

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5000382号  
(P5000382)

(45) 発行日 平成24年8月15日 (2012. 8. 15)

(24) 登録日 平成24年5月25日 (2012. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F 1

**F 1 6 C 33/14 (2006. 01)**

F 1 6 C 33/14 Z

**B 2 4 B 5/00 (2006. 01)**

B 2 4 B 5/00 Z

**F 1 6 C 17/02 (2006. 01)**

F 1 6 C 17/02 A

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-147118 (P2007-147118)  
 (22) 出願日 平成19年6月1日 (2007. 6. 1)  
 (65) 公開番号 特開2008-298234 (P2008-298234A)  
 (43) 公開日 平成20年12月11日 (2008. 12. 11)  
 審査請求日 平成22年5月14日 (2010. 5. 14)

(73) 特許権者 000102692  
 N T N株式会社  
 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号  
 (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  
 (72) 発明者 平出 淳  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体軸受装置用軸部材の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周面がラジアル軸受隙間に面する流体軸受装置用軸部材を製造するための方法であって、

軸素材の外周面に両端面を基準とした第 1 の研削加工を施した後、その外周面を基準として軸素材の両端面に第 2 の研削加工を施し、さらにその両端面を基準として外周面に第 3 の研削加工を施すことを特徴とする流体軸受装置用軸部材の製造方法。

【請求項 2】

前記第 2 の研削加工が芯無し研削である請求項 1 記載の流体軸受装置用軸部材の製造方法。

【請求項 3】

軸素材の両端面に予備研削加工を施した後、外周面に前記第 1 の研削加工を行う請求項 1 記載の流体軸受装置用軸部材の製造方法。

【請求項 4】

軸素材の端部にフランジ部を一体に設け、このフランジ部の端面に前記第 2 の研削加工を施す請求項 1 記載の流体軸受装置用軸部材の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の方法により製造された流体軸受装置用軸部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、流体軸受装置に用いられる軸部材の製造方法に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

流体軸受装置は、その高回転精度および静粛性から、情報機器、例えばHDD等の磁気ディスク駆動装置、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM/RAM等の光ディスク駆動装置、MD、MO等の光磁気ディスク駆動装置等のスピンドルモータ用、レーザービームプリンタ(LBP)のポリゴンスキャナモータ、プロジェクタのカラーホイール、あるいは電気機器の冷却ファン等に使用されるファンモータなどの小型モータ用として好適に使用可能である。

10

## 【 0 0 0 3 】

例えば特許文献1には、外周面がラジアル軸受隙間に面する流体軸受装置用軸部材の製造方法が示されている。この製造方法は、(1)鍛造加工によりフランジ部を有する軸素材を形成し、(2)幅研削加工により軸素材の両端面を研削し、(3)その両端面を基準として、軸素材の外周面を所定形状に研削加工を施し、(4)さらに、両端面を基準として外周面に仕上げ研削加工を施すものである。

## 【 0 0 0 4 】

【特許文献1】特開2006-77861号公報

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

20

## 【 0 0 0 5 】

ところで、最近の情報機器の高性能化に伴い、上記のような流体軸受装置には更なる回転精度や振れ精度の向上が求められている。また、上記のような軸部材の外周面はラジアル軸受隙間に面するため、その加工精度は、ラジアル軸受隙間の隙間幅、すなわち軸受性能に直結する。このとき、製造した軸部材ごとに外周面の精度のバラつきが大きいと、軸受性能にバラつきが生じ、所定の軸受性能が得られない不良品の割合が増大する恐れがある。従って、製品ごとの加工精度、特に外周面の加工精度のバラつきを抑えることが求められている。

## 【 0 0 0 6 】

上記の特許文献1に示されている軸部材の製造方法では、幅研削加工が施された軸素材の両端面を基準として、外周面に最終的な仕上げ研削加工を施している。このような幅研削加工によりある程度端面の精度を高めることはできるが、さらなる高精度化は難しい。従って、製品単体の端面自体が上記要求に応えるだけの十分な精度で加工されず、かかる端面を基準として外周面の研削加工を行うことで、端面の外周面に対する直角度や振れ精度等の加工精度を十分に高められない恐れがある。また、製品ごとの端面精度のバラつきが十分に抑えられず、製品ごとの外周面精度にバラつきが生じる恐れがある。

30

## 【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、外周面の加工精度を十分に高めると共に、製品ごとの外周面精度のバラつきを抑えることができる流体軸受装置用軸部材の製造方法を提供することを目的とする。

40

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 8 】

前記目的を達成するために、本発明は、外周面がラジアル軸受隙間に面する流体軸受装置用軸部材を製造するための方法であって、軸素材の外周面に両端面を基準とした第1の研削加工を施した後、その外周面を基準として軸素材の両端面に第2の研削加工を施し、さらにその両端面を基準として外周面に第3の研削加工を施すことを特徴とする。

## 【 0 0 0 9 】

このように、本発明の製造方法では、軸素材の外周面に両端面を基準とした第1の研削加工を施すことにより外周面の精度を高めた上で、両端面に外周面を基準とした第2の研削加工を施す。これにより、従来のような幅研削加工と比べ、両端面の面精度が高められ

50

ると共に、製品ごとのバラつきが抑えられる。この端面を基準として外周面に第 3 の研削加工を施すと、外周面の端面に対する直角度や振れ精度が十分に高められると共に、製品ごとのバラつきを抑えることができる。

【 0 0 1 0 】

この第 2 の研削加工は、例えば芯無し研削により行うことができる。芯無し研削は、短時間で端面を高精度に仕上げる事が出来る点で有利な加工方法である。

【 0 0 1 1 】

また、前記第 1 の研削加工を行う前に、軸素材の両端面に予備研削加工を施しておくこと、端面精度を高めた上で前記第 1 の研削加工を行うことができるため、第 2 の研削加工の基準となる両端面の加工精度をより一層高めることができる。

10

【 0 0 1 2 】

この製造方法により、例えば軸端にフランジ部を一体に有する軸部材を製造することもできる。この場合、軸素材の端部にフランジ部を設け、このフランジ部の端面に第 2 の研削加工が施される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

以上のように、本発明の流体軸受装置用軸部材の製造方法によると、外周面の端面に対する直角度や振れ精度が十分に高められると共に、製品ごとの外周面精度のバラつきを抑えることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

20

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、本発明に係る製造方法で製作された流体軸受装置用軸部材 2（以下、単に軸部材 2 と称す）を有する流体軸受装置（動圧軸受装置）1 を組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。この情報機器用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、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 に取り付けられたディスクハブ 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コイル 4 およびロータマグネット 5 と、ブラケット 6 とを備えている。ステータコイル 4 はブラケット 6 の外周に取り付けられ、ロータマグネット 5 は、ディスクハブ 3 の内周に取り付けられる。ブラケット 6 は、その内周に動圧軸受装置 1 を装着している。また、ディスクハブ 3 は、その外周に磁気ディスク等のディスク D を一枚または複数枚保持している。この情報機器用スピンドルモータは、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 との間の磁力によりロータマグネット 5 が回転し、それに伴って、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

【 0 0 1 6 】

図 3 は、動圧軸受装置 1 を示している。この動圧軸受装置 1 は、一端に底部 7 b を有するハウジング 7 と、ハウジング 7 の内周に固定された軸受スリーブ 8 と、軸受スリーブ 8 の内周に挿入される軸部材 2 とを主な構成部品として構成される。なお、説明の便宜上、ハウジング 7 の底部 7 b の側を下側、底部 7 b と反対の側を上側として以下説明を行う。

40

【 0 0 1 7 】

この動圧軸受装置 1 では、軸部材 2 の軸部 2 1 の外周面に形成されたラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b と軸受スリーブ 8 の内周面 8 a との間に、軸部材 2 をラジアル方向に回転自在に非接触支持するラジアル軸受部 R 1、R 2 が形成される。また、軸部材 2 のフランジ部 2 2 の上側端面に形成されたスラスト軸受面 2 2 a と軸受スリーブ 8 の下側端面 8 b との間、及びフランジ部 2 2 の下側端面に形成されたスラスト軸受面 2 2 b とハウジング 7 の底部 7 b の上側端面 7 b 1 との間に、軸部材 2 をスラスト方向に回転自在に非接触支持するスラスト軸受部 T 1、T 2 がそれぞれ形成される。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る製造方法で形成される軸部材 2 は、例えば図 1 に示すように、軸部 2 1 と

50

軸部 2 1 の下端に設けられたフランジ部 2 2 とを一体に備える断面 T 字形をなす。軸部 2 1 の外周には、ラジアル軸受隙間に面する平滑な円筒面状のラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b が、軸方向に離隔して 2 箇所形成される。このラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b は、軸部材 2 を動圧軸受装置 1 に組み込んだ際に形成されるラジアル軸受隙間に面する。一方のラジアル軸受面 2 3 a の上方には、軸先端に向けて漸次縮径するテーパ面 2 4 が隣接して形成され、さらにその上方に後述するディスクハブ 3 の取り付け部となる円筒面 2 5 が形成されている。二つのラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b の間、他方のラジアル軸受面 2 3 b とフランジ部 2 2 との間、およびテーパ面 2 4 と円筒面 2 5 との間には、それぞれ環状のヌスミ部 2 6、2 7、2 8 が形成されている。

【 0 0 1 9 】

10

フランジ部 2 2 の両端面には、平滑な平面状のスラスト軸受面 2 2 a、2 2 b が形成され、このスラスト軸受面 2 2 a、2 2 b は、軸部材 2 を動圧軸受装置 1 に組み込んだ際に形成されるスラスト軸受隙間に面する。

【 0 0 2 0 】

ハウジング 7 は、図 3 に示すように、例えば樹脂材料で円筒状に形成された側部 7 a と、側部 7 a の一端側に位置し、例えば金属材料で形成された底部 7 b とで構成されている。側部 7 a の樹脂材料は、例えば非晶性樹脂として、ポリサルフォン ( P S F )、ポリエーテルサルフォン ( P E S )、ポリフェニルサルフォン ( P P S U )、ポリエーテルイミド ( P E I ) 等、結晶性樹脂として、液晶ポリマー ( L C P )、ポリエーテルエーテルケトン ( P E E K )、ポリブチレンテレフタレート ( P B T )、ポリフェニレンサルファイド ( P P S ) 等を用いることができる。また、上記の樹脂に充填する充填材の種類も特に限定されないが、例えば、充填材として、ガラス繊維等の繊維状充填材、チタン酸カリウム等のウイスキー状充填材、マイカ等の鱗片状充填材、カーボンファイバー、カーボンブラック、黒鉛、カーボンナノマテリアル、金属粉末等の繊維状又は粉末状の導電性充填材を用いることができる。これらの充填材は、単独で用い、あるいは、二種以上を混合して使用しても良い。

20

【 0 0 2 1 】

底部 7 b は、この実施形態では側部 7 a とは別体として成形され、側部 7 a の下部内周に後付けされている。底部 7 b の上側端面 7 b 1 の一部環状領域には、動圧発生部として、図示は省略するが、例えばスパイラル状の動圧溝が形成されている。なお、底部 7 b はこれに限らず、例えば側部 7 a と樹脂材料で一体に型成形することもできる。その際、上側端面 7 b 1 に設けられる動圧溝は、側部 7 a および底部 7 b からなるハウジング 7 の射出成形と同時に型成形することができ、これにより別途底部 7 b に動圧溝を成形する手間を省くことができる。

30

【 0 0 2 2 】

軸受スリーブ 8 は、例えば、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、ハウジング 7 の内周面 7 c の所定位置に固定される。

【 0 0 2 3 】

軸受スリーブ 8 の内周面 8 a の全面又は一部円筒面領域には、動圧発生部としての動圧溝が形成される。この実施形態では、例えば図 4 に示すように、ヘリングボーン形状の動圧溝 8 a 1、8 a 2 がそれぞれ軸方向に離隔して 2 箇所形成される。上側の動圧溝 8 a 1 は、軸方向中間部に形成された環状平滑部に対して軸方向非対称に形成されており、環状平滑部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 ( X 1 > X 2 )。

40

【 0 0 2 4 】

軸受スリーブ 8 の下側端面 8 b の全面あるいは一部環状領域には、動圧発生部として、図示は省略するが、例えばスパイラル形状の動圧溝が形成される。

【 0 0 2 5 】

軸受スリーブ 8 の外周面 8 d には、円周方向複数箇所 (例えば 3 箇所) に軸方向溝 8 d 1 が形成される。また、軸受スリーブ 8 の上側端面 8 c には、外周面 8 d の軸方向溝 8 d

50

1と連通する位置に径方向溝8c1が形成される。

【0026】

シール部材9は、例えば真ちゅう等の軟質金属材料やその他の金属材料、あるいは樹脂材料で環状に形成され、ハウジング7の側部7aの上部内周に圧入、接着等の手段で固定される。この実施形態において、シール部材9の内周面9aは円筒状に形成され、シール部材9の下側端面9bは軸受スリーブ8の上側端面8cと当接している。

【0027】

軸部21のテーパ面24と、テーパ面24に対向するシール部材9の内周面9aとの間には、ハウジング7の底部7b側から上方に向けて半径方向寸法が漸次拡大する環状のシール空間Sが形成される。組み立て完了後の動圧軸受装置1(図3参照)においては、シール空間Sの範囲内に油面がある。

【0028】

上述の如く構成された動圧軸受装置1において、軸部材2を回転させると、軸受スリーブ8内周の動圧溝8a1、8a2の形成領域(上下2箇所)と、これらの領域にそれぞれ対向する軸部21のラジアル軸受面23a、23bとの間の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21がラジアル方向に回転自在に非接触支持される。この軸部材2をラジアル方向に回転自在に非接触支持する部分を、概念的に第1ラジアル軸受部R1及び第2ラジアル軸受部R2と称する。また、軸受スリーブ8の下側端面8bに形成される動圧溝領域と、この動圧溝領域に対向するフランジ部22の上側(軸部側)のスラスト軸受面22aとの間の第1スラスト軸受隙間、および底部7bの上側端面7b1に形成される動圧溝領域と、この面に対向するフランジ部22の下側(反軸部側)のスラスト軸受面22bとの間の第2スラスト軸受隙間に潤滑油の動圧がそれぞれ発生し、軸部材2のフランジ部22が両スラスト方向に回転自在に非接触支持される。この軸部材2をスラスト方向に回転自在に非接触支持する部分を、それぞれ概念的に第1スラスト軸受部T1及び第2スラスト軸受部T2と称する。

【0029】

また、図3に示すように、軸受スリーブ8の外周面8dに形成された軸方向溝8d1及び上側端面8cに形成された径方向溝8c1により、ラジアル軸受隙間の上端と第1スラスト軸受隙間の外径端とが連通される。これにより、軸受装置の内部空間での圧力バランスを適正に保つことができる。さらに、本実施形態では、図4に示すように、軸受スリーブ8の内周面8aの動圧溝8a1を、軸方向中間部に形成した環状の平滑部に対して軸方向非対称、具体的には、環状平滑部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( $X1 > X2$ )。このため、軸部材2の回転時、動圧溝8a1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。この引き込み力の差圧によって、ラジアル軸受隙間に満たされた潤滑油が下方に流動し、第1スラスト軸受隙間→軸方向溝8d1→径方向溝8c1を流動して、再びラジアル軸受隙間に戻る。このように、ラジアル軸受隙間の潤滑油を強制的に循環させることにより、軸受装置の内部空間での局所的な負圧の発生をより効果的に防止できる。なお、このようにラジアル軸受隙間で潤滑油を強制的に流動させる必要がないときは、動圧溝8a1の形状を環状平滑部に対して軸方向対称に形成してもよい。

【0030】

以下、本発明に係る軸部材2の製造方法、特に軸部材2の表面研削加工方法の実施形態について説明する。

【0031】

まず、成形すべき軸部材2の素材となるステンレス鋼等の金属材料を、鍛造や旋削等の任意の方法で加工して、図5に示すように軸部11及びフランジ部12を一体に有する断面T字形の軸素材10を成形する。図5に示す例では、軸部11の外周面11aに、大径外周面13、テーパ面14、及び小径外周面15とを有する形状を成している。軸部11の形状はこれに限らず、例えば外周面11aの全長を均一径とした円筒面とすることもできる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

こうして形成された軸素材 1 0 の表面に、( 1 ) 幅研削加工 ( 予備研削加工 )、( 2 ) アンギュラ研削加工 ( 第 1 の研削加工 )、( 3 ) 芯無し研削加工 ( 第 2 の研削加工 )、及び、( 4 ) 仕上げ研削加工 ( 第 3 の研削加工 ) を施す。以下、これらの研削加工工程の詳細を説明する。

## 【 0 0 3 3 】

## ( 1 ) 幅研削加工 ( 予備研削加工 )

軸素材 1 0 の両端面、すなわち軸部端面 1 1 b およびフランジ部 1 2 の反軸部側端面 1 2 b ( 図 5 参照 ) を、軸部外周面 1 1 a の大径外周面 1 3 を基準として研削加工する。この研削工程に用いられる研削装置 4 0 は、例えば図 6、図 7 に示すように、ワークとして  
10  
の軸素材 1 0 を複数保持するキャリア 4 1 と、キャリア 4 1 によって保持された軸素材 1 0 の軸部端面 1 1 b、およびフランジ部 1 2 の反軸部側端面 1 2 b を研削する一対の砥石 4 2、4 2 とを備えている。

## 【 0 0 3 4 】

キャリア 4 1 の外周縁の円周方向一部領域には、複数の切欠き 4 3 が円周方向等ピッチに設けられる ( 図 6 ( a ) 参照 )。軸素材 1 0 は、その矯正加工面 1 3 を切欠き 4 3 の内面 4 3 a にアンギュラコンタクトさせた状態で切欠き 4 3 に収容される ( 図 6 ( b ) 参照 )。軸素材 1 0 の大径外周面 1 3 はキャリア 4 1 の外周面よりも僅かに突出しており、キャリアの外径側には、軸素材 1 0 の突出部分 ( 大径外周面 1 3 ) を外径側から拘束する形でベルト 4 4 が張設されている。切欠き 4 3 に収容した軸素材 1 0 のキャリア 4 1 の軸方向  
20  
両端側には、一対の砥石 4 2、4 2 がその端面 ( 研削面 ) 同士を対向させて所定の間隔で同軸配置されている。

## 【 0 0 3 5 】

キャリア 4 1 の回転に伴い、軸素材 1 0 が定位置から切欠き 4 3 に順次投入される。投入された軸素材 1 0 は、切欠き 4 3 からの脱落をベルト 4 4 で拘束された状態で、回転する砥石 4 2、4 2 の端面上をその外径端から内径端にかけて横断する。これに伴い、軸素材 1 0 の両端面、すなわち軸部端面 1 1 b とフランジ部 1 2 の反軸部側端面 1 2 b とが砥石 4 2、4 2 の端面で研削される。これと同時に、軸素材 1 0 の軸方向幅 ( フランジ部 1 2 を含めた全長 ) が所定寸法に仕上げられる。

## 【 0 0 3 6 】

## ( 2 ) アンギュラ研削加工 ( 第 1 の研削加工 )

次いで、前記幅研削加工 ( 予備研削加工 ) を施した軸素材の両端面 1 1 b、1 2 b を基準として、軸素材 1 0 の外周面 1 0 b およびフランジ部 1 2 の軸部側端面 1 2 a の研削加工を行う ( アンギュラ研削加工 )。この研削工程で用いられる研削装置 5 0 は、例えば図 8 に示すように、バックングプレート 5 4 およびプレッシャプレート 5 5 を軸素材 1 0 の両端面に押し当てながら、砥石 5 3 で軸素材 1 0 の外周面 1 1 a をフランジ研削するものである。このとき、シュー 5 2 によって軸素材 1 0 の大径外周面 1 3 が回転自在に支持される。

## 【 0 0 3 7 】

砥石 5 3 は、完成品としての軸部材 2 の外周面形状に対応した研削面 5 6 を備える総形砥石である。研削面 5 6 は、軸部 1 1 の軸方向全長に亘る外周面 1 1 a およびフランジ部 1 2 の外周面 1 2 c を研削する円筒研削部 5 6 a と、フランジ部 1 2 の軸部側端面 1 2 a を研削する平面研削部 5 6 b とを備えている。図示例の砥石 5 3 では、円筒研削部 5 6 a として、軸部材 2 のラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b に対応する領域を研削する部分 5 6 a 1・5 6 a 2、テーパ面 2 4 に対応する領域を研削する部分 5 6 a 3、円筒面 2 5 に対応する領域を研削する部分 5 6 a 4、各ヌスミ部 2 6 ~ 2 8 を研削加工する部分 5 6 a 5 ~ 5 6 a 7、フランジ部 1 2 の外周面 1 2 c を研削する部分 5 6 a 8 を備えている。

## 【 0 0 3 8 】

上記構成の研削装置 5 0 における研削加工は以下の手順で行われる。まず、軸素材 1 0 および砥石 5 3 を回転させた状態で砥石 5 3 を斜め方向 ( 図中の矢印 1 方向 ) に送り、軸  
50

素材 10 のフランジ部 12 の軸部側端面 12 a に砥石 53 の平面研削部 56 b を押し当て、主として軸部側端面 12 a を研削する。これにより、軸部材 2 のフランジ部 22 における軸部側端面 12 a が研削される。次いで、砥石 53 を軸素材 10 の回転軸心と直交する方向（図中の矢印 2 方向）に送り、軸素材 10 の軸部 11 の外周面 11 a およびフランジ部 12 の外周面 12 c に砥石 53 の円筒研削部 56 a を押し当てて、各面 11 a、12 c を研削する。これにより、軸部材 2 の軸部 21 外周面のうち、軸素材 10 のラジアル軸受面 23 a、23 b に対応する領域 13 a・13 b、テーパ面 24、円筒面 25 に対応する領域 15、およびフランジ部 22 の外周面 22 c が研削され、さらに各ヌスミ部 26～28 が形成される。なお、上記研削の際には、例えば図 8 に示すように、計測ゲージ 57 で残りの研削代を計測しつつ研削を行うのが好ましい。このように、直前の幅研削加工加工で精度が高められた両端面 11 b、12 b を基準としてアンギュラ研削加工を行うことにより、軸素材 10 の外周面等を高精度に加工することができる。

10

#### 【0039】

##### （3）芯無し研削加工（第 2 の研削加工）

次に、上記のアンギュラ研削加工（第 1 の研削加工）により研削された外周面を基準として、軸素材 10 の両端面 11 b、12 b に研削加工を施す。ここで使用される研削装置 60 は、図 9 に示すように、いわゆる 2 ロール 1 シュー方式の芯無し研削を行うものである。詳しくは、2 つの駆動ロール 61、62、及びシュー 63 で軸素材 10 の軸部 11 を外周から三点接触で支持しながら、駆動ロール 61 及び 62 を図 9（b）に矢印 a で示す方向に回転させ、軸素材 10 を矢印 b で示す方向に回転駆動する。この状態で、軸部 11 の端面 11 b をプレッシャプレート 65 で支持しながら、砥石 64 をフランジ部 12 の反軸部側端面 12 b に押し当てて研削する。この芯無し研削の基準面となる軸部 11 の外周面 11 a は、前記アンギュラ研削加工が施されているため高い円筒度を有する。従って、この面を基準としてフランジ部 12 の反軸部側端面 12 b を研削することにより、この面を高精度に仕上げることができる。特に、フランジ部 12 の反軸部側端面 12 b の研削を芯無し研削で行うことにより、芯無し研削の特性から、基準面となる外周面 11 a に対するフランジ部 12 の反軸部側端面 12 b の直角度や振れ精度を高めることができる。上記と同様にして、外周面 11 a を基準とした芯無し研削加工により、軸部 11 の端面 11 b を研削する。

20

#### 【0040】

##### （4）仕上げ研削加工（第 3 の研削加工）

前記芯無し研削加工（第 2 の研削加工）を施した軸素材 10 の両端面 12 b、11 b を基準として、軸部材 2 のラジアル軸受面 23 a、23 b、および円筒面 25 に対応する領域 13 a・13 b、15 に最終的な仕上げ研削を施す。この研削加工に用いる研削装置 70 は、図 10 に示す円筒研削盤で、バックングプレート 74 とプレッシャプレート 75 とで挟持した軸素材 10 を回転させながら、砥石 73 でフランジ研削するものである。このとき、軸素材 10 はシュー 72 で回転自在に支持される。砥石 73 の研削面 73 a は、ラジアル軸受面 23 a、23 b に対応する領域 13 a・13 b を研削する第 1 の円筒研削部 73 a 1 と、円筒面 25 に対応する領域 15 を研削する第 2 の円筒研削部 73 a 2 とからなる。

30

40

#### 【0041】

上記構成の研削装置 70 において、回転する砥石 73 に半径方向外方から軸素材 10 の外周面に接触させることにより、ラジアル軸受面 23 a、23 b および円筒面 25 に対応する領域 13 a・13 b、15 がそれぞれ研削され、これらの領域が最終的な表面精度に仕上げられる。このとき、基準面となる軸素材 10 の両端面 12 b、11 b は、前記芯無し研削が施されているため、これらの面は高い平面度、直角度、振れ精度等を有する。従って、この面を基準として軸部材 2 の外周面、特にラジアル軸受面 23 a、23 b を仕上げ研削することで、これらの面の加工精度を高めると共に、製品ごとの精度のバラつきを抑えることができる。尚、この実施形態では、ラジアル軸受面 23 a、23 b に対応する領域と円筒面 25 に対応する領域の双方を仕上げ研削しているが、円筒面 2

50

5 に対応する領域の研削は省略することもできる。

【 0 0 4 2 】

上記のような研削工程を経た後、必要に応じて熱処理や洗浄処理を施すことで、図 1 に示す軸部材 2 が完成する。

【 0 0 4 3 】

以上のように、本発明の流体軸受装置用軸部材の製造方法では、外周面のラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b に施される最終的な仕上げ研削加工（第 3 の研削加工）の基準面となる軸素材 1 0 の両端面 1 1 b、1 2 b に、前もって芯無し研削加工（第 2 の研削加工）を施している。さらに、この芯無し研削加工の基準面となる軸素材 1 0 の外周面 1 1 a に、前もってアンギュラ研削加工（第 1 の研削加工）を施している。このように、次工程の基準面となる面に前もって研削加工を施して表面精度を高めることで、最終的な仕上げ研削加工の精度を高めることができると共に、製品ごとの外周面研削精度のバラつきを抑えることができる。

10

【 0 0 4 4 】

さらに、第 1 の研削加工の前段階で、この加工の基準面となる軸素材 1 0 の両端面に研削加工（予備研削加工）を施すことにより、より一層最終的な仕上げ研削加工の精度を高めることができる。

【 0 0 4 5 】

また、以上の説明では、図 8 に示すアンギュラ研削加工において、軸素材 1 0 の外周面 1 0 b の円筒研削とフランジ部 1 2 の軸部側端面 1 2 a の平面研削とを共通の砥石 5 3 で行うこととしているが、両者を別砥石を用いて別工程で行うこともできる。

20

【 0 0 4 6 】

また、以上の説明では、軸部材 2 のヌスミ部 2 6 ~ 2 8 を、図 8 に示すアンギュラ研削加工で形成する場合を例示したが、これらのヌスミ部 2 6 ~ 2 8 は、図 5 に示す軸素材 1 0 に予め形成しておくこともできる。この場合、特に軸部 2 1 とフランジ部 2 2 との間の角部のヌスミ部 2 7 を図 1 1 に示すように傾斜状に形成することにより、アンギュラ研削加工（図 8 参照）において、フランジ部 1 2 の軸部側端面 1 2 a と軸部外周面 1 1 a とを同時研削する際の砥石 5 3 の逃げとして機能させることができる。

【 0 0 4 7 】

また、以上の実施形態では、軸部材 2 のラジアル軸受面 2 3 a、2 3 b およびスラスト軸受面 2 2 a、2 2 b を、全て動圧溝のない平滑面とした場合を例示したが、これらの軸受面に動圧溝を形成することもできる。この場合、ラジアル動圧溝は、図 8 に示すアンギュラ研削加工の前の段階で、転造あるいは鍛造により形成することができ、スラスト動圧溝は、プレスあるいは鍛造により形成することができる。

30

【 0 0 4 8 】

また、以上の実施形態では、ラジアル軸受部 R 1、R 2 およびスラスト軸受部 T 1、T 2 を構成する動圧軸受として、例えばヘリングボーン形状やスパイラル形状の動圧溝からなる動圧発生部を用いた軸受を例示しているが、動圧発生部の構成はこれに限定されるものではない。ラジアル軸受部 R 1、R 2 として、例えば多円弧軸受、ステップ軸受、テーパ軸受、テーパ・フラット軸受等を使用することもでき、スラスト軸受部 T 1、T 2 として、ステップ軸受や波型軸受等を使用することもできる。

40

【 0 0 4 9 】

また、以上の実施形態では、ラジアル軸受部 R 1、R 2 が軸方向に離隔して設けられているが、これらを軸方向に連続的に設けても良い。あるいは、ラジアル軸受部 R 1、R 2 の何れか一方のみを設けても良い。

【 0 0 5 0 】

また、以上の実施形態では、動圧発生部によりラジアル軸受隙間の潤滑油に動圧を強制的に発生させる場合が示されているが、軸部材 2 の外周面及び軸受スリーブ 8 の内周面 8 a を何れも円筒面としたいわゆる真円軸受を構成することもできる。

【 0 0 5 1 】

50

また、以上の実施形態では、動圧軸受装置 1 の内部に充満し、軸受スリーブ 8 と軸部材 2 との間のラジアル軸受隙間や、軸受スリーブ 8 およびハウジング 7 と軸部材 2 との間のスラスト軸受隙間に動圧作用を生じる流体として、潤滑油を例示したが、特にこの流体に限定されるものではない。動圧溝を有する各軸受隙間に動圧作用を生じ得る流体、例えば空気等の気体や、磁性流体等の流動性を有する潤滑剤を使用することもできる。

#### 【 0 0 5 2 】

また、本発明の製造方法による軸部材を有する流体軸受装置は、上記のように H D D 等のディスク駆動装置に用いられるスピンドルモータに限らず、光ディスクの光磁気ディスク駆動用のスピンドルモータ等、高速回転下で使用される情報機器用の小型モータ、レーザビームプリンタのポリゴンスキャナモータ等における回転軸支持用、あるいは電気機器

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 5 3 】

【図 1】軸部材の側面図である。

【図 2】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 3】動圧軸受装置の縦断面図である。

【図 4】軸受スリーブの縦断面図である。

【図 5】鍛造加工により成形された軸素材の側面図である。

【図 6】( a ) は軸素材の幅研削工程に係る研削装置の一例を示す平面図、( b ) は軸素材を保持するキャリアの切欠き周辺の拡大図である。

20

【図 7】上記幅研削工程（予備研削加工）に係る研削装置の一例を示す一部断面側面図である。

【図 8】軸素材のアンギュラ研削工程（第 1 の研削加工）に係る研削装置の一例を示す側面図である。

【図 9】軸素材の芯無し研削工程（第 2 の研削加工）に係る研削装置の一例を示す側面図である。

【図 10】軸素材の研削仕上げ工程（第 3 の研削加工）に係る研削装置の一例を示す側面図である。

【図 11】軸部材の軸部とフランジ部との角部周辺の拡大断面図である。

#### 【符号の説明】

30

#### 【 0 0 5 4 】

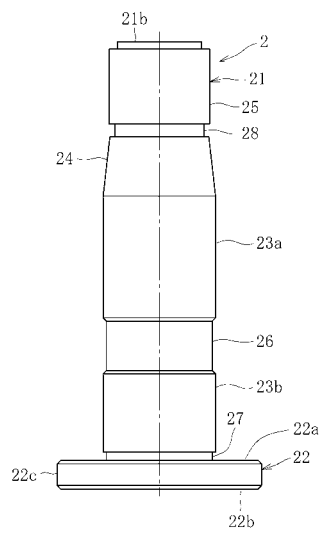
- 1 動圧軸受装置
- 2 流体軸受装置用軸部材
- 2 1 軸部
- 2 2 フランジ部
- 2 2 a , 2 2 b スラスト軸受面
- 2 3 a , 2 3 b ラジアル軸受面
- 7 ハウジング
- 8 軸受スリーブ
- 9 シール部材
- 10 軸素材
- 11 軸部
- 11 a 外周面
- 11 b 軸部端面
- 12 フランジ部
- 12 a 軸部側端面
- 12 b 反軸部側端面
- 40 , 50 , 60 , 70 研削装置
- D ディスク
- R 1 , R 2 ラジアル軸受部

40

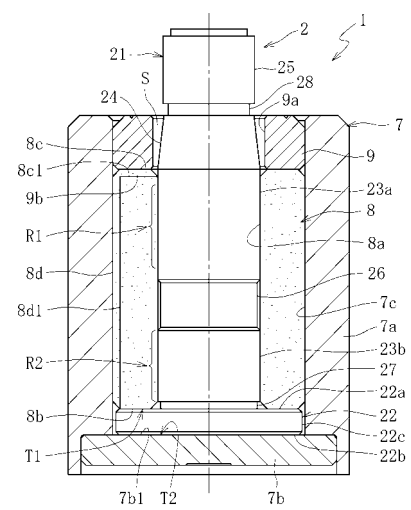
50

T 1 , T 2      スラスト軸受部  
S          シール空間

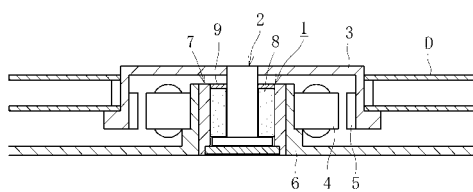
【図 1】



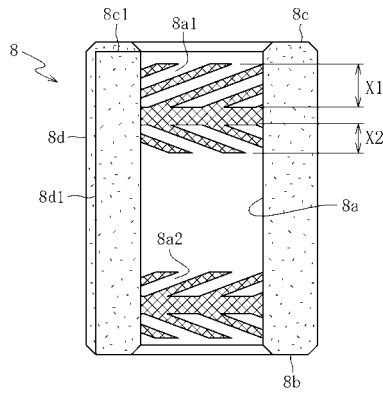
【図 3】



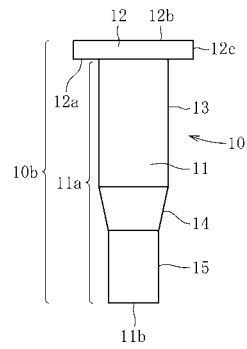
【図 2】



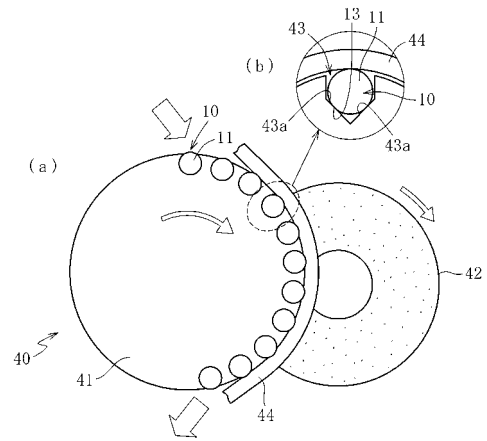
【図 4】



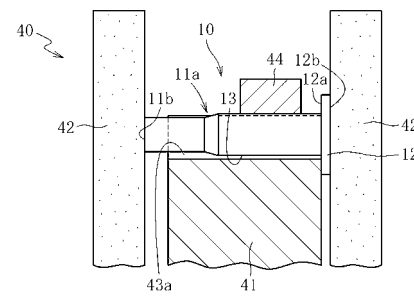
【図 5】



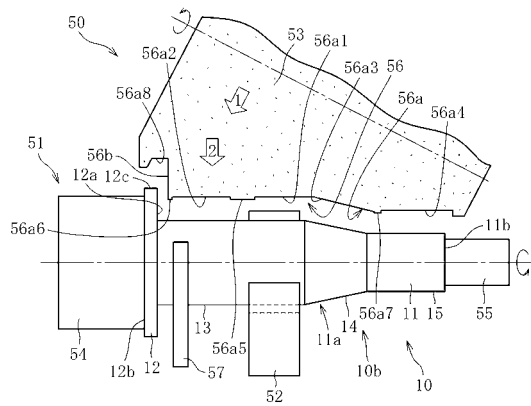
【図 6】



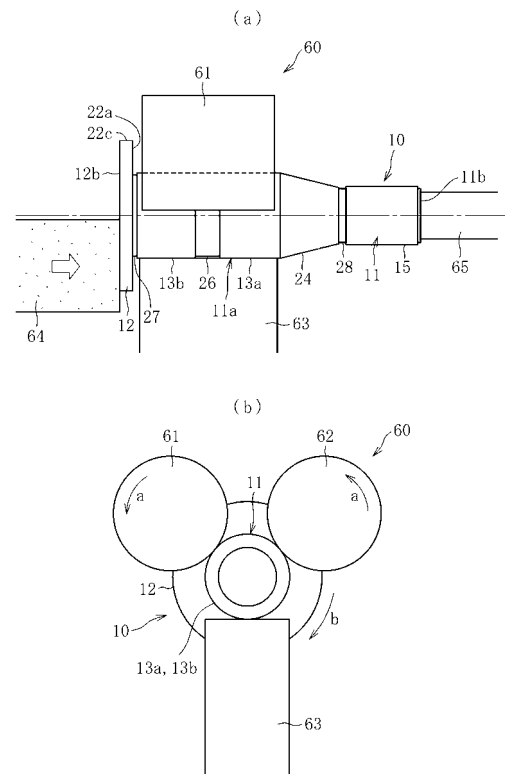
【図 7】



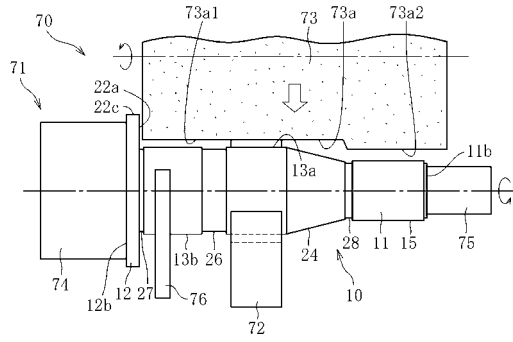
【図 8】



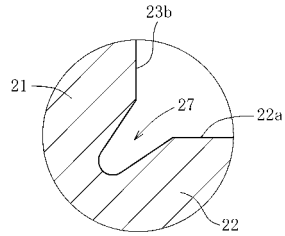
【図 9】



## 【図 10】



## 【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川島 弘次  
三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN株式会社内

審査官 石田 智樹

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 7 7 8 6 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 3 0 7 2 2 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 7 7 8 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 7 7 8 6 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 0 2 5 1 9 6 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 2 5 3 9 8 9 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
F 1 6 C 1 7 / 0 0 - 1 7 / 2 6  
F 1 6 C 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8  
B 2 4 B 5 / 0 0