

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 6 月 30 日(30.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/077883 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 33/74 (2006.01) F16C 17/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/070861
- (22) 国際出願日: 2010 年 11 月 24 日(24.11.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-292554 2009 年 12 月 24 日(24.12.2009) JP
特願 2010-029638 2010 年 2 月 15 日(15.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): NTN 株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 航洋 (SUZUKI Kouyou) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名

市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN 株式会社内 Mie (JP). 丹羽 洋 (NIWA Hiroshi) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN 株式会社内 Mie (JP). 里路 文規 (SATOJI Fuminori) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN 株式会社内 Mie (JP). 尾藤 仁彦 (BITO Kimihiko) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN 株式会社内 Mie (JP). 稲塚 貴開 (INAZUKA Yoshiharu) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN 株式会社内 Mie (JP).

(74) 代理人: 城村 邦彦, 外 (SHIROMURA Kunihiro et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 江原特許事務所 Osaka (JP).

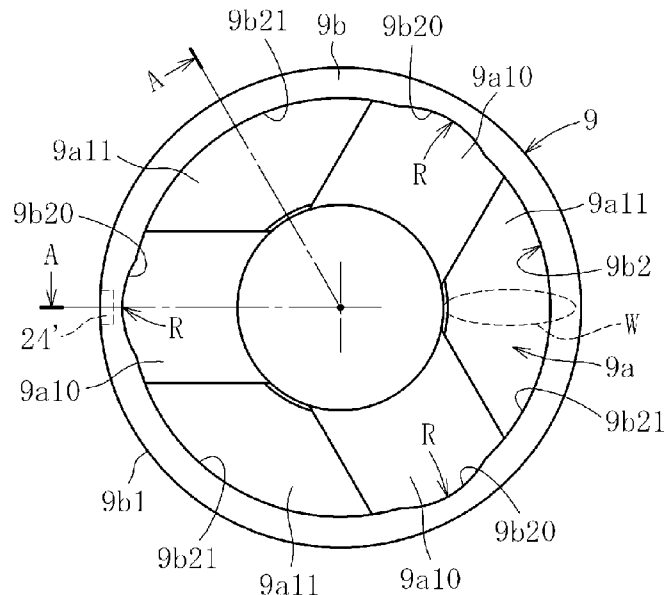
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

[続葉有]

(54) Title: FLUID DYNAMIC BEARING UNIT

(54) 発明の名称: 流体動圧軸受装置

[図5]



(57) Abstract: A weld line (W) formed by injection molding of a seal member (9) is formed in a circumferential position which allows avoiding the deepest portions (R) of axial grooves (9b20), which form thin portions thereof. (Optimally, the weld line is formed in a region of the cylindrical surfaces (9b21) between the axial grooves (9b20) in the circumferential direction.) By this means, formation of a section with extremely low strength in the seal member (9) can be avoided, and damage due to press fitting can be prevented.

(57) 要約: シール部材 9 の射出成形により形成されるウェルドライン W を、薄肉部となる軸方向溝 9 b 2 0 の最深部 R を避けた円周方向位置 (好ましくは軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向間の円筒面 9 b 2 1 の領域) に形成することにより、シール部材 9 に強度の非常に低い部分が形成されることを回避でき、圧入による損傷を防止できる。



GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

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

技術分野

[0001] 本発明は、軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用で軸部材を相対回転自在に支持する流体動圧軸受装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献 1 に示されている流体動圧軸受装置は、有底筒状のハウジングの内周に焼結金属製の軸受スリーブが固定されると共に、軸受スリーブの内周に軸部材が挿入され、軸部材の外周面と軸受スリーブの内周面との間のラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用で軸部材を支持している。軸受スリーブの端部にはシール部材が固定され、このシール部材でハウジングの内部に満たされた潤滑油をシールしている。具体的には、シール部材が、軸受スリーブの端面に当接する円盤状の第 1 シール部と、軸受スリーブの外周面に当接する円筒状の第 2 シール部とを一体に有し、第 1 シール部の内周面と軸部材の外周面との間に第 1 のシール空間が形成されると共に、第 2 シール部の外周面とハウジングの内周面との間に第 2 のシール空間が形成される。このように、ラジアル軸受隙間よりも外径側に第 2 のシール空間を形成することにより、ラジアル軸受隙間と軸方向に並べて配された第 1 のシール空間の軸方向寸法を縮小することができるため、軸受装置の軸方向寸法の縮小、あるいは、ラジアル軸受スパンの拡大による軸受剛性の向上を図ることができる。

[0003] 上記のシール部材は、例えば樹脂の射出成形により形成される。

[0004] また、上記の流体動圧軸受装置では、シール部材と軸受スリーブとの間に、第 1 のシール空間と第 2 のシール空間とを連通する連通路が形成される。この連通路により、両シール空間内に保持された潤滑油の圧力バランスを適正に保つことができる。

[0005] また、例えば特許文献 2 に示されている流体動圧軸受装置は、軸部材と、

内周に軸部材を挿入した軸受部材と、軸受部材の開口部に設けられ、軸受部材の内部に満たされた潤滑油をシールするシール部材とを備える。この流体動圧軸受装置では、シール部材が樹脂の射出成形により形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-255593号公報

特許文献2：特開2005-265119号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のような流体動圧軸受装置において、シール空間の容積が高精度に設定されていないと、容積不足による油漏れや、容積過大による軸受装置の大型化を招く恐れがある。このため、シール部材の寸法精度を高めて、シール空間の容積を高精度に設定する必要がある。しかし、上記のようにシール部材を樹脂の射出成形で形成すると、樹脂の固化時に成形収縮が生じるため、シール部材の寸法精度、特に外周面の寸法精度が低下する恐れがある。

[0008] 例えば、シール部材（第2シール部）を軸受スリーブの外周面に圧入すれば、シール部材の外周面の形状を軸受スリーブの外周面の形状に倣わせることができる。これにより、シール部材単体では外周面の精度が低い場合でも、高精度に加工した軸受スリーブの外周面にシール部材を倣わせることにより、シール部材の外周面の精度を高めることができる。しかし、このようにシール部材を軸受スリーブに圧入すると、シール部材に大きな負荷が加わるため、シール部材に割れ等の損傷が生じる恐れがある。

[0009] 例えば、上記のようにシール部材が樹脂の射出成形品である場合、キャビティに射出された樹脂の合流部にはウェルドラインが形成される場合がある。このようなウェルドラインの形成部は、他の領域に比べて脆弱であるため、上記のような圧入による損傷の起点となりやすい。特に、シール空間の内周面に軸方向溝を形成し、この軸方向溝で第1のシール空間と第2のシール

空間とを連通する連通路を構成する場合、軸方向溝を形成した分だけシール部材の肉厚が薄くなり強度が低下する。このような薄肉部にウェルドラインによる脆弱部が形成されると、この部分の強度が局部的に非常に低くなり、上記のような圧入による損傷が生じる恐れが高くなる。

[0010] 例えば、シール部材を全体的に厚肉にして強度を高めれば、圧入による損傷を防止できるが、材料コストが嵩む上、流体動圧軸受装置全体の寸法が大きくなるため、好ましくない。

[0011] あるいは、シール部材をウェルドラインが形成されない方法で射出成形すれば、強度を高めることができる。例えば、図10(a)に示すように、有底筒状のキャビティ101の底部102の中心にピンゲート103を設け、このピンゲート103から溶融樹脂を射出すれば、溶融樹脂が分流することなく円周方向全方向に流れるため（図10(b)参照）、ウェルドラインは形成されない。しかし、この場合、図11に示すように、有底筒状の成形品110の底部111の中心部分120を除去する工程が必要となり、加工に手間がかかる。

[0012] この他、シール部材を成形する金型に環状のフィルムゲートを設けた場合（図示省略）もウェルドラインは形成されないが、この場合、成形品に環状のゲート跡が形成されるため、ゲート跡の除去作業に手間がかかる。

[0013] 本発明の解決すべき第1の課題は、シール部材を厚肉化したり、手間のかかる製法を採用することなく、軸受スリーブへの圧入によるシール部材の損傷を防止することにある。

[0014] また、上記特許文献2には、図27(a)に示すように、シール部材200の外部側端面201（大気接触側の端面）の外周縁部に対応する位置に設けたゲート202（フィルムゲート）から溶融樹脂Qを射出してシール部材200を成形する方法が示されている。この方法では、図27(b)に示すように、シール部材200の外部側端面201から突出したゲート切断跡203が形成されるため、このゲート切断跡203がディスクハブ等の他部材と接触する恐れがある。特に、同文献に示されている射出成形方法では

、樹脂成形品のゲート部を型開きと同時に引きちぎって切断するため、ゲート部の樹脂が完全に固化しない状態で引き伸ばされる。このため、ゲート跡の突出量を管理することが難しく、シール部材 200 の外部側端面 201 からゲート切断跡 203 が突出して回転側の部材（ディスクハブ等）と接触する恐れが高まる。従って、金型からシール部材 200 を取り出した後、ゲート切断跡 203 に後処理加工（図中に X 線に沿った除去加工）を施す必要があり、工数増による加工コスト高を招く。

[0015] 例えば図 28 に示すように、シール部材 300 の端面 301 に座繰り部（端面よりも一段低くなった部分）303 を設け、この座繰り部 303 にゲート跡 302 を形成すれば、ゲート跡 302 がシール部材の端面 301 から突出することを回避できる。しかし、座繰り部 303 を形成すると、シール部材 300 を成形する金型形状が複雑になって加工コスト高を招くだけでなく、例えば端面 301 に撥油剤を塗布する場合、座繰り部 303 に撥油剤が溜まってしまい、撥油剤の無駄が多くなる恐れがある。特に、図 28 のように座繰り部 303 の外周側がシール部材 300 の外周面 304 につながっている場合は、座繰り部 303 に溜まった撥油剤が外周面 304 に流れ落ち、様々な不具合を招く恐れがある。例えばシール部材 300 の外周面 304 がシール空間を形成するシール面となる場合、このシール面に撥油剤が流れ落ちると、シール空間内の油が撥油剤ではじかれてシール能力が低下する恐れがある。あるいは、シール部材 300 の外周面 304 が他部材との接着固定面となる場合、接着固定面に撥油剤が流れ落ちると接着剤を均一に塗布することができず、シール部材 300 の固定力が低下する恐れがある。

[0016] また、上記特許文献 2 には、図 29 に示すように、シール部材 400 の内部側端面 401（油接触側の端面）に対応する位置にゲート 402（ピンゲート）を設けた例が示されている（図 29 に示すシール部材 400 は、図 27（a）に示すシール部材 200 と上下が逆になっている）。この場合、シール部材 400 の内部側端面 401 にゲート切断跡が形成されるが、ゲート切断跡には細かな樹脂屑が生じているため、ゲート切断跡が潤滑油と接触す

ることにより、樹脂屑が潤滑油にコンタミとして混入する恐れがある。特に、樹脂成形品のゲート部を型開きと同時に引きちぎって切断する場合、ゲート切断跡が毛羽立ったようになって樹脂屑が多量に発生する恐れがあるため、潤滑油にコンタミが混入する恐れが高い。

[0017] 本発明の解決すべき第2の課題は、樹脂の射出成形品であるシール部材を有する流体動圧軸受装置において、加工コスト高や潤滑油へのコンタミの混入を招くことなく、シール部材のゲート跡と他部材との接触を防止することにある。

課題を解決するための手段

[0018] 前記第1の課題を解決するために、本発明は、軸部材と、内周に軸部材が挿入された軸受スリーブと、内周に軸受スリーブを保持したハウジングと、大径内周面及び小径内周面を有する樹脂の射出成形品であり、大径内周面が軸受スリーブの端部の外周面に圧入固定されたシール部材と、軸部材の外周面と軸受スリーブの内周面との間のラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用により軸部材をラジアル方向に支持するラジアル軸受部と、シール部材の小径内周面と軸部材の外周面との間に形成され、ハウジング内部に満たされた潤滑油をシールする第1のシール空間と、シール部材の外周面とハウジングの内周面との間に形成され、ハウジング内部に満たされた潤滑油をシールする第2のシール空間と、シール部材と軸受スリーブとの間に形成され、第1のシール空間と第2のシール空間とを連通する連通路とを備えた流体動圧軸受装置であって、シール部材の大径内周面に前記連通路を構成する軸方向溝が形成され、前記軸方向溝の最深部を避けた円周方向位置に、射出成形によるウェルドラインが形成されたことを特徴とする。

[0019] このように、シール部材の射出成形により形成されるウェルドラインを、薄肉部となる軸方向溝の最深部を避けた円周方向位置に形成することにより、シール部材に、局部的に強度の低い部分が形成されることを回避でき、圧入による損傷を防止できる。例えば、シール部材の大径内周面に前記軸方向溝が複数形成される場合、前記ウェルドラインを、前記複数の軸方向溝の円

周方向間の領域に形成することが好ましい。

[0020] 同様の趣旨から、シール部材の内部側端面に前記連通路の一部が構成する径方向溝を形成する場合、前記ウェルドラインは前記径方向溝の最深部を避けた円周方向位置に形成することが好ましい。

[0021] シール部材の線膨張係数が軸受スリーブの線膨張係数よりも大きい場合、高温環境下では、熱膨張によるシール部材の内周面の拡張量が軸受スリーブの外周面の拡張量を上回るため、シール部材と軸受スリーブとの間の圧入代が小さくなる。このような場合でも、シール部材と軸受スリーブとの固定力を確保するために、常温時における圧入代は大きめに設定する必要がある。このため、圧入によりシール部材に加わる負荷がさらに大きくなり、シール部材が損傷する恐れが高くなる。従って、シール部材の線膨張係数が軸受スリーブの線膨張係数よりも大きい場合は、本発明の構成を適用することが特に好ましい。

[0022] 例えば、HDDのディスク駆動装置に用いられるような軸径（軸部材の直径）が2～4mmの流体動圧軸受装置の場合、シール部材と軸受スリーブとの圧入代（両部材の直径の差）を40μm以上に設定すれば、十分な固定力を得ることができ、且つ、シール部材の外周面を軸受スリーブの形状に倣わせることができる。尚、圧入代が大きすぎると圧入作業が困難となるため、両部材の圧入代は60μm以下にすることが好ましい。

[0023] ハウジング内部に満たされる潤滑油は、例えばエステル系潤滑油を使用することができる。

[0024] ところで、樹脂の射出成形品のウェルドライン形成部における強度は、キャビティに充填された溶融樹脂の固化速度に影響される。すなわち、樹脂の固化速度が早いとウェルドライン形成部の強度が弱くなり、固化速度の遅いとウェルドライン形成部の強度が強くなる傾向がある。一方、シール部材は、ハウジング内部に満たされる潤滑油（特にエステル系潤滑油）と常に接触するため、シール部材を形成する樹脂の耐油性が低いと、シール部材の強度低下やストレスクラックを生じる恐れがある。従って、シール部材を形成す

る樹脂は、固化速度が遅く、且つ、耐油性に優れていることが好ましい。このような樹脂として、例えば結晶性樹脂、特に、PPS, ETFE, PEEK, PA66, PA46, PA6T, PA9Tの中から選択された結晶性樹脂を使用することができる。

[0025] 前記連通路は、例えば、軸受スリーブの外周面に形成した軸方向溝とシール部材の前記軸方向溝とで構成することができる。

[0026] 例えば、シール部材の内周面に前記軸方向溝が奇数本形成される場合、シール部材の射出成形のゲートを前記軸方向溝の円周方向位置に設ければ、ウェルドラインを前記軸方向溝の最深部を避けた円周方向位置に設けることができる。

[0027] また、前記第2の課題を解決するために、本発明は、軸部材と、内周に軸部材が挿入された軸受部材と、軸受部材の開口部に固定され、軸受部材の内部に満たされた潤滑油をシールするシール部材と、軸部材の外周面と軸受部材の内周面との間のラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用により軸部材をラジアル方向に支持するラジアル軸受部とを備えた流体動圧軸受装置であって、シール部材が、サイドゲートから樹脂を射出して形成された射出成形品であり、前記サイドゲートによるゲート跡がシール部材の外部側端面の軸方向位置を越えていないことを特徴とする。

[0028] このように、シール部材を、金型の型開き面に形成されるいわゆるサイドゲートから樹脂を射出して形成すれば、樹脂成形品のゲート部が型開きにより引きちぎられず、ゲート跡が引き伸ばされない。これにより、シール部材の外周面に形成されるゲート跡を、シール部材の外部側端面の軸方向位置を越えない位置に設けることができ、ゲート跡がディスクハブ等の他部材と接触する事態を防止できる。

[0029] また、ゲート跡を、潤滑油と接触しない位置に設けることで、ゲート跡に生じる樹脂屑がコンタミとして潤滑油に混入する恐れを回避できる。尚、「潤滑油と接触しない位置」とは、シール部材によりシールされた軸受部材の内部の潤滑油と接触しない位置を意味し、軸受部材の内部から漏れ出した潤

滑油が接触し得る位置を排除する趣旨ではない。例えば、シール部材の外周面でシール空間を形成する場合、シール部材の外周面のうち、シール空間内の油面よりも大気側にゲート跡を形成すればよい。また、シール部材の内部側端面が潤滑油に接触すると共に、シール部材の外周面が軸受部材に固定される場合、シール部材の外周面のうち、軸受部材との固定面の内部側端部を除く位置に前記ゲート跡を形成すればよい。特に後者の場合、軸受部材との固定面からゲート跡が外径側に突出すると、軸受部材との固定に支障を来す恐れがあるため、ゲート跡は軸受部材との固定面よりも内径側に形成することが好ましい。

[0030] ゲート跡は、例えば、シール部材の外周面の上端に面取り部を形成し、この面取り部に設けることができる。

[0031] 上記のように、シール部材の外周面にゲート跡を形成することで、シール部材の外部側端面を平坦にすることができるため、この端面に撥油剤を塗布する場合でも、端面に座繰り部を設けた場合（図 17 参照）のように、撥油剤の無駄が多くなったり、撥油剤がシール部材の外周面に流れ落ちたりする不具合は生じない。

[0032] また、シール部材のゲート部切断後の処理加工を省略すれば、工数減による加工コストの低減が図られる。

[0033] ゲートは、キャビティ内に満たされた樹脂に所定以上の圧力（保圧）を加えることができるように、所定以上の面積を確保する必要がある。ゲートの面積を確保するためにゲートの軸方向寸法を大きくすると、シール部材の軸方向寸法が大きくなり、軸受装置の大型化を招くため、ゲートの面積は円周方向寸法で確保することが望ましい。この場合、ゲート跡の円周方向寸法は軸方向寸法よりも大きくなる。

[0034] 上記のようなシール部材は、シール部材の外周面を成形する成形面に設けたサイドゲートを介して、ランナからキャビティに溶融樹脂を射出するステップと、樹脂が固化した後、ランナ内で固化したランナ樹脂部とシール部材とが一体となった樹脂成形品を金型から取り出すステップと、ランナ樹脂部

とシール部材とを分離するステップとを経て製造することができる。

[0035] このように、シール部材を成形する金型のうち、シール部材の外周面を成形する成形面にサイドゲートを設けることで、型開きと同時にゲート跡が引き伸ばされず、ゲート跡がシール部材の端面から突出することを防止できる。特に、金型から取り出した樹脂成形品のランナ樹脂部とシール部材との境界部を折り曲げることにより、ランナ樹脂部とシール部材とを分離すれば、ゲート跡が引き伸ばされる事態を確実に防止できる。

[0036] このとき、金型から取り出した樹脂成形品のうち、ランナ樹脂部とシール部材の外周面との境界部にV字溝を設ければ、このV字溝を起点として樹脂成形品をゲート部で正確に切断することができる。

発明の効果

[0037] 以上のように、本発明によれば、シール部材を厚肉化したり、手間のかかるシール部材の製法を要することなく、軸受スリーブへの圧入によるシール部材の損傷を防止することができる。

[0038] また、本発明によれば、加工コスト高や潤滑油へのコンタミの混入を招くことなく、樹脂の射出成形品であるシール部材のゲート跡がディスクハブ等の他部材と接触する事態を確実に防止することができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1] HDD用ディスク駆動装置のスピンドルモータの断面図である。

[図2] 流体動圧軸受装置の断面図である。

[図3] 軸受スリーブの断面図である。

[図4] シール部材のA-A線（図5参照）における断面図である。

[図5] 図4のB方向から見たシール部材の平面図である。

[図6] シール部材を射出成形するための金型の断面図である。

[図7] 図6の金型のX-X線における断面図である。

[図8] 軸受スリーブとシール部材とを圧入固定した状態の断面図である。

[図9] 実施例を説明する断面図である。

[図10a] シール部材を射出成形するための金型の参考例を示す断面図である。

[図10b] 図10(a)のシール部材のY-Y線における断面図である。

[図11] 参考例のシール部材を形成する方法を示す断面図である。

[図12] HDD用ディスク駆動装置のスピンドルモータの断面図である。

[図13] 流体動圧軸受装置の断面図である。

[図14] 軸受スリーブの断面図である。

[図15] 軸受スリーブとシール部材とを圧入固定した状態の断面図である。

[図16] シール部材のA-A線（図6参照）における断面図である。

[図17] 図5のB方向から見たシール部材の平面図である。

[図18] シール部材のゲート跡付近の拡大断面図である。

[図19] シール部材を射出成形するための金型の断面図である。

[図20] 図19の金型のゲート付近の拡大断面図である。

[図21] 図19の金型のX-X線における断面図である。

[図22a] ランナ内で固化した樹脂とシール部材とを分離する工程を示す側面図である。

[図22b] ランナ内で固化した樹脂とシール部材とを分離する工程を示す側面図である。

[図22c] ランナ内で固化した樹脂とシール部材とを分離する工程を示す側面図である。

[図23] ランナ内で固化した樹脂及びシール部材の一体品の境界部の拡大断面図である。

[図24] 他の実施形態に係る流体動圧軸受装置の断面図である。

[図25] 図24の流体動圧軸受装置の拡大断面図である。

[図26] 図24のシール部材の拡大断面図である。

[図27a] 従来のシール部材の成形工程を示す断面図である。

[図27b] 図27(a)のシール部材のゲート部切断後のA部分を拡大した図である。

[図28a] シール部材の参考例を示す上面図である。

[図28b] 図28(a)のシール部材の断面図である。

[図29]従来のシール部材の成形工程を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、本願の第1の発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0041] 図1は、本発明の一実施形態に係る流体動圧軸受装置1を組み込んだ情報機器用スピンドルモータを示している。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、軸径が2～4mmの軸部材2を回転自在に支持する流体動圧軸受装置1と、軸部材2に装着されたディスクハブ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とを備えている。ステータコイル4はブラケット6の外周面に取付けられ、ロータマグネット5はディスクハブ3の内周面に取付けられる。流体動圧軸受装置1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が所定の枚数（図示例では2枚）保持される。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マグネット5が回転し、こ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。

[0042] 図2に示す流体動圧軸受装置1は、軸部材2と、一端を開口すると共に他端を閉塞した有底筒状のハウジング7と、ハウジング7の内周面に固定され、内周に軸部材2が挿入された軸受スリーブ8と、ハウジング7の開口部をシールするシール部材9とを主要な構成部品としている。なお、以下では、説明の便宜上、軸方向でハウジング7の開口側を上側、その反対側を下側として説明を進める。

[0043] 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。軸部材2は、その全体を金属材料で形成する他、例えばフランジ部2bの全体あるいはその一部（例えば両端面）を樹脂で構成し、金属と樹脂のハイブリッド構造とすることもできる。

[0044] 軸受スリーブ8は、例えば銅（あるいは銅及び鉄）を主成分とする焼結金属で円筒状に形成される。この他、黄銅等の軟質金属で軸受スリーブ8を形

成することも可能である。

- [0045] 軸受スリーブ 8 の内周面 8 a には、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（図 2 の点線部分）が軸方向に離隔して設けられ、これらの 2 つの領域には、例えば図 3 に示すようなヘリングボーン形状の動圧溝 8 a 1、8 a 2 がそれぞれ形成される。上側の動圧溝 8 a 1 は、丘部（図 3 にクロスハッチングで示す）の軸方向中央部の帯状部分に対して軸方向非対称に形成されており、具体的には帯状部分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。
- [0046] 軸受スリーブ 8 の下側端面 8 b には第 1 スラスト軸受部 T 1 のスラスト軸受面となる領域（図 2 の点線部分）が設けられ、該領域には、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ている。軸受スリーブ 8 の外周面 8 d には、両端面 8 b、8 c を連通する軸方向溝 8 d 1 が形成され、本実施形態では、例えば 3 本の軸方向溝 8 d 1 が円周方向に等配されている（図 8 参照）。
- [0047] ハウジング 7 は、図 2 に示すように、円筒状の小径部 7 a と、小径部 7 a の上側に配置された円筒状の大径部 7 b と、小径部 7 a の下端開口部を封止する底部 7 c とで構成され、各部 7 a ~ 7 c は一体に形成されている。小径部 7 a の内周面と大径部 7 b の内周面 7 b 1 とは、軸方向と直交する方向の平坦面状に形成された段差面 7 d で連続している。
- [0048] ハウジング 7 の底部 7 c の内底面 7 c 1 には、第 2 スラスト軸受部 T 2 のスラスト軸受面となる領域（図 2 の点線部分）が設けられ、該領域には、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ている。
- [0049] 上記構成のハウジング 7 は、樹脂で射出成形される。成形収縮時の収縮量の差による変形を防止するため、ハウジング 7 の各部 7 a ~ 7 c は略均一厚に形成されている。ハウジング 7 を形成する樹脂は主に熱可塑性樹脂であり、例えば、非晶性樹脂として、ポリサルフォン（P S U）、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（PEI）等、結晶性樹脂として、液晶ポリマー（LCP）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリアミド（PA）等を用いることができる。また、上記の樹脂に、充填材として、例えば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。

[0050] シール部材9は、図4に示すように、円盤状の第1シール部9aと、第1シール部9aの外径端から下方に張り出した円筒状の第2シール部9bとを備えた断面L字形に形成される。第1シール部9aの内周面9a2はシール部材9の小径内周面を構成し、第2シール部9bの内周面9b2はシール部材9の大径内周面を構成する。第1シール部9aの内部側端面（下側端面9a1）には、下側端面9a1を径方向に横断する所定本数の径方向溝9a10が形成され、第2シール部9bの内周面9b2には、内周面9b2を軸方向に縦断する所定本数の軸方向溝9b20が、前記径方向溝9a10と同じ円周方向位置に形成される。本実施形態では、第1シール部9aの径方向溝9a10は断面矩形（図示省略）に形成され、第2シール部9bの軸方向溝9b20は断面円弧形状に形成される（図5参照）。また、径方向溝9a10及び軸方向溝9b20はそれぞれ3本ずつ形成され、円周方向に等配されている。

[0051] 第2シール部9bの外周面9b1の上端部には、面取り部9cが形成される（図4参照）。この面取り部9cのうち、軸方向溝9b20の最深部Rの円周方向位置にゲート跡24'が形成される（図5参照）。このゲート跡24'と軸心を挟んで反対側の位置に、ウェルドラインWが形成される。ウェルドラインWは、第1シール部9aを径方向に横断し、且つ、第2シール部9bを軸方向に縦断して形成される。第2シール部9bのウェルドラインW

は、軸方向溝 9 b 2 0 の最深部 R を避けた円周方向位置に形成され、本実施形態では軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向間の円筒面 9 b 2 1 の領域に形成される。また、第 1 シール部 9 a のウェルドライン W は、径方向溝 9 a 1 0 の最深部を避けた円周方向位置に形成され、本実施形態では、径方向溝 9 a 1 0 の円周方向間の平坦面 9 a 1 1 の領域に形成される。以上のように、ウェルドライン W は、シール部材 9 の薄肉部を避けた位置に形成される。

[0052] 上記構成のシール部材 9 は、樹脂の射出成形で形成される。シール部材 9 を形成する樹脂は、固化速度が比較的遅く、且つ、耐油性に優れた材料を選択することが好ましく、例えば結晶性樹脂、特に、PPS, ETFE, PEEK, PA66, PA46, PA6T, PA9T の中から選択された結晶性樹脂が好適に使用できる。具体的には、例えば、PPS として AGC マテックス社製架橋型 PPSRG-40JA 及び直鎖型 PPSRE-04、ETFE としてダイキン工業社製ネオフロン EP-521, EP-541、PEEK としてビクトレックス社製 PEEK150GL15, PEEK150GL30, PEEK450GL15, PEEK450GL30、PA66 として BASF 社製 A3HG5、PA46 として DSM 社製 TW300、PA6T として三井化学社製アーレン RA230NK、PA9T としてクラレ社製ジェネスタ GR2300 を使用することができる。これらのうち、PA6T は、ウェルドライン W 形成部の強度及びエステル系潤滑油に対する耐油性に関して最も優れた特性を示すため、シール部材に最適な材料と言える。尚、これらの結晶性樹脂は、単独で使用しても複数種を混ぜて使用してもよく、また、上記のハウジング 7 の材料で示したような充填材を加えても良い。

[0053] ここで、シール部材 9 の射出成形について説明する。シール部材 9 の射出成形に使用される金型は、図 6 に示すような固定型 21 及び可動型 22 からなり、型締めした状態でキャビティ 23 及びゲート 24 が形成される。ゲート 24 は、固定型 21 及び可動型 22 の型締め面に設けられたいわゆるサイドゲートであり、面取り部 9 c を成形するテーパ面 25 に設けられ、且つ、第 2 シール部 9 b の軸方向溝 9 b 2 0 を成形する成形部 26 の円周方向位置

に配される（図 7 参照）。この状態でゲート 24 から熔融樹脂を射出すると、第 1 シール部 9 a の軸心の中空部を成形する突出部 27 により樹脂の流れが二手に分かれ、ゲート 24 の反対側で合流する。本実施形態では、第 2 シール部 9 b の内周面に奇数本（3 本）の軸方向溝 9 b 20 が等配されているため、各軸方向溝 9 b 20 の軸心を挟んで反対側は、他の軸方向溝 9 b 20 の円周方向中央部となる。従って、ゲート 24 を一つの軸方向溝 9 b 20 の最深部の円周方向位置に配することにより、他の軸方向溝 9 b 20 の円周方向中央部にウェルドライン W が形成される。

[0054] 上記のようにして形成されたシール部材 9 は、図 2 に示すように、軸受スリーブ 8 の外周上端に圧入固定される。具体的には、シール部材 9 の第 2 シール部 9 b の内周面 9 b 2 が軸受スリーブ 8 の外周面 8 d に上方から圧入される。このとき、シール部材 9 と軸受スリーブ 8 との圧入代は $40 \sim 60 \mu\text{m}$ の範囲内に設定される。これにより、第 2 シール部 9 b の外周面 9 b 1 が軸受スリーブ 8 の外周面 8 d に倣って変形し、寸法精度が高められる。このとき、上記のように、脆弱なウェルドライン W が、シール部材 9 の薄肉部（第 1 シール部 9 a の径方向溝 9 a 10 の最深部、第 2 シール部 9 b の軸方向溝 9 b 20 の最深部）を避けた位置に形成されているため、シール部材 9 に、局部的に強度の非常に低い部分が形成されることを回避でき、圧入による損傷を防止できる。

[0055] シール部材 9 を軸受スリーブ 8 に固定した状態では、シール部材 9 の第 1 シール部 9 a の下側端面 9 a 1 は軸受スリーブ 8 の上側端面 8 c と当接し、第 2 シール部 9 b の下側端面は所定の軸方向隙間 11 を介してハウジング 7 の段差面 7 d と対向する。また、第 1 シール部 9 a の内周面 9 a 2 と軸部 2 a の外周面 2 a 1 との間に所定容積の第 1 のシール空間 S1 が形成されると共に、第 2 シール部 9 b の内周面 9 b 2 とハウジング 7 の大径部 7 b の内周面 7 b 1 との間に所定容積の第 2 のシール空間 S2 が形成される。本実施形態では、第 1 シール部 9 a の内周面 9 a 2 およびハウジング 7 の大径部 7 b の内周面 7 b 1 は、何れも上方を拡径させたテーパ面状に形成され、そのた

め第1および第2のシール空間S1、S2は下方に向かって漸次縮小したテーパ形状を呈する。

[0056] このとき、第1シール部9aの下側端面9a1と軸受スリーブ8の上側端面8cとの間、及び、第2シール部9bの内周面9b2と軸受スリーブ8の外周面8dとの間には、第1のシール空間S1と第2のシール空間S2とを連通する連通路12が形成される。具体的には、第1シール部9aの下側端面9a1に形成された径方向溝9a10と軸受スリーブ8の上側端面8cとで径方向の連通路12aが形成されると共に、第2シール部9bの内周面9b2に形成された軸方向溝9b20と軸受スリーブ8の外周面8dに形成された軸方向溝8d1とで軸方向の連通路12bが形成される（図8参照）。

[0057] 連通路12は、両シール空間S1、S2内の潤滑油の圧力バランスを適正範囲に保つために、所定以上の流路面積が必要となる。例えば、第2シール部9bに形成された軸方向溝9b20の断面積を拡大すると、第2シール部9bが部分的に薄肉になって強度が低下する。しかし、第2シール部9bは軸受スリーブ8に圧入されることにより大きな負荷を受けるため、なるべく強度を確保する必要がある。そこで、図8に示すように、第2シール部9bの軸方向溝9b20と軸受スリーブ8の軸方向溝8d1とで協働して軸方向の連通路12bを形成することで、第2シール部9bの軸方向溝9b20の大きさを抑えてシール部材9の強度を確保しながら、軸方向の連通路12bの流路面積を確保する構造としてもよい。

[0058] 以上のようにして、シール部材9で密封されたハウジング7の内部空間に、軸受スリーブ8の内部気孔を含め、潤滑油（例えばエステル系潤滑油）を充填させることにより、図2に示す流体動圧軸受装置1が完成する。

[0059] 軸部材2が回転すると、軸受スリーブ8の内周面8aのラジアル軸受面と軸部2aの外周面2a1との間にラジアル軸受隙間が形成される。また、軸受スリーブ8の下側端面8bのスラスト軸受面とフランジ部2bの上側端面2b1との間、及び、ハウジング7の内底面7c1のスラスト軸受面とフランジ部2bの下側端面2b2との間に、それぞれスラスト軸受隙間が形成さ

れる。そして、軸部材 2 の回転に伴い、ラジアル軸受面の動圧溝 8 a 1, 8 a 2 により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 2 a 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 R 1 と第 2 ラジアル軸受部 R 2 とが構成される。同時に、スラスト軸受面の動圧溝により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 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 を両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 T 1 と第 2 スラスト軸受部 T 2 とが構成される。

[0060] また、軸部材 2 の回転時には、上述のように、第 1 および第 2 のシール空間 S 1、S 2 が、ハウジング 7 の内部側に向かって漸次縮小したテーパ形状を呈しているため、両シール空間 S 1、S 2 内の潤滑油は毛細管力による引き込み作用により、シール空間が狭くなる方向、すなわちハウジング 7 の内部側に向けて引き込まれる。これにより、ハウジング 7 の内部からの潤滑油の漏れ出しが効果的に防止される。また、シール空間 S 1、S 2 は、ハウジング 7 の内部空間に充填された潤滑油の温度変化に伴う容積変化量を吸収するバッファ機能を有し、想定される温度変化の範囲内では、潤滑油の油面は常にシール空間 S 1、S 2 内にある。

[0061] 上述したように、上側の動圧溝 8 a 1 は軸方向非対称に形成されている（図 3 参照）ため、軸部材 2 の回転時、ラジアル軸受隙間の潤滑油を下方に押し込む力が生じ、これにより第 1 スラスト軸受部 T 1 のスラスト軸受隙間→軸受スリーブ 8 の軸方向溝 8 d 1 によって形成される流体通路→シール部材 9 と軸受スリーブ 8 との間の連通路 1 2 という経路を循環させることができる。これにより、潤滑油の圧力バランスが保たれると同時に、局所的な負圧の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。上記の循環経路には、第 1 のシール空間 S 1 が連通し、さらに軸方向隙間 1 1 を介して第 2 のシール空間 S 2 が連通

しているので、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 1、S 2 内の潤滑油の油面から外気に排出されるため、気泡による悪影響をより一層効果的に防止できる。

[0062] 本発明は上記の実施形態に限られない。例えば、以上の実施形態では、シール部材 9 を射出成形する際のゲート 2 4 が一箇所に設けられているが、これに限らず、ゲートを複数箇所に設けても良い。

[0063] また、以上の実施形態では、第 1 シール部 9 a の内周面 9 a 2 がテーパ面状に形成されているが、これに限らず、第 1 シール部 9 a の内周面 9 a 2 を円筒面とする一方、これに対向する軸部 2 a の外周面をテーパ面状としてもよい。また、以上の実施形態では、ハウジング 7 の大径部 7 b の内周面 7 b 1 がテーパ面状に形成されているが、この面を円筒面とする一方、これに対向する第 2 シール部 9 b の外周面 9 b 1 をテーパ面状に形成してもよい。

[0064] また、以上の実施形態では、軸受スリーブ 8 に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が形成されているが、これに限らず、他の形状の動圧溝を形成したり、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a を複数の円弧を組み合わせた多円弧形状とすることにより、動圧発生部を構成してもよい。また、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a 及び下側端面 8 b やハウジング 7 の内底面 7 c 1 に動圧発生部を形成する替わりに、これらの面と軸受隙間を介して対向する部材（軸部材 2 の軸部 2 a の外周面 2 a 1 及びフランジ部 2 b の両端面 2 b 1, 2 b 2）に動圧発生部を形成してもよい。さらには、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a 及び軸部材 2 の軸部 2 a の外周面 2 a 1 の双方を円筒面状とした、いわゆる真円軸受を構成してもよい。この場合、動圧作用を積極的に発生させる動圧発生部は形成されないが、軸部 2 a の僅かな振れ回りにより動圧作用が発生する。

実施例 1

[0065] 本発明による効果を確認するために、図 9 に示すように、上記実施形態の軸受スリーブ 8 と同じ構成のスリーブ試験片 1 3 0 を、上記シール部材 9 と同じ構成のシール試験片 1 4 0 の内周に圧入し、シール試験片 1 4 0 に破損

が生じるか否かを確認する試験を行った。シール試験片 140 は、ウェルドラインが軸方向溝の円周方向中間部に形成された実施例（図 5 参照）と、ウェルドラインが軸方向溝の最深部の円周方向位置に形成された比較例（図示省略）とを準備した。また、実施例及び比較例のシール試験片 140 として、円筒部 141 の内径寸法の異なる複数種の試験片、すなわち、スリーブ試験片 130 との圧入代が異なる複数種の試験片を準備した。スリーブ試験片 130 は金属（黄銅）で形成し、シール試験片 140 は樹脂（PA6T）で形成した。シール試験片 140 は、円筒部 141 の内径を約 7.5 mm、外径を 9 mm に設定した。スリーブ試験片 130 とシール試験片 140 との圧入部の軸方向長さは 2.45 mm とした。

[0066] 上記試験の結果、下記の表 1 に示すように、実施例では圧入代が $90\ \mu\text{m}$ のシール試験片 140 に破損が初めて発生したのに対し、比較例では圧入代が $50\ \mu\text{m}$ のシール試験片 140 に破損が初めて発生した。このことから、実施例に係るシール試験片は、比較例に係るシール試験片と比べて、スリーブ試験片の圧入に対する強度が高いことが確認された。

[0067] [表 1]

圧入代 (μm)	実施例	比較例
10	破損なし	破損なし
20	↑	↑
30	↑	↑
40	↑	↑
50	↑	破損発生
60	↑	
70	↑	
80	↑	
90	破損発生	

[0068] 尚、上記のようなスリーブ試験片 130 及びシール試験片 140 は、例えば HDD のディスク駆動装置に組み込まれる軸径 2 ~ 4 mm の流体動圧軸受装置に適合した大きさであるが、このような流体動圧軸受装置では、スリーブとシールとの間に $40\ \mu\text{m}$ 程度の圧入代が要求される。比較例に係るシール試験片は、圧入代 $50\ \mu\text{m}$ で破損が生じているため、安全率を考慮すると

実際の製品として使用することは難しい。これに対し、実施例に係るシール試験片は、圧入代 $80\ \mu\text{m}$ まで耐え得る強度を有しているため、圧入代 $40\ \mu\text{m}$ 以上の条件の下でも十分に使用できる。

[0069] 以下、本願の第2の発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0070] 図12は、本発明の一実施形態に係る流体動圧軸受装置1を組み込んだ情報機器用スピンドルモータを示している。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、軸部材2を回転自在に支持する流体動圧軸受装置1と、軸部材2に装着されたディスクハブ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とを備えている。ステータコイル4はブラケット6の外周面に取付けられ、ロータマグネット5はディスクハブ3の内周面に取付けられる。流体動圧軸受装置1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が所定の枚数（図示例では2枚）保持される。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マグネット5が回転し、こ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。

[0071] 図13に示す流体動圧軸受装置1は、軸部材2と、内周に軸部材2を挿入した軸受部材Cと、軸受部材Cの開口部に設けられたシール部材9とを主要な構成部品としている。本実施形態では、軸受部材Cが、一端を開口すると共に他端を閉塞した有底筒状のハウジング7と、ハウジング7の内周面に固定され、内周に軸部材2が挿入された軸受スリーブ8とで構成される。なお、以下では、説明の便宜上、軸方向でハウジング7の開口側を上側、その反対側を下側として説明を進める。

[0072] 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。軸部材2は、その全体を金属材料で形成する他、例えばフランジ部2bの全体あるいはその一部（例えば両端面）を樹脂で構成し、金属と樹脂のハイブリッド構造とすることもできる。

- [0073] 軸受スリーブ 8 は、例えば銅（あるいは銅及び鉄）を主成分とする焼結金属で円筒状に形成される。この他、黄銅等の軟質金属で軸受スリーブ 8 を形成することも可能である。
- [0074] 軸受スリーブ 8 の内周面 8 a には、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（図 2 の点線部分）が軸方向に離隔して設けられ、これらの 2 つの領域には、例えば図 1 4 に示すようなヘリングボーン形状の動圧溝 8 a 1、8 a 2 がそれぞれ形成される。上側の動圧溝 8 a 1 は、丘部（図 1 4 にクロスハッチングで示す）の軸方向中央部の帯状部分に対して軸方向非対称に形成されており、具体的には帯状部分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。
- [0075] 軸受スリーブ 8 の下側端面 8 b には第 1 スラスト軸受部 T 1 のスラスト軸受面となる領域（図 1 3 の点線部分）が設けられ、該領域には、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ている。軸受スリーブ 8 の外周面 8 d には、両端面 8 b、8 c を連通する軸方向溝 8 d 1 が形成され、本実施形態では、例えば 3 本の軸方向溝 8 d 1 が円周方向に等配されている（図 1 5 参照）。
- [0076] ハウジング 7 は、図 1 3 に示すように、円筒状の小径部 7 a と、小径部 7 a の上側に配置された円筒状の大径部 7 b と、小径部 7 a の下端開口部を封止する底部 7 c とで構成され、各部 7 a ~ 7 c は一体に形成されている。小径部 7 a の内周面と大径部 7 b の内周面 7 b 1 とは、軸方向と直交する方向の平坦面状に形成された段差面 7 d で連続している。ハウジング 7 の底部 7 c の内底面 7 c 1 には、第 2 スラスト軸受部 T 2 のスラスト軸受面となる領域（図 1 3 の点線部分）が設けられ、該領域には、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ている。ハウジング 7 は例えば樹脂で形成され、成形収縮量の差による変形を防止するため、ハウジング 7 の各部 7 a ~ 7 c は略均一厚に形成されている。
- [0077] シール部材 9 は、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、円盤状の第 1 シール部

9 a と、第 1 シール部 9 a の外径端から下方に張り出した円筒状の第 2 シール部 9 b とを備えた断面 L 字形に形成される。第 1 シール部 9 a の下側端面 9 a 1 には、下側端面 9 a 1 を径方向に横断する所定本数の径方向溝 9 a 1 0 が形成され、第 2 シール部 9 b の内周面 9 b 2 には、内周面 9 b 2 を軸方向に縦断する所定本数の軸方向溝 9 b 2 0 が、前記径方向溝 9 a 1 0 と同じ円周方向位置に形成される。図示例では、径方向溝 9 a 1 0 及び軸方向溝 9 b 2 0 はそれぞれ 3 本ずつ形成され、円周方向に等配されている（図 17 参照）。

[0078] 第 2 シール部 9 b の外周面 9 b 1 の上端部には、図 18 に示すように、ゲート跡 2 4' が形成される。ゲート跡 2 4' は、シール部材 9 の外部側端面（図示例では第 1 シール部 9 a の上側端面 9 a 3）の軸方向位置 X を越えない位置に形成される。また、ゲート跡 2 4' は、ハウジング 7 の内部に満たされた潤滑油と接触しない位置、具体的には、シール部材 9 の外周面 9 b 1 とハウジング 7 の内周面 7 b 1 との間に形成される第 2 のシール空間 S 2 に保持された油面よりも大気側（図示例では上方）に設けられる。尚、第 2 のシール空間 S 2 内の油面の位置は、温度変化に伴う潤滑油の体積膨張・収縮により変動するため、ゲート跡 2 4' は油面の上端位置 S₀ よりも大気側に設けられる。本実施形態では、第 2 シール部 9 b の外周面 9 b 1 の上端部に面取り部 9 c が形成され、この面取り部 9 c にゲート跡 2 4' が形成される。

[0079] ゲート跡 2 4' は、図 17 に示すように、軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向位置に形成され、ゲート跡 2 4' と軸心を挟んで反対側の位置にウェルドライン W が形成される。ウェルドライン W は、第 1 シール部 9 a を径方向に横断し、且つ、第 2 シール部 9 b を軸方向に縦断して形成される。具体的に、第 2 シール部 9 b のウェルドライン W は軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向間の円筒面 9 b 2 1 の領域に形成され、第 1 シール部 9 a のウェルドライン W は径方向溝 9 a 1 0 の円周方向間の平坦面 9 a 1 1 の領域に形成される。このように、ウェルドライン W をシール部材 9 の薄肉部を避けた位置に形成することで、シール部材 9 の強度低下を防止している。

[0080] 上記構成のシール部材 9 は、樹脂の射出成形で形成される。シール部材 9 を形成する樹脂は、固化速度が比較的遅く、且つ、耐油性に優れた材料を選択することが好ましく、例えば結晶性樹脂、特に、PPS、ETFE、PEEK、PA66、PA46、PA6T、PA9Tの中から選択された結晶性樹脂が好適に使用できる。具体的には、例えば、PPSとしてAGCマテックス社製架橋型PPSRG-40JA及び直鎖型PPSRE-04、ETFEとしてダイキン工業社製ネオフロンEP-521、EP-541、PEEKとしてビクトレックス社製PEEK150GL15、PEEK150GL30、PEEK450GL15、PEEK450GL30、PA66としてBASF社製A3HG5、PA46としてDSM社製TW300、PA6Tとして三井化学社製アーレンRA230NK、PA9Tとしてクラレ社製ジェネスタGR2300を使用することができる。これらのうち、PA6Tは、ウェルドラインW形成部の強度及びエステル系潤滑油に対する耐油性に関して最も優れた特性を示すため、シール部材に最適な材料と言える。尚、これらの結晶性樹脂は、単独で使用しても複数種を混ぜて使用してもよい。また、上記の樹脂に、充填材として、例えばガラス繊維等の繊維状充填材、チタン酸カリウム等のウィスカ状充填材、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、金属粉末等の導電性充填材などを配合してもよい。

[0081] ここで、シール部材 9 の射出成形について説明する。シール部材 9 の射出成形に使用される金型は、図 19 に示すような固定型 21 及び可動型 22 からなり、型締めした状態でキャビティ 23 及びゲート 24 が形成される。ゲート 24 は、固定型 21 及び可動型 22 の型締め面に設けられた、いわゆるサイドゲートであり、シール部材 9 の面取り部 9c を成形するテーパ状成形面 25 に設けられ、且つ、第 2 シール部 9b の軸方向溝 9b20 を成形する成形部 26 の円周方向位置に配される。ゲート 24 は、軸方向寸法 L1 (図 20 参照) より円周方向寸法 L2 (図 21 参照) の方が大きい横長矩形状に形成される。この状態でゲート 24 から溶融樹脂を射出すると、第 1 シール

部 9 a の中空部を成形する突出部 2 7 により樹脂の流れが二手に分かれ、ゲート 2 4 の反対側で合流する。本実施形態では、第 2 シール部 9 b の内周面に 3 本の軸方向溝 9 b 2 0 が等配されているため、各軸方向溝 9 b 2 0 の軸心を挟んで反対側は、他の 2 本の軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向中央部となる。従って、ゲート 2 4 を一つの軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向位置に配することにより、他の軸方向溝 9 b 2 0 の円周方向中央部にウェルドライン W が形成される。

[0082] その後、金型から樹脂成形品を取り出す。この樹脂成形品は、図 2 2 に示すように、ランナ内で固化したランナ樹脂部 2 8 とシール部材 9 とが一体になっている。この樹脂成形品のランナ樹脂部 2 8 とシール部材 9 との境界部（すなわちゲート部 P）には、図 2 3 に示すように、V 字溝 2 9 a, 2 9 b が形成される。具体的には、ランナ樹脂部 2 8 の上面 2 8 a のシール部材 9 側端部に設けられた傾斜部 2 8 b と、シール部材 9 の外周面 9 b 1 の上端に形成された面取り部 9 c とで、ゲート部 P の上端部に V 字溝 2 9 a が形成される。また、ランナ樹脂部 2 8 の下面に設けられた傾斜部 2 8 c と、シール部材 9 の外周面 9 b 1 とで、ゲート部 P の下端部に V 字溝 2 9 b が形成される。

[0083] 上記のようなランナ樹脂部 2 8 とシール部材 9 との一体品を、ゲート部 P で切断して分離する。具体的には、ランナ樹脂部 2 8 を固定した状態でシール部材 9 に下向きの負荷を加え（図 2 2（a）参照）、ゲート部 P を折り曲げることにより（図 2 2（b）参照）、ゲート部 P が切断され、ランナ樹脂部 2 8 とシール部材 9 とが分離される（図 2 2（c）参照）。このとき、ゲート部 P の上端部、すなわちゲート部 P を折り曲げたときに引き伸ばされる側に V 字溝 2 9 a が形成されることにより、この V 字溝 2 9 a を起点としてゲート部 P が切断されるため、ランナ樹脂部 2 8 及びシール部材 9 の一体品をゲート部 P で正確に切断することができる。また、ゲート部 P の下端部、すなわちゲート部 P を折り曲げたときに圧縮される側にも V 字溝 2 9 b が形成されることにより、この V 字溝 2 9 b を起点としてゲート部 P が折り曲げ

られるため、上記一体品をゲート部Pでより正確に切断することができる。

[0084] ランナ樹脂部28から分離されたシール部材9には、ゲート部Pの切断によるゲート跡24'が形成される(図18参照)。上記のように、ゲート部Pを折り曲げにより切断することで、例えば型開きと同時にゲート部Pを引きちぎる場合のように、ゲート跡24'が引き伸ばされることがない。特に、上記のように成形品を金型から取り出した後にゲートカットを行うことにより、樹脂を完全に固化させた状態でゲート部Pを切断することができるため、ゲート跡24'が引き伸ばされる事態をより確実に防止できる。以上により、ゲート部Pで正確に切断することができるため、切断後に後処理加工を施さなくても、ゲート跡24'がシール部材9の外部側端面(上側端面9a3)よりも上方に突出する事態が回避され、ゲート跡24'とディスクハブ3との干渉を防止できる。尚、ゲート部Pを切断した後、ゲート跡24'に後処理加工を施しても良く、この場合、シール部材9の外周面9b1(面取り部9c)に後処理加工されたゲート跡24'が残る。

[0085] 上記のようにして形成されたシール部材9は、図13に示すように、軸受スリーブ8の外周上端に圧入固定される。具体的には、シール部材9の第2シール部9bの内周面9b2が軸受スリーブ8の外周面8dに上方から圧入される。これにより、第2のシール空間S2を形成する第2シール部9bの外周面9b1を、軸受スリーブ8の外周面8dに倣わせることができる。従って、軸受スリーブ8の外周面8dを高精度に形成することで、シール部材9の外周面9b1の寸法精度を高めることができ、これにより第2のシール空間S2の容積を高精度に設定できる。また、上記のように、脆弱なウェルドラインW形成部を、シール部材9の薄肉部(第1シール部9aの径方向溝9a10、及び、第2シール部9bの軸方向溝9b20)を避けた位置に形成することで、シール部材9に、局部的に強度の低い部分が形成されることを回避でき、圧入による損傷を防止できる。

[0086] シール部材9を軸受スリーブ8に固定した状態では、シール部材9の第1シール部9aの下側端面9a1は軸受スリーブ8の上側端面8cと当接し、

第2シール部9bの下側端面は所定の軸方向隙間11を介してハウジング7の段差面7dと対向する。また、第1シール部9aの内周面9a2と軸部2aの外周面2a1との間に所定容積の第1のシール空間S1が形成されると共に、第2シール部9bの外周面9b1とハウジング7の大径部7bの内周面7b1との間に所定容積の第2のシール空間S2が形成される。本実施形態では、第1シール部9aの内周面9a2およびハウジング7の大径部7bの内周面7b1は、何れも上方を拡径させたテーパ面状に形成され、そのため第1および第2のシール空間S1、S2は下方に向かって漸次縮小したテーパ形状を呈する。

[0087] このとき、第1シール部9aの下側端面9a1と軸受スリーブ8の上側端面8cとの間、及び、第2シール部9bの内周面9b2と軸受スリーブ8の外周面8dとの間には、第1のシール空間S1と第2のシール空間S2とを連通する連通路12が形成される。具体的には、第1シール部9aの下側端面9a1に形成された径方向溝9a10と軸受スリーブ8の上側端面8cとで径方向の連通路12aが形成される（図13参照）と共に、第2シール部9bの内周面9b2に形成された軸方向溝9b20と軸受スリーブ8の外周面8dに形成された軸方向溝8d1とで軸方向の連通路12bが形成される（図15参照）。

[0088] 連通路12は、両シール空間S1、S2内の潤滑油の圧力バランスを適正範囲に保つために、所定以上の流路面積が必要となる。しかし、上記のように第2シール部9bに軸方向溝9b20を形成すると、部分的に薄肉になって強度低下を招く恐れがあるため、むやみに軸方向溝9b20の大きさ（深さや円周方向幅）を大きくすることはできない。特に、第2シール部9bは軸受スリーブ8に圧入されることにより大きな負荷を受けるため、なるべく強度を確保する必要がある。そこで、上記のように、第2シール部9bの軸方向溝9b20と軸受スリーブ8の軸方向溝8d1とで協働して軸方向の連通路12bを形成することで、第2シール部9bの軸方向溝9b20の大きさを抑えてシール部材9の強度を確保しながら、軸方向の連通路12bの流

路面積を確保することができる。

[0089] 以上のようにして、シール部材 9 で密封されたハウジング 7 の内部空間に、軸受スリーブ 8 の内部気孔を含め、潤滑油（例えばエステル系潤滑油）を充填させることにより、図 13 に示す流体動圧軸受装置 1 が完成する。

[0090] 軸部材 2 が回転すると、軸受スリーブ 8 の内周面 8 a のラジアル軸受面と軸部 2 a の外周面 2 a 1 との間にラジアル軸受隙間が形成される。また、軸受スリーブ 8 の下側端面 8 b のスラスト軸受面とフランジ部 2 b の上側端面 2 b 1 との間、及び、ハウジング 7 の内底面 7 c 1 のスラスト軸受面とフランジ部 2 b の下側端面 2 b 2 との間に、それぞれスラスト軸受隙間が形成される。そして、軸部材 2 の回転に伴い、ラジアル軸受面の動圧溝 8 a 1, 8 a 2 により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 2 a 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 R 1 と第 2 ラジアル軸受部 R 2 とが構成される。同時に、スラスト軸受面の動圧溝により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 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 を両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 T 1 と第 2 スラスト軸受部 T 2 とが構成される。

[0091] また、軸部材 2 の回転時には、上述のように、第 1 および第 2 のシール空間 S 1、S 2 が、ハウジング 7 の内部側に向かって漸次縮小したテーパ形状を呈しているため、両シール空間 S 1、S 2 内の潤滑油は毛細管力による引き込み作用により、シール空間が狭くなる方向、すなわちハウジング 7 の内部側に向けて引き込まれる。これにより、ハウジング 7 の内部からの潤滑油の漏れ出しが効果的に防止される。また、シール空間 S 1、S 2 は、ハウジング 7 の内部空間に充填された潤滑油の温度変化に伴う容積変化量を吸収するバッファ機能を有し、想定される温度変化の範囲内では、潤滑油の油面は常にシール空間 S 1、S 2 内にある。

[0092] 上述したように、上側の動圧溝 8 a 1 は軸方向非対称に形成されている（図 1 4 参照）ため、軸部材 2 の回転時、ラジアル軸受隙間の潤滑油を下方に押し込む力が生じ、これにより第 1 スラスト軸受部 T 1 のスラスト軸受隙間→軸受スリーブ 8 の軸方向溝 8 d 1 によって形成される流体通路→シール部材 9 と軸受スリーブ 8 との間の連通路 1 2 という経路を循環させることができる。これにより、潤滑油の圧力バランスが保たれると同時に、局部的な負圧の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、上記の循環経路には、第 1 のシール空間 S 1 が連通し、さらに軸方向隙間 1 1 を介して第 2 のシール空間 S 2 が連通しているため、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 1、S 2 内の潤滑油の油面から外気に排出されるため、気泡による悪影響をより一層効果的に防止できる。

[0093] 本発明は上記の実施形態に限られない。以下、本発明の他の実施形態を説明するが、上記実施形態と同様の機能を有する部材には同一の符号を付して重複説明を省略する。

[0094] 本発明は、図 2 4 に示すような流体動圧軸受装置 3 1 に適用することもできる。この流体動圧軸受装置 3 1 は、シール部材 3 9 の内周面 3 9 a と軸部材 2 の外周面に形成されたテーパ面 2 a 2 との間にシール空間 S が形成され、シール部材 3 9 の外周面 3 9 c がハウジング 7 の内周面 7 a 1 に固定される。シール部材 3 9 の外周面 3 9 c とハウジング 7 の内周面 7 a 1 とは、これらを隙間嵌合させた状態で、その嵌合隙間内で接着剤 G を固化させる、いわゆる隙間接着により固定される（図 2 5 参照）。シール部材 3 9 の下側端面 3 9 b は、軸受スリーブ 8 の上側端面 8 c に当接し、ハウジング 7 の内部に満たされた潤滑油と接触する。軸受スリーブ 8 の下側端面 8 b は、ハウジング 7 の内周面 7 a 1 の下端部に形成された段部 7 e に当接する。軸受スリーブ 8 の上側端面 8 c には径方向溝 8 c 1 が形成され、この径方向溝 8 c 1 により潤滑油の連通路が形成される。

[0095] シール部材 39 は、上記実施形態と同様、サイドゲートによる射出成形で形成され、図 25 に示すように、外周面 39c にゲート跡 40 が形成される。ゲート跡 40 は、図 26 に示すように、シール部材 39 の上側端面 39d の軸方向位置 X よりも下方で、且つ、シール部材 39 の外周面 39c の径方向位置 Y よりも内径側に設けられる。また、ゲート跡 40 は、ハウジング 7 の内部に満たされた潤滑油と接触しない位置、具体的には、シール部材 39 の外周面 39c のうち、ハウジング 7 との固定面の内部側端部（図示例では下端部）を除く位置に形成される。本実施形態では、シール部材 39 の外周面 39c の上端部に設けられた面取り部 39e にゲート跡 40 が形成される。このように、ゲート跡 40 をシール部材 39 の上側端面 39d の軸方向位置 X よりも下方に設けることで、ゲート跡 40 とディスクハブ 3 との干渉を防止できる。また、ゲート跡 40 をシール部材 39 の外周面 39c よりも内径側に設けることで、ゲート跡 40 とハウジング 7 の内周面 7a1 との干渉を防止できる。

[0096] 以上の実施形態では、軸受スリーブ 8 に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が形成されているが、これに限らず、他の形状の動圧溝を形成したり、軸受スリーブ 8 の内周面 8a を複数の円弧を組み合わせた多円弧形状とすることにより、動圧発生部を構成してもよい。また、軸受スリーブ 8 の内周面 8a 及び下側端面 8b やハウジング 7 の内底面 7c1 に動圧発生部を形成する替わりに、これらの面と軸受隙間を介して対向する部材（軸部材 2 の軸部 2a の外周面 2a1 及びフランジ部 2b の両端面 2b1, 2b2）に動圧発生部を形成してもよい。さらには、軸受スリーブ 8 の内周面 8a 及び軸部材 2 の軸部 2a の外周面 2a1 の双方を円筒面状とした、いわゆる真円軸受を構成してもよい。この場合、動圧作用を積極的に発生させる動圧発生部は形成されないが、軸部 2a の僅かな振れ回りにより動圧作用が発生する。

[0097] 尚、以上に示した本願の第 1 の発明及び第 2 の発明の構成を組み合わせ適用することも可能である。

符号の説明

- [0098] 1 流体動圧軸受装置
- 2 軸部材
- 7 ハウジング
- 8 軸受スリーブ
- 9 シール部材
- 9 a 第1シール部
- 9 a 1 0 径方向溝
- 9 b 第2シール部
- 9 b 2 0 軸方向溝
- R 軸方向溝の最深部
- W ウェルドライン
- 1 2 連通路
- D ディスク
- R 1, R 2 ラジアル軸受部
- T 1, T 2 スラスト軸受部
- S 1, S 2 シール空間

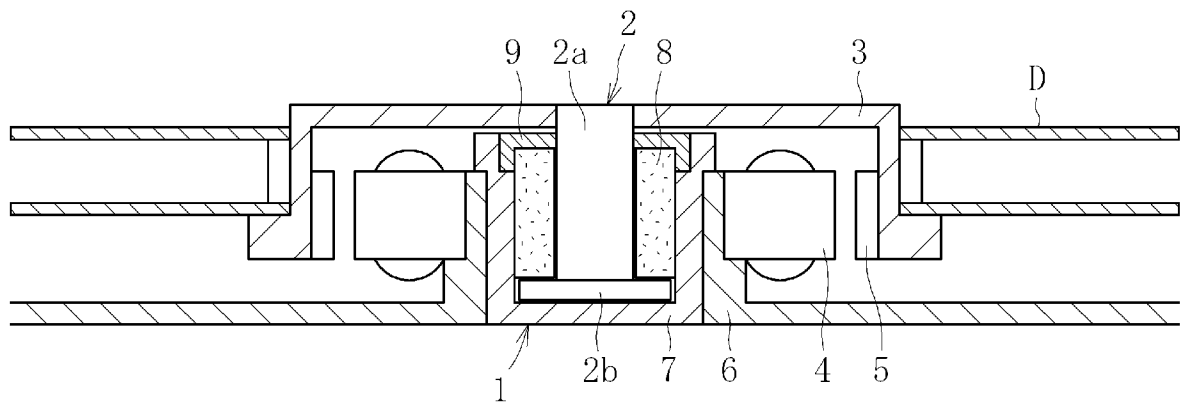
請求の範囲

- [請求項1] 軸部材と、内周に軸部材が挿入された軸受スリーブと、内周に軸受スリーブを保持したハウジングと、大径内周面及び小径内周面を有する樹脂の射出成形品であり、大径内周面が軸受スリーブの端部の外周面に圧入固定されたシール部材と、軸部材の外周面と軸受スリーブの内周面との間のラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用により軸部材をラジアル方向に支持するラジアル軸受部と、シール部材の小径内周面と軸部材の外周面との間に形成され、ハウジング内部に満たされた潤滑油をシールする第1のシール空間と、シール部材の外周面とハウジングの内周面との間に形成され、ハウジング内部に満たされた潤滑油をシールする第2のシール空間と、シール部材と軸受スリーブとの間に形成され、第1のシール空間と第2のシール空間とを連通する連通路とを備えた流体動圧軸受装置であって、
- シール部材の大径内周面に前記連通路を構成する軸方向溝が形成され、前記軸方向溝の最深部を避けた円周方向位置に、射出成形によるウェルドラインが形成された流体動圧軸受装置。
- [請求項2] シール部材の大径内周面に前記軸方向溝が複数形成され、前記ウェルドラインが、前記複数の軸方向溝の円周方向間の領域に形成された請求項1記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項3] シール部材の内部側端面に前記連通路を構成する径方向溝が形成され、前記径方向溝の最深部を避けた円周方向位置に前記ウェルドラインが形成された請求項1又は2記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項4] シール部材の線膨張係数が軸受スリーブの線膨張係数よりも大きい請求項1～3の何れかに記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項5] 軸径が2～4 mmであり、シール部材と軸受スリーブとの圧入代が40 μ m以上である請求項1～4の何れかに記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項6] 潤滑油がエステル系潤滑油である請求項1～5の何れかに記載の流

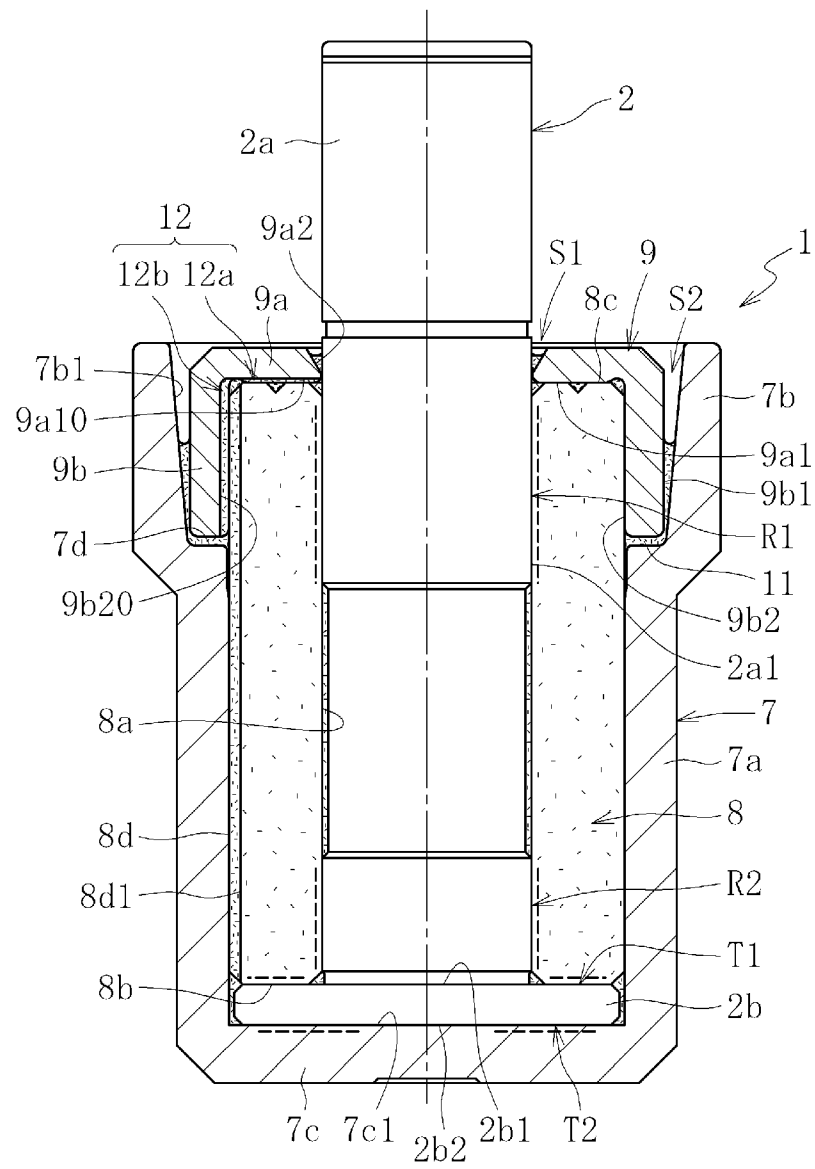
体動圧軸受装置。

- [請求項7] シール部材を結晶性樹脂で形成した請求項 1 ～ 6 の何れかに記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項8] 結晶性樹脂が、PPS, ETFE, PEEK, PA66, PA46, PA6T, PA9Tの中から選択されたものである請求項 7 記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項9] 軸受スリーブの外周面に軸方向溝が形成され、該軸方向溝とシール部材の前記軸方向溝とで前記連通路を構成した請求項 1 ～ 8 の何れかに記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項10] シール部材の大径内周面に前記軸方向溝が奇数本形成され、シール部材の射出成形のゲートが前記軸方向溝の円周方向位置に設けられた請求項 1 ～ 9 の何れかに記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項11] シール部材が、サイドゲートから樹脂を射出して形成された射出成形品であり、前記サイドゲートによるゲート跡がシール部材の外部側端面の軸方向位置を越えていない請求項 10 記載の流体動圧軸受装置。

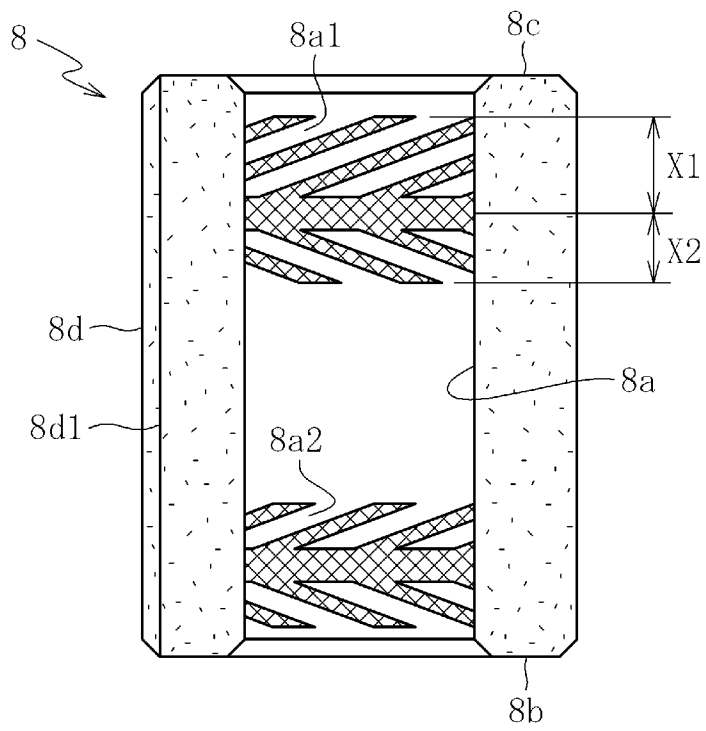
[図1]



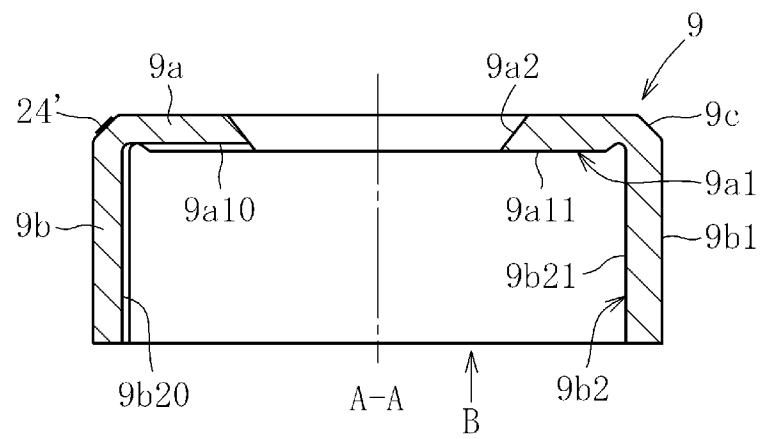
[図2]



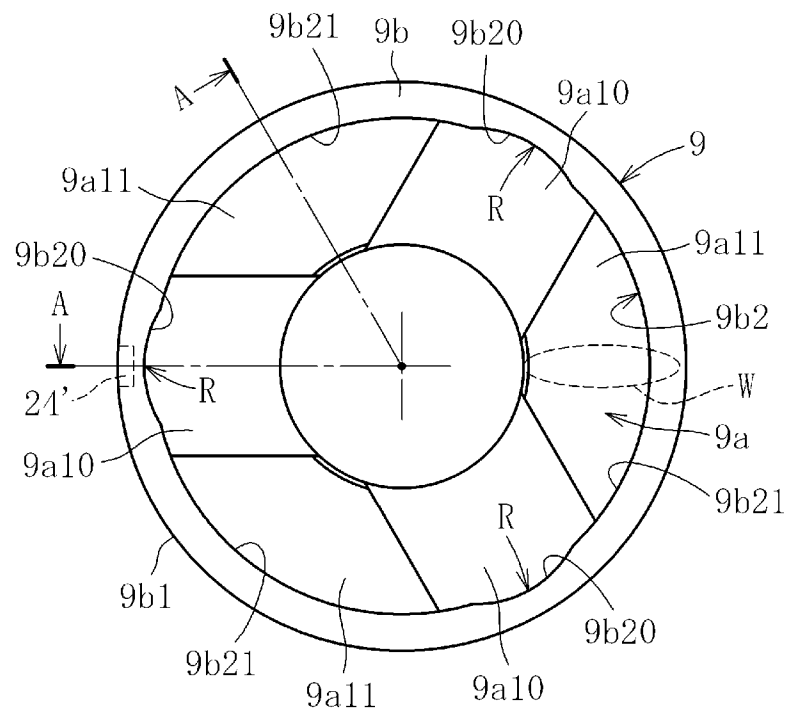
[図3]



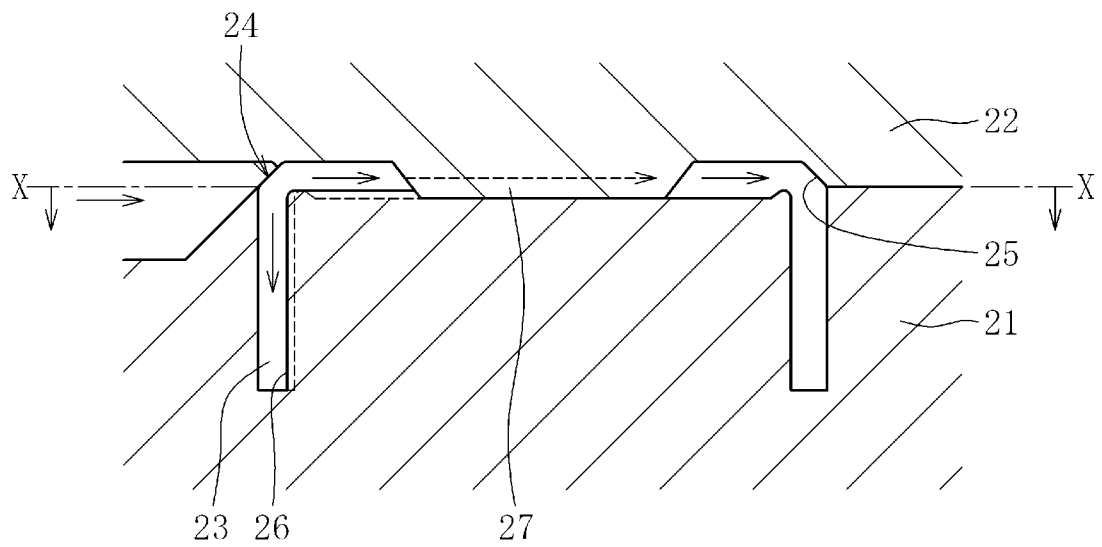
[図4]



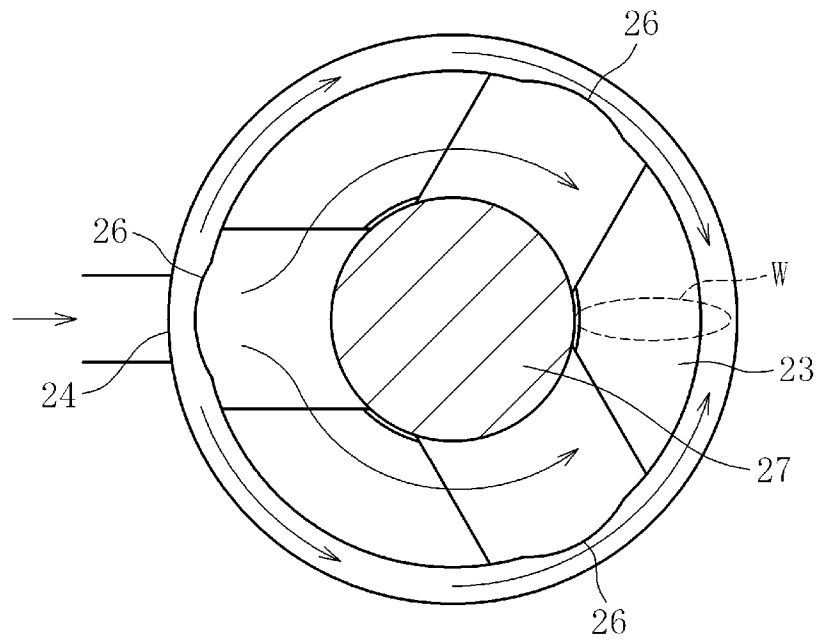
[図5]



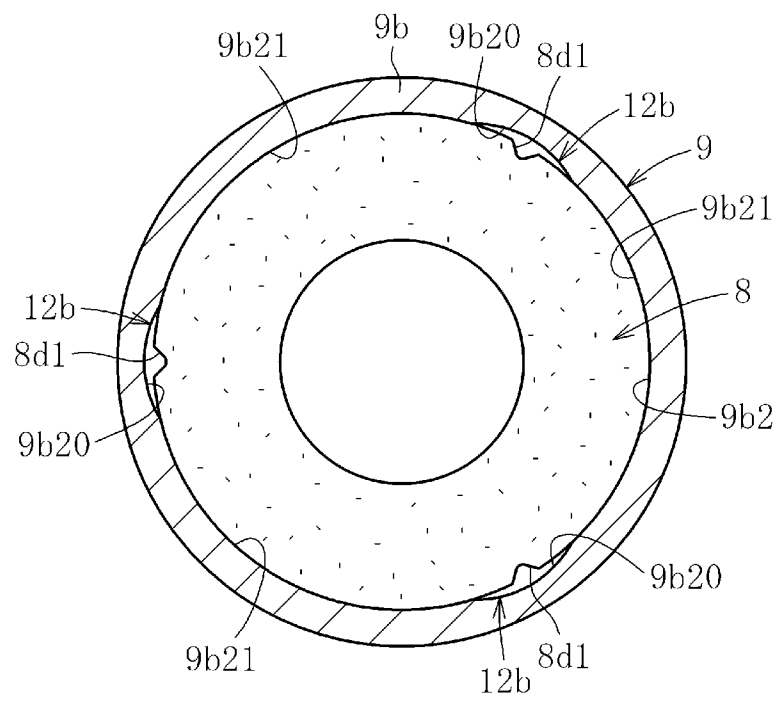
[図6]



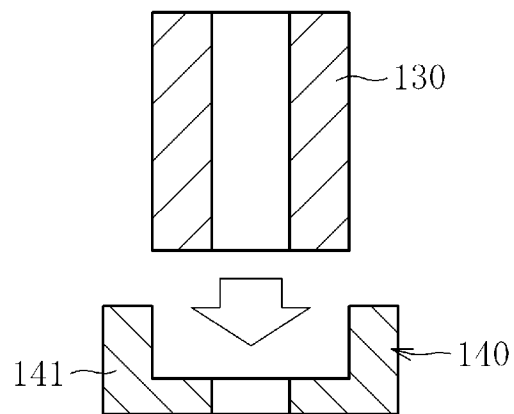
[図7]



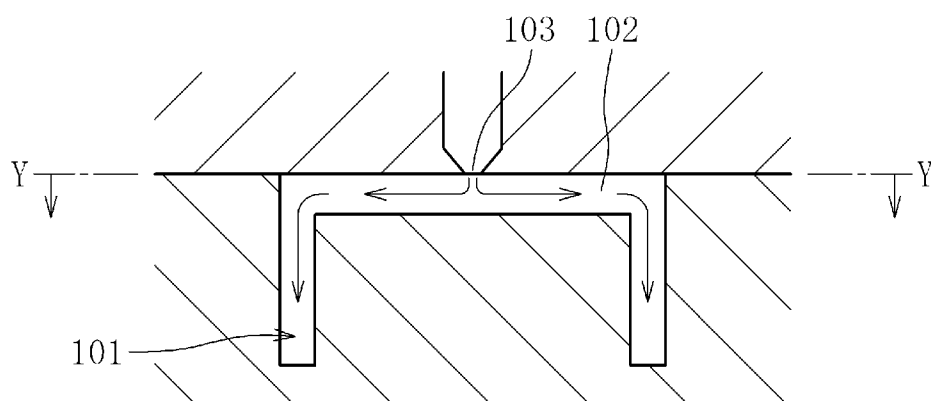
[図8]



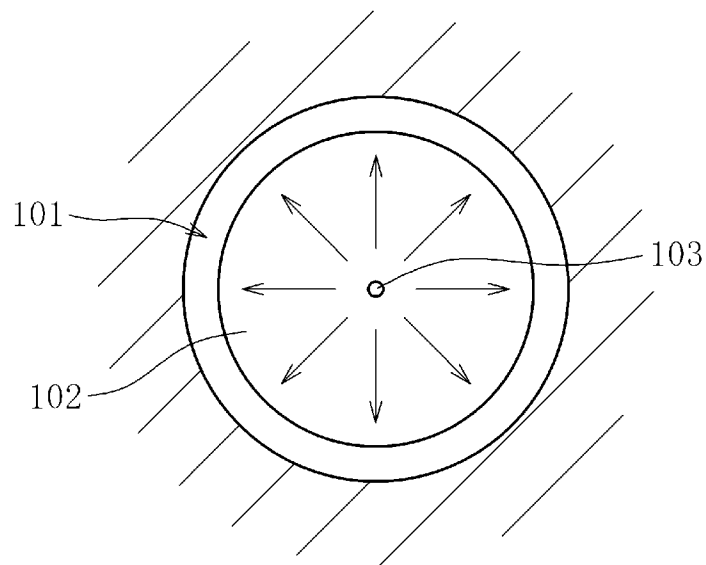
[図9]



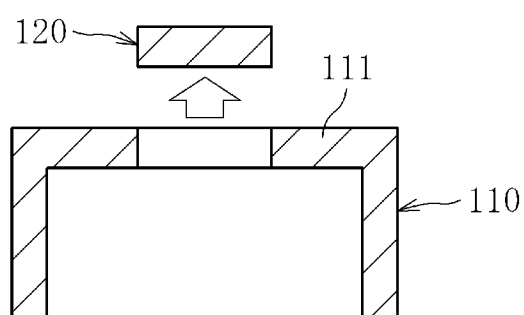
[図10a]



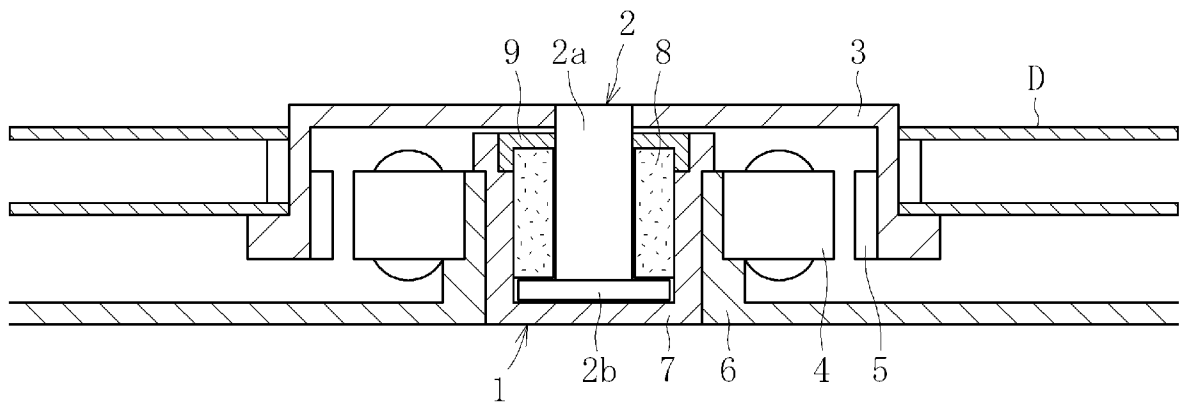
[図10b]



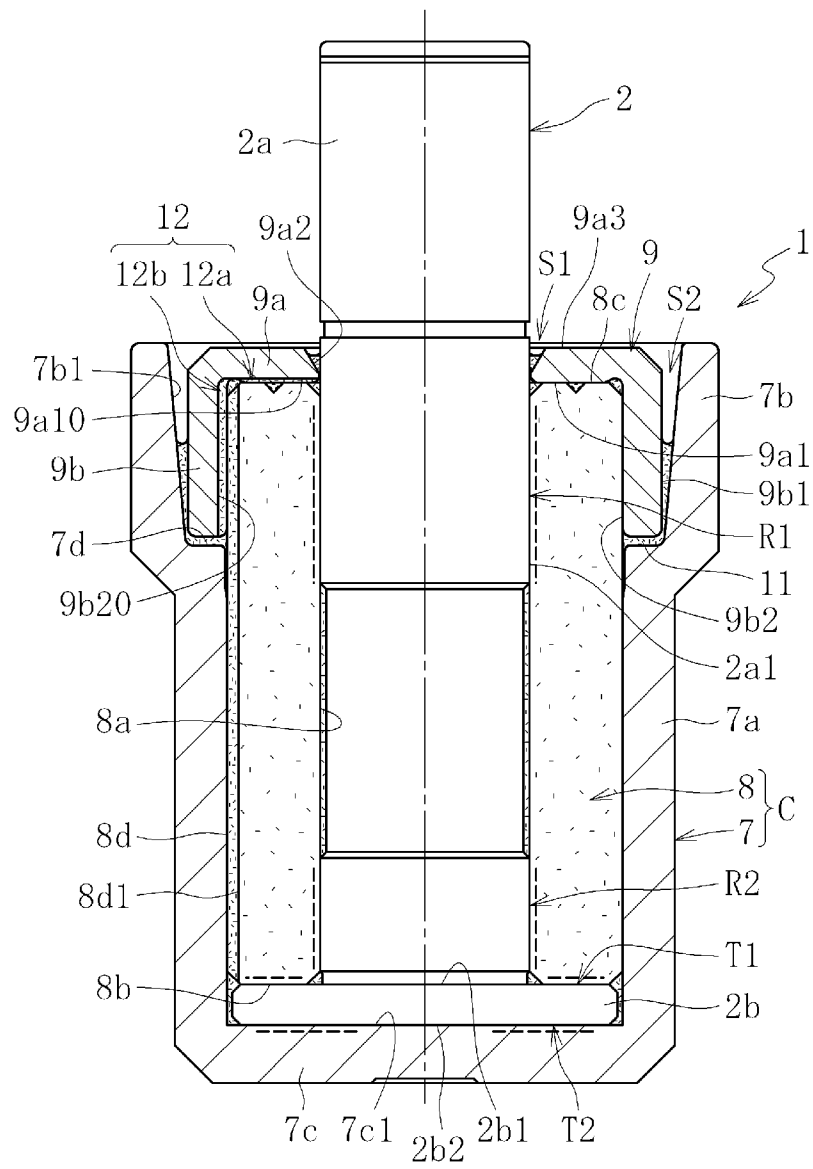
[図11]



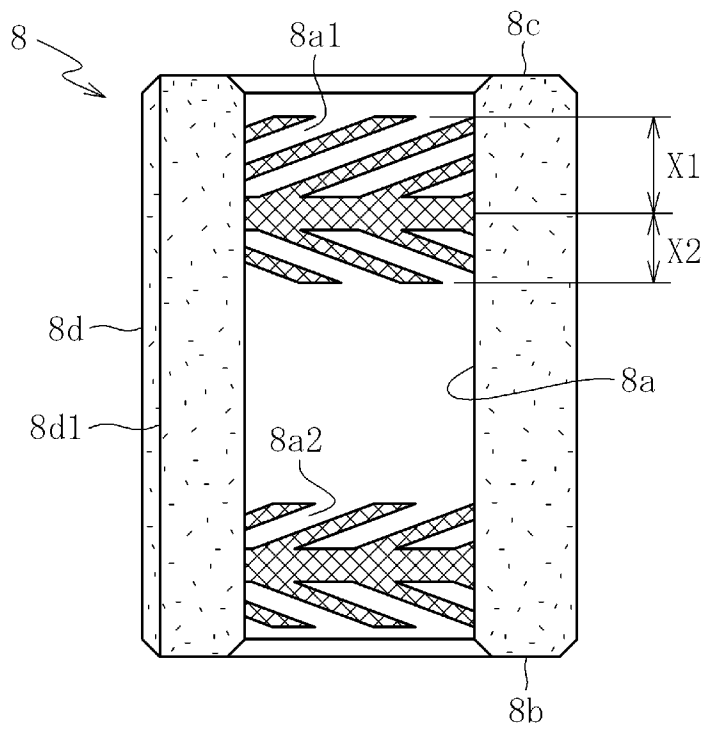
[図12]



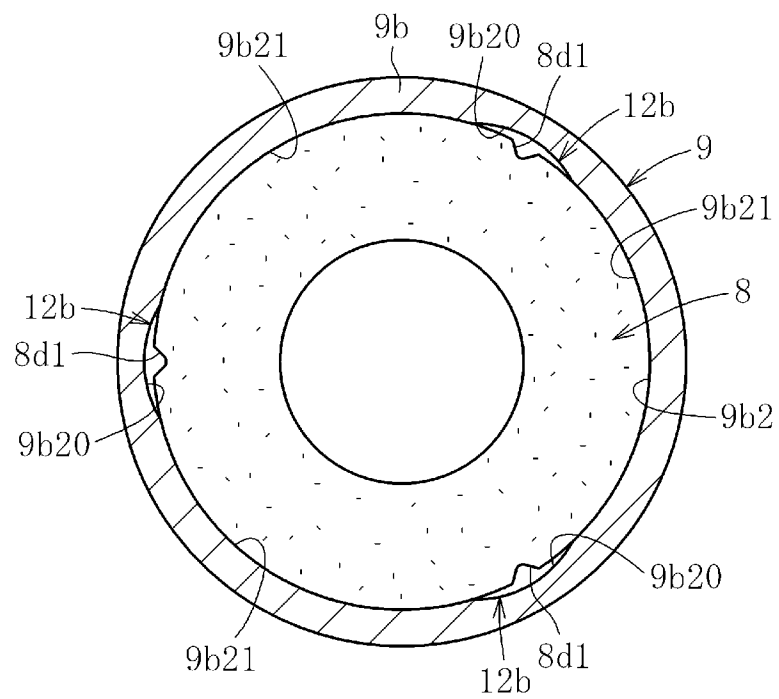
[図13]



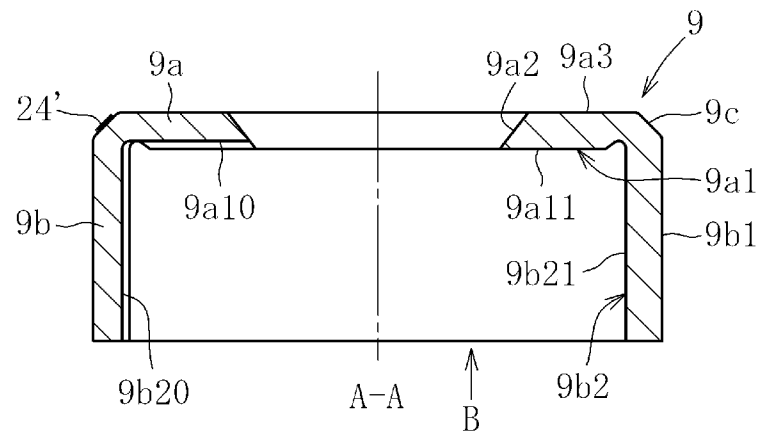
[図14]



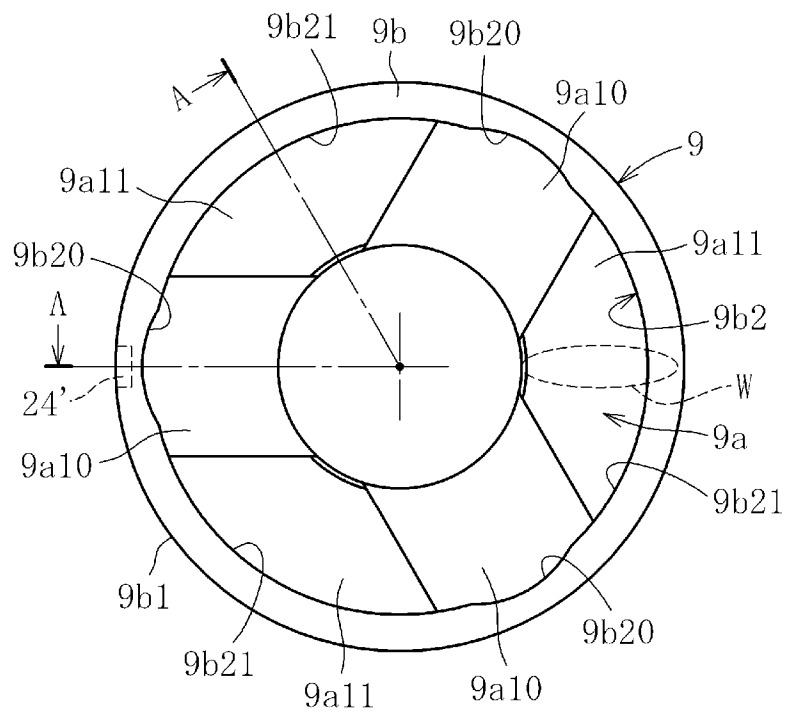
[図15]



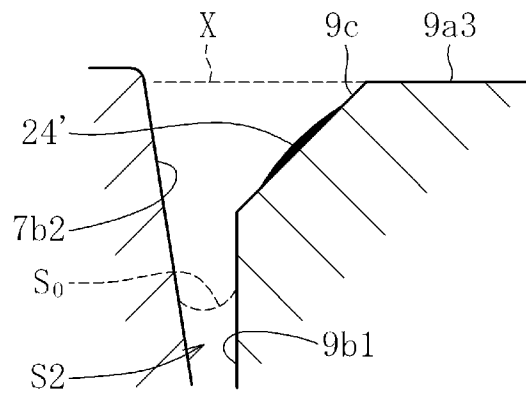
[図16]



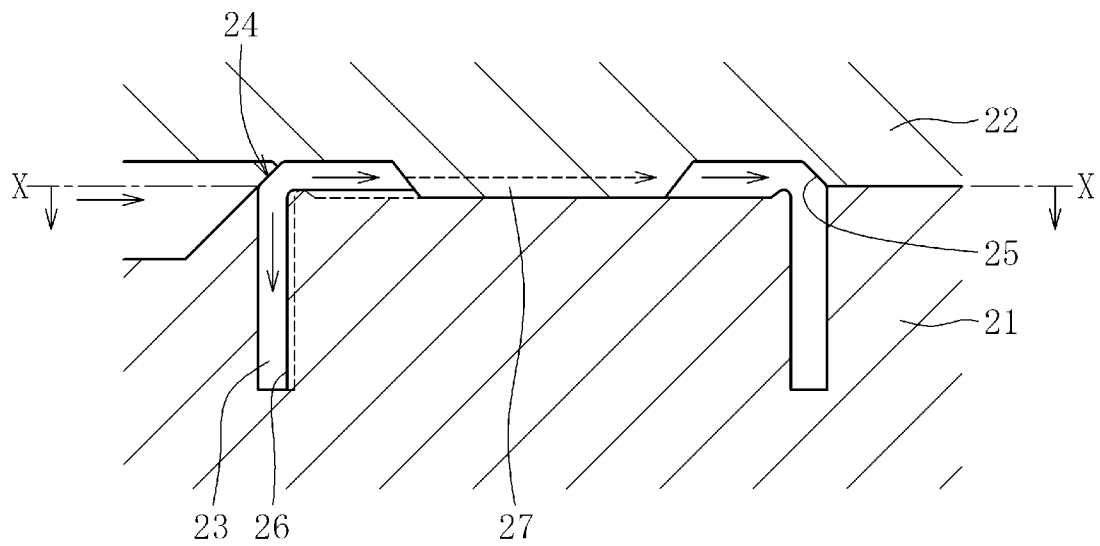
[図17]



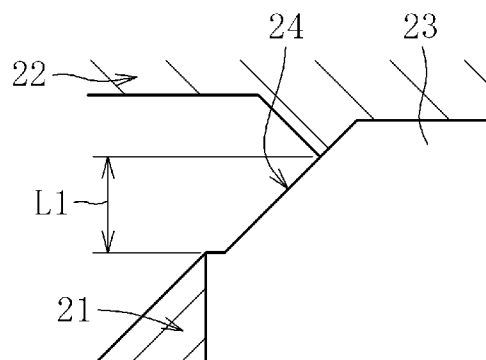
[図18]



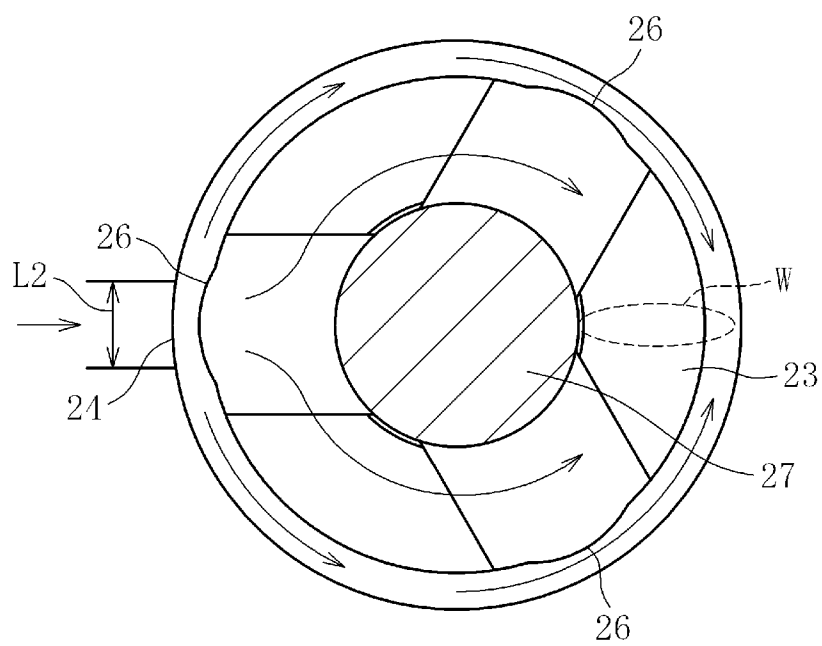
[図19]



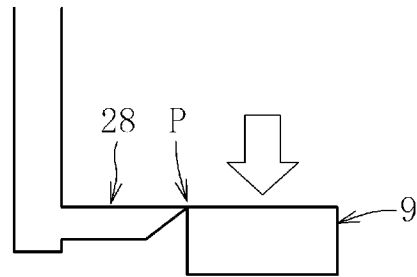
[図20]



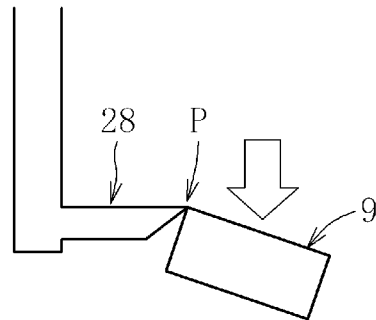
[図21]



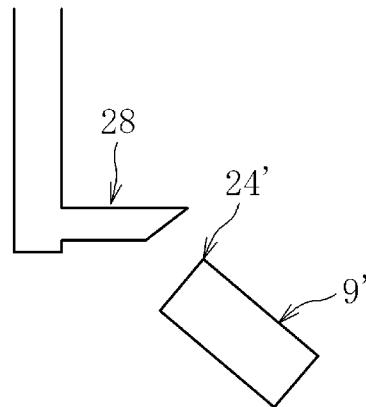
[図22a]



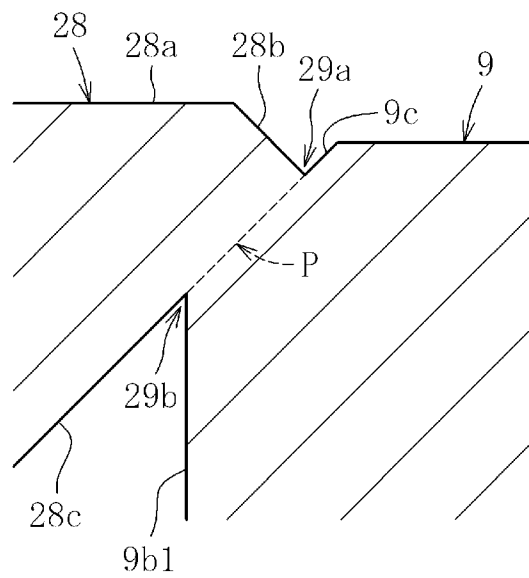
[図22b]



[図22c]

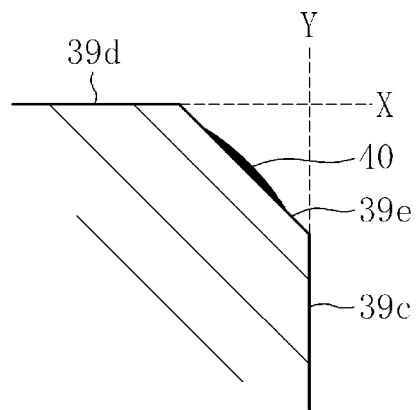


[図23]

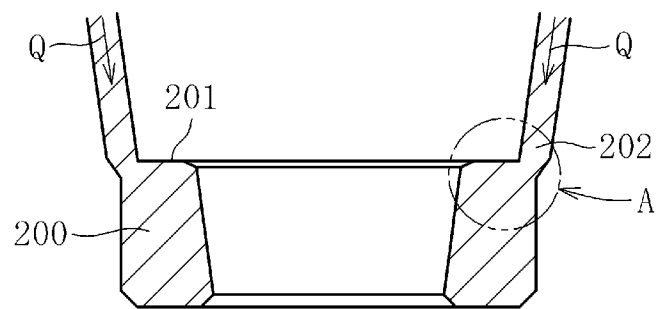


[illegible]

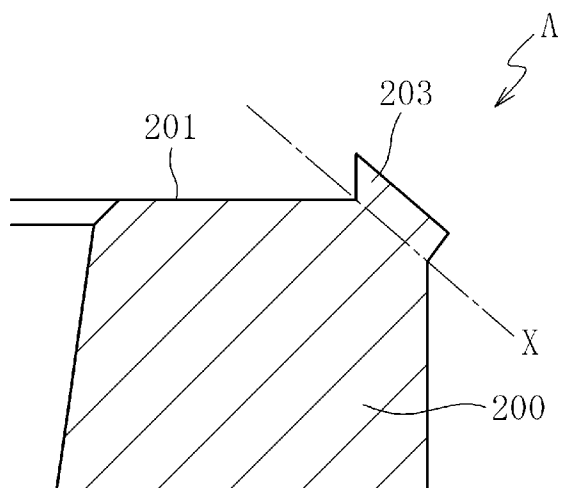
[図26]



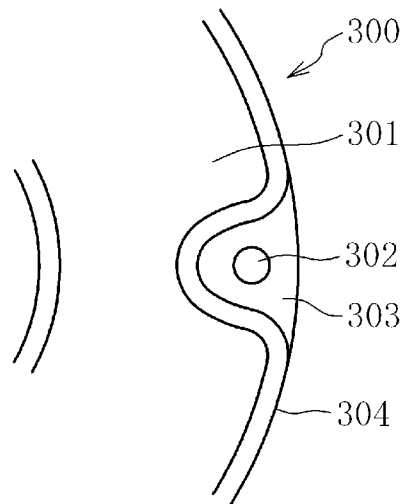
[図27a]



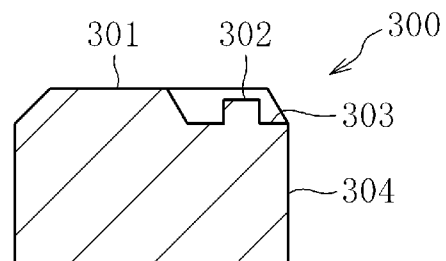
[図27b]



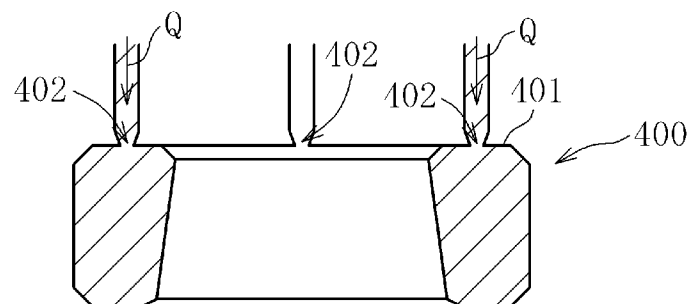
[図28a]



[図28b]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

F16C33/74, F16C17/10

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
Y	WO 2008/143051 A1 (NIDEC Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0095] to [0104]; fig. 17 to 19 & JP 2008-306916 A & US 2010/0033870 A1	1-11
Y	JP 6-48011 B2 (NSK Ltd.), 22 June 1994 (22.06.1994), column 3, lines 15 to 25; column 4, lines 23 to 36 (Family: none)	1-11
Y	JP 2009-103179 A (NTN Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraph [0008]; fig. 2 (Family: none)	4

☒ 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
14 February, 2011 (14.02.11)

Date of mailing of the international search report
22 February, 2011 (22.02.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070861

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-169944 A (NTN Corp.), 24 July 2008 (24.07.2008), paragraph [0030] (Family: none)	6
Y	JP 2007-255593 A (NTN Corp.), 04 October 2007 (04.10.2007), paragraph [0020] & CN 101405512 A	7, 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. F16C33/74(2006.01)i, F16C17/10(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. F16C33/74, F16C17/10

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 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 請求項の番号
Y	WO 2008/143051 A1（日本電産株式会社）2008.11.27, 段落【0095】 - 【0104】, 図 17-19 & JP 2008-306916 A & US 2010/0033870 A1	1-11
Y	JP 6-48011 B2（日本精工株式会社）1994.06.22, 第 3 欄第 15-25 行, 第 4 欄第 23-36 行（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 2009-103179 A（NTN株式会社）2009.05.14, 段落【0008】, 図 2（ファミリーなし）	4

☒ 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 4 . 0 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 2 . 2 0 1 1

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）

佐々木 芳枝

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

3 J

9 1 3 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
Y	JP 2008-169944 A (N T N株式会社) 2008. 07. 24, 段落【0030】 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2007-255593 A (N T N株式会社) 2007. 10. 04, 段落【0020】 & CN 101405512 A	7, 8