

(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2007-232140

(P2007-232140A)

(43) 公開日 平成19年9月13日(2007.9.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/74 (2006.01)	F 1 6 C 33/74 Z	3 J 0 1 1
F 1 6 C 33/20 (2006.01)	F 1 6 C 33/20 Z	3 J 0 1 6
F 1 6 C 33/10 (2006.01)	F 1 6 C 33/10 Z	5 H 6 0 5
F 1 6 C 17/10 (2006.01)	F 1 6 C 17/10 A	5 H 6 0 7
H O 2 K 5/16 (2006.01)	H O 2 K 5/16 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-56543 (P2006-56543)
 (22) 出願日 平成18年3月2日(2006.3.2)

(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 100064584
 弁理士 江原 省吾
 (74) 代理人 100093997
 弁理士 田中 秀佳
 (74) 代理人 100101616
 弁理士 白石 吉之
 (74) 代理人 100107423
 弁理士 城村 邦彦
 (74) 代理人 100120949
 弁理士 熊野 剛
 (74) 代理人 100121186
 弁理士 山根 広昭

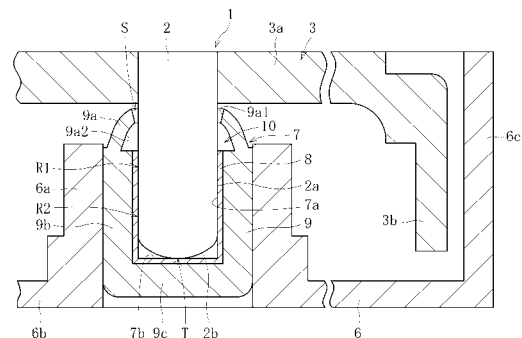
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体軸受装置

(57) 【要約】

【課題】良好なシール性と潤滑性とを有し、長寿命な流体軸受装置を低コストに提供する。

【解決手段】流体軸受装置1は、樹脂部9を有する軸受部材7と、該軸受部材7の内周に挿入された軸部材2とを主要な構成部材として備える。軸受部材7の上端開口部には、樹脂部9を変形させて形成された突出部9aが設けられ、該突出部9aと軸部材2の外周面2aとの間にシール隙間Sおよび潤滑剤溜り10が形成されている。



【選択図】 図2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

軸受部材と、軸受部材の内周に挿入された軸部材とを有し、軸受部材と軸部材の間のラジアル軸受隙間に潤滑流体膜を形成して軸部材の回転を支持する流体軸受装置において、軸受部材に加熱しながら変形させた樹脂製の突出部を設け、突出部と軸部材との間に、シール隙間と潤滑剤溜りとを形成したことを特徴とする流体軸受装置。

【請求項 2】

突出部が、軸受部材を構成するベース樹脂のガラス転移点以上で加熱して形成された請求項 1 記載の流体軸受装置。

【請求項 3】

突出部のうち、潤滑剤溜りに面する領域に、潤滑流体をシール隙間から離反する方向に引き込む螺旋溝を設けた請求項 1 記載の流体軸受装置。

【請求項 4】

軸受部材のうち、少なくともラジアル軸受隙間に面する部分に電鍍部を設けた請求項 1 記載の流体軸受装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の流体軸受装置と、ステータコイルと、ロータマグネットとを有するモータ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、流体軸受装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

流体軸受装置は、軸受部材と軸部材の間の軸受隙間に生じる潤滑流体膜で軸部材を回転自在に支持するものである。この流体軸受装置は、高速回転、高回転精度、低騒音等の特徴を備えるものであり、情報機器、例えば HDD、FDD 等の磁気ディスク装置、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM/RAM 等の光ディスク装置、MD、MO 等の光磁気ディスク装置等におけるディスクドライブ用のスピンドルモータ、パーソナルコンピュータ (PC) のファンモータ、レーザビームプリンタ (LBP) のポリゴンスキヤナモータ、プロジェクタのカラーホイール、あるいは軸流ファンなどの小型モータ用の軸受として好適で、近年その用途を拡大させている。

【0003】

上記の各種モータに組み込まれる流体軸受装置では、軸部材をラジアル方向に回転自在に支持するラジアル軸受部と、スラスト方向に回転自在に支持するスラスト軸受部とが設けられる。ラジアル軸受部としては、軸受隙間を満たす潤滑流体に動圧を発生させるための動圧発生部を設けた動圧軸受が用いられる場合が多い。一方、スラスト軸受部としては、動圧軸受が用いられる場合と、軸部材の一端を接触支持する構造の軸受 (いわゆる、ピボット軸受) が用いられる場合とがある。

【0004】

ところで、上記の各種モータは潤滑剤による汚染を極度に嫌うため、軸受部材の開口部には、潤滑剤の漏れ出しを防止するためのシール隙間が設けられる。さらに、シール隙間と軸方向に隣接した領域には、軸受隙間 (ラジアル軸受隙間) に潤滑剤を供給するための潤滑剤溜りが設けられる場合がある。この潤滑剤溜りを設けることで、潤滑剤不足に起因した軸受寿命の低下が防止される。前記のシール隙間および潤滑剤溜りは、例えば、軸受部材に別部材を固定し、該別部材と軸部材との間に形成される (例えば、特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】 特開 2000 - 235160 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【0005】

ところで、近年の情報機器等の低価格化に伴って、流体軸受装置に対するコスト低減の要求が厳しさを増している。しかしながら、上記特許文献1のように、シール隙間および油溜りを、軸受部材とは別に設けた部材と軸部材との間に形成すると、部品点数および組立工数が増加して高コスト化する。

【0006】

そこで本発明は、良好なシール性および潤滑性を有し、長寿命な流体軸受装置を低コストに提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明にかかる流体軸受装置は、軸受部材と、軸受部材の内周に挿入された軸部材とを有し、軸受部材と軸部材の間のラジアル軸受隙間に潤滑流体膜を形成して軸部材の回転を支持するものであって、軸受部材に加熱しながら変形させた樹脂製の突出部を設け、突出部と軸部材との間に、シール隙間と潤滑剤溜りとを形成したことを特徴とするものである。

10

【0008】

上記のように、本発明では、軸受部材に形成された突出部と軸部材との間に、シール隙間と潤滑剤溜りとが形成される。この構成であれば、軸受部材に固定された別部材と軸部材との間にシール隙間および潤滑剤溜りを設けた従来構成と比べ、部品点数および組立工数を削減して流体軸受装置の低コスト化を図ることができる。

20

【0009】

シール隙間と潤滑剤溜りに面する部分は、例えば軸受部材の一部を切削することによって形成することもできる。しかしながら、切削では加工に伴って生じる切削粉がコンタミとなって軸受性能を低下させる恐れがあるため、切削粉を入念に除去しなければならず、加工コストの高騰を招く。これに対し本発明では、シール隙間と潤滑剤溜りに面する部分（突出部）が、軸受部材を加熱しながら変形させて形成されるから、切削粉に伴うコンタミの問題、さらには加工コストの高騰を招くこともない。また、突出部が樹脂製であるから、この種の加工も容易に行い得る。

【0010】

突出部を形成する際の加熱温度は、軸受部材を構成するベース樹脂のガラス転移点以上に設定するのが望ましい。ガラス転移点以上の温度で加熱することにより、樹脂を軟化させて加工の容易性および精度を高めることができるだけでなく、樹脂を改質させて一種の永久変形状態を保ち、使用時等における突出部の形状変化を防止することができるからである。

30

【0011】

突出部のうち、潤滑剤溜りに面する領域には、シール隙間から離反する方向に潤滑流体を引き込む螺旋溝を設けることができる。このような螺旋溝は、軸受部材を成形するのと同時に形成可能であるから、加工コストを上昇させることなく流体軸受装置のシール性能を一層高めることができる。

【0012】

軸受部材のうち、ラジアル軸受隙間に面する部分（いわゆる「ラジアル軸受面」）は電鍍部で形成することができる。電鍍部は、マスター表面に金属を析出させて形成した金属層であり、電解メッキまたは無電解メッキに準じた手法で形成することができる。電鍍加工の特性上、電鍍部のうち、マスターに接する面は、マスターの表面形状が非常に微細なレベルまで高精度に転写された緻密面となる。従って、マスターから分離した電鍍部、特にその緻密面でラジアル軸受面を形成すれば、特段の後加工を施すことなく低コストに高精度なラジアル軸受面を得ることができる。この場合、ラジアル軸受面が金属面となるので、これを樹脂で形成する場合に比べ、温度変化に伴うラジアル軸受面の特性変化を抑制すると共に耐摩耗性を高めて、流体軸受装置の高回転精度化および長寿命化を図ることができる。

40

50

【0013】

以上の構成を有する流体軸受装置は、ステータコイルと、ロータマグネットとを有するモータに好ましく用いることができる。

【発明の効果】

【0014】

以上のように本発明によれば、良好なシール性および潤滑性を有し、長寿命な流体軸受装置を低コストに提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

10

【0016】

図1は、本発明の一実施形態に係る流体軸受装置1を組込んだファンモータを概念的に示すものである。このファンモータは、軸部材2を回転自在に支持する流体軸受装置1と、軸部材2と共に回転する羽根と、軸部材2に固定されたロータ3と、例えば半径方向（ラジアル方向）のギャップを介して対向させたステータコイル4およびロータマグネット5とを備えるものであり、一般的にはラジアルギャップ型ファンモータと称される。ステータコイル4はブラケット6の外周に取付けられ、ロータマグネット5はロータ3に取付けられている。ブラケット6の内周には流体軸受装置1の軸受部材7が固定される。ステータコイル4に通電すると、ステータコイル4とロータマグネット5との間の電磁力でロータ3が軸部材2と一体に回転する。なお、図示は省略するが、ファンモータの形態として、ステータコイル4とロータマグネット5とを軸方向（アキシャル方向）のギャップを介して対向させる、いわゆるアキシャルギャップ型ファンモータとすることもできる。

20

【0017】

羽根の回転中は、その送風作用の反力として軸部材2に図中の矢印Y方向の推力が作用する。ステータコイル4とロータマグネット5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、この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軸受装置1のスラスト軸受部Tで支持される。軸部材2に作用するラジアル荷重は、流体軸受装置1のラジアル軸受部R1、R2によって支持される。

【0018】

図2は、図1に示す流体軸受装置1の拡大断面図である。この流体軸受装置1は、軸部材2と、内周に軸部材2を挿入した軸受部材7とを主要な構成部材として備えている。また、この流体軸受装置1は、軸部材2の回転に伴って、軸部材2の外周面2aと軸受部材7の内周面7aとの間に形成されるラジアル軸受隙間に潤滑流体（例えば、潤滑油）を供給する潤滑剤溜り10を備えている。なお、説明の便宜上、軸受部材7の開口した側を上側、これと軸方向反対側を下側として以下説明を進める。

30

【0019】

軸部材2は、例えばステンレス鋼等の金属材料で一端が凸球状をなす中実軸状に形成され、本実施形態に示す軸部材2は、外周面2aが凹凸のない断面真円状に、下端面2bが凸球状に形成されている。

【0020】

軸部材2の上端外周には、例えば外周面に羽根を有するロータ3が固定される。ロータ3は、円盤状の円盤部3aと、円盤部3aの外径側から下方に伸びる円筒状の円筒部3bとで構成され、円筒部3bの内周面には図1に示すロータマグネット5が取付けられる。ロータ3は、例えば、軸部材2をインサートして樹脂で射出成形することにより軸部材2と一体に形成することができる。ロータ3が軸部材2と一体回転可能である限り、ロータ3の形状や取付け方法は任意であり、例えば別途製作されたロータ3を接着や圧入で軸部材2に固定することもできる。またロータ3は樹脂材料に限らず、金属材料やセラミックで形成することもできる。

40

【0021】

軸受部材7は、後述する電鋳加工で形成された電鋳金属からなる有底筒状の電鋳部8と

50

、該電鍍部 8 をインサートして射出成形された樹脂部 9 とで構成される。樹脂部 9 は、円筒状の側部 9 b と、側部 9 b の上端から上方に突出し、その頭頂部を開口させた略半球状の突出部 9 a と、側部 9 b の下端開口を封口する底部 9 c とで構成され、各部 9 a ~ 9 c は界面のない一体品に形成されている。

【 0 0 2 2 】

突出部 9 a の内周は軸方向で 2 つの領域に区画され、上側の領域は上方に向かって漸次拡径するテーパ面 9 a 1 に、一方下側の領域は下方に向かって漸次拡径した曲面 9 a 2 に形成されている。テーパ面 9 a 1 は、軸部材 2 の外周面 2 a との間にシール隙間 S を形成し、また曲面 9 a 2 は、軸部材 2 の外周面 2 a との間に、ラジアル軸受隙間に潤滑油を供給する潤滑剤溜り 10 を形成する。この潤滑剤溜り 10 の径方向断面における断面積は上方に向けて徐々に減少している。潤滑剤溜り 10 の容積は、十分な潤滑剤量を保持可能とするため、少なくとも軸受部材 7 の内周面 7 a および内底面 7 b と、軸部材 2 の外周面 2 a および下端面 2 b との間に形成される隙間（空間）以上の容積、より好ましくは前記隙間の 3 倍以上の容積とするのが望ましい。

10

【 0 0 2 3 】

軸受部材 7 の内周面（電鍍部 8 の内周面）7 a には、ラジアル軸受部 R 1、R 2 のラジアル軸受面となる上下 2 つの領域が軸方向に離隔して設けられ、これら 2 つの領域には、図 3 に示すように、動圧発生部として、例えばヘリングボーン形状に配列された複数の動圧溝 7 a 1、7 a 2 がそれぞれ形成されている。上側の動圧溝 7 a 1 は、軸方向中心（上下の傾斜溝間領域の軸方向中心）m に対して軸方向非対称に形成され、軸方向中心 m より上側領域の軸方向寸法 X 1 が下側領域の軸方向寸法 X 2 よりも大きくなっている。一方、下側の動圧溝 7 a 2 は軸方向対称に形成され、その上下領域の軸方向寸法はそれぞれ上記軸方向寸法 X 2 と等しくなっている。この場合、軸部材 2 の回転時には、動圧溝による潤滑油の引き込み力（ポンピング力）は下側の対称形の動圧溝 7 a 2 に比べ、上側の動圧溝 7 a 1 で相対的に大きくなる。なお、ポンピング力を必要としない場合には、上側の動圧溝 7 a 1 を下側の動圧溝 7 a 2 同様、軸方向対称形状とすることもできる。動圧溝形状は、上記のヘリングボーン形状のほか、例えばスパイラル形状に形成することもできる。

20

【 0 0 2 4 】

また、軸受部材 7（電鍍部 8）の内底面 7 b は、スラスト軸受部 T のスラスト軸受面となり、本実施形態では平滑平面に形成されている。

30

【 0 0 2 5 】

流体軸受装置 1 は以上の構成部材からなり、軸受部材 7 の内部空間には、潤滑剤溜り 10 を含め、潤滑流体としての潤滑油が充填される。このとき、潤滑油の油面は、軸部材 2 の外周面 2 a と軸受部材 7 の突出部 9 a のテーパ面 9 a 1 との間に形成されるシール隙間 S の範囲内に維持される。

【 0 0 2 6 】

流体軸受装置 1 は、以上のようにして形成された後、モータに組み込まれる。流体軸受装置 1 のモータへの組み込みは、例えばアルミ合金やステンレス鋼等の金属材料で形成されたブラケット 6 の内周に流体軸受装置 1 の軸受部材 7 を接着、圧入、あるいは圧入接着等することにより行われる。

40

【 0 0 2 7 】

図示例における保持部材 6 は、円筒状の側部 6 a と、側部 6 a の下端から外径側に伸びるベース部 6 b と、ベース部 6 b の外径端から上方に伸びる円筒部 6 c とで構成される。各部 6 a ~ 6 c は界面のない一体品として形成されている。この保持部材 6 は、ファンモータの各構成部品を収容するケーシングとしての機能も果たしており、ベース部 6 b がファンモータの底部を、円筒部 6 c がファンモータの側部を構成する。

【 0 0 2 8 】

上記構成の流体軸受装置 1 において、軸部材 2 が回転すると、軸受部材 7 の内周面の上下 2 箇所に離隔形成されたラジアル軸受面となる領域は、それぞれ軸部材 2 の外周面 2 a とラジアル軸受隙間を介して対向する。軸部材 2 の回転に伴って、ラジアル軸受隙間に潤

50

滑油の動圧が発生し、その圧力によってラジアル軸受隙間に生じる潤滑油膜の油膜剛性が高められ軸部材 2 がラジアル方向に回転自在に非接触支持される。これにより、軸部材 2 をラジアル方向に回転自在に非接触支持する第 1 のラジアル軸受部 R 1 と第 2 のラジアル軸受部 R 2 とが形成される。また、これと同時に、軸部材 2 の下端部 2 b と軸受部材 7 の内底面 7 b との間には、軸部材 2 をスラスト方向に回転自在に支持するスラスト軸受部 T が形成される。

【0029】

次に、上記流体軸受装置 1 の製造工程を、軸受部材 7 の製造工程を中心に図面に基づいて説明する。

【0030】

図 4 (a) ~ (c) は、上記流体軸受装置 1 における軸受部材 7 の製造工程の一部を示すものである。詳述すると、図 4 (a) はマスター軸 1 1 を製作する工程、図 4 (b) はマスター軸 1 1 の所要箇所をマスキングする工程、図 4 (c) は電鍍加工を施して電鍍部材 1 3 を形成する工程を示すものである。これらの工程を経た後、電鍍部材 1 3 の電鍍部 8 を樹脂でモールドして樹脂部 9 を成形する工程、樹脂部 9 に所定形状の突出部 9 a を成形する工程、および電鍍部 8 をマスター軸 1 1 から剥離させ、電鍍部 8 とマスター軸 1 1 とを分離する工程を経て軸受部材 7 が製作される。

【0031】

図 4 (a) に示す工程では、導電性材料、例えば焼入処理を施したステンレス鋼、ニッケルクロム鋼、その他のニッケル合金、あるいはクロム合金等で形成された中実軸状のマスター軸 1 1 が形成される。マスター軸 1 1 は、これら金属材料以外にも、導電処理（例えば、表面に導電性の被膜を形成する）を施されたセラミック等の非金属材料で形成することもできる。

【0032】

マスター軸 1 1 には、軸受部材 7 の電鍍部 8 を成形する成形部 N が形成される。本実施形態において、成形部 N はマスター軸 1 1 の外周面 1 1 a の一部領域および下側端面 1 1 b に形成される。外周面 1 1 a は電鍍部内周面の凹凸パターンが反転した形状をなし、その軸方向二箇所には動圧溝 7 a 1、7 a 2 間の丘部を成形するヘリングボーン形状の凹部 1 1 a 1、1 1 a 2 の列が円周方向に形成されている。また下側端面 1 1 b は平滑な平面に形成されている。凹部 1 1 a 1、1 1 a 2 の形状は動圧溝形状に対応させ、スパイラル形状等に形成してもよい。

【0033】

図 4 (b) に示すマスキング工程では、成形部 N を除いてマスター軸 1 1 の外表面にマスキング 1 2 (図中、散点模様で示す) が施される。マスキング 1 2 用の被覆材としては、非導電性、および電解質溶液に対する耐食性を有する既存品が選択使用される。

【0034】

電鍍加工は、Ni や Cu 等の金属イオンを含んだ電解質溶液にマスター軸 1 1 を浸漬させた後、マスター軸 1 1 に通電して、マスター軸 1 1 の外表面のうち、マスキング 1 2 が施されていない成形部 N に目的の金属を電着（電解析出）させることにより行われる。電解質溶液には、カーボンなどの摺動材、あるいはサッカリン等の応力緩和材を必要に応じて含有させてもよい。電着金属の種類は、流体軸受装置の軸受面に求められる硬度、疲れ強さ等の物理的性質や、化学的性質に応じて適宜選択される。

【0035】

電鍍部 8 は、以上に述べた電解メッキに準じた方法の他、無電解メッキに準じた方法で形成することもできる。その場合、マスター軸 1 1 の導電性やマスキング 1 2 の絶縁性は不要となる。

【0036】

以上の工程を経ることにより、図 4 (c) に示すように、マスター軸 1 1 の成形部 N に有底筒状の電鍍部 8 を被着した電鍍部材 1 3 が形成される。このとき、電鍍部 8 の内周面には、成形部 N に形成された凹部 1 1 a 1、1 1 a 2 の形状が転写され、図 3 に示す複数

10

20

30

40

50

の動圧溝 7 a 1、7 a 2 が軸方向に離隔して形成される。なお、電鑄部 8 の厚みは、これが厚すぎるとマスター軸 1 1 からの剥離性が低下し、逆に薄すぎると電鑄部 8 の耐久性低下につながるので、求められる軸受性能や軸受サイズ、さらには用途等に応じて最適な厚み (10 μ m ~ 200 μ m 程度) に設定される。

【0037】

次に、上記工程を経て形成された電鑄部材 1 3 は、モールド工程に移送される。図示は省略するが、モールド工程では、電鑄部材 1 3 をインサート部品として所定の金型 (射出成形型) にセットした後、軸受部材 7 を構成する樹脂部 9 が射出成形される。樹脂材料の射出後、樹脂材料を固化させて型開きを行うと、図 5 に示すように、マスター軸 1 1 および電鑄部 8 からなる電鑄部材 1 3 と、樹脂部 9 とが一体となった成形品が得られる。この段階で、樹脂部 9 は、側部 9 b よりも大径で、側部 9 b の上端から上方に延びる略円筒状の円筒状部 9 a ' を有している。円筒状部 9 a ' の内周面のうち、その一部上部領域には、軸方向上方に向かって漸次拡径するテーパ面 9 a 1 ' が形成され、この状態でテーパ面 9 a 1 ' の軸線に対する傾斜角 θ は、後に詳述する工程で図 2 に示す突出部 9 a を形成する際に所定角度のテーパ面 9 a 1 が得られるよう適切な傾斜角に設定される。また、円筒状部 9 a ' の外周面には、軸方向上方に向かって漸次縮径するテーパ面 9 a 3 ' が形成されている。

10

【0038】

ところで、電鑄加工の特性上、電鑄部 8 の外面は粗面に形成される。そのため樹脂部 9 を射出成形する際、樹脂材料が電鑄部 8 外面の微小な凹凸に入り込み、いわゆるアンカー効果によって電鑄部 8 と樹脂部 9 とは相互に強固に固着する。

20

【0039】

なお、樹脂部 9 を構成するベース樹脂は、射出成形可能で、かつ次工程での成形性を考慮して耐熱性や延性に富むものが望ましく、例えば、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、液晶ポリマー (LCP)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) 等の結晶性樹脂の他、ポリサルフォン (PSU)、ポリエーテルサルフォン (PES)、ポリフェニルサルフォン (PPSU)、ポリエーテルイミド (PEI) 等の非晶性樹脂が使用可能である。これらは、あくまでも使用可能なベース樹脂を例示したものであり、もちろん、この他のベース樹脂を使用することもできる。樹脂材料には、必要に応じて強化材 (繊維状、粉末状等の形態は問わない) や導電材、および潤滑剤等の各種充填材を一種または二種以上配合することもできる。

30

【0040】

上記の成形品は、図 2 に示す突出部 9 a を成形する工程に移送される。この工程では、加熱しながら内径方向の圧迫力を付与して、樹脂部 9 の円筒状部 9 a ' を変形させることにより、図 2 に示す形態の突出部 9 a が形成される。

【0041】

具体的には、まず図 6 (a) に示すように、同軸配置された固定型 1 5 および可動型 1 6 のうち、固定型 1 5 の内周に成形品を配置して位置決めを行う。可動型 1 6 の先端部は略円筒状に形成され、その内周には円筒状部 9 a ' の外周テーパ面 9 a 3 '、および円筒状部 9 a ' 変形時の外径曲面に倣った曲面 1 6 a が形成されており、可動型 1 6 のうち少なくとも曲面 1 6 a は、図示しない熱源によって加熱されているか、あるいは熱源を有している。この際、円筒状部 9 a ' を軟化させて加工の容易性と精度を高め、また、樹脂を改質させて突出部 9 a を一種の永久変形状態とし、使用時における突出部 9 a の変形を防止する観点から、曲面 1 6 a の温度 (加熱温度) は、選定されたベース樹脂のガラス転移点以上に設定するのが望ましい。例えば、樹脂部 9 をポリブチレンテレフタレート (PBT) をベース樹脂とする樹脂組成物で成形した場合、PBT のガラス転移点は 60 であるから、60 以上で加熱すればよい。なお、可動型 1 6 を加熱する以外にも、別途熱源を設け直接樹脂部 9 (円筒状部 9 a ') を加熱してもよく、さらに可動型 1 6 と樹脂部 9 の双方を加熱してもよい。

40

【0042】

50

上記の可動型 16 を固定型 15 に接近させて成形品の円筒状部 9 a' に接触させると、その接触部を介して付与された熱によって円筒状部 9 a' が軟化する。さらに型締めすると、円筒状部 9 a' に内径方向の圧迫力が付与され、この圧迫力によって円筒状部 9 a' は曲面 16 a にガイドされながら、先端部が内径方向に変形する。さらに型締めを進行させ、図 6 (b) に示すように、内周テーパ面 9 a 1' がマスター軸 11 の外周面 11 a に当接した時点で型締めを停止する。その後、図 6 (c) に示すように、型開きして圧迫力を開放すると、樹脂部 9 のスプリングバックによって円筒状部 9 a' の内周が若干量拡張して、図 2 に示すテーパ面 9 a 1、および曲面 9 a 2 を有する突出部 9 a が形成される。この時、特にテーパ面 9 a 1 のスプリングバック量がシール隙間 S の形状を決定付けることになるので、規定寸法のシール隙間 S が得られるように、加熱温度、加熱時間、加圧力等の加工条件を設定する。なお、直線方向への型締めだけでは、円周方向の各部に付与される圧迫力にバラツキが生じ、突出部 9 a を全周に亘って同一形状に形成できないおそれがある。そのため、型開き前には、可動型 16 と成形品とを相対回転させ、円筒状部 9 a' へ円周方向（接線方向）のせん断力を付与するのが望ましい。

10

【0043】

この成形品は、その後分離工程に移送される。分離工程では、マスター軸 11 の表面から電鍍部 8 を剥離させることにより、電鍍部 8 および樹脂部 9 が一体化したもの（軸受部材 7）とマスター軸 11 とに分離される。この分離工程では、例えばマスター軸 11 あるいは軸受部材 7 に衝撃を与え、電鍍部 8 の内面を半径方向および軸方向に拡大させてマスター軸 11 の外表面との間に微小隙間（ $1\mu\text{m}$ ~ 数 μm 程度）を形成し、マスター軸 11 を電鍍部 8 の内面から引き抜く。この他、電鍍部 8 とマスター軸 11 との熱膨張量差を利用して電鍍部 8 をマスター軸 11 から剥離させることもできる。

20

【0044】

上記のようにしてマスター軸 11 と分離された軸受部材 7 に、マスター軸 11 とは別に製作された軸部材 2 を挿入し、軸受部材 7 の内部空間に潤滑油を充填させることにより、図 2 に示す流体軸受装置 1 が完成する。一方、分離されたマスター軸 11 は、繰り返し電鍍加工に用いることができるので、高精度な軸受部材 7 を安定してかつ低コストに量産することができる。

【0045】

なお、以上の説明では、電鍍部 8 をマスター軸 11 から剥離させる前に突出部 9 a を形成したが、軸受部材 7 へ軸部材 2 を挿入した後、上記同様の成形型 15、16 を用いて突出部 9 a を形成することもできる。

30

【0046】

以上に示すように本発明では、射出成形された樹脂部 9 を加熱しながら変形させることにより、樹脂部 9 の突出部 9 a と軸部材 2 の外周面 2 a との間に、シール空間 S およびラジアル軸受隙間に隣接する潤滑剤溜り 10 を設けたので、これらを軸受部材に固定された別部材と軸部材との間に設けた従来構成に比べ、部品点数および組立工数を削減して、流体軸受装置 1 の低コスト化を図ることができる。また、切削等の機械加工によらず突出部 9 a を形成したので、切削粉が生じることがなく、またこれにより切削粉の除去工程を排除することができ、この点からも流体軸受装置 1 の低コスト化を図ることができる。

40

【0047】

また本実施形態では、ラジアル軸受隙間に面する軸受部材 7 の内周面 7 a（ラジアル軸受面）、および軸部材 2 の下端面 2 b と摺動接触する内底面 7 b（スラスト軸受面）が、金属層である電鍍部 8 に形成される。電鍍加工の特性上、電鍍部 8 のうち、マスター軸 11 に接する内面の精度はマスター軸 11 の表面形状が高精度に転写された緻密面に形成される。したがって、マスター軸 11 の外表面のうち、特に成形部 N を高精度に形成しておけば、別段の仕上げ加工等を施すことなく、動圧溝 7 a 1、7 a 2 を含めた内周面 7 a、および内底面 7 b の精度が容易に高められる。またラジアル軸受面およびスラスト軸受面が金属面となるから、ラジアル軸受部では温度変化や摩耗等による特性変化を抑制して、またスラスト軸受部では耐摩耗性を高め、長寿命な流体軸受装置 1 が低コストに得られる

50

。

【0048】

以上、本発明の構成を有する流体軸受装置1の一例について説明を行ったが、本発明の構成は上記形態の流体軸受装置1に限らず、他の形態の流体軸受装置にも好ましく用いることができる。以下その構成例を図面に基づいて説明する。なお、説明の簡略化のため、以上に示す形態と構成・作用を同一にする部材、および部位については同一の参照番号を付与し、重複説明を省略する。

【0049】

図7は、流体軸受装置1の第2実施形態を示すものである。同図に示す流体軸受装置1は、図2に示す流体軸受装置と同様ファンモータに組み込まれて使用されるもので、主に軸受部材7の樹脂部9で、上記の保持部6を一体成形した点で、図2に示す実施形態と構成を異にする。

10

【0050】

図8は、流体軸受装置1の第3実施形態を示すものである。同図に示す流体軸受装置1は、主に、軸受部材7を、樹脂製のハウジング17(樹脂部)と、該ハウジング17の内周に固定された別体の軸受スリーブ18とで構成した点で、図2に示す実施形態と構成を異にする。なお、この実施形態においても、図7に示す構成と同様、樹脂部9で保持部6を一体成形することもできる。

【0051】

なお、以上では、軸受部材7の内周に電鍍部8や軸受スリーブ18を設けた構成を例示したが、軸受部材7の内周に電鍍部8や軸受スリーブ18を設けず、軸受部材7を樹脂のみで構成することもできる。

20

【0052】

以上で示した実施形態では、突出部9aのうち、潤滑剤溜り10に面する曲面9a2を平滑面に形成したが、曲面9a2を平滑面以外の構成とすることもできる。図9は、その一例を示すもので、突出部9aの曲面9a2に螺旋溝19を設けた構成を示すものである。螺旋溝19の方向は、軸部材2の回転時に潤滑油が軸受隙間の内部側に引き込まれる方向とする。このように突出部9aの曲面9a2に螺旋溝19を設けることにより、軸受運転時には、軸受部材7内部側、すなわちシール隙間5から離反する方向へ潤滑油が引き込まれるので、シール性能を一層高めることが可能となる。なお、図示は省略するが、図7および図8に示す実施形態においても本実施形態と同様に、突出部9aの曲面9a2に螺旋溝19を設けることができる。また、図7に示す実施形態と同様、樹脂部9で保持部材6となる部分を一体成形することもできる。

30

【0053】

ところで、以上に示す実施形態では、円筒状部9a'の下側領域を軸方向で同一厚みに形成しているが、これだと円筒状部9a'の弾性が高まり、所期形状の突出部9aを形成できないおそれがある。特に、突出部9aの曲面9a2に螺旋溝19を設けた構成で、螺旋溝19を深く形成すると無理抜きの方が大きくなるため、螺旋溝19形状の精度悪化を招くおそれがある。

【0054】

かかる事態を回避するため、図示は省略するが、円筒状部9a'の外周面全体を軸方向上方に向かって漸次縮径するテーパ面に、また内周面のうち螺旋溝19が形成される領域を軸方向上方に向かって漸次拡径するテーパ面に形成する(円筒状部9a'を上方に向かって漸次薄肉化させる)のが望ましい。この構成とすることにより、円筒状部9a'が変形し易くなり、所期形状の突出部9aを容易に形成することができる。また円筒状部9a'の成形時にあっては、いわゆる抜き勾配が確保されるので、円筒状部9a'、特に螺旋溝19の精度悪化を回避することができる。

40

【0055】

なお、以上では、本発明の構成を有する流体軸受装置1をファンモータに組み込んで使用する場合について説明を行ったが、本発明の構成を有する流体軸受装置1はファンモ

50

タに限らず、例えば磁気ディスク等のスピンドルモータや、レーザビームプリンタ（LBP）のポリゴンスキャナモータに組み込んで使用することもできる。

【0056】

一例として、本発明の構成を有する流体軸受装置31を組み込んだHDD等の磁気ディスク装置用のスピンドルモータを図10に示す。このスピンドルモータでは、図1に示すファンモータと異なり、軸部材2の上端には、一又は複数枚のディスクDを載置するディスクハブ23が固定される。

【0057】

以上で説明を行った実施形態では、ラジアル軸受部R1、R2として、ヘリングボーン形状やスパイラル形状の動圧溝により流体動圧を発生させる構成を例示しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、ラジアル軸受部R1、R2として、いわゆる多円弧軸受やステップ軸受、あるいは非真円軸受を採用することもできる。これらの軸受ではラジアル軸受面となる領域に、それぞれ、複数の円弧面、軸方向溝、調和波形面が形成される（何れも、図示省略）。

10

【0058】

また、以上の説明では、ラジアル軸受部R1、R2のように、ラジアル軸受部を軸方向に2箇所離隔して設けた構成としたが、軸方向で1箇所、あるいは3箇所以上のラジアル軸受部を設けた構成としても良い。

【0059】

また、以上の説明では、軸受部材7の内周面7aに動圧発生部を形成した場合を例示したが、ラジアル軸受隙間を介して対向する軸部材2の外周面2aに動圧発生部を設けても良い。この場合、軸受部材7の内周面7aは、凹凸のない円筒面状に形成される。

20

【0060】

また、以上の説明では、軸受部材7の内周面7aまたは軸部材2の外周面2aに動圧発生部を設け、当該動圧発生部でラジアル軸受隙間に流体動圧を発生させてラジアル軸受部R1、R2を動圧軸受で構成する場合を例示したが、軸受部材7の内周面7aを凹凸のない円筒面状に、かつ軸部材2の外周面2aを凹凸のない断面真円状に形成することで、ラジアル軸受部R1、R2を真円軸受で構成することもできる（図示省略）。

【0061】

さらに、以上の説明では、スラスト軸受部Tをピボット軸受で構成する形態を例示したが、例えば、軸部材2の下端を平坦面とし、この平坦面あるいはこれに対向する軸受部材の端面にスパイラル形状やヘリングボーン形状に配列された複数の動圧溝等を設けることにより、動圧軸受からなるスラスト軸受部を構成することもできる（図示省略）。

30

【0062】

以上の説明では、潤滑流体として潤滑油を用いたが、潤滑流体膜を形成可能な他の流体、例えば、潤滑グリースや磁性流体等を使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】流体軸受装置を組み込んだファンモータの一例を示す断面図である。

【図2】流体軸受装置の要部拡大断面図である。

40

【図3】軸受部材の縦断面図である。

【図4】(a)図はマスター軸の斜視図、(b)図はマスター軸にマスキングを施した状態を示す斜視図、(c)図は電鍍部材の斜視図である。

【図5】インサート成形直後の軸受部材の断面図である。

【図6】(a)～(c)図は、何れも突出部の成形工程を示す概略図である。

【図7】流体軸受装置の第2実施形態を示す断面図である。

【図8】流体軸受装置の第3実施形態を示す断面図である。

【図9】流体軸受装置の第4実施形態を示す断面図である。

【図10】流体軸受装置を組み込んだスピンドルモータの構成例を示す断面図である。

【符号の説明】

50

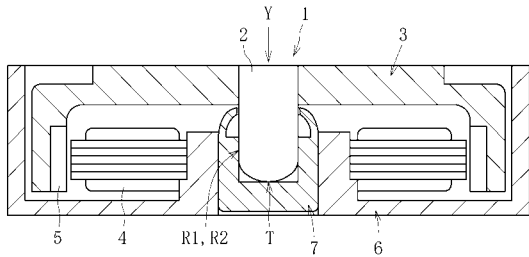
【 0 0 6 4 】

- 1、3 1 流体軸受装置
- 2 軸部材
- 3 ロータ
- 4 ステータコイル
- 5 ロータマグネット
- 6 保持部材
- 7 軸受部材
- 8 電鍍部
- 9 樹脂部
- 9 a 突出部
- 9 a ' 円筒状部
- 1 0 潤滑剤溜り
- 1 1 マスター軸
- 1 5 固定型
- 1 6 可動型
- 1 9 螺旋溝
- R 1、R 2 ラジアル軸受部
- T スラスト軸受部
- S シール隙間

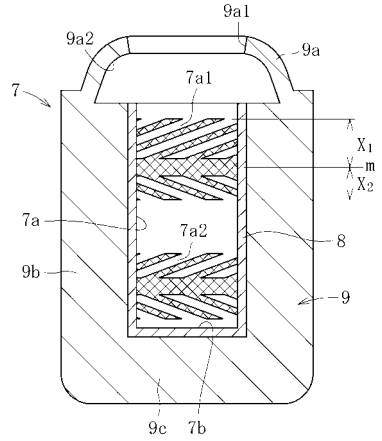
10

20

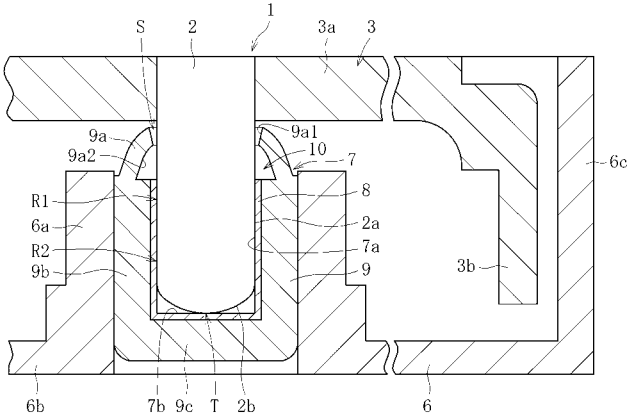
【 図 1 】



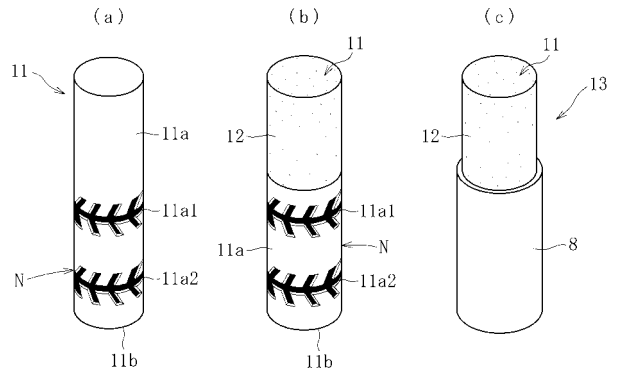
【 図 3 】



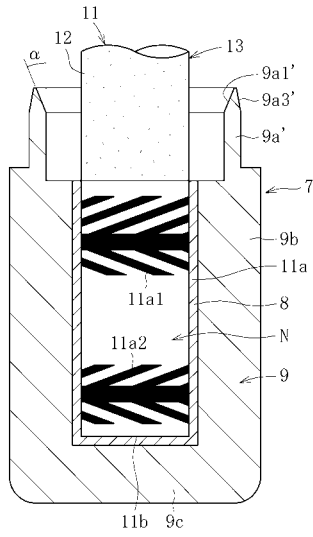
【 図 2 】



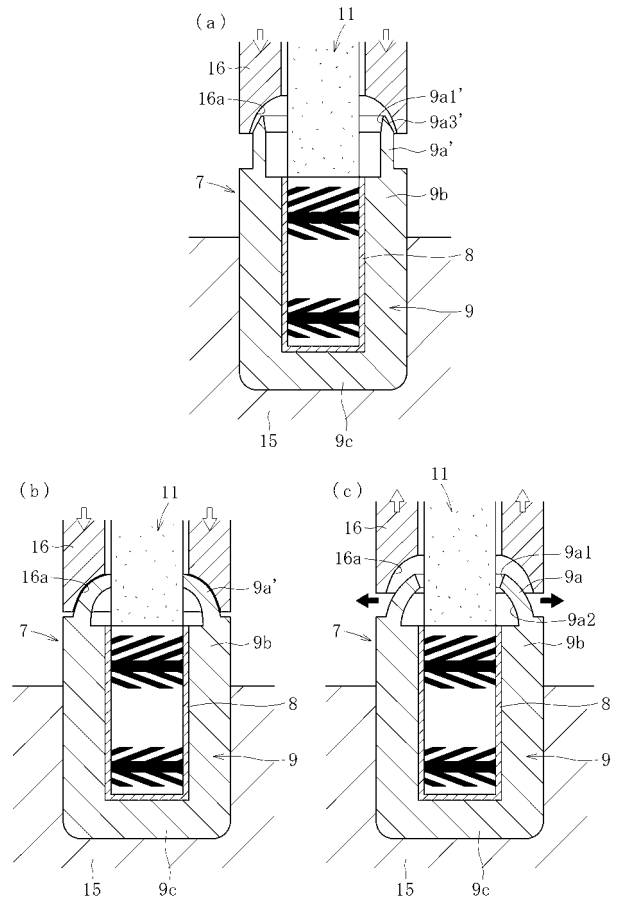
【 図 4 】



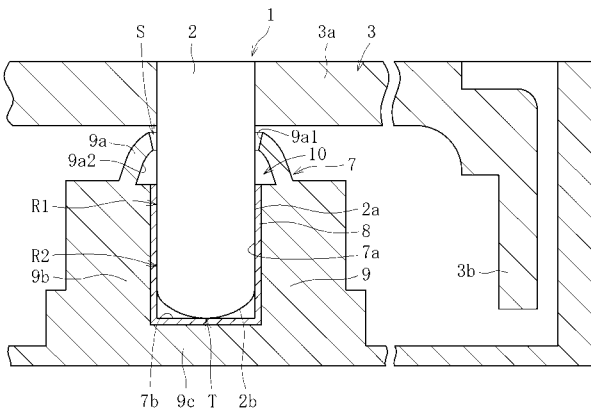
【 図 5 】



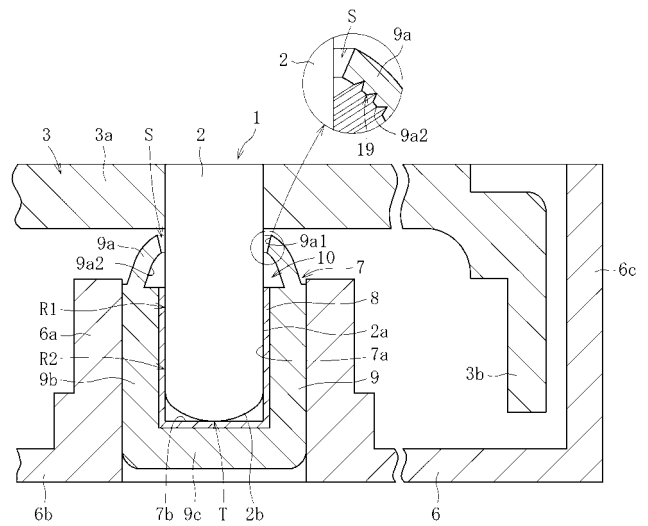
【 図 6 】



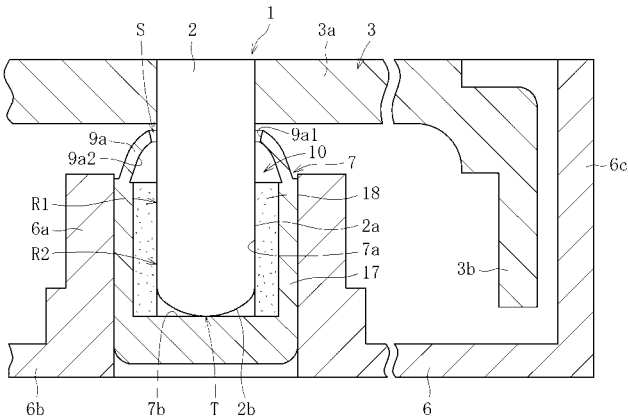
【 図 7 】



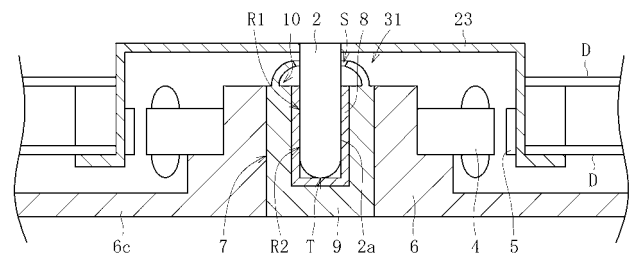
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 2 K 7/08 (2006.01) H 0 2 K 7/08 A

(72)発明者 日比 建治
 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 山本 康裕
 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

Fターム(参考) 3J011 AA07 BA04 CA02 DA01 DA02 JA02 KA04 MA03
 3J016 AA02 BB12 CA03
 5H605 AA02 CC04 EB03 EB06 EB09 EB17 EB21 EB28 EB39 GG04
 GG18
 5H607 AA05 BB01 BB07 BB17 CC01 CC03 CC05 DD01 DD02 DD09
 DD14 FF04 GG03 GG09 GG12 GG25 JJ06 KK07