

(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2012-167765
(P2012-167765A)

(43) 公開日 平成24年9月6日(2012.9.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/64 (2006.01)	F 1 6 C 33/64	3 J 0 1 6
F 1 6 C 33/78 (2006.01)	F 1 6 C 33/78	K 3 J 7 0 1
C 0 9 K 3/00 (2006.01)	F 1 6 C 33/78	Z 4 H 0 2 0
C 0 9 K 3/18 (2006.01)	F 1 6 C 33/78	E
	C 0 9 K 3/00	R

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-30143 (P2011-30143)
(22) 出願日 平成23年2月15日 (2011.2.15)

(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎1丁目6番3号
(74) 代理人 100066980
弁理士 森 哲也
(74) 代理人 100109380
弁理士 小西 恵
(74) 代理人 100103850
弁理士 田中 秀▲てつ▼
(74) 代理人 100105854
弁理士 廣瀬 一
(74) 代理人 100116012
弁理士 宮坂 徹

最終頁に続く

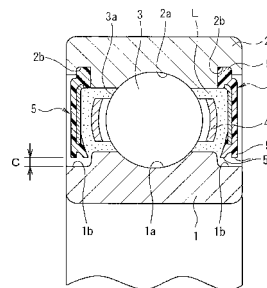
(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】潤滑剤の漏出が生じにくく異物の侵入が生じにくい転がり軸受を提供する。

【解決手段】深溝玉軸受は非接触形の密封装置5, 5を備えている。密封装置5のうち内輪1に隙間Cを空けて対向する内端部5 bと、内輪1の外周面のうち密封装置5の内端部5 bに対向する対向面1 bと、密封装置5が取り付けられている外輪2の溝2 bの内面と、溝2 bに嵌入されている密封装置5の外端部5 a とには、表面処理が施されていて、優れた撥水性及び撥油性が付与されている。密封装置5の内端部5 bには、対向面1 bに向かって突出する突起からなるリップ5 cが複数個形成されている。これら複数個のリップ5 cは、相互に間隔を空けて軸方向に並んでいる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内輪と、外輪と、前記内輪の軌道面と前記外輪の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、前記内輪と前記外輪とのうち一方の軌道輪に取り付けられ他方の軌道輪に隙間を空けて対向する密封装置と、を備える転がり軸受において、

前記密封装置のうち前記一方の軌道輪に取り付けられる取付部と、前記一方の軌道輪のうち前記取付部が取り付けられる被取付部と、前記密封装置のうち前記他方の軌道輪に隙間を空けて対向するシール部と、前記他方の軌道輪の表面のうち前記シール部に対向する対向面と、のうち少なくとも一つに、母材の表面に撥水性及び撥油性を付与する表面処理が施されており、

前記シール部には、前記対向面に向かって突出する突起からなるリップが軸方向に複数個並んで形成されているとともに、

前記表面処理は、シリコン、チタン、及びアルミニウムのうち少なくとも一種の金属と炭素数が 1 個以上 6 個以下のアルコキシ基とアルキル基若しくはハロゲン基とを備える金属アルコキシド又は前記金属のハロゲン化合物と、水と、炭素数が 1 個以上 6 個以下のアルコールと、平均粒径が 1 nm 以上 200 nm 以下であるシリカ、チタニア、及びアルミナのうち少なくとも一種の金属酸化物粒子と、を含有し且つ pH が 6 以下であり前記金属酸化物粒子の含有量が 0.1 質量% 以上 5 質量% 以下である第一の溶液を接触させた上、pH が 11 以上 13 以下である第二の溶液をさらに接触させることにより、前記母材の表面に前記金属の酸化物からなる金属酸化物層を形成した後に、前記母材の表面に形成された前記金属酸化物層に、シリコン、チタン、及びアルミニウムのうち少なくとも一種の金属とフッ素とを備えるカップリング剤と、水と、炭素数が 1 個以上 6 個以下のアルコールと、を含有し且つ pH が 6 以下である第三の溶液を接触させた上、pH が 11 以上 13 以下である第四の溶液をさらに接触させることにより、前記金属酸化物層の上に撥水撥油層を形成する撥水撥油処理であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 2】

軸受内外を連通する貫通孔からなるブリーザー構造が前記密封装置に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の転がり軸受。

【請求項 3】

前記貫通孔の内面に前記表面処理が施されていることを特徴とする請求項 2 に記載の転がり軸受。

【請求項 4】

前記リップの個数が 2 個であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、転がり軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

転がり軸受においては、その用途によっては低トルク、低騒音が求められる場合がある。そのような場合には、軌道輪と滑り接触しない非接触形の密封装置（シール、シールド等）を使用したり、潤滑剤としてグリースを使用せず潤滑油を使用することにより、低トルク化、低騒音化が図られる。

ところが、非接触形の密封装置を使用した場合は、軌道輪と密封装置との間に隙間があるため、そこから潤滑剤が漏出しやすいという問題があった。特に、潤滑剤として潤滑油を使用した場合には、粘性が低いため漏出が生じやすい。

特許文献 1 等には、前記隙間を挟んで対向する軌道輪及び密封装置の対向部分に、潤滑剤を弾く撥油膜を形成した転がり軸受が開示されている。このような転がり軸受においては、撥油膜により潤滑剤が弾かれるため、前記隙間からの潤滑剤の漏出が生じにくい。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-226459号公報

【特許文献2】特開平2-78069号公報

【特許文献3】特開平5-34319号公報

【特許文献4】特開平6-66321号公報

【特許文献5】特開平8-210368号公報

【特許文献6】特開平9-166148号公報

【特許文献7】特開平11-62972号公報

【特許文献8】特開平11-62998号公報

【特許文献9】特開平11-257363号公報

【特許文献10】特開2002-221229号公報

【特許文献11】特開2003-254324号公報

【特許文献12】特開2007-10114号公報

【特許文献13】特開2007-57030号公報

【特許文献14】特開2007-162774号公報

【特許文献15】特開2007-333054号公報

【特許文献16】特開2007-255492号公報

【特許文献17】特開2008-256197号公報

【特許文献18】特開2008-223868号公報

【特許文献19】特開2009-115238号公報

【特許文献20】特開2009-121531号公報

【特許文献21】特開2009-12532号公報

【特許文献22】特開2009-174685号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1等の開示の転がり軸受は、潤滑油の封入量が、オイルブレイキング潤滑において使用される程度の少量である場合は、前記隙間からの潤滑油の漏出は生じにくい、それよりも潤滑油の封入量が多い場合、高速回転で使用される場合、高温下で使用される場合などにおいては、潤滑油の漏出を十分に防止できないおそれがあった。

また、前記隙間から粉塵等の異物が転がり軸受の内部に侵入しやすいという問題もあった。

そこで、本発明は、上記のような従来技術が有する問題点を解決し、潤滑剤の漏出が生じにくく異物の侵入が生じにくい転がり軸受を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の一態様に係る転がり軸受は、内輪と、外輪と、前記内輪の軌道面と前記外輪の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、前記内輪と前記外輪とのうち一方の軌道輪に取り付けられ他方の軌道輪に隙間を空けて対向する密封装置と、を備える転がり軸受において、前記密封装置のうち前記一方の軌道輪に取り付けられる取付部と、前記一方の軌道輪のうち前記取付部が取り付けられる被取付部と、前記密封装置のうち前記他方の軌道輪に隙間を空けて対向するシール部と、前記他方の軌道輪の表面のうち前記シール部に対向する対向面と、のうち少なくとも一つに、母材の表面に撥水性及び撥油性を付与する表面処理が施されており、前記シール部には、前記対向面に向かって突出する突起からなるリップが軸方向に複数個並んで形成されているとともに、前記表面処理は、シリコン、チタン、及びアルミニウムのうち少なくとも1種の金属と炭素数が1個以上6個以下のアルコキシ基

10

20

30

40

50

とアルキル基若しくはハロゲン基とを備える金属アルコキシド又は前記金属のハロゲン化合物と、水と、炭素数が1個以上6個以下のアルコールと、平均粒径が1nm以上200nm以下であるシリカ、チタニア、及びアルミナのうち少なくとも1種の金属酸化物粒子と、を含有し且つpHが6以下であり前記金属酸化物粒子の含有量が0.1質量%以上5質量%以下である第一の溶液を接触させた上、pHが11以上13以下である第二の溶液をさらに接触させることにより、前記母材の表面に前記金属の酸化物からなる金属酸化物層を形成した後に、前記母材の表面に形成された前記金属酸化物層に、シリコン、チタン、及びアルミニウムのうち少なくとも1種の金属とフッ素とを備えるカップリング剤と、水と、炭素数が1個以上6個以下のアルコールと、を含有し且つpHが6以下である第三の溶液を接触させた上、pHが11以上13以下である第四の溶液をさらに接触させることにより、前記金属酸化物層の上に撥水撥油層を形成する撥水撥油処理であることを特徴とする。

10

【0006】

上記のような本発明の一態様に係る転がり軸受においては、軸受内外を連通する貫通孔からなるブリーザー構造が前記密封装置に設けられていることが好ましい。そして、前記貫通孔の内面に前記表面処理が施されていることが好ましい。また、前記リップの個数は2個とすることができる。

【発明の効果】

【0007】

本発明の転がり軸受は、表面に撥水性及び撥油性を付与する表面処理が施されているとともに、複数のリップを有する密封装置を備えているので、潤滑剤の漏出が生じにくく異物の侵入が生じにくい。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明に係る転がり軸受の第一実施形態である深溝玉軸受の構造を示す部分縦断面図である。

【図2】表面処理により形成された金属酸化物層及び撥水撥油層を説明する概念図である。

【図3】本発明に係る転がり軸受の第二実施形態である深溝玉軸受の構造を示す部分縦断面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明に係る転がり軸受の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

〔第一実施形態〕

図1は、本発明に係る転がり軸受の第一実施形態である深溝玉軸受の構造を示す部分縦断面図である。また、図2は、本実施形態に係る撥水撥油処理方法による表面処理が施されて表面に形成された金属酸化物層及び撥水撥油層を説明する概念図である。

【0010】

図1の深溝玉軸受は、外周面に軌道面1aを有する内輪1と、内輪1の軌道面1aに対向する軌道面2aを内周面に有する外輪2と、両軌道面1a, 2a間に転動自在に配された複数の転動体(玉)3と、内輪1及び外輪2の間に転動体3を保持する保持器4と、非接触形の密封装置5, 5と、を備えている。そして、内輪1と外輪2と密封装置5, 5とで囲まれた軸受内部空間内には、両軌道面1a, 2aと転動体3の転動面3aとの間の潤滑を行う潤滑剤L(例えば潤滑油, グリース)が配されている。

40

【0011】

内輪1, 外輪2, 及び転動体3は、転がり軸受の軌道輪や転動体の素材として一般的に採用される鉄鋼材料(例えばステンレス鋼, 軸受鋼)で構成されている。ただし、他種の金属や樹脂やセラミックで構成することもできる。また、密封装置5は、鋼等の金属材料、又は、ゴム, プラスチック等の高分子材料で構成されており、例としては鋼板製のシールド又はゴムシール, プラスチックシールがあげられる。なお、図1に示すように、金属

50

製の芯金を有するタイプの高分子材料製密封装置でもよい。さらに、保持器 4 は、転がり軸受の保持器の素材として一般的に採用される樹脂材料（例えばポリアミド，ポリフェニレンスルフィド）又は金属材料（例えば鋼，黄銅，アルミニウム合金）で構成されている。なお、保持器 4 は、備えていなくてもよい。

【0012】

この密封装置 5 は略環状の部材であり、その外端部 5 a が外輪 2 の内周面の軸方向両端部に取り付けられている。図 1 においては、外輪 2 の内周面の軸方向両端部に形成された溝 2 b（凹部）に、密封装置 5 の外端部 5 a が嵌入されている。そして、密封装置 5 の内端部 5 b（本発明の構成要件であるシール部に相当する）が、内輪 1 の外周面に隙間 C（ラビリンズ隙間）を空けて対向している。内輪 1 の外周面のうち内端部 5 b に対向する部分である対向面 1 b は、内端部 5 b と隙間 C を介して対向することによりラビリンズを形成している。

10

【0013】

また、密封装置 5 の内端部 5 b には、対向面 1 b に向かって突出する突起からなるリップ 5 c が複数個形成されている。これら複数個のリップ 5 c は、相互に間隔を空けて軸方向に並んでいる。このように複数のリップ 5 c を有する密封装置 5 を備えているので、本実施形態の深溝玉軸受は、密封装置 5 が非接触形であるにもかかわらず、隙間 C からの粉塵等の異物の侵入が生じにくい。なお、図 1 においては、リップ 5 c の個数が 2 個の例（二股形状に配されたリップ 5 c）が図示されているが、リップ 5 c の個数は 2 個に限定されるものではなく、3 個以上（三股以上の形状に配されたリップ 5 c）であってもよいこ

20

【0014】

なお、外輪 2 が本発明の構成要件である「一方の軌道輪（密封装置が取り付けられた軌道輪）」に相当し、内輪 1 が本発明の構成要件である「他方の軌道輪（密封装置が隙間を空けて対向する軌道輪）」に相当する。もちろん、密封装置 5 の内端部 5 b が内輪 1 に取り付けられ、外端部 5 a が外輪 2 の内周面に隙間 C を空けて対向している構成としても差し支えない。また、密封装置 5 は、外輪 2 の内周面の軸方向片側端部のみに取り付けられていてもよい。

【0015】

この密封装置 5 のうち内輪 1 に隙間 C を空けて対向する内端部 5 b と、内輪 1 の外周面のうち密封装置 5 の内端部 5 b に対向する対向面 1 b と、密封装置 5 が取り付けられている外輪 2 の溝 2 b（本発明の構成要件である被取付部に相当する）の内面と、溝 2 b に嵌入されている密封装置 5 の外端部 5 a（本発明の構成要件である取付部に相当する）とは、下記のような表面処理が施されて優れた撥水性及び撥油性が付与されている。

30

【0016】

なお、密封装置 5 の内端部 5 b、密封装置 5 の外端部 5 a、内輪 1 の対向面 1 b、及び外輪 2 の溝 2 b の内面のうち 1 箇所以前記表面処理が施されていれば、潤滑剤 L の漏出が生じにくいという後述の効果が奏されるが、奏される効果の高さを考慮すれば、前記 4 箇所中の複数箇所に前記表面処理が施されていることが好ましく、前記 4 箇所全てに前記表面処理が施されていることが最も好ましい。

40

ここで、前記表面処理について、図 2 を参照しながら説明する。本実施形態の表面処理は、密封装置 5，内輪 1，外輪 2 等の軸受部品 10 の表面に優れた撥水性及び撥油性を付与する撥水撥油処理方法であって、下記のような 2 つの工程からなる。

【0017】

まず、第一工程は、2 種の溶液を順次接触させることにより、軸受部品 10 の表面に金属酸化物層 20 を形成する工程である。

すなわち、シリコン，チタン，及びアルミニウムのうち少なくとも 1 種の金属と炭素数が 1 個以上 6 個以下のアルコキシ基とを備える金属アルコキシドと、水と、炭素数が 1 個以上 6 個以下のアルコールと、平均粒径が 1 nm 以上 200 nm 以下の金属酸化物粒子と、を含有し且つ pH が 6 以下である第一の溶液を軸受部品 10 に接触させて、第一の溶液

50

の溶質及び固形分を軸受部品10の表面に付着させる。そして、そこにpHが11以上13以下である第二の溶液をさらに接触させると、反応が生じて、前記金属の酸化物(すなわち、シリコン, チタン, 及びアルミニウムのうち少なくとも1種の金属の酸化物)からなる金属酸化物層20が軸受部品10の表面に形成する。

【0018】

次に、第二工程は、軸受部品10の表面に形成された金属酸化物層20に2種の溶液を順次接触させることにより、金属酸化物層20の上に撥水撥油層30を形成する工程である。

すなわち、シリコン, チタン, 及びアルミニウムのうち少なくとも1種の金属とフッ素とを備えるカップリング剤と、水と、炭素数が1個以上6個以下のアルコールと、を含有し且つpHが6以下である第三の溶液を、金属酸化物層20に接触させた上、pHが11以上13以下である第四の溶液をさらに接触させると、金属酸化物層20とカップリング剤との反応が生じて、金属酸化物層20の上に撥水撥油層30が形成する。

【0019】

第一工程において、第一の溶液のpHを6以下とすることにより、金属アルコキシドの加水分解が促進される。また、第二の溶液のpHを11以上13以下とすることにより、金属アルコキシドの前記加水分解により生じた水酸基(OH基)と、軸受部品10の表面に存在する水酸基(OH基)との脱水縮合反応が促進される。その結果、金属酸化物層20は、軸受部品10の表面に対して化学的に強固に結合された状態で形成される。

【0020】

さらに、第一工程においては、金属酸化物層20が軸受部品10の表面に形成する際に、第一の溶液に含有されている金属酸化物粒子が軸受部品10の表面に結合するため、高密度な金属酸化物層20が形成される。また、金属酸化物粒子に起因して、金属酸化物層20の表面が凹凸状となるため、金属酸化物層20の表面積率(表面が平滑面である場合の表面積に対する比率)が大きくなる。そうすると、第二工程で積層される撥水撥油層30の表面積率も大きくなるとともに、高密度な撥水撥油層30が形成されることとなるので、撥水撥油層30の撥水性及び撥油性が高まるとともに、撥水撥油層30が金属酸化物層20に強固に結合する。なお、このような効果を得るためには、前記表面積率は1.1以上であることが好ましい。

【0021】

金属アルコキシドの種類は、アルコキシ基の炭素数が1個以上6個以下のものであれば特に限定されるものではないが、例えば、テトラメトキシシラン, テトラエトキシシラン, テトラプロポキシシラン, テトラブトキシシラン, テトラメトキシチタネート, テトラエトキシチタネート, テトラプロポキシチタネート, テトラブトキシチタネート, トリメトキシアルミネート, トリエトキシアルミネート, トリプロポキシアルミネートがあげられる。

【0022】

また、金属アルコキシドは、上記のようなアルコキシ基のみを備えるものに限らず、アルコキシ基とアルキル基又はハロゲン基とを備えるものを用いてもよい。例えば、上記の各種金属アルコキシドが備える複数のアルコキシ基のうち1~3個(金属がアルミニウムの場合は1~2個)が、炭素数が1個以上6個以下のアルキル基(例えばメチル基, エチル基, プロピル基, ブチル基)やハロゲン基(例えばフッ素, 塩素, 臭素, ヨウ素)に置き換わったものを用いてもよい。

【0023】

具体的には、モノメチルトリメトキシ金属化合物, モノメチルトリエトキシ金属化合物, モノエチルトリメトキシ金属化合物, モノエチルトリエトキシ金属化合物等のモノアルキルトリアルコキシ金属化合物があげられる。また、ジメチルジメトキシ金属化合物, ジメチルジエトキシ金属化合物, ジエチルジメトキシ金属化合物, ジエチルジエトキシ金属化合物等のジアルキルジアルコキシ金属化合物があげられる。さらに、トリメチルメトキシ金属化合物, トリメチルエトキシ金属化合物, トリエチルメトキシ金属化合物, トリエ

10

20

30

40

50

チルエトキシ金属化合物等のトリアルキルアルコキシ金属化合物があげられる。さらに、モノハロトリアルコキシ金属化合物，ジハロジアルコキシ金属化合物，トリハロモノアルコキシ金属化合物があげられる。

【0024】

さらに、金属アルコキシドの代わりに金属のハロゲン化合物を用いることも可能である。すなわち、シリコン，チタン，アルミニウムのフッ化物，塩化物，臭化物，ヨウ化物である。具体例としては、テトラクロロシランがあげられる。

これらの金属アルコキシドや金属のハロゲン化合物は、1種を単独で用いてもよいし、複数種を併用してもよい。

【0025】

さらに、第一の溶液には、炭素数が1個以上6個以下の低級アルコールを使用するが、低級アルコールを含有することにより金属アルコキシドの溶解性が高められ、安定した溶液が得られる。低級アルコールの例としては、メタノール，エタノール，1-プロパノール，2-プロパノール，ブタノール，ヘキサノール，シクロヘキサノールがあげられるが、エタノールがより好ましい。

【0026】

さらに、金属酸化物粒子の種類は特に限定されるものではなく、シリカ，チタニア，アルミナの他、マグネシア，酸化カルシウム，酸化亜鉛等の微粒子を使用することができる。ただし、金属酸化物粒子の金属種は、金属アルコキシドや金属のハロゲン化合物が備える金属の種類と同一であることが好ましい。すなわち、金属酸化物粒子としては、シリカ，チタニア，アルミナが好ましい。

【0027】

金属酸化物粒子の平均粒径（平均一次粒径）は、1nm以上200nm以下である必要がある。1nm未満であると、前述の表面積率を大きくする効果が小さくなり、200nm超過であると、金属酸化物粒子が軸受部品10の表面から脱落しやすくなる。このような不都合がより生じにくくするためには、金属酸化物粒子の平均粒径は2nm以上100nm以下であることが好ましく、2nm以上80nm以下であることがより好ましく、10nm以上50nm以下であることがさらに好ましい。

【0028】

また、第一の溶液中の金属酸化物粒子の含有量は、0.1質量%以上5質量%以下であることが好ましい。0.1質量%未満であると、高密度な金属酸化物層20が形成されにくくなり、5質量%超過であると、軸受部品10の表面に金属酸化物粒子が過度に重なった状態で堆積することとなり、それに伴って金属酸化物粒子が軸受部品10の表面から脱落しやすくなる。

【0029】

金属酸化物粒子の形状は特に限定されるものではなく、球形，矩形，扁平形，繊維状，ウィスカー状等のものを問題なく使用することができる。例えば、繊維状のものであれば、繊維長が1nm以上200nm以下のものを使用するとよい。また、異なる形状の複数種の金属酸化物粒子を混合して用いることもできる。さらに、金属酸化物粒子は多孔質であつてもよい。

【0030】

第一の溶液の組成の一例を示すと、1質量%以上10質量%以下の金属アルコキシドと、1質量%以上20質量%以下の水と、30質量%以上95質量%以下のアルコールと、0.1質量%以上5質量%以下の金属酸化物粒子とを混合し、塩酸等の酸によりpHを6以下に調整したものがあげられる。この場合は、酸以外の成分を予め混合し、金属酸化物粒子が均一になるように数十分間～数時間攪拌した後に、最後に酸を用いてpHの調整を行うことが好ましい。

【0031】

第二の溶液は、pHの条件が満たされていれば特に限定されるものではないが、アルカリ金属塩を含有する水溶液が好ましい。例えば、炭酸ナトリウム，炭酸カリウム，炭酸水

10

20

30

40

50

素ナトリウム等のアルカリ金属の炭酸塩，炭酸水素塩の水溶液や、水酸化ナトリウム，水酸化カリウム，水酸化リチウム等のアルカリ金属の水酸化物の水溶液が好適であり、水酸化ナトリウム水溶液が特に好適である。なお、各種のpH緩衝剤を併用してもよい。

【0032】

次に、第二工程において、第三の溶液のpHを6以下とすることにより、カップリング剤の加水分解が促進される。また、第四の溶液のpHを11以上13以下とすることにより、カップリング剤の前記加水分解により生じた水酸基(OH基)と、金属酸化物層20の表面に存在する水酸基(OH基)との脱水縮合反応が促進される。その結果、撥水撥油層30は、金属酸化物層20の表面に対して化学的に強固に結合された状態で形成される。

10

【0033】

カップリング剤の種類は、シリコン，チタン，及びアルミニウムのうち少なくとも1種の金属とフッ素とを備えているならば特に限定されるものではないが、これらの金属とフッ素化炭化水素基とを備えているカップリング剤が好ましく、フッ素系シランカップリング剤がより好ましい。

フッ素系シランカップリング剤の具体例としては、1H，1H，2H，2H - パーフフルオロデシルトリメトキシシラン、1H，1H，2H，2H - パーフフルオロデシルトリエトキシシラン、1H，1H，2H，2H - パーフフルオロトリクロロシラン、3 - ヘプタフルオロイソプロポキシプロピルトリクロロシラン、1H，1H，2H，2H - パーフフルオロドデシルトリエトキシシラン、3 - トリフルオロアセトキシプロピルトリメトキシシラン

20

【0034】

ただし、カップリング剤が備える金属の種類は、第一の溶液に含有される金属アルコキシドや金属のハロゲン化合物が備える金属の種類、又は、金属酸化物粒子の金属種と同一であることが好ましい。

さらに、第三の溶液には、炭素数が1個以上6個以下の低級アルコールを使用するが、低級アルコールを含有することによりカップリング剤の溶解性が高められ、安定した溶液が得られる。低級アルコールの例としては、メタノール，エタノール，1 - プロパノール，2 - プロパノール，ブタノール，ヘキサノール，シクロヘキサノールがあげられるが、エタノールがより好ましい。

30

【0035】

さらに、第四の溶液は、pHの条件が満たされていれば特に限定されるものではないが、アルカリ金属塩を含有する水溶液が好ましい。例えば、炭酸ナトリウム，炭酸カリウム，炭酸水素ナトリウム等のアルカリ金属の炭酸塩，炭酸水素塩の水溶液や、水酸化ナトリウム，水酸化カリウム，水酸化リチウム等のアルカリ金属の水酸化物の水溶液が好適であり、水酸化ナトリウム水溶液が特に好適である。なお、各種のpH緩衝剤を併用してもよい。

【0036】

なお、軸受部品10が金属製である場合(すなわち、前記表面処理を施す被処理部材の母材が金属である場合)は、上記のような2つの工程からなる表面処理を施せばよいが、軸受部品10が高分子材料製である場合(すなわち、前記表面処理を施す被処理部材の母材が高分子材料である場合)は、軸受部品10の表面が疎水性である場合があるので、そのような場合には、高分子材料製の軸受部品10の表面に親水性を付与する親水化処理を施した後に、上記のような2つの工程からなる表面処理を施すことが好ましい。親水化処理の種類は特に限定されるものではないが、例えば、プラズマ処理，グロー放電，コロナ放電，紫外線照射等により表面に水酸基を形成する処理があげられる。

40

【0037】

このような表面処理が施された本実施形態の深溝玉軸受は、内輪1と密封装置5との間に隙間Cがあるものの、この隙間Cの周辺部分(内端部5b及び対向面1b)に前記表面処理が施されて撥水性及び撥油性が付与されているため、潤滑剤Lが弾かれて、隙間Cが

50

らの潤滑剤 L の漏出が生じにくい。また、密封装置 5 と外輪 2 との固定部分（外端部 5 a と溝 2 b との間）からも潤滑剤 L の漏出が生じる場合があるが、外端部 5 a と溝 2 b の内面にも前記表面処理が施されて撥水性及び撥油性が付与されているため、潤滑剤 L が弾かれて、前記固定部分からの潤滑剤 L の漏出が生じにくい。

【 0 0 3 8 】

そして、前記表面処理により付与される撥水性及び撥油性は大変優れているので、潤滑剤 L が、粘性の高いグリースである場合のみならず、粘性の低い潤滑油である場合も、漏出が生じにくい。しかも、潤滑油の軸受内部空間内への封入量が多い場合（オイルプレーティング潤滑において使用される程度の封入量よりも多い場合）、軸受が高速回転で使用される場合、軸受が高温下で使用される場合、軸受の温度が変化する場合（例えば温度が上昇する場合）など、潤滑剤 L の漏出が極めて生じやすい条件であっても、潤滑剤 L の漏出を十分に防止することが可能である。

10

なお、密封装置 5 の内端部 5 b 及び外端部 5 a の一方又は両方に前記表面処理を施せば、潤滑剤 L の漏出を防止することが可能であるが、さらに内輪 1 の対向面 1 b 及び外輪 2 の溝 2 b の内面にも前記表面処理を施すと、潤滑剤 L の漏出をより十分に防止することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、対向面 1 b 及び内端部 5 b に前記表面処理が施してあれば、密封装置 5 と内輪 1 との隙間 C からの潤滑剤 L の漏出を十分に抑制することができるが、内輪 1 の外周面のうちラピリスを形成する部分（対向面 1 b ）のみに前記表面処理を施すよりも、ラピリスを形成する部分よりも広い範囲の面（軸方向に広い範囲の面）に前記表面処理を施した方が、隙間 C からの潤滑剤 L の漏出をより抑制することができる。

20

【 0 0 4 0 】

さらに、潤滑剤 L の漏出を十分に防止するためには、前記表面処理が施された表面と潤滑剤 L との接触角が大きいことが好ましい。特に潤滑油を軸受内部空間内に密封するためには、前記接触角が 110° 以上となるように、前記表面処理を施すことが好ましい。なお、前記表面処理が施された表面と水との接触角が 110° 以上となるように、前記表面処理を施せば、軸受内部空間内への水の侵入を抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

さらに、隙間 C が大きいと、前記表面処理を施しても、潤滑剤 L の漏出を防止する効果が低下するおそれがある。特に潤滑油を軸受内部空間内に密封するためには、隙間 C は $340\ \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。あるいは、隙間 C を、 $Y = 18451 / X$ なる式を満足するように設定してもよい。ただし、式中の Y は隙間 C の大きさ（単位は μm ）であり、X は内輪 1 と外輪 2 と密封装置 5、5 とで囲まれた軸受内部空間の内圧が、深溝玉軸受の使用時に温度上昇等により変化する量（単位は Pa）、又は、軸受静止状態で前記軸受内部空間内に潤滑剤 L を封入した際に変化する量（単位は Pa）である。前記式を満足するように隙間 C を設定すれば、軸受内部空間の内圧が変化した際に隙間 C から潤滑剤が漏出することが抑制される。

30

【 0 0 4 2 】

さらに、密封装置 5 が非接触形であるため深溝玉軸受は低トルク、低騒音であり、潤滑剤 L を粘性の低い潤滑油とすれば、深溝玉軸受はさらに低トルク、低騒音となる。そして、潤滑剤 L の漏出が生じにくいため、深溝玉軸受は潤滑性に優れ長寿命である。さらに、前記表面処理が施された表面は、油を弾く撥油性とともに水を弾く撥水性も有しているので、隙間 C から軸受内部空間内への水の侵入も抑制される。

40

【 0 0 4 3 】

〔第二実施形態〕

図 3 は、本発明に係る転がり軸受の第二実施形態である深溝玉軸受の構造を示す部分縦断面図である。また、図 2 は、本実施形態に係る撥水撥油処理方法による表面処理が施されて表面に形成された金属酸化物層及び撥水撥油層を説明する概念図である。図 3 においては、図 1 と同一又は相当する部分には、図 1 と同一の符号を付してある。なお、第一実

50

施形態とほぼ同様の部分（構成及び効果）については、その説明を省略している場合がある。

【0044】

図3の深溝玉軸受は、外周面に軌道面1aを有する内輪1と、内輪1の軌道面1aに対向する軌道面2aを内周面に有する外輪2と、両軌道面1a, 2a間に転動自在に配された複数の転動体（玉）3と、内輪1及び外輪2の間に転動体3を保持する保持器4と、非接触形の密封装置5, 5と、を備えている。そして、内輪1と外輪2と密封装置5, 5とで囲まれた軸受内部空間内には、両軌道面1a, 2aと転動体3の転動面3aとの間の潤滑を行う潤滑剤L（例えば潤滑油, グリース）が配されている。

【0045】

内輪1, 外輪2, 及び転動体3は、転がり軸受の軌道輪や転動体の素材として一般的に採用される鉄鋼材料（例えばステンレス鋼, 軸受鋼）で構成されている。ただし、他種の金属や樹脂やセラミックで構成することもできる。また、密封装置5は、鋼等の金属材料、又は、ゴム, プラスチック等の高分子材料で構成されており、例としては鋼板製のシールド又はゴムシール, プラスチックシールがあげられる。なお、図3に示すように、金属製の芯金を有するタイプの高分子材料製密封装置でもよい。さらに、保持器4は、転がり軸受の保持器の素材として一般的に採用される樹脂材料（例えばポリアミド, ポリフェニレンスルフィド）又は金属材料（例えば鋼, 黄銅, アルミニウム合金）で構成されている。なお、保持器4は、備えていなくてもよい。

【0046】

この密封装置5は略環状の部材であり、その外端部5aが外輪2の内周面の軸方向両端部に取り付けられている。図3においては、外輪2の内周面の軸方向両端部に形成された溝2b（凹部）に、密封装置5の外端部5aが嵌入されている。そして、密封装置5の内端部5b（本発明の構成要件であるシール部に相当する）が、内輪1の外周面に隙間C（ラビリンス隙間）を空けて対向している。内輪1の外周面のうち内端部5bに対向する部分である対向面1bは、内端部5bと隙間Cを介して対向することによりラビリンスを形成している。

【0047】

また、密封装置5の内端部5bには、対向面1bに向かって突出する突起からなるリップ5cが複数個形成されている。これら複数個のリップ5cは、相互に間隔を空けて軸方向に並んでいる。このように複数のリップ5cを有する密封装置5を備えているので、本実施形態の深溝玉軸受は、密封装置5が非接触形であるにもかかわらず、隙間Cからの粉塵等の異物の侵入が生じにくい。なお、図3においては、リップ5cの個数が2個の例（二股形状に配されたリップ5c）が図示されているが、リップ5cの個数は2個に限定されるものではなく、3個以上（三股以上の形状に配されたリップ5c）であってもよいことは勿論である。

【0048】

なお、外輪2が本発明の構成要件である「一方の軌道輪（密封装置が取り付けられた軌道輪）」に相当し、内輪1が本発明の構成要件である「他方の軌道輪（密封装置が隙間を空けて対向する軌道輪）」に相当する。もちろん、密封装置5の内端部5bが内輪1に取り付けられ、外端部5aが外輪2の内周面に隙間Cを空けて対向している構成としても差し支えない。また、密封装置5は、外輪2の内周面の軸方向片側端部のみに取り付けられていてもよい。

これら密封装置5, 5の一方には、深溝玉軸受の内部と外部とを連通する貫通孔7からなるブリーザー構造が形成されており、温度上昇等による深溝玉軸受の内圧の上昇が抑制されるようになっている。この貫通孔7の断面形状は特に限定されるものではなく、例としては円形, 矩形があげられる。

【0049】

また、密封装置5における貫通孔7の形成位置は特に限定されるものではないが、深溝玉軸受の内部と外部との間で空気が流通しやすいように、外輪2に近い径方向位置に形成

10

20

30

40

50

することが好ましい。具体的には、内輪 1 の外周面と外輪 2 の内周面との間の径方向距離の $2/3$ 以上 $5/6$ 以下の範囲の位置に、貫通孔 7 を形成することが好ましい。

なお、貫通孔 7 は密封装置 5 に 1 個形成すればよいが、複数個形成してもよい。また、ブリーザー構造は両方の密封装置 5, 5 に設けてもよい。さらに、転がり軸受を装置や機器に装着する際には、ブリーザー構造が形成された密封装置 5 を、鉛直方向上方に向けて設置することが好ましい。

【0050】

この密封装置 5 のうち内輪 1 に隙間 C を空けて対向する内端部 5 b と、内輪 1 の外周面のうち密封装置 5 の内端部 5 b に対向する対向面 1 b と、密封装置 5 が取り付けられている外輪 2 の溝 2 b (本発明の構成要件である被取付部に相当する) の内面と、溝 2 b に嵌入されている密封装置 5 の外端部 5 a (本発明の構成要件である取付部に相当する) と、貫通孔 7 の内面とには、第一実施形態と同様の表面処理が施されて優れた撥水性及び撥油性が付与されている。表面処理の内容については、第一実施形態と同様であるため、説明は省略する。

10

【0051】

なお、密封装置 5 の内端部 5 b、密封装置 5 の外端部 5 a、内輪 1 の対向面 1 b、外輪 2 の溝 2 b の内面、及び貫通孔 7 の内面のうち 1 箇所に前記表面処理が施されていれば、潤滑剤 L の漏出が生じにくいという効果が奏されるが、奏される効果の高さを考慮すれば、前記 5 箇所中の複数箇所に前記表面処理が施されていることが好ましく、前記 5 箇所全てに前記表面処理が施されていることが最も好ましい。前記 5 箇所全てに前記表面処理が施されていれば、非接触形の密封装置 5 を備える深溝玉軸受であっても、隙間 C からの潤滑剤 L の漏出をほぼ完全に防止することが可能となる。

20

【0052】

このような表面処理が施された本実施形態の深溝玉軸受は、内輪 1 と密封装置 5 との間に隙間 C があるものの、この隙間 C の周辺部分 (内端部 5 b 及び対向面 1 b) に前記表面処理が施されて撥水性及び撥油性が付与されているため、潤滑剤 L が弾かれて、隙間 C からの潤滑剤 L の漏出が生じにくい。また、密封装置 5 と外輪 2 との固定部分 (外端部 5 a と溝 2 b との間) から潤滑剤 L の漏出が生じる場合があるが、外端部 5 a と溝 2 b の内面にも前記表面処理が施されて撥水性及び撥油性が付与されているため、潤滑剤 L が弾かれて、前記固定部分からの潤滑剤 L の漏出が生じにくい。さらに、貫通孔 7 の内面に前記表面処理が施されて撥水性及び撥油性が付与されているため、潤滑剤 L が弾かれて、貫通孔 7 からの潤滑剤 L の漏出が生じにくい。

30

【0053】

そして、前記表面処理により付与される撥水性及び撥油性は大変優れているので、潤滑剤 L が、粘性の高いグリースである場合のみならず、粘性の低い潤滑油である場合も、漏出が生じにくい。しかも、潤滑油の軸受内部空間内への封入量が多い場合 (オイルプレーティング潤滑において使用される程度の封入量よりも多い場合)、軸受が高速回転で使用される場合、軸受が高温下で使用される場合、軸受の温度が変化する場合 (例えば温度が上昇する場合) など、潤滑剤 L の漏出が極めて生じやすい条件であっても、潤滑剤 L の漏出を十分に防止することが可能である。

40

【0054】

特に、軸受の温度が上昇する場合には、転がり軸受の内圧が上昇して潤滑剤 L が漏出しやすいが、内圧の上昇を抑制するブリーザー構造が設けられているので、潤滑剤 L の漏出を十分に防止することが可能である。

貫通孔 7 の径は $340 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。 $340 \mu\text{m}$ 超過であると、隙間 C が潤滑剤 L で塞がってしまった場合などに貫通孔 7 から潤滑剤 L が漏出するおそれがある。

【0055】

あるいは、貫通孔 7 の径を、 $Z = 18451 / X$ なる式を満足するように設定してもよい。ただし、式中の Z は貫通孔 7 の径 (単位は μm) であり、X は内輪 1 と外輪 2 と密封

50

装置 5 , 5 とで囲まれた軸受内部空間の内圧が、深溝玉軸受の使用時に温度上昇等により変化する量（単位は Pa）、又は、軸受静止状態で前記軸受内部空間内に潤滑剤 L を封入した際に変化する量（単位は Pa）である。前記式を満足するように貫通孔 7 の径を設定すれば、軸受内部空間の内圧が変化した際に貫通孔 7 から潤滑剤 L が漏出することが抑制される。ただし、貫通孔 7 の径は、前記内圧の変化量がゼロとなるように設定することがより好ましい。

【 0 0 5 6 】

なお、密封装置 5 の内端部 5 b 及び外端部 5 a の一方又は両方に前記表面処理を施せば、潤滑剤 L の漏出を防止することが可能であるが、さらに内輪 1 の対向面 1 b 及び外輪 2 の溝 2 b の内面にも前記表面処理を施すと、潤滑剤 L の漏出をより十分に防止することが可能となる。

また、対向面 1 b 及び内端部 5 b に前記表面処理が施してあれば、密封装置 5 と内輪 1 との間の隙間 C からの潤滑剤 L の漏出を十分に抑制することができるが、内輪 1 の外周面のうちラビリンスを形成する部分（対向面 1 b）のみに前記表面処理を施すよりも、ラビリンスを形成する部分よりも広い範囲の面（軸方向に広い範囲の面）に前記表面処理を施した方が、隙間 C からの潤滑剤 L の漏出をより抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

さらに、潤滑剤 L の漏出を十分に防止するためには、前記表面処理が施された表面と潤滑剤 L との接触角が大きいことが好ましい。特に潤滑油を軸受内部空間内に密封するためには、前記接触角が 110° 以上となるように、前記表面処理を施すことが好ましい。なお、前記表面処理が施された表面と水との接触角が 110° 以上となるように、前記表面処理を施せば、軸受内部空間内への水の侵入を抑制することができる。

【 0 0 5 8 】

さらに、隙間 C が大きいと、前記表面処理を施しても、潤滑剤 L の漏出を防止する効果が低下するおそれがある。特に潤滑油を軸受内部空間内に密封するためには、隙間 C は $340\ \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。あるいは、隙間 C を、 $Y = 18451 / X$ なる式を満足するように設定してもよい。ただし、式中の Y は隙間 C の大きさ（単位は μm ）であり、X は内輪 1 と外輪 2 と密封装置 5 , 5 とで囲まれた軸受内部空間の内圧が、深溝玉軸受の使用時に温度上昇等により変化する量（単位は Pa）、又は、軸受静止状態で前記軸受内部空間内に潤滑剤 L を封入した際に変化する量（単位は Pa）である。前記式を満足

【 0 0 5 9 】

さらに、密封装置 5 が非接触形であるため深溝玉軸受は低トルク、低騒音であり、潤滑剤 L を粘性の低い潤滑油とすれば、深溝玉軸受はさらに低トルク、低騒音となる。そして、潤滑剤 L の漏出が生じにくいため、深溝玉軸受は潤滑性に優れ長寿命である。さらに、前記表面処理が施された表面は、油を弾く撥油性とともに水を弾く撥水性も有しているので、隙間 C から軸受内部空間内への水の侵入も抑制される。

【 0 0 6 0 】

なお、第一及び第二実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は前記両実施形態に限定されるものではない。例えば、前記両実施形態においては、転がり軸受の例として深溝玉軸受をあげて説明したが、本発明は深溝玉軸受以外の種類の様々な転がり軸受に対して適用することができる。例えば、アンギュラ玉軸受、自動調心玉軸受、円筒ころ軸受、円すいころ軸受、針状ころ軸受、自動調心ころ軸受等のラジアル形の転がり軸受や、スラスト玉軸受、スラストころ軸受等のスラスト形の転がり軸受である。

【 0 0 6 1 】

〔実施例〕

以下に、実施例を示して、本発明をさらに具体的に説明する。芯金とニトリルゴム製のリップとを備える深溝玉軸受用非接触形シール及び深溝玉軸受用内外輪に、撥水性及び撥油性を付与する表面処理を施した。

10

20

30

40

50

まず、表面処理に用いる第一～第四の溶液に相当する溶液A～Dについて説明する。第一の溶液に相当する溶液Aは、テトラエトキシシラン6.1質量%、水6.1質量%、エタノール87.0質量%、平均一次粒径が30nmのシリカ粒子0.8質量%を含有し、塩酸によりpHを3.0に調整されたものである。なお、溶液Aは、まずエタノールにシリカ粒子を加えて防爆型ホモジナイザーで攪拌した後に、テトラエトキシシランと水と塩酸を加えることにより調製した。

【0062】

また、第二及び第四の溶液に相当する溶液Bは、pH12の水酸化ナトリウム水溶液である。さらに、第三の溶液に相当する溶液Cは、1H, 1H, 2H, 2H-パーフルオロデシルトリエトキシシラン16.0質量%、水5.5質量%、エタノール78.5質量%を含有し、塩酸によりpHを3.0に調整されたものである。

さらに、溶液D(金属酸化物粒子を含有しておらず、第一の溶液の対照例に相当する)は、テトラエトキシシラン6.1質量%、水6.1質量%、エタノール87.8質量%を含有し、塩酸によりpHを3.0に調整されたものである。

【0063】

これらの溶液を用いて種々の表面処理を行い、4種の深溝玉軸受(実施例1及び比較例1～3)を製造した。まず、実施例1の深溝玉軸受の表面処理について説明する。芯金とニトリルゴム製のリップとを備える深溝玉軸受用非接触形シールを2個用意した。いずれも2個のリップを備える2重リップシールである。一方の非接触形シールは、軸受内外を連通する1個の貫通孔(直径200 μ m)からなるブリーザー構造を有しており、他方の非接触形シールは、このブリーザー構造を有していない。この貫通孔は、内輪よりも外輪に近い径方向位置に形成されており、その位置は、内輪の外周面と外輪の内周面との間の径方向距離の5/6の位置である。

【0064】

撥水性及び撥油性を付与する表面処理に先だち、2個の非接触形シールに対してプラズマ処理を施して、表面を親水化した。次に、これらの非接触形シールをメタノール中で超音波洗浄し、乾燥させた。その直後に、非接触形シールのリップの表面及び貫通孔の内面に、約25%の溶液Aを塗布した後、約25%の前記溶液Bをさらに塗布して、30分間放置した。

【0065】

すると、テトラエトキシシランは加水分解を受けてシラノールになり、続いてシラノールの脱水縮重合によりシリカとなる。その後、非接触形シールをエタノールで洗浄したら、120%のクリーンオープン中で30分間乾燥を行い、冷却後エタノール中で超音波洗浄を行った。得られた非接触形シールのリップの表面及び貫通孔の内面には、表面が凹凸状をなすシリカ被膜(金属酸化物層)が形成されていた。

【0066】

次に、この非接触形シールのリップの表面及び貫通孔の内面に、約25%の溶液Cを塗布した後、約25%の溶液Bをさらに塗布して、30分間放置した。その後、非接触形シールをエタノールで洗浄したら、120%のクリーンオープン中で30分間乾燥を行い、冷却後エタノール中で超音波洗浄を行った。すると、シリカ被膜(金属酸化物層)の上に撥水撥油層が形成された。

【0067】

一方、内輪及び外輪のうち、非接触形シールが取り付けられる被取付部であるシール溝の内面及び非接触形シールの内端部に対向する部分である対向面には、以下のような表面処理が施してある。なお、この深溝玉軸受の内輪及び外輪は高炭素クロム鋼第2種(SUJ2)製である。

内輪及び外輪をメタノール中で超音波洗浄し、乾燥させた。その直後に、シール溝の内面及び対向面に、約25%の前記溶液Aを塗布した後、約25%の前記溶液Bをさらに塗布して、30分間放置した。すると、テトラエトキシシランは加水分解を受けてシラノールになり、続いてシラノールの脱水縮重合によりシリカとなる。その後、内輪及び外輪を

10

20

30

40

50

エタノールで洗浄したら、160 のクリーンオープン中で30分間乾燥を行い、冷却後エタノール中で超音波洗浄を行った。得られた内輪及び外輪のシール溝の内面及び対向面には、表面が凹凸状をなすシリカ被膜（金属酸化物層）が形成されていた。

【0068】

次に、この内輪及び外輪のシール溝の内面及び対向面に、約25 の前記溶液Cを塗布した後、約25 の溶液Bをさらに塗布して、30分間放置した。その後、内輪及び外輪をエタノールで洗浄したら、160 のクリーンオープン中で30分間乾燥を行い、冷却後エタノール中で超音波洗浄を行った。すると、シリカ被膜（金属酸化物層）の上に撥水撥油層が形成された。

このようにして得られた内輪，外輪，及び非接触形シールと、別途用意した転動体（玉）とを用いて、深溝玉軸受を組み立てた。そして、軸受内部空間に、40 における動粘度が22 mm² / sであるポリオールエステル油を封入した。

【0069】

次に、比較例1～3の深溝玉軸受について説明する。比較例1の深溝玉軸受は、非接触形シールが備えるリップの個数が1個である点と、内輪，外輪，及び非接触形シールに上記のような表面処理を全く施していない点と、非接触形シールがブリーザー構造を備えていない点とを除いて、実施例1の深溝玉軸受と同様である。また、比較例2の深溝玉軸受は、非接触形シールが備えるリップの個数が1個である点と、非接触形シールがブリーザー構造を備えていない点とを除いて、実施例1の深溝玉軸受と同様である。さらに、比較例3の深溝玉軸受は、非接触形シールが備えるリップの個数が1個である点を除いて、実施例1の深溝玉軸受と同様である。

【0070】

次に、実施例1及び比較例1～3の深溝玉軸受に対して、粉塵環境下で回転させる粉塵耐久試験を行った。この際の試験条件は、電装品に使用される転がり軸受の使用条件よりも大幅に厳しい条件、具体的には、回転速度10000 min⁻¹、温度30、粉塵量1.5 mg / cm³として、加速試験を行った。そして、深溝玉軸受を20時間回転させた後に、軸受内部への粉塵の侵入の有無を確認するとともに、軸受内部から軸受外部へ漏洩したポリオールエステル油の質量を測定し、漏洩率（ポリオールエステル油の漏洩量 / 封入量）を算出した。

【0071】

【表1】

	リップの個数	撥水撥油処理	貫通孔	粉塵の侵入	漏洩率 (質量%)
実施例1	2	あり	あり	なし	0.00
比較例1	1	なし	なし	あり	98.3
比較例2	1	あり	なし	あり	13.5
比較例3	1	あり	あり	あり	0.01

【0072】

実施例1と比較例1～3との比較から、リップの個数が2個である場合は、1個の場合と比べて、粉塵の侵入が効果的に防止されることが分かる。また、実施例1と比較例1との比較から、撥水撥油処理によって潤滑剤の漏洩が効果的に防止されることが分かる。さらに、実施例1と比較例2との比較から、ブリーザー構造で内圧の上昇を抑制することによって、潤滑剤の漏洩が抑制されることが分かる。

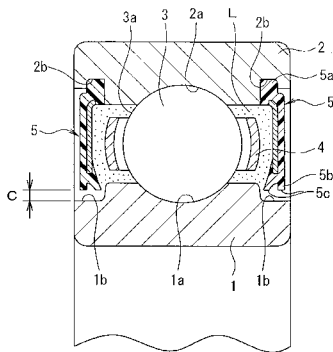
以上のような結果から、実施例1の深溝玉軸受は、電装品用の転がり軸受として好適であることが分かる。

【符号の説明】

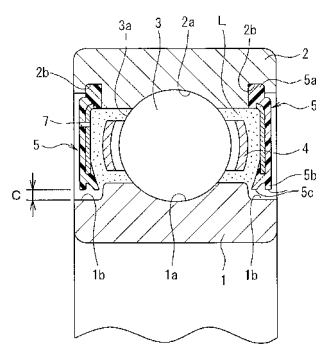
【0073】

- 1 内輪
- 1 a 軌道面
- 1 b 対向面
- 2 外輪
- 2 a 軌道面
- 2 b 溝
- 3 転動体
- 5 密封装置
- 5 a 外端部
- 5 b 内端部
- 5 c リップ
- 7 貫通孔
- 10 軸受部品
- 20 金属氧化物層
- 30 撥水撥油層
- C 隙間
- L 潤滑剤

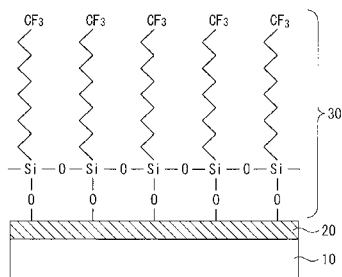
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
C 0 9 K 3/18 1 0 1

(72)発明者 森 加奈子
神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

(72)発明者 横内 敦
神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

(72)発明者 八谷 耕一
神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J016 AA01 BB02 BB04 CA01 CA02 CA03
3J701 AA02 AA12 AA32 AA42 AA52 AA53 AA62 BA53 BA54 BA56
BA73 DA05 EA78 EA80 FA13
4H020 AA01 AA03