





---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称：**流体動圧軸受装置及びこれを備えるモータ

### 技術分野

[0001] 本発明は、流体動圧軸受装置及びこれを備えるモータに関する。

### 背景技術

[0002] 周知のように、流体動圧軸受装置は、高速回転、高回転精度および低騒音等の特長を有する。このため、流体動圧軸受装置は、情報機器をはじめとする種々の電気機器に搭載されるモータ用の軸受装置として、具体的には、HDD等のディスク駆動装置に組み込まれるスピンドルモータ用、PC等に組み込まれるファンモータ用、あるいはレーザビームプリンタ（LBP）に組み込まれるポリゴンスキャナモータ用の軸受装置などとして好適に使用されている。

[0003] 流体動圧軸受装置は、回転側の部材をラジアル方向に支持するラジアル軸受部と、回転側の部材をスラスト方向に支持するスラスト軸受部とを備えており、近年では上記特長を有効に享受するために、ラジアル軸受部及びスラスト軸受部の双方を動圧軸受で構成する場合が多い。この種の流体動圧軸受装置としては、種々のものが提案されているが、例えば特許文献1の図2には、回転側を構成する焼結金属製の軸受部材と、軸受部材を内周に収容する静止側のハウジングとを備え、軸受部材の外周面とハウジングの内周面との間にラジアル軸受部のラジアル軸受隙間が形成される流体動圧軸受装置が開示されている。また、この流体動圧軸受装置では、軸受部材の一端面及び他端面でスラスト軸受部のスラスト軸受隙間がそれぞれ形成される。

[0004] 特許文献1の構成を採用すれば、軸部材の外周面とハウジングの内周に固定した軸受部材の内周面との間にラジアル軸受部のラジアル軸受隙間を形成するようにした構成（例えば、特許文献2）に比べ、ラジアル軸受部の支持面積拡大を図り得ることに加え、軸受部材の回転に伴って潤滑油に作用する遠心力によりラジアル軸受隙間を潤沢な潤滑油で満たすことが可能となる。

そのため、ラジアル軸受部の支持能力を高める上で、またラジアル軸受部の支持能力を安定的に維持する上で有利となる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-24089号公報

特許文献2：特開2003-336636号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、特許文献1に記載された流体動圧軸受装置のように、軸受部材の一端面及び他端面でそれぞれスラスト軸受隙間を形成するようにした場合、両スラスト軸受隙間での油膜切れを防止するため、ハウジングの内部空間を潤滑油で満たす必要がある。このことは、ハウジングの開口部をシールするシール隙間の範囲内に潤滑油の油面を保持するようにしている（特許文献1の段落0028参照）ことから明らかである。

[0007] しかしながら、上記構成を採用すると、軸受装置の組み立て後に、いわゆる真空含浸等の煩雑な手法を用いてハウジングの内部空間を潤滑油で満たし、かつ潤滑油の油面を精度良く管理する（潤滑油量を微調整する）必要がある。そのため、流体動圧軸受装置に対する更なる低コスト化の要請に対応することが難しい、という問題が指摘されている。

[0008] そこで、本発明は、低コストに製造可能でありながら、所望の軸受性能を発揮することができる流体動圧軸受装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] 上記の目的を達成するために創案された本発明は、多孔質材料で形成され、軸方向両側に端面を有する回転側の軸受部材と、軸方向一方側が閉塞された有底筒状をなし、軸受部材を内周に収容した静止側のハウジングと、軸受部材の軸方向他方側の端面と対向配置され、軸受部材の軸方向他方側を、シール空間を介して大気開放するシール部材と、軸受部材の外周面とハウジ

ングの内周面との間に形成されるラジアル軸受隙間と、軸受部材の軸方向一方側の端面とハウジングの内底面との間に形成されるスラスト軸受隙間とを備え、ラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間が潤滑油で満たされ、ラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間に形成される油膜で軸受部材がラジアル方向及びスラスト方向にそれぞれ支持される流体動圧軸受装置において、軸受部材の軸方向他方側の端面と、これに対向するシール部材の端面との間に、空気を含む軸方向隙間を介在させたことを特徴とする。

[0010] 本発明に係る流体動圧軸受装置（以下、単に「軸受装置」ともいう）では、上記のラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間が潤滑油で満たされた状況下において、軸受部材の軸方向他方側の端面と、これに対向するシール部材の端面との間に、空気を含む軸方向隙間を介在させた。これはすなわち、上記状況下において、軸方向隙間の範囲内に潤滑油の油面を保持可能としたことを意味し、この場合、ハウジングの内部空間に充填する潤滑油量を、ハウジングの内部空間の容積（両軸受隙間をはじめとして、二部材間に形成される隙間の容積の総和）よりも少なくすることができる。これにより、当該軸受装置の組み立て後に、例えばマイクロピペット等の給油具を用いてシール隙間からハウジングの内部空間に注油するという簡単な作業を実行するだけでも、ハウジングの内部空間に必要な量の潤滑油を介在させることができる。そのため、高精密な油面の調整・管理作業が不要となり、これを通じて軸受装置の製造コストを低廉化することができる。

[0011] 上記構成において、軸受部材に、軸受部材を軸方向一方側に押し付ける外力を作用させることができる。このようにすれば、軸受部材をスラスト両方向に支持することが可能となる。そのため、スラスト軸受隙間に形成される油膜によるスラスト一方向の荷重支持能力が過大となり、これに伴って、スラスト方向の支持精度が不安定化するような事態を可及的に回避することができる。また、スラスト他方向の荷重を、動圧軸受からなるスラスト軸受部で支持する特許文献1の構成では、当該スラスト軸受部のスラスト軸受隙間の隙間幅を高精度に調整・管理する必要があるが、上記本発明の構成ではこ

のような調整・管理作業が不要となる。よって、当該軸受装置の低コスト化を図りつつ、軸受性能を向上することができる。

[0012] 上記外力は、例えば磁力で与えることができる。この磁力は、例えば、静止側のハウジングを内周に保持する保持部材（モータベース）に設けられるステータコイルと、回転側の軸受部材に設けられるロータマグネットとを軸方向にずらして配置することによって与えることができる。この種の流体動圧軸受装置が組み込まれる各種モータは、通常、ロータマグネットとステータコイルとを必須の構成部材として備える。従って、上記構成を採用すれば、上記外力を特段のコスト増を招くことなく安価に付与することができる。

[0013] 上記構成において、軸受部材の回転時、軸方向隙間内の潤滑油をシール隙間から径方向に離反する方向に押し込む押し込み部をさらに有するものとすることができる。このようにすれば、軸受部材の回転中（軸受装置の運転中）におけるシール隙間を介しての潤滑油漏れ、ひいてはこれに起因した軸受性能の低下を可及的に防止することができる。

[0014] 押し込み部は、例えば、軸方向隙間を形成する対向二面の少なくとも一方に形成した複数の溝部で構成することができるが、多孔質材料で形成される軸受部材の良好な加工性に鑑み、軸受部材の軸方向他方側の端面に形成した複数の溝部で構成するのが望ましい。

[0015] 押し込み部を構成する各溝部の溝幅は、シール隙間から径方向に離反する方向に向けて漸減させるのが望ましい。毛細管力により、軸方向隙間内の潤滑油をシール隙間から径方向に離間した位置で保持し易くなるので、シール隙間を介しての潤滑油漏れを防止する上で有利となるからである。また、押し込み部を構成する各溝部は、溝底側に向けて溝幅を漸減させた断面形状に形成するのが望ましい。毛細管力により、軸方向隙間内の潤滑油を各溝部の溝底側（シール隙間から軸方向に離間した側）に引き込むことができるので、シール隙間を介しての潤滑油漏れを防止する上で一層有利となるからである。

[0016] 以上の構成において、シール隙間は、軸受部材を外周に固定した軸部材の

外周面と、ハウジングと一体又は別体に設けたシール部材の内周面との間に形成することができる。この場合、ラジアル軸受隙間を、シール隙間よりも外径側に形成することができる。そのため、押し込み部を複数の溝部で構成し、かつ各溝部の溝幅をシール隙間から径方向に離反する方向に向けて漸減させておけば、軸受部材の停止時及び回転時の双方において、軸方向隙間に介在する潤滑油をラジアル軸受隙間に引き込み易くなる。これにより、ラジアル軸受隙間を潤沢な潤滑油で満たし、ラジアル方向の回転精度の安定化を図ることができる。

[0017] 以上の構成において、ラジアル軸受隙間を介して対向するハウジングの内周面と軸受部材の外周面の何れか一方又は双方には、ラジアル軸受隙間内の潤滑油に動圧作用を発生させる動圧発生部（ラジアル動圧発生部）を設けることができる。

[0018] ラジアル動圧発生部は、軸受部材の回転時にラジアル軸受隙間内の潤滑油をスラスト軸受隙間側に押し込む形状とするのが好ましい。スラスト軸受隙間における油膜切れを可及的に防止し、スラスト一方向の回転精度の安定化を図ることができるからである。

[0019] 軸受部材には、軸受部材の両端面を連通させる連通路を設けることができる。このような連通路を設けておくことにより、軸受装置の運転中に、ハウジングの内部空間に介在する潤滑油を積極的に流動循環させること可能となるので、軸受装置内部の圧力バランスの崩れや、各軸受隙間における潤滑油不足に起因した軸受性能の低下を効果的に防止することができる。

[0020] 以上で示した本発明に係る流体動圧軸受装置は、以上で示した種々の特徴を有することから、例えばPC用のファンモータや、ディスク駆動装置用のスピンドルモータ等の各種モータに組み込んで好適に使用することができ、しかも各種モータの低コスト化に寄与することができる。

## 発明の効果

[0021] 以上より、本発明によれば、低コストに製造可能でありながら、所望の軸受性能を発揮することができる流体動圧軸受装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0022] [図1]ファンモータの一構成例を概念的に示す断面図である。
- [図2]本発明の第1実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。
- [図3]図2に示す軸受部材の下端面を示す平面図である。
- [図4]図2に示す軸受部材の上端面を示す平面図である。
- [図5a]図4中のX1-X1矢視断面図であり、軸受部材の上端面に設けた溝部の一例を示す図である。
- [図5b]軸受部材の上端面に設ける溝部の変形例を示す断面図である。
- [図5c]軸受部材の上端面に設ける溝部の変形例を示す断面図である。
- [図6]変形例に係る軸受部材の上端面を示す平面図である。
- [図7]本発明の第2実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。
- [図8]本発明の第3実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。

## 発明を実施するための形態

- [0023] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。
- [0024] 図1に、本発明に係る流体動圧軸受装置1が組み込まれたファンモータの一構成例を概念的に示す。同図に示すファンモータは、流体動圧軸受装置1と、モータの静止側を構成する保持部材としてのモータベース6と、モータベース6に取り付けられたステータコイル5と、羽根（図示省略）を有する回転部材としてのロータ3と、ロータ3に取り付けられ、ステータコイル5と半径方向のギャップを介して対向するロータマグネット4とを備える。流体動圧軸受装置1のハウジング7は、モータベース6の内周に固定され、ロータ3は、流体動圧軸受装置1の軸部材21の一端に固定されている。このように構成されたファンモータにおいて、ステータコイル5に通電すると、ステータコイル5とロータマグネット4との間の電磁力でロータマグネット4が回転し、これに伴って軸部材21、軸部材21に固定された羽根を有するロータ3及びロータ3に固定されたロータマグネット4等を備えた回転体2が回転する。
- [0025] なお、回転体2が回転すると、ロータ3に設けられた羽根の形態に応じて

図中上向き又は下向きに風が送られる。このため、回転体 2 の回転中にはこの送風作用の反力として、流体動圧軸受装置 1 の軸部材 2 1 及びその外周に固定した軸受部材 2 2 に図中下向き又は上向きの推力が作用する。ステータコイル 5 とロータマグネット 4 との間には、この推力を打ち消す方向の磁力（斥力）を作用させており、上記推力と磁力の大きさの差により生じたスラスト荷重が流体動圧軸受装置 1 のスラスト軸受部 T で支持される。上記推力を打ち消す方向の磁力は、例えば、ステータコイル 5 とロータマグネット 4 とを軸方向にずらして配置することにより発生させることができる（詳細な図示は省略）。また、回転体 2 の回転時には、流体動圧軸受装置 1 の軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 にラジアル荷重が作用する。このラジアル荷重は、流体動圧軸受装置 1 のラジアル軸受部 R で支持される。

[0026] 図 2 に、本発明の第 1 実施形態に係る流体動圧軸受装置 1 を示す。この流体動圧軸受装置 1 は、回転側を構成する軸部材 2 1 及びその外周に固定された軸受部材 2 2 と、軸方向一方側が閉塞された有底筒状をなし、軸受部材 2 2 及び軸部材 2 1 を内周に收容した静止側のハウジング 7 と、軸受部材 2 2 の軸方向他方側の端面と対向配置され、軸受部材 2 2 の軸方向他方側を、シール隙間 S を介して大気開放するシール部材 9 とを主要な構成部材として備えている。ハウジング 7 の内部空間には潤滑油 1 1 （密な散点ハッチングで示す）が充填されており、図 2 に示す状態では、少なくともラジアル軸受部 R のラジアル軸受隙間及びスラスト軸受部 T のスラスト軸受隙間が潤滑油 1 1 で満たされている。なお、以下では、説明の便宜上、シール部材 9 が配置された側を上側、その軸方向反対側を下側とする。

[0027] ハウジング 7 は、円筒状の筒部 7 a と、筒部 7 a の下端開口を閉塞する底部 7 b とを有する有底筒状をなし、ここでは筒部 7 a と底部 7 b が金属又は樹脂で一体に形成されている。筒部 7 a の内周面は、段部を介して大径内周面 7 a 1 と径内周面 7 a 2 とに区画され、大径内周面 7 a 1 にはシール部材 9 が固定される。小径内周面 7 a 2 は、軸部材 2 1 に固定された軸受部材 2 2 の外周面 2 2 a との間にラジアル軸受隙間を形成する円筒状領域を有し、

該円筒状領域は凹凸のない平滑面に形成されている。また、底部 7 b の内底面 7 b 1 は、軸受部材 2 2 の下端面 2 2 c との間にスラスト軸受隙間を形成する円環状領域を有し、該円環状領域は凹凸のない平滑面に形成されている。

[0028] シール部材 9 は金属又は樹脂で円環状に形成され、ハウジング 7 の大径内周面 7 a 1 に接着、圧入、圧入接着等の適宜の手段で固定される。シール部材 9 の内周面 9 a と、これに対向する軸部材 2 1 の外周面 2 1 a との間にはシール隙間（ラビリンスシール）S が形成され、軸受部材 2 2 の上側は、シール隙間 S を介して大気に開放されている。

[0029] 軸部材 2 1 は、ステンレス鋼等の金属材料で形成され、その外周面 2 1 a は平滑な円筒面に形成されている。軸部材 2 1 の上端外周に、羽根を有するロータ 3 が固定されている。

[0030] 軸受部材 2 2 は、多孔質体、ここでは銅（銅系合金を含む）あるいは鉄（鉄系合金を含む）の金属粉末を主成分とする焼結金属の多孔質体で円筒状に形成される。軸受部材 2 2 は、焼結金属以外の多孔質体、例えば多孔質樹脂で形成することも可能である。この軸受部材 2 2 は、下端面 2 2 c が軸部材 2 1 の下端面 2 1 b よりも軸方向外側（下側）に位置するようにして、軸部材 2 1 の外周面 2 1 a に圧入、接着、圧入接着（圧入と接着の併用）、溶接等の適宜の手段で固定されている。

[0031] 軸受部材 2 2 は、その両端面 2 2 b, 2 2 c を連通させる連通路 8 を一又は複数備えている。ここでは、図 3 及び図 4 に示すように、軸受部材 2 2 の内周面 2 2 d に形成した軸方向溝 2 2 d 1 と、平滑な円筒面状をなす軸部材 2 1 の外周面 2 1 a とで連通路 8 を形成している。もちろん、軸部材 2 1 の外周面 2 1 a に軸方向溝を設けることで連通路 8 を形成することもできる。

[0032] 軸受部材 2 2 の外周面 2 2 a には、対向するハウジング 7 の小径内周面 7 a 2 との間にラジアル軸受隙間を形成する円筒状のラジアル軸受面が設けられる。ラジアル軸受面には、ラジアル軸受隙間内の潤滑油 1 1 に動圧作用を発生させるための動圧発生部（ラジアル動圧発生部）A が形成されている。

ラジアル動圧発生部Aは、互いに反対方向に傾斜し、かつ軸方向に離間した複数の動圧溝A a 1, A b 1をヘリングボーン形状に配列して構成される。ラジアル動圧発生部Aにおいて、上側の動圧溝A a 1の軸方向寸法は、下側の動圧溝A b 1の軸方向寸法よりも大きくなっている。これにより、回転体2（軸部材2 1及び軸受部材2 2）の回転時、ラジアル軸受隙間に満たされた潤滑油1 1は、下向き（スラスト軸受部Tのスラスト軸受隙間側）に押し込まれる。

[0033] なお、ラジアル動圧発生部Aを構成する各動圧溝は、例えば、軸受部材2 2を成形するのと同時に（詳細には、金属粉末を圧粉・焼結してなる円筒状の軸受素材にサイジング加工を施すことで仕上がり寸法・形状の軸受部材2 2を成形するのと同時に）型成形することもできるし、焼結金属の良好な加工性に鑑み、外周面が平滑面に成形された軸受素材に転造等の塑性加工を施すことで形成することもできる。また、ラジアル動圧発生部A（動圧溝）の形成態様はこれに限定されるものではない。例えば、ラジアル動圧発生部Aは、スパイラル形状の動圧溝を円周方向に複数配列したものとしても良い。

[0034] 図3に示すように、軸受部材2 2の下端面2 2 cには、対向するハウジング7の内底面7 b 1との間にスラスト軸受部Tのスラスト軸受隙間を形成する環状のスラスト軸受面が設けられる。このスラスト軸受面には、軸部材2 1及び軸受部材2 2が回転するのに伴って、スラスト軸受隙間内の潤滑油1 1に動圧作用を発生させるためのスラスト動圧発生部Bが形成されている。スラスト動圧発生部Bは、スパイラル形状の動圧溝B aを周方向に所定間隔で複数設けて構成されており、軸部材2 1及び軸受部材2 2の回転時、スラスト軸受隙間内の潤滑油1 1を内径側に押し込むポンプイン機能を有する。スラスト動圧発生部Bは、ヘリングボーン形状の動圧溝を周方向に所定間隔で配置して構成することもできる。

[0035] 軸受部材2 2の上端面2 2 bと、これに対向するシール部材9の下端面9 bとの間には空気を含む軸方向隙間（環状空間）1 0が設けられる。流体動圧軸受装置1が図2に示す姿勢で配置された状態（シール隙間Sを鉛直方向

上側に配置した状態)では、少なくともラジアル軸受部R 1, R 2のラジアル軸受隙間及びスラスト軸受部Tのスラスト軸受隙間が潤滑油11で満たされ、ハウジング7の内部空間に充填した潤滑油11の油面が上記軸方向隙間10の範囲内に保持される。

[0036] 従って、この流体動圧軸受装置1では、ハウジング7の内部空間に充填される潤滑油11の量(体積)が、ハウジング7の内部空間の容積よりも少なくなっている。

[0037] 軸受部材22の上端面22bには、軸部材21及び軸受部材22の回転時、軸方向隙間10内の潤滑油11をシール隙間Sから径方向に離反する方向(本実施形態では径方向外向き)に押し込む押し込み部12が設けられる。押し込み部12は、図4に示すように、周方向所定間隔で配置された複数の溝部13で構成され、ここでは各溝部13を径方向に延びる放射溝で構成している。各溝部13は、その溝幅を外径側(シール隙間Sから径方向に離反する方向)に向けて漸減させた形態をなし、かつ、その溝幅を溝底側に向けて漸減させた断面形状を有する。なお、各溝部13の断面形状としては、例えば図5aに示す断面三角形状を採用し得る他、図5bに示す断面台形状、あるいは図5cに示す断面半円形状も採用し得る。

[0038] 各溝部13の外径端部及び内径端部は、軸受部材22の上端外周チャンファ22e及び上端内周チャンファ22fにそれぞれ開口しており、溝部13の溝深さは上端外周チャンファ22eの面取り量よりも小さく設定される。例えば、上端外周チャンファ22eの面取り量を0.2mmとした場合、溝部13の溝深さは0.15mm程度に設定される。このようにしたのは、溝部13の溝深さが上端外周チャンファ22eの面取り量よりも大きくなると、軸受部材22の外周面22aに形成したラジアル動圧発生部A(特に上側の動圧溝Aa1)の形状が崩れ、ラジアル軸受部Rの支持能力に悪影響が及ぶおそれがあるからである。

[0039] 軸受部材22の下端面22c及び上端面22bにそれぞれ設けられる動圧溝Ba及び溝部13は、軸受部材22を成形するのと同時に(詳細には、金

属粉末を圧粉・焼結してなる軸受素材にサイジング加工を施すことで仕上がり形状・寸法の軸受部材 2 2 を成形するのと同時に) 型成形することもできるし、焼結金属の良好な加工性に鑑み、両端面が平滑面に成形された軸受素材にプレス等の塑性加工を施すことで形成することもできる。

[0040] 以上の構成を具備する流体動圧軸受装置 1 は、例えば、軸部材 2 1 及びその外周に固定した軸受部材 2 2 をハウジング 7 の内周に挿入し、ハウジング 7 の大径内周面 7 a 1 にシール部材 9 を固定した後、マイクロピペット等の給油具を用いてシール隙間 S を介してハウジング 7 の内部空間に潤滑油 1 1 を充填（注油）することにより完成する。

[0041] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置 1 において、軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 が回転すると、軸受部材 2 2 の外周面 2 2 a に設けられたラジアル軸受面と、これに対向するハウジング 7 の小径内周面 7 a 2 との間にラジアル軸受隙間が形成される。そして軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 の回転に伴い、ラジアル軸受隙間に形成される油膜圧力がラジアル動圧発生部 A の動圧作用によって高められ、軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部 R が形成される。

[0042] これと同時に、軸受部材 2 2 の下端面 2 2 c に設けられたスラスト軸受面とこれに対向するハウジング 7 の内底面 7 b 1 との間にスラスト軸受隙間が形成される。そして、軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 の回転に伴い、スラスト軸受隙間の油膜圧力がスラスト動圧発生部 B の動圧作用によって高められ、軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 をスラスト一方向に非接触支持（上方に浮上支持）するスラスト軸受部 T が形成される。なお、図 1 を参照しながら説明したように、軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 には、これらを下方に押し付ける外力としての磁力を作用させており、これにより、軸部材 2 1 及び軸受部材 2 2 の過浮上が抑止される。

[0043] 上述したように、軸部材 2 及び軸受部材 2 2 の回転時には、ラジアル軸受隙間内の潤滑油 1 1 が下方に押し込まれる。これにより、軸受部材 2 2 の回転時には、軸受部材 2 2 の外周面 2 2 a とハウジング 7 の内周面 7 a 2 との

間の隙間に介在する潤滑油 11 は下方に流動し、スラスト軸受部 T のスラスト軸受隙間→軸受部材 22 に設けた連通路 8→軸受部材 22 の上端面 22b とシール部材 9 の下端面 9b との間の軸方向隙間 10 という経路を循環して、ラジアル軸受部 R のラジアル軸受隙間に再び引き込まれる。特に、本実施形態では、スラスト動圧発生部 B がスラスト軸受隙間内の潤滑油 11 を内径側に押し込むポンプイン機能を有し、さらに、軸受部材 22 の上端面 22b に、軸方向隙間 10 内の潤滑油 11 を外径側に押し込むポンプアウト機能を有する押し込み部 12（複数の溝部 13）を設けているので、潤滑油 11 の流動循環が一層促進される。このような構成とすることで、ハウジング 7 の内部空間の圧力バランスが保たれると同時に、ラジアル軸受部 R のラジアル軸受隙間及びスラスト軸受部 T のスラスト軸受隙間における油膜切れを防止することができるので、軸受性能の安定化を図ることができる。

[0044] 以上に示すように、本発明に係る流体動圧軸受装置 1 では、ラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間が潤滑油 11 で満たされた状況下（図 2）において、軸受部材 22 の上端面 22b と、これに対向するシール部材 9 の下端面 9b との間に、空気を含む軸方向隙間 10 を介在させた。これはすなわち、上記状況下において、軸方向隙間 10 の範囲内に潤滑油 11 の油面を保持可能としたことを意味し、この場合、ハウジング 7 の内部空間に充填する潤滑油 11 の量を、ハウジング 7 の内部空間の容積（両軸受隙間をはじめとして二部材間に形成される隙間の容積と、焼結金属製の軸受部材 22 の内部空孔の容積との総和）よりも少なくすることができる。これにより、当該軸受装置 1 の組み立て後に、例えばマイクロピペット等の給油具を用いてシール隙間 S からハウジング 7 の内部空間に注油するという簡単な作業を実行するだけでも、ハウジング 7 の内部空間に必要な量の潤滑油 11 を介在させることができ、高精密な油面管理が不要となる。

[0045] また、軸受部材 22 には、軸受部材 22 を下方に押し付ける（スラスト他方向に支持する）外力を作用させるようにした。このようにすれば、軸受部材 22 をスラスト両方向に支持することが可能となるので、スラスト軸受隙

間に形成される油膜によるスラスト方向の荷重支持能力が過大となり、これに伴って、スラスト方向の支持精度（回転精度）が不安定化するような事態を可及的に回避することができる。本実施形態では、上記外力を、磁力で与えるようにし、しかもこの磁力を、静止側のハウジング7を内周に保持するモータベース6に設けられるステータコイル5と、回転側の軸受部材22に設けられるロータマグネット4とを軸方向にずらして配置することによって与えるようにした。この種の流体動圧軸受装置1が組み込まれる各種モータは、ロータマグネット4とステータコイル5とを必須の構成部材として備える。従って、上記構成を採用すれば、上記外力を特段のコスト増を招くことなく安価に付与することができる。

[0046] なお、軸方向隙間10内に潤滑油11の油面を保持するようにしたことにより、ハウジング7の内部空間への注油作業は、ハウジング7にシール部材9を固定する前に行うことも可能である。このようにすれば、シール部材9の固定後にシール隙間Sを介してハウジング7の内部空間に潤滑油11を充填する場合よりも、注油作業を簡略化することができる。

[0047] 本発明に係る流体動圧軸受装置1の構造上、例えば当該軸受装置1を図2に示す態様とは上下を反転させた姿勢で使用するような場合には、シール隙間Sを介して潤滑油11が外部に漏れ出すおそれが多少なりとも高まる。このような問題については、上記したように、（1）軸部材21及び軸受部材22の回転時、軸方向隙間10内の潤滑油11をシール隙間Sから径方向に離反する方向（本実施形態では外径側）に押し込む押し込み部12を設けたこと、（2）押し込み部12を、軸受部材22の上端面22aに設けた複数の溝部13で構成し、かつ各溝部13の溝幅をシール隙間Sから径方向に離反する方向に向けて漸減させたこと、および（3）押し込み部12を構成する各溝部13を、溝底側に向けて溝幅を漸減させた断面形状に形成したことなどにより、効果的に防止することができる。

[0048] すなわち、上記（2）を採用すれば、毛細管力により、軸方向隙間10内の潤滑油11をシール隙間Sから径方向に離間した位置で保持し易くなり、

また上記（３）を採用すれば、毛細管力により、軸方向隙間１０内の潤滑油を各溝部１３の溝底側（シール隙間Ｓから軸方向に離間した側）に引き込むことができるからである。

[0049] なお、図示は省略するが、シール隙間Ｓを介しての潤滑油漏れを一層効果的に防止するため、シール隙間Ｓに隣接して大気に接した軸部２１の外周面２１ａやシール部材９の上端面に撥油膜を形成しても良い。

[0050] また、本実施形態のように、シール隙間Ｓを、軸部材２１の外周面２１ａと、ハウジング７に固定したシール部材９の内周面９ａとの間に形成すれば、ラジアル軸受隙間を、シール隙間Ｓよりも外径側に形成することができる。そして、上記態様の複数の溝部１３で構成した押し込み部１２が軸受部材２２の上端面２２ｂに設けられていることにより、軸部材２及び軸受部材２２の停止時及び回転時の双方において、軸方向隙間１０に介在する潤滑油１１をラジアル軸受部Ｒのラジアル軸受隙間に引き込み易くなる。これにより、ラジアル軸受部Ｒのラジアル軸受隙間を常時潤沢な潤滑油１１で満たし、ラジアル方向の回転精度の安定化を図ることができる。

[0051] 以上、本発明の実施形態に係る流体動圧軸受装置１について説明を行ったが、流体動圧軸受装置１の各部には、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を施すことができる。

[0052] 例えば、押し込み部１２は、図６に示すようなスパイラル形状の溝部１３を複数設けて構成することもできる。スパイラル形状の溝部１３であれば、図４に示す放射状の溝部１３に比べ、溝部１３一本当たりの断面積（容積）を拡大することができる。そのため、軸方向隙間１０により多くの潤滑油１１を介在させる（保持する）ことができ、軸受性能向上を図る上で有利となる。

[0053] また、軸部材２１および軸受部材２２をラジアル方向に支持するためのラジアル軸受部は、図７に示すように、軸方向の二箇所に離間して設けることもできる（ラジアル軸受部Ｒ１，Ｒ２）。図７では、軸受部材２２の外周面２２ａの軸方向二箇所に、対向するハウジング７の小径内周面７ａ２との間

にラジアル軸受隙間を形成する円筒状のラジアル軸受面を設けている。二つのラジアル軸受面には、ラジアル軸受隙間内の潤滑油 11 に動圧作用を発生させるための動圧発生部（ラジアル動圧発生部）A1, A2 がそれぞれ形成されている。上側のラジアル軸受面に形成したラジアル動圧発生部 A1 は、互いに反対方向に傾斜し、かつ軸方向に離間した複数の動圧溝 Aa1, Ab1 をヘリングボーン形状に配列して構成され、また下側のラジアル軸受面に形成したラジアル動圧発生部 A2 は、互いに反対方向に傾斜し、かつ軸方向に離間した複数の動圧溝 Aa2, Ab2 をヘリングボーン形状に配列して構成される。上側のラジアル動圧発生部 A1 において、上側の動圧溝 Aa1 の軸方向寸法は、下側の動圧溝 Ab1 の軸方向寸法よりも大きくなっている。一方、下側のラジアル動圧発生部 A2 においては、上側の動圧溝 Aa2 と下側の動圧溝 Ab2 の軸方向寸法が互いに等しく、かつ上側のラジアル動圧発生部 A1 を構成する下側の動圧溝 Ab1 の軸方向寸法と等しくなっている。これにより、回転体 2（軸部材 21 及び軸受部材 22）の回転時、軸受部材 22 の外周面 22a とハウジング 7 の小径内周面 7a2 との間の隙間（ラジアル軸受隙間）に満たされた潤滑油 11 は、スラスト軸受部 T のスラスト軸受隙間側に押し込まれる。

[0054] また、以上で説明した実施形態では、筒部 7a とその下端開口を閉塞する底部 7b とを一体に設けたハウジング 7 を使用し、ハウジング 7 の上端開口をシールするシール隙間 S を、ハウジング 7（筒部 7a）の内周面に固定したシール部材 9 の内周面 9a で形成するようにしたが、ハウジング 7 は、図 8 に示すように、筒部 7a とその下端開口を閉塞する底部 7b とが別体に設けられたものを使用するようにしても構わない。その代わりに、図 8 では、軸部 21 の外周面 21a との間にシール隙間 S を形成するシール部 7c を、筒部 7a と一体に設けている。なお、このような構成を、図 2 に示す流体動圧軸受装置 1 に適用することもできる。

[0055] また、以上で示した実施形態では、モータベース 6 の内周に、モータベース 6 と別体に設けたハウジング 7 を固定するようにしたが、ハウジング 7 に

モータベース 6 に相当する部位を一体に設けることもできる（図示省略）。

[0056] また、以上で示した実施形態では、多孔質体からなる軸受部材 2 2 の良好な加工性に鑑み、軸受部材 2 2 の外周面 2 2 a にラジアル動圧発生部 A、A 1、A 2 を形成したが、ラジアル動圧発生部は、対向するハウジング 7 の内周面 7 a 2 に形成しても良い。また、ラジアル軸受部は、いわゆる多円弧軸受、ステップ軸受、および波型軸受等、公知のその他の動圧軸受で構成することもできる。同様に、スラスト動圧発生部 B は、軸受部材 2 2 の下端面 2 2 c ではなく、これに対向するハウジング 7 の内底面 7 b 1 に形成しても良い。また、スラスト軸受部 T は、いわゆるステップ軸受や波型軸受等、公知のその他の動圧軸受で構成することもできる。

[0057] また、以上で示した実施形態では、ロータマグネット 4 とステータコイル 5 とを軸方向にずらして配置することにより、軸受部材 2 2 等を含む回転体 2 に、軸受部材 2 2 及び軸部材 2 1 を下方に押し付ける（スラスト他方向に支持する）ための外力（磁力）を作用させるようにしたが、このような外力を回転体 2 に作用させるための手段は上記のものに限られない。図示は省略するが、例えば、磁性部材をロータマグネット 4 と軸方向に対向配置することにより、上記磁力を回転体 2（ロータ 3）に作用させることもできる。また、送風作用の反力としての推力が十分に大きく、この推力のみで軸受部材 2 2 を下方に押し付けることができる場合、軸受部材 2 2 を下方に押し付けるための外力としての磁力（磁気吸引力）は省略しても構わない。

[0058] また、以上では、回転部材として、羽根を有するロータ 3 が軸部材 2 1 に固定される流体動圧軸受装置 1 に本発明を適用した場合について説明を行ったが、本発明は、回転部材として、ディスク搭載面を有するディスクハブ、あるいはポリゴンミラーが軸部材 2 1 に固定される流体動圧軸受装置 1 にも好ましく適用することができる。すなわち、本発明は、図 1 に示すようなファンモータのみならず、ディスク装置用のスピンドルモータや、レーザビームプリンタ（LBP）用のポリゴンスキャナモータ等、その他の電気機器用モータに組み込まれる流体動圧軸受装置 1 にも好ましく適用することができる。

る。

## 符号の説明

|        |           |                |
|--------|-----------|----------------|
| [0059] | 1         | 流体動圧軸受装置       |
|        | 2         | 回転体            |
|        | 3         | ロータ（回転部材）      |
|        | 4         | ロータマグネット       |
|        | 5         | ステータコイル        |
|        | 6         | モータベース（保持部材）   |
|        | 7         | ハウジング          |
|        | 7 a       | 側部             |
|        | 7 b       | 底部             |
|        | 7 b 1     | 内底面            |
|        | 8         | 連通路            |
|        | 9         | シール部材          |
|        | 1 0       | 軸方向隙間          |
|        | 1 1       | 潤滑油            |
|        | 1 2       | 押し込み部          |
|        | 1 3       | 溝部             |
|        | 2 1       | 軸部材            |
|        | 2 2       | 軸受部材           |
|        | 2 2 b     | 上端面（軸方向他方側の端面） |
|        | 2 2 c     | 下端面（軸方向一方側の端面） |
|        | A、A 1、A 2 | ラジアル動圧発生部      |
|        | B         | スラスト動圧発生部      |
|        | S         | シール隙間          |
|        | R、R 1、R 2 | ラジアル軸受部        |
|        | T         | スラスト軸受部        |

## 請求の範囲

- [請求項1] 多孔質材料で形成され、軸方向両側に端面を有する回転側の軸受部材と、軸方向一方側が閉塞された有底筒状をなし、軸受部材を内周に収容した静止側のハウジングと、軸受部材の軸方向他方側の端面と対向配置され、軸受部材の軸方向他方側を、シール隙間を介して大気に開放するシール部材と、軸受部材の外周面とハウジングの内周面との間に形成されるラジアル軸受隙間と、軸受部材の軸方向一方側の端面とハウジングの内底面との間に形成されるスラスト軸受隙間とを備え、ラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間が潤滑油で満たされ、ラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間に形成される油膜で軸受部材がラジアル方向及びスラスト方向にそれぞれ支持される流体動圧軸受装置において、
- 軸受部材の軸方向他方側の端面と、これに対向するシール部材の端面との間に、空気を含む軸方向隙間を介在させたことを特徴とする流体動圧軸受装置。
- [請求項2] 軸受部材に、軸受部材を軸方向一方側に押し付ける外力を作用させる請求項1に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項3] 軸受部材の回転時、軸方向隙間内の潤滑油をシール隙間から径方向に離反する方向に押し込む押し込み部をさらに有する請求項1又は2に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項4] 押し込み部を、軸受部材の軸方向他方側の端面に形成した複数の溝部で構成した請求項3に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項5] 各溝部の溝幅を、シール隙間から径方向に離反する方向に向けて漸減させた請求項4に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項6] 各溝部が、溝底側に向けて溝幅を漸減させた断面形状を有する請求項4又は5に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項7] シール隙間が、軸受部材を外周に固定した軸部材の外周面と、ハウジングと一体又は別体に設けたシール部材の内周面との間に形成され

る請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載の流体動圧軸受装置。

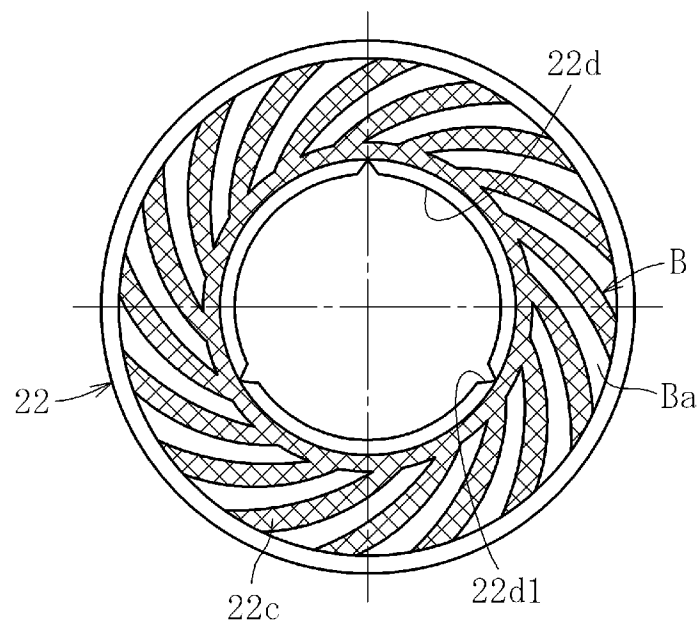
[請求項8]           ラジアル軸受隙間内の潤滑油に動圧作用を発生させる動圧発生部を有し、この動圧発生部を、ラジアル軸受隙間内の潤滑油をスラスト軸受隙間側に押し込む形状とした請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項9]           軸受部材の軸方向両側の端面を連通させる連通路を有する請求項 1 ～ 8 の何れか一項に記載の流体動圧軸受装置。

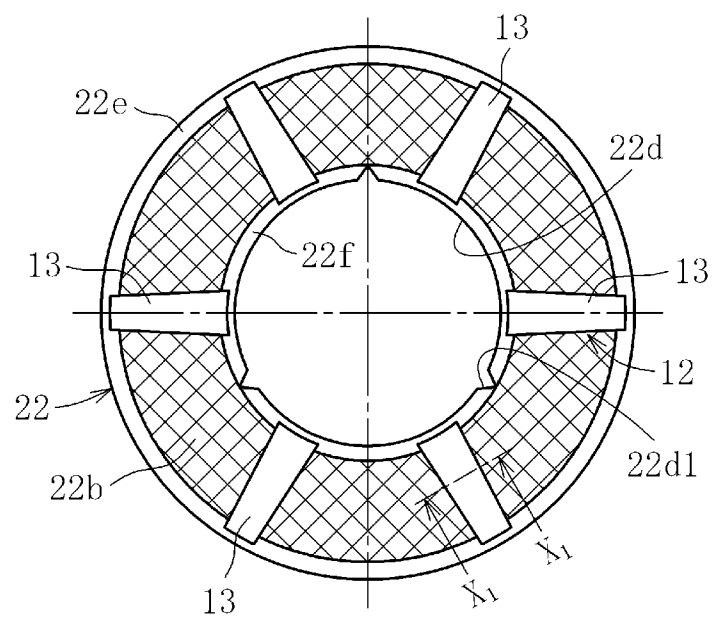
[請求項10]          請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の流体動圧軸受装置を備えたモータ。



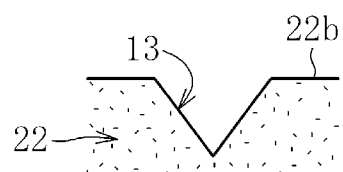
[図3]



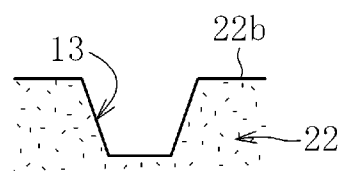
[図4]



[図5a]



[図5b]



This diagram shows a cross-sectional view of a second embodiment of the device. It features a U-shaped cavity 22 formed in a substrate 22b. The inner surface of the cavity is labeled 13. The substrate 22b is shown with a dashed pattern, indicating a specific material or structure.





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/064178

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C17/10(2006.01) i, F16C33/74(2006.01) i, H02K7/08(2006.01) i

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)

F16C17/10, F16C33/74, H02K7/08

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 | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

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. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2007-24089 A (NTN Corp.),<br>01 February 2007 (01.02.2007),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                      | 1-10                  |
| A         | JP 2003-336636 A (NTN Corp.),<br>28 November 2003 (28.11.2003),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                     | 1-10                  |
| A         | JP 2007-162759 A (Matsushita Electric<br>Industrial Co., Ltd.),<br>28 June 2007 (28.06.2007),<br>entire text; all drawings<br>& US 2007/0133911 A1 | 1-10                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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  
19 July, 2013 (19.07.13)

Date of mailing of the international search report  
30 July, 2013 (30.07.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C17/10(2006.01)i, F16C33/74(2006.01)i, H02K7/08(2006.01)i

## 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 (I P C))

Int.Cl. F16C17/10, F16C33/74, H02K7/08

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

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2007-24089 A (N T N株式会社) 2007.02.01, 全文、全図 (ファミリーなし)              | 1 - 1 0        |
| A               | JP 2003-336636 A (N T N株式会社) 2003.11.28, 全文、全図 (ファミリーなし)             | 1 - 1 0        |
| A               | JP 2007-162759 A (松下電器産業株式会社) 2007.06.28, 全文、全図 & US 2007/0133911 A1 | 1 - 1 0        |

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

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

の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

1 9 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

竹下 和志

3 J

2 9 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8