

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4256391号  
(P4256391)

(45) 発行日 平成21年4月22日 (2009. 4. 22)

(24) 登録日 平成21年2月6日 (2009. 2. 6)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 C 33/66 (2006. 01)

F 1 6 C 33/66 Z

F 1 6 C 19/16 (2006. 01)

F 1 6 C 19/16

F 1 6 C 19/26 (2006. 01)

F 1 6 C 19/26

F 1 6 C 19/36 (2006. 01)

F 1 6 C 19/36

F 1 6 C 33/58 (2006. 01)

F 1 6 C 33/58

請求項の数 4 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-640 (P2006-640)  
 (22) 出願日 平成18年1月5日 (2006. 1. 5)  
 (65) 公開番号 特開2007-182917 (P2007-182917A)  
 (43) 公開日 平成19年7月19日 (2007. 7. 19)  
 審査請求日 平成20年3月21日 (2008. 3. 21)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000102692  
 N T N株式会社  
 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号  
 (74) 代理人 100086793  
 弁理士 野田 雅士  
 (74) 代理人 100087941  
 弁理士 杉本 修司  
 (72) 発明者 古林 卓嗣  
 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6  
 N T N株式会社内  
 (72) 発明者 森 正継  
 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6  
 N T N株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内輪、外輪、およびこれら内外輪の軌道面間に介在する複数の転動体を有する転がり軸受において、軌道輪である内輪および外輪のうち、回転しない固定側軌道輪に、軌道面に続く段差面を転動体から離れる方向に設け、先端が前記段差面に隙間を介して対面し周壁で前記固定側軌道輪との間に流路を形成する隙間形成片を設け、前記流路に連通するグリース溜まり部を設け、前記段差面と隙間形成片の先端との隙間を、0.05～0.1mmとし、前記グリース溜まり部は前記隙間を除いて密閉され、軸受の運転停止と運転再開との繰り返しによる前記グリース溜まり部の温度の上昇と下降の繰り返しのヒートサイクルにおける運転時の温度上昇により、前記グリース溜まり部内のグリースが基油と増稠剤とに分離しかつ上記密閉されたグリース溜まり内の内部圧力が上昇し、この内部圧力により、分離された基油が前記隙間から軌道面に向けて吐出される転がり軸受。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記転がり軸受が、工作機械主軸を支持するアンギュラ玉軸受である転がり軸受。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記転がり軸受が、工作機械主軸を支持する円筒ころ軸受である転がり軸受。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記転がり軸受が、工作機械主軸を支持する円すいころ軸受である

転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、工作機械主軸等のグリース潤滑とされる潤滑機能付きの転がり軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械主軸軸受の潤滑方法として、メンテナンスフリーで使用可能なグリース潤滑、搬送エアに潤滑オイルを混合してオイルをノズルより軸受内に噴射するエアオイル潤滑、軸受内に潤滑油を直接に噴射するジェット潤滑等の方法がある。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、主軸軸受の潤滑も比較的安価で簡単に高速化が可能なエアオイル潤滑が多く用いられてきている。しかし、このエアオイル潤滑法は、付帯設備としてエアオイル供給装置が必要であることと、多量のエアを必要とすることから、コスト、騒音、省エネ、省資源の観点から問題がある。また、オイルの飛散によって環境を悪化させる問題もある。これらの問題点を回避するため、最近ではグリース潤滑による高速化が注目され始め、要望も多くなっている。

【0003】

グリース潤滑は、軸受組立時に封入されたグリースのみで潤滑するため、高速運転すると、軸受発熱によるグリースの劣化や、軌道面、特に内輪での油膜切れのため、早期焼き付きに至ってしまうことが考えられる。特に、 $d \cdot n$  値が100万（軸受内径mm×回転数rpm）を超えるような高速回転領域では、グリース寿命を保証するのは困難である。

【0004】

グリース寿命を延長させる手段として、新しい提案も紹介されている。一つには、外輪軌道面部にグリース溜まりを設けて高速長寿命を狙った提案（特許文献1）がある。またスピンドル外部に設けたグリース補給装置により、適宜軸受部に給脂して潤滑する提案（特許文献2）がある。

【特許文献1】特開平11-108068号公報

【特許文献2】特開2003-113998号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記各提案の技術は、エアオイル潤滑と同等の使用回転数（ $> d \cdot n$  値150万）や、またメンテナンスフリーを考えると満足できるものではない。

そこで、特許文献1の技術を発展させて、固定側軌道輪（例えば外輪）に接して設けられるグリース溜まりから固定側軌道輪の軌道面の付近まで連通する軸方向の微小隙間を形成し、グリース溜まりの基油を増稠剤と前記軸方向隙間での毛細管現象により軌道輪付近まで移動させて表面張力で保持させ、運転時の前記軸方向隙間の温度上昇による基油体積の膨張と回転側軌道輪の回転による空気流により基油を吐出させて軌道面に付着させるものを考えた。

しかし、このように増稠剤と軸方向隙間での毛細管現象のみによって基油を前記軸方向隙間に移動させる構造では、基油を移動させる能力が十分でなく、必ずしも軸受の潤滑に十分であるとは言えない。

【0006】

この発明は、これらの課題を解消することを目的としたものであり、軸受内に封入したグリースだけを使用して高速化と長寿命化、メンテナンスフリー化が図れ、かつ微小隙間からの潤滑油の吐出を確実にして、安定した潤滑油供給が可能な転がり軸受を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の転がり軸受は、内輪、外輪、およびこれら内外輪の軌道面間に介在する複数の転動体を有する転がり軸受において、軌道輪である内輪および外輪のうち、回転しない固定側軌道輪に、軌道面に続く段差面を転動体から離れる方向に設け、先端が前記段差面に隙間を介して対面し周壁で固定側軌道輪との間に流路を形成する隙間形成片を設け、前記流路に連通するグリース溜まりを設け、前記段差面と隙間形成片の先端との隙間を、 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$ とし、前記グリース溜まり部は前記隙間を除いて密閉され、軸受の運転停止と運転再開との繰り返しによる前記グリース溜まり部の温度の上昇と下降の繰り返しのヒートサイクルにおける運転時の温度上昇により、上記密閉されたグリース溜まり内の内部圧力が上昇し、この内部圧力によりグリースの基油が前記隙間から軌道面に向けて吐出されるものである。すなわち、前記ヒートサイクルにおける運転時の温度上昇により、前記グリース溜まり部内のグリースが基油と増稠剤とに分離し上記グリース溜まり内の温度上昇により上昇した内部圧力により、前記グリースの分離された基油が前記隙間から軌道面に向けて吐出されるものとする。

10

この構成の転がり軸受は、グリース溜まり部、および固定側軌道輪の段差面と隙間形成片の周壁との間で形成された流路にグリースを充填して使用される。軸受の運転により、グリース溜まり部の温度が上昇したときに、密閉されたグリース溜まり部での増稠剤と基油の膨張率の違いにより、基油が増稠剤から分離する。同時に、グリース溜まり部の温度上昇と下降の繰り返しのヒートサイクルによるグリース溜まり部の圧力変動によって、グリースから分離した基油が確実に前記隙間に移動して、さらに押し出され、軌道面に供給される。加えて、前記隙間での毛細管現象と表面張力による効果も存在し、より一層、潤滑油の吐出の信頼性が向上する。これにより、軸受内に封入したグリースだけを使用して、高速化と潤滑寿命の長寿命化、メンテナンスフリー化、および安定した潤滑油供給が可能となる。

20

#### 【0008】

この発明において、前記転がり軸受が、工作機械主軸を支持するアンギュラ玉軸受であっても良い。アンギュラ玉軸受であると、段差面を接触角が生じる方向と反対側に設けることで、段差面をより転動体の直下に配置し易くなる。転動体の中心付近に段差面を近づけることができ、段差面からの軌道面への潤滑油の補給がより効率良く行える。

#### 【0009】

この発明において、前記転がり軸受が、工作機械主軸を支持する円筒ころ軸受であっても円すいころ軸受であっても良い。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

この発明の転がり軸受は、内輪、外輪、およびこれら内外輪の軌道面間に介在する複数の転動体を有する転がり軸受において、軌道輪である内輪および外輪のうち、回転しない固定側軌道輪に、軌道面に続く段差面を転動体から離れる方向に設け、先端が前記段差面に隙間を介して対面し周壁で前記固定側軌道輪との間に流路を形成する隙間形成片を設け、前記流路に連通するグリース溜まり部を設け、前記段差面と隙間形成片の先端との隙間を、 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$ とし、前記グリース溜まり部は前記隙間を除いて密閉され、軸受の運転停止と運転再開との繰り返しによる前記グリース溜まり部の温度の上昇と下降の繰り返しのヒートサイクルにおける運転時の温度上昇により、上記密閉されたグリース溜まり内の内部圧力が上昇し、この内部圧力によりグリースの基油が前記隙間から軌道面に向けて吐出されるものであるため、軸受内に封入したグリースだけを使用して高速化と長寿命化、メンテナンスフリー化が図れ、かつヒートサイクルによるグリース溜まり部の圧力変動によって、グリースから分離した基油が確実に前記隙間に移動することにより、安定した潤滑油供給が可能である。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0011】

この発明の第1の実施形態を図1ないし図3と共に説明する。図1において、この転がり軸受は、内輪1、外輪2、および内外輪1, 2の軌道面1a, 2a間に介在した複数の

50

転動体 3 を有し、グリース溜まり形成部品 6 と、隙間形成片 7 とを備える。複数の転動体 3 は、保持器 4 に保持され、内外輪 1, 2 間の軸受空間の一端は、シール 5 によって密封されている。シール 5 によって、軸受内部に封入したグリースの外部への漏れを防止する。この転がり軸受はアンギュラ玉軸受であり、シール 5 は軸受背面側の端部に設けられ、グリース溜まり形成部品 6 および隙間形成片 7 は軸受正面側に設けられる。軸受正面側ではグリース溜まり形成部品 6 がシールを兼ねており、軸受正面側からのグリース漏れが防止される。図において交差したハッチングで示す部分は、グリースの充填された部分を示す。

#### 【0012】

固定側軌道輪となる外輪 2 には、その軌道面 2 a に続く段差面 2 b が、転動体 3 から離れる外輪正面側、つまり軌道面 2 a における接触角が生じる方向と反対側の縁部に続いて設けられている。この段差面 2 b は、軌道面 2 a から外径側に延びて外輪正面側に対面する面であり、外輪 2 の正面側の内径面部分 2 c に続いている。

#### 【0013】

グリース溜まり形成部品 6 は、内部にグリース溜まり部 9 を形成したリング状の部品であり、外輪 2 の正面側の幅面に接して設けられる。この例では、グリース溜まり形成部品 6 は、外輪 2 の正面側の幅面に接して設けられる外輪位置決め間座 10 と、この外輪位置決め間座 10 の内径面に嵌合する外向き溝形のグリース溜まり形成部品本体 11 とからなる。外輪位置決め間座 10 とグリース溜まり形成部品本体 11 とで挟まれる内部空間がグリース溜まり部 9 とされる。外輪位置決め間座 10 は、内径面における外輪 2 と反対側端に、グリース溜まり形成部品本体 11 の側壁部 11 a が当接する側壁部 10 a を有している。グリース溜まり形成部品本体 11 は、グリース溜まり部 9 にグリースを封入した後に上記側壁部 11 a を外輪位置決め間座 10 の側壁部 10 a の内側に当接させることにより、外輪位置決め間座 10 に対して軸方向に位置決めされる。

#### 【0014】

グリース溜まり形成部品本体 11 における上記側壁部 11 a の外径面とこれに対向する外輪位置決め間座 10 の内径面との間には、図示しない密封材が介在させられ、またはグリース溜まり形成部品本体 11 と外輪位置決め間座 10 とは、接着剤により接着される。外輪位置決め間座 10 と外輪 2 との合わせ面にも、図示しない密封材が介在させてある。これらの密封材により、グリース漏れ防止が図られている。

#### 【0015】

隙間形成片 7 は、外輪 2 の内径面部分 2 c に沿って配置され、先端が前記段差面 2 b に対向し、図 2 に拡大して示すように、外輪 2 との間に流路 14 および隙間 15 を形成するリング状の部材である。この隙間形成片 7 は、グリース溜まり形成部品本体 11 に一体に形成されている。すなわち、グリース溜まり形成部品本体 11 の軸受隣接側の側壁部 11 b における外径端部から一体に延びている。

#### 【0016】

隙間形成片先端部 7 a の周壁と、これに対面する外輪 2 の内径面部分 2 c とで上記流路 14 が形成される。隙間形成片 7 は、その先端部 7 a が外輪 2 の段差面 2 b に近接した位置まで延びており、隙間形成片先端部 7 a の端面と、これに対面する外輪段差面 2 b とで軸方向に微小なギャップ量となる前記隙間 15 が形成される。隙間 15 は、前記流路 14 に連通し、外輪軌道面 2 a の縁部に開口する。隙間 15 のギャップ量は、0.05 ~ 0.1 mm とされている。

隙間形成片先端部 7 a の端面に続く内径面は、転動体 3 に近接したテーパ面 7 a a とされ、このテーパ面 7 a a と転動体 3 との間に潤滑油が溜まり易くするようにしている。テーパ面 7 a a と転動体 3 との距離 d は、テーパ面 7 a a に付着した油が転動体 3 の表面に転移可能な大きさの極小隙間とすることが好ましく、0.2 mm 以下としてある。隙間形成片 7 の基部 7 b は、先端部 7 a に比べて小径とされる。この基部 7 b の外径面と外輪 2 の内径面部分 2 c とで囲まれる部分はグリース溜まり部 9 の一部となっており、このグリース溜まり部 9 に前記流路 14 が連通している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

上記構成の作用を説明する。軸受組立時に、グリース溜まり部 9 および流路 1 4 にグリースを充填しておく。また、軸受内へは初期潤滑用としてのグリースを封入しておく。この転がり軸受は、グリース溜まり部 9 に温度の上昇と下降のヒートサイクルが与えられる環境下で使用されるものとする。

軸受を運転すると、隙間 1 4 を除いて密閉されたグリース溜まり部 9 に溜められたグリースにおいて、運転時の温度上昇により膨張率の異なる基油と増稠剤とが分離する。同時に、密閉されたグリース溜まり部 9 の内部圧力が上昇する。この内部圧力により、分離された基油が隙間 1 4 から外輪 2 の軌道面 2 a に向けて吐出される。温度が上昇して定常状態になると、内部圧力の上昇要因が消滅するので、基油の吐出と並行して内部圧力が徐々に減じ、単位時間当たりの基油吐出量も減少していく。その後、運転が中止されると、グリース溜まり部 9 の温度も下降し、グリース溜まり部 9 の内部圧力がほぼ大気圧となる。このとき、圧力による基油の吐出はなく、隙間 1 5 には基油が満たされる。したがって、運転停止状態では、グリース溜まり部 9 は密閉された状態にある。

その後、運転が再開されると、グリース溜まり部 9 の内部圧力が再度上昇する。このような温度上昇と下降のヒートサイクルによって、グリース溜まり部 9 内での圧力変動が繰り返され、グリースから分離した基油が確実に隙間 1 4 に移動して、外輪 2 の軌道面 2 a に繰り返し供給される。

## 【 0 0 1 8 】

また、上記ヒートサイクルによる基油吐出作用とは別に、以下に示す毛細管現象による基油吐出作用も加わる。すなわち、軸受の停止時には、グリース中の増稠剤および前記隙間 1 5 の毛細管現象により、グリースの基油が流路 1 4 から隙間 1 5 に移動し、この毛細管現象と油の表面張力とが相まって隙間 1 5 に基油が油状で保持される。軸受を運転すると、隙間 1 5 に貯油されていた基油は、運転で生じる外輪 2 の温度上昇による体積膨張と、転動体 3 の公転・自転で生じる空気流とにより隙間 1 5 から吐出されて、外輪 2 の軌道面 2 a に付着しながら移動して転動体接触部に連続的に補給される。

## 【 0 0 1 9 】

このように、この転がり軸受では、運転停止と運転再開の繰り返しのに伴うグリース溜まり部 9 でのヒートサイクルによる圧力変動で、グリースから分離した基油が前記隙間 1 5 を経て外輪 2 の軌道面 2 a に吐出されるので、潤滑油の供給が確実に行われる。加えて、前記隙間 1 5 での上記した毛細管現象によっても基油が外輪 2 の軌道面 2 a に吐出されるので、潤滑がより一層確実なものとなる。これにより、軸受内に封入したグリースだけを使用して高速化と長寿命化、メンテナンスフリー化、および安定した潤滑油供給が可能である。

## 【 0 0 2 0 】

この実施形態の場合、転がり軸受がアンギュラ玉軸受であるため、外輪 2 の段差面 2 b を接触角が生じる方向と反対側に設けることで、段差面 2 b をより転動体 3 の直下に配置し易くなる。転動体 3 の中心付近に段差面 2 b を近づけることができることで、段差面 2 b から外輪軌道面 2 a への潤滑油の補給がより効率良く行える。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 は、上記転がり軸受における隙間 1 5 のギャップ量 を、実機相当のモデル試験装置において、0.05 ~ 0.1 mm の範囲内での各値に設定して、そのときの隙間 1 5 からの基油の吐出量を計測した実験結果を示すグラフである。この実験結果から、前記ギャップ量が 0.05 ~ 0.1 mm の範囲では、その値が小さいほど基油吐出量が多いことが確認されるが、実際の隙間 1 5 の加工やギャップ量の調整の作業性を考えると、ギャップ量は 0.05 ~ 0.1 mm が適当と判断される。

## 【 0 0 2 2 】

図 4 は、上記実施形態の転がり軸受を用いた工作機械用スピンドル装置の例を示す。この工作機械用スピンドル装置では、上記転がり軸受の 2 個を、背面組み合わせとして用いている。2 個の転がり軸受 2 3 , 2 4 は、ハウジング 2 2 内で主軸 2 1 の両端を回転自在

10

20

30

40

50

に支持する。各転がり軸受 23, 24 の内輪 1 は、内輪位置決め間座 26 および内輪間座 27 により位置決めされ、内輪固定ナット 29 により主軸 21 に締め付け固定されている。外輪 2 は、外輪位置決め間座 10、外輪間座 30 および外輪押え蓋 31, 32 によりハウジング 22 内に位置決め固定されている。ハウジング 22 は、ハウジング内筒 22A とハウジング外筒 22B とを嵌合させたものであり、その嵌合部に、冷却のための通油溝 33 が設けられている。

#### 【0023】

主軸 21 は、その前側の端部 21a に工具またはワーク（図示せず）を着脱自在に取付けるチャック（図示せず）が設けられ、後ろ側の端部 21b は、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。モータは、ハウジング 22 に内蔵しても良い。

10

#### 【0024】

この構成のスピンドル装置によると、この実施形態の転がり軸受 23, 24 における潤滑油の安定供給、高速化、長寿命化、メンテナンスフリー化の作用が、効果的に発揮される。

#### 【0025】

図 5 は、この発明の他の実施形態を示す。この実施形態は図 1, 図 2 に示す第 1 の実施形態におけるグリース溜まり形成部品 6 の構成等を円筒ころ軸受に適用したものである。グリース溜まり形成部品 6 は、外輪 2 の軸方向の両側に隣接して設けている。その他の構成は図 1, 図 2 に示す第 1 の実施形態の場合と略同様である。

20

#### 【0026】

この実施形態の場合、両側のグリース溜まり部 9 から外輪軌道面 2a にグリースの基油を供給できる。円筒ころ軸受の場合、転動体 3 となるころが、ある程度の長さを有するため、両側からグリースの基油を供給する方が、軸方向に偏りなく供給できて潤滑性向上の面で好ましい。これにより、高速化と長寿命化、メンテナンスフリーをより増進させることができる。この円筒ころ軸受の場合も、図 1, 図 2 に示す第 1 の実施形態のアンギュラ玉軸受の場合と同様に、工作機械用スピンドル装置の主軸支持に用いて、潤滑油の安定供給、高速化、長寿命化、メンテナンスフリー化を図ることができる。

#### 【0027】

30

図 6 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。この実施形態は図 1, 図 2 に示す第 1 の実施形態におけるグリース溜まり形成部品 6 の構成を円すいころ軸受に適用したものである。グリース溜まり形成部品 6 は、外輪 2 の軸方向の外輪軌道面 2a が大径となる側に隣接して設けている。その他の構成は図 1, 図 2 に示す第 1 の実施形態の場合と略同様である。

#### 【0028】

この実施形態の場合、グリース溜まり部 9 から外輪軌道面 2a の大径側に供給されるグリースの基油が、すべりが不可避免的に存在し、円すいころ軸受で潤滑が問題となりやすいころ大端面と内輪大つば面の間に確実に導かれるので、潤滑性向上が可能となる。これにより、高速化と長寿命化、メンテナンスフリーをより増進させることができる。この円すいころ軸受の場合も、図 1, 図 2 に示す第 1 の実施形態のアンギュラ玉軸受の場合と同様に、工作機械用スピンドル装置の主軸支持に用いて、潤滑油の安定供給、高速化、長寿命化、メンテナンスフリー化を図ることができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0029】

【図 1】この発明の第 1 の実施形態に係る転がり軸受の部分断面図である。

【図 2】同転がり軸受の一部の拡大断面図である。

【図 3】同転がり軸受を模擬したモデル試験装置において外輪段差面と隙間形成片の先端との隙間を複数の値に設定して、そのときの隙間からの基油の吐出量を計測した実験結果を示すグラフである。

50

【図 4】同転がり軸受を用いた工作機械用スピドル装置の断面図である。

【図 5】この発明の他の実施形態に係る転がり軸受の部分断面図である。

【図 6】この発明のさらに他の実施形態に係る転がり軸受の部分断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

1 ... 内輪

1 a ... 軌道面

2 ... 外輪

2 a ... 軌道面

2 b ... 段差面

3 ... 転動体

7 ... 隙間形成片

9 ... グリース溜まり部

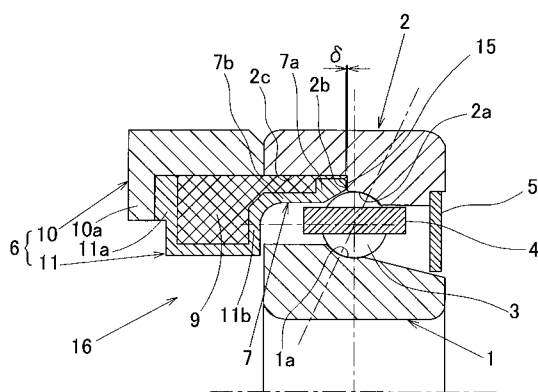
1 4 ... 流路

1 5 ... 隙間

... 隙間のギャップ量

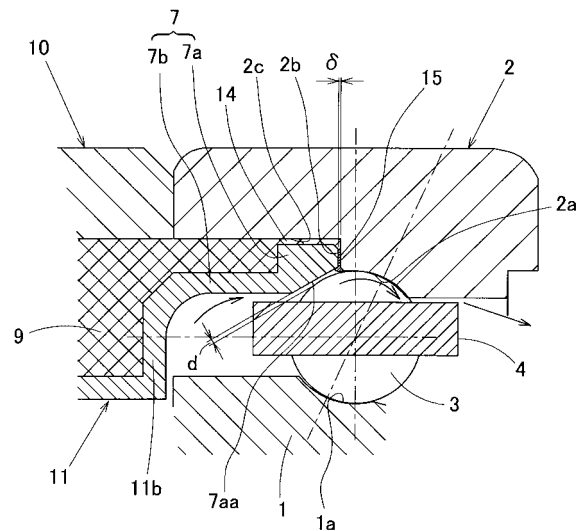
10

【図 1】



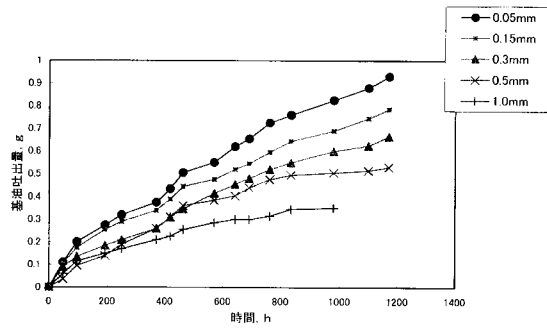
1: 内輪  
2: 外輪  
1a, 2a: 軌道面  
3: 転動体  
7: 隙間形成片  
9: グリース溜まり

【図 2】

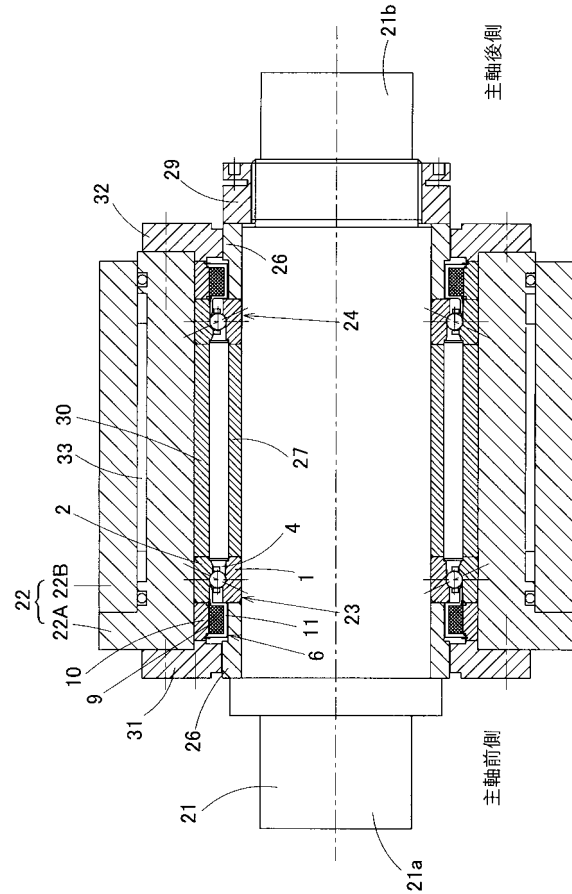


2b: 段差面  
14: 流路  
15: 隙間  
 $\delta$ : 隙間ギャップ量

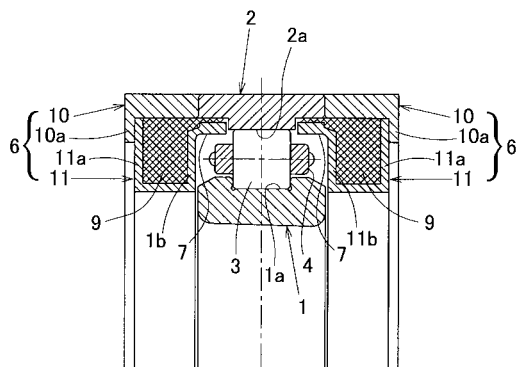
【図 3】



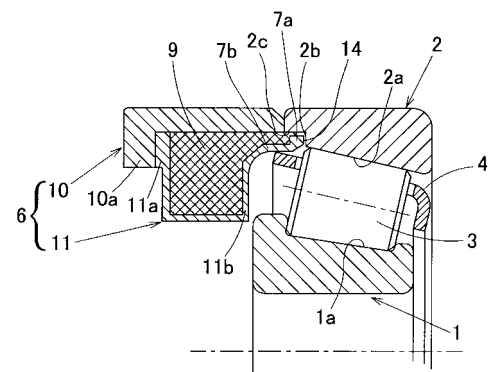
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 3 Q 11/12 (2006.01) B 2 3 Q 11/12 E

(72)発明者 李 ソン雨  
三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 N T N株式会社内

審査官 谿花 正由輝

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 8 0 6 2 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 1 0 6 2 4 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
F 1 6 C 1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 6  
F 1 6 C 3 3 / 3 0 - 3 3 / 6 6