

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-117249

(P2013-117249A)

(43) 公開日 平成25年6月13日(2013.6.13)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/66 (2006.01)	F 1 6 C 33/66	Z 3 J 7 0 1
F 1 6 C 33/58 (2006.01)	F 1 6 C 33/58	
F 1 6 C 33/34 (2006.01)	F 1 6 C 33/34	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-264529 (P2011-264529)
 (22) 出願日 平成23年12月2日 (2011.12.2)

(71) 出願人 000102692
 NTN株式会社
 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
 (74) 代理人 100074206
 弁理士 鎌田 文二
 (74) 代理人 100112575
 弁理士 田川 孝由
 (74) 代理人 100084858
 弁理士 東尾 正博
 (74) 代理人 100127340
 弁理士 飛永 充啓
 (72) 発明者 戸田 耕平
 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番
 地 NTN株式会社内

最終頁に続く

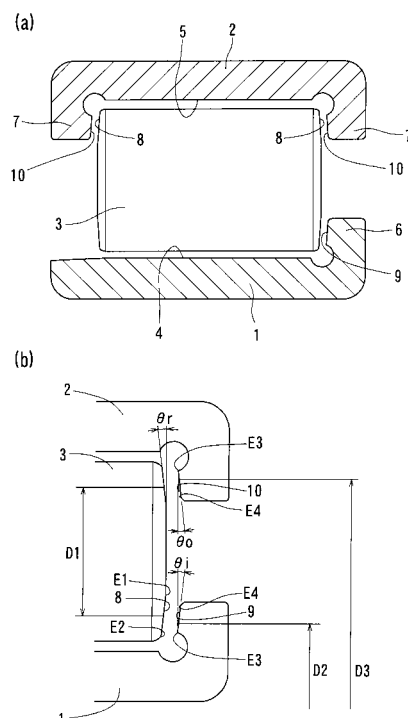
(54) 【発明の名称】 ころ軸受

(57) 【要約】

【課題】 つばでスラスト負荷を受けることができるころ軸受において、ころ端面とつばとの接触部における油膜形成能力を良好にする。

【解決手段】 つば6と接触し得るころ3の環状被案内面8を、ころ中心軸に垂直な方向にころ中心軸側の端E1から軌道4側の端E2へ向うに従って漸次スラスト方向にころ長さ中央側へ向うようころ中心軸回りの円周を小さくした形状とし、環状被案内面8と接触し得るつば6の環状案内面9を、ラジアル方向に軌道4側の端E3からころ中心軸側の端E4へ向うに従って漸次スラスト方向に軸受外部側へ向うよう軸受中心軸回りの円周の変化を付けた形状とし、ラジアル方向の直線と、環状案内面9の両端E3、E4を結ぶ直線とが成す鋭角のつば角度 i 、また同直線と、環状被案内面8の両端E1、E2を結ぶ直線とが成す鋭角のころ端面角度 r を、それぞれ全周で 0.1° 以上 1.5° 以下に設けた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ころ(3)の端面のうち、つば(6、7)と接触し得る環状被案内内部(8)が、ころ中心軸に垂直な方向にころ中心軸側の端(E1)から軌道(4、5)側の端(E2)へ向うに従って漸次スラスト方向にころ長さ中央側へ向うようにころ中心軸回りの円周を小さくした表面形状に設けられており、

前記つば(6、7)のうち、前記環状被案内内部(8)と接触し得る環状案内面(9、10)が、ラジアル方向に軌道(4、5)側の端(E3)からころ中心軸側の端(E4)へ向うに従って漸次スラスト方向に軸受外部側へ向うように軸受中心軸回りの円周の変化を付けた表面形状に設けられており、

前記つば(6、7)でスラスト負荷を受けることができるころ軸受において、

軸受中心軸及びころ中心軸を含む仮想平面上で、ラジアル方向の直線と、前記環状案内面(9、10)の両端(E3、E4)を結ぶ直線とが成す鋭角、及び前記ラジアル方向の直線と、前記環状被案内内部(8)の両端(E1、E2)を結ぶ直線とが成す鋭角を、それぞれつば角度(i 、 o)、ころ端面角度(r)としたとき、つば角度(i 、 o)、ころ端面角度(r)が、それぞれ前記環状案内面(9、10)の全周、前記環状被案内内部(8)の全周で 0.1° 以上 1.5° 以下に設けられていることを特徴とするころ軸受。

【請求項 2】

前記つば角度(i 、 o)と前記ころ端面角度(r)との差が、 -0.2° 以上 $+0.3^\circ$ 以下になっている請求項1に記載のころ軸受。

【請求項 3】

前記つば角度(i 、 o)と前記ころ端面角度(r)との差が 0° になっている請求項2に記載のころ軸受。

【請求項 4】

前記環状被案内内部(8)の全部及び前記環状案内面(9、10)の全部が、軸受中心軸を含む任意の仮想平面で直線を成すように設けられている請求項2又は3に記載のころ軸受。

【請求項 5】

前記環状被案内内部(22)及び前記環状案内面(9、10)の少なくとも一方にクラウニングが施されている請求項1から3のいずれか1項に記載のころ軸受。

【請求項 6】

前記ころの端面中央部(33)に研削逃げが形成されている請求項1から5のいずれか1項に記載のころ軸受。

【請求項 7】

前記環状被案内内部(42)と前記ころの端面中央部(43)との間に、ころ中心軸に垂直な仮想平面に平行な中環状部(44)が設けられている請求項6に記載のころ軸受。

【請求項 8】

内輪(1)側に第1のつば(6)が設けられ、外輪(2)側に第2のつば(7)が設けられており、

軸受中心軸及びころ中心軸を含む仮想平面上で、前記第1のつば(6)のうち、前記ころ(3)の端面と接触し得る環状案内面(9)の両端(E3、E4)を結ぶ直線のラジアル方向に対する 0° 以上 90° 以下の角度を i とし、前記第2のつば(7)のうち、前記ころ(3)の端面と接触し得る環状案内面(10)の両端(E3、E4)を結ぶ直線のラジアル方向に対する 0° 以上 90° 以下の角度を o としたとき、 i と o の少なくとも一方が前記つば角度に設定され、かつ i と o とが互いに異なる値になっている請求項1から7のいずれか1項に記載のころ軸受。

【請求項 9】

前記ころ(3)が円筒ころからなる請求項1から8のいずれか1項に記載のころ軸受。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

この発明は、つばでスラスト負荷を受けることができるころ軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

この種のころ軸受において、図9に示す標準的な円筒ころ軸受のように、つば91と、ころ端面92とが、ころ中心軸に垂直な平坦部93、94同士で接触するようになっていると、大きなスラスト荷重が軸受に負荷された際、平坦部93、94間にすきまがなく、潤滑剤が流入し難くなり、温度上昇や焼付きなどの一因になる。

【0003】

従来、軸受のスラスト負荷能力を向上させる手段として、スラスト負荷時、ころ端面とつば間の接触面圧が過大になって温度上昇や焼付きの懸念が生じないようにするため、接触楕円の位置及び大きさを調整するべく、つば及びころ端面の表面形状を適切に設定することが行われている(特許文献1)。

【0004】

すなわち、ころの端面のうち、公転中につばと接触し得る環状被案内面は、ころ中心軸側の端から軌道側の端へ向うに従って漸次スラスト方向にころ長さ中央側へ向うようようにころ中心軸回りの円周を小さくした表面形状に加工されている。さらに、つばのうち、前記環状被案内面と接触し得る環状案内面は、軌道側の端からころ中心軸側の端へ向うに従って漸次スラスト方向に軸受外部側へ向うようように軸受中心軸回りの円周の変化を付けた表面形状に加工されている。このようようにころ端面の環状被案内面、及びつばの環状案内面に傾きを与えると、環状被案内面と環状案内面とが点接触又は線接触する幾何学的関係になるため、これらの間に楔状のすきまが形成され、接触部への潤滑剤の流入性が改善される。このため、温度上昇や焼付きなどの懸念が低下し、軸受のスラスト負荷能力を向上させることができる。

【0005】

特許文献1のものでは、特に、ころ端面の環状被案内面の全部に、ころ中心軸上に中心を定めた曲率半径(ころ直径の2.5倍~100程度)をもったクラウニングが施されている。これにより、ころ端面の環状被案内面とつばの環状案内面の接触境界でのエッジロード発生時、過大なエッジロードにならないようにしている。その曲率半径と、つばのころ中心軸に垂直な方向に対する鋭角の傾斜角度(0.15°~0.65°程度)との組み合わせにより、接触楕円の位置及び大きさの調整を行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-195272号公報(特に明細書の段落0008、0012、0014)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述のように潤滑剤の流入性を改善するとしても、ころ端面の環状被案内面とつばの環状案内面との間で油膜切れが生じない接触面圧の範囲内で運転すべきなので、軸受にスラスト荷重を負荷することに限界がある。特に、ころ端面の環状被案内面及びつばの環状案内面が点接触する特許文献1の表面形状だと、最大接触面圧が標準的なものより顕著に高くなり、スラスト荷重の許容限界が小さくなる。

【0008】

そこで、この発明が解決しようとする課題は、つばでスラスト負荷を受けることができるころ軸受において、ころ端面とつばとの接触部における油膜形成能力を良好にすることにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0009】

上記の課題を解決するこの発明は、ころの端面のうち、つばと接触し得る環状被案内面が、ころ中心軸に垂直な方向にころ中心軸側の端から軌道側の端へ向うに従って漸次スラスト方向にころ長さ中央側へ向うようにころ中心軸回りの円周を小さくした表面形状に設けられており、前記つばのうち、前記環状被案内面と接触し得る環状案内面が、ラジアル方向に軌道側の端からころ中心軸側の端へ向うに従って漸次スラスト方向に軸受外部側へ向うように軸受中心軸回りの円周の変化を付けた表面形状に設けられており、前記つばでスラスト負荷を受けることができるころ軸受を前提としている。上述のように、ころ端面とつばとの接触部への潤滑剤の流入性を良くするためである。ここで、スラストとは、軸受中心軸に平行なことをいう。

10

【0010】

ころの環状被案内面が、つばの環状案内面によって軸受中心軸回りの円周方向に案内されるとき、環状被案内面と環状案内面との接触部は、接触面圧の高い転がり接触と、滑り接触とを成している。したがって、弾性流体潤滑（EHL）理論に基いた数値解析により、環状被案内面と環状案内面との接触部における任意のラジアル方向位置での油膜厚さを求めることができる。軸受中心軸及びころ中心軸を含む仮想平面上で、ラジアル方向の直線と、前記環状案内面の両端を結ぶ直線とが成す鋭角、及び前記ラジアル方向の直線と、前記環状被案内面の両端を結ぶ直線とが成す鋭角を、それぞれつば角度、ころ端面角度として、良好な油膜形成が得られる両角度の組み合わせを上述の数値解析で模索した。ここで、ラジアルとは、軸受中心軸に垂直なことをいう。

20

【0011】

その結果、この発明は、特に、つば角度、ころ端面角度が、それぞれ前記環状案内面の全周、前記環状被案内面の全周で 0.1° 以上 1.5° 以下に設けられている構成を採用したものである。この数値範囲に設定すれば、環状案内面と環状被案内面とがスラスト方向に接触し得るラジアル方向範囲のうち、7割以上のラジアル方向領域で良好な油膜を形成することができる。つば角度、ころ端面角度のいずれかが 0.1° 未満の場合、良好な油膜形成領域の不足が懸念される。つば角度、ころ端面角度のいずれかが 1.5° を超える場合、環状案内面、環状被案内面のスラスト方向の投影面積が減少し、単位幅当たりの荷重が増大して油膜形成能力が低下し、ひいてはスラスト負荷能力や加工量の増大を招くので、現実的でない。

30

【0012】

前記つば角度と前記ころ端面角度との差が、 -0.2° 以上 $+0.3^\circ$ 以下になっていることが好ましい。両角度の異同を問わず、7割以上のラジアル方向領域で良好な油膜を形成することができる。

【0013】

特に、前記つば角度と前記ころ端面角度との差が 0° になっていることがより好ましい。環状被案内面及び環状案内面がラジアル方向の全領域で幾何的に線接触可能な表面形状になるので、スラスト負荷能力を点接触のものより向上させることができる。

【0014】

前記環状被案内面の全部及び前記環状案内面の全部が、軸受中心軸を含む任意の仮想平面上で直線を成すように設けられていることもより好ましい。環状案内面、環状被案内面の表面形状をそれぞれ単純な円錐面に加工するだけで、前記つば角度と前記ころ端面角度の差を設定することができる。

40

【0015】

前記環状被案内面及び前記環状案内面の少なくとも一方にクラウニングが施されていることが好ましい。エッジロードを緩和することができ、ころのスキューやチルト時に環状被案内面と環状案内面でのかじりの発生を抑制することにも役立つ。

【0016】

前記ころの端面中央部に研削逃げが形成されていることが好ましい。研削逃げを形成することで、ころ幅面の加工工数を削減し、コスト軽減を図ることができる。また、中央部

50

が油溜まりとなり、環状被案内面と環状案内面との接触部の潤滑をより良くするのに有利である。

【0017】

前記環状被案内面と前記ころの端面中央部との間に、ころ中心軸に垂直な仮想平面に平行な中環状部が設けられていることが好ましい。ころ長さ等の測定、管理を中環状部基準で容易に実施することができる。

【0018】

例えば、内輪側に第1のつばが設けられ、外輪側に第2のつばが設けられており、軸受中心軸及びころ中心軸を含む仮想平面上で、前記第1のつばのうち、前記ころの端面と接触し得る環状案内面の両端を結ぶ直線のラジアル方向に対する 0° 以上 90° 以下の角度を i とし、前記第2のつばのうち、前記ころの端面と接触し得る環状案内面の両端を結ぶ直線のラジアル方向に対する 0° 以上 90° 以下の角度を o としたとき、 i と o の少なくとも一方が前記つば角度に設定され、かつ i と o とが互いに異なる値になっているものに行うことができる。

10

【0019】

この発明は、前記ころが円筒ころからなる円筒ころ軸受に好適である。円筒ころ軸受は、円錐ころ軸受では、軸受内部の円錐面回転に伴うポンプ作用でスラスト負荷を受けるつば側へ潤滑剤が送られるが、円筒ころ軸受では同様のポンプ作用を期待できないためである。

【発明の効果】

20

【0020】

上述のように、この発明は、上記構成の採用により、つばでスラスト負荷を受けることができるころ軸受において、ころ端面とつばの接触部である環状被案内面と環状案内面との間での油膜形成能力を良好にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】(a)は第1実施形態に係るころ軸受を示す断面図、(b)は第1実施形態のつば角度ところ端面角度を示す概念図

【図2】つば角度ところ端面角度が等しい場合の様々な設定角度での油膜厚さの計算結果を示すグラフ

30

【図3】つば角度 0.4° に対してころ端面角度が様々に異なる場合の油膜厚さの計算結果を示すグラフ

【図4】つば角度 0.6° に対してころ端面角度が様々に異なる場合の油膜厚さの計算結果を示すグラフ

【図5】つば角度 0.8° に対してころ端面角度が様々に異なる場合の油膜厚さの計算結果を示すグラフ

【図6】第2実施形態に係るころの部分断面図

【図7】第3実施形態に係るころの部分断面図

【図8】第4実施形態に係るころの部分断面図

【図9】従来例の円筒ころ軸受を示す断面図

40

【発明を実施するための形態】

【0022】

この発明の第1実施形態に係るころ軸受(以下、これを「軸受」と呼ぶ)を添付図面に基づいて説明する。図1(a)に示すように、この軸受は、内輪1と、外輪2と、複数のころ3とを備えている。

【0023】

内輪1は、軌道4と、第1のつば6とが形成された環状部品からなる。外輪2は、軌道5と第2のつば7が形成された環状部品からなる。以下、第1のつば6、第2のつば7を、それぞれつば6、つば7と呼ぶ。つば6、7は、つば輪で構成することもできる。

【0024】

50

ころ 3 は、円筒ころからなる。

【 0 0 2 5 】

図中の右方向に向って軸受に負荷されたスラスト荷重は、内方の軌道 4 側のつば 6、外方の軌道 5 側の右方のつば 7 で受けることができる。左方向に向って軸受に負荷されたスラスト荷重は、外方の軌道 5 側の左方のつば 7 で受けることができる。

【 0 0 2 6 】

図 1 (a)、(b) は、ころ 3 のスキュー及びチルトがなく、ころ 3 の両端面とつば 6、7 とが向き合う状態を前提に、油膜形成に伴うころ 3 と軌道 4、5、つば 6、7 との接触部のすきまを誇張し、軸受中心軸及びころ中心軸を含む仮想平面上を描いている。

【 0 0 2 7 】

つば 6、7 の環状案内面 9、10 と、ころ 3 の環状被案内面 8 とは、ころ 3 が転がって軌道 4、5 間を公転する間にスラスト方向に接触し得るころ 3 の端面とつば 6、7 の側面との軸受中心軸回りの円環状表面領域からなる。

【 0 0 2 8 】

ころ 3 の端面のうち、つば 6、7 と接触し得る環状被案内面 8 は、ころ中心軸に垂直な方向にころ中心軸側の端 E 1 から軌道 4、5 側の端 E 2 へ向うに従って漸次スラスト方向にころ長さ中央側へ向うようころ中心軸回りの円周 (図 1 (b) 中に直径 D 1 で例示する) を小さくした表面形状に設けられている。

【 0 0 2 9 】

環状被案内面 8 の全部が、軸受中心軸を含む任意の仮想平面で直線を成すように設けられている。すなわち、図示例の環状被案内面 8 は、ころ中心軸を中心とする単一の円錐面からなる。

【 0 0 3 0 】

つば 6、7 のうち、環状被案内面 8 と接触し得る環状案内面 9、10 は、ラジアル方向に軌道 4、5 側の端 E 3 からころ中心軸側の端 E 4 へ向うに従って漸次スラスト方向に軸受外部側へ向うようころ中心軸回りの円周 (図中に直径 D 2、D 3 で示す) の変化を付けた表面形状に設けられている。内輪 1 のつば 6 では、直径 D 2 を拡大する変化付け、外輪 2 のつば 7 では、直径 D 3 を縮小する変化付けにすればよい。

【 0 0 3 1 】

環状案内面 9 の全部、10 の全部が、それぞれ軸受中心軸を含む任意の仮想平面で直線を成すように設けられている。すなわち、図示例の環状案内面 9、10 は、それぞれ軸受中心軸を中心とする単一の円錐面からなる。

【 0 0 3 2 】

以下、つば 6 のうち、環状案内面 9 の両端 E 3、E 4 を結ぶ直線のラジアル方向に対する 0° 以上 90° 以下の角度を i と呼び、特にラジアル方向の直線と両端 E 3、E 4 を結ぶ直線とが成す鋭角を意味するときは、つば角度 i と呼び分ける。また、つば 7 のうち、環状案内面 10 の両端 E 3、E 4 を結ぶ直線のラジアル方向に対する 0° 以上 90° 以下の角度を o と呼び、特にラジアル方向の直線と両端 E 3、E 4 を結ぶ直線とが成す鋭角を意味するときは、つば角度 o と呼び分ける。また、ラジアル方向の直線と、環状被案内面 8 の両端 E 1、E 2 を結ぶ直線とが成す鋭角を、ころ端面角度 r と呼ぶ。

【 0 0 3 3 】

弾性流体潤滑 (EHL) 理論の線接触における油膜厚さの計算式 Dowson-Higginson 式を数 1 に示す。この式を元につば角度 i 、 o 及びころ端面角度 r の角度範囲の検討を行った。すなわち、正対するころ 3 とつば 6、7 の接触部 (環状被案内面 8 及び環状案内面 9、10 間) の各位置での油膜厚さを計算し、ラジアル方向の油膜厚さの分布を求めた。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

【数 1】

$$\frac{h_{\min}}{R} = 2.65 \left(\frac{\eta_0 \bar{u}}{ER} \right)^{0.7} (\alpha E)^{0.54} \left(\frac{w}{ER} \right)^{-0.13}$$

h_{\min} : 最小油膜厚さ

η_0 : 大気圧下の粘度

\bar{u} : 平均転がり速度

α : 粘度圧力係数

w : 単位幅あたりの荷重

R : 等価曲率半径

E : 等価縦弾性係数

10

【0035】

つば角度 i と、ころ端面角度 r とが等しい場合の各計算結果を図 2 に示す。つば角度 i と、ころ端面角度 r とが異なる場合の各計算結果を図 3 ~ 図 5 に示す。各計算モデルは、軸受主要寸法が $140 \times 300 \times 102$ [mm]、スラスト荷重：約 1650 [N] を前提にしている。

【0036】

図 1 の環状案内面 9 と環状被案内内部 8 とがころ 3 の公転中に接触し得るラジアル方向位置の限界は、これらの接触範囲の長さや、ころ 3 のチルト、スキューの有無を問わず、環状案内面 9 の両端 E 3、E 4 で決まる。したがって、つば角度 i ところ端面角度 r が等しいために環状案内面 9 と環状被案内内部 8 とが線接触する図 2 の i 、 $r = 0.1^\circ \sim 1.5^\circ$ の各計算モデルにおいて、その軸受内径側の限界位置である接触面最内半径 (r_1)、その軸受外径側の限界位置である接触面最外半径 (r_2) は、それぞれ図 1 中における E 3、E 4 の円周上の半径に対応する。また、図 1 のつば角度 i ところ端面角度 r が異なるために環状案内面 9 と環状被案内内部 8 とが点接触し、ころ 3 のチルトに伴って環状案内面 9 上の接触位置がラジアル方向に比較的大きく変化し得る図 3 の $i = 0.4^\circ$ 、 $r = 0.1^\circ \sim 0.8^\circ$ 、図 4 の $i = 0.6^\circ$ 、 $r = 0.2^\circ \sim 1.0^\circ$ 、図 5 の $i = 0.8^\circ$ 、 $r = 0.4^\circ \sim 1.2^\circ$ の各計算モデルにおいても、前記軸受内径側の限界位置である最小接触径 (r_3)、前記軸受外径側の限界位置である最大接触径 (r_4) は、それぞれ図 1 中における E 3、E 4 の円周上の半径に対応する。

20

30

【0037】

油膜厚さと表面粗さの関係に基く数 2 の油膜パラメータ Λ が 3 以上であれば良好な油膜が形成された潤滑状態であるとみなすことができる。軸受における通常の環状被案内内部、環状案内面の表面粗さを適用すると最小油膜厚さが 1.5 [μm] あれば Λ が 3 以上となる。

【0038】

【数 2】

$$\Lambda = \frac{h_{\min}}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$$

h_{\min} : 最小油膜厚さ

σ_1, σ_2 : 2 物体の平均面粗さ

40

【0039】

図 2 中の各計算モデルにおける油膜厚さの分布を見れば、最小油膜厚さが 1.5 [μm] 以上になるラジアル方向領域は、ころ端面とつばとの接触部になり得る (r_2) - (r_1) のラジアル方向範囲のうち、7 割以上を占めていることが明らかである。このことから、図 1 のつば角度 i ところ端面角度 r とが等しい場合、 0.1° 以上 1.5° 以下まで変化させても、環状案内面 9 と環状被案内内部 8 との間での油膜形成能力が良好になる

50

、といえる。

【0040】

また、図1の様々なつば角度 i に対してころ端面角度 r を様々に変化させた図3～図5中の各計算モデルにおける油膜厚さの分布を見れば、つば角度 i ところ端面角度 r との差（相対角度）が、 -0.2° 以上 $+0.3^\circ$ 以下になっている各計算モデルでは、最小油膜厚さが $1.5[\mu\text{m}]$ 以上になるラジアル方向領域は、ころ端面とつばとの接触部になり得る $(r_4) - (r_3)$ のラジアル方向範囲のうち、7割以上を占めていることが明らかである。このことから、図1のつば角度 i ところ端面角度 r とが異なっても、つば角度 i ところ端面角度 r との差が -0.2° 以上 $+0.3^\circ$ 以下の範囲では、環状案内面9と環状被案内面8との間での油膜形成能力が良好になる、といえる。

10

【0041】

つば7のつば角度 o と、ころ端面角度 r との組み合わせでも、同様の油形成能力が得られる。上述の解析結果を踏まえると、図1のつば角度 i 、 o 、ころ端面角度 r は、それぞれ環状案内面9、10の全周、環状被案内面8の全周で 0.1° 以上 1.5° 以下に加工されていることが好ましい。つば角度 i 、 o と、ころ端面角度 r とのうち、少なくとも一方が 0.1° 未満の場合、良好な油膜形成領域の不足が懸念される。つば角度 i 、 o と、ころ端面角度 r とのうち、少なくとも一方をさらに大きくした場合、環状被案内面8、環状案内面9、10のスラスト方向の投影面積が減少するため、単位幅あたりの荷重が増大し油膜形成能力が低下する。結果、スラスト荷重を受ける能力が低下する恐れがある。また、加工量が増大し現実的ではない。

20

【0042】

また、つば角度 i 、 o ところ端面角度 r との差が、それぞれ -0.2° 以上 $+0.3^\circ$ 以下になっていることが好ましい。つば角度 i 、 o ところ端面角度 r との異同を問わず、環状被案内面8と環状案内面9、10とが接触し得るラジアル方向範囲のうち、7割以上のラジアル方向領域で良好な油膜を形成することができる。

【0043】

また、環状案内面9、10と環状被案内面8とを可及的に長い線接触としてスラスト負荷能力を向上させるため、つば角度 i 、 o ところ端面角度 r とがそれぞれ等しい、すなわち、つば角度 i 、 o ところ端面角度 r との差がそれぞれ 0° になっていることが好ましい。特に、図1(b)例のように環状案内面9、10の全部と環状被案内面8の全部とを同じ傾きの直線状に加工すれば、線接触の長さを最も効果的に大きくすることができる。

30

【0044】

図1のように内輪1側につば6が設けられ、外輪2側につば7が設けられている軸受において、 i と o の少なくとも一方が前記つば角度 i 、 o に設定される場合、 i と o とが互いに異なる角度になっているものとする 것도可能である。スラスト荷重の大きさ、内輪回転か外輪回転か、潤滑剤の供給方式といった軸受使用条件によって、油膜形成能力や必要油膜厚さは内輪1と外輪2で異なる。つば角度 i 、 o は、潤滑が希薄なときに設定すればよく、 i と o とを等しくする必要がないことも起り得る。この際、潤滑条件に恵まれたつば6、7をつば角度無し、すなわち i 、 o を 0° にすることも可能である。また、軸受間での部品の共通化の観点からも内輪1と外輪2で i 、 o を変えることで部品の兼用がし易くなる利点がある。例えば、 i 、 o を 0° にする軌道輪は、図9のように、ころの端面と接触し得る環状案内面が仮想ラジアル平面に平行な平坦部に加工された従来品を流用することができる。

40

【0045】

第2実施形態を図6に基いて説明する。以下、第1実施形態との相違点を述べるに留める。第2実施形態は、ころ21の環状被案内面22にクラウニングが施されている点で相違している。スラスト負荷時、ころ中心軸に垂直な仮想平面に平行な端面中央部23との繋ぎ目になる環状被案内面22の端E1、ころ外径面取り部24との繋ぎ目になる端E2と、環状案内面9、10（適宜、図1参照）との接触箇所にエッジロードが発生する。ま

50

た、環状被案内内部 2 2 と、環状案内面 9、10 の研削逃げとの繋ぎ目になる端 E 3、つば径面内り部との繋ぎ目になる端 E 4 との接触箇所でもエッジロードが発生する。環状被案内内部 2 2 や環状案内面 9、10 にクラウニングを施すことにより、これらエッジロードを緩和することができ、ころ 2 1 がスキュー、チルトした場合に環状被案内内部 2 2 が環状案内面 9、10 に対し逃げ易くなるので、かじりの発生を抑制することができる。

【0046】

クラウニングによって環状被案内内部 2 2、環状案内面 9、10 の表面形状は、両端 E 1、E 2、両端 E 3、E 4 を結ぶ直線に一致しない加工形状になるが、その直線からのずれ量が僅かでも応力緩和効果を得られるので、上述のころ端面角度 r と、つば角度 i 、 o とを異ならせた場合に近似した油膜形成能力を得ることができる。

10

【0047】

クラウニング形状は、特に限定されず、図 6 に例示するように、環状被案内内部 2 2 の端部、環状案内面 9、10 の端部に円弧、複合直線、又はそれらの組み合わせによるクラウニングを施すことができる。また、特許文献 1 に開示されているように、環状被案内内部 2 2 の全部、環状案内面 9、10 の全部にクラウニングを施すこともできる。このように、環状被案内内部 2 2、環状案内面 9、10 の一部又は全部に円弧、複合直線、又はそれらの組み合わせによる適宜のクラウニングを設けることができる。

【0048】

第 3 実施形態を図 7 に基いて説明する。第 3 実施形態は、ころ 3 1 の端面のうち、環状被案内内部 3 2 のころ中心軸側の端 E 1 に囲まれた端面中央部 3 3 に研削逃げが形成されている点で相違している。研削逃げを設けることでころ幅面の加工工数を削減することができ、コストを削減することができる。また、端面中央部 3 3 が油溜りとなり、端面中央部 3 3 から潤滑剤が環状被案内内部 3 2 と環状案内面 9、10 との間へ向うので、これら接触部での潤滑がより良くなることが期待できる。

20

【0049】

端面中央部 3 3、環状被案内内部 3 2 のころ直径に占める形成領域と、環状案内面 9、10 との関係は、スラスト負荷能力や潤滑性を考慮して適宜に設定することができる。例えば、端面中央部 3 3 が環状案内面 9、10 とスラスト方向に対面しないようにするため、端面中央部 3 3 の直径は、ころ 3 1 の直径の 0.5 倍未満とし、環状案内面 9、10 の軌道 4、5 からのラジアル方向高さをころ 3 1 の直径の 0.15 倍未満とすることができる。また、特許文献 1 に開示されているように、端面中央部 3 3 の直径をころ 3 1 の直径の 0.5 倍以上 0.8 倍以下とし、環状案内面 9、10 の軌道 4、5 からのラジアル方向高さをころ 3 1 の直径の 0.15 倍以上 0.25 倍以下とすれば、接触楕円が環状案内面 9、10 からはみ出すことを防ぎつつ、環状被案内内部 3 2 と環状案内面 9、10 の接触範囲をラジアル方向に大きくすることもできる。

30

【0050】

第 4 実施形態を図 8 に基いて説明する。第 4 実施形態は、第 3 実施形態の変更例であり、ころ 4 1 の環状被案内内部 4 2 と端面中央部 4 3 との間に、ころ中心軸に垂直な仮想平面に平行な中環状部 4 4 が加工されている点でさらに相違している。ころ 4 1 のころ長さ等を、値の安定し易い面部（端面中央部 4 3）で測ることができるので、図 7 のように線部（環状被案内内部 3 2 の端 E 1）で測る場合より、測定、管理が容易になる。

40

【0051】

この発明は、特許請求の範囲の記載に基く技術的思想の範囲内での全ての変更を含むものである。

【符号の説明】

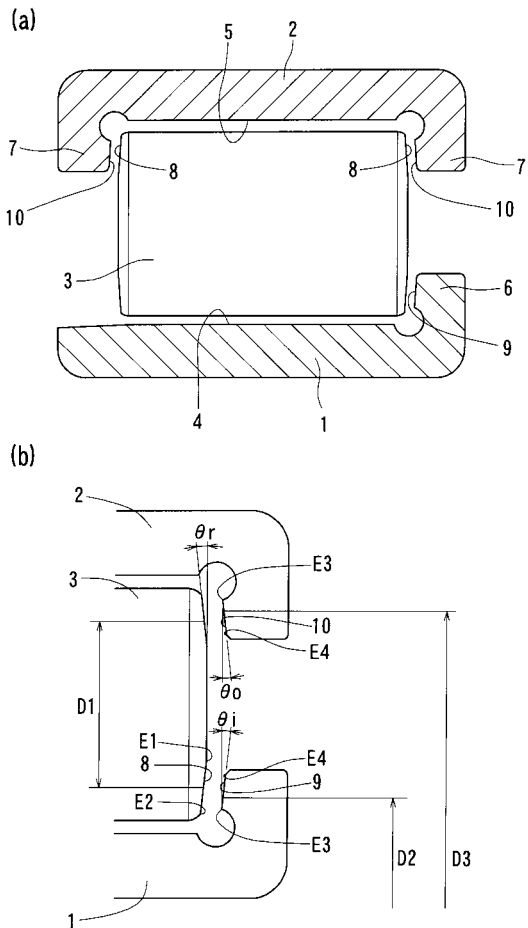
【0052】

- 1 内輪
- 2 外輪
- 3、2 1、3 1、4 1 ころ
- 4、5 軌道

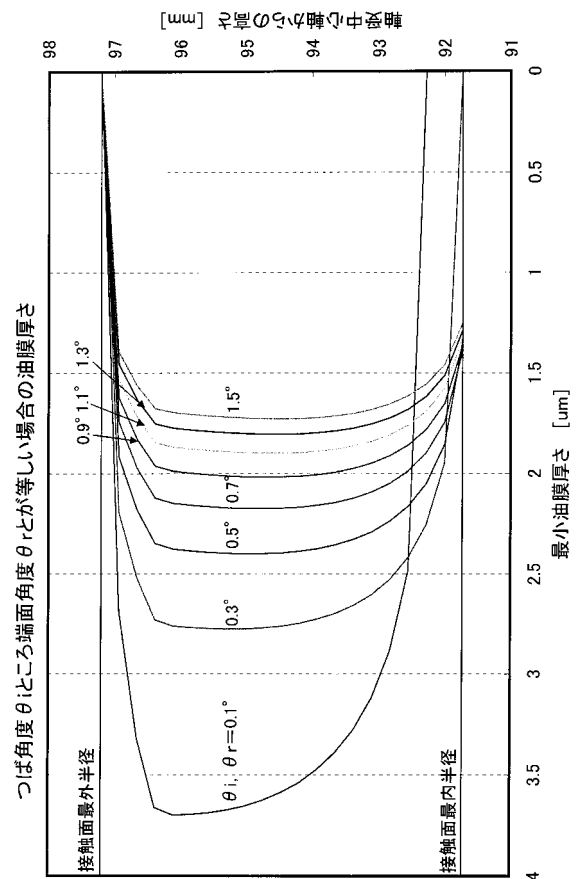
50

- 6 第1のつば
- 7 第2のつば
- 8、22、32、42 環状被案内部
- 9、10 環状案内面
- 23、33、43 ころ端面中央部
- 44 中環状部

【図1】



【図2】



【 図 3 】

ころ端面角度のつば角
度に対する相対角度
(ころ端面角度絶対値)

— -0.3° (0.1°)

— -0.2° (0.2°)

— -0.1° (0.3°)

— 0° (0.4°)

— +0.1° (0.5°)

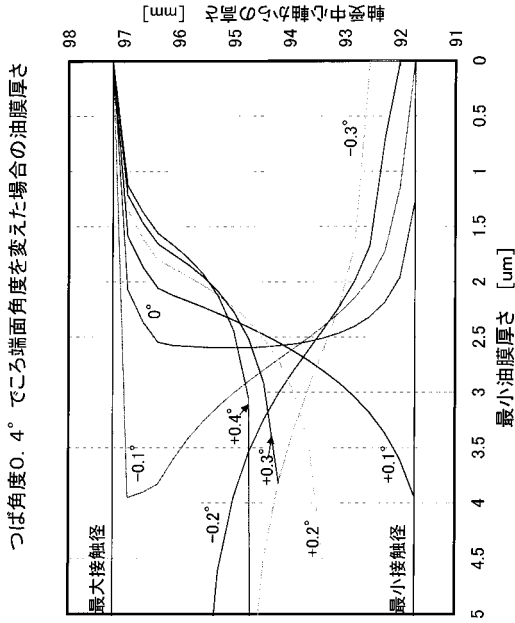
— +0.2° (0.6°)

— +0.3° (0.7°)

— +0.4° (0.8°)

— 最大接触径

— 最小接触径



【 図 5 】

ころ端面角度のつば角
度に対する相対角度
(ころ端面角度絶対値)

— -0.4° (0.4°)

— -0.3° (0.5°)

— -0.2° (0.6°)

— -0.1° (0.7°)

— 0° (0.8°)

— +0.1° (0.9°)

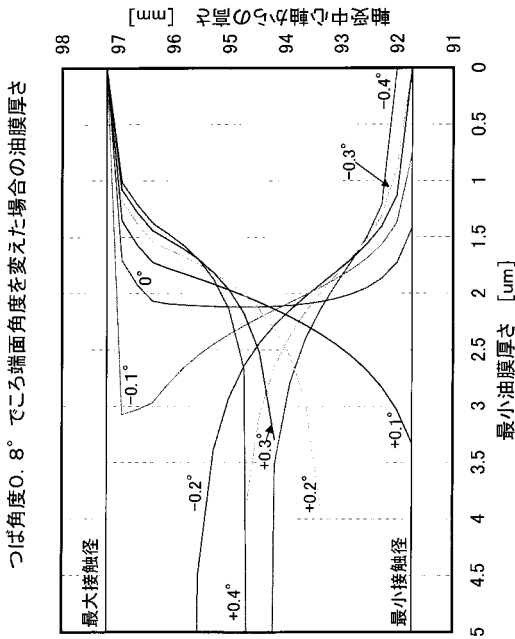
— +0.2° (1.0°)

— +0.3° (1.1°)

— +0.4° (1.2°)

— 最大接触径

— 最小接触径



【 図 4 】

ころ端面角度のつば角
度に対する相対角度
(ころ端面角度絶対値)

— -0.4° (0.2°)

— -0.3° (0.3°)

— -0.2° (0.4°)

— -0.2° (0.5°)

— 0° (0.6°)

— -0.1° (0.5°)

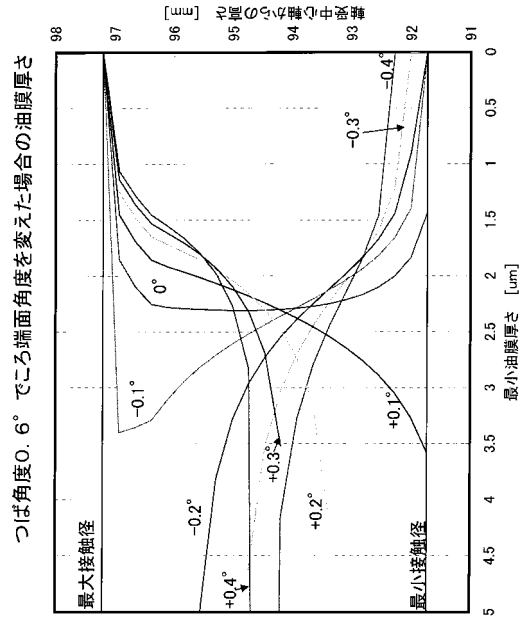
— +0.2° (0.8°)

— +0.3° (0.9°)

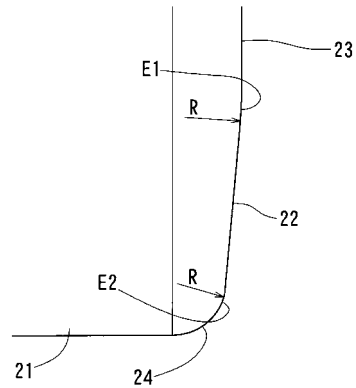
— +0.4° (1.0°)

— 最大接触径

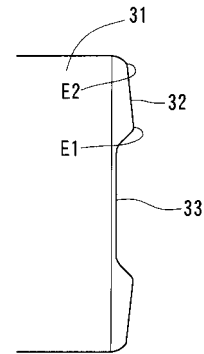
— 最小接触径



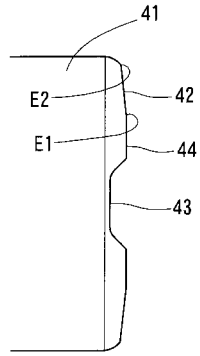
【 図 6 】



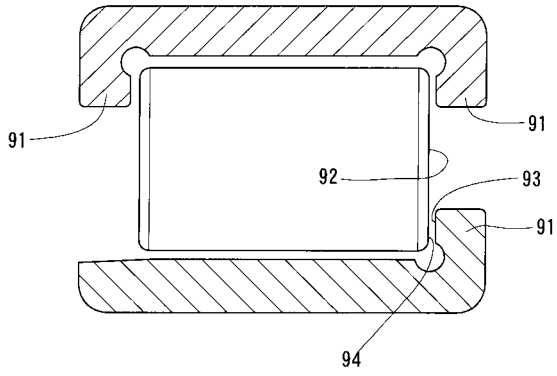
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J701 AA13 AA24 AA34 AA42 AA52 AA62 BA05 BA09 BA53 BA54
BA57 BA69 CA08 CA15 FA33 GA60 XB03 XB17 XB24