

(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2005-3042

(P2005-3042A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 C 33/10  
F 1 6 C 17/02  
F 1 6 C 33/14  
F 1 6 C 33/20

F I

F 1 6 C 33/10  
F 1 6 C 17/02  
F 1 6 C 33/14  
F 1 6 C 33/20

テーマコード (参考)

3 J O 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-165383 (P2003-165383)  
(22) 出願日 平成15年6月10日 (2003.6.10)

(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

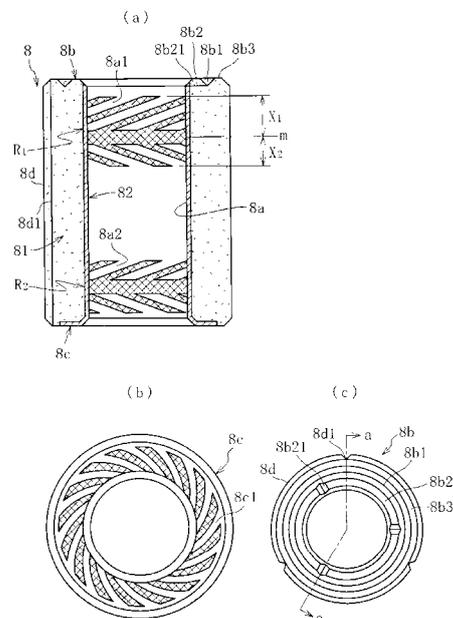
(54) 【発明の名称】 動圧軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 動圧溝を有する軸受スリーブの製造コストを低減して、より一層低コストな動圧軸受装置を提供する。

【解決手段】 軸受スリーブ8は、焼結金属からなる多孔質体で円筒状に形成された母体81と、母体81の内周面から下側端面にかけて形成された樹脂層82とで構成される。樹脂層82で構成された軸受スリーブ8の軸受面には、動圧溝8a1、8a2、8c1が形成されている。これら動圧溝8a1、8a2、8c1は、樹脂層82の成形と同時に成形されたものである。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ハウジングと、該ハウジングの内部に設けられた軸受スリーブと、前記軸受スリーブに対して相対回転する回転部材と、前記軸受スリーブと前記回転部材との間の軸受隙間に生じる潤滑流体の動圧作用で前記回転部材を非接触支持する動圧軸受部とを備えた動圧軸受装置において、

前記軸受スリーブはその母体が焼結金属で形成されていると共に、前記軸受隙間に臨む軸受面が樹脂層で構成され、かつ、該樹脂層に動圧溝が形成されていることを特徴とする動圧軸受装置。

## 【請求項 2】

前記樹脂層の動圧溝は、前記樹脂層の成形と同時に成形されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の動圧軸受装置。

## 【請求項 3】

前記樹脂層における（樹脂材料の線膨張係数）×（樹脂層の肉厚）が 0.15 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の動圧軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、軸受隙間に生じる潤滑流体の動圧作用によって回転部材を非接触支持する動圧軸受装置（流体動圧軸受装置）に関する。この軸受装置は、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などのスピンドルモータ、レーザービームプリンタ（LBP）のポリゴンスキヤナモータ、あるいは電気機器、例えば軸流ファンなどの小型モータ用として好適である。

## 【0002】

## 【従来の技術】

上記各種モータには、高回転精度の他、高速化、低コスト化、低騒音化などが求められている。これらの要求性能を決定づける構成要素の一つに当該モータのスピンドルを支持する軸受があり、近年では、この種の軸受として、上記要求性能に優れた特性を有する動圧軸受の使用が検討され、あるいは実際に使用されている。

## 【0003】

例えば、HDD 等のディスク駆動装置のスピンドルモータに組込まれる動圧軸受装置では、軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、軸部材をスラスト方向に非接触支持するスラスト軸受部とが設けられ、ラジアル軸受部として、軸受スリーブの内周面又は軸部材の外周面に動圧発生用の溝（動圧溝）を設けた動圧軸受が用いられる。スラスト軸受部としては、例えば、軸部材のフランジ部の両端面、又は、これに対向する面（軸受スリーブの端面や、ハウジングに固定されるスラスト部材の端面等）に動圧溝を設けた動圧軸受が用いられる（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0004】

通常、軸受スリーブは焼結金属や軟質金属等の金属材料で形成されるが、軸受スリーブに動圧溝を設ける場合、動圧溝の成形方法として転造、エッチング、プレス加工等が採用されている（例えば、特許文献 2、3）。

## 【0005】

## 【特許文献 1】

特開 2000 291648 号公報

## 【特許文献 2】

特許第 2541208 号公報

## 【特許文献 3】

特開平 10 306827 号公報

## 【0006】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】**

金属製の軸受スリーブの内周面に動圧溝を転造加工で成形する方法（特許文献2）は、複雑な設備を必要とするばかりでなく、動圧溝成形後の後加工が必要であり、製造コストの点で問題がある。また、動圧溝をエッチング加工で成形する方法は、処理工数が多く、製造コストの点で問題があると同時に、動圧溝の形状や寸法を精度良く仕上げるのが難しい。

**【0007】**

これに対して、動圧溝をプレス加工で成形する方法（特許文献3）は、上記のような不都合がなく、動圧溝を簡易な設備で、少ない工数で、かつ精度良く成形することができる。しかしながら、この成形方法では、動圧溝の成形後に、焼結金属製の軸受スリーブのスプリングバックを利用して、動圧溝の成形型を軸受スリーブの内周面から離型するため、この成形方法を適用するに際し、軸受スリーブの内径、肉厚、軸方向長さが制限される場合がある。

10

**【0008】**

本発明の課題は、動圧溝を有する軸受スリーブの製造コストを低減して、より一層低コストな動圧軸受装置を提供することである。

**【0009】**

本発明の他の課題は、軸受スリーブの動圧溝を少ない工数で比較的精度良く成形することができ、しかも、軸受スリーブの内径、肉厚、軸方向長さの制限が少ない動圧軸受装置を提供することである。

20

**【0010】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するため、本発明は、ハウジングと、ハウジングの内部に設けられた軸受スリーブと、軸受スリーブに対して相対回転する回転部材と、軸受スリーブと回転部材との間の軸受隙間に生じる潤滑流体の動圧作用で回転部材を非接触支持する動圧軸受部とを備えた動圧軸受装置において、軸受スリーブはその母体が焼結金属で形成されていると共に、軸受隙間に臨む軸受面が樹脂層で構成され、かつ、樹脂層に動圧溝が形成されている構成を提供する。

**【0011】**

ここで、上記の潤滑流体には、潤滑油や潤滑グリースの他、空気等の気体も含まれる。すなわち、本発明の動圧軸受には、いわゆる気体軸受も含まれる。

30

**【0012】**

軸受スリーブは、その母体が焼結金属で形成されているので、全体が樹脂材料で形成されたいわゆる樹脂軸受に比べて、吸水や温度変化による寸法変化が少なく、寸法安定性に優れている。そのため、軸受スリーブと回転部材との間の軸受隙間の変動が少なく、安定した動圧作用が得られる。また、軸受スリーブは、軸受隙間に臨む軸受面が樹脂層で構成されているので、例えば、動圧軸受装置の起動時や停止時など、軸受隙間内の潤滑流体の動圧作用が十分発現されない状態で軸受面と回転部材との直接接触が起こったとしても、軸受面やこれに対向する回転部材の表面に傷つきが生じにくく、長期にわたって安定した軸受機能が得られる。尚、軸受スリーブは、回転部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受面を少なくとも有し、これに加えて、回転部材をスラスト方向に非接触支持するスラスト軸受面を有していても良い。

40

**【0013】**

また、軸受スリーブの内周面に軸受面（樹脂層）を設けた構成では、動圧溝の成形後に、樹脂層自身の弾性を利用して、動圧溝の成形型を軸受スリーブの内周面から離型することが可能となる。そのため、軸受スリーブの内径、肉厚、軸方向長さの制限が緩和され、設計や製造上の自由度が向上する。

**【0014】**

軸受スリーブの母体は、例えば、銅、鉄、及びアルミニウムの中から選択される1種以上の金属粉末を主原料とし、必要に応じて、すず、亜鉛、鉛、黒鉛、二硫化モリブデン等の

50

粉末又はこれらの合金粉末を混合し（成型性や離型性を高めるため、必要に応じて少量のバインダー等を添加しても良い。）、所定形状に成形し、焼成して得られた焼結体（焼結金属）に、必要に応じてサイジング等の後処理を施して形成することができる。このような母体の内部には焼結金属の多孔質組織による多数の内部細孔があり、また、母体の表面には内部細孔が外部に開口して形成された多数の表面開孔がある。母体の内部細孔には、例えば真空含浸等によって潤滑油や潤滑グリースを含浸させても良い。

**【0015】**

軸受面を構成する樹脂層の組織は、潤滑流体を通過させるものであっても良いし、潤滑流体を通過させないものであっても良い。前者の場合、樹脂層を介して、母体の内部と軸受隙間内との間で潤滑流体が循環する構成とすることができる。後者の場合、軸受隙間内の潤滑流体が樹脂層を介して母体の内部に逃げることがないので、軸受隙間内における潤滑流体の圧力損失がなく、高い軸受剛性が得られる。通常、焼結金属製の軸受スリーブを用いる場合、動圧溝の成形前に軸受面の封孔処理を行う場合が多いが、軸受面は完全に封孔されることはなく、所定割合（数%～十数%）の表面開孔が残されている。このため、軸受隙間内において、若干の圧力損失が発生する傾向がある。後者の場合、軸受面の封孔処理が樹脂層の形成によって完全になされるので、上記のような圧力損失の問題が解消されると同時に、従来行われていた封孔処理工程をなくして、工程の簡略化を図ることができる（封孔処理後の洗浄工程も削減することができる）。軸受面が完全に封孔されている構成は、特に、気体軸受において有利である。

10

**【0016】**

軸受スリーブの樹脂層は、例えばインサート成形によって母体の所定表面に形成され、回転部材との間の軸受隙間に臨む軸受面を有する。樹脂層の成形時、樹脂層を形成する溶融樹脂が母体の所定表面の表面開孔から表層部の内部細孔に入り込んで固化するため、樹脂層は一種のアンカー固化によって母体表面に強固に密着する。そのため、母体表面からの樹脂層の剥離、脱落が生じにくく、高い耐久性が得られる。

20

**【0017】**

樹脂層の動圧溝は、例えば、樹脂層を成形する金型の所要部位（軸受面を成形する部位）に動圧溝を成形する溝型を加工しておき、樹脂層の成形時に、上記溝型の形状を樹脂層の軸受面に転写することによって形成することができる。このように、樹脂層の動圧溝を、樹脂層の成形と同時に成形することにより、軸受スリーブの動圧溝を少ない工数で比較的精度良く成形することができる。

30

**【0018】**

樹脂層は、摺動特性に優れた樹脂材料で形成することが好ましく、必要に応じて油や固体潤滑剤を配合しても良い。樹脂層を形成する樹脂材料としては、ポリエチレン、ポリアミド、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルサルフォン、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン、熱可塑性ポリイミド、熱硬化性ポリイミド、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。

**【0019】**

上記の固体潤滑剤としては、ポリテトラフルオロエチレン、黒鉛、二硫化モリブデン、窒化硼素、二硫化タングステン等が挙げられ、また、上記の油としては、スピンドル油、冷凍機油、タービン油、マシン油、ダイナモ油等の鉱油、炭化水素、エステル、ポリグリコール、シリコン油、フッ素油等の合成油など、一般に使用されている潤滑油等が挙げられる。

40

**【0020】**

樹脂層を形成する樹脂材料には、摩擦・摩耗特性を改善したり、線膨張係数を小さくしたりするために、適当な充填材を添加することができる。例えば、ガラス繊維、カーボン繊維、ピッチ系炭素繊維、PAN系炭素繊維、アラミド繊維、アルミナ繊維、ポリエステル繊維、ポロン繊維、炭化珪素繊維、窒化硼素繊維、窒化珪素繊維、金属繊維、アスベスト、石炭ウール等の繊維類や、これらを布状に編んだもの、炭酸カルシウムやタルク、シリ

50

カ、クレー、マイカ等の鉱物類、硼酸アルミニウム、ウイスキー、チタン酸カリウムウイスキー等の無機ウイスキー類、カーボンブラック、黒鉛、ポリイミド樹脂やポリベンゾイミダゾール等の各種耐熱性樹脂等が挙げられる。さらに、樹脂層の熱伝導性を向上させる目的で、カーボン繊維、金属繊維、黒鉛粉末、酸化亜鉛等の添加しても良い。また、炭酸リチウム、炭酸カルシウム等の炭酸塩、リン酸リチウム、リン酸カルシウム等のリン酸塩等を配合しても良い。

#### 【0021】

尚、この発明の効果を阻害しない範囲内で、一般合成樹脂に広く適用しうる添加剤を併用しても良い。例えば、離型剤、難燃剤、帯電防止剤、耐候性改良剤、酸化防止剤、着色剤等の工業用添加剤を適宜添加しても良い。また、樹脂層の潤滑性を損なわない範囲内で、中間製品または最終製品の形態において、別途、アニール処理等の化学的又は物理的な処理によって性質改善のための変性が可能である。

10

#### 【0022】

樹脂層における{樹脂材料の線膨張係数( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )} $\times$ {樹脂層の肉厚( $\mu\text{m}$ )}は、0.15以下であることが好ましく、より好ましくは0.13以下、さらに好ましくは0.10以下であるのが良い。上記の値が0.15より大きいと、吸水や温度変化に伴う樹脂層の寸法変化によって、軸受隙間が比較的大きく変動して、トルク変動や回転精度の低下につながりやすい。一方、成形可能な樹脂層の厚みは50 $\mu\text{m}$ 程度であり、これより薄いと成形が困難となる。従って、上記の値は0.003以上であることが好ましく、より好ましくは0.01以上、さらに好ましくは0.015以上であるのが良い。

20

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

#### 【0024】

図1は、この実施形態に係る動圧軸受装置(流体動圧軸受装置)1を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの一構成例を概念的に示している。このスピンドルモータは、HDD等のディスク駆動装置に用いられるもので、回転部材としての軸部材2を回転自在に非接触支持する動圧軸受装置1と、軸部材2に装着されたロータ(ディスクハブ)3と、例えば半径方向のギャップを介して対向させたステータ4およびロータマグネット5とを備えている。ステータ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はディスクハブ3の内周に取付けられる。動圧軸受装置1のハウジング7は、ブラケット6の内周に装着される。ディスクハブ3には、磁気ディスク等のディスクDが一又は複数枚保持される。ステータ4に通電すると、ステータ4とロータマグネット5との間の電磁力でロータマグネット5が回転し、それによって、ディスクハブ3および軸部材2が一体となって回転する。

30

#### 【0025】

図2は、動圧軸受装置1を示している。この動圧軸受装置1は、ハウジング7と、ハウジング7に固定された軸受スリーブ8およびシール部材9と、軸部材2とを構成部品して構成される。

#### 【0026】

軸受スリーブ8の内周面8aと軸部材2の軸部2aの外周面2a1との間に第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2とが軸方向に離隔して設けられる。また、軸受スリーブ8の下側端面8cと軸部材2のフランジ部2bの上側端面2b1との間に第1スラスト軸受部T1が設けられ、ハウジング7の底部7bの内底面7b1とフランジ部2bの下側端面2b2との間に第2スラスト軸受部T2が設けられる。尚、説明の便宜上、ハウジング7の底部7bの側を下側、底部7bと反対の側を上側として説明を進める。

#### 【0027】

ハウジング7は、例えば、結晶性樹脂としての液晶ポリマー(LCP)に、導電性充填材としてのカーボンナノチューブを3~8wt%配合した樹脂材料を射出成形して有底筒状に形成され、円筒状の側部7aと、側部7aの下端に一体に設けられた底部7bとを備え

50

ている。図3に示すように、第2スラスト軸受部T2のスラスト軸受面となる、底部7bの内底面7b1には、例えばスパイラル形状の動圧溝7b2が形成される。この動圧溝7b2は、ハウジング7の射出成形時に成形されたものである。すなわち、ハウジング7を成形する金型の所要部位(内底面7b1を成形する部位)に、動圧溝7b2を成形する溝型を加工しておき、ハウジング7の射出成形時に上記溝型の形状をハウジング7の内底面7b1に転写することにより、動圧溝7b2をハウジング7の成形と同時成形することができる。また、内底面7b1から軸方向上方に所定寸法xだけ離れた位置に段部7dが形成されている。

#### 【0028】

軸部材2は、例えば、ステンレス鋼等の金属材料で形成され、軸部2aと、軸部2aの下端に一体又は別体に設けられたフランジ部2bとを備えている。 10

#### 【0029】

軸受スリーブ8は、焼結金属からなる多孔質体、特に銅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た母体81と、母体81の所定表面に形成された樹脂層82とで構成される。この実施形態において、樹脂層82は母体81の内周面から下側端面にかけて形成されており、軸受スリーブ8の内周面8a及び下側端面8cは樹脂層82で構成される。

#### 【0030】

軸受スリーブ8の樹脂層82は、例えばインサート成形(射出成形)によって母体81の内周面から下側端面にかけて形成される。樹脂層82の成形時、樹脂層82を形成する溶解樹脂が母体81の表面の表面開孔から表層部の内部細孔に入り込んで固化するため、樹脂層82は一種のアンカー固化によって母体81の表面に強固に密着する。樹脂層82における{樹脂材料の線膨張係数( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )}×{樹脂層の肉厚( $\mu\text{m}$ )}は、0.15以下である。 20

#### 【0031】

樹脂層82で構成された軸受スリーブ8の内周面8aには、第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2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、該2つの領域には、例えば図4(a)に示すようなヘリングボーン形状の動圧溝8a1、8a2がそれぞれ形成される。上側の動圧溝8a1は、軸方向中心m(上下の傾斜溝間領域の軸方向中央)に対して軸方向非対称に形成されており、軸方向中心mより上側領域の軸方向寸法X1が下側領域の軸方向寸法X2よりも大きくなっている。また、樹脂層82で構成された軸受スリーブ8の下側端面8cには、第1スラスト軸受部T1のスラスト軸受面となる領域が設けられ、該領域には、例えば図4(b)に示すようなスパイラル形状の動圧溝8c1が形成される。樹脂層82で構成される軸受面の動圧溝8a1、8a2、8c1は、樹脂層82を成形する金型の所要部位(軸受面を成形する部位)に動圧溝8a1、8a2、8c1を成形する溝型を加工しておき、樹脂層82の成形時に、上記溝型の形状を樹脂層82の軸受面に転写することによって形成することができる。このように、樹脂層82の軸受面の動圧溝8a1、8a2、8c1を、樹脂層82の成形と同時に成形することにより、軸受スリーブ8を少ない工数で比較的精度良く成形することができる。また、樹脂層82の成形後、樹脂層82自身の弾性変形を利用して、動圧溝8a1、8a2を崩すことなく、金型を軸受スリーブ8の内周面8aから離型することができる。 30 40

#### 【0032】

また、母体81で構成された軸受スリーブ8の外周面8dには、1又は複数本の軸方向溝8d1が軸方向全長に互って形成される。この例では、3本の軸方向溝8d1を円周方向等間隔に形成している。

#### 【0033】

図4(c)に示すように、母体81で構成された軸受スリーブ8の上側端面8bは、半径方向の略中央部に設けられた円周溝8b1により、内径側領域8b2と外径側領域8b3に区画され、内径側領域8b2には、1又は複数本の半径方向溝8b21が形成される。この例では、3本の半径方向溝8b21が円周等間隔に形成されている。 50

## 【0034】

上記のような軸受スリーブ8は、ハウジング7の内周面7cの所定位置に固定される。

## 【0035】

シール部材9は、例えば、ハウジング7の側部7aの上端部内周に固定され、その内周面9aは、軸部2aの外周に設けられたテーパ面2a2と所定のシール空間Sを介して対向する。尚、軸部2aのテーパ面2a2は上側（ハウジング7に対して外部側）に向かって漸次縮径し、軸部材2の回転により遠心力シールとしても機能する。また、シール部材9の下側端面9bの外径側領域9b1は内径側領域よりも僅かに大径に形成されている。

## 【0036】

この実施形態の動圧軸受装置1は、例えば、次のような工程で組立てる。

10

## 【0037】

まず、軸部材2を軸受スリーブ8に装着する。そして、軸受スリーブ8を軸部材2と共にハウジング7の側部7aの内周面7cに挿入し、その下側端面8cをハウジング7の段部7dに当接させる。これにより、ハウジング7に対する軸受スリーブ8の軸方向位置が決まる。そして、この状態で、軸受スリーブ8を適宜の手段、例えば超音波溶着によってハウジング7に固定する。

## 【0038】

つぎに、シール部材9をハウジング7の側部7aの上端部内周に挿入し、その下側端面9bの内径側領域を軸受スリーブ8の上側端面8bの内径側領域8b2に当接させる。そして、この状態で、シール部材9を適宜の手段、例えば超音波溶着によってハウジング7に固定する。尚、シール部材9の外周面に凸状のリブ9cを設けておくと、溶着による固定力を高める上で効果的である。

20

## 【0039】

上記のようにして組立が完了すると、軸部材2の軸部2aは軸受スリーブ8の内周面8aに挿入され、フランジ部2bは軸受スリーブ8の下側端面8cとハウジング7の内底面7b1との間の空間部に収容された状態となる。その後、シール部材9で密封されたハウジング7の内部空間は、軸受スリーブ8の内部細孔を含め、潤滑流体、例えば潤滑油で充満される。潤滑油の油面は、シール空間Sの範囲内に維持される。

## 【0040】

軸部材2の回転時、軸受スリーブ8の内周面8aのラジアル軸受面となる領域（上下2箇所領域）は、それぞれ、軸部2aの外周面2a1とラジアル軸受隙間を介して対向する。また、軸受スリーブ8の下側端面8cのスラスト軸受面となる領域はフランジ部2bの上側端面2b1とスラスト軸受隙間を介して対向し、ハウジング7の内底面7b1のスラスト軸受面となる領域はフランジ部2bの下側端面2b2とスラスト軸受隙間を介して対向する。そして、軸部材2の回転に伴い、上記ラジアル軸受隙間に潤滑油の動圧が発生し、軸部材2の軸部2aが上記ラジアル軸受隙間内に形成される潤滑油の油膜によって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ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2とが構成される。同時に、上記スラスト軸受隙間に潤滑油の動圧が発生し、軸部材2のフランジ部2bが上記スラスト軸受隙間内に形成される潤滑油の油膜によって両スラスト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をスラスト方向に回転自在に非接触支持する第1スラスト軸受部T1と第2スラスト軸受部T2とが構成される。尚、第1スラスト軸受部T1のスラスト軸受隙間（ $\delta_1$ とする。）と第2スラスト軸受部T2のスラスト軸受隙間（ $\delta_2$ とする。）は、ハウジング7の内底面7b1から段部7dまでの軸方向寸法 $x$ と、軸部材2のフランジ部2bの軸方向寸法（ $w$ とする。）とにより、 $x - w = \delta_1 + \delta_2$ として精度良く管理することができる。

30

40

## 【0041】

前述したように、第1ラジアル軸受部R1の動圧溝8a1は、軸方向中心mに対して軸方向非対称に形成されており、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{図4(a)}。そのため、軸部材2の回転時、動

50

圧溝 8 a 1 による潤滑油の引き込み力（ポンピング力）は上側領域が下側領域に比べて相対的に大きくなる。そして、この引き込み力の差圧によって、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a と軸部 2 a の外周面 2 a 1 との間の隙間に満たされた潤滑油が下方に流動し、第 1 スラスト軸受部 T 1 のスラスト軸受隙間 軸方向溝 8 d 1 シール部材 9 の下側端面 9 b の外径側領域 9 b 1 と軸受スリーブ 8 の上側端面 8 b の外径側領域 8 b 3 との間の環状隙間 軸受スリーブ 8 の上側端面 8 b の円周溝 8 b 1 軸受スリーブ 8 の上側端面 8 b の半径方向溝 8 b 2 1 という経路を循環して、第 1 ラジアル軸受部 R 1 のラジアル軸受隙間に再び引き込まれる。このように、潤滑油がハウジング 7 の内部空間を流動循環するように構成することで、内部空間内の潤滑油の圧力が局部的に負圧になる現象を防止して、負圧発生に伴う気泡の生成、気泡の生成に起因する潤滑油の漏れや振動の発生等の問題を解消することができる。また、何らかの理由で潤滑油中に気泡が混入した場合でも、気泡が潤滑油に伴って循環する際にシール空間 S 内の潤滑油の油面（気液界面）から外気に排出されるので、気泡による悪影響はより一層効果的に防止される。

10

#### 【0042】

図 5 は、他の実施形態に係る軸受スリーブ 8 を示している。この実施形態では、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a のうち、第 1 ラジアル軸受部 R 1 と第 2 ラジアル軸受部 R 2 のラジアル軸受面となる上下 2 つの領域のみを樹脂層 8 2 で構成し、上下の樹脂層 8 2 の間を母体 8 1 の表面で構成している。軸部材 2 の回転時、母体 8 1 の内部細孔内に充満（含浸）された潤滑油が、上下の樹脂層 8 2 の間に位置する母体 8 1 の表面の表面開孔を介して、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a と軸部 2 a の外周面 2 a 1 との間の隙間に滲み出すことにより

20

#### 【0043】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、動圧溝を有する軸受スリーブの製造コストを低減して、より一層低コストな動圧軸受装置を提供することができる。

#### 【0044】

また、本発明によれば、軸受スリーブの動圧溝を少ない工数で比較的精度良く成形することができ、しかも、軸受スリーブの内径、肉厚、軸方向長さの制限が少なく、設計や製造上の自由度が高い動圧軸受装置を提供することができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態に係る動圧軸受装置を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの断面図である。

【図 2】本発明の実施形態に係る動圧軸受装置を示す断面図である。

【図 3】ハウジングを図 2 の A 方向から見た図である。

【図 4】軸受スリーブの断面図 { 図 4 ( a ) }、下側端面 { 図 4 ( b ) }、上側端面 { 図 4 ( c ) } を示す図である。

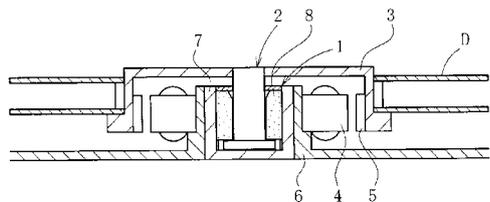
【図 5】他の実施系形態に係る軸受スリーブの断面図である。

#### 【符号の説明】

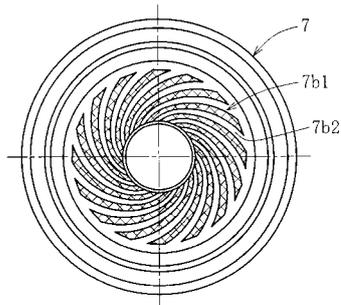
- 1 動圧軸受装置
- 2 軸部材
- 7 ハウジング
- 8 軸受スリーブ
- 8 1 母体
- 8 2 樹脂層
- 8 a 1、8 a 2、8 c 1 動圧溝
- R 1、R 2 ラジアル軸受部
- T 1、T 2 スラスト軸受部

40

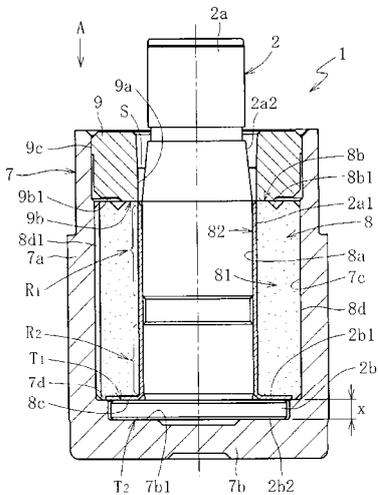
【 図 1 】



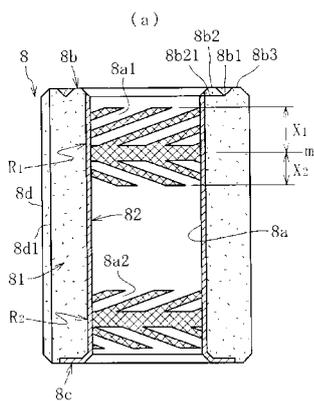
【 図 3 】



【 図 2 】

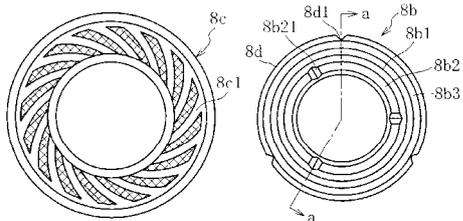


【 図 4 】

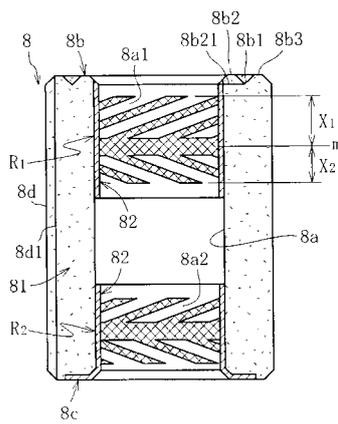


(b)

(c)



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 清水 政次

愛知県海部郡蟹江町大字蟹江新田字勝田場101番地 NTN特殊合金株式会社内

(72)発明者 古森 功

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 NTN株式会社内

Fターム(参考) 3J011 AA07 BA02 BA08 CA02 DA02 JA02 KA02 KA03 LA01 MA02  
RA03 SB19 SC01