

(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2013-133853

(P2013-133853A)

(43) 公開日 平成25年7月8日(2013.7.8)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| F 1 6 C 33/78 (2006.01) | F 1 6 C 33/78 | D 3 J 0 1 6 |
| F 1 6 C 33/58 (2006.01) | F 1 6 C 33/58 | 3 J 7 0 1 |
| F 1 6 C 33/66 (2006.01) | F 1 6 C 33/66 | A |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|-------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-283794 (P2011-283794) | (71) 出願人 | 000114215 ミネベア株式会社 |
| (22) 出願日 | 平成23年12月26日 (2011.12.26) | | 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73 |
| | | (74) 代理人 | 100068618 弁理士 粵 経夫 |
| | | (74) 代理人 | 100104145 弁理士 宮崎 嘉夫 |
| | | (74) 代理人 | 100109690 弁理士 小野塚 薫 |
| | | (74) 代理人 | 100135035 弁理士 田上 明夫 |
| | | (74) 代理人 | 100131266 弁理士 ▲高▼ 昌宏 |

最終頁に続く

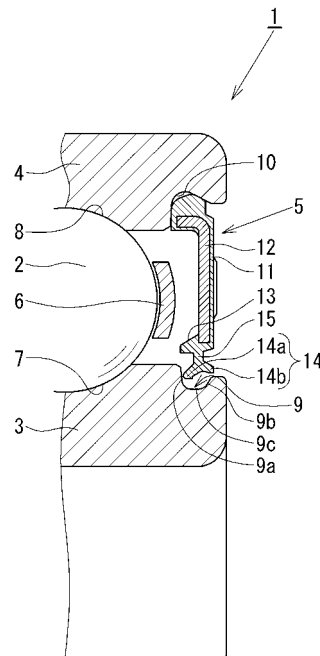
(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】 シール部材の振動を減少させて、シール鳴き音の発生を防止することで長寿命な転がり軸受を提供する。

【解決手段】 本発明の転がり軸受 1 は、シール部材 5 が内輪 3 または外輪 4 の一方に装着され、かつ、予圧を付与しない状態では内輪 3 または外輪 4 の他方に形成されたシール接触溝 9 に接触せず、予圧を付与した状態では軸方向からシール接触溝 9 に接触するシール部材 5 を少なくとも一方の端面側に備え、内輪 3 または外輪 4 の他方に接触して、内輪 3 と外輪 4 との間の軸受空間を密封している。また、シール部材 5 と接触するシール接触溝 9 の表面粗さを $Ra = 0.6 \mu m$ にすることで、シール部材 5 自体の振動を抑えることができると共に、シール鳴き音を防止することができ、更に、シール部材 5 の摩耗を抑えて転がり軸受 1 を長寿命にすることができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予圧を付与した状態で使用される転がり軸受において、

前記外輪または前記内輪の一方に装着され、かつ、予圧を付与しない状態では、前記外輪または前記内輪の他方に形成されたシール接触溝に対してシール部材が接触せず、予圧を付与した状態では、前記外輪または前記内輪の他方に形成された前記シール接触溝に対して軸方向から接触する前記シール部材を少なくとも一方の端面側に備えており、

前記シール部材が接触する前記シール接触溝の接触面の中心線平均粗さが $Ra = 0.6 \mu m$ であることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 2】

10

前記シール部材は、芯金を弾性部材で覆った略環状体であり、前記シール接触溝側の前記芯金の周縁部から軸方向内側に突出する弾性体の周壁部と、軸方向内側に突出して前記シール接触溝に軸方向から接触可能な第 1 リップと、軸方向外側に突出して前記シール接触溝に非接触な第 2 リップとから形成されるリップ部を備え、前記周壁部と前記リップ部は、前記周壁部及び前記リップ部より厚さが小であるくびれ部を介して互いに連結され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】

モータの軸部材を支持するための前記転がり軸受であって、予圧を付与しない状態では前記シール接触溝に接触せず、予圧を付与した状態では軸方向から前記シール接触溝に接触する前記シール部材が少なくともモータ外方を臨む端面側に取付けられていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の転がり軸受

20

【請求項 4】

少なくとも前記接触面が固体潤滑皮膜に覆われていることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか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ものであり、特に、外輪または内輪の一方に装着されると共に、外輪または内輪の他方に接触するように構成された密封型のシール部材を備えた転がり軸受に関する。

30

【背景技術】

【0002】

一般に、モータの回転軸は、予圧を付与された一对の転がり軸受によって相対回転自在に支持されることが多い。このような転がり軸受の内輪と外輪との間の軸受空間内に、グリースや潤滑油などを封入するために、及び/または、異物の侵入を防止するために、転がり軸受の内輪と外輪との間にシール部材を装着した密封型の転がり軸受が存在する。また、転がり軸受のシール部材には、外輪の内周面または内輪の外周面に設けたシール溝にシール部材を接触させるものが存在する。このような転がり軸受として、例えば、特許文献 1 には、接触型の密封装置（接触シール）のリップを内輪の外周面に形成したシール溝に摺接させた転がり軸受が開示されている。

40

【0003】

しかしながら、上述したような転がり軸受では、接触シール（シール部材）のリップと接触するシール溝の接触面との間に滑りが生じる。そのため、転がり軸受の使用条件によっては、両者の摺接部分でいわゆるスティックスリップが生じ、転がり軸受の回転中に、シール部材自身が振動して、その振動が音に変わり、耳障りなシール鳴き音が発生する。特に、より静粛性が要求される送風機用の転がり軸受、例えば、ミニチュアボールベアリングについてはこのような異音を抑制することが望まれている。

【0004】

そこで、このような欠点を解消するために、例えば、上記特許文献 1 には、接触シールのリップをラジアル方向からシール溝に接触させると共に、リップの一部でかつ内輪との

50

摺接部よりも外輪側にラジアル方向に向けて延びる垂直部を設け、かつシール溝の面粗さを1S～6Sに設定することにより、スティックスリップを回避し、接触シールの振動とシール鳴き音の発生を防止することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3358879号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

しかしながら、上記特許文献1の転がり軸受では依然として以下のような改善すべき課題が存在する。すなわち、送風機用の転がり軸受は高速で回転するので、シール接触溝の面粗さを従来よりも大きくしてラジアル方向からリップがシール接触溝に摺接するようにした転がり軸受では、リップの摩耗が早く進んで転がり軸受の寿命が短くなってしまいう虞がある。

【0007】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、シール部材と接触する外輪または内輪のシール接触面の中心線平均粗さを小さくすると共に、シール接触溝との間の接触力（シール部材がシール接触溝を押付ける力）を小さくすることで、シール部材の摩耗が抑えられ、更に、シール部材の振動を減少させて、シール鳴き音の発生が効果的に防止されるので長寿命かつ静粛性に優れた転がり軸受を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

（発明の態様）

以下の発明の態様は、本発明の態様を例示するものであり、本発明の多様な構成要素の理解を容易にするために、項分けして説明するものである。以下の各項は、本発明の技術的範囲を限定するものではなく、本発明を実施する最良の形態を参酌しつつ、各項の構成要素の一部を置換し、削除し、または、さらに他の構成要素を付加した態様についても、本発明の一態様になり得るものである。

【0009】

30

（1）予圧を付与した状態で使用される転がり軸受において、

前記外輪または前記内輪の一方に装着され、かつ、予圧を付与しない状態では、前記外輪または前記内輪の他方に形成されたシール接触溝に対してシール部材が接触せず、予圧を付与した状態では、前記外輪または前記内輪の他方に形成された前記シール接触溝に対して軸方向から接触する前記シール部材を少なくとも一方の端面側に備えており、

前記シール部材が接触する前記シール接触溝の接触面の中心線平均粗さが $R_a = 0.6 \mu m$ であることを特徴とする転がり軸受（請求項1）。

【0010】

（1）項の転がり軸受では、シール部材が接触する外輪または内輪のシール接触溝の接触面の中心線平均粗さ（表面粗さ）を、切削加工において刃物管理を適切に行うことにより、 $R_a = 0.6 \mu m$ に設定する。一般に、高い静粛性が要求されていない転がり軸受では、成形時のシール接触溝の接触面の中心線平均粗さが、 $R_a > 0.6 \mu m$ となってしまうが、（1）項のように、シール接触溝の接触面の中心線平均粗さを所定値以下（ $R_a = 0.6 \mu m$ ）に設定すると共に、転がり軸受に予圧を付与しない状態ではシール接触溝に非接触で、予圧を付与した状態では軸方向からシール接触溝に接触することによって、シール部材がシール接触溝に押付けられる力を最小限にし摩擦力を抑えることで、このシール構造と中心線平均粗さを所定値以下に設定したことが相まってシール部材の振動を減少させシール鳴き音を防止し、更に、シール部材の摩耗も抑え長寿命にすることができる。

40

【0011】

（2）前記シール部材は、芯金を弾性部材で覆った略環状体であり、前記シール接触溝側

50

の前記芯金の周縁部から軸方向内側に突出する弾性体の周壁部と、軸方向内側に突出して前記シール接触溝に軸方向から接触可能な第1リップと、軸方向外側に突出して前記シール接触溝に非接触な第2リップとから形成されるリップ部を備え、前記周壁部と前記リップ部は、前記周壁部と前記リップ部より厚さが小であるくびれ部を介して互いに連結されることを特徴とする(1)に記載の転がり軸受(請求項2)。

【0012】

(2)項の転がり軸受では、周壁部とリップ部を相互に連結させるために、周壁部とリップ部よりも厚さが小であるくびれ部を備えており、このくびれ部は、シール部材とシール接触溝の溝内側面の接触力を和らげる形状にした。しかし、シール接触溝の溝内側面に接触するリップ部が変形しすぎると接触部分がベタ当たりとなり、転がり軸受の回転トルクが上昇する可能性がある。そこで、軸方向内側に突出する第1リップと軸方向外側に突出する第2リップでリップ部を構成することにより、接触部付近の弾性部材の体積を増して、第1リップが軸方向に押付けられたても変形しすぎないようにすることができる。このように、シール部材のリップ部に適度な剛性を持たせた形状にすることで、シール部材自体の振動を減少させることができ、シール鳴き音を防止すると共に、シール部材の摩耗を抑えて転がり軸受を長寿命にすることができる。

10

【0013】

(3)モータの軸部材を支持するための前記転がり軸受であって、予圧を付与しない状態では前記シール接触溝に接触せず、予圧を付与した状態では軸方向から前記シール接触溝に接触する前記シール部材が少なくともモータ外方を臨む端面側に取付けられていることを特徴とする(1)または(2)に記載の転がり軸受(請求項3)。

20

【0014】

(3)項の転がり軸受では、モータの軸部材を支持するために予圧を付与してモータに取付けた際に、予圧を付与しない状態ではシール接触溝の溝内側面に接触せず、予圧を付与した状態では、軸方向からシール接触溝に接触するシール部材が少なくともモータ外方を臨む端面側に取付けることで、転がり軸受内部へ外部からの異物の侵入や転がり軸受内部の潤滑剤が外方へ漏出するのを防ぐと共に、シール接触溝の溝内側面に接触するシール部材の振動を減少させて、シール鳴き音を防止することができる。

【0015】

(4)少なくとも前記接触面が固体潤滑皮膜に覆われていることを特徴とする(1)~(3)のいずれかに記載の転がり軸受。(請求項4)。

30

【0016】

(4)項の転がり軸受では、シール接触溝の接触面を研削で仕上げることが困難であるが、固体潤滑皮膜でシール接触溝の接触面を覆うことで摩擦係数を下げると共に、表面粗さを小さくすることができるので、摩耗を少なくし、シール部材自体の振動を好適に防ぐことができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の転がり軸受によれば、シール部材と接触する外輪または内輪のシール接触面の中心線平均粗さ(表面粗さ)を小さくすると共に、シール部材とシール接触溝との間の接触力(シール部材がシール接触溝を押付ける力)を小さくすることで、シール部材の摩耗が抑えられ、更に、シール部材の振動を減少させて、シール鳴き音の発生が効果的に防止されるので長寿命かつ静粛性に優れた転がり軸受を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係る転がり軸受の一端部の断面図である。

【図2】図1に示す転がり軸受のリップ部とシール接触溝の部分拡大図である。

【図3】転がり軸受の内輪の加工工程を示す図である。

【図4】本発明に係る転がり軸受の内輪の加工を行った実施例と比較例の比較試験を評価した図表である。

50

【図5】 転がり軸受のシール接触溝の壁表面の様子を示す図である。

【図6】 図5に示す転がり軸受のシール接触溝の壁表面がむしれた状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態に係る転がり軸受の構成を図1及び図2に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る転がり軸受の一端部の断面図を示し、図2は、図1に示す転がり軸受のリップ部とシール接触溝の部分拡大図を示している。図1に示すように、本実施形態の転がり軸受1は、モータの軸部材を支持するものであって、内輪3、外輪4、内輪3と外輪4との間に介在させる転動体であるボール（鋼球）2、シール部材5及び保持器6から構成されている。以下、転がり軸受1を構成する各構成部材について説明する。なお、ここでは、転がり軸受1は一端側のみ図示されているが、他端側も一端側と同様の構造にしてもよい。

10

【0020】

内輪3には、その外周面の中央に内輪軌道面7が形成されると共に、この内輪軌道面7に段差を介してシール接触溝9が形成されている。シール接触溝9は、軸方向と略直角な溝内側面9a及び溝外側面9bと、軸方向と略平行な溝底面9cとから構成される。後述するように、溝内側面9aは、シール部材5と接触する接触面である。また、外輪4には、その内周面の中央に外輪軌道面8が内輪軌道面7と対向するように形成されると共に、外輪軌道面8に位置して、シール部材5の外径側に形成した固定部が嵌合されるシール固定溝10が形成されている。更に、内輪3の内輪軌道面7と外輪4の外輪軌道面8との間には、複数のボール2が、保持器6により所定の間隔に保持された状態で装填されている。

20

【0021】

シール部材5は、弾性部材11に芯金12をインサートして形成した複合体からなる環状の部材であり、このシール部材5の外径側には、外輪4のシール固定溝10に嵌合する固定部と、シール部材5の内径側には、図2で示すように、内径側のシール部材5の内側周縁部から軸方向内側に突出する弾性体の周壁部13と、軸方向内側に突出する第1リップ14a及び軸方向外側に突出する第2リップ14bとから構成されるリップ部14が形成されている。

30

【0022】

第1リップ14aは、転がり軸受1に予圧を付与しない状態ではシール接触溝9に非接触であり、予圧を付与した状態では軸方向からシール接触溝9の溝内側面9aに接触するようになっている。また、転がり軸受1に予圧を付与しない状態では、シール接触溝9の溝内側面9aと第1リップ14aとの間に形成される隙間A（図2参照）を転がり軸受1のアキシャル内部隙間の半分以下となるように設定している。なお、アキシャル内部隙間とは、内輪3を固定して外輪4に測定荷重を掛けて交互に軸方向に移動させたときの移動量である。これにより、第1リップ14aとシール接触溝9との間の接触力（押付ける力）を必要最小限に抑えることができる。

【0023】

40

第2リップ14bは、常にシール接触溝9に非接触であるが、接触部付近の弾性部材11の体積を増やして、第1リップ14aが軸方向に押付けられても変形が大きくなりすぎないようにする役割を果たしている。より詳しくいうと、図2において、第1リップ14aは、内輪3に向かって斜め下方向に突出しているため、溝内側面9aに軸方向右側から押付けられたときに半時計回りに変形しようとする。しかし、転がり軸受1の外側及び内輪3に向かって斜め下方向に突出しているため半時計回りに変形しにくい。そのため、第1リップ14aの半時計回りの過度な変形が抑制される。一方、第2リップ14bが外輪4に向かって斜め上方に突出していると、第1リップ14aと同様に第2リップ14bの半時計回りの変形が容易になり、第1リップ14aの過度な変形を抑制する作用が弱くなる。したがって、第1リップ14aと第2リップ14bは、同じ軌道輪（図2においては

50

内輪 3) に向かって突出しているのが望ましい。また、周壁部 13 とリップ部 14 は、周壁部 13 とリップ部 14 の両方よりも厚さが小さいくびれ部 15 を介して互い連結されている。くびれ部 15 は、第 1 リップ 14 a とシール接触溝 9 の間の接触力を和らげる役割を果たしている。

【0024】

そして、このシール部材 5 を転がり軸受 1 に装着することにより、シール部材 5 と、内輪 3、外輪 4 及び複数のボール 2 との間に密封された軸受空間が形成され、この軸受空間内に潤滑用のグリース（潤滑剤）が封入される。このようにして、シール部材 5 は、内輪 3 と外輪 4 との間の軸受空間をシールして、転がり軸受 1 の外部からの異物の侵入を阻止すると共に、転がり軸受 1 の内部からのグリースやオイルの漏れを防止する。

10

【0025】

次に、本発明の実施形態に係る転がり軸受 1 の内輪 3 の加工工程について説明する。

図 3 は、転がり軸受の内輪の加工工程を示している。図 3 に示すように、転がり軸受 1 の内輪 3 の加工工程は、内輪 3 用の軌道輪部材を切削して、内輪 3 の外形を成形する切削工程 (a) と、切削工程 (a) で得られた内輪 3 の素材を熱処理し、機械的性質を向上させる熱処理工程 (b) と、熱処理工程 (b) で得られた内輪 3 の素材の内輪軌道面 7 と両端面 16, 16 と内径を研削する研削工程 (c) と、研削工程 (c) で得られた内輪 3 の素材の内輪軌道面 7 を仕上げ加工する超仕上げ工程 (d) とを含んでいる。以下各工程を順番に説明する。なお、切削工程 (a) と、研削工程 (c) と、超仕上げ工程 (d) において太線で表示した箇所は、加工を行う箇所を示している。

20

【0026】

また、本明細書中において、被加工面の表面の状態を示すものとして、中心線平均粗さ R_a を使用して説明する。明細書中において、単に「表面粗さ」と説明されている場合には、「表面粗さ」は、この中心線平均粗さ R_a を意味するものとする。

【0027】

まず、切削工程 (a) では、内輪 3 の軌道輪製造用の軌道輪部材を用意して、この軌道輪部材を切削して、内輪 3 の外形を成形する。この切削工程 (a) では、切削加工で形成された内輪 3 のシール接触溝 9, 9 の表面粗さは $R_a = 0.6 \mu\text{m}$ になるように切削を行った。この切削工程 (a) で刃物管理を適切に行いながら切削加工を行った結果、表面粗さが $R_a = 0.6 \mu\text{m}$ の内輪 3 のシール接触溝 9, 9 を備えた内輪 3 の素材が得られた。このうち、シール接触溝 9, 9 の溝内側面 9a, 9a、溝外側面 9b, 9b、溝底面 9c, 9c における表面粗さは、 $R_a = 0.05 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の範囲であった。なお、内輪 3 用の軌道輪部材として、高炭素クロム軸受鋼の SUJ2 を用いた。

30

【0028】

次に、熱処理工程 (b) では、切削工程 (a) で得られた内輪 3 の素材の機械的特性、すなわち、所定の素材の硬さを得るために焼入れ焼戻しの熱処理を行う。この熱処理工程 (b) では、内輪 3 の素材の焼入れ後焼戻し処理を行うことで、内輪 3 の素材の硬度を上げることができ、その結果、内輪 3 の素材の硬さが HRC57 以上となった。

【0029】

研削工程 (c) では、熱処理工程 (b) で焼入れ焼戻し処理を行った内輪 3 の素材の内輪軌道面 7 及び両端面 16, 16 を研削して、切削工程 (a) で得られた内輪 3 の素材の表面粗さより小さい表面粗さに研削する。内輪 3 の素材の内輪軌道面 7、両端面 16, 16 及び内径を研削した結果、内輪軌道面 7 及び両端面 16, 16 と内径は共に表面粗さが $0.03 \mu\text{m} < R_a = 0.06 \mu\text{m}$ となった。内輪 3 のシール接触溝 9, 9 に対しては、研削加工を行わなかった。そのため、内輪 3 のシール接触溝 9, 9 の溝内側面 9a, 9a、溝外側面 9b, 9b、溝底面 9c, 9c における表面粗さは、 $R_a = 0.05 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の範囲のままであった。

40

【0030】

次に、超仕上げ工程 (d) では、研削工程 (c) で研削された内輪 3 の素材の内輪軌道面 7 を超仕上げ加工して、研削工程 (c) で得られた内輪 3 の素材の表面粗さよりもさら

50

に小さい表面粗さに超仕上げ加工する。内輪3の素材の内輪軌道面7を超仕上げ加工した結果、内輪軌道面7の表面粗さは $R_a = 0.03 \mu\text{m}$ となった。内輪3のシール接触溝9, 9、両端面16, 16及び内径に対しては超仕上げ加工を行わない。そのため、シール接触溝9, 9の溝内側面9a, 9a、溝外側面9b, 9b、溝底面9c, 9cにおける表面粗さは、 $R_a = 0.05 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の範囲のままであり、また、両端面16, 16及び内径の表面粗さは $0.03 \mu\text{m} < R_a = 0.06 \mu\text{m}$ のままであった。

【0031】

上述したように、切削工程(a)、熱処理工程(b)、研削工程(c)及び超仕上げ工程(d)を順次終了した本発明の実施形態に係る内輪3の各部の表面粗さは次のように設定された。

内輪軌道面7の表面粗さは $R_a = 0.03 \mu\text{m}$ 、シール接触溝9, 9の溝内側面9a, 9a、溝外側面9b, 9b、溝底面9c, 9cにおける表面粗さは $R_a = 0.05 \sim 0.6 \mu\text{m}$ 、両端面16, 16及び内径の表面粗さは $0.03 \mu\text{m} < R_a = 0.06 \mu\text{m}$ となった。

【0032】

次に、本実施形態の転がり軸受1の内輪3の加工を行って得られた実施例1~12と内輪3のシール溝9, 9の表面粗さが $R_a > 0.6 \mu\text{m}$ である比較例1~5とで比較試験の評価について図4を参照して説明する。

図4は、実施例1~12と比較例1~5のシール鳴き音及び面の不連続部の有無の評価結果を示している。図4に示すように、評価対象とした実施例1~12のシール接触溝9の表面粗さ R_a は、実施例1が $R_a = 0.05 \mu\text{m}$ 、実施例2が $R_a = 0.08 \mu\text{m}$ 、実施例3が $R_a = 0.09 \mu\text{m}$ 、実施例4が $R_a = 0.14 \mu\text{m}$ 、実施例5が $R_a = 0.16 \mu\text{m}$ 、実施例6が $R_a = 0.18 \mu\text{m}$ 、実施例7が $R_a = 0.20 \mu\text{m}$ 、実施例8が $R_a = 0.23 \mu\text{m}$ 、実施例9が $R_a = 0.28 \mu\text{m}$ 、実施例10が $R_a = 0.39 \mu\text{m}$ 、実施例11が $R_a = 0.45 \mu\text{m}$ 、実施例12が $R_a = 0.58 \mu\text{m}$ であった。

【0033】

評価対象とした比較例1~5のシール接触溝9の表面粗さ R_a は、比較例1が $R_a = 0.17 \mu\text{m}$ 、比較例2が $R_a = 0.25 \mu\text{m}$ 、比較例3が $R_a = 0.54 \mu\text{m}$ 、比較例4が $R_a = 0.67 \mu\text{m}$ 、比較例5が $R_a = 0.70 \mu\text{m}$ であった。これらの実施例1~12と比較例1~5について、シール鳴き音及び面の不連続部の有無の評価を行った。

【0034】

なお、図4での(注1)は、転がり軸受1のシール接触溝9表面を実体顕微鏡の倍率 $\times 20$ にて観察したときのむしれ面などの不連続部の有無の確認結果である。また、(注2)は、転がり軸受1のシール接触溝9表面に不連続部があるとき、不連続部を含んだ実際の表面粗さ測定は困難であるため不連続部のない箇所の表面粗さを測定した参考値である。

【0035】

また、比較試験を行った転がり軸受(JIS 608ZZ)の概略寸法は、外径22mm、内径8mm、内部アキシャル隙間0.10mmである。また、予圧を付与しない状態におけるシール接触溝9の溝内側面9aと第1リップ14aとの間の隙間Aは0.04mmである。また、予圧を付与した状態において第1リップ14aがシール接触溝9の溝内側面9aに押圧される力は0.4N以下である。

【0036】

比較試験は、同様の転がり軸受2個を換気扇用のDCブラシレスモータの軸に予圧を加えて組み込み、転がり軸受の内輪を回転数 $n = 1800 \text{rpm}$ で回転させる。そして、聴感によってDCブラシレスモータから約30cm離れた位置でシール鳴き音が確認できるかの有無を評価した。更に、試験室内は、人間が気にならない騒音レベル(約45dB以下)に保って試験を行った。

【0037】

実施例1~12と比較例1~5の比較試験の結果、シール部材5がシール接触溝9の溝

10

20

30

40

50

内側面 9 a に接触する表面粗さが $R_a = 0.05 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の範囲にある実施例 1 ~ 12 では、シール鳴き音は発生せず、むしろ面 (図 5 の丸内参照) などが無かった。一方、比較例 1 ~ 3 では、むしろ面 (図 6 の丸内参照) などの不連続部がある転がり軸受は、転がり軸受 1 回転時にシール部材 5 のリップ部 1 1 が溝内側面 9 a のむしろ面などの不連続部を摺接して振動するので実質的な表面粗さは小さいとはいえず、表面粗さの参考値が小さくてもシール鳴き音が発生する。更に、比較例 4 及び 5 では、むしろ面などの不連続部が無くてもシール部材 5 がシール接触溝 9 に接触する溝内側面 9 a の表面粗さが $R_a > 0.6 \mu\text{m}$ であるため、比較例 1 ~ 3 と同様にシール鳴き音が発生する。

【0038】

この結果、シール部材 5 と接触する内輪 3 のシール接触溝 9 の溝内側面 9 a における表面粗さが $R_a = 0.6 \mu\text{m}$ の範囲、好適には、 $R_a = 0.05 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の範囲にあって不連続部が無い転がり軸受 1 については、転がり軸受 1 の動作時のシール部材 5 の摩耗及び振動を減少させることができると共に、シール鳴き音を防止することができた。

10

【0039】

以上、本発明の実施形態について、転動体がボールである玉軸受を例として説明したが、本発明は玉軸受に限定されるものではなく、ころ軸受など、他の転がり軸受にも適用することができる。

更に、上記実施形態の形状のようなシール接触溝 9 , 9 の接触面を研削で仕上げることは難しいが、固体潤滑皮膜で覆って摩擦係数を下げるとともに表面粗さを小さくすることもできる。このような固体潤滑皮膜としては、例えば、DLC 皮膜を使用することができる。DLC 皮膜は、硬度が高く、無潤滑下において著しく低い摩擦係数を示すので、磨耗が少なく、シール部材 5 のリップ部 1 4 の先端の振動を好適に抑えることができる。

20

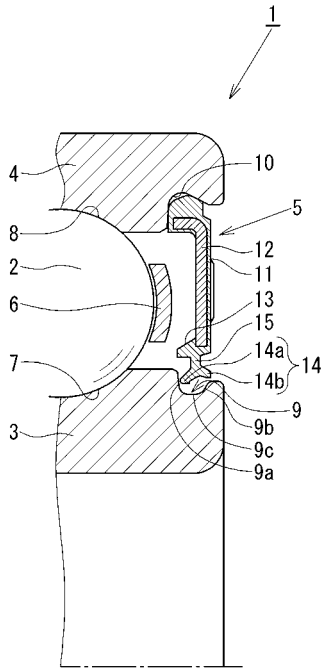
以上、本発明の実施形態について、転がり軸受 1 の内輪 3 のシール接触溝 9 の表面粗さ R_a を所定の値に設定して、転がり軸受 1 の動作時のシール部材 5 の摩耗と振動を減少させると共にシール鳴きを防止する実施形態について説明したが、本発明は、転がり軸受の外輪に対しても同様に適用することができる。

【符号の説明】

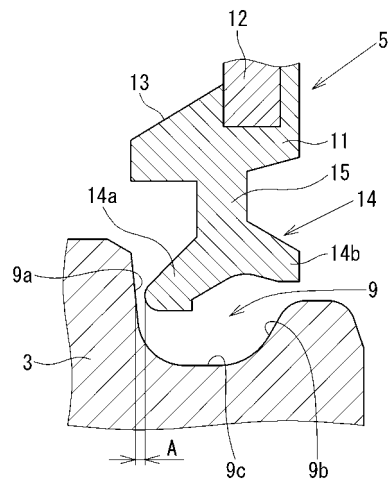
【0040】

1 ... 転がり軸受、 3 ... 内輪、 4 ... 外輪、 5 ... シール部材、 9 ... シール接触溝

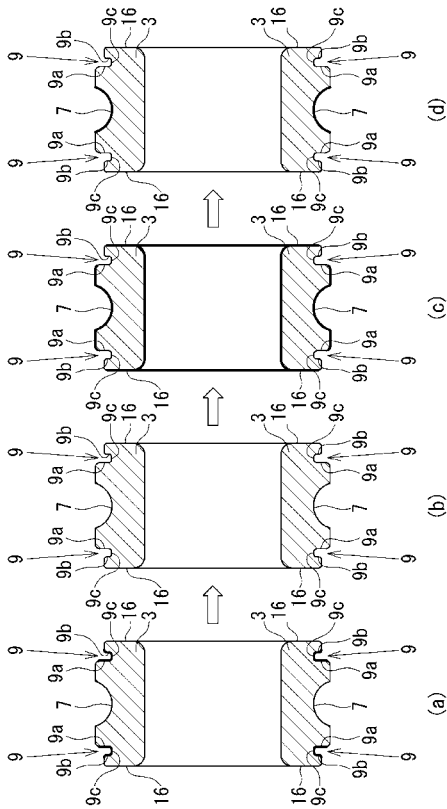
【 図 1 】



【 図 2 】



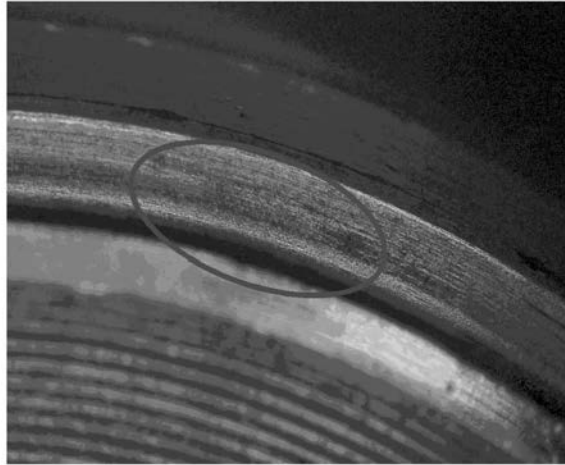
【 図 3 】



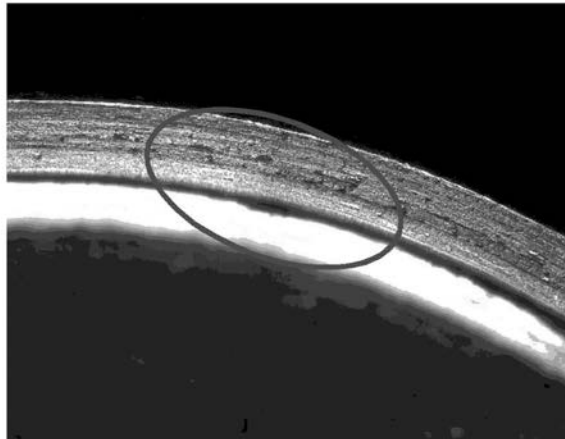
【 図 4 】

| | シール鳴き音 | シール接触溝 表面粗さR _a (μm) | 面の不連続部の有無 (注1) |
|--------|--------|--------------------------------------|-------------------|
| 実施例 1 | 無し | 0.05 | 無し |
| 実施例 2 | 無し | 0.08 | 無し |
| 実施例 3 | 無し | 0.09 | 無し |
| 実施例 4 | 無し | 0.14 | 無し |
| 実施例 5 | 無し | 0.16 | 無し |
| 実施例 6 | 無し | 0.18 | 無し |
| 実施例 7 | 無し | 0.20 | 無し |
| 実施例 8 | 無し | 0.23 | 無し |
| 実施例 9 | 無し | 0.28 | 無し |
| 実施例 10 | 無し | 0.39 | 無し |
| 実施例 11 | 無し | 0.45 | 無し |
| 実施例 12 | 無し | 0.58 | 無し |
| 比較例 1 | 有り | 0.17 | 有り(注2) |
| 比較例 2 | 有り | 0.25 | 有り(注2) |
| 比較例 3 | 有り | 0.54 | 有り(注2) |
| 比較例 4 | 有り | 0.67 | 無し |
| 比較例 5 | 有り | 0.70 | 無し |

【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 卓也

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベア株式会社内

(72)発明者 小宮山 宏

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベア株式会社内

Fターム(参考) 3J016 AA01 BB03 CA02

3J701 AA02 AA12 AA32 AA42 AA62 BA53 BA56 BA69 BA73 CA40

DA05 DA12 EA03 EA78 FA01 FA31 GA24 XB31