

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2006年1月12日 (12.01.2006)

PCT

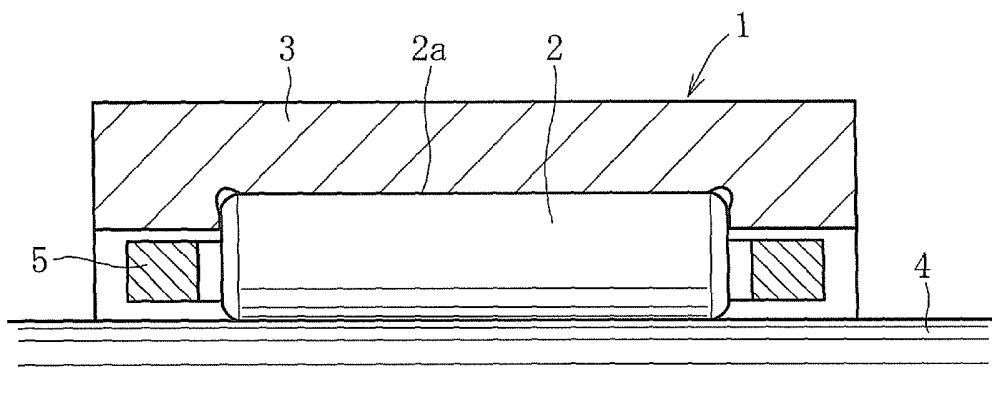
(10) 国際公開番号  
WO 2006/003792 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F16C 33/34, 19/36, F16H 57/02
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/011027
  - (22) 国際出願日: 2005年6月16日 (16.06.2005)
  - (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2004-198705 2004年7月5日 (05.07.2004) JP  
特願2004-198707 2004年7月5日 (05.07.2004) 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): 辻本 崇 (TSUJIMOTO, Takashi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 富加見 理之 (FUKAMI, Rino) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP).
  - (74) 代理人: 江原 省吾, 外 (EHARA, Syogo et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目15番26号 江原特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: ROLLER BEARING FOR AUTOMOBILE

(54) 発明の名称: 自動車用ころ軸受



(57) Abstract: A roller bearing for an automobile, wherein innumerable micro recessed dents are formed, at random, at least in the surface (2a) of the rolling element (2) of the roller bearing for the transmission and differential of the automobile. A surface roughness parameter Ryni for the surface in which the dents are formed is set within the range of 0.4 to 1.0 μm, and an Sk value therefor is set to - 1.6 or less.

(57) 要約: 自動車のトランスミッションやデファレンシャル用ころ軸受の少なくとも転動体(2)の表面(2a)に、微小凹形状のくぼみをランダムに無数に設け、前記くぼみを設けた面の面粗さパラメータRyniを0.4~1.0 μmの範囲内とし、かつ、Sk値を-1.6以下とする。

WO 2006/003792 A1



---

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 自動車用ころ軸受

### 技術分野

[0001] この発明は自動車のトランスミッションやデファレンシャルの歯車装置に好適に組み込まれるころ軸受に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、自動車トランスミッションやデファレンシャルをはじめころ軸受が使用される部位は小型化、高出力化がますます進んでおり、潤滑油の低粘度化等使用環境が高荷重・高温化する傾向にある。このため軸受にとっては今まで以上に厳しい潤滑環境へと変化しており、潤滑不良による摩耗や表面起点型剥離がますます発生しやすくなってきている。

[0003] 特開平2-168021号公報、特開平6-42536号公報に、転動体の表面に微小な凹凸を形成して油膜形成能力を向上させたころ軸受が記載されている。これら従来の微小凹部形状のくぼみは面粗さをパラメータ $R_{qni}$ で表示したとき、軸方向面粗さ $R_{qni}(L)$ と円周方向面粗さ $R_{qni}(C)$ との比の値 $R_{qni}(L)/R_{qni}(C)$ の値が1.0以下となり( $R_{qni} \geq 0.10$ )、あわせて面粗さのパラメータ $Sk$ 値が-1.6以下となるようにしており、これにより相手面が粗面でも仕上げ面のよい面でも長寿命になるようにしているが、低粘度、希薄潤滑下で油膜厚さが極端に薄い場合にはその効果が十分に発揮できない場合がある。

### 発明の開示

[0004] この発明の自動車用ころ軸受は、少なくとも転動体の表面に、微小凹形状のくぼみをランダムに無数に設け、前記くぼみを設けた面の面粗さパラメータ $R_{yni}$ が $0.4 \mu m \leq R_{yni} \leq 1.0 \mu m$ の範囲内であり、かつ、 $Sk$ 値が-1.6以下であることを特徴とするものである。

[0005] ここに、パラメータ $R_{yni}$ は基準長毎最大高さの平均値すなわち、粗さ曲線から、その平均線の方に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を粗さ曲線の縦倍率の方に測定した値である(ISO 4287:1997)。

- [0006] パラメータSkは粗さ曲線の歪み度(スキューネス)を指し(ISO 4287:1997)、凹凸分布の非対称性を知る目安の統計量であり、ガウス分布のような対称な分布ではSk値は0に近くなり、凹凸の凸部を削除した場合は負、逆の場合は正の値をとることになる。Sk値のコントロールは、バレル研磨機の回転速度、加工時間、ワーク投入量、チップの種類と大きさ等を選ぶことにより行える。Sk値を幅方向、円周方向とも-1.6以下とすることにより、微小凹形状のくぼみが油溜りとなり、圧縮されても滑り方向、直角方向への油のリークは少なく、油膜形成に優れ、油膜形成状況は良好で、表面損傷を極力抑える効果がある。
- [0007] 周知のとおり、ころ軸受は転動体(ころ)の転がり運動によって回転または揺動運動する軸を支持する機械要素である。通常、転動体は内輪の軌道と外輪の軌道との間に転動自在に介在するが、軸の外周面を直接軌道面とした内輪を有しないタイプも存在する。少なくとも転動体の表面にとしたものは、軌道面にも同様に微小凹形状のくぼみを形成したものを排除しない趣旨であり、また、ころの転動面のみならず端面にも微小凹形状のくぼみを形成したものを排除しない趣旨である。
- [0008] 前記くぼみを設けた面の面粗さパラメータRymaxが0.4~1.0であるのが好ましい。パラメータRymaxは基準長毎最大高さの最大値である(ISO 4287:1997)。
- [0009] 前記くぼみを設けた面の面粗さをパラメータRqniで表示したとき、軸方向面粗さRqni(L)と円周方向面粗さRqni(C)との比の値 $Rqni(L)/Rqni(C)$ が1.0以下であるのが好ましい。パラメータRqniとは、粗さ中心線から粗さ曲線までの高さの偏差の自乗を測定長さの区間で積分し、その区間で平均した値の平方根であり、別名自乗平均平方根粗さともいう。Rqniは拡大記録した断面曲線、粗さ曲線から数値計算で求められ、粗さ計の触針を幅方向および円周方向に移動させて測定する。
- [0010] この発明によれば、少なくとも転動体の表面に、微小凹形状のくぼみをランダムに無数に設けることによって、油膜形成能力が向上し、低粘度・希薄潤滑下で極端に油膜厚さが薄い条件下でも長寿命となる。とくに、前記くぼみを設けた面の面粗さパラメータRyniを $0.4\mu\text{m} \leq Ryni \leq 1.0\mu\text{m}$ の範囲内に設定し、従来よりも小さく抑えたことにより、希薄潤滑下でも油膜切れを防ぐことが可能で、従来品に比べ、極端に油膜厚さが薄い条件下でも長寿命を得ることができる。また、Sk値については、-1

. 6以下が表面凹部の形状、分布が加工条件により油膜形成に有利な範囲である。  
また、自動車のトランスミッションやデファレンシャルの長寿命化が可能となる。

[0011] これらのおよびその他のこの発明の目的および特徴は添付図面を参照して以下に述べるところから一層明瞭になるであろう。

#### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]針状ころ軸受の断面図である。

[図2]寿命試験に用いた針状ころ軸受の断面図である。

[図3]試験軸受における転動体の仕上げ面状況を示す粗さ曲線図である。

[図4]試験軸受における転動体の仕上げ面状況を示す粗さ曲線図である。

[図5]試験軸受における転動体の仕上げ面状況を示す粗さ曲線図である。

[図6]試験装置の概略図である。

[図7]寿命試験結果を示すグラフである。

[図8]円すいころ軸受の断面図である。

[図9A]比較例の金属接触率を示すグラフである。

[図9B]実施例の金属接触率を示すグラフである。

[図10]2円筒試験機の全体概略図である。

[図11]一般的な自動車のトランスミッションの断面図である。

[図12]一般的な自動車のデファレンシャルの断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0013] 自動車のトランスミッション(主変速機)は大別するとマニュアルタイプとオートマチックタイプがあり、また車輻の駆動方式によって前輪駆動(FWD)用トランスアクスル、後輪駆動(RWD)用トランスミッション、および四輪駆動(4WD)用トランスファ(副変速機)がある。これらは、エンジンからの駆動力を変速して駆動軸などへ伝達するものである。

[0014] 図11は、自動車のトランスミッションの一構成例を示している。このトランスミッションは同期嚙合式のもので、同図で左方向がエンジン側、右方向が駆動車輪側である。メインシャフト41とメインドライブギヤ42との間に円すいころ軸受43が介装される。この例では、メインドライブギヤ42の内周に円すいころ軸受43の外輪軌道面が直接形

成されている。メインドライブギヤ42は、円すいころ軸受44でケーシング45に対して回転自在に支持される。メインドライブギヤ42にクラッチギヤ46が係合連結され、クラッチギヤ46に近接してシンクロ機構47が配設される。

[0015] シンクロ機構47は、セレクトタ(図示省略)の作動によって軸方向(同図で左右方向)に移動するスリーブ48と、スリーブ48の内周に軸方向移動自在に装着されたシンクロナイザーキー49と、メインシャフト41の外周に係合連結されたハブ50と、クラッチギヤ46の外周(コーン部)に摺動自在に装着されたシンクロナイザーリング51と、シンクロナイザーキー49をスリーブ48の内周に弾性的に押圧する押さえピン52及びスプリング53とを備えている。

[0016] 同図に示す状態では、スリーブ48及びシンクロナイザーキー49が押さえピン52によって中立位置に保持されている。この時、メインドライブギヤ42はメインシャフト41に対して空転する。一方、セレクトタの作動により、スリーブ48が同図に示す状態から例えば軸方向左側に移動すると、スリーブ48に従動してシンクロナイザーキー49が軸方向左側に移動し、シンクロナイザーリング51をクラッチギヤ46のコーン部の傾斜面に押し付ける。これにより、クラッチギヤ46の回転速度が落ち、逆にシンクロ機構47側の回転速度が高められる。そして、両者の回転速度が同期した頃、スリーブ48がさらに軸方向左側に移動して、クラッチギヤ46と噛み合い、メインシャフト41とメインドライブギヤ42との間がシンクロ機構47を介して連結される。これにより、メインシャフト41とメインドライブギヤ42とが同期回転する。

[0017] 図12は一般的な自動車のデファレンシャルを例示している。同図の上が車体前方、下が車体後方である。デファレンシャルケース54の前部にドライブピニオン軸55が収容され、一对の円すいころ軸受57, 58で回転自在に支持される。ドライブピニオン軸55の前端部にはプロペラシャフト(図示せず)が連結され、後端部にはリングギヤ(減速大歯車)59とかみ合うドライブピニオンギヤ(減速小歯車)56が固定され又は一体に設けてある。

[0018] リングギヤ59は差動歯車ケース60に連結され、差動歯車ケース60は一对の円すいころ軸受61, 62でデファレンシャルケース54に対して回転自在に支持される。差動歯車ケース60の内部に、一对のピニオンギヤ63と、これとかみ合う一对のサイドギ

ヤ64とがそれぞれ配設される。ピニオンギヤ63はピニオン軸65に固定され、サイドギヤ64はスラストワッシャを介して差動歯車ケース60に装着してある。図示されていない左右のドライブシャフトが、それぞれに対応するサイドギヤ64の内径部に連結(セレクション連結等)される。

[0019] プロペラシャフトの駆動トルクは、ドライブピニオンギヤ56→リングギヤ59→差動歯車ケース60→ピニオンギヤ63→サイドギヤ64→ドライブシャフトという経路で伝達される。一方、タイヤの駆動抵抗は、ドライブシャフト→サイドギヤ64→ピニオンギヤ63へと伝達される。

[0020] 図11および12に関連して述べた自動車のトランスミッションやデファレンシャル用ころ軸受は内輪と外輪と転動体とを主要な構成要素としている。そして、転動体の転動面および端面ならびに内外輪の軌道面(さらに円すいころ軸受の内輪については大つば面)の少なくとも一つに、微小凹形状のくぼみをランダムに無数に形成して微小粗面化してある。この微小粗面は、くぼみを設けた面の面粗さパラメータ $R_{qni}$ が $0.4 \mu m \leq R_{qni} \leq 1.0 \mu m$ の範囲内であり、かつ、 $Sk$ 値が $-1.6$ 以下、好ましくは $-4.9 \sim -1.6$ の範囲である。また、くぼみを設けた面の面粗さパラメータ $R_{ymax}$ が $0.4 \sim 1.0$ である。さらに、面粗さを各表面の軸方向と円周方向のそれぞれで求めてパラメータ $R_{qni}$ で表示したとき、軸方向面粗さ $R_{qni}(L)$ と円周方向面粗さ $R_{qni}(C)$ の比の値 $R_{qni}(L)/R_{qni}(C)$ が $1.0$ 以下になっている。このような微小粗面を得るための表面加工処理としては、特殊なバレル研磨によって、所望の仕上げ面を得ることができるが、ショット等を用いてもよい。

[0021] パラメータ $R_{yni}$ 、 $R_{ymax}$ 、 $Sk$ 、 $R_{qni}$ の測定方法、条件を例示するならば次のとおりである。なお、これらのパラメータで表される表面性状を、ころ軸受の転動体や軌道輪といった構成要素について測定する場合、一ヶ所の測定値でも代表値として信頼できるが、たとえば直径方向に対向する二ヶ所を測定するとよい。

パラメータ算出規格: JIS B 0601:1994(サーフコム JIS 1994)

カットオフ種別: ガウシアン

測定長さ:  $5 \lambda$

カットオフ波長:  $0.25mm$

測定倍率:  $\times 10000$

測定速度:  $0.30\text{mm/s}$

測定箇所: ころ中央部

測定数: 2

測定装置: 面粗さ測定器サーフコム1400A(東京精密株式会社)

[0022] 図1はころ軸受の第一の例を示しており、このころ軸受1は転動体として針状ころ2を外輪3に組み込んだ針状ころ軸受であり、針状ころ2で相手軸4を支持するようになっている。針状ころ表面に、仕上面の異なる表面処理を施した複数種類の針状ころ軸受を製作し、寿命試験を行なった結果について説明する。寿命試験に用いた針状ころ軸受は、図2に示すように、外径 $D_r=33\text{mm}$ 、内径 $d_r=25\text{mm}$ 、針状ころ2の直径 $D=4\text{mm}$ 、長さ $L=25.8\text{mm}$ で、15本の針状ころを用いた保持器5付きの軸受である。試験軸受として針状ころの表面粗さ仕上の異なる3種類を製作した。すなわち、研削後スーパーフィニッシュを施した軸受A(比較例)と、微小凹形状のくぼみをランダムに無数に形成した軸受B(比較例)および軸受C(実施例)とである。各試験軸受の針状ころにおける仕上面状況を図3ないし図5に示す。具体的には、図3は軸受Aの表面粗さ、図4は軸受Bの表面粗さ、図5は軸受Cの表面粗さをそれぞれ示す。また、各試験軸受の表面仕上面の特性値パラメータ一覧を表1に示す。なお、 $R_{qni}$  ( $L/C$ )については、軸受B、Cは1.0以下であり、軸受Aは1.0前後の値である。

[0023] [表1]

軸受	$R_{qni}$	$S_k$	$R_{yni}$ ( $\mu\text{m}$ )	$R_{ymax}$	面積率 (%)	平均面積 ( $\mu\text{m}^2$ )	$R_{qni}$ ( $L/C$ )
A (比較例)	0.01 ~0.03	-0.8 ~0.9	0.1~0.2	0.1~0.3	—	—	—
B (比較例)	0.10 ~0.20	-5.0 ~-2.0	1.1~1.5	1.1~2.0	24~40	105~150	$\leq 1.0$
C (実施例)	0.05 ~0.09	-4.9 ~-1.6	0.4~1.0	0.4~1.0	5~20	30~100	$\leq 1.0$

[0024] 使用した試験装置は図6に概略図で示したようなラジアル荷重試験機11で、回転



軸12の両側に試験軸受1を取り付け、回転と荷重を与えて試験を行なうものである。試験に用いたインナレース(相手軸)の仕上は研磨仕上のRa0.10~0.16 $\mu$ mである。

アウトレース(外輪)も共通である。試験条件は以下のとおりである。

軸受ラジアル荷重:2000kgf

回転数:4000rpm

潤滑剤:クリセクオイルH8(試験条件で2cst)

図7に油膜パラメータ $\Lambda = 0.13$ の下での寿命試験結果を示す。同図の縦軸がL10寿命(h)を表している。同図から明らかなおと、軸受Aが78h、軸受Bが82hであったのに対して軸受Cは121hであった。このデータが示すように、実施例である軸受Cは、油膜パラメータ $\Lambda = 0.13$ という低粘度、希薄の非常に過酷な潤滑条件下でも長寿命効果を得ることができる。

[0025] 次に、図8に、ころ軸受の第二の例として円すいころ軸受を示す。円すいころ軸受は転動体として円すいころ16を使用したラジアル軸受で、外輪13の軌道と内輪14の軌道との間に複数の円すいころ16が転動自在に介在させてある。運転中、円すいころ16の転動面17が外輪13および内輪14の軌道と転がり接触するほか、円すいころ16の大端面18が内輪14の大つば15の内側面と滑り接触する。したがって、円すいころ16の場合、転動面17のほか大端面18にも微小凹形状のくぼみをランダムに無数に形成させてもよい。同様に、内輪14の場合、軌道面のほか大つば15の内側面にも微小凹形状のくぼみをランダムに無数に形成させてもよい。

[0026] 円すいころの転動面を滑らかな面に仕上げた従来の円すいころ軸受A、B(比較例)と、円すいころの転動面に微小凹形状のくぼみをランダムに無数に形成した軸受C~E(比較例)ならびに軸受F、G(実施例)について行った寿命試験について説明する(表2参照)。使用した軸受A~Gはいずれも、外輪の外径が81mm、内輪の内径が45mmの円すいころ軸受である。なお、比較例の軸受A、Bにおけるころの転動面は、研削後にスーパーフィニッシュ(超仕上げ)を施して加工され、くぼみ加工を施してない。比較例の軸受C~Eならびに実施例の軸受F、Gのころの転動面は、バレル研磨特殊加工によって微小凹形状のくぼみがランダムに無数に形成してある。なお、

Rqni(L/C)については、ころ軸受C~Gは1.0以下であり、ころ軸受A, Bは1.0前後である。

[0027] [表2]

試験軸受	平均面積 ( $\mu\text{m}^2$ )	Ry ni ( $\mu\text{m}$ )	面積率 (%)	Sk	Rq ni (L/C)	Ry max	寿命時間 (h)	
比較例	A	—	0.32	—	-0.9	—	0.5	11.5
	B	—	0.41	—	-0.7	—	0.7	9.2
	C	132	1.47	25	-4	$\leq 1.0$	1.9	15.5
	D	113	1.12	19	-3.2	$\leq 1.0$	1.2	50.5
	E	30	0.32	5	-1.8	$\leq 1.0$	0.5	19.8
実施例	F	94	0.95	17	-2.6	$\leq 1.0$	1	129.6
	G	52	0.52	8	-1.8	$\leq 1.0$	0.6	200以上

[0028] 図10に示す2円筒試験機を使用してピーリング試験を行い、金属接触率を評価した。図10において、駆動側円筒22(D円筒:Driver)と従動側円筒24(F円筒:Follower)は各々の回転軸の片端に取り付けられ、2本の回転軸26, 28はそれぞれプーリ30, 32を介して別々のモータで駆動できるようになっている。D円筒22側の軸26をモータで駆動し、F円筒24はD円筒22に従動させる自由転がりにした。F円筒24は、表面処理に関して比較例と実施例の2種類を用意した。試験条件等詳細は表3のとおりである。

[0029] [表3]

試験機	2円筒試験機 (図10参照)		
駆動側円筒(D円筒)	φ40×L12、副曲率R60 SUJ2標準品+外径面超仕上		
従動側円筒(F円筒)	φ40×L12、ストレート SUJ2標準品+外径面超仕上 表面処理		
		比較例	実施例
	平均面積(μm <sup>2</sup> )	145	83
	Ryni(μm)	1.21	0.73
	面積率(%)	20	15
回転数	2000rpm		
荷重	2156N(220kgf)		
最大面圧P <sub>max</sub>	2.3GPa		
接触楕円(2a×2b)	2.34mm×0.72mm		
負荷回数	2.4×10 <sup>5</sup> 回(2h)		
雰囲気温度	常温		
給油方法	フェルトパッド給油		
潤滑油	JOMO HI SPEED FLUID (VG 1.5)		

[0030] 金属接触率の比較データを図9に示す。同図は横軸が経過時間、縦軸が金属接触率を表し、図9(B)は実施例の軸受におけるころの転動面の金属接触率を、図9(A)は比較例の軸受におけるころの転動面の金属接触率を、それぞれ示す。これらの図を対比すれば、比較例に比べて実施例では金属接触率が改善されていることを明瞭に確認できる。言い換えれば、油膜形成率(=100%-金属接触率)が、実施例の軸受の方が比較例の軸受に比べて、運転開始時で10%程度、試験終了時(2時間後)で2%程度、向上している。

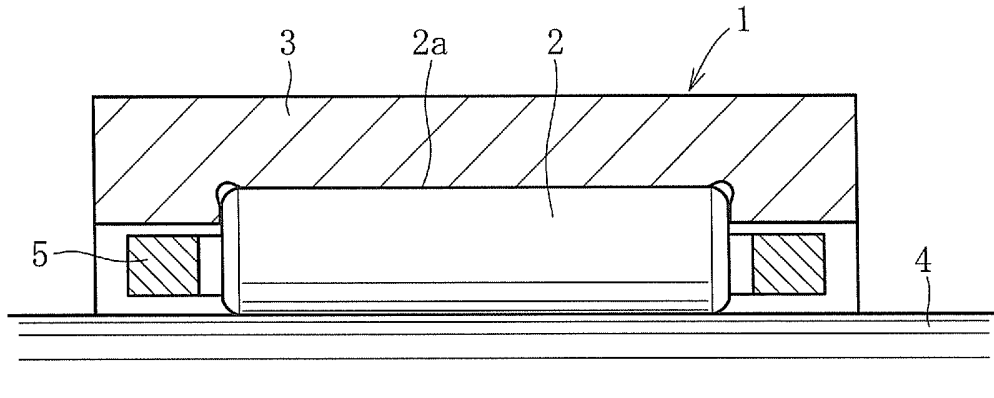
[0031] ここに開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない

と考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

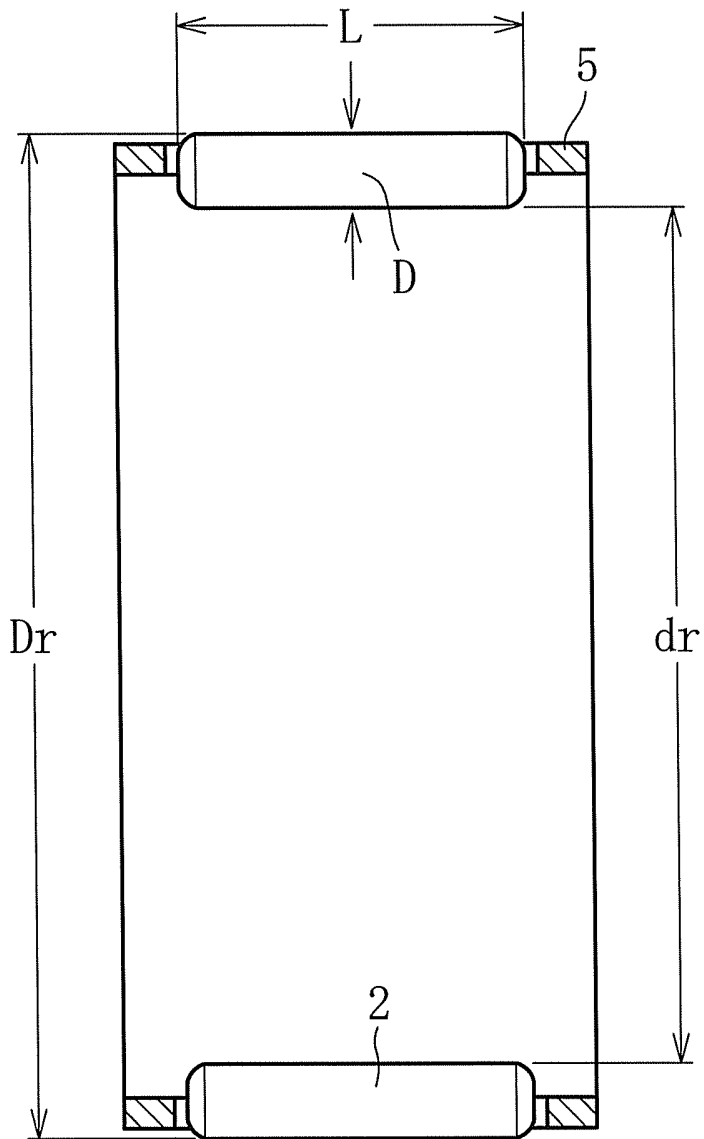
## 請求の範囲

- [1] 少なくとも転動体の表面に、微小凹形状のくぼみをランダムに無数に設け、前記くぼみを設けた面の面粗さパラメータ $R_{yni}$ が $0.4 \mu m \leq R_{yni} \leq 1.0 \mu m$ の範囲内であり、かつ、Sk値が $-1.6$ 以下である自動車用ころ軸受。
- [2] 前記くぼみを設けた面の面粗さパラメータ $R_{ymax}$ が $0.4 \sim 1.0$ の範囲内である請求項1の自動車用ころ軸受。
- [3] 前記くぼみを設けた面の面粗さをパラメータ $R_{qni}$ で表示したとき、軸方向面粗さ $R_{qni}(L)$ と円周方向面粗さ $R_{qni}(C)$ との比の値 $R_{qni}(L)/R_{qni}(C)$ が $1.0$ 以下である請求項1または2の自動車用ころ軸受。
- [4] トランスミッション用である請求項1ないし3のいずれかの自動車用ころ軸受け。
- [5] デファレンシャル用である請求項1ないし3のいずれかの自動車用ころ軸受。

[図1]



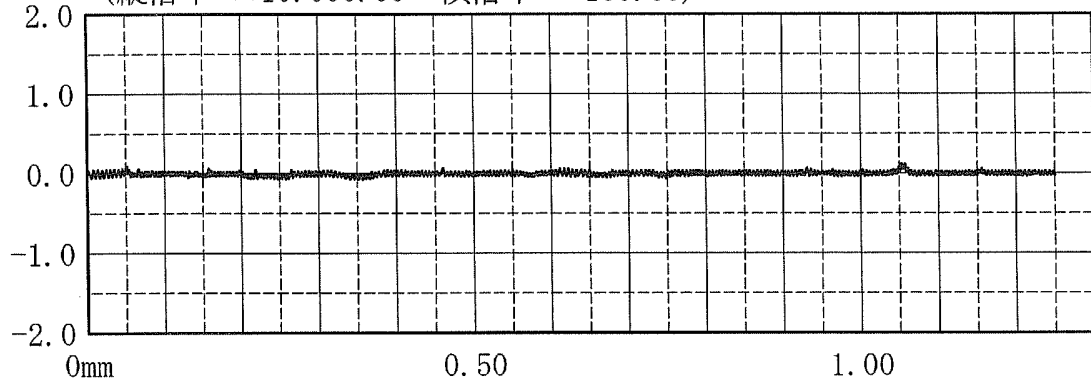
[図2]



[図3]

( $\mu\text{m}$ ) 粗さ曲線

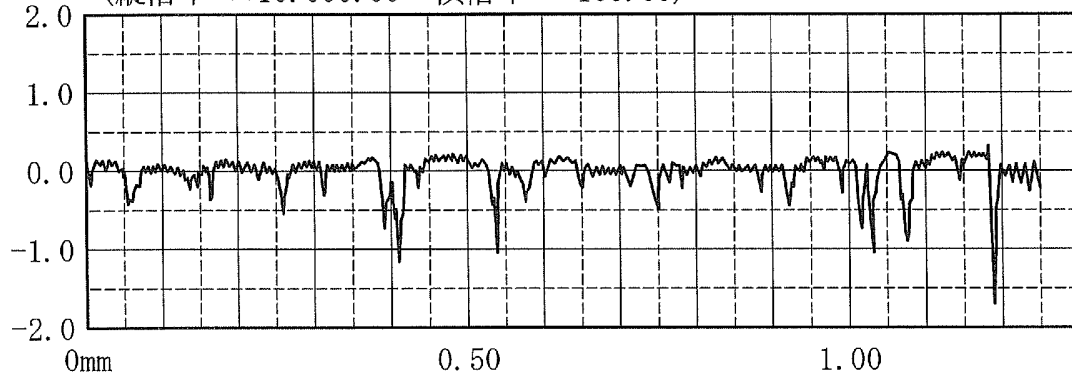
(縦倍率:  $\times 10,000.00$  横倍率:  $\times 100.00$ )



[図4]

( $\mu\text{m}$ ) 粗さ曲線

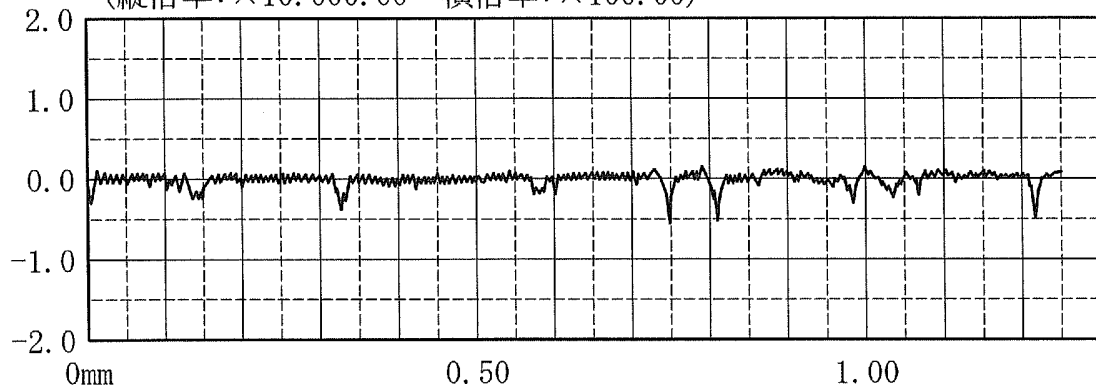
(縦倍率:  $\times 10,000.00$  横倍率:  $\times 100.00$ )



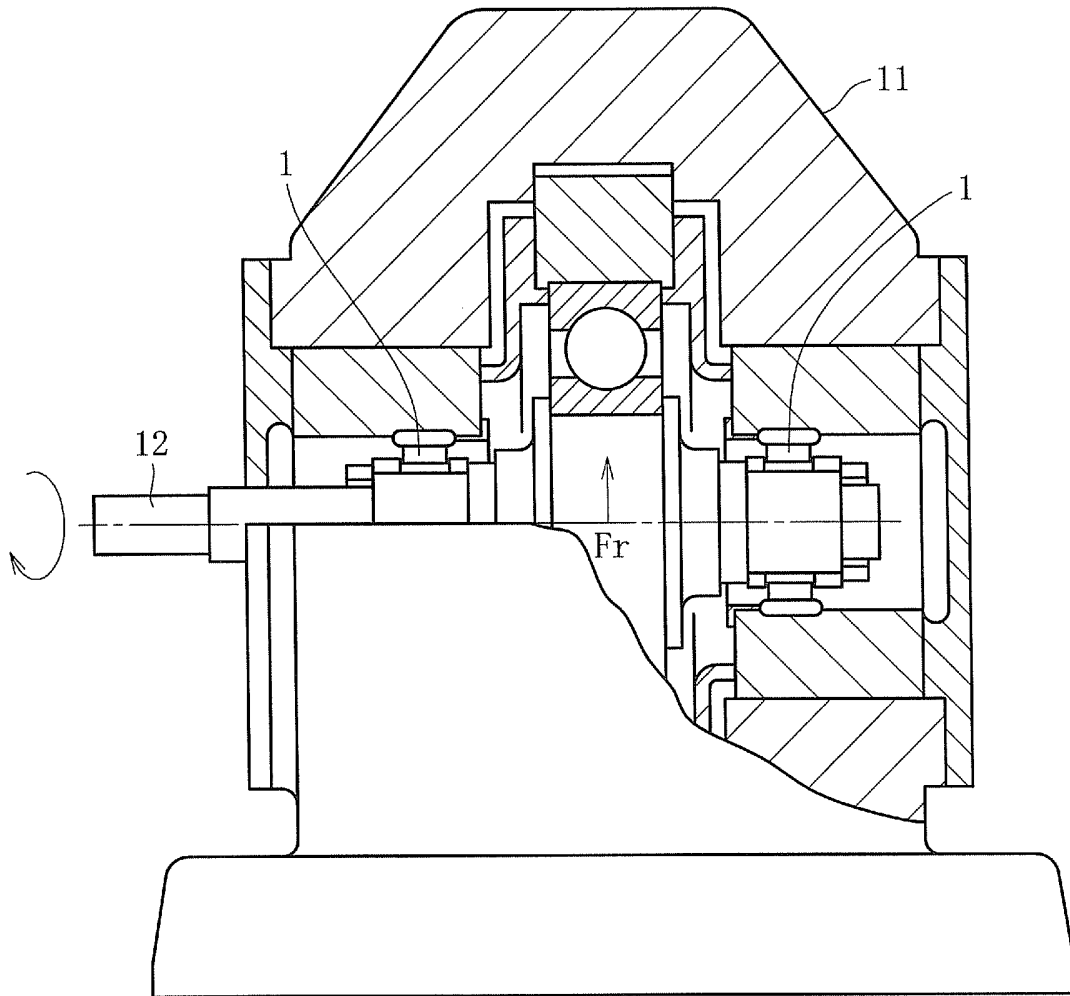
[図5]

( $\mu\text{m}$ ) 粗さ曲線

(縦倍率:  $\times 10,000.00$  横倍率:  $\times 100.00$ )

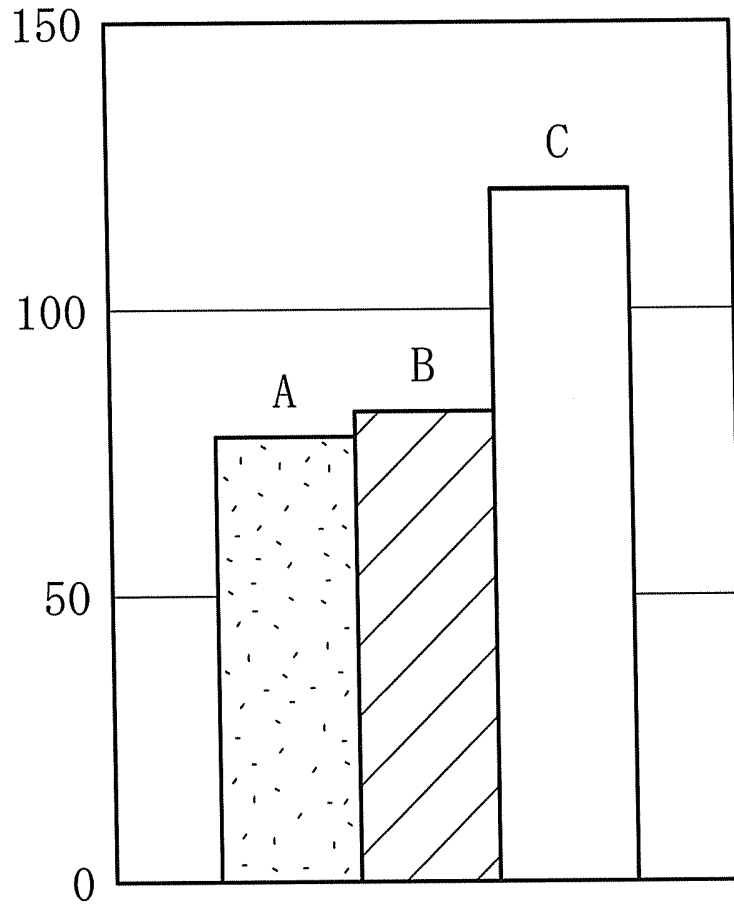


[図6]

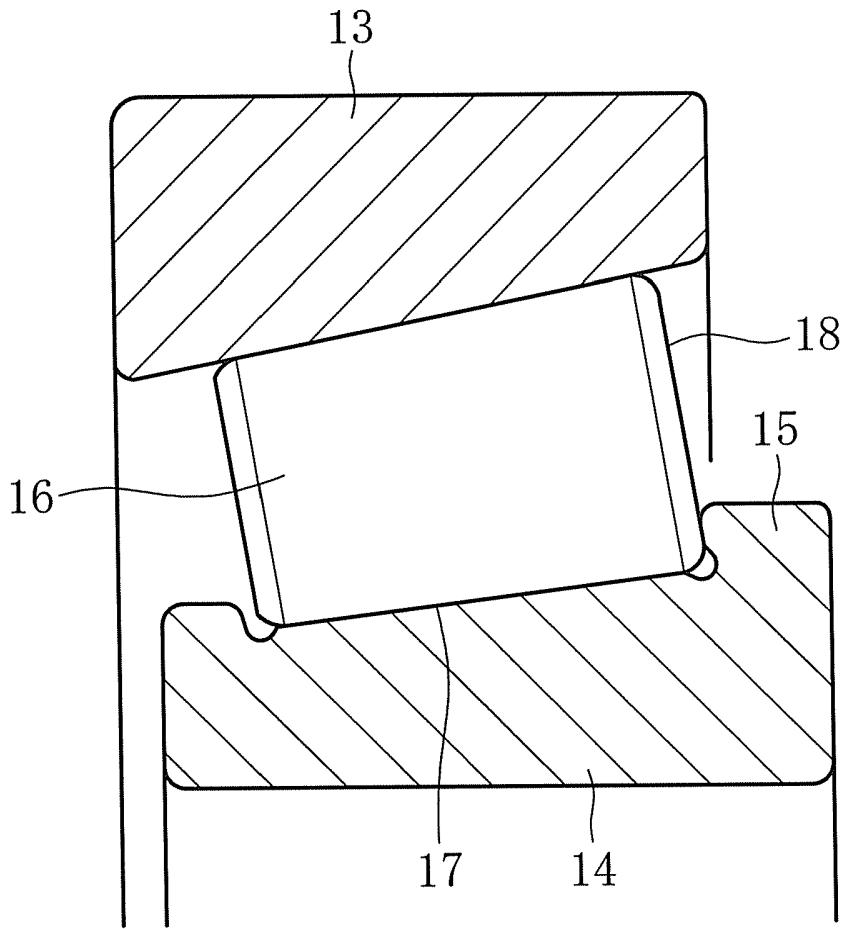




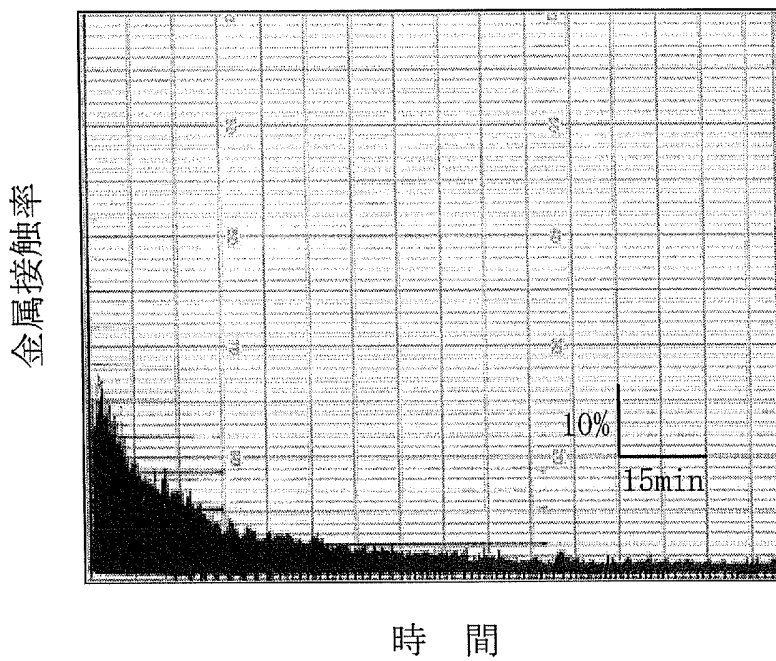
[図7]



[図8]

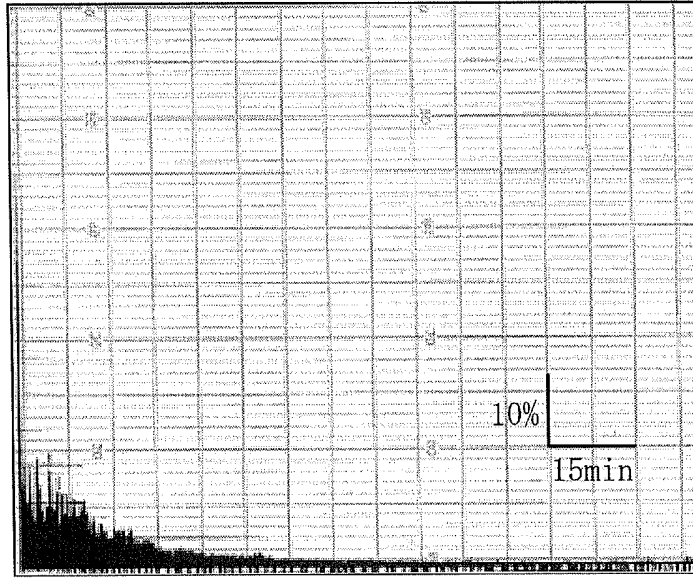


[図9A]



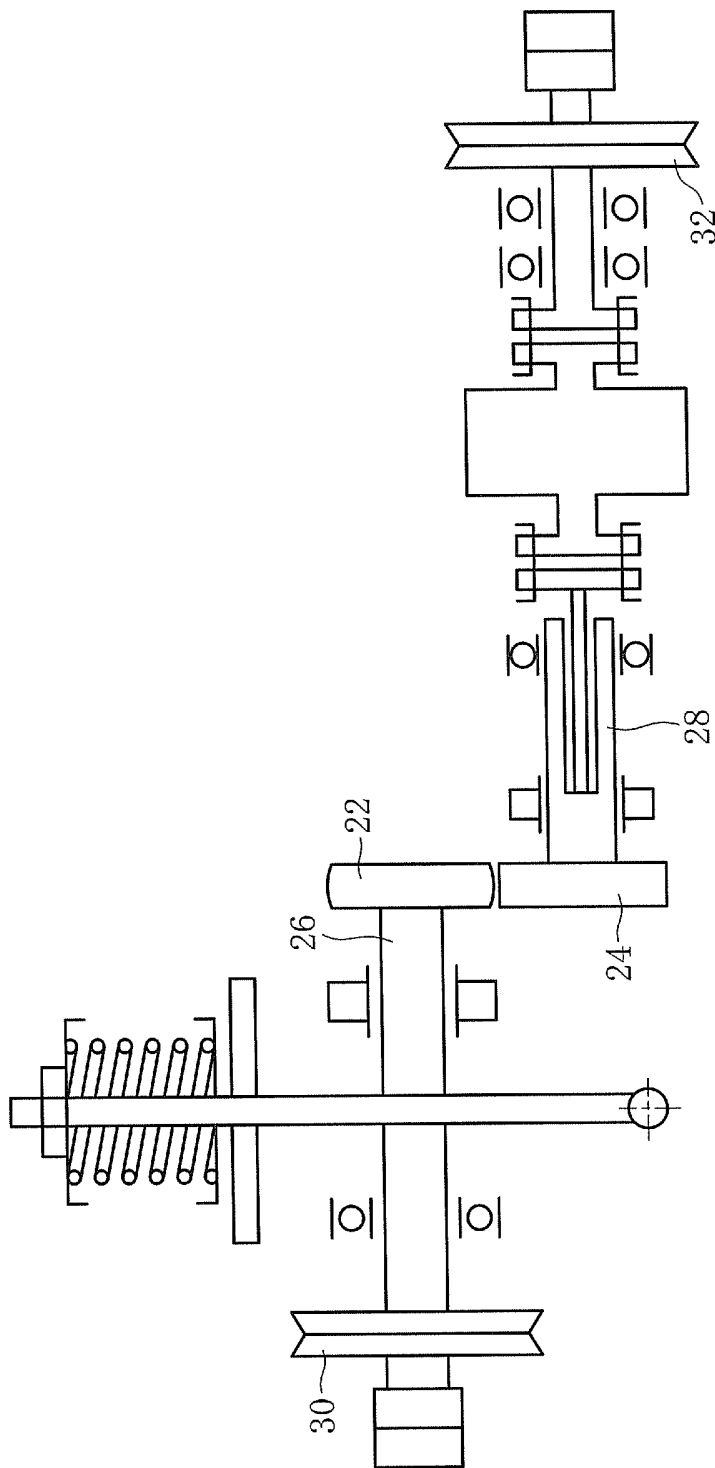
[図9B]

金属接触率

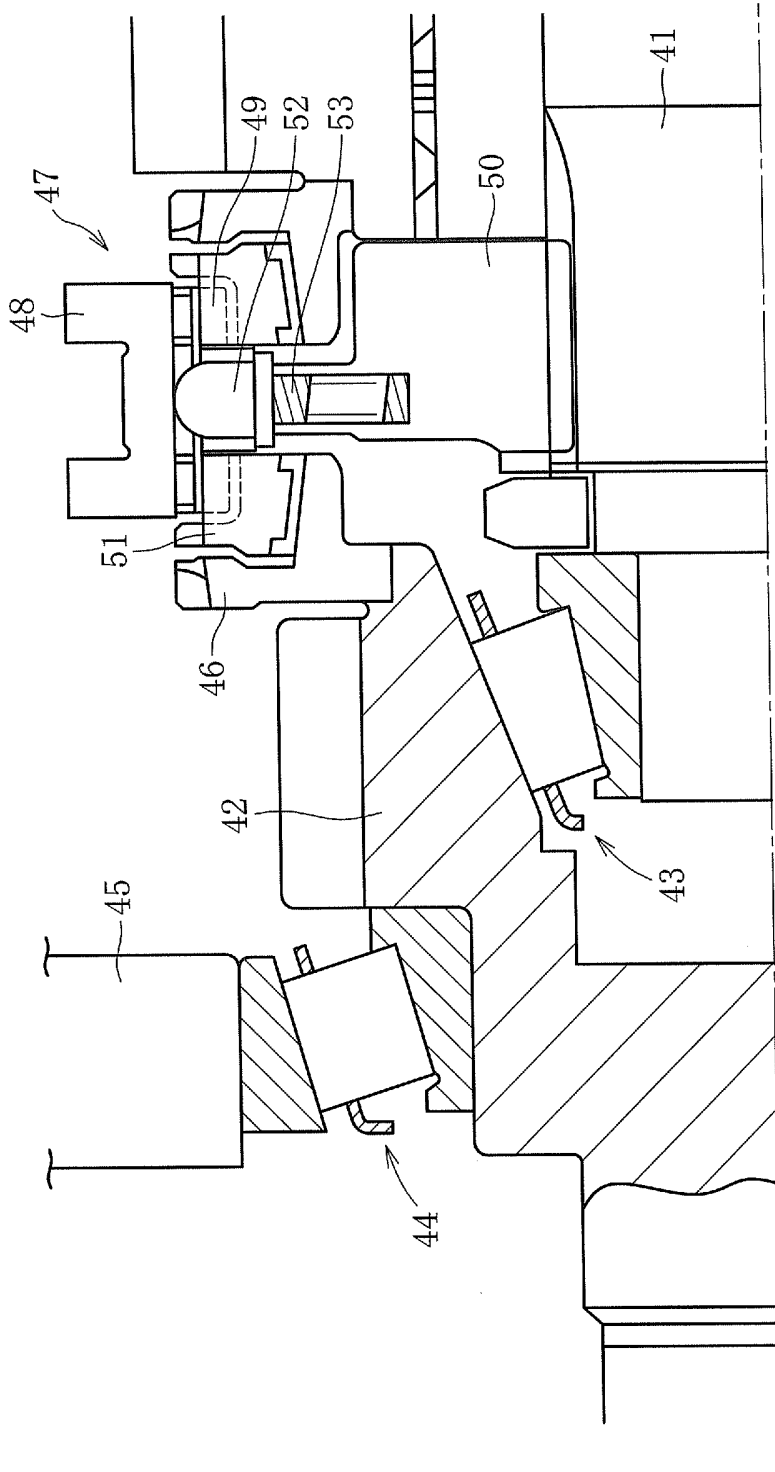


時間

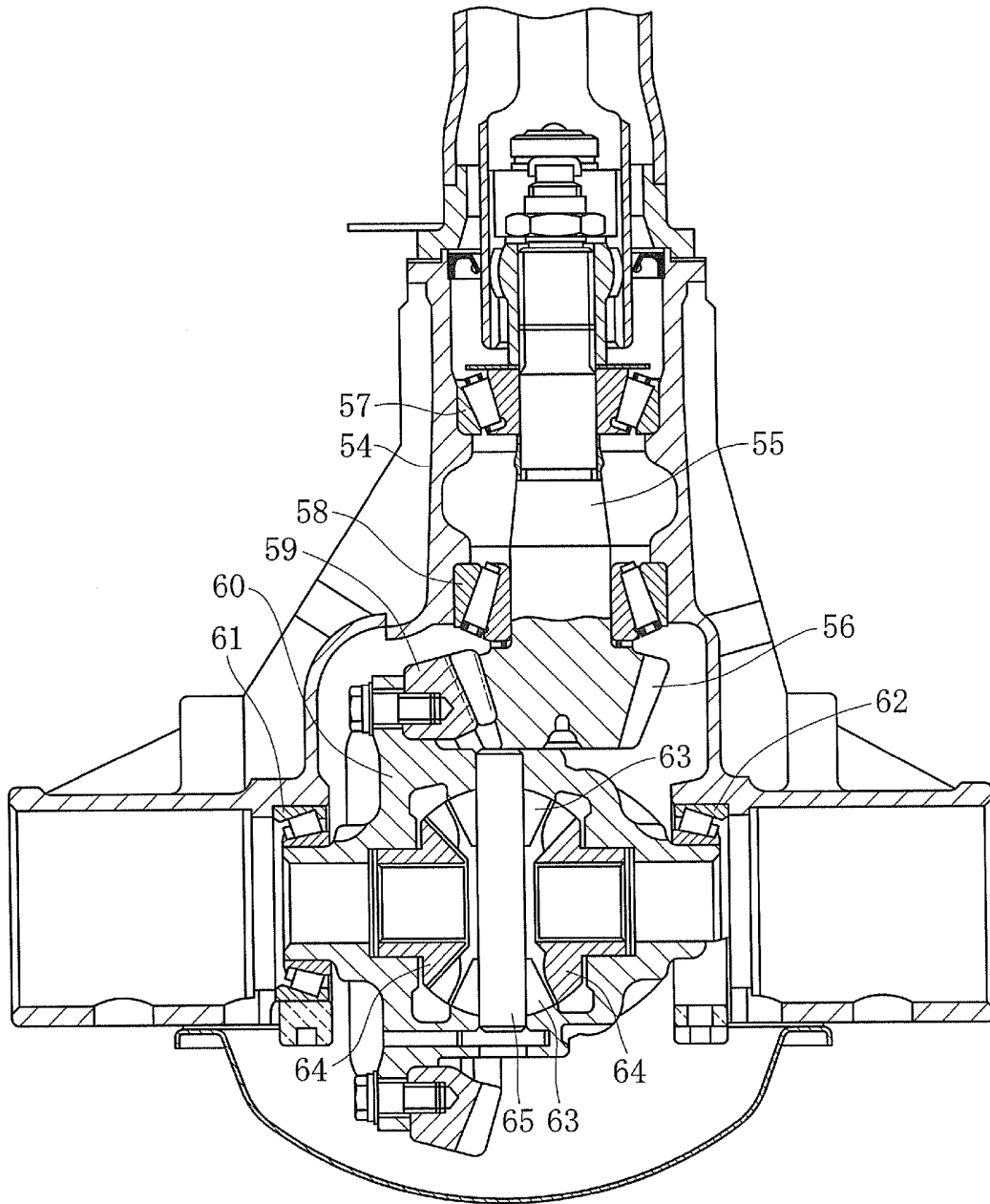
[図10]



[図11]



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> F16C33/34, 19/36, F16H57/02		
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) Int.Cl <sup>7</sup> F16C33/00-33/66, 19/22-19/48, F16H57/02		
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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
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.
Y	JP 3-117725 A (NTN Corp.), 20 May, 1991 (20.05.91), Claims (Family: none)	1-5
Y	JP 10-131970 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Par. Nos. [0002], [0019] (Family: none)	1-5
Y	JP 1-30008 B2 (NTN Toyo Bearing Co., Ltd.), 15 June, 1989 (15.06.89), Claims (Family: none)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 01 September, 2005 (01.09.05)		Date of mailing of the international search report 20 September, 2005 (20.09.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011027

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-9257 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 13 January, 1998 (13.01.98), Par. No. [0001] (Family: none)	4-5
A	Japanese Standards Association, "JIS B 0601: 2001", JIS Handbook Machine Elements, 1st edition, 31 January, 2002 (31.01.02), pages 177 to 190	1-5
A	JP 4-282018 A (NTN Corp.), 07 October, 1992 (07.10.92), (Family: none)	1-5
A	JP 4-266410 A (NTN Corp.), 22 September, 1992 (22.09.92), (Family: none)	1-5
A	JP 2003-239967 A (NSK Ltd.), 27 August, 2003 (27.08.03), (Family: none)	1-5
A	JP 2003-139147 A (NSK Ltd.), 14 May, 2003 (14.05.03), (Family: none)	1-5
A	JP 2000-205284 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 25 July, 2000 (25.07.00), (Family: none)	1-5
A	JP 6-42536 A (NTN Corp.), 15 February, 1994 (15.02.94), & JP 2-168021 A & US 4893387 A & GB 2219359 A & FR 2632030 A & KR 9106195 B	1-5



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> F16C33/34, 19/36, F16H57/02										
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. <sup>7</sup> F16C33/00-33/66, 19/22-19/48, F16H57/02										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2005年									
日本国実用新案登録公報	1996-2005年									
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号								
Y	JP 3-117725 A (エヌテイエヌ株式会社) 199 1.05.20, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-5								
Y	JP 10-131970 A (光洋精工株式会社) 1998. 05.22, 【0002】, 【0019】 (ファミリーなし)	1-5								
Y	JP 1-30008 B2 (エヌ・テー・エヌ東洋ベアリング 株式会社) 1989.06.15, 特許請求の範囲 (ファミリ ーなし)	2								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 01.09.2005	国際調査報告の発送日 20.9.2005									
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) 藤村 泰智 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	3J 9247								

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 請求の範囲の番号
Y	JP 10-9257 A (光洋精工株式会社) 1998. 0 1. 13, 【0001】 (ファミリーなし)	4-5
A	社団法人 日本規格協会, 「JIS B 0601:2001」, J ISハンドブック 機械要素, 第1版, 2002. 01. 31, p. 177-190	1-5
A	JP 4-282018 A (エヌティエヌ株式会社) 199 2. 10. 07 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 4-266410 A (エヌティエヌ株式会社) 199 2. 09. 22 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-239967 A (日本精工株式会社) 20 03. 08. 27 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-139147 A (日本精工株式会社) 20 03. 05. 14 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2000-205284 A (光洋精工株式会社) 20 00. 07. 25 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 6-42536 A (エヌティエヌ株式会社) 1994. 02. 15 & JP 2-168021 A & US 489 3387 A & GB 2219359 A & FR 263 2030 A & KR 9106195 B	1-5