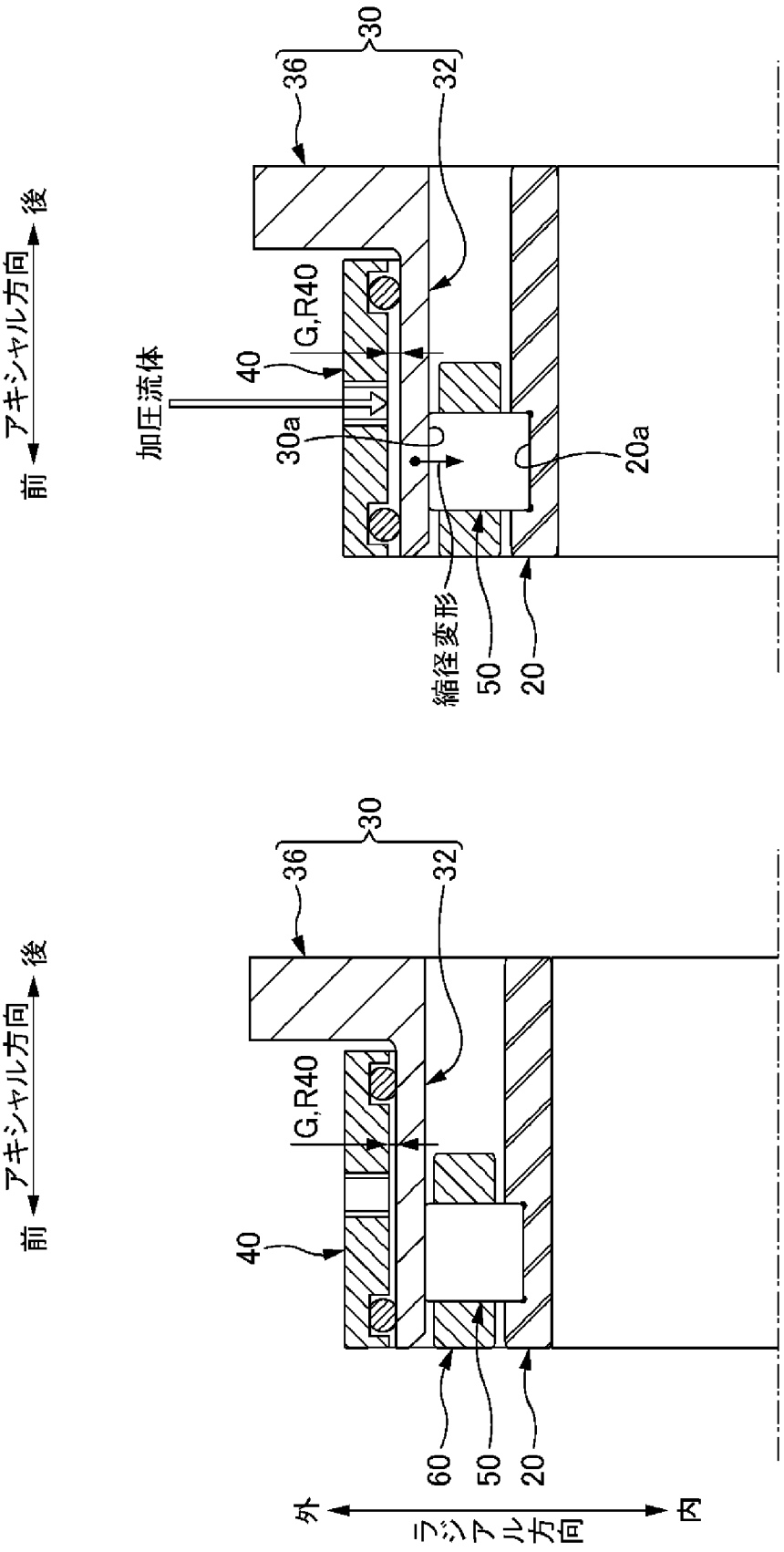
[図3]


D
50
C50
40h
10
36
40
R40,G
32(30)
20
周方向
B-B断面
図3B
10
36
32
10i
36a
後
アキシャル方向
前
R40,G
60
40h
40
30a
B
40a
W
B
図3A
30
50
20
C50
36v,10v
IV部
d
外
ラジアル方向
内

[図4]


前
アキシャル方向
後
PCR40
加圧流体
36a
32p
40h
47
40t
30a
40
32b
40t
47
36
G,R40
外
30
32ef
60
50
20
32eb
32
ラジアル方向
内
20ts
20ts
PC50
20t,20a,20tb
C30

[図5]



非加圧状態 図5A

加圧状態 図5B

[図6]

図6A

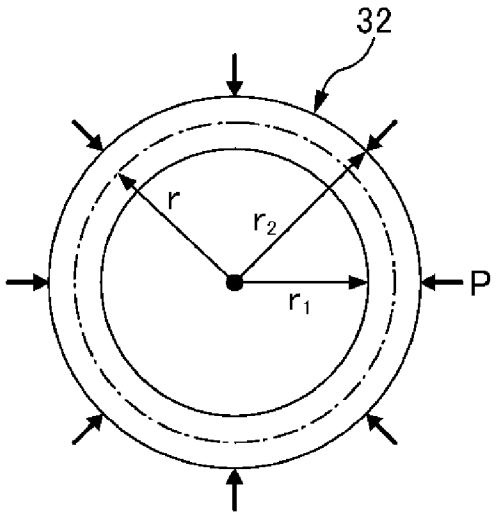
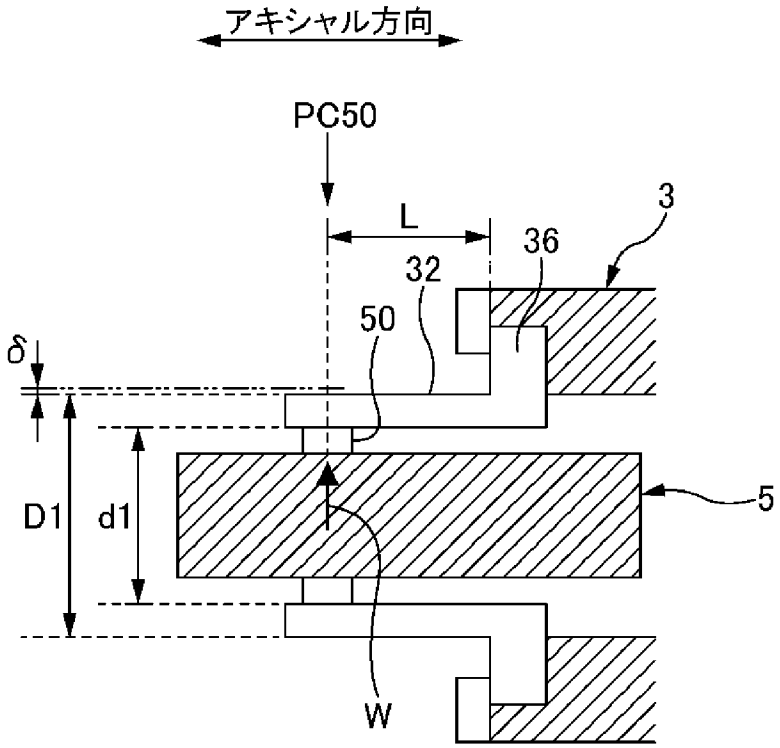
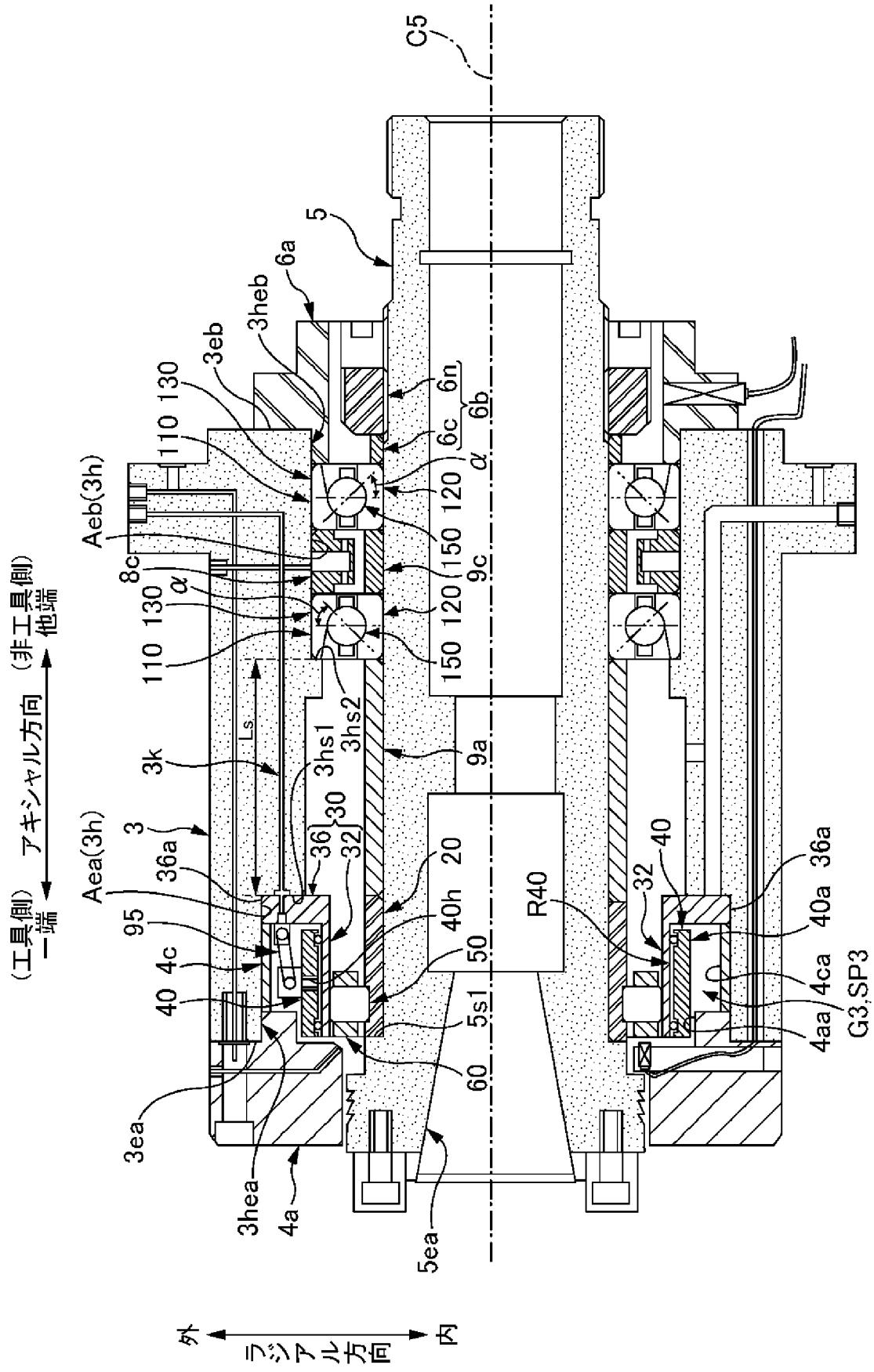


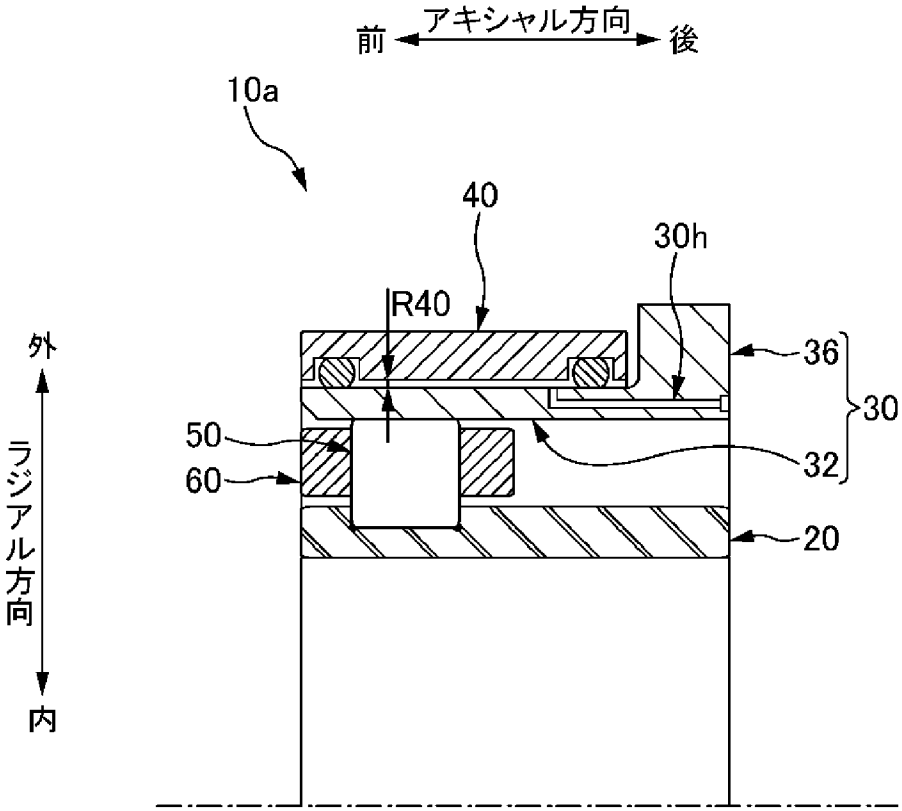
図6B



[図7]


C5
5
6a
3heb
3eb
130
110
Aeb(3h)
8c
α
130
110
3k
Ls
3hs1
3hs2
9a
3
Aea(3h)
36a
95
4c
40
3ea
3hea
4a
5ea
60
5s1
50
40h
20
36
32
30
9c
6n
6b
6c
120
150
R40
40
4aa
4ca
40a
G3,SP3
(工具側) 一端
アキシャル方向
(非工具側) 他端
外
ラジアル方向
内

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/064897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16C25/08(2006.01)i, *F16C19/26*(2006.01)i, *F16C33/58*(2006.01)i, *F16C33/76*(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)
F16C25/08, F16C19/26, F16C33/58, F16C33/76

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 8-174306 A (NTN Corp.), 09 July 1996 (09.07.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 6-173714 A (Toyota Motor Corp.), 21 June 1994 (21.06.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	US 3738719 A (SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION), 12 June 1973 (12.06.1973), entire text; all drawings (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
"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
12 August, 2013 (12.08.13)	27 August, 2013 (27.08.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/064897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102010048381 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG), 19 April 2012 (19.04.2012), entire text; all drawings & WO 2012/048943 A1	1-4
A	DE 102009058355 A1 (AB SKF), 16 June 2011 (16.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2008-39228 A (NTN Corp.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; all drawings & WO 2008/015777 A1	1-4
A	JP 2008-121788 A (JTEKT Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), entire text; all drawings & US 2010/0061674 A1 & EP 2085626 A1 & WO 2008/059805 A1	1-4
A	JP 2004-169756 A (NSK Ltd.), 17 June 2004 (17.06.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2004-162743 A (Honda Motor Co., Ltd.), 10 June 2004 (10.06.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2003-139134 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 14 May 2003 (14.05.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 8-177852 A (NTN Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	US 4033645 A (KOYO SEIKO CO., Ltd.), 05 July 1977 (05.07.1977), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 51-132351 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 17 November 1976 (17.11.1976), entire text; all drawings & US 4023868 A	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６４８９７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16C25/08(2006.01)i, F16C19/26(2006.01)i, F16C33/58(2006.01)i, F16C33/76(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.　F16C25/08, F16C19/26, F16C33/58, F16C33/76

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　１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１３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 8-174306 A（エヌティエヌ株式会社）1996.07.09, 全文，全図 （ファミリーなし）	1-4
A	JP 6-173714 A（トヨタ自動車株式会社）1994.06.21, 全文，全図 （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	国際調査報告の発送日
１２．０８．２０１３	２７．０８．２０１３

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　５０７１
中村　大輔
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	US 3738719 A (SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION) 1973.06.12, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4
A	DE 102010048381 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GmbH &Co. KG) 2012.04.19, 全文，全図 & WO 2012/048943 A1	1-4
A	DE 102009058355 A1 (AKTIEBOLAGET SKF) 2011.06.16, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2008-39228 A (ＮＴＮ株式会社) 2008.02.21, 全文，全図 & WO 2008/015777 A1	1-4
A	JP 2008-121788 A (株式会社ジェイテクト) 2008.05.29, 全文，全図 & US 2010/0061674 A1 & EP 2085626 A1 & WO 2008/059805 A1	1-4
A	JP 2004-169756 A (日本精工株式会社) 2004.06.17, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2004-162743 A (本田技研工業株式会社) 2004.06.10, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2003-139134 A (石川島播磨重工業株式会社) 2003.05.14, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 8-177852 A (エヌティエヌ株式会社) 1996.07.12, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4
A	US 4033645 A (KOYO SEIKO COMPANY, Limited) 1977.07.05, 全文，全図 (ファミリーなし)	1-4

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 51-132351 A (光洋精工株式会社) 1976.11.17, 全文，全図 & US 4023868 A	1-4