

(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10月6日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/122556 A1

- (51) 国際特許分類:  
F16C 17/10 (2006.01) F16C 33/14 (2006.01)  
F16C 33/10 (2006.01) H02K 7/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057631
- (22) 国際出願日: 2011年3月28日(28.03.2011)
- (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 2010-074454 2010年3月29日(29.03.2010) JP  
特願 2010-103394 2010年4月28日(28.04.2010) JP  
特願 2010-186055 2010年8月23日(23.08.2010) 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17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): 堀 政治(HORI Masaharu) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 NTN株式会社内 Mie (JP). 平出 淳(HIRADE Jun) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 NTN株式会社内 Mie (JP). 林 達也

(HAYASHI Tatsuya) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 NTN株式会社内 Mie (JP). 山本 康裕(YAMAMOTO Yasuhiro) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 NTN株式会社内 Mie (JP). 森夏比古(MORI Natsuhiko) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 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3066 NTN株式会社内 Mie (JP). 丹羽 稔明(NIWA Toshiaki) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 NTN株式会社内 Mie (JP). 栗村 哲弥(KURIMURA Tetsuya) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 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3066 NTN株式会社内 Mie (JP).

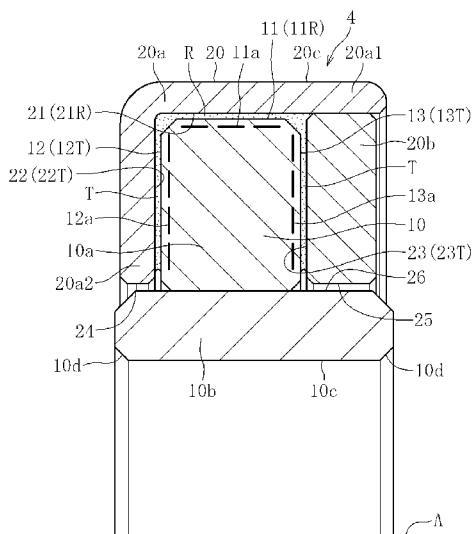
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外(SHIROMURA Kunihiko et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目15番26号 江原特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

[続葉有]

(54) Title: FLUID DYNAMIC BEARING UNIT AND ASSEMBLY METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 流体動圧軸受装置およびその組立方法

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is a fluid dynamic bearing unit wherein: an outer member (20) comprises an outside outer member (20a) and an inside outer member (20b); a radial bearing surface (29R) and one side of a thrust bearing surface (23T) are formed on the inside outer member (20b); the other side of the thrust bearing surface (22T) is formed on the outside outer member (20b); and at least those parts of an inner member (10) which form a radial bearing surface (11R) and thrust bearing surfaces (12T, 13T) are composed of sintered metal. An inner surface (21) of the outside outer member (20a) is fitted to and assembled with an outer surface (27) of the inside outer member (20b); and convex temporary fixing parts (21a, 27a) are provided to at least one of the inner surface (21) of the outside outer member (20a), and the outer surface (27) of the inside outer member (20b).

(57) 要約: 外方部材 20 が外側の外方部材 20a と内側の外方部材 20b とからなり、内側の外方部材 20b にはラジアル軸受面 29R と片側のスラスト軸受面 23T が形成され、外側の外方部材 20a には残りの片側のスラスト軸受面 22T が形成されると共に、内方部材 10 の少なくともラジアル軸受面 11R とスラスト軸受面 12T、13T を形成する部分が焼結金属からなるものであって、外側の外方部材 20a の内周面 21 と内側の外方部材 20b の外周面 27 の少なくとも一つに仮固定のための凸部 21a、27a を設けた流体動圧軸受装置である。

7 とが嵌合されて組み立てられ、外側の外方部材 20a の内周面 21 と内側の外方部材 20b の外周面 27 の少なくとも一つに仮固定のための凸部 21a、27a を設けた流体動圧軸受装置である。

WO 2011/122556 A1



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**：流体動圧軸受装置およびその組立方法

### 技術分野

[0001] この発明は、内方部材と外方部材との間の軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用で、内方部材を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] 換気扇等の電気機器に搭載されるモータには軸受が組み込まれており、この軸受によって、回転軸が回転自在に支持されている。この種の用途には、外輪と内輪との間に複数の転動体が介在され、この転動体を保持する保持器とからなる、いわゆる転がり軸受が一般的に使用されている（例えば、特許文献1）。

[0003] 一方、流体動圧軸受装置として、円筒状の軸受リングとこの両端に嵌合された軸受プレートから構成された外方部材とその内側に配置された内方軸受プレート部材とからなる構造の流体動圧軸受装置がある（特許文献2）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-249142号公報

特許文献2：特開2008-275159号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、住宅の高気密化が進展している。その一方で、化学物質を発生する建材の使用やエアコンの普及による換気不足などに伴い、いわゆるシックハウス症候群の発症人口の増加が問題視されている。そのため、現在の建築基準法において、住宅には、積極的に・強制的に給排気を行うための、いわゆる24時間換気システムの設置が義務付けられている。このシステムは各居室に設置した小型の換気扇を主要部として構築されるため、システムの構築費用を低廉化するには換気扇の低コスト化が有効な対策となる。し

かしながら、換気扇用のモータに組み込まれる転がり軸受は、上述のとおり数多くの部品で構成されていることから低コスト化には限度があり、モータ、ひいては換気扇の更なる低価格化を図る上で障害となっている。

[0006] また、上記システムの換気扇は基本的に連続運転されることから、特に低騒音であることが求められる。しかしながら、転がり軸受では、運転時に保持器のポケットと転動体とが衝突することによって生じるいわゆる保持器音や、内外輪の軌道面上を転動体が転動することによって生じる摩擦音等の発生が避けられないことから、更なる静粛性向上の要請に対応するのが困難である。

[0007] この問題に関して、本発明者らは、流体動圧軸受装置に着目した。その例として、特許文献2に示されている流体動圧軸受装置は、第1の軸受リング(12)と、第1の軸受リング(12)から内径側に突出した一对の第1の軸受プレート(16、20)とで外方部材(第1の軸受部材)を構成すると共に、回転軸に取り付けられる円筒状の第2の軸受リング(14)と、第2の軸受リング(14)の外周面に固定された第2の軸受プレート(18)とで内方部材(第2の軸受部材)を構成している。内方部材が回転すると、第1の軸受リング(12)の内周面と第2の軸受プレート(18)との間にラジアル軸受隙間が形成されると共に、一对の第1の軸受プレート(16、20)と第2の軸受プレート(18)との間にスラスト軸受隙間が形成される。一对の第1の軸受プレート(16、20)と第2の軸受プレート(18)とが軸方向に係合することにより、外方部材の内周から内方部材の抜けが規制され、流体動圧軸受装置を一体化できるため、換気扇等への組みつけがしやすくなる。

[0008] しかし、上記の流体動圧軸受装置では、外方部材を多くの部品で構成しているため、各部品の加工コストおよびこれらの部品の組立コストが嵩み、コスト低減を図ることが難しい。また、高精度な動圧溝の加工が難しい。

[0009] また、上記の流体動圧軸受装置では、内方部材は、外方部材の一对の肩面の軸方向間に配されるため、外方部材に一对の肩面を設けた後に、その一对

の肩面の軸方向間に内方部材を組み込むことはできない。このため、上記のように外方部材を複数の部品（第1の軸受リング（12）、及び、第1の軸受プレート（16、20））で構成せざるを得ない。このように多くの部品で流体動圧軸受装置を構成すると、各部品の加工コスト及びこれらの部品をユニット化する組付コストが嵩むこととなり、転がり軸受に替えて流体動圧軸受を採用することでコスト低減を図る目的と逆行することとなる。

[0010] また、流体動圧軸受装置では、ラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間が高精度に設定されていないと、各軸受隙間の潤滑油の圧力が十分に高まらず、内方部材と外方部材とが接触摺動して騒音を発生させる恐れがある。かかる不具合を回避するために、各軸受隙間を高精度に設定しようとする、煩雑な工程を要するため組立作業性が低下し、製造コスト高を招く。

[0011] 本願第1発明の解決すべき課題は、静粛性に優れ、高精度で、かつ低コストに製造可能であり、特に住宅用の小型換気扇のモータに好適に組み込むことができる流体動圧軸受装置およびその組み立て方法を提供することにある。

[0012] 本願第2発明の解決すべき課題は、静粛性に優れ、高精度で、かつ低コストに製造可能であると共に、スラスト軸受隙間の設定、組立が容易な流体動圧軸受装置およびその組立方法を提供することにある。

[0013] 本願第3発明の解決すべき課題は、静粛性に優れ、且つ、低コストに製造可能であり、特に住宅用の小型換気扇のモータに好適に組み込むことができる流体動圧軸受装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0014] （本願第1発明）

本願の発明者らは、前記課題を種々検討した結果、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を備えた外方部材を板材のプレス加工により形成することと、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を備えた内方部材を焼結金属製とするという着想に至った。

[0015] 本願第1発明は、ラジアル軸受面とその軸方向両側に形成したスラスト軸

受面を備えた外方部材と、この外方部材の内径側に配置され、ラジアル軸受面とスラスト軸受面のそれぞれに対向するラジアル軸受面とスラスト軸受面を備えた内方部材とからなり、外方部材と内方部材のラジアル軸受面間にラジアル軸受隙間を形成し、かつスラスト軸受面間にスラスト軸受隙間を形成し、これらの軸受隙間に潤滑油を介在させた流体動圧軸受装置において、外方部材が、板材のプレス加工により成形された部材を有し、このプレス加工によりラジアル軸受面と少なくとも片側のスラスト軸受面が形成されていると共に、内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなることを特徴とするものである。

- [0016] 上記のように、外方部材を構成する少なくとも1つの部材が、板材のプレス加工により成形されたものであって、このプレス加工により前記ラジアル軸受面と少なくとも片側のスラスト軸受面が形成されていると共に、内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなるので、部品点数が少なく、高精度で、かつ低コストに製造可能であると共に静粛性に優れる。
- [0017] 焼結金属製の内方部材のラジアル軸受面に動圧溝が、あるいはラジアル軸受面およびスラスト軸受面に動圧溝が形成されているので、潤滑油の動圧作用により回転軸を非接触に支持することができ、静粛性に優れる。
- [0018] 内方部材が焼結金属で形成されるため、内方部材のラジアル軸受面に動圧溝を転造加工する際の塑性流動を焼結金属の内部気孔で吸収できる。このため、塑性流動による表面の盛り上がりが抑えられ、動圧溝を精度良く形成することができる。また、外方部材のスラスト軸受面の動圧溝がプレス加工により形成されるため、動圧溝が高精度で、かつ低コストに形成することができる。
- [0019] 外方部材が第1外方部材と第2外方部材の2つの部材から形成され、第1外方部材の縦断面形状が、円筒部及び該円筒部の軸方向一端に設けられた半径方向部とを有する縦断面略L字形状で、その円筒部の内周面にラジアル軸受面が形成され、半径方向部の内側面にスラスト軸受面が形成されると共に

、第2外方部材が円盤形状で、その内側面にスラスト軸受面が形成されたものであって、円盤形状の第2外方部材の外周面が前記第1外方部材の円筒部の内周面に嵌合される構造であるので、部品点数が少なく、高精度で、かつ低コストに製造可能であると共に静粛性に優れた流体動圧軸受装置が実現できる。

[0020] 外方部材が第1外方部材と第2外方部材の2つの部材から形成され、これら2つの部材の縦断面形状がいずれも円筒部及び該円筒部の一端に設けられた半径方向部とを有する略L字形状であり、第1外方部材の半径方向部の内側面にスラスト軸受面が形成されると共に、第2外方部材の円筒部の内周面にラジアル軸受面が形成され、半径方向部の内側面にスラスト軸受面が形成されたものであって、第1外方部材の円筒部の内周面に第2外方部材の円筒部外周面が嵌合されているので、第1外方部材と第2外方部材の嵌合長さを確保でき、精度と結合状態を向上することができる。

[0021] ヘリングボーン形状等の一方向回転用の動圧溝を形成したものであっても、回転方向を識別するために、第1外方部材と第2外方部材とが異なる色相の表面を有することにより、誤組みを防止することができる。

[0022] 第1外方部材の円筒部端面が第2外方部材の半径方向部の外側面より下がった位置にあるので、接着剤の注入がしやすい。

[0023] 第1外方部材の円筒部内周面と第2外方部材の円筒部外周面のいずれか一方に凸部が設けられているので、第1外方部材と第2外方部材の精度が損なわれず圧入することができる。また、密封性を確保するため、接着剤を連続的に注入して接着するのに好適である。

[0024] 軸受面を形成する部分の焼結金属の材質を銅鉄系とし、銅の配合比率を20～80%としている。銅の配合比率が20%未満をなると動圧溝の成形性や潤滑性で問題となり、一方、銅の配合比率が80%を超えると耐摩耗性を確保することが難しい。したがって、銅の配合比率が20～80%が望ましい。なお、軸に嵌合するスリーブ部を別体の部材とし、この部材も焼結金属とした場合には、その材料は、上記の銅鉄系に限られず鉄系でも可能であり

、耐摩耗性や軸との組合せ、必要部位の表面開口率の設定容易性などを総合的に勘案し、同種もしくは異種材料の中から組合せを選択することができる。

- [0025] 焼結金属のラジアル軸受面の表面開孔率を2～20%としている。表面開孔率が2%未満では潤滑油の循環が十分でなく、表面開孔率が20%を超えると潤滑油の圧力低下が生じる。したがって、表面開孔率が2～20%が望ましい。
- [0026] 焼結金属製の内方部材が、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する突出部と、軸に嵌合するスリーブ部とからなり、当該2つの部分を一体の部材で構成することにより、焼結金属製による成形性のメリットと共にさらに部品点数を削減することができる。
- [0027] 焼結金属製の内方部材が、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する突出部と、軸に嵌合するスリーブ部とからなり、当該2つの部分を別体の部材で構成することにより、焼結金属製による成形性をより一層高めることができる。
- [0028] 流体動圧軸受装置の内部に潤滑油を入れた後、使用温度範囲を超える温度で油量調整が施されているので、使用時に、熱膨張により潤滑油が漏れ出すことを防止することができる。
- [0029] 本発明の流体動圧軸受装置を軸方向に離隔して配置し、隣り合う流体動圧軸受装置の間にモータロータを配置して換気扇用モータを構成したので、一体型の流体動圧軸受装置の組み付けが容易に行え、かつ静粛な換気扇用モータを実現することができる。
- [0030] 本願の他の発明は、ラジアル軸受面とその軸方向両側に形成したスラスト軸受面を備えた外側部材と、この外方部材の内径側に配置され、ラジアル軸受面とスラスト軸受面のそれぞれに対向するラジアル軸受面とスラスト軸受面を備えた内方部材とから構成されており、外方部材と内方部材のラジアル軸受面間にラジアル軸受隙間を形成し、かつ外方部材と内方部材のスラスト軸受面間にそれぞれスラスト軸受隙間を形成し、外方部材が、第1外方部材

と第2外方部材の2つの部材からなり、それぞれの内側面にスラスト軸受面が形成された流体動圧軸受装置の組み立て方法であって、第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の一方のスラスト軸受面を当接させた後、内方部材を第1外方部材からスラスト軸受隙間の合計量だけ離隔させ、その状態で、内方部材の他方のスラスト軸受面に第2外方部材のスラスト軸受面が当接するまで、第2外方部材を第1外方部材に押し込むことを特徴とするものである。このような流体動圧軸受装置の組み立て方法により、スラスト軸受隙間を高精度に、かつ容易に設定することができる。

[0031] 内方部材が、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を有する突出部と、回転軸に嵌合するスリーブ部とを別体に備えたものに適用する組み立て方法として、第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の突出部の一方のスラスト軸受面を当接させた後、スリーブ部を突出部に圧入する工程を含んでいる。このような流体動圧軸受装置の組み立て方法により、スリーブ部を突出部に圧入する工程とスラスト軸受隙間を設定する工程とを併せて行うことができる。

[0032] より具体的には、第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の突出部の一方のスラスト軸受面を当接させる工程は、載置面と底面を備えた第1治具の載置面上に前記第1外方部材を設置し、この第1外方部材のスラスト軸受面に当接するよう内方部材の突出部を挿入し、その後、スリーブ部を、その端面が第1治具の底面に当接するまで突出部に圧入することにより行い、その後、第1治具とは異なる載置面と底面を備えた第2治具の載置面上に第1外方部材と内方部材のセットを設置し、スリーブ部の端面を第2治具の底面に当接させることにより、内方部材を第1外方部材からスラスト軸受隙間の合計量だけ隔離させる組み立て方法である。この組み立て方法によれば、シンプルな第1治具、第2治具を用いて、スラスト軸受隙間を高精度に、かつ容易に設定することができる。

[0033] 内方部材が一体構造のものに適用する組み立て方法として、第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の一方のスラスト軸受面を当接させる工程は、固定治具と移動治具を使用して行われ、固定治具の上に第1外方部材を設置

し、この第1外方部材のスラスト軸受面に当接するよう内方部材を挿入し、その後、移動治具より内方部材を第1外方部材からスラスト軸受隙間の合計量だけ上方に隔離させる組み立て方法である。この組み立て方法によれば、移動治具の移動距離を調整することにより、スラスト軸受隙間の設定を調整することができる。

[0034] 第2外方部材を第1外方部材に押し込んだ状態で、接着剤を注入する組み立て方法により、密封性を確保して固定するための接着剤の注入を効率よく行うことができる。

[0035] (本願第2発明)

本願第2発明は、ラジアル軸受面、ラジアル軸受面の軸方向一方側に形成した一方のスラスト軸受面、及び、ラジアル軸受面の軸方向他方側に形成した他方のスラスト軸受面を備えた外方部材と、外方部材の半径方向内側に配置され、外方部材のラジアル軸受面及びスラスト軸受面のそれぞれに対向するラジアル軸受面及びスラスト軸受面を備えた内方部材とからなり、外方部材のラジアル軸受面と内方部材のラジアル軸受面との間にラジアル軸受隙間を形成し、かつ外方部材のスラスト軸受面と内方部材のスラスト軸受面との間にスラスト軸受隙間を形成し、これらのラジアル軸受隙間及びスラスト軸受隙間に潤滑油を介在させた流体動圧軸受装置において、外方部材が外側の外方部材と内側の外方部材とからなり、内側の外方部材にはラジアル軸受面と一方のスラスト軸受面が形成され、外側の外方部材には他方のスラスト軸受面が形成されると共に、内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなるものであって、外側の外方部材の内周面と内側の外方部材の外周面とが嵌合されて組み立てられ、外側の外方部材の内周面と内側の外方部材の外周面の少なくとも一方に仮固定のための凸部を設けたことを特徴とするものである。

[0036] 上記のように、外方部材が外側の外方部材と内側の外方部材とからなり、内側の外方部材にはラジアル軸受面と一方のスラスト軸受面が形成され、外側の外方部材には他方のスラスト軸受面が形成されると共に、内方部材の少

なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなるので、部品点数が少なく、高精度で、かつ低コストに製造可能であると共に静粛性に優れる。また、外側の外方部材の内周面と内側の外方部材の外周面との嵌合組立において、外側の外方部材の内周面と内側の外方部材の外周面の少なくとも一つに仮固定のための凸部を設けたので、スラスト軸受隙間の設定および組立が容易な流体動圧軸受装置となる。さらに、外側の外方部材と内側の外方部材の精度が損なわれず圧入することができる。また、密封性を確保するため、接着剤を連続的に注入して接着するのに好適である。

[0037] 内方部材のラジアル軸受面および外方部材のスラスト軸受面に、それぞれ動圧溝を形成した場合や、内方部材のラジアル軸受面およびスラスト軸受面の両方に動圧溝を形成し、外方部材の両軸受面を平滑な面にした場合は、動圧溝が転造加工やプレス加工により精度良く形成されているので、潤滑油の動圧作用により回転軸を非接触に支持することができ、静粛性に優れる。

[0038] 具体的には、外側の外方部材と内側の外方部材が、何れも円筒部と、円筒部の一端に形成された半径方向部とを有する縦断面略L字形状であり、外側の外方部材の円筒部内周面と、内側の外方部材の円筒部外周面とを嵌合させ、仮固定のための凸部を円筒部の内周面と円筒部の外周面の少なくとも一方に設けたので、板材のプレス加工により容易に製造することができると共に、安定した仮固定が得られ、かつ、強固に接着固定することができる。

[0039] また、仮固定のための凸部を、外側の外方部材の円筒部内周面又は内側の外方部材の円筒部外周面の開口端部に設けたことにより、凸部の加工が容易であると共に、外方部材の変形を小さく抑えることができる。

[0040] 仮固定のための凸部の形状としては、円周方向の環状突起、軸方向に延びる突状やプレス加工によって生じる破断面とし、円周方向に部分的に設ける凸部の場合は、円周方向の少なくとも3箇所に凸部を設けることが望ましい。

[0041] 流体動圧軸受装置の外表面に回転方向を識別するための表示を設けたことにより、回転方向の誤組みがなく組立作業が効率よく行えると共に、完成品

状態の製品での回転方向を容易に知ることができ、装置への組み込み作業も効率よく行える。

[0042] 回転方向を識別するための表示の好適な例として、内方部材の端面に形成した識別溝や、内方部材の両端部の外径寸法を異ならせて目印とすることができる。

[0043] 組立面では、内側の外方部材の内周に内方部材を配置するステップと、外側の外方部材の内周面と内側の外方部材の外周面とを嵌合させると共に、これらの内周面及び外周面の一方に設けた凸部を他方に圧入することにより、外側の外方部材と内側の外方部材とをスラスト軸受隙間を設定した状態で仮固定するステップと、外側の外方部材の内周面と内側の外方部材の外周面との間に接着剤を注入し硬化させるステップとを順に経て行う組立方法により、スラスト軸受隙間の設定および組立が容易で、組立作業性を向上することができる。

[0044] 本発明の複数の流体動圧軸受装置を軸方向に離隔して配置し、隣り合う流体動圧軸受装置の間にモータロータを配置して換気扇用モータを構成したので、一体型の流体動圧軸受装置の組み付けが容易に行え、かつ静粛な換気扇用モータを実現することができる。

[0045] (本願第3発明)

本願第3発明は、金属で形成された内方部材と、内方部材の外径側に配され、内方部材の外周面と径方向で対向する大径内周面、大径内周面の軸方向両側に設けられた小径内周面、及び、大径内周面と小径内周面との間に設けられ、内方部材の軸方向両端面と軸方向で対向する一対の肩面を有する外方部材と、内方部材の回転に伴って内方部材の外周面と外方部材の小径内周面との間に形成されるラジアル軸受隙間と、内方部材の軸方向両端面と外方部材の肩面との間に形成されるスラスト軸受隙間とを備えた流体動圧軸受装置であって、外方部材が、内方部材をインサート部品とした樹脂の射出成形品である流体動圧軸受装置を提供する。

[0046] このように、内方部材をインサート部品として外方部材を射出成形すれば

、外方部材を一对の肩面を含めて成形すると同時に、外方部材の一对の肩面の軸方向間に内方部材を組み付けることができるため、部品点数及び組立工数を削減することができる。

[0047] 内方部材をインサート部品として外方部材を樹脂で射出成形すると、射出成形直後は、外方部材の樹脂成形部が内方部材に密着しているが、樹脂成形部の成形収縮により、外方部材の樹脂成形部を内方部材から剥離することができる。例えば、樹脂成形部の軸方向の成形収縮により外方部材の肩面を内方部材から剥離することにより、スラスト軸受隙間を形成することができる。これにより、軸受隙間を設定するための別途の工程を要することなく、簡単且つ高精度にスラスト軸受隙間を設定することができる。

[0048] また、外方部材に芯金を設け、外方部材を射出成形する際に、内方部材に加えて、内方部材の外径側に配した芯金をインサート部品とすることにより、外方部材の大径内周面と内方部材の外周面との間にラジアル軸受隙間を簡単に形成することができる。

[0049] 具体的には、例えば芯金の内周面と内方部材の外周面との間にラジアル軸受隙間を形成する場合、成形金型にインサート部品として供給される芯金の内周面と内方部材の外周面との間の隙間（直径差）を、射出材料（溶融樹脂）が侵入できない程度（例えば $50\mu\text{m}$ 以下）に設定すれば、この隙間が樹脂で埋められることを回避し、ラジアル軸受隙間として機能させることができる。

[0050] 一方、外方部材の樹脂成形部と内方部材との間にラジアル軸受隙間を形成する場合、成形金型のキャビティ内に配置された芯金の内周面と内方部材の外周面との間に樹脂が入り込むため、射出成形直後は、樹脂成形部（外方部材の大径内周面）が内方部材の外周面に密着した状態となっている。その後、樹脂の半径方向の成形収縮が芯金を基準として生じることにより、芯金と内方部材との間の樹脂が芯金側（外径側）に収縮し、これにより、樹脂成形部が内方部材の外周面から剥離して、これらの間にラジアル軸受隙間が形成される。

- [0051] また、図40に示すように、芯金Mの軸方向端部M2を、内方部材10の端面13（外方部材20の肩面23）よりも軸方向外側（図中左側）に配すれば、芯金Mの軸方向両端部M2を基準として、外方部材20の肩面23が軸方向外側に移動する方向に成形収縮を生じさせることができる。すなわち、芯金Mの軸方向両端部（点線部）に樹脂が集まる方向に収縮するため、内方部材10に密着した外方部材20の肩面23が内方部材10から剥離する方向に後退し、肩面23を内方部材10から確実に剥離することができる。
- [0052] 外方部材の芯金を焼結金属で形成すれば、芯金の寸法精度を高めることができる。特に、芯金がラジアル軸受隙間に面する場合は、焼結金属製の芯金の内部気孔に含浸された潤滑油をラジアル軸受隙間に供給できるため、潤滑性が高められる。
- [0053] 外方部材の成形金型のキャビティに芯金をインサート部品として配置する場合、成形金型に、芯金の軸方向両端面に当接する突出部を設ければ、この突出部で芯金の軸方向両端面を挟持することにより、キャビティ内で芯金を確実に位置決めすることができる。この場合、外方部材の樹脂成形部には、外方部材の端面から芯金に達する軸方向穴が形成される。
- [0054] 内方部材の外周面にラジアル動圧発生部（例えば動圧溝）を形成すれば、ラジアル軸受隙間の潤滑油に動圧作用を積極的に発生させることができるため、潤滑油の動圧作用により内方部材がより確実に非接触支持され、軸受回転時の静粛性が高められる。
- [0055] 内方部材の少なくとも外周面を、成形性に優れた焼結金属で形成すれば、この面の寸法精度を高めることができるため、内方部材の外周面が面するラジアル軸受隙間を高精度に設定することができる。また、焼結金属の内部気孔に含浸された潤滑油をラジアル軸受隙間に供給することができるため、ラジアル軸受隙間における潤滑性を高めることができる。この場合、内方部材の外周面にラジアル動圧発生部を転造加工により形成すれば、転造加工により内方部材の外周面に生じる塑性流動を、焼結金属の内部空孔で吸収することができるため、転造加工による盛り上がりや抑えられ、ラジアル動圧発生

部を精度良く形成することができる。

[0056] 上記のように、内方部材をインサート部品として外方部材を樹脂で射出成形する場合、樹脂の成形収縮を利用して樹脂成形部を内方部材から剥離するために、成形収縮率が1%以上、望ましくは1.5%以上の樹脂を主成分として使用することが好ましい。このような樹脂として、例えば、ポリアセタール（POM）を使用することができる。

[0057] 以上のような流体動圧軸受装置は、静粛性に優れ、低コストであり、さらに、外方部材と内方部材とがユニット化されて取り扱いが容易であるため、例えば換気扇用モータに好適に用いることができる。

### 発明の効果

[0058] 本願第1発明によれば、外方部材を構成する少なくとも1つの部材が、板材のプレス加工により成形されたものであって、このプレス加工により前記ラジアル軸受面と少なくとも片側のスラスト軸受面が形成されていると共に、内方部材のラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなるので、部品点数が少なく、高精度で、かつ低コストに製造可能であると共に静粛性に優れる。特に、換気扇用モータ用の流体軸受装置として好適である。

[0059] 内方部材が焼結金属で形成されるため、内方部材のラジアル軸受面に動圧溝を転造加工する際の塑性流動を焼結金属の内部気孔で吸収できる。このため、塑性流動による表面の盛り上がりや抑えられ、動圧溝を精度良く形成することができる。また、焼結金属製の内方部材のラジアル軸受面に動圧溝、あるいはラジアル軸受面およびスラスト軸受面に動圧溝が精度良く形成されているので、潤滑油の動圧作用により回転軸を非接触に支持することができ、静粛性に優れる。

[0060] 焼結金属製の内方部材がラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する突出部と、軸に嵌合するスリーブ部とからなり、当該2つの部分を一体の部材で形成することにより、焼結金属製による成形性のメリットと共にさらに部品点数を削減することができる。

- [0061] 本願第1発明の流体動圧軸受装置の組み立て方法によれば、前記第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材のスラスト軸受面を当接させた後、前記内方部材を第1外方部材から前記スラスト軸受隙間の合計量だけ離隔させ、その状態で、第2外方部材を第1外方部材に押し込むものである。このような流体動圧軸受装置の組み立て方法により、スラスト軸受隙間を高精度に、かつ容易に設定することができる。さらに具体的には、この組み立て方法によれば、シンプルな第1治具、第2治具を用いて、スラスト軸受隙間を高精度に、かつ容易に設定することができる。また、別の態様の組み立て方法によれば、移動治具の移動距離を調整することにより、スラスト軸受隙間の設定を調整することができる。
- [0062] 本願第2発明によれば、外方部材が外側の外方部材と内側の外方部材とからなり、内側の外方部材にはラジアル軸受面と片側のスラスト軸受面が形成され、外側の外方部材には残りの片側のスラスト軸受面が形成されると共に、内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなるので、部品点数が少なく、高精度で、かつ低コストに製造可能であると共に静粛性に優れる。また、仮固定のための凸部を設けたので、スラスト軸受隙間の設定および組立が容易な流体動圧軸受装置となる。外側の外方部材と内側の外方部材の精度が損なわれず圧入することができ、接着剤を連続的に注入して接着するのに好適である。さらに、回転方向を識別する表示を設けたので、流体動圧軸受装置の組立や使用機器への組付けが効率よく行え、特に、換気扇用モータ用の流体軸受装置として好適である。
- [0063] 内方部材のラジアル軸受面および外方部材のスラスト軸受面に、それぞれ動圧溝を形成した場合や、内方部材のラジアル軸受面およびスラスト軸受面の両方に動圧溝を形成し、外方部材の両軸受面を平滑な面にした場合は、動圧溝が転造加工やプレス加工により精度良く形成されているので、潤滑油の動圧作用により回転軸を非接触に支持することができ、静粛性に優れる。
- [0064] また、外側の外方部材と内側の外方部材の内に内方部材を収容し、外側の外方部材と内側の外方部材とを嵌合させ、スラスト軸受隙間を設定した状態

で凸部により仮固定し、その後、接着剤を注入し硬化させる組立方法により、スラスト軸受隙間の設定および組立が容易で、組立作業性を向上することができる。

- [0065] 本願第3発明の流体動圧軸受装置によれば、外方部材の成形と同時に、外方部材及び内方部材の組付を行なうことができるため、部品点数及び製造工数が削減され、低コスト化を図ることができる。また、樹脂の成形収縮を利用して高精度に軸受隙間を設定することで、軸受回転時の静粛性を高めることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0066] [図1]換気扇モータ用の軸受ユニットの縦断面図である（モータ静止時）。  
[図2]本願第1発明の第1の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。  
[図3]図18の要部を拡大した縦断面図である。  
[図4a]図2の内方部材の左側の側面に形成された動圧溝を示す正面図である。  
[図4b]図2の内方部材の外周面に形成された動圧溝を示す側面図である。  
[図4c]図2の内方部材の右側の側面に形成された動圧溝を示す正面図である。  
[図5]換気扇モータ用の軸受ユニットの縦断面図である（モータ回転時）。  
[図6]第1実施形態の変形例の流体動圧軸受装置の縦断面図である。  
[図7]第1実施形態の別の変形例を示す縦断面図である。  
[図8]本発明の第2の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。  
[図9]第2実施形態の変形例の流体動圧軸受装置の縦断面図である。  
[図10]図8の要部を拡大した縦断面図である。  
[図11a]本発明の第3の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。  
[図11b]本発明の第3の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。  
[図12a]第1実施形態の組み立て方法を示す縦断面図である。  
[図12b]第1実施形態の組み立て方法を示す縦断面図である。  
[図13]第2実施形態の組み立て方法を示す縦断面図である。

[図14] 第2実施形態の組み立て方法を示す縦断面図である。

[図15] 第2実施形態の組み立て方法を示す縦断面図である。

[図16] 本願第1発明の第2の実施形態の流体動圧軸受装置の内方部材と外方部材の嵌合部に接着剤を注入する状態を示す横断面図である。

[図17a] 本願第1発明の第2の実施形態に係る流体動圧軸受装置の内方部材と外方部材の嵌合部を示す横断面図である。

[図17b] 本願第1発明の第2の実施形態の変形例に係る流体動圧軸受装置の内方部材と外方部材の嵌合部を示す横断面図である。

[図18] 換気扇モータ用の軸受ユニットの縦断面図である（モータ静止時）。

[図19] 本願第2発明の第1の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。

[図20a] 図19の内方部材の左側の側面に形成された動圧溝を示す正面図である。

[図20b] 図19の内方部材の外周面に形成された動圧溝を示す側面図である。

[図20c] 図19の内方部材の右側の側面に形成された動圧溝を示す正面図である。

[図21a] 内側の外方部材の縦断面図である。

[図21b] 内側の外方部材の変形例の縦断面図である。

[図22a] 内側の外方部材の変形例の正面図である。

[図22b] 内側の外方部材の変形例の縦断面図である。

[図23] 回転方向を識別する表示を示す正面図である。

[図24] 換気扇モータ用の軸受ユニットの縦断面図である（モータ回転時）。

[図25] 第2の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。

[図26] 第3の実施形態の流体動圧軸受装置の縦断面図である。

[図27a] 外側の外方部材の縦断面図である。

[図27b] 外側の外方部材の変形例の縦断面図である。

[図27c] 外側の外方部材の変形例の縦断面図である。

[図28] 組立方法を示す縦断面図である。

- [図29]組立方法を示す縦断面図である。
- [図30]組立方法を示す縦断面図である。
- [図31]外方部材の嵌合部に接着剤を注入する状態を示す横断面図である。
- [図32]組立方法の変形例を示す縦断面図である。
- [図33]組立方法の変形例を示す縦断面図である。
- [図34]軸受ユニットの断面図である（モータ静止時）。
- [図35]本願第3発明の流体動圧軸受装置の断面図である。
- [図36]図35を拡大した断面図である。
- [図37]内方部材の側面図である。
- [図38]軸受ユニットの断面図である（モータ回転時）。
- [図39]外方部材を成形する金型の断面図である。
- [図40]外方部材の樹脂成形部が成形収縮する様子を示す断面図である。
- [図41]他の実施形態に係る外方部材を成形する金型の断面図である。
- [図42]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43]図42の流体動圧軸受装置の芯金の断面図である。
- [図44]図43の芯金の平面図である。
- [図45]図42の流体動圧軸受装置の外方部材を成形する金型の断面図である。
- [図46]他の実施形態に係る流体動圧軸受装置の断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0067]（本願第1発明の実施形態）

以下に、本願第1発明の実施の形態を図1～17に基づいて説明する。

[0068] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る流体動圧軸受装置を組み込んだ軸受ユニット1の軸方向断面図である。この軸受ユニット1は、例えば、住宅の居室に設置される24時間換気システム用の小型換気扇モータ（より厳密に言えば、換気扇用インナーロータ型モータ）に組み込まれて使用されるものである。軸受ユニット1は、回転軸2と、回転軸2の外周面に固定されたモータロータ3と、回転軸2の端部に設けられたファン6とからなる回転体

を回転自在に支持するために、モータロータ 3 の軸方向両端位置において回転軸 2 とハウジング 5 の間に配置された一対の流体動圧軸受装置 4、4 から構成される。一方（図中右側）の流体動圧軸受装置 4 とハウジング 5 との間には、スプリング 7 が圧縮状態で配置されている。尚、図 1 は、モータ（回転軸 2）が静止した状態を示している。また、ステータは図示を省略した。

[0069] 流体動圧軸受装置 4 は、図 2 に示すように、内方部材 10 と、この内方部材 10 を回転自在に支持する外方部材 20 とを備える。図 2 では、流体動圧軸受装置 4 は、軸線 A より上側半分が示されている。以降の実施形態においても同様とする。内方部材 10 は回転軸 2 に固定され、外方部材 20 は、ハウジング 5 の内周面に嵌合し、軸方向に摺動可能な状態で取り付けられる（図 1 参照）。軸方向および半径方向で互いに対向する内方部材 10 と外方部材 20 の各面間（ラジアル軸受隙間 R およびスラスト軸受隙間 T）には潤滑油が介在している（図 3 参照）。尚、図 1 中の流体動圧軸受装置 4、4 は、同一構造である。

[0070] 図 2 に示すように、内方部材 10 は、突出部 10 a とスリーブ部 10 b とからなり、本実施形態では、いずれも焼結金属で形成される。突出部 10 a は、外周面 11 と両側面 12、13 を有し、外周面 11 がラジアル軸受面 11 R を形成し、両側面 12、13 がスラスト軸受面 12 T、13 T を形成する。外周面 11 は円筒面状をなし、ラジアル軸受隙間 R に満たされた潤滑油に接触している（図 3 参照）。突出部 10 a の外周面 11 には動圧溝 11 a が形成されている。詳細には、図 4（b）に示すように、外周面 11 の全面に形成され、V 字状に屈曲した動圧溝 11 a と、これを区画する丘部 11 b（図中クロスハッチングで示す）とを、円周方向に交互に配置したヘリングボーン形状を呈する。動圧溝 11 a は、例えば転造加工により形成される。本実施形態では、内方部材 10 の突出部 10 a が焼結金属で形成されるため、転造加工の圧迫による突出部 10 a の外周面 11 の塑性流動を焼結金属の内部気孔で吸収できる。このため、塑性流動による突出部 10 a の表面の盛り上がりや抑えられ、動圧溝 11 a と丘部 11 b を精度良く形成することが

できる。

[0071] 内方部材10の突出部10aの両側面12、13は、軸線Aに直角な半径方向の平坦面をなし、スラスト軸受隙間Tに満たされた潤滑油に接触している(図3参照)。突出部10aの両側面12、13には動圧溝12a、13aが形成されている。詳細は、図4(a)、(c)に示す。図4(a)は突出部10aの左側の側面12を示し、図4(c)は突出部10aの右側の側面13を示す。図示のように、両側面12、13の全面に形成され、V字状に屈曲した動圧溝12a、13aと、これを区画する丘部12b、13b(図中クロスハッチングで示す)とを、円周方向に交互に配置したヘリングボーン形状を呈する。内方部材10の突出部10aが焼結金属で形成されるため、両側面12、13の動圧溝12a、13aは、プレス加工により精度良く形成することができる。また、突出部10aのサイジングと同時に動圧溝12a、13aを型成形することができる。

[0072] 回転軸2に固定されるスリーブ部10bも焼結金属で形成される。図2に示すように、スリーブ部10bは、突出部10aの両側面12、13間の幅よりも長く形成され、突出部10aに嵌合固定されると、両側面12、13より軸方向に突出している。スリーブ部10bの円筒面状の内周面10cの軸方向両端部に面取り部10dが設けられている。内方部材10は、例えば内周面10cを回転軸2の外周面に圧入(軽圧入)することにより、あるいは、内周面10cと回転軸2の外周面との間に接着剤を介在させることにより、回転軸2に固定される。

[0073] 内方部材10の軸受面を形成する部分である突起部10aの焼結金属の材質は、銅鉄系とし、銅の配合比率を20~80%としている。銅の配合比率が20%未満をなると動圧溝の成形性や潤滑性で問題となり、一方、銅の配合比率が80%を超えると耐摩耗性を確保することが難しい。また、内方部材10の突出部10aの、少なくともラジアル軸受面を形成する外周面11は、焼結部材の表面開孔率を2~20%とする。表面開孔率が2%未満では潤滑油の循環が十分でなく、表面開孔率が20%を超えると潤滑油の圧力が

低下する。さらに、銅鉄系焼結部材の密度は、潤滑油の連通性や塑性加工性を維持するために、 $6 \sim 8 \text{ g/cm}^3$ とする。回転軸2に嵌合するスリーブ部10bを形成する焼結金属の材料としては、上記の銅鉄系に限られず鉄系でも可能であり、耐摩耗性や軸との組合せ、必要部位の表面開口率の設定容易性などを総合的に勘案し、同種もしくは異種材料の中から組合せを選択することができる。

[0074] 図2に示すように、外方部材20は、第1外方部材20aと第2外方部材20bの2つの部材から形成される。第1外方部材20aは、円筒部20a1と、この円筒部20a1の一端に形成された半径方向部20a2を有し、板材をプレス加工して断面略L字形状に形成されている。具体的には、板材は、ステンレス鋼板や冷間圧延鋼板等を用い、その板厚は、 $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ 程度である。第2外方部材20bは、円盤状で、板材をプレス加工で打ち抜いて形成されている。第1外方部材20aの円筒部20a1の内周面21がラジアル軸受面21Rを形成し、半径方向部20a2の内側面22がスラスト軸受面22Tを形成する。第2外方部材20bの内側面23がスラスト軸受面23Tを形成する。これらの内周面21、内側面22および内側面23は、平滑な面で形成される。内周面21、内側面22および内側面23は、内方部材10の突出部10aの外周面11、両側面12、13にそれぞれ対向して配置され、ラジアル軸受隙間Rおよびスラスト軸受隙間Tを形成する。

[0075] 第1外方部材20aの半径方向部20a2の内径側端部にある小径内周面24および第2外方部材20bの内径側端部にある小径内周面25は、内方部材10のスリーブ部10bの外周面26と適宜の隙間をもって対向している。小径内周面24、25に撥油剤を塗布すれば、潤滑油の漏れ防止により効果がある。

[0076] この実施形態では、動圧溝11a、12a、13aはヘリングボーン形状で一方向回転用である。回転方向を識別するために、第1外方部材20aと第2外方部材20bとが異なる色相の表面を有する。これにより、誤組みを

防止することができる。異なる色相の表面を形成するために、異なる色相の材質を用いたり、表面処理を施す。

[0077] 本実施形態の流体動圧軸受装置 4 は、第 1 外方部材 20 a の内部に内方部材 10 を挿入した後、第 1 外方部材 20 a の内周面 21 に第 2 外方部材 20 b を嵌合させて、組み立てられている（組み立て方法の詳細は後述する）。流体動圧軸受装置 4 の寸法に特段の制限はないが、ミニチュアベアリングの代替例として、例えば、内径  $\phi$  3 mm、外径  $\phi$  8 mm、幅 4 mm 程度のものから種々の寸法のものに適用することができる。

[0078] 外方部材 20 の外周面 20 c は、図 1 に示す小型換気扇モータでは、ハウジング 5 の内周面に嵌合し、軸方向に摺動可能な状態で取り付けられるが、その他に、静止側部材の内周面に圧入や接着等の適宜の手段で固定することもできる。

[0079] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置 4 の内部空間には焼結金属製の内方部材 10 の内部気孔を含めて、潤滑油が充填される。潤滑油は、図 3 に拡大して示すように、ラジアル軸受隙間 R の全域およびスラスト軸受隙間 T の内径端付近まで満たされる。潤滑油は、スラスト軸受隙間 T の毛細管力により外径側（ラジアル軸受隙間 R 側）に引き込まれる。潤滑油の油面は、スラスト軸受隙間 T に保持される。

[0080] 上記の流体動圧軸受装置 4 を組み込んだ軸受ユニット 1 は、図 1 に示すように、スプリング 7 により図中右側の流体動圧軸受装置 4 の外方部材 20 が図中左向きに付勢されている。このため、回転軸 2 が静止した状態（図 1 の状態）では、スプリング 7 により付勢された外方部材 20 が内方部材 10 に当接し、内方部材 10 および回転軸 2 が図中左向きに付勢されている。これにより、図中左側の流体動圧軸受装置 4 の内方部材 10 が図中左向きに付勢され、外方部材と当接して係止される。すなわち、ハウジング 5 およびスプリング 7 により、一对の流体動圧軸受装置 4、4 に互いに接近する方向の予圧が付される。

[0081] 図 5 に示すように、回転軸 2 が回転すると、各流体動圧軸受装置 4 の内方

部材 10 の外周面 11 と外方部材 20 の内周面 21 との間のラジアル軸受隙間 R に油膜が形成される。そして、回転軸 2 の回転に伴い、ラジアル軸受隙間 R の油膜の圧力が動圧溝 11 a により高められ、この油膜の動圧作用により回転軸 2 および内方部材 10 が静止側部材に取り付けられた外方部材 20 に対してラジアル方向に非接触支持される。

[0082] これと同時に、各流体動圧軸受装置 4 の内方部材 10 の両側面 12、13 と、これらに対向する外方部材 20 の内側面 22、23 との間のスラスト軸受隙間 T に油膜が形成される。回転軸 2 の回転に伴い、スラスト軸受隙間 T の油膜の圧力が動圧溝 12 a、13 a により高められ、回転軸 2 および内方部材 10 が静止側部材に取り付けられた外方部材 20 に対して、両スラスト方向に非接触支持される（図 5 参照）。尚、ラジアル軸受隙間 R およびスラスト軸受隙間 T の大きさを誇張して示している。

[0083] 回転軸 2 の回転により、スラスト軸受隙間 T の潤滑油に動圧作用が生じると、回転軸 2 が図中右側に負荷を受ける（図 5 の白抜き矢印参照）。このとき、図中右側の流体動圧軸受装置 4 の外方部材 20 が図中右側にスライドしてスプリング 7 を圧縮することにより、両流体動圧軸受装置 4、4 のスラスト軸受隙間 T が確保される。このように、外方部材 20 をハウジング 5 に対して軸方向移動可能な状態で嵌合することで、スラスト軸受隙間 T を高精度に設定することができる。これにより、外方部材 20 に対して内方部材 10 が確実に非接触支持され、接触摺動による騒音の発生をより確実に防止できる。

[0084] また、この軸受ユニット 1 では、スプリング 7 により流体動圧軸受装置 4、4 に軸方向の予圧を付与しているため、外方部材 20 がハウジング 5 に隙間を介して嵌合した状態であっても、回転軸 2 の回転に伴って外方部材 20 が回転する事態を防止できる。一方、スプリング 7 の弾性力が大きすぎると、内方部材 10 と外方部材 20 とが接触摺動する恐れがある。したがって、スプリング 7 の弾性力は、外方部材 20 の回転を防ぎ、かつ、外方部材 20 と内方部材 10 との接触摺動を防ぐことができるような範囲に設定され、例

えば、スラスト軸受隙間Tに発生する動圧作用の負荷容量の20~80%程度とすることが望ましい。

[0085] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置4は、外方部材20の両内側面22、23の軸方向間に内方部材10が設けられるため、外方部材20の両内側面22、23と内方部材10の両側面12、13とが軸方向に係合することにより、外方部材20の内周から内方部材10の抜けが規制される。これにより、内方部材10および外方部材20の分離を防止して流体動圧軸受装置4を一體的に扱うことができるため、回転軸2やハウジング5への取り付けがしやすくなる。

[0086] また、回転軸2の回転に伴ってスラスト軸受隙間T内の潤滑油に遠心力が作用することにより、潤滑油が外径側（ラジアル軸受隙間R側）に押し込まれる。この遠心力と、スラスト軸受隙間Tによる毛細管力とにより、潤滑油の漏れ出しを防止できるため、流体動圧軸受装置4に特別なシール機構を設ける必要がない。もちろん、流体動圧軸受装置4にシール機構を設けても良く、例えば、図2に示す外方部材20の小径内周面24、25と、内方部材10のスリーブ部10bの外周面26のいずれかをテーパ面状に形成することで、断面楔形のシール空間を設けても良い。

[0087] 本発明の第1の実施形態の変形例を図6に基づいて説明する。前述した第1の実施形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付して重複説明は省略する。

[0088] この変形例では、スラスト方向の動圧溝22a、23aが、第1外方部材20aの半径方向部20a2の内側面22と第2外方部材20bの内側面23に、それぞれ形成されている。そして、内方部材10の突出部10aの両側面12、13は、凹凸のない平滑な面で形成されている。スラスト方向の動圧溝22a、23aは、例えば、第1外方部材20aと第2外方部材20bを板材からプレス加工により成形する際に、このプレス加工により形成される。したがって、この動圧溝22a、23aにおいても、高精度に形成できる。動圧溝12a、13aの形状は、図4の(a)および(c)に示すも

のと同様である。また、内方部材 10 は突出部 10 a とスリーブ部 10 b が一体になった構造となっており、焼結金属製である。その他の部分は、第 1 の実施形態と同様である。

[0089] 本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例を図 7 に基づいて説明する。内方部材 10 の突出部 10 a の外周面 11 には、動圧溝が形成されておらず、凹凸のない滑らかな円筒面で形成されている。第 1 外方部材 20 a の円筒部 20 a 1 の内周面 21 も凹凸のない滑らかな円筒面であり、対向する内方部材 10 の突出部 10 a の外周面 11 との間で、ラジアル軸受隙間 R の真円軸受を構成する。この場合、内方部材 10 の突出部 10 a の両側面 12、13 に設ける動圧溝 12 a、13 a をポンプアウトタイプのヘリングボーン形状にすると、スラスト軸受隙間に介在する潤滑油が、ラジアル軸受隙間 R に押し込まれて、ラジアル軸受面の油膜の圧力が高められ、内方部材 10 を非接触支持する力が高められる。また、第 2 外方部材 20 b の板厚は第 1 の実施形態に比べて薄肉とされている。これにより、ラジアル軸受部の軸方向長さを拡大でき、上記の動圧溝 12 a、13 a のポンプアウトタイプのヘリングボーン形状と相俟って、真円軸受においても負荷容量を確保することができる。その他の部分は、第 1 の実施形態と同様である。

[0090] 本発明の第 2 の実施形態を図 8 に基づいて説明する。この実施形態では、外方部材 20 の第 1 外方部材 20 a と第 2 外方部材 20 b が共に、縦断面が略 L 字形状に形成されている。具体的には、第 1 外方部材 20 a は、円筒部 20 a 1 と、この円筒部 20 a 1 の一端に形成された半径方向部 20 a 2 を有する。また、第 2 外方部材 20 b は、円筒部 20 b 1 と、この円筒部 20 b 1 の一端に形成された半径方向部 20 b 2 を有する。第 1 外方部材 20 a と第 2 外方部材 20 b は、円筒部 20 a 1 の内周面 21 と円筒部 20 b 1 の外周面 27 との間で嵌合され、接着剤を介在させて固定されている。第 1 外方部材 20 a の円筒部 20 a 1 端面は、第 2 外方部材 20 b の半径方向部 20 b 2 の外側面より下がった位置（図中左側）にあり、かつ面取り部 28 を設けているので、接着剤の注入がしやすい。第 1 外方部材 20 a と第 2 外方

部材 20 b は、共に板材をプレス加工して断面略 L 字形状に形成されている。この実施形態では、第 2 外方部材 20 b の円筒部 20 b 1 の内周面 29 がラジアル軸受面 29 R を形成する。第 1 外方部材 20 a の半径方向部 20 a 2 の内側面 22 および第 2 外方部材 20 b の半径方向部 20 b 2 の内側面 23 がスラスト軸受面 22 T、23 T を形成する。内周面 29 および内側面 22、23 はいずれも凹凸のない滑らかな面で形成され、動圧溝 12 a、13 a は、内方部材 10 の突出部 10 a の両側面 12、13 に形成されている。第 1 外方部材 20 a の半径方向部 20 a 2 の内径側端部にある小径内周面 24 および第 2 外方部材 20 b の内径側端部にある小径内周面 25 は、外側に向かって拡径するテーパ面状に形成されている。この小径内周面 24、25 と、内方部材 10 のスリーブ部 10 b の外周面 26 との間でシール空間 S1、S2 を形成し、潤滑油の漏れ出しをより一層防止することができる。この構造では、円筒部 20 a 1 の内周面 21 と円筒部 20 b 1 の外周面 27 との間の嵌合長さが大きいので、安定した組み立てと固定結合を実現することができる。その他の部分は、第 1 の実施形態と同様である。

[0091] この実施形態においても、動圧溝 11 a、12 a、13 a はヘリングボーン形状で一方向回転用であり、回転方向を識別するために、第 1 外方部材 20 a と第 2 外方部材 20 b とが異なる色相の表面を有する。これにより、誤組みを防止することができる。異なる色相の表面を形成するために、異なる色相の材質を用いたり、表面処理を施す。

[0092] 本発明の第 2 の実施形態の変形例を図 9 に基づいて説明する。この変形例は、第 2 の実施形態と比べて、内方部材 10 は突出部 10 a とスリーブ部 10 b が別体の部材となっており、焼結金属製である。その他の部分は、第 2 の実施形態と同様である。

[0093] 第 2 の実施形態の流体動圧軸受装置 4 の内部空間には焼結金属製の内方部材 10 の内部気孔を含めて、潤滑油が充填される。潤滑油は、図 10 に拡大して示すように、ラジアル軸受隙間 R およびスラスト軸受隙間 T の全域、さらに、外方部材 20 のテーパ面状に形成した小径内周面 24、25 と、内方

部材 10 のスリーブ部 10 b の外周面 26 との間の断面楔形のシール空間 S1、S2 の途中まで満たされる。潤滑油の油面はシール空間 S1、S2 に保持され、潤滑油の漏れ出しをより一層防止することができる。

[0094] 本発明の第 3 の実施形態を図 11 に基づいて説明する。この実施形態では、外方部材 20 が 1 枚の板材からプレス加工により一体に形成されている。図 11 (b) に示すように外方部材 20 は、円筒部 20 a 1 と、この円筒部 20 a 1 の両端に形成された半径方向部 20 a 2、20 a 3 を有し、縦断面形状が略コ字状に形成されている。

[0095] 加工の工程は、図 11 (a) に示すように、まず、外方部材 20 を、円筒部 20 a 1 と、その一端に形成された半径方向部 20 a 2 からなる断面略 L 字形状にプレス加工し、その内部に内方部材 10 をセットする。その後、円筒部 20 a 1 を所定長さ残して、プレス加工により他端部を直角に曲げ、略コ字状に形成する。この実施形態では、外方部材 20 が 1 つの部材となるので、部品点数がさらに減り、外方部材 20 完成後の組立作業も不要となる。内方部材 10 の構成は、図 9 に示す第 2 の実施形態の変形例と同様である。

[0096] 次に、本発明に係る流体動圧軸受装置の組み立て方法について説明する。第 1 の実施形態を図 12 に基づいて説明する。

[0097] この実施形態による組み立て方法は、内方部材 10 の突出部 10 a とスリーブ部 10 b とが別体構造のものに適用される。内方部材 10 の突出部 10 a とスリーブ部 10 b とが別体構造のものは、本発明の第 1 実施形態の流体動圧軸受装置 (図 2)、その変形例の流体動圧軸受装置 (図 7) および第 2 実施形態の変形例の流体動圧軸受装置 (図 9) である。ここでは、第 1 実施形態の流体動圧軸受装置 (図 2) の組み立てを例として、以下に説明するが、上記の他の形態の流体動圧軸受装置においても、同様に適用することができる。

[0098] 図 12 (a) に示す治具 B は、第 1 治具であり、その上面に載置面 30 と、この載置面 30 より寸法 D だけ凹んだ底面 31 を有する。第 1 治具 B の載置面 30 上に第 1 外方部材 20 a の半径方向部 20 a 2 を下向きにし、半径

方向部 20a2 の外側面を載置面 30 に当接させて設置する。この第 1 外方部材 20a 内に内方部材 10 の突出部 10a を挿入し、その側面 12 を第 1 外方部材 20a の内側面 22 に当接させる。この状態では、まだ内方部材 10 の突出部 10a とスリーブ部 10b は、嵌合されていない。次に、スリーブ部 10b を突出部 10a の内周面に嵌合させ、スリーブ部 10b の下端面が第 1 治具 B の底面 31 に当接するまで圧入する。この圧入完了状態を図 12 (a) は示している。

[0099] その後、上記の第 1 外方部材 20a と内方部材 10 のセットを第 2 治具 C に移動させる。図 12 (b) に示すように、第 2 治具 C は、その上面に載置面 32 と、この載置面 32 より寸法 E だけ凹んだ底面 33 を有する。上記の第 1 外方部材 20a と内方部材 10 のセット（第 2 外方部材 20b は未嵌合）を第 2 治具 C の載置面 32 および底面 33 の上に置く。第 1 治具 B の寸法 D より第 2 治具 C の寸法 E は小さく設定されているので、その寸法差  $\Delta$  ( $\Delta = D - E$ ) だけ内方部材 10 が第 1 外方部材 20a から離隔される。この寸法差  $\Delta$  が、内方部材 10 の両側面 12、13 と、これらに対向する外方部材 20 の内側面 22、23 との間のスラスト軸受隙間 T の合計量となる。その後、第 2 外方部材 20b を第 1 外方部材 20a の内周面 21 に嵌合させ、その内側面 23 が内方部材 10 の突出部 10a の側面 13 に当接するまで押し込む。そして、第 1 外方部材 20a と第 2 外方部材 20b の嵌合部分に接着剤を注入し固定する。

[0100] 上記の組み立て方法によれば、シンプルな第 1 治具 B、第 2 治具 C を用いて、スラスト軸受隙間を高精度に、かつ容易に設定することができる。また、内方部材 10 の突出部 10a にスリーブ部 10b を圧入する工程を併せて行うことができる。

[0101] 次に、本発明に係る流体動圧軸受装置の組み立て方法の第 2 の実施形態について説明する。

[0102] この実施形態による組み立て方法は、内方部材 10 の突出部 10a とスリーブ部 10b とが一体構造のものに適用される。内方部材 10 の突出部 10

aとスリーブ部10bとが一体構造のものは、本願発明に係る第1実施形態の変形例の流体動圧軸受装置（図6）および第2の実施形態の流体動圧軸受装置（図8）である。ここでは、第2実施形態の流体動圧軸受装置（図8）の組み立てを例として、以下に説明するが、上記の他の形態の流体動圧軸受装置においても、同様に適用することができる。

[0103] 図13に示すように、この組み立て方法に用いられる治具は、固定治具Fとこの固定治具Fの内周に配置され上下方向に移動可能な移動治具Gから構成される。固定治具Fは、載置面30、ガイド面34および移動治具Gと摺動自在に嵌合する内周面35を有する。移動治具Gは、肩面36、ガイド面37および固定治具Fと摺動自在に嵌合する外周面38を有する。図13の状態では、移動治具Gは下方に後退している。まず、固定治具Fのガイド面34に第1外方部材20aの半径方向部20a2を下向きにして挿入し、半径方向部20a2の外側面を載置面30に当接させて設置する。そして、内方部材10のスリーブ部10bの内周面10cを移動治具Gのガイド面37に嵌合させた後、第1外方部材20a内に内方部材10を挿入し、その側面12を第1外方部材20aの内側面22に当接させる。その状態で内方部材10には適宜の下方向の荷重を付与しておく。

[0104] その後、図14に示すように、移動治具Gを上昇させ、第1外方部材20a内に挿入された内方部材10のスリーブ部10bの下端面に移動治具Gの肩面36に当接させる。この位置を基準位置として、移動治具Gをさらに上昇させて内方部材10を第1外方部材20aから離隔させ、両側のスラスト軸受隙間Tの合計量 $\Delta$ となる位置で止め、この位置で静止状態を維持する。

[0105] 次に、図15に示すように、第2外方部材20bを第1外方部材20aの内周面21に嵌合させ、その内側面23が内方部材10の突出部10aの側面13に当接するまで押し込む。これにより、第2外方部材20bの内側面22と内方部材10の突出部10aの側面12との間に両側のスラスト軸受隙間Tの合計量 $\Delta$ の隙間設定をすることができる。

[0106] 上記の組み立て方法では、固定治具Fと移動治具Gにより、スラスト軸受

隙間を高精度に設定でき、かつ移動治具Gの基準位置と止める位置との移動距離を調整することにより、スラスト軸受隙間Tの設定を調整することができる。

[0107] 以上のようにして、スラスト軸受隙間Tの設定が終わった後、図16に示すように、ノズル40により接着剤を第1外方部材20aと第2外方部材20bの嵌合部に注入する。第1外方部材20aの円筒部20a1端面が第2外方部材20bの半径方向部20b2の外側面より下がった位置にあり、かつ面取り部28を設けているので、接着剤の注入がしやすい。その後、焼成して接着剤を固化する。嫌気性の接着剤ならば、焼成は不要である。

[0108] 図17は、第1外方部材20aと第2外方部材20bを嵌合し仮固定する構造を示す横断面図である。図17(a)に示すように、第1外方部材20aの円筒部20a1の内周面21に複数個の突起部21aを設けている。この突起部21aが第2外方部材20bの円筒部20b1の外周面40に圧入される。これにより、第1外方部材20aと第2外方部材20bの精度が損なわれず圧入することができる。その状態で、密封性を確保するため、エポキシ系や嫌気性の接着剤を連続的に注入し、接着する。図17(b)は、図17(a)とは反対に、複数個の突起部40aを第2外方部材20bの円筒部20b1の外周面40に設けたものである。突起部21a、40aは、第1外方部材20aと第2外方部材20bの精度が損なわない範囲で圧入できるものであればよく、突起部21a、40aの大きさや個数は適宜設定できる。

[0109] 以上のように組み立てられた内方部材10と外方部材20との間に、焼結金属製の内方部材10の内部気孔を含めて、潤滑油が注入される。その後、流体動圧軸受装置4の使用環境で想定される最高温度(上限)を超える設定温度まで加熱し、このときの熱膨張によりスラスト軸受隙間Tの内径側端部から溢れ出した潤滑油を拭き取る。その後、常温まで冷却することにより潤滑油が収縮し、油面が軸受内部側(外径側)に後退してスラスト軸受隙間Tの内径側端部近傍、あるいは、シール空間S1、S2に保持される。これに

より、想定される温度範囲内であれば、熱膨張により潤滑油が漏れ出すことはない。以上により、流体動圧軸受装置 4 が完成する。

[0110] 以上の実施形態では、動圧溝 11a、12a、13a、22a、23a をヘリングボーン形状で構成したが、スパイラル形状、ステップ形状、円弧形状など適宜の動圧溝で構成することができる。

[0111] (本願第 2 発明の実施形態)

次に、本願第 2 発明の実施の形態を図 18 ~ 33 に基づいて説明する。

[0112] 図 18 は、本発明の第 1 の実施形態に係る流体動圧軸受装置を組み込んだ軸受ユニット 1 の軸方向断面図である。この軸受ユニット 1 は、例えば、住宅の居室に設置される 24 時間換気システム用の小型換気扇モータ（より厳密に言えば、換気扇用インナーロータ型モータ）に組み込まれて使用されるものである。軸受ユニット 1 は、回転軸 2 と、回転軸 2 の外周面に固定されたモータロータ 3、回転軸 2 の端部に設けられたファン 6 とからなる回転体を回転自在に支持するために、モータロータ 3 の軸方向両端位置において回転軸 2 とハウジング 5 との間に配置された一対の流体動圧軸受装置 4、4 から構成される。一方の流体動圧軸受装置 4（図中左側）とハウジング 5 との間には、スプリング 7 が圧縮状態で配置されている。尚、図 1 は、モータ（回転軸 2）が静止した状態を示している。また、ステータは図示を省略した。

[0113] 流体動圧軸受装置 4 は、図 19 に示すように、内方部材 10 と、この内方部材 10 を回転自在に支持する外方部材 20 とを備える。図 19 では、流体動圧軸受装置 4 は、軸線 H より上側半分が示されている。以降の実施形態においても同様とする。内方部材 10 は回転軸 2 に固定され、外方部材 20 は、ハウジング 5 の内周面に嵌合し、軸方向に摺動可能な状態で取り付けられる（図 18 参照）。軸方向および半径方向で互いに対向する内方部材 10 と外方部材 20 の各面間（ラジアル軸受隙間 R およびスラスト軸受隙間 T）には潤滑油が介在している（図 19 参照）。尚、図 18 中の流体動圧軸受装置 4、4 は、同一構造である。

- [0114] 図19に示すように、内方部材10は、突出部10aとスリーブ部10bとからなり、焼結金属で形成される。突出部10aは、外周面11と両側面12、13を有し、外周面11がラジアル軸受面11Rを形成し、両側面12、13がスラスト軸受面12T、13Tを形成する。外周面11は円筒面状をなし、ラジアル軸受隙間Rに満たされた潤滑油に接触している。突出部10aの外周面11には動圧溝11aが形成されている。詳細には、図20(b)に示すように、外周面11の全面に形成され、V字状に屈曲した動圧溝11aと、これを区画する丘部11b(図中クロスハッチングで示す)とを、円周方向に交互に配置したヘリングボーン形状を呈する。動圧溝11aは、例えば転造加工により形成される。本実施形態では、内方部材10の突出部10aが焼結金属で形成されるため、転造加工の圧迫による突出部10aの外周面11の塑性流動を焼結金属の内部気孔で吸収できる。このため、塑性流動による突出部10aの表面の盛り上がりが抑えられ、動圧溝11aと丘部11bを精度良く形成することができる。
- [0115] 内方部材10の突出部10aの両側面12、13は、軸線Hに直角な半径方向の平坦面をなし、スラスト軸受隙間Tに満たされた潤滑油に接触している。突出部10aの両側面12、13には動圧溝12a、13aが形成されている。詳細は、図20(a)、(c)に示す。図20(a)は突出部10aの左側の側面12を示し、図20(c)は突出部10aの右側の側面13を示す。図示のように、両側面12、13の全面に形成され、V字状に屈曲した動圧溝12a、13aと、これを区画する丘部12b、13b(図中クロスハッチングで示す)とを、円周方向に交互に配置したヘリングボーン形状を呈する。内方部材10の突出部10aが焼結金属で形成されるため、両側面12、13の動圧溝12a、13aは、プレス加工により精度良く形成することができる。また、突出部10aのサイジングと同時に動圧溝12a、13aを型成形することができる。
- [0116] 図19に示すように、スリーブ部10bは、突出部10aの両側面12、13間の幅よりも長く形成され、両側面12、13より軸方向に突出してい

る。スリーブ部 10 b の円筒面状の内周面 10 c の軸方向両端部に面取り部 10 d が設けられている。内方部材 10 は、例えば内周面 10 c を回転軸 2 の外周面に圧入（軽圧入）することにより、あるいは、内周面 10 c と回転軸 2 の外周面との間に接着剤を介在させることにより、回転軸 2 に固定される。

[0117] この実施形態では、動圧溝 11 a、12 a、13 a はヘリングボーン形状で一方向回転用である。回転方向を識別するために、次の表示を設ける。スリーブ部 10 b の突出した左側端面外周面 4 1 の外径寸法 B に対して、右側端面外周面 4 2 の外径寸法 A を大きくしている。この外径寸法 A、B の関係により、図のように外径寸法 A を右側に配置した場合、内方部材 10 の回転方向が右方向（時計回り方向）であることが分かる。さらに、スリーブ部 10 b の右側端面 4 3 には識別溝 4 4 が形成されている。この識別溝 4 4 のあるスリーブ部 10 b の端部を、図のように右側に配置した場合、内方部材 10 の回転方向が右方向（時計回り方向）であることが分かる。この実施形態では、スリーブ部 10 b に外径寸法 A、B と識別溝 4 4 の二つの識別表示を設けたが、どちらか一つを設けるだけでもよい。また、上記では識別表示を右側に配置した場合に、回転方向を右方向に設定したが、これとは反対に回転方向を左方向（反時計回り方向）に設定してもよい。

[0118] 図 23 に識別溝 4 4 の詳細を示す。流体動圧軸受装置 4 の右側側面図であり、この図では、流体動圧軸受装置 4 の軸線 H より下側半分も含めた全側面が示されている。外側の外方部材 20 a に内側の外方部材 20 b が嵌合され、その嵌合部が接着固定されている。内方部材 10 のスリーブ部 10 b の端面 4 3 に識別溝 4 4 が形成されている。識別溝 4 4 は直径上の 2 箇所形成され、この識別溝 4 4 は、焼結金属からなる内方部材 10 の粉末成形工程あるいはサイジング工程で形成される。したがって、内方部材 10 の製造工程内で識別溝を形成するため、コスト増にならない。識別溝 4 4 は上記のような形状の溝に限られず、例えば、直接回転方向を示す矢印形状の識別溝としてもよい。また、内方部材 10 のスリーブ部 10 b の端面外周面 4 2 の寸法

Aは大きく形成され、この端部外周面42も粉末成形工程あるいはサイジング工程で形成される。回転方向を識別する表示は、上記の他に、例えば、外方部材20の外表面に回転方向を示す表示を設けることや、外側の外方部材20aと内側の外方部材20bとが異なる色相の表面に形成してもよい。このためには、異なる色相の材質を用いたり、表面処理を施す。

[0119] 内方部材10の軸受面を形成する部分である突起部10aの焼結金属の材質は、銅鉄系とし、銅の配合比率を20~80%としている。銅の配合比率が20%未満となると動圧溝の成形性や潤滑性で問題となり、一方、銅の配合比率が80%を超えると耐摩耗性を確保することが難しい。潤滑性を考慮すると銅鉄系が望ましいが、鉄系も使用可能である。ただし、銅鉄系、鉄系いずれの場合にも、表面開孔率は2~20%にする必要がある。表面開孔率が2%未満では潤滑油の循環が十分でなく、表面開孔率が20%を超えると潤滑油の圧力が低下する。さらに、銅鉄系焼結部材の密度は、潤滑油の連通性や塑性加工性を維持するために、 $6\sim 8\text{ g/cm}^3$ とする。

[0120] 図19に示すように、外方部材20の外側の外方部材20aと内側の外方部材20bが共に、縦断面が略L字形状に形成されている。具体的には、外側の外方部材20aは、円筒部20a1と、この円筒部20a1の一端に形成された半径方向部20a2を有する。また、内側の外方部材20bは、円筒部20b1と、この円筒部20b1の一端に形成された半径方向部20b2を有する。内側の外方部材20bの円筒部20b1の外周面27の開口端部(図19の左側端部)に凸部27aが設けられている。この凸部27aが、外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21に圧入される。そして、スラスト軸受隙間を設定した状態で凸部27aにより仮固定され、接着剤45を介在させて固定されている。凸部27aが外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21に部分的に圧入される状態になるので、外側の外方部材20aと内側の外方部材20bの精度が損なわれない。

[0121] 外側の外方部材20aの円筒部20a1の端面が内側の外方部材20bの半径方向部20b2の外側面より下がった位置にあり、かつ面取り部28を

設けているので、接着剤45の注入がしやすい。外側の外方部材20aと内側の外方部材20bは、共に板材をプレス加工して略L字形状に形成されている。具体的には、板材は、ステンレス鋼板や冷間圧延鋼板等を用い、その板厚は、0.1~1mm程度である。この実施形態では、内側の外方部材20bの円筒部20b1の内周面29がラジアル軸受面29Rを形成する。外側の外方部材20aの半径方向部20a2の内側面22および内側の外方部材20bの半径方向部20b2の内側面23がスラスト軸受面22T、23Tを形成する。内周面29および内側面22、23はいずれも凹凸のない滑らかな面で形成され、動圧溝11a、12a、13aは、内方部材10の突出部10aの外周面11および両側面12、13に形成されている。外側の外方部材20aの半径方向部20a2の内径側端部にある小径内周面24および内側の外方部材20bの内径側端部にある小径内周面25は、外側に向かって拡径するテーパ面状に形成されている。この小径内周面24、25と、内方部材10のスリーブ部10bの端部外周面41、42との間でシール空間S1、S2を形成し、潤滑油の漏れ出しをより一層防止することができる。この構造では、円筒部20a1の内周面21と円筒部20b1の外周面27との間の嵌合長さが大きいので、安定した組み立てと接着固定を実現することができる。

[0122] 次に、凸部27aの形態について図21に基づいて説明する。図21に示す凸部27aは、内側の外方部材20bの円筒部20b1の外周面27の開口端部に円周方向の環状突起として設けたものである。図21(a)に示すものは、内側の外方部材20bのプレス加工時の破断面を凸部27aとしたものである。外側の外方部材20aの円筒部20a1の端面に面取り部28(図19参照)が設けられているので、凸部27aが破断面でも、圧入することができる。この場合は、凸部27aのための追加加工は不要である。図21(b)に示すものは、図21(a)に示す凸部27aの圧入側先端部に面取り部27bを設けたものである。面取り部27bを設けることにより圧入がしやすくなる。内側の外方部材20bの円筒部20a1の外周面27を

外側の外方部材 20 a の円筒部 20 a 1 の内周面 21 に挿入するとき、凸部 27 a が部分的に圧入されるので、外側の外方部材 20 a と内側の外方部材 20 b の精度が損なわれなくて、仮固定することができる。

[0123] 図 22 に、本実施形態の変形例を示す。図 22 (a) が内側の外方部材 20 b の側面図であり、図 22 (b) が縦断面図である。この変形例では、内側の外方部材 20 b の円筒部 20 b 1 の外周面 27 に、円周方向の 6 箇所凸部 27 a が設けられている。この場合は、凸部 27 a の圧入部分がさらに小さくなるので、外側の外方部材 20 a と内側の外方部材 20 b の精度がより一層維持される。凸部 27 a は、外側の外方部材 20 a と内側の外方部材 20 b の精度が損なわない範囲で圧入できるものであればよく、凸部 27 a の大きさや個数は適宜設定できる。

[0124] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置 4 の内部空間には焼結金属製の内方部材 10 の内部気孔を含めて、潤滑油が充填される。潤滑油は、図 19 に示すように、ラジアル軸受隙間 R、スラスト軸受隙間 T およびシール空間 S1、S2 まで満たされる。潤滑油は、スラスト軸受隙間 T の毛細管力により外径側（ラジアル軸受隙間 R 側）に引き込まれる。潤滑油の油面は、シール空間 S1、S2 に保持される。なお、スラスト軸受隙間 T の毛細管力により外径側（ラジアル軸受隙間 R 側）に引き込まれるので、シール空間 S1、S2 を設けない設計も可能である。

[0125] 上記の流体動圧軸受装置 4 を組み込んだ軸受ユニット 1 は、図 18 に示すように、スプリング 7 により図中左側の流体動圧軸受装置 4 の外方部材 20 が図中右向きに付勢されている。このため、回転軸 2 が静止した状態（図 18 の状態）では、スプリング 7 により付勢された外方部材 20 が内方部材 10 に当接し、内方部材 10 および回転軸 2 が図中右向きに付勢されている。これにより、図中右側の流体動圧軸受装置 4 の内方部材 10 が図中右向きに付勢され、外方部材と当接して係止される。すなわち、ハウジング 5 およびスプリング 7 により、一对の流体動圧軸受装置 4、4 に互いに接近する方向の予圧が付される。

- [0126] 図24に示すように、回転軸2が回転すると、各流体動圧軸受装置4の内方部材10の外周面11と外方部材20の内周面29との間のラジアル軸受隙間Rに油膜が形成される。そして、回転軸2の回転に伴い、ラジアル軸受隙間Rの油膜の圧力が動圧溝11aにより高められ、この油膜の動圧作用により回転軸2および内方部材10が静止側部材に取り付けられた外方部材20に対してラジアル方向に非接触支持される。
- [0127] これと同時に、各流体動圧軸受装置4の内方部材10の両側面12、13と、これらに対向する外方部材20の内側面22、23との間のスラスト軸受隙間Tに油膜が形成される。回転軸2の回転に伴い、スラスト軸受隙間Tの油膜の圧力が動圧溝12a、13aにより高められ、回転軸2および内方部材10が静止側部材に取り付けられた外方部材20に対して、両スラスト方向に非接触支持される。尚、ラジアル軸受隙間Rおよびスラスト軸受隙間Tの大きさを誇張して示している。
- [0128] 回転軸2の回転により、スラスト軸受隙間Tの潤滑油に動圧作用が生じると、回転軸2が図中左側に負荷を受ける（図24の白抜き矢印参照）。このとき、図中左側の流体動圧軸受装置4の外方部材20が図中左側にスライドしてスプリング7を圧縮することにより、両流体動圧軸受装置4、4のスラスト軸受隙間Tが確保される。このように、外方部材20をハウジング5に対して軸方向移動可能な状態で嵌合することで、スラスト軸受隙間Tを高精度に設定することができる。これにより、外方部材20に対して内方部材10が確実に非接触支持され、接触摺動による騒音の発生をより確実に防止できる。
- [0129] また、この軸受ユニット1では、スプリング7により流体動圧軸受装置4、4に軸方向の予圧を付与しているため、外方部材20がハウジング5に隙間を介して嵌合した状態であっても、回転軸2の回転に伴って外方部材20が回転する事態を防止できる。一方、スプリング7の弾性力が大きすぎると、内方部材10と外方部材20とが接触摺動する恐れがある。したがって、スプリング7の弾性力は、外方部材20の回転を防ぎ、かつ、外方部材20

と内方部材 10 との接触摺動を防ぐことができるような範囲に設定され、例えば、スラスト軸受隙間 T に発生する動圧作用の負荷容量の 20 ~ 80 % 程度とすることが望ましい。

[0130] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置 4 は、外方部材 20 の両内側面 22、23 の軸方向間に内方部材 10 が設けられるため、外方部材 20 の両内側面 22、23 と内方部材 10 の両側面 12、13 とが軸方向に係合することにより、外方部材 20 の内周から内方部材 10 の抜けが規制される。これにより、内方部材 10 および外方部材 20 の分離を防止して流体動圧軸受装置 4 を一体的に扱うことができるため、回転軸 2 やハウジング 5 への取り付けがしやすくなる。

[0131] また、回転軸 2 の回転に伴ってスラスト軸受隙間 T 内の潤滑油に遠心力が作用することにより、潤滑油が外径側（ラジアル軸受隙間 R 側）に押し込まれる。この遠心力と、スラスト軸受隙間 T による毛細管力とにより、潤滑油の漏れ出しを防止できるため、流体動圧軸受装置 4 に特別なシール機構を設ける必要がない。

[0132] 次に、本発明の第 2 の実施形態を図 25 に基づいて説明する。前述した第 1 の実施形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付して重複説明は省略する。この実施形態は、第 1 の実施形態と次の構成が異なる。すなわち、第 2 の実施形態では、スラスト方向の動圧溝 22a、23a が、外側の外方部材 20a の半径方向部 20a2 の内側面 22 と内側の外方部材 20b の内側面 23 に、それぞれ形成されている。そして、内方部材 10 の突出部 10a の両側面 12、13 は、凹凸のない平滑な面で形成されている。

[0133] スラスト方向の動圧溝 22a、23a は、例えば、外側の外方部材 20a と内側の外方部材 20b を板材からプレス加工により成形する際に、プレス加工により形成される。したがって、この動圧溝 22a、23a においても、高精度に形成できる。動圧溝 22a、23a の形状は、図 20 の (a) および (c) に示すものと同様である。内方部材 10 は焼結金属製である。凸部 27a や回転方向を識別する表示については、第 1 の実施形態と同じであ

る。

[0134] 次に、本発明の第3の実施形態を図26および図27に基づいて説明する。前述した第2の実施形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付して重複説明は省略する。この実施形態は、第2の実施形態とは凸部の構成が異なる。

[0135] 本実施形態の凸部21aは、外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21の開口端部に形成されている。その形態を図27に示す。図27(a)に示すものは、凸部21aが、外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21の開口端部に円周方向の環状突起として形成され、凸部21aは面取り部28と繋がっている。図27(b)に示すものは、凸部21aが、外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21の開口端部に、円周方向の8箇所に設けられている。図27(c)に示すものは、凸部21aが、外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21に、開口端部から奥側に軸方向に延びる突起として形成したものである。いずれの形態においても、内側の外方部材20bの円筒部20b1の外周面27を外側の外方部材20aの円筒部20a1の内周面21に挿入するとき、凸部21aが部分的に圧入されるので、外側の外方部材20aと内側の外方部材20bの精度が損なわれなくて、仮固定することができる。凸部21aは、外側の外方部材20aと内側の外方部材20bの精度が損なわない範囲で圧入できるものであればよく、凸部21aの大きさや個数は適宜設定できる。凸部21aを円周方向に部分的に設ける場合、その個数は少なくとも3箇所に設ければよい。

[0136] 次に、本発明の流体動圧軸受装置の組立方法を図28～31に基づいて説明する。この組立方法では、第3の実施形態の流体動圧軸受装置を示すが、第1および第2の実施形態でも同様となる。

[0137] 図28に示すように、この組立方法に用いられる治具は、固定治具Fと、この固定治具Fの内側に配置され上下方向に移動可能な移動治具Gから構成される。固定治具Fは、載置面30、ガイド面34および移動治具Gと摺動

自在に嵌合する内周面 35 を有する。移動治具 G は、肩面 36、ガイド面 37 および固定治具 F と摺動自在に嵌合する外周面 38 を有する。図 28 の状態では、移動治具 G は下方に後退している。まず、固定治具 F のガイド面 34 に外側の外方部材 20a の半径方向部 20a2 を下向きにして挿入し、半径方向部 20a2 の外側面を載置面 30 に当接させて設置する。内方部材 10 のスリーブ部 10b の内周面 10c を移動治具 G のガイド面 37 に嵌合させた後、外側の外方部材 20a 内に内方部材 10 を挿入し、その側面 12 を外側の外方部材 20a の内側面 22 に当接させる。その状態で内方部材 10 には適宜の下方向の荷重を付与しておく。

[0138] その後、図 29 に示すように、移動治具 G を上昇させ、外側の外方部材 20a 内に挿入された内方部材 10 のスリーブ部 10b の下端面に移動治具 G の肩面 36 を当接させる。この位置を基準位置として、移動治具 G をさらに上昇させて内方部材 10 を外側の外方部材 20a から離隔させ、両側のスラスト軸受隙間 T の合計量  $\Delta$  となる位置で止め、この位置で静止状態を維持する。

[0139] 次に、図 30 に示すように、内側の外方部材 20b を外側の外方部材 20a の内周面 21 に嵌合させ、その内側面 23 が内方部材 10 の突出部 10a の側面 13 に当接するまで押し込む。これにより、外側の外方部材 20a の内側面 22 と内方部材 10 の突出部 10a の側面 12 との間に両側のスラスト軸受隙間 T の合計量  $\Delta$  の隙間設定をすることができる。この状態では、凸部 21a が内側の外方部材 20b の外周面 27 に圧入されているので、外側の外方部材 20a と内側の外方部材 20b とが仮固定される。

[0140] 上記の組立方法では、固定治具 F と移動治具 G により、スラスト軸受隙間 T を高精度に設定でき、かつ移動治具 G の基準位置と止める位置との移動距離を調整することにより、スラスト軸受隙間 T の設定を調整することができる。

[0141] 以上のようにして、スラスト軸受隙間 T が設定され、外側の外方部材 20a と内側の外方部材 20b とが仮固定された状態で、図 31 に示すように、

ノズル40により接着剤を外側の外方部材20aと内側の外方部材20bの嵌合部に注入する。外側の外方部材20aの円筒部20a1の端面が内側の外方部材20bの半径方向部20b2の外側面より下がった位置にあり、かつ面取り部28を設けているので、接着剤の注入がしやすい。その後、焼成して接着剤を固化する。嫌気性の接着剤ならば、焼成は不要である。また、外側の外方部材20aと内側の外方部材20bとが仮固定されているので、設定されたスラスト軸受隙間Tを維持するための特殊な治具は不要であり、作業性が向上する。

[0142] 組立方法の変形例を図32および図33に基づいて説明する。この組立方法では、まず、固定治具G、移動治具Fからなる隙間設定装置外で、内方部材10を外側の外方部材20aと内側の外方部材20bの中に收容し、スラスト軸受隙間Tのない状態まで内側の外方部材20bを外側の外方部材20aに対して相対的に押し込む。この状態の外側の外方部材20a、内側の外方部材20b、内方部材10のセットを、図32に示すように、固定治具Fおよび移動治具Gに載置する。すなわち、内方部材10のスリーブ部10bの内周面10cを移動治具Gのガイド面37に嵌合させた後、外側の外方部材20a、内側の外方部材20b、内方部材10のセットを下方に挿入し、固定治具Fのガイド面34に外側の外方部材20aの半径方向部20a2の外側面を載置面30に当接させて設置する。このとき、移動治具Gは下方に後退している。その状態で外方部材20aに適宜の下方向の荷重を付与しておく。

[0143] その後、図33に示すように、移動治具Gを上昇させ、外側の外方部材20aと内側の外方部材20bとの間にスラスト軸受隙間Tがゼロの状態の内方部材10のスリーブ部10bの下端面に移動治具Gの肩面36を当接させる。この位置を基準位置として、移動治具Gをさらに上昇させて内方部材10を上方へ移動させ、凸部21aを介して圧入されていた外側の外方部材20aから内側の外方部材20bを離隔させる。外側の外方部材20aの内側面22と内方部材10の突出部10aとの間の隙間が両側のスラスト軸受隙

間Tの合計量 $\Delta$ となる位置で止め、隙間設定が終了する。隙間設定後の外側の外方部材20aと内側の外方部材20bの接着工程は図31と同じである。

[0144] この組立方法では、固定治具G、移動治具Fからなる隙間設定装置外で、外側の外方部材20a、内側の外方部材20b、内方部材10をセットし、仮固定することができる。そして、固定治具G、移動治具Fからなる隙間設定装置では隙間設定のみを行うので、作業性がよい。

[0145] 以上のように組み立てられた内方部材10と外方部材20との間に、焼結金属製の内方部材10の内部気孔を含めて、潤滑油が注入される。その後、流体動圧軸受装置4の使用環境で想定される最高温度（上限）を超える設定温度まで加熱し、このときの熱膨張によりスラスト軸受隙間Tの内径側端部から溢れ出した潤滑油を拭き取る。その後、常温まで冷却することにより潤滑油が収縮し、油面が軸受内部側（外径側）に後退して、シール空間S1、S2に保持される。これにより、想定される温度範囲内であれば、熱膨張により潤滑油が漏れ出すことはない。以上により、流体動圧軸受装置4が完成する。

[0146] 以上の実施形態では、動圧溝11a、12a、13a、22a、23aをヘリングボーン形状で構成したが、スパイラル形状、ステップ形状、円弧形状など適宜の動圧溝で構成することができる。

[0147] （本願第3発明の実施形態）

次に、本願第3発明の実施形態を図34～46に基づいて説明する。

[0148] 図34は、本発明の一実施形態に係る流体動圧軸受装置を組み込んだ軸受ユニット1の軸方向断面図である。この軸受ユニット1は、例えば、住宅の居室に設置される24時間換気システム用の小型換気扇モータ（より厳密に言えば、換気扇用インナーロータ型モータ）に組み込んで使用されるものである。軸受ユニット1は、回転軸2と、回転軸2の外周面に固定されたモータロータ3と、モータロータ3の軸方向両側に配置された一对の流体動圧軸受装置4、4と、モータロータ3及び流体動圧軸受装置4、4を収容するハ

ウジング5と、ハウジング5から突出した回転軸2の端部に設けられたファン6とを備える。一方（図中右側）の流体動圧軸受装置4とハウジング5との間には、スプリング7が圧縮状態で配置されている。尚、図34は、モータ（回転軸2）が静止した状態を示している。

[0149] 流体動圧軸受装置4は、図35に示すように、内方部材10と、内方部材10を回転自在に支持する外方部材20とを備える。内方部材10は回転軸2に固定され、本実施形態では、図34に示すように、内方部材10が回転軸2の外周面に圧入される。内方部材10は、軸方向両側から位置決め部材8a、8bで挟持され、軸方向内側（モータロータ3側）の位置決め部材8aは止め輪9に当接している。このように、位置決め部材8a、8b及び止め輪9により、回転軸2に対する内方部材10の軸方向位置、特に内方部材10、10の軸方向間隔が設定される。外方部材20は、ハウジング5の内周面に嵌合し、軸方向に摺動可能な状態に取り付けられる（図34参照）。軸方向および半径方向で互いに対向する内方部材10と外方部材20の各面間（ラジアル軸受隙間R及びスラスト軸受隙間T）には潤滑油が介在している（図36参照）。尚、図34中の流体動圧軸受装置4、4は、同一構造である。

[0150] 内方部材10は、例えば金属でリング状に形成され、本実施形態では焼結金属で形成される。内方部材10の外周面11は円筒面状を成し、ラジアル軸受隙間Rに満たされた潤滑油に接触している（図36参照）。内方部材10の外周面11にはラジアル動圧発生部が形成される。本実施形態のラジアル動圧発生部は、図37に示すように、外周面11の全面に形成され、V字状に屈曲した動圧溝Baと、これを区画する丘部Bb（図中クロスハッチングで示す）とを円周方向に交互に配列したヘリングボーン形状を呈する。動圧溝Baは、例えば転造加工により形成される。本実施形態では、内方部材10が焼結金属で形成されるため、転造加工の圧迫による内方部材10の外周面11の塑性流動を焼結金属の内部気孔で吸収できる。このため、塑性流動による内方部材10の表面の盛り上がりが抑えられ、ラジアル動圧発生部

(動圧溝B a 及び丘部B b) を精度良く形成することができる。

- [0151] 内方部材10の内周面12は、図35に示すように、円筒面12 aと、円筒面12 aの軸方向両端部に設けられた面取り部12 bとを有する。内方部材10は、例えば円筒面12 aを回転軸2の外周面に圧入(軽圧入)することにより、あるいは、円筒面12 aと回転軸2の外周面との間に接着剤を介在させることにより、回転軸2に固定される。
- [0152] 内方部材10の軸方向両側の端面13, 13は、内方部材10の軸方向中央面に関して対称な形状を成している。端面13は、図36に拡大して示すように、外径側に設けられたテーパ面13 aと、内径側に設けられた平坦面13 bとからなる。テーパ面13 aは、外径側に向けて軸方向中央部側(すなわち、端面13, 13が互いに接近する側)に傾斜して設けられる。平坦面13 bは、テーパ面13 aの内径端から内径側に延びる。テーパ面13 a及び平坦面13 bは、スラスト軸受隙間Tの潤滑油に接触する。本実施形態では、テーパ面13 a及び平坦面13 bは凹凸のない平滑な面となっている。
- [0153] 外方部材20は、内方部材10の外径側に配されたリング状を成し、芯金Mと、芯金Mをインサート部品として射出成形された樹脂成形部Nとで構成される。芯金Mは、例えば金属でリング状に形成され、本実施形態では焼結金属で形成される。図35に示すように、芯金Mの外周面M1及び軸方向両端面M2, M2の全面と、内周面M3の軸方向両端部が、樹脂成形部Nにより密着保持されている。
- [0154] 外方部材20は、軸方向断面が内径向きに開口した略コの字形状を成し、大径内周面21と、大径内周面21の軸方向両側に設けられた一対の小径内周面22, 22と、大径内周面21の軸方向両端部と小径内周面22, 22との間に形成された一対の肩面23, 23とを備える。大径内周面21は、平滑な円筒面状に形成され、本実施形態では芯金Mの内周面M3で構成される。大径内周面21は、ラジアル軸受隙間Rを介して内方部材10の外周面11と対向する(図36参照)。

- [0155] 小径内周面 2 2 は樹脂成形部 N に形成され、大径内周面 2 3 より小径となっている。本実施形態では、小径内周面 2 2 が、内方部材 1 0 の端面 1 3 の平坦面 1 3 b の径方向範囲内（図示例では、平坦面 1 3 b の径方向略中央部）に位置している。尚、小径内周面 2 2 には、潤滑油の漏れ出しを防止するために、撥油剤を塗布してもよい。
- [0156] 一对の肩面 2 3, 2 3 は樹脂成形部 N に形成され、軸方向中央面に関して対称な形状を成している。肩面 2 3 は、図 3 6 に拡大して示すように、外径側に設けられたテーパ面 2 3 a と、内径側に設けられた平坦面 2 3 b とからなる。テーパ面 2 3 a は、外径側に向けて軸方向中央部側（すなわち、肩面 2 3, 2 3 が互いに接近する側）に傾斜して設けられる。平坦面 2 3 b は、テーパ面 2 3 a の内径端から内径側に延びる。テーパ面 2 3 a 及び平坦面 2 3 b は、スラスト軸受隙間 T を介して、それぞれ内方部材 1 0 の端面 1 3 のテーパ面 1 3 a 及び平坦面 1 3 b と対向する。本実施形態では、テーパ面 2 3 a 及び平坦面 2 3 b は凹凸のない平滑な面となっている。
- [0157] 芯金 M の軸方向寸法は、内方部材 1 0 の軸方向寸法よりも大きい。詳しくは、芯金 M の軸方向両端面 M 2, M 2 が、内方部材 1 0 の端面 1 3, 1 3 の平坦面 1 3 b, 1 3 b、及び、この面と軸方向に対向する外方部材 1 0 の肩面 2 3, 2 3 の平坦面 2 3 b（詳細は後述する）よりも、軸方向外側に位置している。これにより、樹脂成形部 N の芯金 M よりも内径側の部分が、芯金 M の軸方向両端面 M 2, M 2 よりも軸方向中央側に突出した状態となる。
- [0158] 外方部材 2 0 の外周面 2 4 は樹脂成形部 N に形成され、図 3 5 に示すように、ハウジング 5（図 3 4 参照）への取り付け面となる円筒面 2 4 a と、円筒面 2 4 a の軸方向両端部に設けられた面取り部 2 4 b とを有する。円筒面 2 4 a（取り付け面）は、ハウジング 5 の内周面に隙間を介して嵌合され、これにより外方部材 2 0 がハウジング 5 に対して軸方向でスライド可能とされる。
- [0159] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置 4 の内部空間には、焼結金属製の内方部材 1 0 及び芯金 M の内部気孔を含めて、潤滑油が充填される。潤滑油は

、図36に示すように、ラジアル軸受隙間Rの全域及びスラスト軸受隙間Tの内径端付近まで満たされる。潤滑油は、スラスト軸受隙間Tの毛細管力により外径側（ラジアル軸受隙間R側）に引き込まれる。潤滑油の油面は、スラスト軸受隙間Tに保持され、好ましくは、スラスト軸受隙間Tの円筒部分（平坦面13b, 23b間の隙間）に保持される。

[0160] 上記の流体動圧軸受装置4を組み込んだ軸受ユニット1は、図34に示すように、スプリング7により図中右側の流体動圧軸受装置4の外方部材20が図中左向きに付勢されている。このため、回転軸2が静止した状態（図34の状態）では、スプリング7により付勢された外方部材20が内方部材10に当接し、内方部材10及び回転軸2が図中左向きに付勢される。これにより、図中左側の流体動圧軸受装置4の内方部材10が図中左向きに付勢され、外方部材20と当接して係止される。すなわち、この軸受ユニット1では、ハウジング5及びスプリング7により、一对の流体動圧軸受装置4, 4が互いに接近する方向の予圧が付されている。

[0161] 回転軸2が回転すると、各流体動圧軸受装置4の内方部材10の外周面11と外方部材20の大径内周面21（芯金Mの内周面M3）との間のラジアル軸受隙間Rに油膜が形成される。そして回転軸2の回転に伴い、ラジアル軸受隙間Rの油膜の圧力がラジアル動圧発生部（動圧溝Ba及び丘部Bb）により高められ、この油膜の動圧作用により回転軸2および内方部材10が静止側部材および外方部材20に対してラジアル方向に非接触支持される。

[0162] これと同時に、各流体動圧軸受装置4の内方部材10の両端面13, 13と、これらに対向する外方部材20の肩面23, 23のとの間のスラスト軸受隙間Tに油膜が形成される。そして回転軸2の回転に伴い、スラスト軸受隙間Tの油膜の圧力が高められ、回転軸2および内方部材10が静止側部材および外方部材20に対して両スラスト方向に非接触支持される（図38参照）。尚、図38では、ラジアル軸受隙間R及びスラスト軸受隙間Tの大きさを誇張して示している。

[0163] 回転軸2の回転によりスラスト軸受隙間Tの潤滑油に圧力が生じると、回

回転軸 2 が図中右側に負荷を受ける（図 38 の白抜き矢印参照）。このとき、図中右側の流体動圧軸受装置 4 の外方部材 20 がスプリング 7 を圧縮しながら図中右側にスライドすることにより、両流体動圧軸受装置 4, 4 のスラスト軸受隙間 T が確保される。このように、外方部材 20 をハウジング 5 に固定するのではなく、ハウジング 5 に対して軸方向移動可能な状態で嵌合することで、ハウジング 5 への外方部材 20 の組付精度に関わらず、スラスト軸受隙間 T を高精度に設定することができる。これにより、外方部材 20 に対して内方部材 10 が確実に非接触支持され、接触摺動による騒音の発生をより確実に防止できる。

[0164] また、この軸受ユニット 1 では、スプリング 7 により流体動圧軸受装置 4, 4 に軸方向の予圧を付しているため、外方部材 20 がハウジング 7 に隙間を介して嵌合した状態であっても、回転軸 2 の回転に伴って外方部材 20 が回転する事態を防止できる。一方、スプリング 7 の弾性力が大きすぎると、内方部材 10 と外方部材 20 とが接触摺動する恐れがある。従って、スプリング 7 の弾性力は、外方部材 20 の回転を防ぎ、且つ、外方部材 20 と内方部材 10 との接触摺動を防ぐことができるような範囲に設定され、例えば、スラスト軸受隙間 T に発生する圧力の負荷容量の 20 ~ 80 % 程度とすることが望ましい。

[0165] 以上の構成からなる流体動圧軸受装置 4 は、外方部材 20 の肩面 23, 23 の軸方向間に内方部材 10 が設けられるため、外方部材 20 の肩面 23, 23 と内方部材 10 の端面 13, 13 とが軸方向で係合することにより、外方部材 20 の内周からの内方部材 10 の抜けが規制される。これにより、内方部材 10 及び外方部材 20 の分離を防止して流体動圧軸受装置 4 を一体的に扱うことができるため、回転軸 2 やハウジング 5 への取り付けがしやすくなる。

[0166] また、回転軸 2 の回転に伴ってスラスト軸受隙間 T 内の潤滑油に遠心力が作用することにより、潤滑油が外径側（ラジアル軸受隙間 R 側）に押し込まれる。この遠心力と、スラスト軸受隙間 T による毛細管力とにより、潤滑油

の漏れ出しを防止できるため、流体動圧軸受装置 4 には特別なシール機構を設ける必要がない。もちろん、流体動圧軸受装置 4 にシール機構を設けても良く、例えば、内方部材 10 の端面 13 の平坦面 13 b、あるいは、外方部材 20 の肩面 23 の平坦面 23 b の何れかをテーパ面状に形成することで、断面楔形のシール空間を設けても良い。

[0167] 以下、流体動圧軸受装置 4 の製造方法、特に、外方部材 20 の射出成形工程を中心に説明する。

[0168] 図 39 に、外方部材 20 を射出成形するための金型 30 を示す。この金型 30 は、固定型 31 と、可動型 32 と、コアピン 33 とを主に備える。

[0169] まず、固定型 31 に設けられたコアピン 33 の外周面に内方部材 10 を嵌合し、この内方部材 10 の外周面 11 に芯金 M を嵌合する。この状態で、可動型 32 をスライドさせて型締めすることにより、キャビティ 34 が形成される。このとき、内方部材 10 は、固定型 31 に設けられた軸方向の突出部 31 a と、可動型 32 に設けられた軸方向の突出部 32 a とで軸方向両側から挟持され、これによりキャビティ 34 内で軸方向に位置決めされる。このとき、内方部材 10 の外周面 11 と芯金 M の内周面 M3 との間の径方向隙間（ラジアル軸受隙間 R に相当する隙間）は、キャビティ 34 に射出される熔融樹脂が入り込まず、且つ、内方部材 10 と外方部材 20（芯金 M）とが滑らかに相対回転可能な値に設定する必要があり、例えば  $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 、好ましくは  $20 \sim 40 \mu\text{m}$  の範囲内に設定される。本実施形態では、内方部材 10 及び芯金 M を何れも成形性に優れた焼結金属で形成しているため、内方部材 10 及び芯金 M を優れた寸法精度で成形することができる。従って、これらの間に形成される隙間を高精度に設定することができ、この隙間を上記のような微小な範囲内に設定することが可能となる。

[0170] この状態で、ゲート 35 からキャビティ 34 内に熔融樹脂を射出する。熔融樹脂の主成分樹脂としては、収縮率が大きいもの（1%以上）が好ましく、例えばポリアセタール（POM）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリアミド（PA）、液晶ポリマー（LCP）等を使用することができ

る。これらのうち、収縮率が特に大きいポリアセタールが最も好ましい。この主成分樹脂に、強化材や導電化材等の各種充填材を必要に応じて配合したものが溶融樹脂として用いられる。この溶融樹脂に配合する充填材の種類や配合量を適宜設定することで、キャビティ 3 4 に射出した時に、内方部材 1 0 と芯金 M との間の径方向隙間に溶融樹脂が入り込みにくくすることができる。

[0171] キャビティ 3 4 内へ溶融樹脂が充填され、溶融樹脂が固化した後、型開きを行なうと、内方部材 1 0 と、内方部材 1 0 に密着した外方部材 2 0 との一体品が得られる。この一体品を、固定型 3 1 及びコアピン 3 3 から離型する。

[0172] 上記の一体品のうち、外方部材 2 0 の樹脂成形部 N には成形収縮が生じる。一般に、樹脂成形品の成形収縮は、肉厚の中央部に向けて生じる。図 3 5 に示す樹脂成形部 N が軸方向中央側に成形収縮すると、外方部材 2 0 の肩面 2 3 が内方部材 1 0 の端面 1 3 に押し付けられる恐れがある。そこで、本実施形態では、外方部材 2 0 に芯金 M をインサート部品として配置する。芯金 M は、内方部材 1 0 のうち、少なくともキャビティ 3 4 内に配された部分よりも軸方向寸法が大きく、内方部材 1 0 の軸方向両側にはみ出すように設けられる。この芯金 M により、樹脂成形部 N の軸方向中央側への収縮を妨げている。すなわち、図 4 0 に示すように、外方部材 2 0 の肩面 2 3 の軸方向の成形収縮は、芯金 M の軸方向両端面 M 2 の軸方向位置（点線で示す位置）を基準として生じ、この領域の樹脂成形部 N の樹脂は基準位置（点線位置）に向けて軸方向両側から収縮する。その結果、内方部材 1 0 の端面 1 3 に密着した外方部材 2 0 の肩面 2 3 が、内方部材 1 0 から剥離する方向に収縮して、図 4 0 に鎖線で示す位置まで後退する。これにより、内方部材の端面 1 3 と外方部材 2 0 の肩面 2 3 との間に軸方向の隙間が形成され、この隙間がスラスト軸受隙間 T として機能する。尚、図 4 0 では一方の肩面 2 3 の成形収縮について説明したが、他方の肩面 2 3 も同様に収縮し、内方部材 1 0 の端面 1 3 から剥離する。

- [0173] 以上のように成形された内方部材 10 と外方部材 20 との間の隙間に、焼結金属製の内方部材 10 及び芯金 M の内部気孔を含めて、潤滑油が注入される。その後、流体動圧軸受装置 4 の使用環境で想定される最高温度まで加熱し、このときの熱膨張によりスラスト軸受隙間 T の内径側端部から溢れ出した潤滑油を拭き取る。その後、常温まで冷却することにより潤滑油が収縮し、油面が軸受内部側（外径側）に後退してスラスト軸受隙間 T の円筒部分（平坦面 13b, 23b 間の隙間）に保持される。これにより、想定される温度範囲内であれば、熱膨張により潤滑油がスラスト軸受隙間 T から漏れ出すことはない。以上により、流体動圧軸受装置 4 が完成する。
- [0174] 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、上記の実施形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付して重複説明を省略する。
- [0175] 例えば、図 41 に示す金型 30 は、固定型 31 及び可動型 32 に、キャビティ 34 内に配置された芯金 M の端面に軸方向両側から当接する突出部 31b, 32b が設けられる。突出部 31b, 32b は、例えば円周方向に離隔した複数箇所に等配される。この突出部 31b, 32b により、キャビティ 34 内で芯金 M を軸方向で確実に位置決めすることができる。この場合、成形後の外方部材 20 の軸方向両端面には、突出部 31b, 32b により成形され、外方部材 20 の端面から芯金 M に達する軸方向穴が形成される（図示省略）。金型 30 から内方部材 10 及び外方部材 20 を取り出した後、軸方向穴は接着剤や樹脂等で埋められる。
- [0176] また、上記の実施形態では、外方部材 20 の大径内周面 21 を芯金 M の内周面 M3 で構成し、芯金 M と内方部材 10 との間にラジアル軸受隙間 R を形成する場合を示しているが、これに限らず、図 42 に示すように、外方部材 20 の大径内周面 21 を樹脂成形部 N で構成してもよい。図示例では、内方部材 10 の外周面 11 と芯金 M とが径方向に離隔し、この径方向間に樹脂成形部 N が設けられる。内方部材 10 が回転すると、外方部材 20 の樹脂成形部 N で構成される大径内周面 21 と内方部材 10 の外周面 11 との間にラジ

アル軸受隙間Rが形成され、外方部材20の樹脂成形部Nで構成される一対の肩面23, 23と内方部材10の軸方向両側端面13, 13との間にスラスト軸受隙間Tが形成される。

[0177] この実施形態の芯金Mは、図43及び図44に示すようにリング状を成し、その軸方向両側の端面から突出した突出部M20を有する。本実施形態では、突出部M20が円周方向等間隔に離隔した複数箇所（例えば4箇所、図44参照）に設けられる。突出部M20の軸方向両端面は、外方部材20の軸方向両端面に露出している（図42参照）。

[0178] 図43及び図44に示す芯金Mを金型30のキャビティ34内に配置した状態を、図45に示す。このとき、芯金Mの軸方向両側端面M2, M2から突出した突出部M20, M20が、固定型31及び可動型32で軸方向両側から挟持されることにより、芯金Mがキャビティ34内で位置決めされる。この状態で、ゲート35から溶融樹脂を射出し、キャビティ34内に溶融樹脂を充填する。

[0179] その後、樹脂成形部Nの径方向の成形収縮により、内方部材10から樹脂成形部Nが剥離する。具体的には、樹脂成形部Nの径方向の成形収縮が芯金Mを基準として生じることにより、樹脂成形部Nで構成される外方部材20の大径内周面21が芯金Mに接近する側、すなわち外径側に後退し、これにより大径内周面21が内方部材10の外周面11から剥離する。また、樹脂成形部Nの軸方向の成形収縮が芯金Mの軸方向両端面M2, M2を基準として生じることにより、樹脂成形部Nで構成される外方部材20の肩面23, 23が内方部材10の軸方向両端面13, 13から剥離する。以上により、外方部材20の樹脂成形部Nが内方部材10から剥離し、この剥離により形成された隙間がラジアル軸受隙間R及びスラスト軸受隙間Tとして機能する。

[0180] また、上記の実施形態では、外方部材20が芯金Mを有する場合を示しているが、これに限らず、例えば図46に示すように、外方部材20を樹脂成形部Nのみで構成してもよい。この場合、外方部材20は、内方部材10を

インサート部品とした樹脂の射出成形で形成される。射出成形した後、樹脂成形部Nの成形収縮により、外方部材20の大径内周面21及び端面23, 23が内方部材10から剥離する。このとき、外方部材20に芯金Mを設けなくても、外方部材20の大径内周面21及び端面23, 23が内方部材10から剥離する方向に成形収縮するような材料で、樹脂成形部Nを形成する必要がある。例えば、液晶ポリマー(LCP)を主成分とする樹脂で樹脂成形部を形成すれば、上記のような成形収縮を生じさせることが可能である。

[0181] 以上の実施形態では、スラスト軸受隙間Tに面する内方部材10の端面13や外方部材20の肩面23が、凹凸のない平滑な面に形成されているが、これに限らず、例えばスラスト軸受隙間Tを介して対向する何れか一方の面に、スラスト軸受隙間Tの潤滑油に動圧作用を積極的に発生させるスラスト動圧発生部を形成してもよい(図示省略)。スラスト動圧発生部は、例えばヘリングボーン形状、スパイラル形状、ステップ形状の動圧溝で構成することができる。特に、スラスト動圧発生部を、スラスト軸受隙間Tの潤滑油を外径側(ラジアル軸受隙間R側)に押し込むポンプアウトタイプの動圧溝とすれば、潤滑油をラジアル軸受隙間R側に引き込むことができ、油漏れをより確実に防止できる。焼結金属製の内方部材10にスラスト動圧発生部を形成すれば、内方部材10のサイジングと同時にスラスト動圧発生部を型成形することができる。一方、外方部材20の樹脂成形部Nにスラスト動圧発生部を形成すれば、外方部材20の射出成形と同時にスラスト動圧発生部を型成形することができる。

[0182] また、以上の実施形態では、内方部材10の外周面11にラジアル動圧発生部(動圧溝Ba, 丘部Bb)を形成した場合を示したが、これに限らず、例えば内方部材10の外周面11を円筒面状とする一方で、これと径方向に対向する外方部材20の大径内周面21にラジアル動圧発生部を形成してもよい。あるいは、ラジアル軸受隙間Rを介して対向する内方部材10の外周面11及び外方部材20の大径内周面21を共に円筒面状とすることにより、いわゆる真円軸受を構成してもよい。この場合、何れの面にもラジアル動

圧発生部は形成されていないが、内方部材 10 の回転に伴ってラジアル軸受隙間 R の潤滑油が流動することにより、動圧作用が発生する。

[0183] 以上の本願第 1 ～第 3 発明の実施形態で示した構成は、適宜組み合わせることが可能である。

### 符号の説明

- [0184]
- 1 軸受ユニット
  - 2 回転軸
  - 3 モータロータ
  - 4 流体動圧軸受装置
  - 10 内方部材
  - 10a 突出部
  - 10b スリーブ部
  - 11a 動圧溝
  - 11R ラジアル軸受面
  - 12a 動圧溝
  - 12T スラスト軸受面
  - 13a 動圧溝
  - 13T スラスト軸受面
  - 20 外方部材
  - 20a 外側外方部材
  - 20b 内側外方部材
  - 21a 凸部
  - 22a 動圧溝
  - 22T スラスト軸受面
  - 23a 動圧溝
  - 23T スラスト軸受面
  - 27a 凸部
  - 29R ラジアル軸受面

4 0	ノズル
4 4	識別溝
A	外径寸法
B	外径寸法
F	固定治具
G	移動治具
H	軸線
R	ラジアル軸受隙間
T	スラスト軸受隙間

## 請求の範囲

- [請求項1]           ラジアル軸受面とその軸方向両側に形成したスラスト軸受面を備えた外方部材と、この外方部材の内径側に配置され、前記ラジアル軸受面とスラスト軸受面のそれぞれに対向するラジアル軸受面とスラスト軸受面を備えた内方部材とからなり、前記外方部材と内方部材のラジアル軸受面間にラジアル軸受隙間を形成し、かつスラスト軸受面間にスラスト軸受隙間を形成し、これらの軸受隙間に潤滑油を介在させた流体動圧軸受装置において、
- 前記外方部材が、板材のプレス加工により成形された部材を有し、このプレス加工により前記ラジアル軸受面と少なくとも片側のスラスト軸受面が形成されていると共に、前記内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなることを特徴とする流体動圧軸受装置。
- [請求項2]           前記内方部材のラジアル軸受面および前記外方部材のスラスト軸受面に、それぞれ動圧溝が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項3]           前記内方部材のラジアル軸受面およびスラスト軸受面の両方に動圧溝が形成され、前記外方部材のラジアル軸受面およびスラスト軸受面は平滑な面であることを特徴とする請求項1に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項4]           前記内方部材のラジアル軸受面の動圧溝が転造加工により形成されていることを特徴とする請求項2又は3に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項5]           前記外方部材のスラスト軸受面の動圧溝が前記プレス加工により形成されていることを特徴とする請求項2に記載の流体動圧軸受装置。
- [請求項6]           前記外方部材が第1外方部材と第2外方部材の2つの部材から形成され、第1外方部材が、円筒部及び該円筒部の軸方向一端に設けられた半径方向部とを有する縦断面略L字形状で、円筒部の内周面にラジアル軸受面が、半径方向部の内側面にスラスト軸受面が形成されると

共に、第2外方部材が円盤形状で、その内側面にスラスト軸受面が形成されたものであって、前記円盤形状の第2外方部材の外周面が前記第1外方部材の円筒部の内周面に嵌合されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項7] 前記外方部材が第1外方部材と第2外方部材の2つの部材から形成され、これら2つの部材がいずれも円筒部及び該円筒部の一端に設けられた半径方向部とを有する縦断面形状略L字形状であり、第1外方部材の半径方向部の内側面にスラスト軸受面が形成されると共に、第2外方部材の円筒部の内周面にラジアル軸受面が、半径方向部の内側面にスラスト軸受面が形成されたものであって、第1外方部材の円筒部の内周面に第2外方部材の円筒部の外周面が嵌合されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項8] 前記第1外方部材と第2外方部材が、回転方向を識別するために、異なる色相の表面を有することを特徴とする請求項6又は請求項7に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項9] 第1外方部材の円筒部の端面が第2外方部材の半径方向部の外側面より下がった位置にあることを特徴とする請求項6～8のいずれか1項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項10] 前記第1外方部材の円筒部の内周面と第2外方部材の円筒部の外周面のいずれか一方に凸部が設けられていることを特徴とする請求項6～9のいずれか1項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項11] 前記内方部材が、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分と、軸に嵌合する部分とからなり、当該2つの部分を一体の部材で構成したことを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項12] 前記内方部材が、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分と、軸に嵌合する部分とからなり、当該2つの部分が別体の部材で構成され、前記ラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部材が焼結

金属からなることを請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項13] 前記内方部材のラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分の焼結金属を、銅鉄系とし、銅の配合比率が20～80%であることを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項14] 前記内方部材のラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分の焼結金属は、少なくともラジアル軸受面の表面開孔率が2～20%であることを特徴とする請求項 11～13 のいずれか 1 項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項15] 内部に潤滑油を入れた後、使用温度範囲を超える温度で油量調整が施されていることを特徴とする請求項 1～14 のいずれか 1 項に記載の流体動圧軸受装置。

[請求項16] 請求項 1～15 のいずれか 1 項に記載の流体動圧軸受装置を軸方向に離隔して配置し、隣り合う流体動圧軸受装置の間にモーターロータを配置してなる換気扇用モータ。

[請求項17] ラジアル軸受面とその軸方向両側に形成したスラスト軸受面を備えた外側部材と、この外方部材の内径側に配置され、前記ラジアル軸受面とスラスト軸受面のそれぞれに対向するラジアル軸受面とスラスト軸受面を備えた内方部材とから構成されており、前記外方部材と内方部材のラジアル軸受面間にラジアル軸受隙間を形成し、かつ前記外方部材と内方部材のスラスト軸受面間にそれぞれスラスト軸受隙間を形成し、前記外方部材が、第1外方部材と第2外方部材の2つの部材からなり、それぞれの内側面に前記スラスト軸受面が形成された流体動圧軸受装置の組み立て方法であって、

前記第1外方部材のスラスト軸受面に前記内方部材の一方のスラスト軸受面を当接させた後、前記内方部材を前記第1外方部材から前記スラスト軸受隙間の合計量だけ離隔させ、その状態で、前記内方部材の他方のスラスト軸受面に前記第2外方部材のスラスト軸受面が当接

するまで、前記第2外方部材を前記第1外方部材に押し込むことを特徴とする流体動圧軸受装置の組み立て方法。

[請求項18] 前記内方部材が、ラジアル軸受面とスラスト軸受面を有する突出部と、回転軸に嵌合するスリーブ部とを別体に備え、  
前記第1外方部材のスラスト軸受面に前記内方部材の突出部の一方のスラスト軸受面を当接させた後、前記スリーブ部を前記突出部に圧入することを特徴とする請求項17に記載の流体動圧軸受装置の組み立て方法。

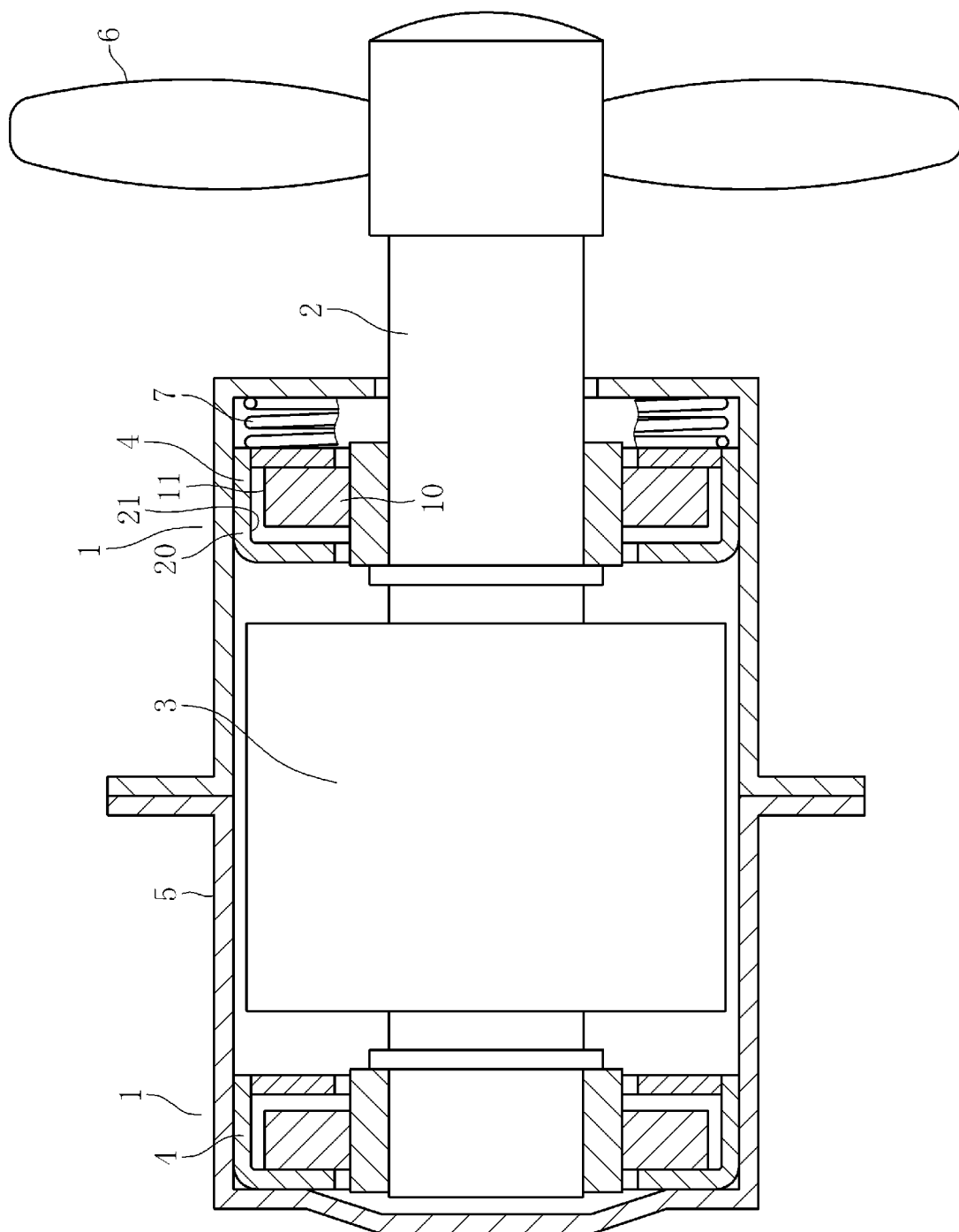
[請求項19] 前記第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の突出部の一方のスラスト軸受面を当接させる工程は、載置面と底面を備えた第1治具の載置面上に前記第1外方部材を設置し、この第1外方部材のスラスト軸受面に当接するよう前記内方部材の突出部を挿入し、その後、前記スリーブ部を、その端面が第1治具の底面に当接するまで突出部に圧入することにより行い、  
その後、前記第1治具とは異なる載置面と底面を備えた第2治具の載置面上に、第1外方部材と内方部材のセットを設置し、前記スリーブ部の端面を第2治具の底面に当接させることにより、前記内方部材を第1外方部材から前記スラスト軸受隙間の合計量だけ隔離させることを特徴とする請求項18に記載の流体動圧軸受装置の組み立て方法。

[請求項20] 前記内方部材が一体構造であり、前記第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の一方のスラスト軸受面を当接させる工程は、固定治具と移動治具を使用して行われ、固定治具の上に前記第1外方部材を設置し、この第1外方部材のスラスト軸受面に当接するよう内方部材を挿入し、その後、移動治具により前記内方部材を第1外方部材から前記スラスト軸受隙間の合計量だけ上方に隔離させることを特徴とする請求項17に記載の流体動圧軸受装置の組み立て方法。

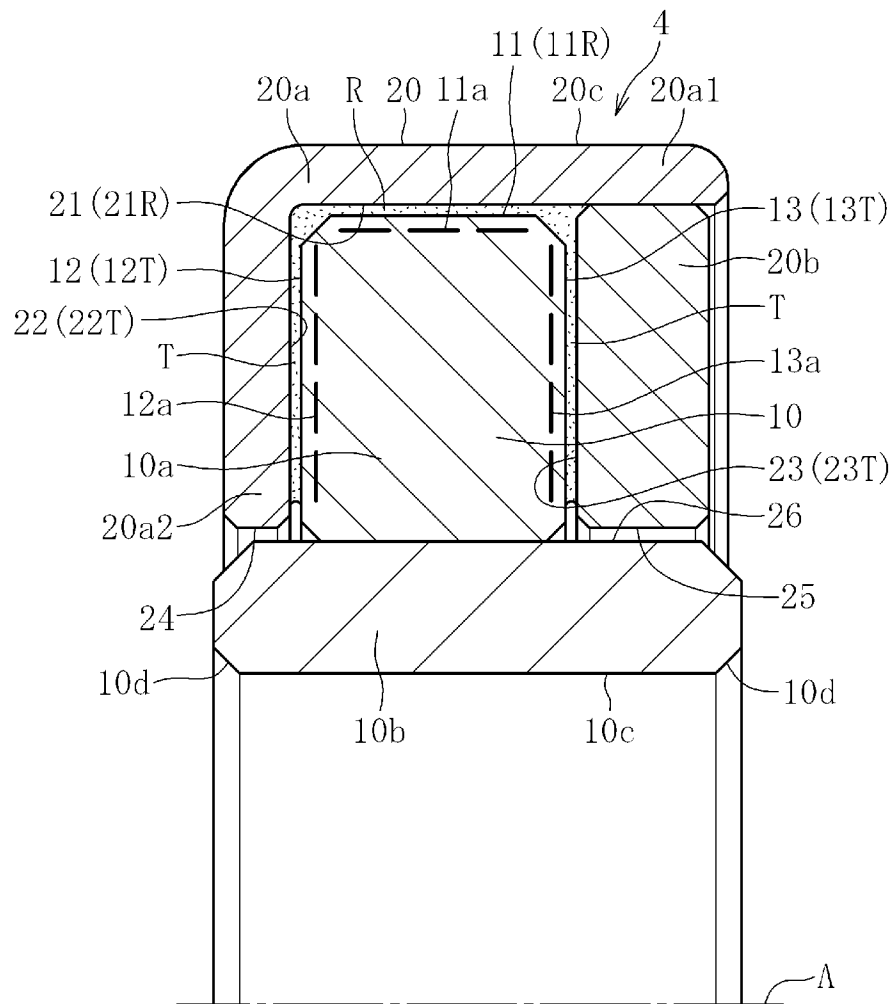
[請求項21] 前記第2外方部材を第1外方部材に押し込んだ状態で、接着剤を注入することを特徴とする請求項17～20のいずれか1項に記載の流

体動圧軸受装置の組み立て方法。

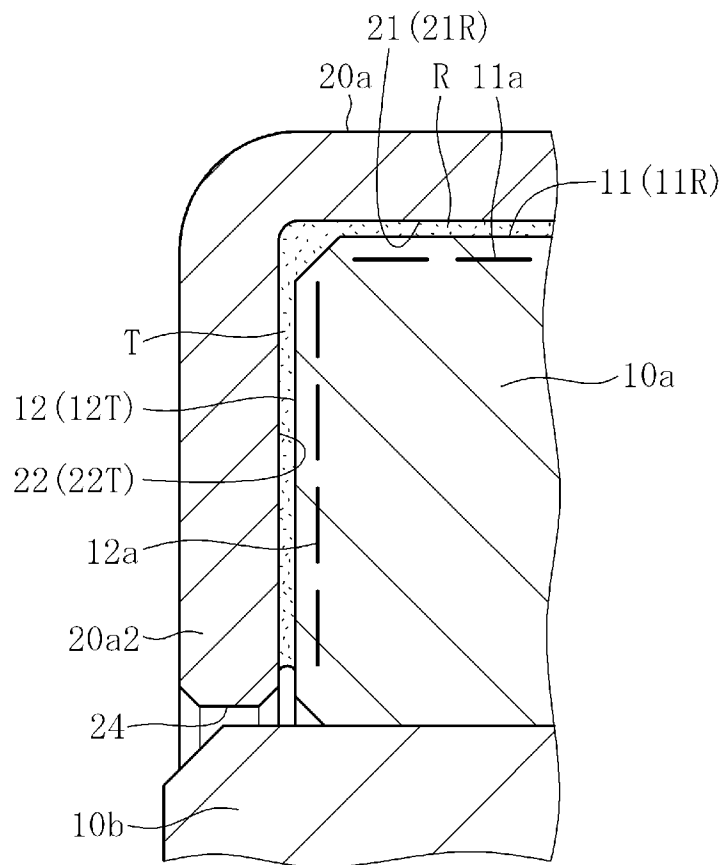
[図1]



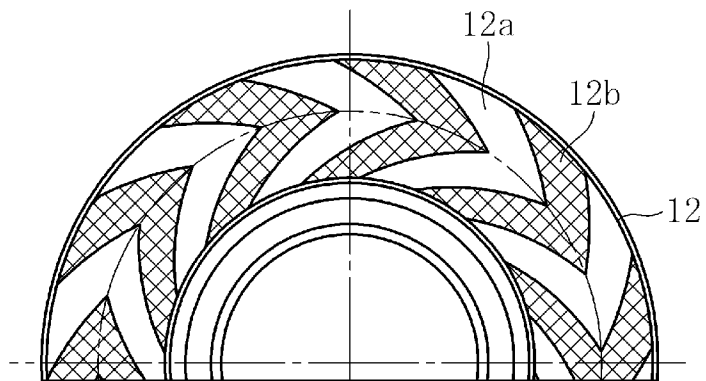
[図2]



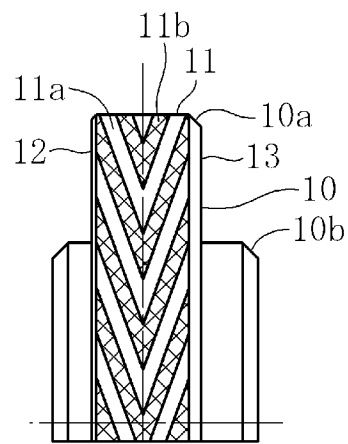
[図3]



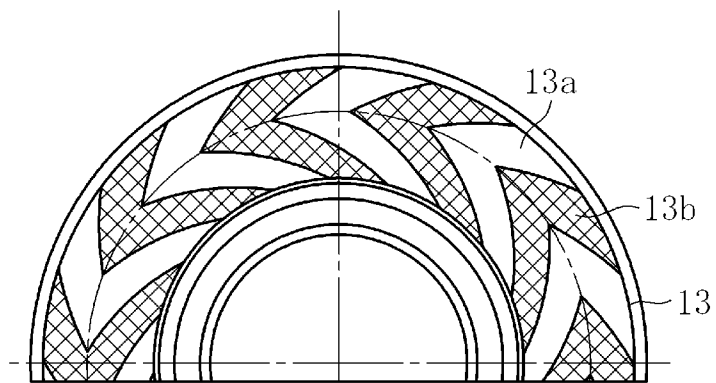
[図4a]



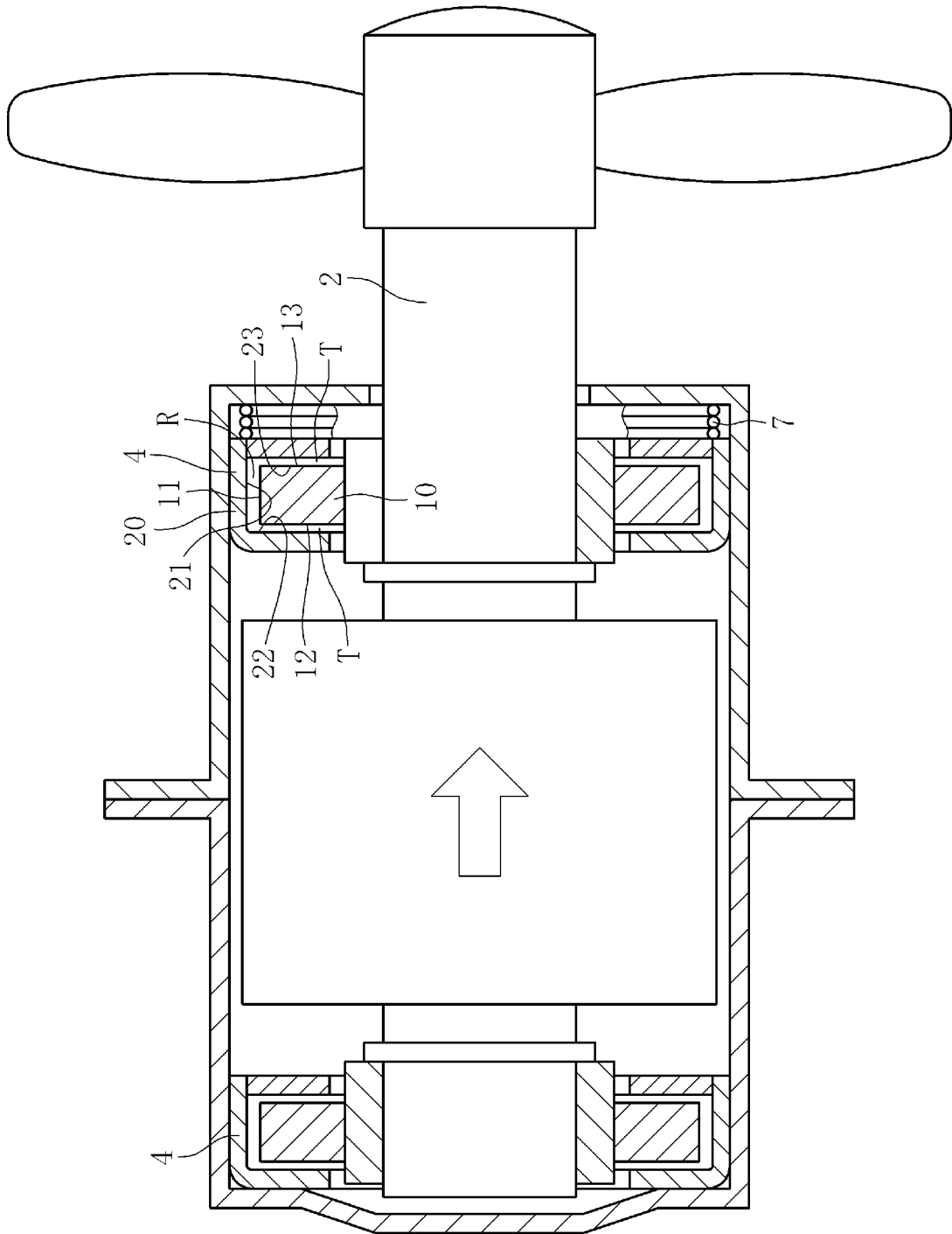
[図4b]



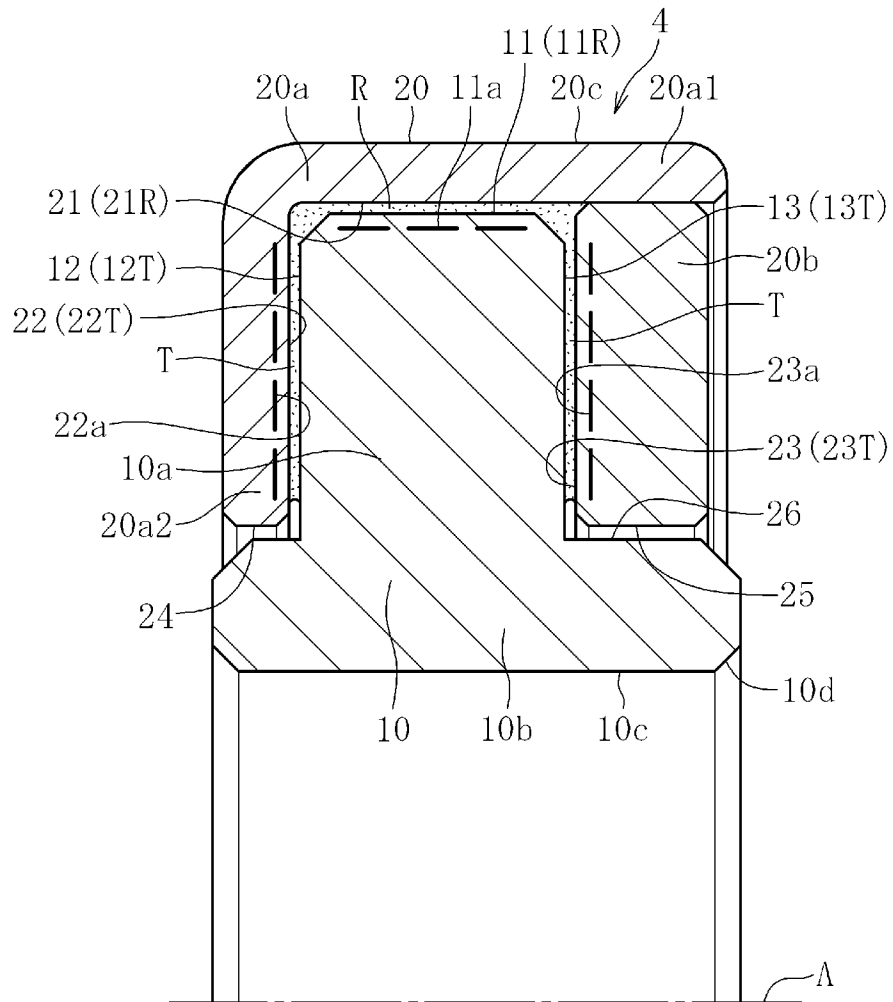
[図4c]



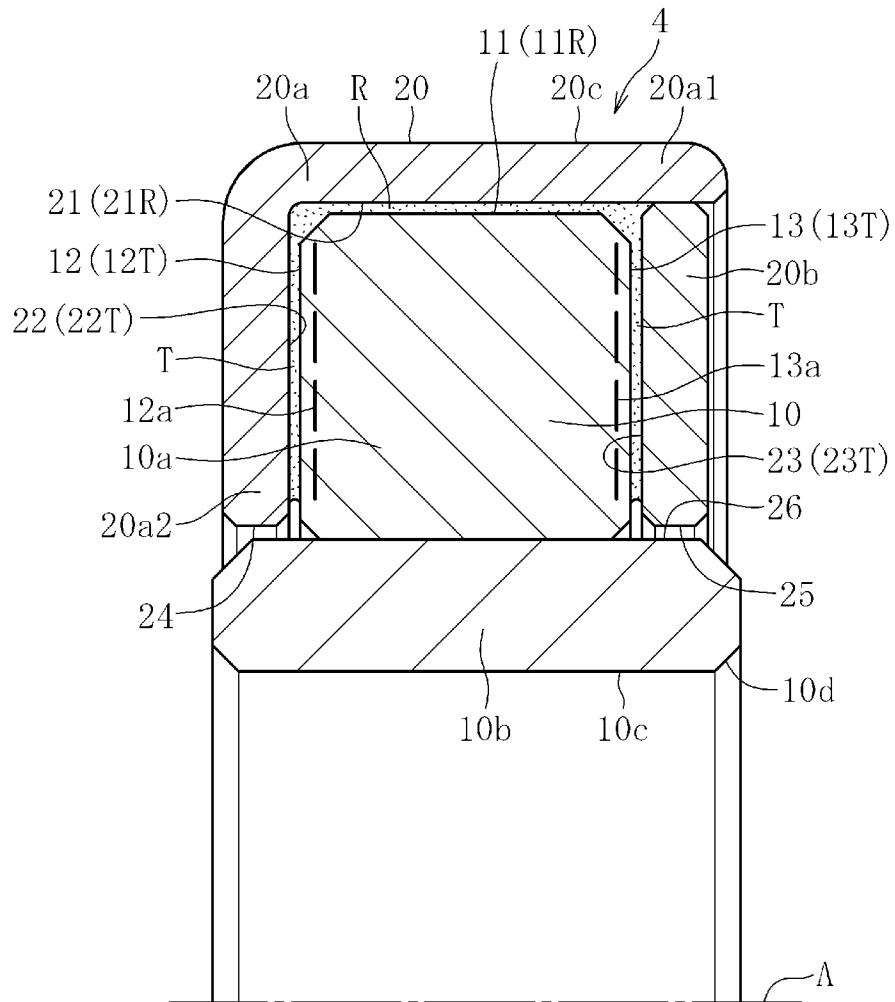
[図5]



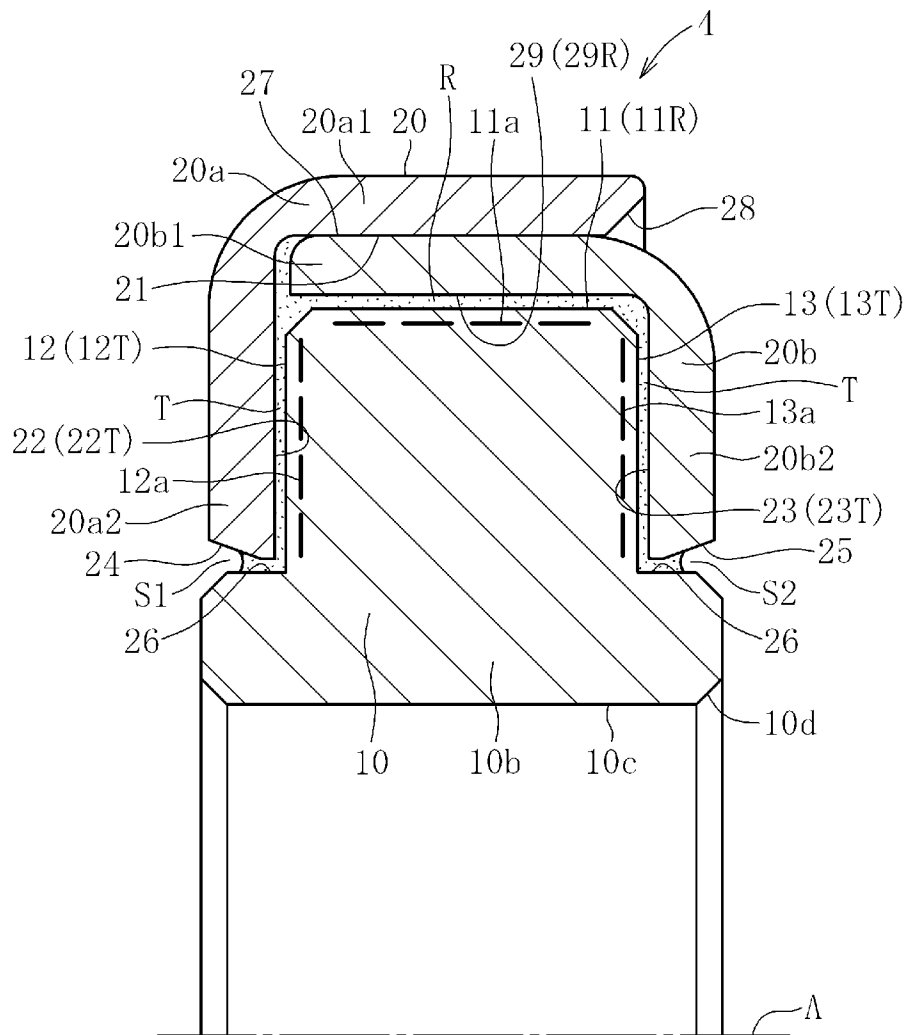
[図6]



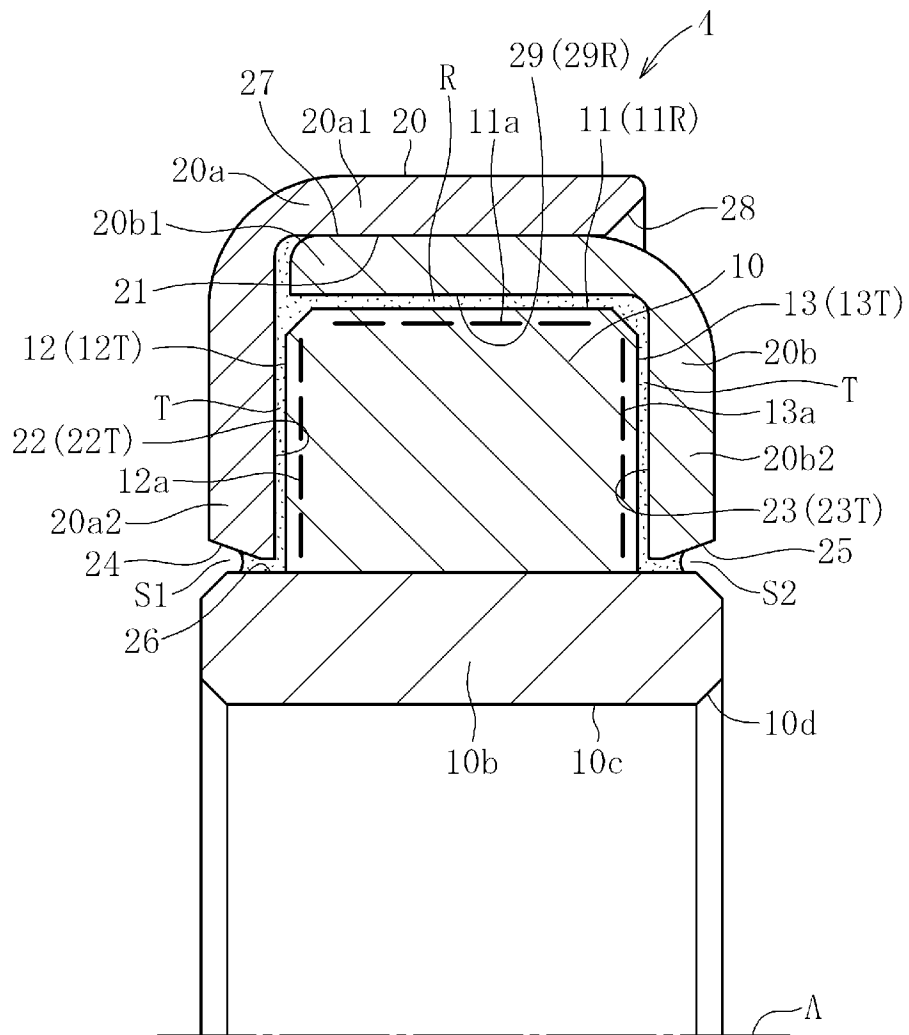
[図7]



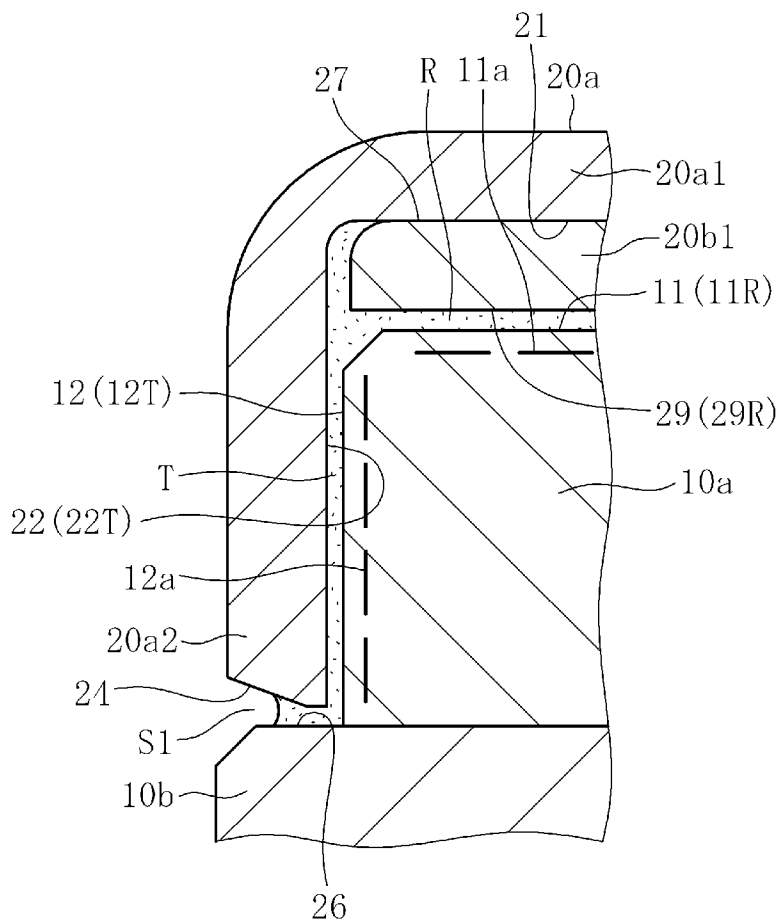
[図8]



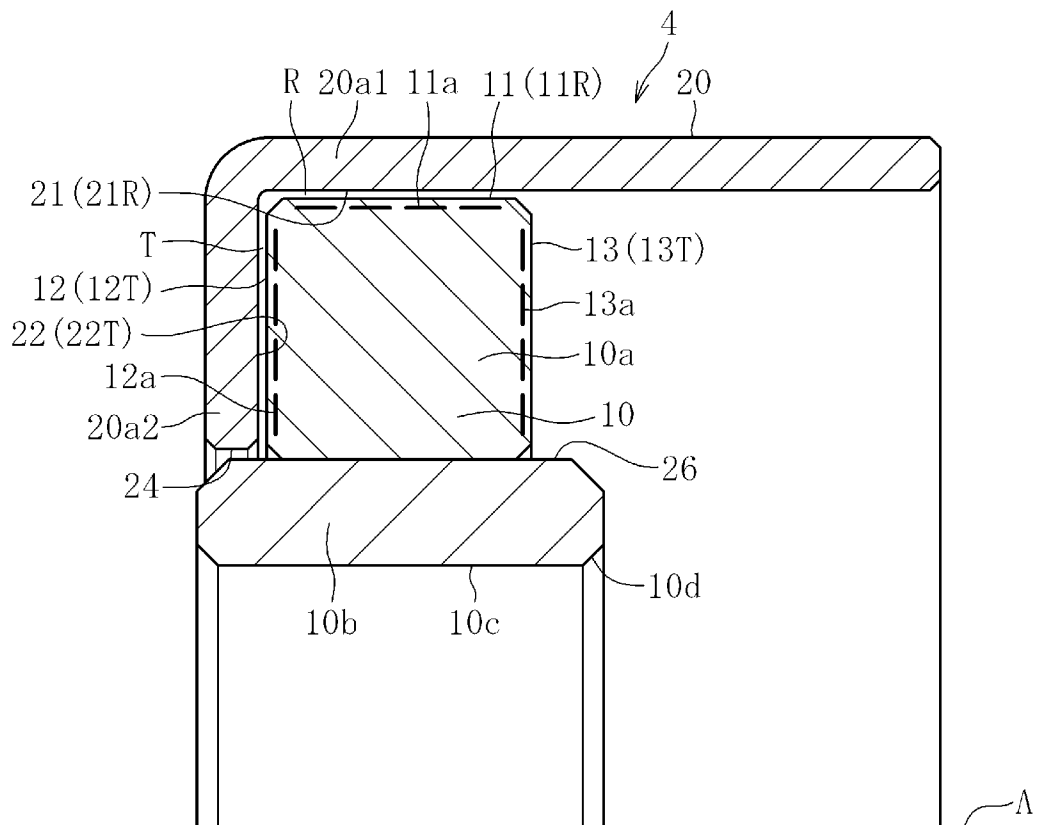
[図9]



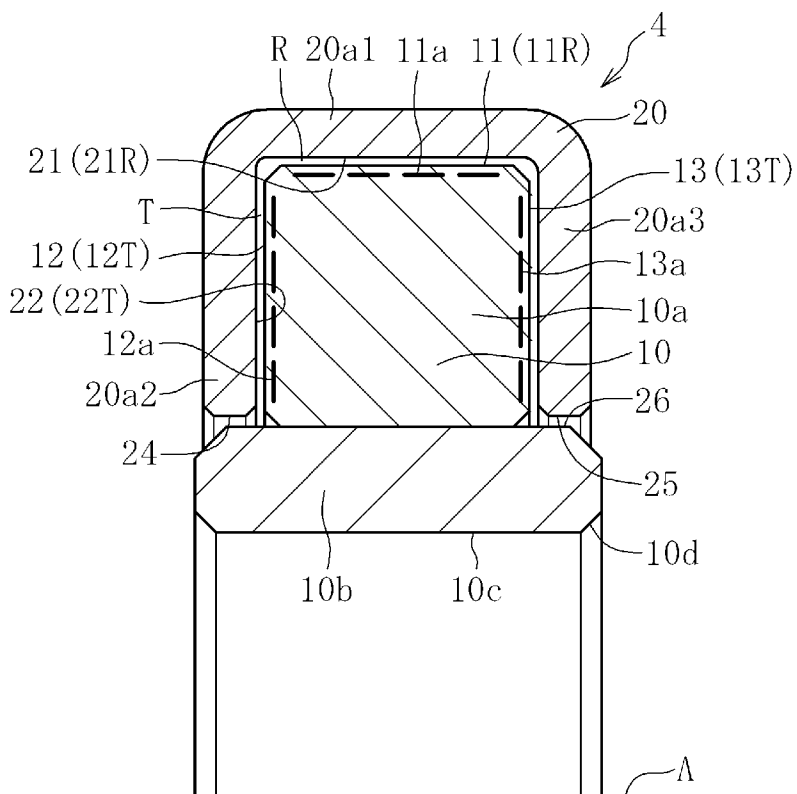
[図10]



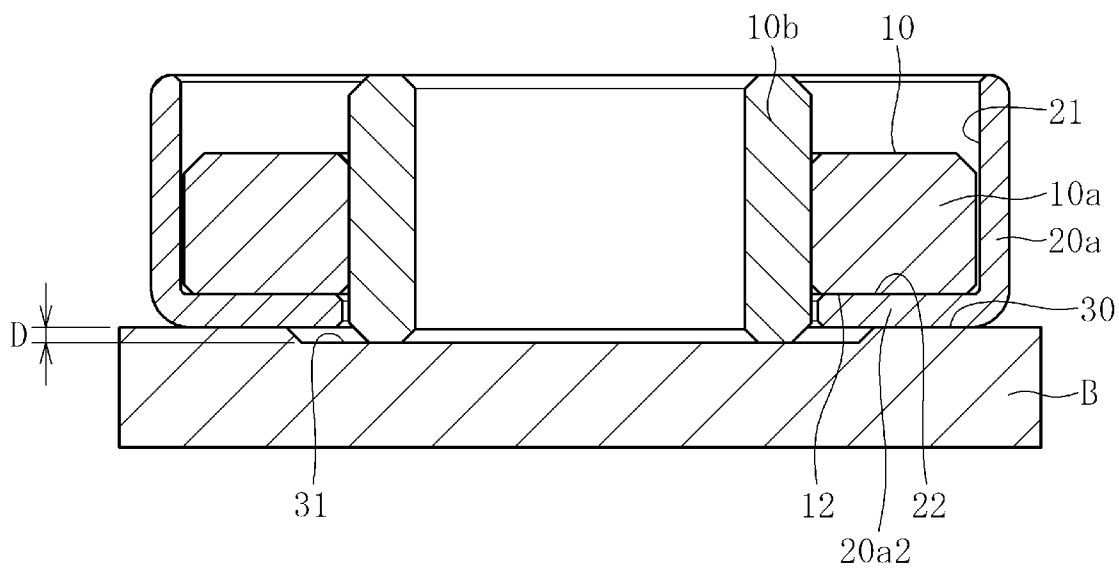
[図11a]



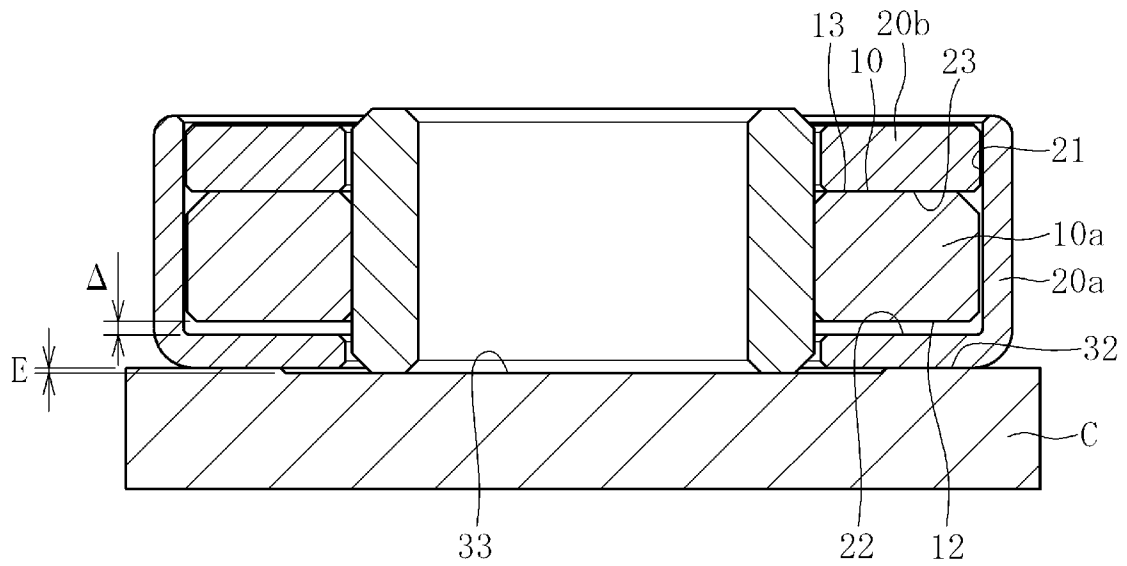
[図11b]



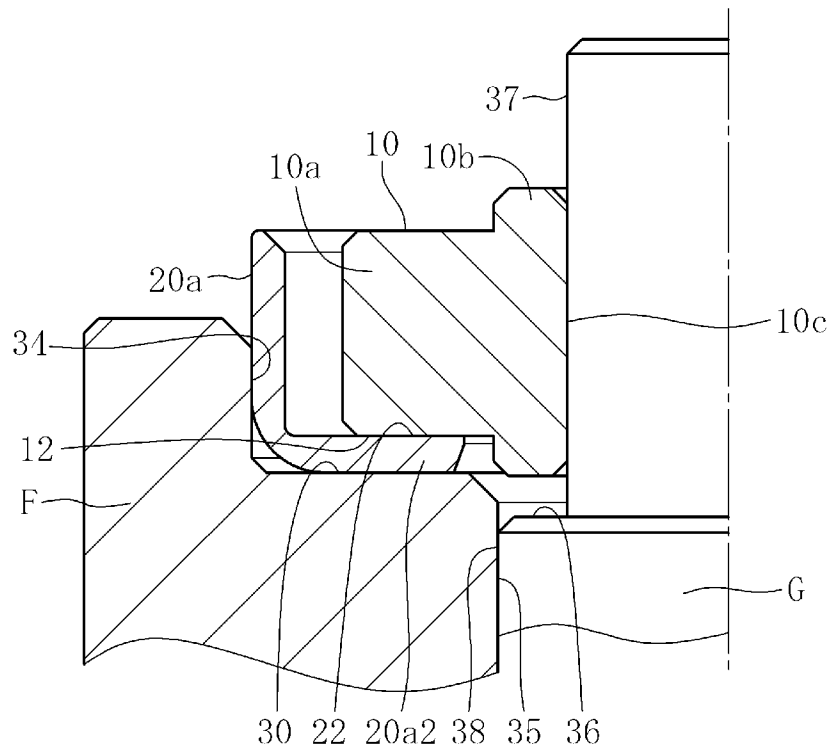
[図12a]



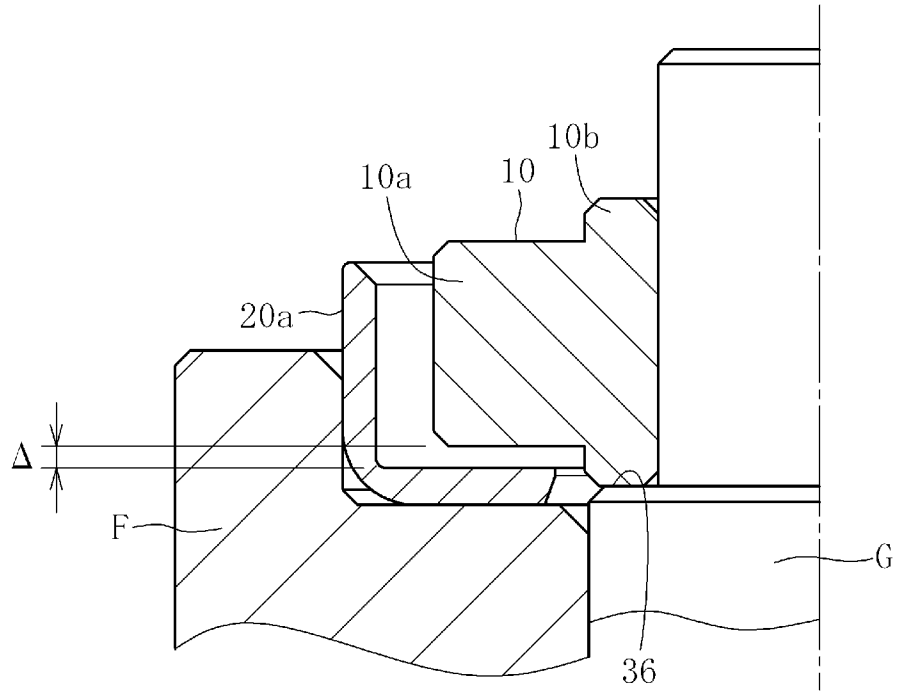
[図12b]



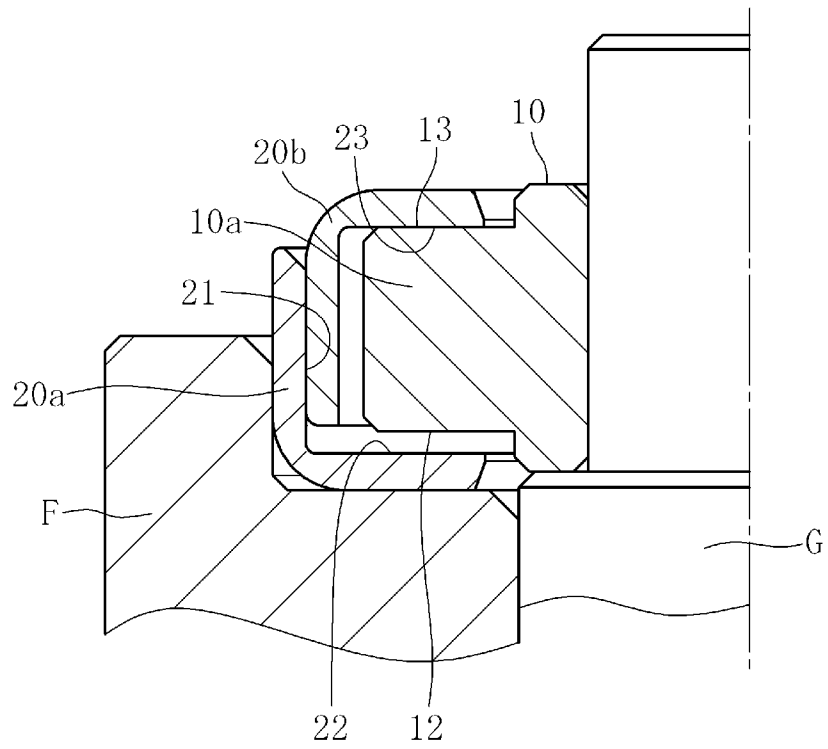
[図13]



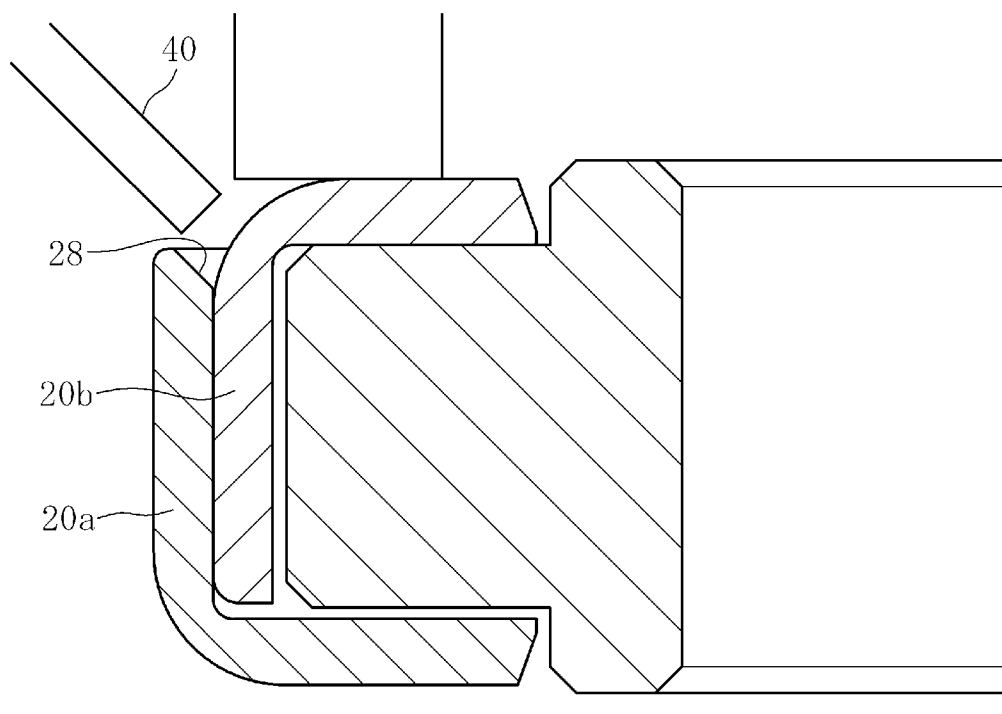
[図14]



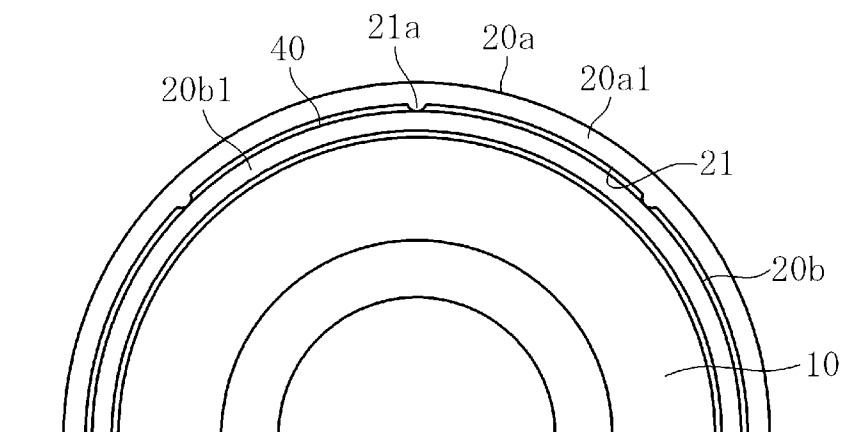
[図15]



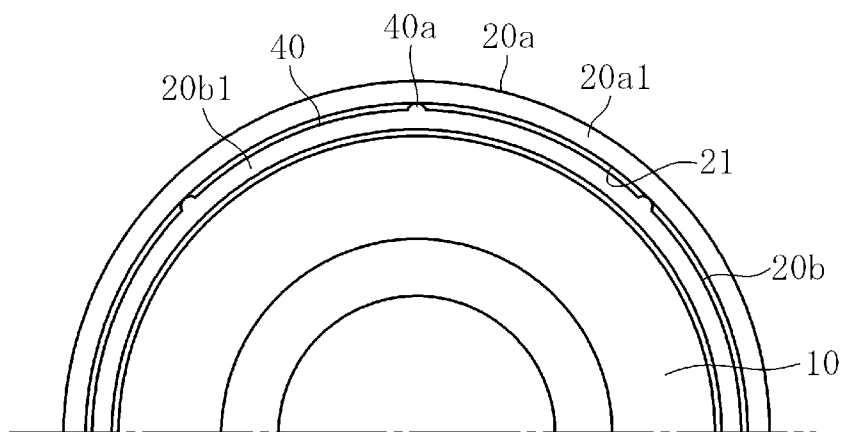
[図16]



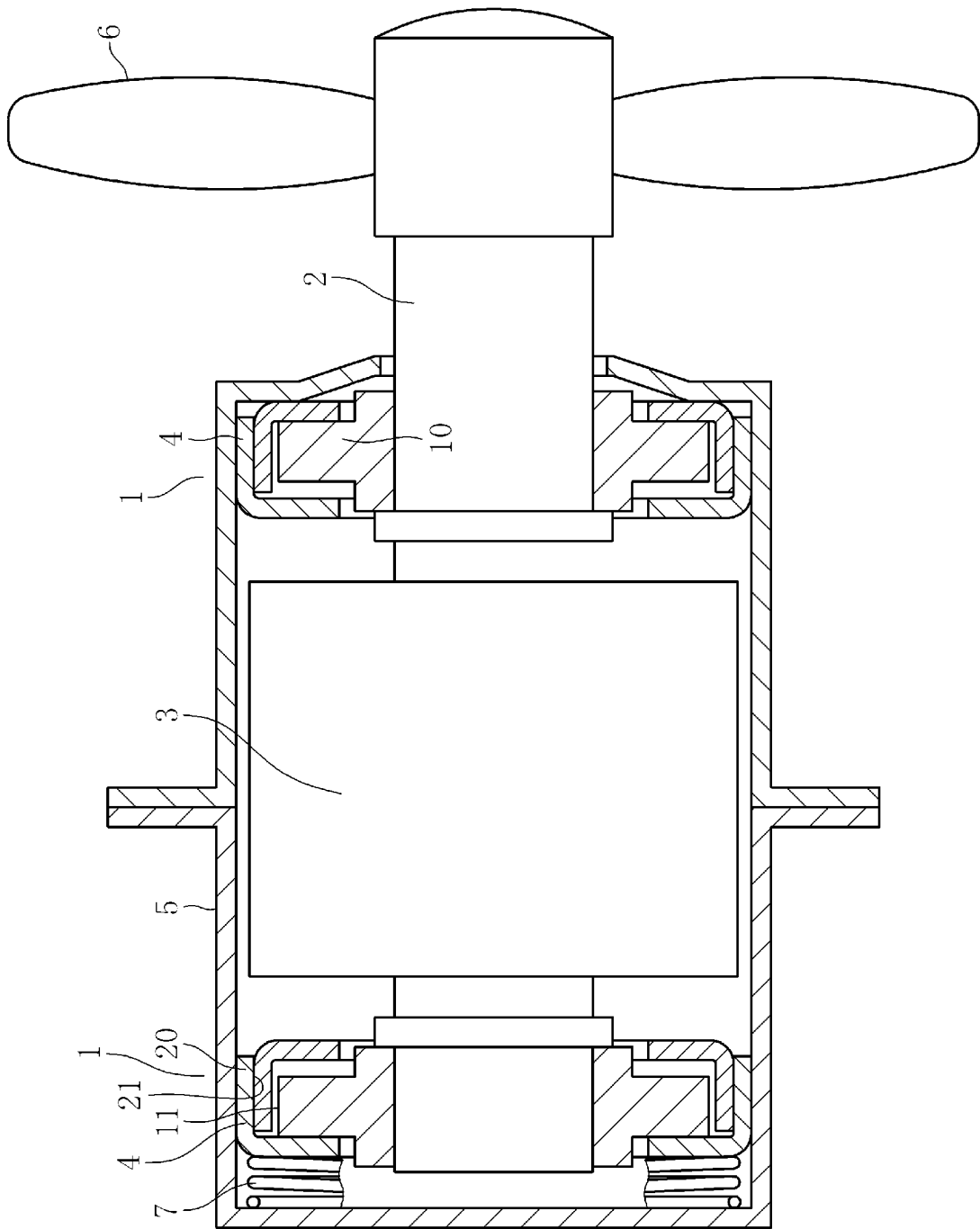
[図17a]



[図17b]

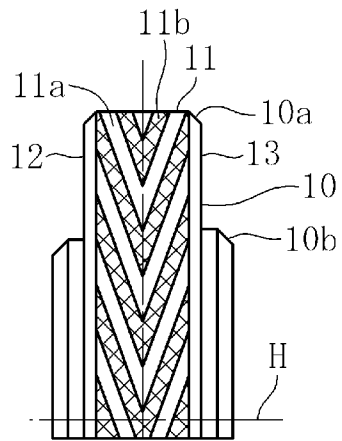


[図18]

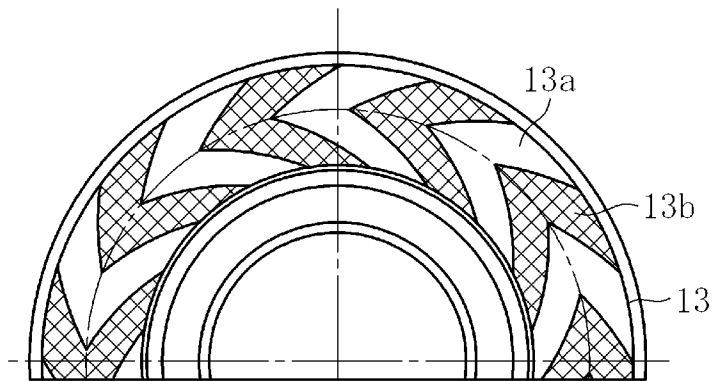




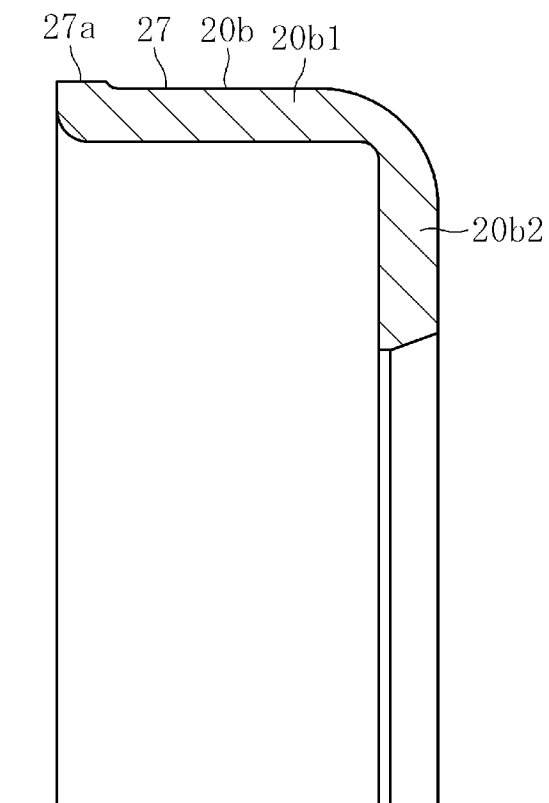
[図20b]



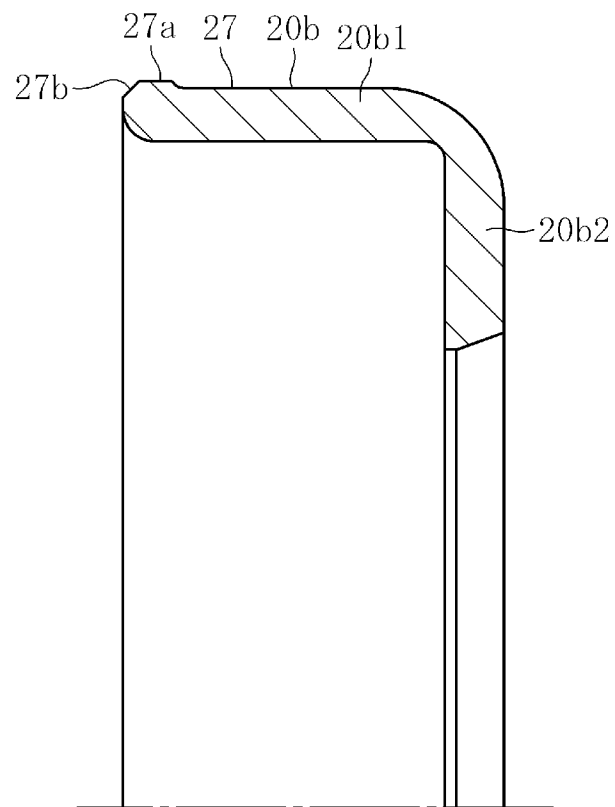
[図20c]



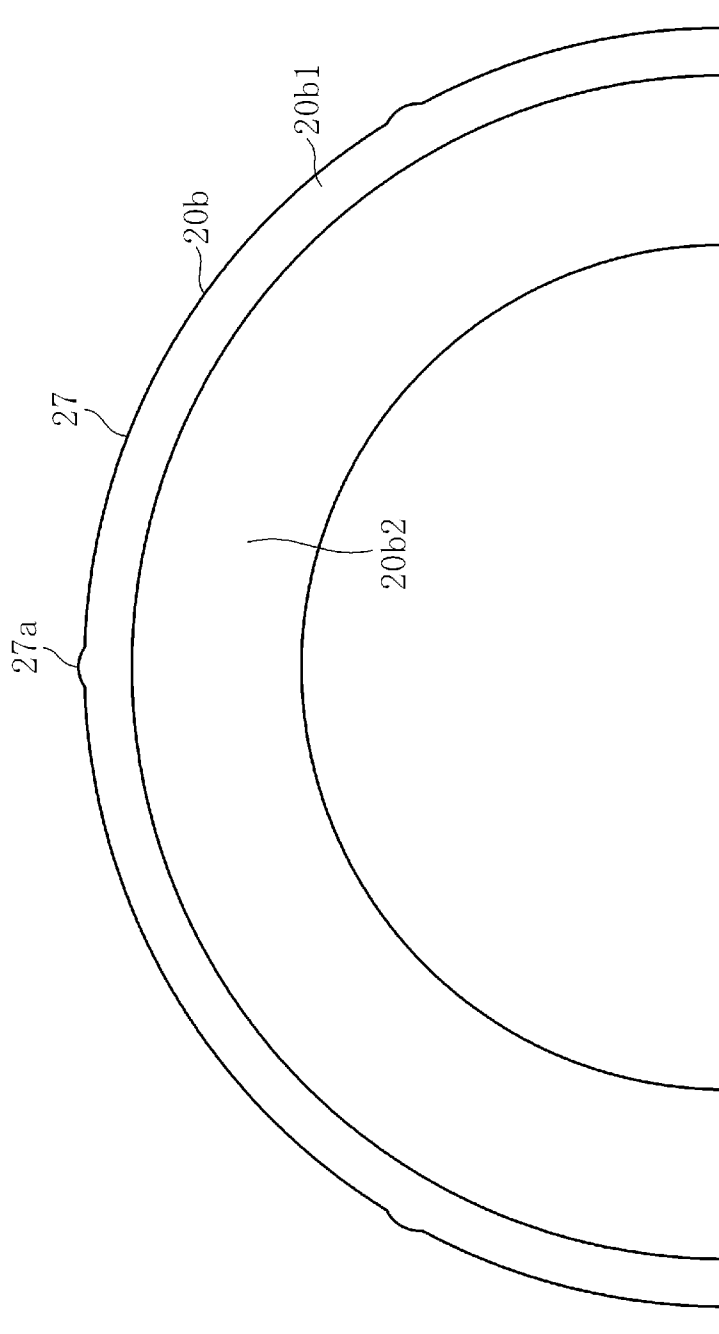
[図21a]



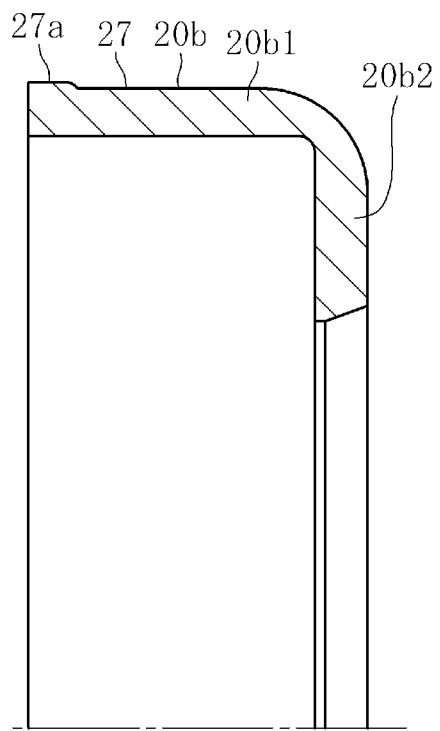
[図21b]



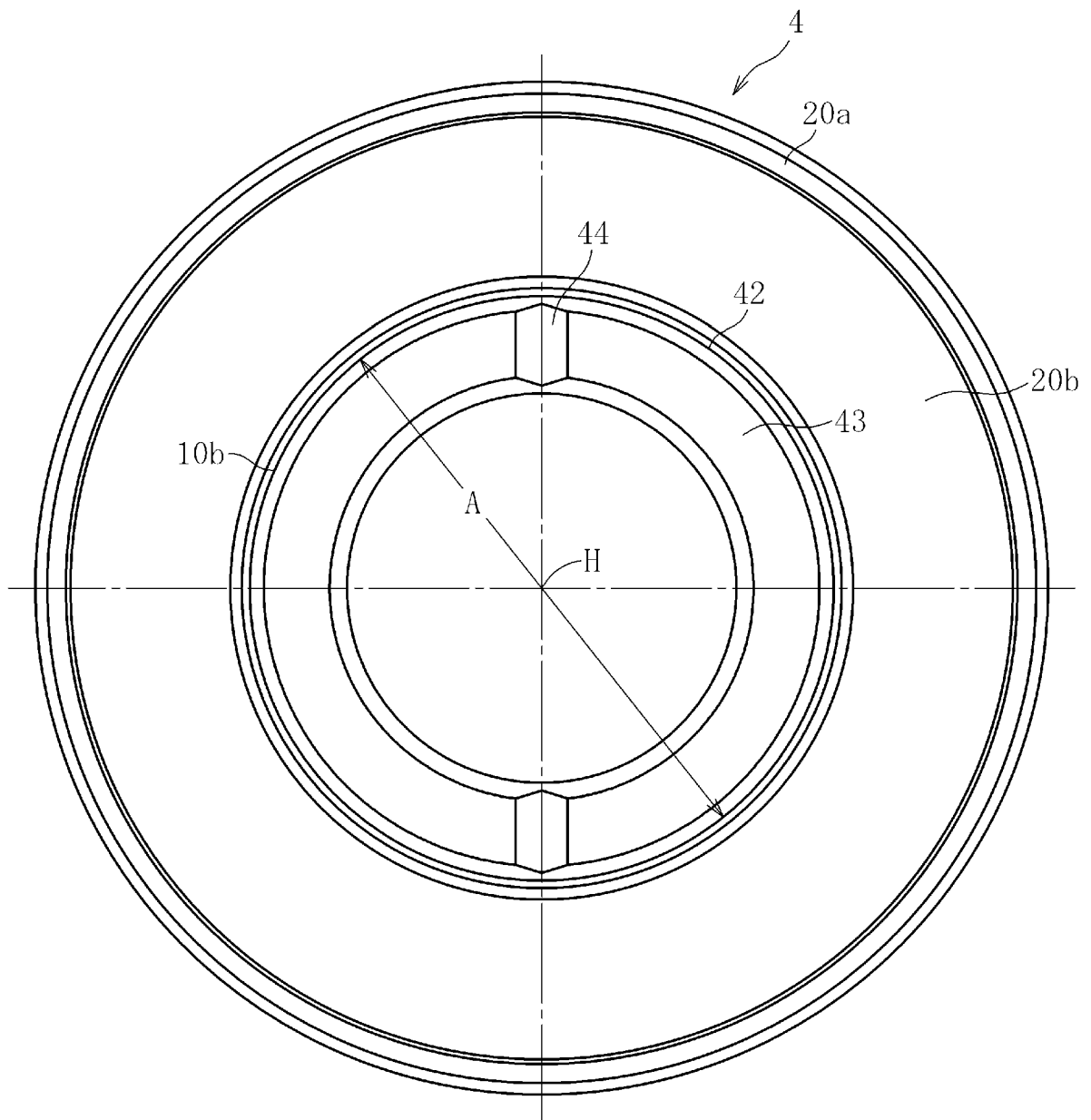
[ 22a]



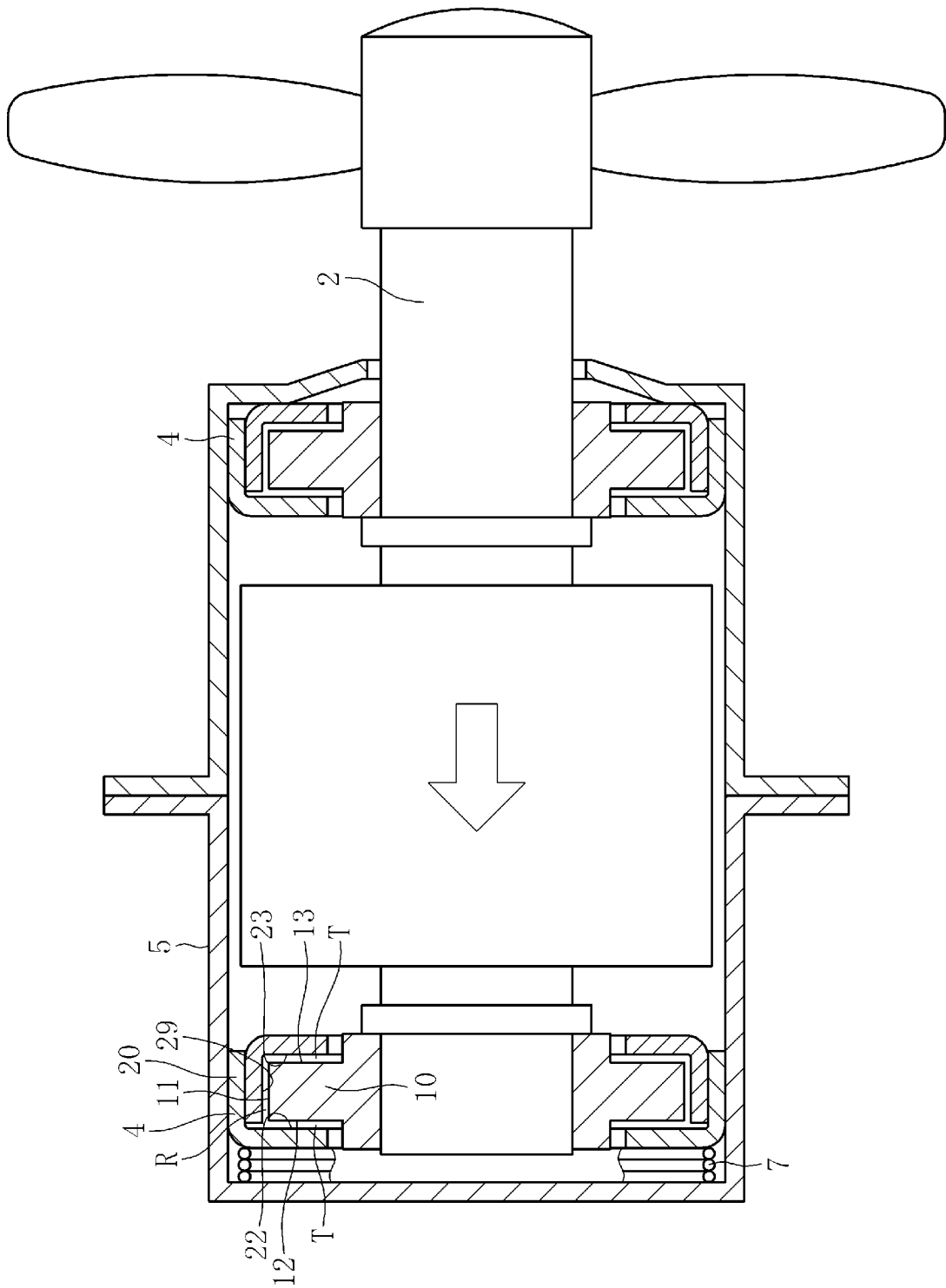
[図22b]



[図23]

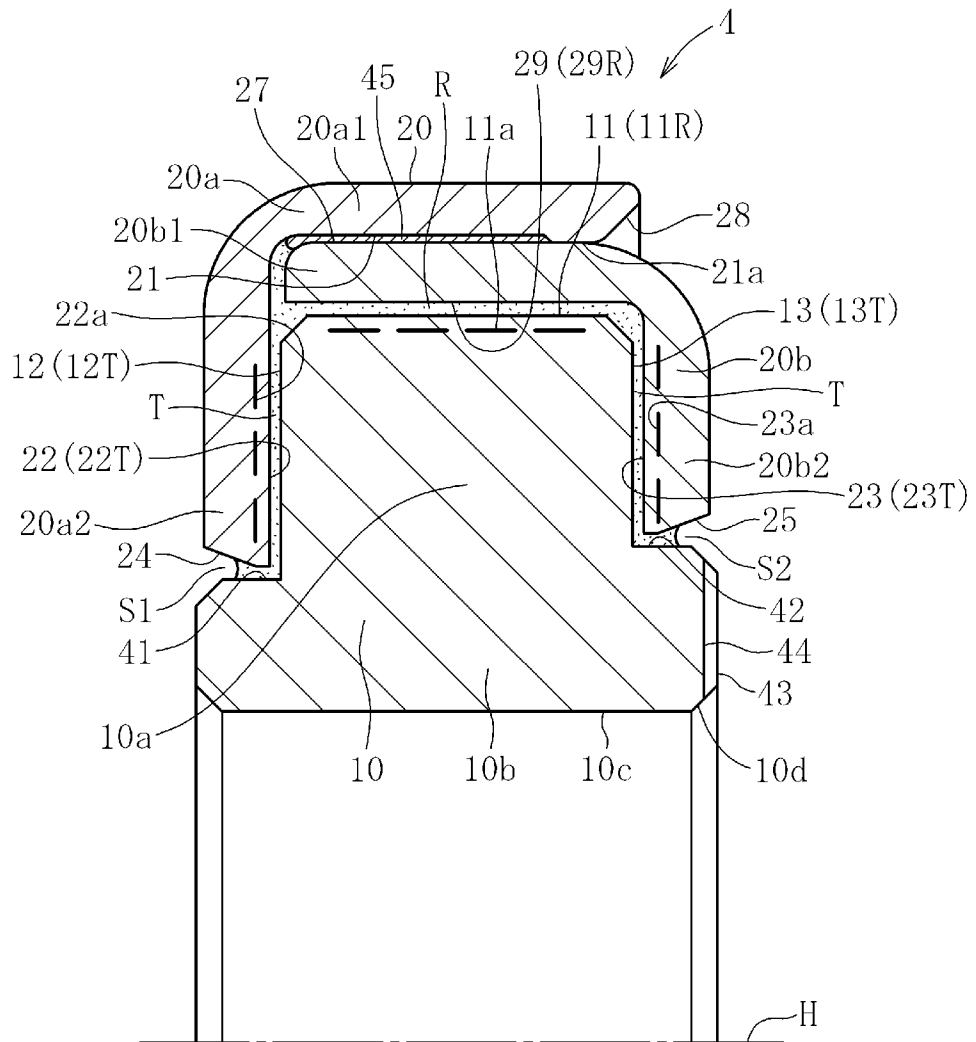


[図24]

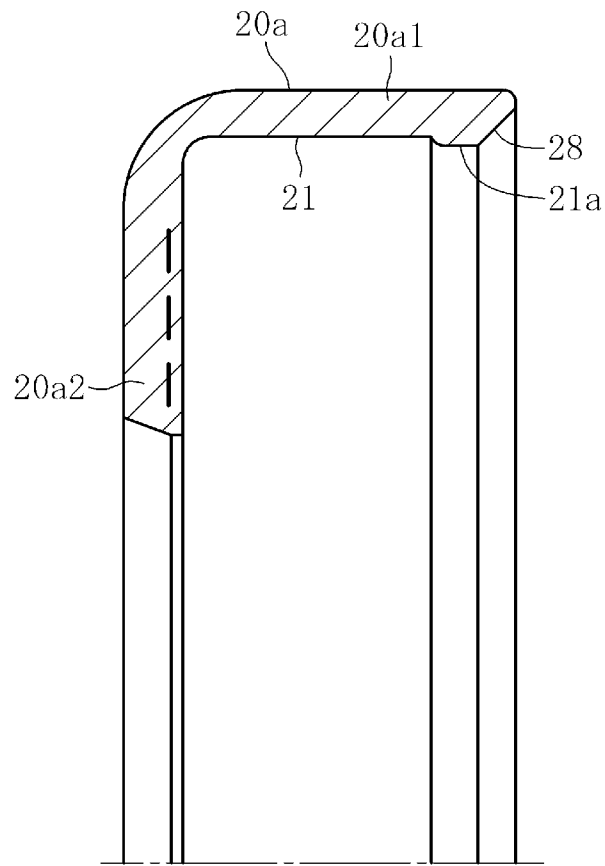




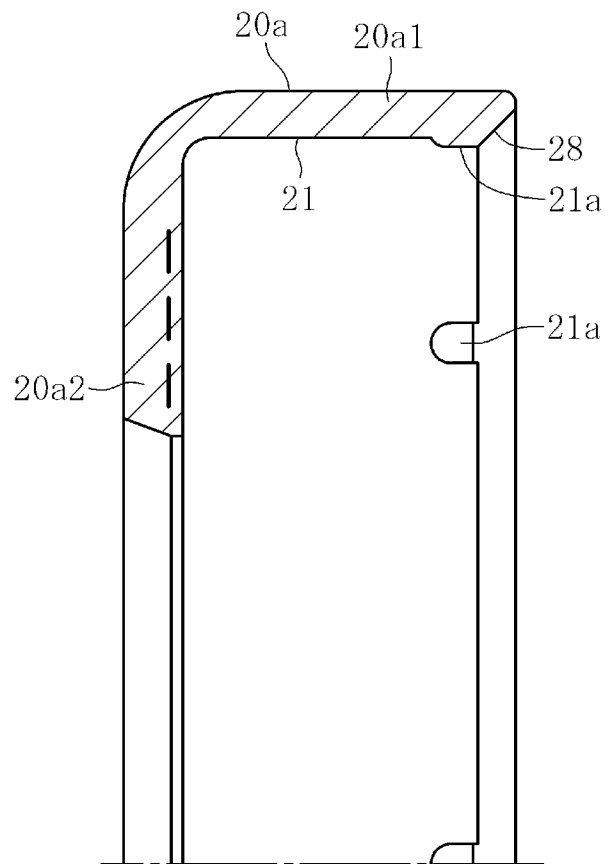
[図26]



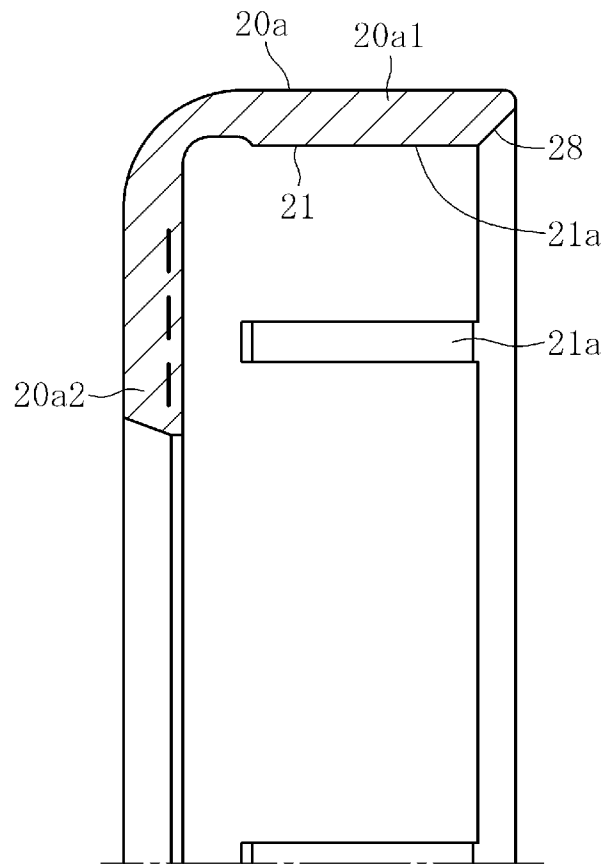
[図27a]



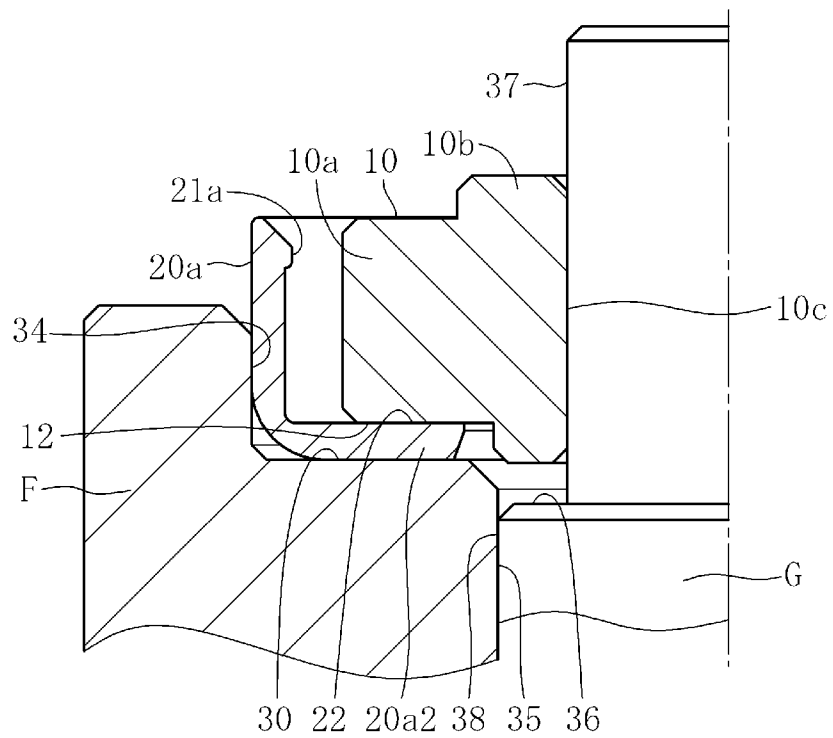
[図27b]



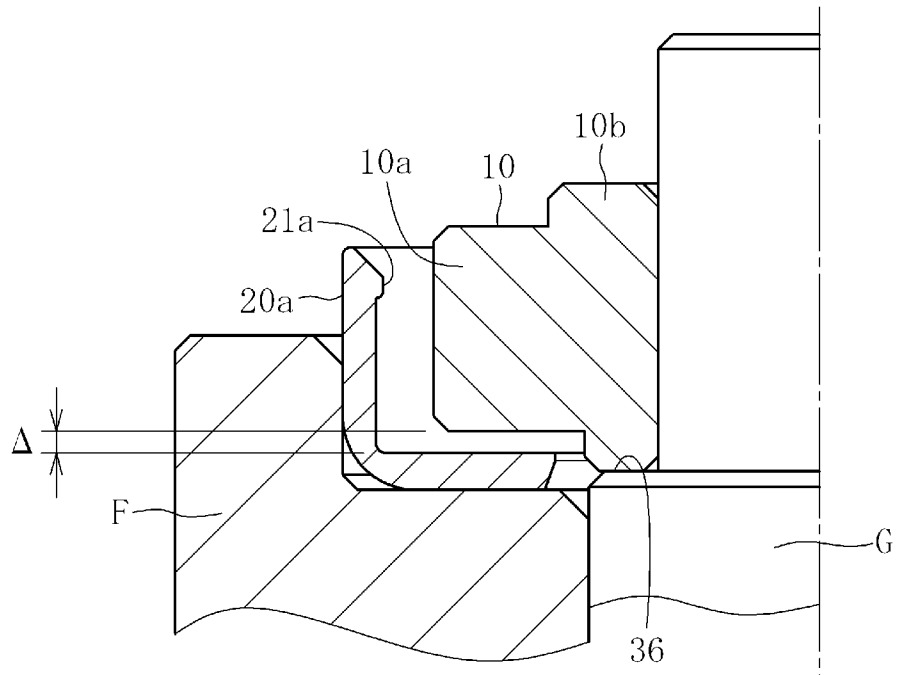
[図27c]



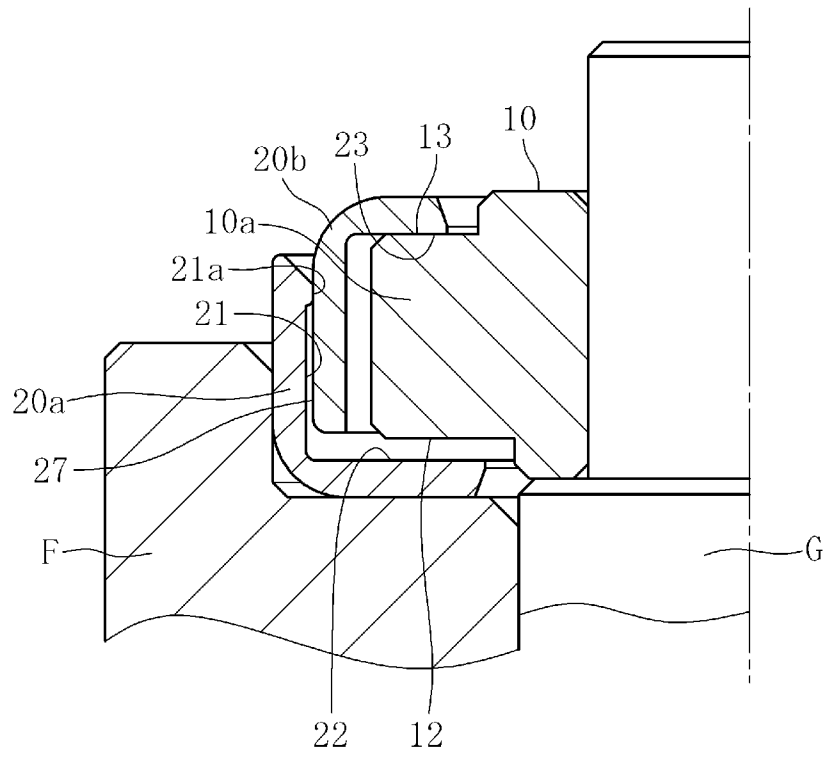
[図28]



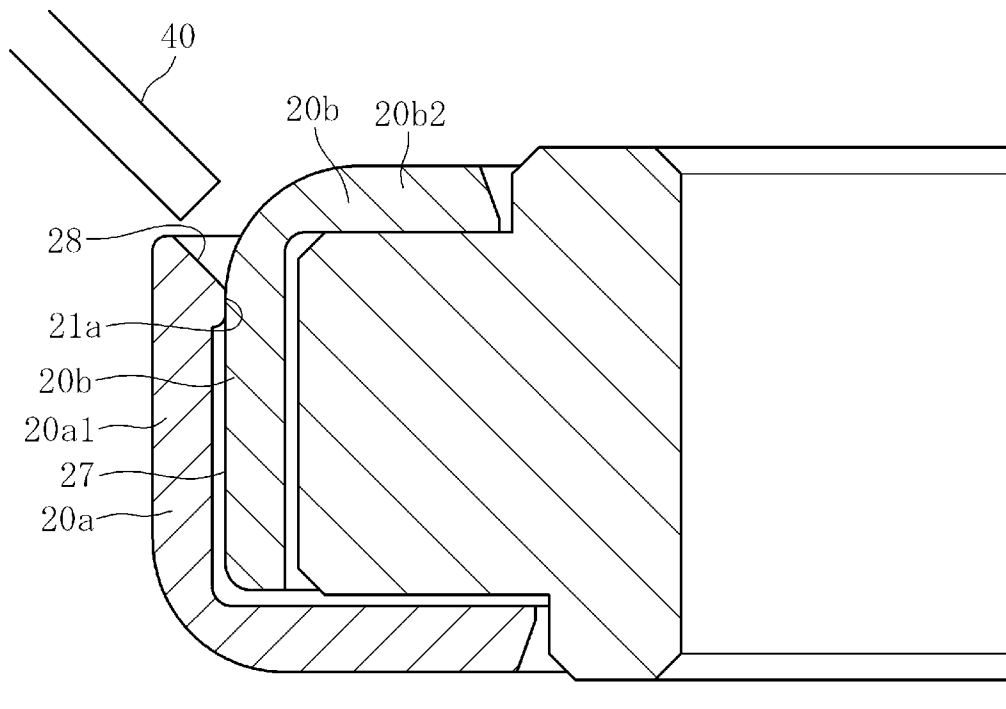
[図29]



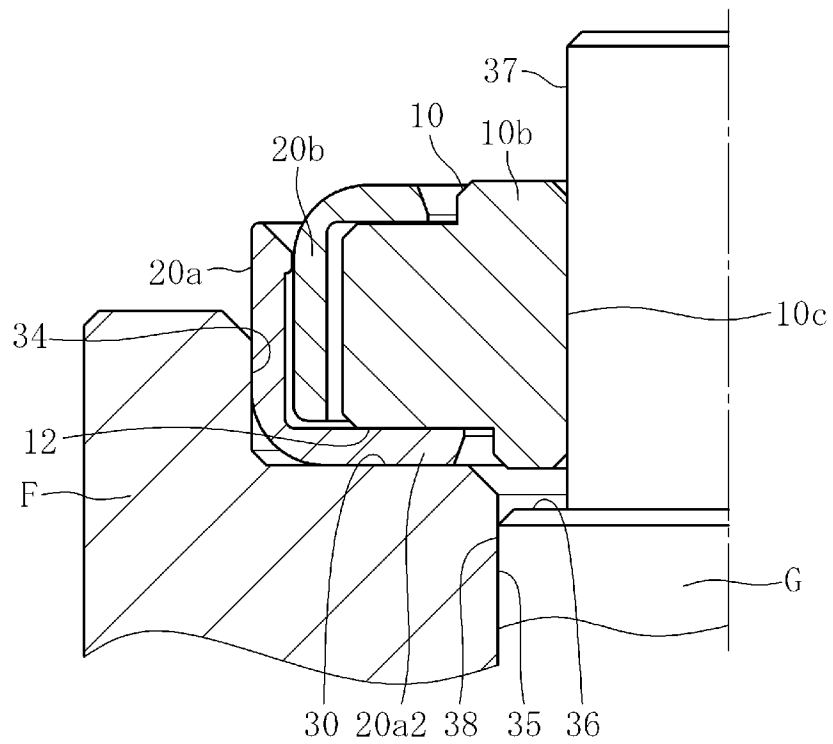
[図30]



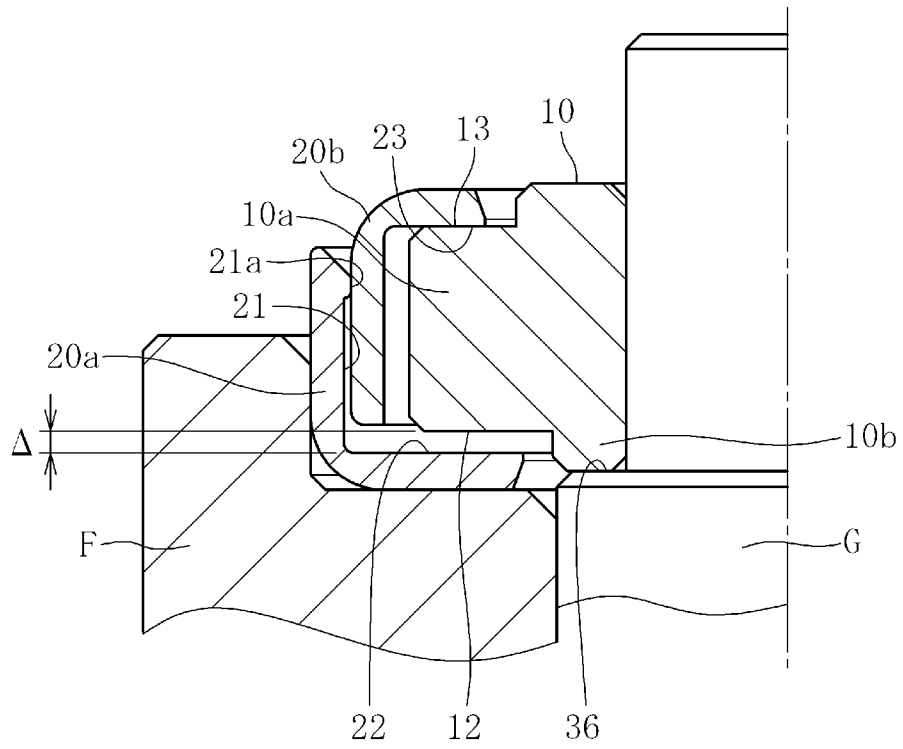
[図31]



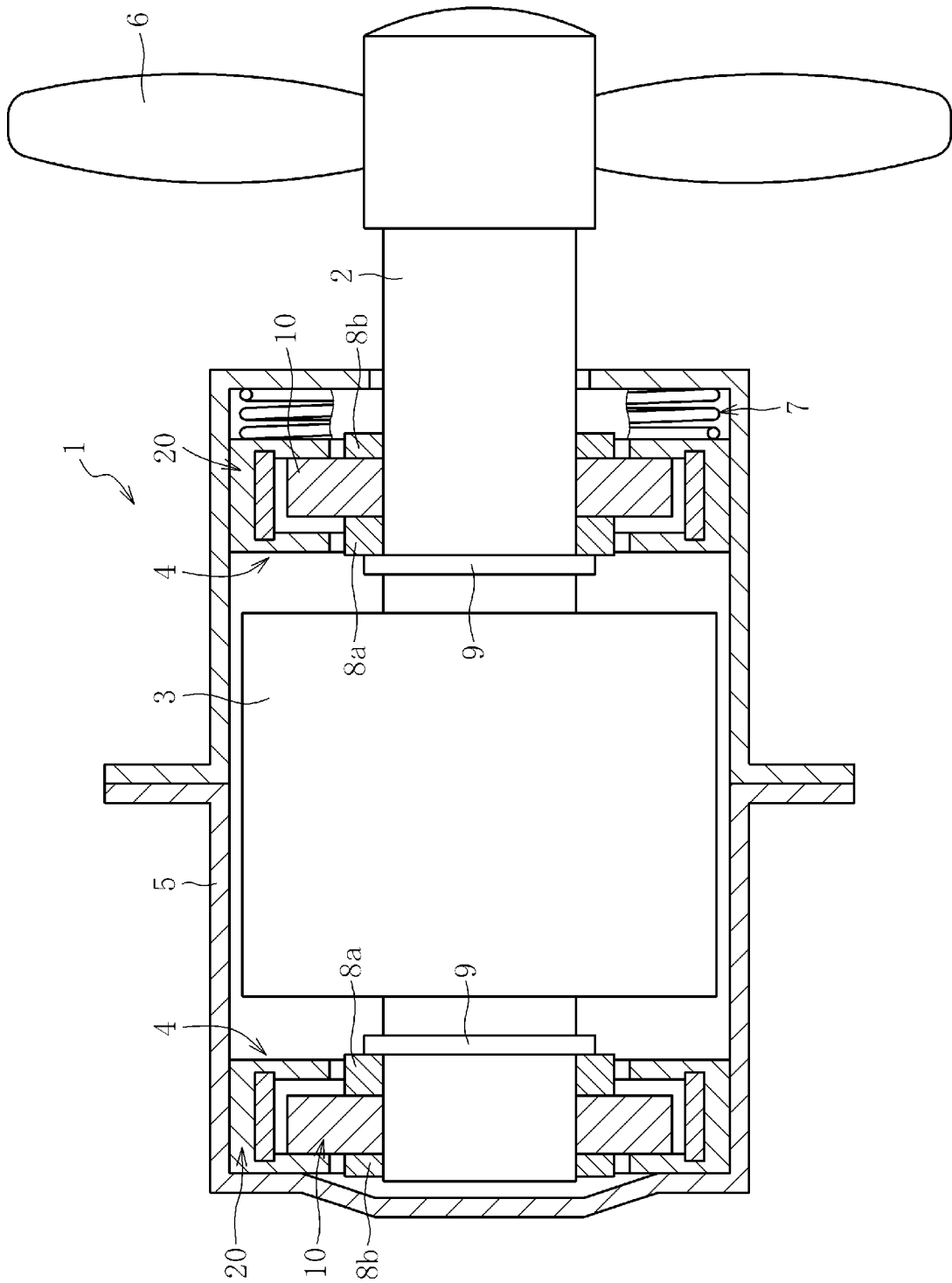
[図32]



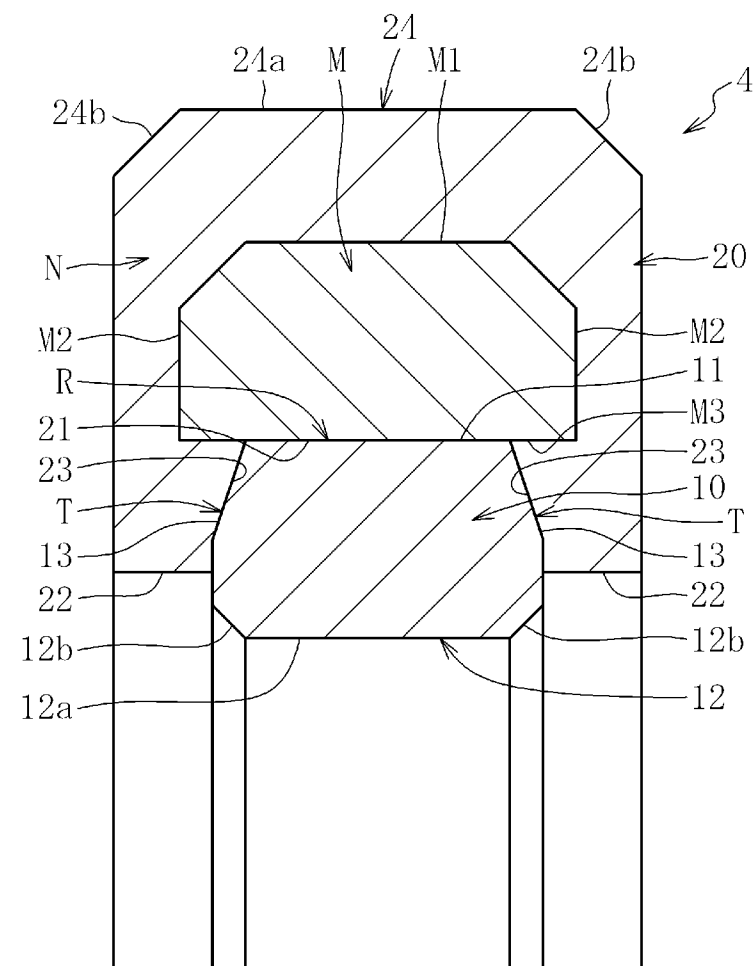
[図33]



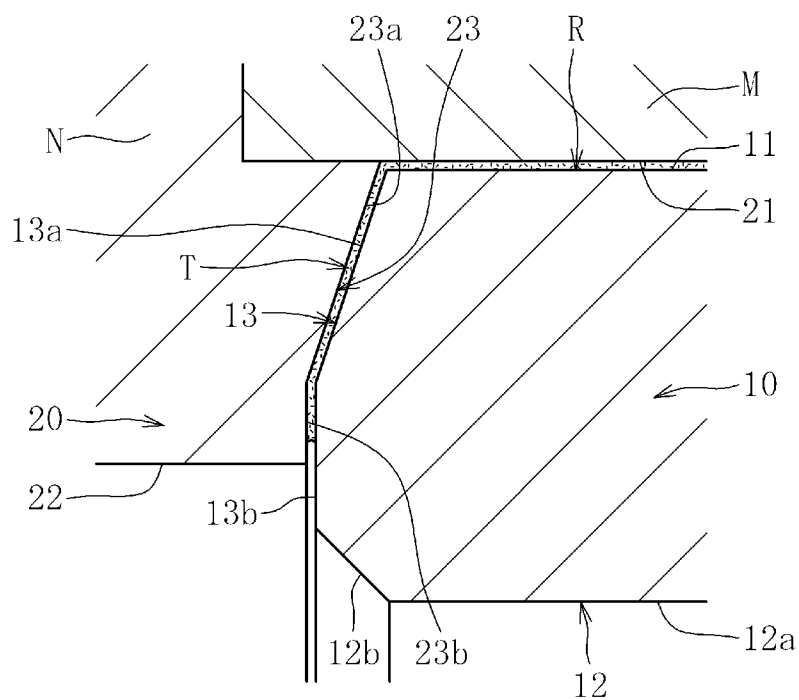
[図34]



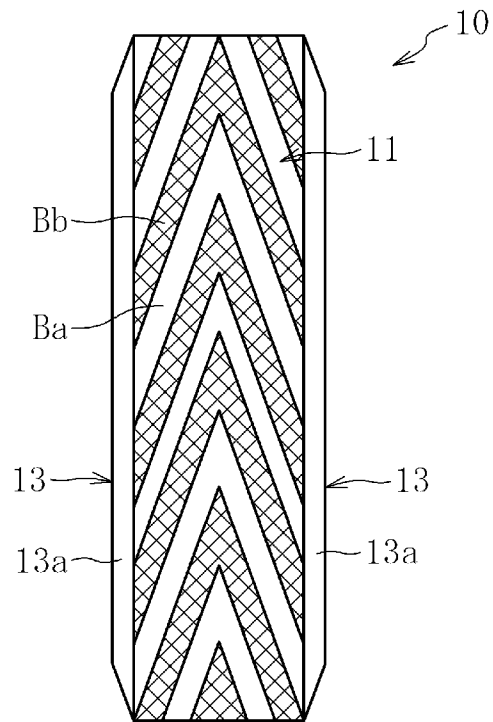
[圖35]



[圖36]

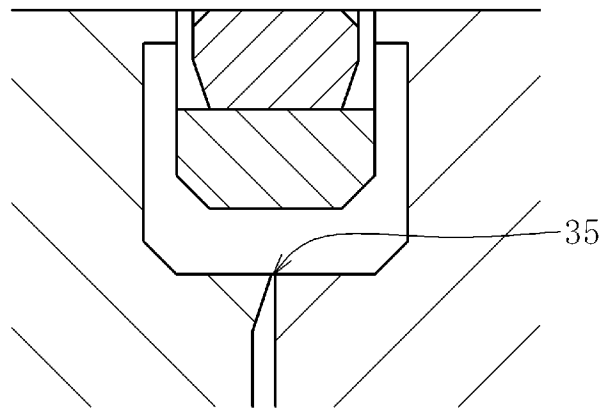
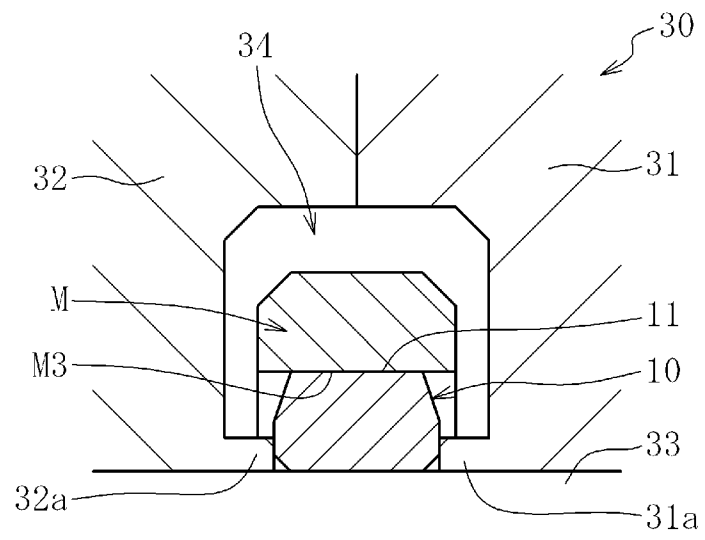


[図37]

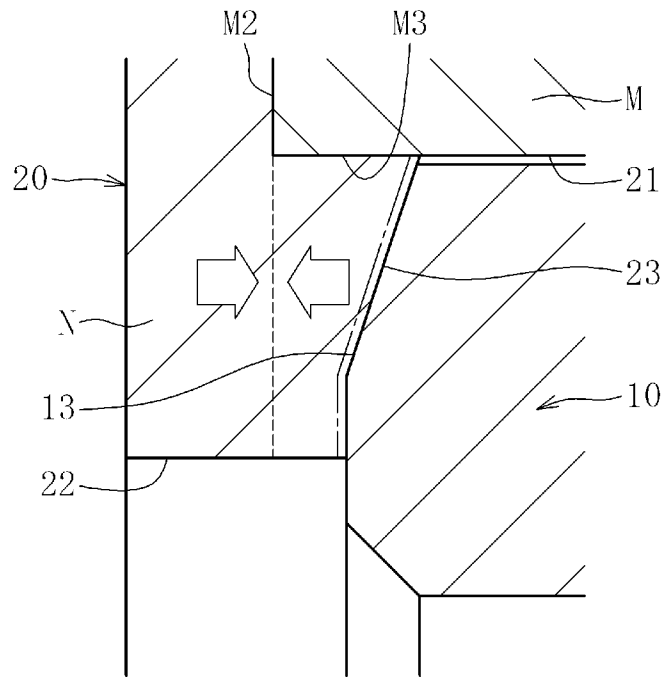




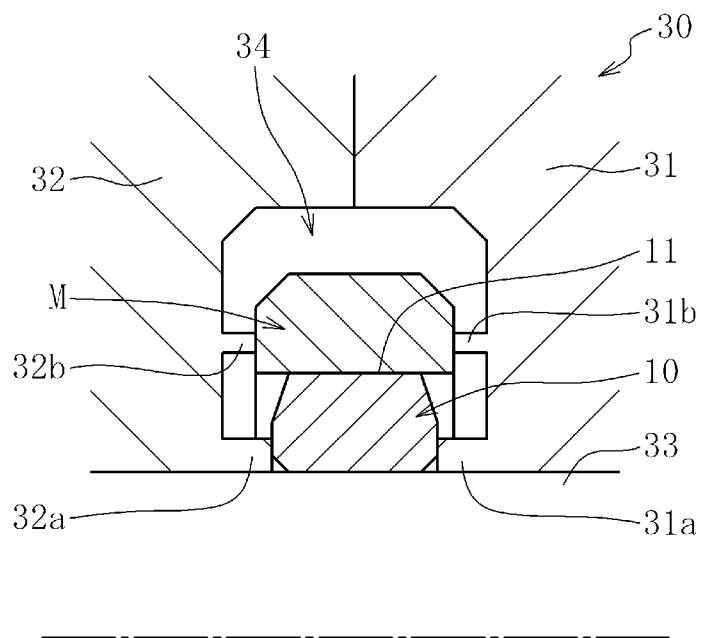
[図39]



[図40]

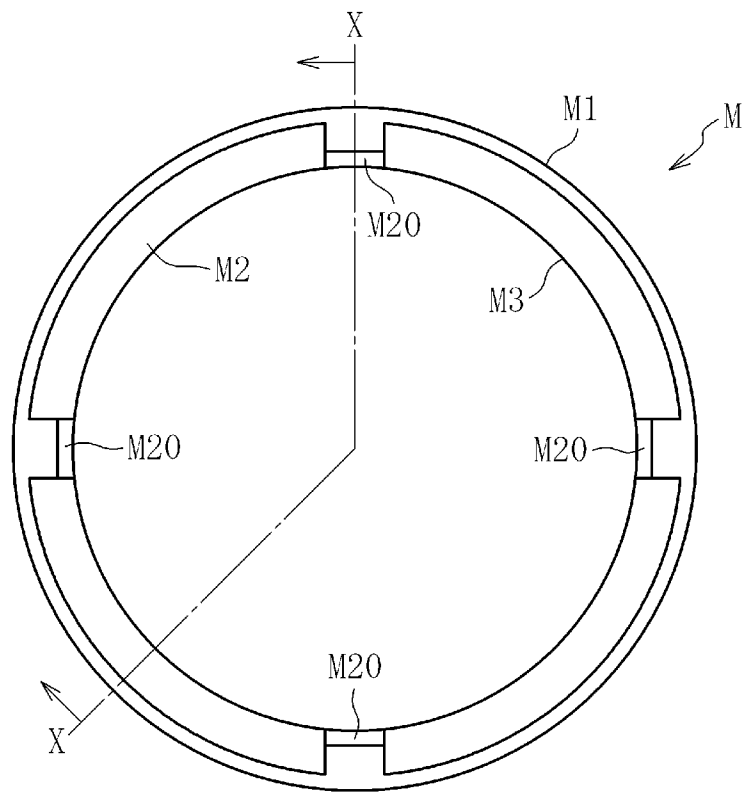


[図41]

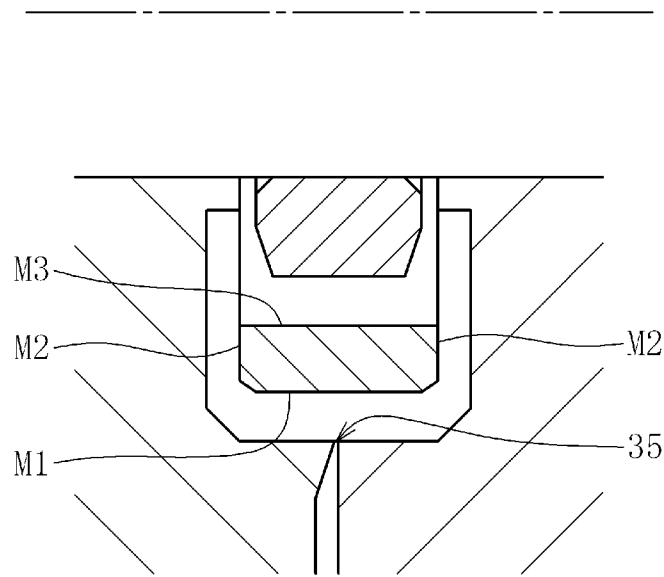
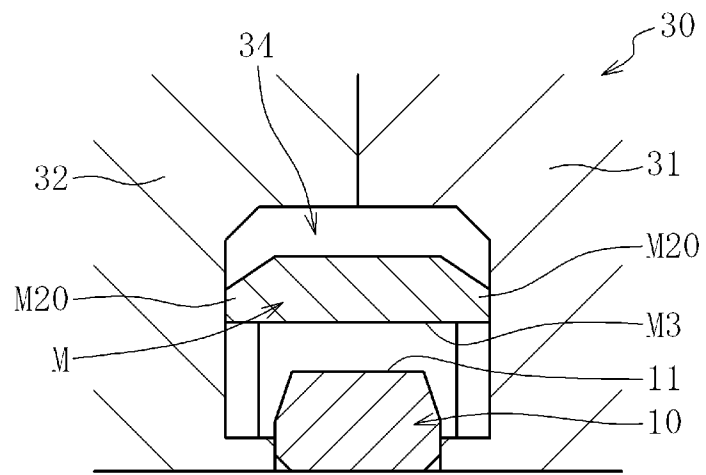




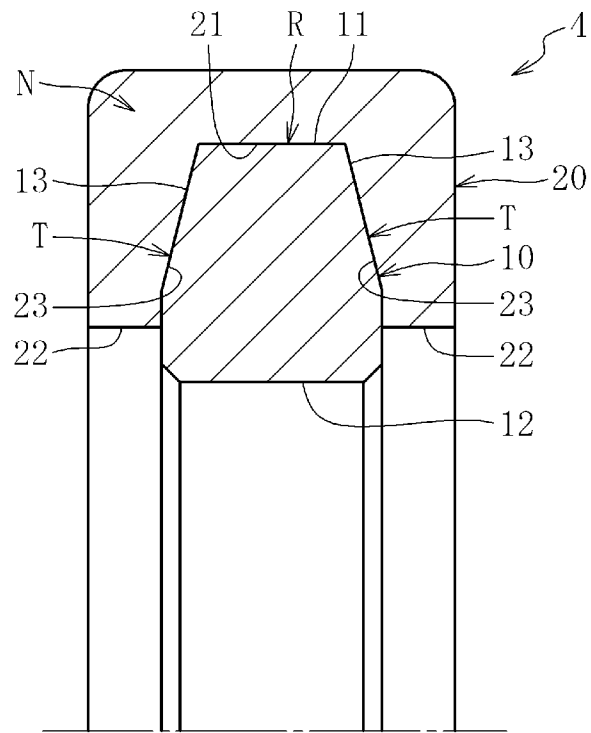
[図44]



[図45]



[図46]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/057631

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*F16C17/10* (2006.01) i, *F16C33/10* (2006.01) i, *F16C33/14* (2006.01) i, *H02K7/08* (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

*F16C17/10*, *F16C33/10*, *F16C33/14*, *H02K7/08*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
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.
X Y	JP 2007-51717 A (NTN Corp.), 01 March 2007 (01.03.2007), paragraphs [0015] to [0031]; fig. 2 (Family: none)	1-6, 11 7-10, 12-16
X Y	JP 2009-8160 A (NIDEC Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), paragraphs [0056] to [0057]; fig. 28 to 31 & WO 2009/001960 A1	17, 20-21 7-10, 12-16
X Y	JP 2008-267531 A (NTN Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0035] to [0041]; fig. 2 to 6 & US 2010/0132197 A1 & WO 2008/132908 A1	17, 20-21 7-10, 12-16

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  
20 June, 2011 (20.06.11)

Date of mailing of the international search report  
28 June, 2011 (28.06.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057631

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 2004-108550 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 08 April 2004 (08.04.2004), paragraph [0034] (Family: none)	10,12-16
Y	JP 2006-189081 A (NTN Corp.), 20 July 2006 (20.07.2006), paragraph [0029] & US 2009/0142010 A1 & WO 2006/073090 A1	13-16
Y	JP 2004-353871 A (NTN Corp.), 16 December 2004 (16.12.2004), paragraph [0050] & US 5941646 A & GB 2320743 A & DE 19757391 A1 & JP 10-325416 A & JP 2002-168239 A & JP 2004-332939 A & JP 2004-353870 A	14-16
Y	JP 2007-162950 A (NTN Corp.), 28 June 2007 (28.06.2007), paragraph [0044] & US 2003/0091249 A1 & US 2008/0107368 A1 & US 2008/0187258 A1 & US 2008/0212906 A1 & US 2006/0120643 A1 & US 2007/0230843 A1 & JP 2003-307212 A & JP 2004-316927 A & JP 2004-316928 A & JP 2004-316929 A & JP 2007-100963 A	15-16
Y	JP 10-311331 A (Matsushita Seiko Co., Ltd.), 24 November 1998 (24.11.1998), paragraphs [0012] to [0013]; fig. 2 (Family: none)	16
A	JP 2007-24089 A (NTN Corp.), 01 February 2007 (01.02.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2001-132738 A (Seiko Instruments Inc.), 18 May 2001 (18.05.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2008-190711 A (NTN Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), entire text; all drawings (Family: none)	17-21
A	JP 2008-298235 A (NTN Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	17-21

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/057631

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
See extra sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/057631

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Document 1 (JP 2007-51717 A (NTN Corp.), 01 March 2007 (01.03.2007), paragraphs [0015] to [0031]; fig. 2) discloses a fluid dynamic pressure bearing device in which an outer member has a member that is formed by the presswork of a plate material, wherein a radial bearing surface and at least a thrust bearing surface on one side thereof are formed by the presswork, and a part in which at least a radial bearing surface and a thrust bearing surface of an inner member are formed consists of sintered metal.

Therefore, the invention of claim 1 is not novel in relation to the invention disclosed in document 1, and does not have a special technical feature.

Consequently, the claims involve the following two inventions (group).

Note that the invention of claim 1 not having the special technical feature is classified into Invention 1.

(Invention 1) the inventions of claims 1-16: a fluid dynamic pressure bearing device in which an outer member has a member that is formed by the presswork of a plate material, wherein a radial bearing surface and at least a thrust bearing surface on one side thereof are formed by the presswork, and a part in which at least a radial bearing surface and thrust bearing surfaces of an inner member are formed consists of sintered metal.

(Invention 2) the inventions of claims 17-21: an assembling method for a fluid dynamic pressure bearing device, by which one thrust bearing surface of the inner member is abutted on the thrust bearing surface of the first outer member, the inner member is then separated from the first outer member by the total amount of thrust bearing clearances, and the second outer member is pushed into the first outer member until the thrust bearing surface of the second outer member is abutted on the other thrust bearing surface of the inner member in the separated state.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C17/10(2006.01)i, F16C33/10(2006.01)i, F16C33/14(2006.01)i, H02K7/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C17/10, F16C33/10, F16C33/14, H02K7/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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
X Y	JP 2007-51717 A (NTN株式会社) 2007.03.01, 段落【0015】 - 【0031】, 図2 (ファミリーなし)	1-6, 11 7-10, 12-16
X Y	JP 2009-8160 A (日本電産株式会社) 2009.01.15, 段落【0056】 - 【0057】, 図28-31 & WO 2009/001960 A1	17, 20-21 7-10, 12-16
X Y	JP 2008-267531 A (NTN株式会社) 2008.11.06, 段落【0035】 - 【0041】, 図2-6 & US 2010/0132197 A1 & WO 2008/132908 A1	17, 20-21 7-10, 12-16

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

20.06.2011

国際調査報告の発送日

28.06.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 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)

小川 克久

3 J

3931

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

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 2004-108550 A (光洋精工株式会社) 2004. 04. 08, 段落【0034】 (ファミリーなし)	10, 12-16
Y	JP 2006-189081 A (NTN株式会社) 2006. 07. 20, 段落【0029】 & US 2009/0142010 A1 & WO 2006/073090 A1	13-16
Y	JP 2004-353871 A (NTN株式会社) 2004. 12. 16, 段落【0050】 & US 5941646 A & GB 2320743 A & DE 19757391 A1 & JP 10-325416 A & JP 2002-168239 A & JP 2004-332939 A & JP 2004-353870 A	14-16
Y	JP 2007-162950 A (NTN株式会社) 2007. 06. 28, 段落【0044】 & US 2003/0091249 A1 & US 2008/0107368 A1 & US 2008/0187258 A1 & US 2008/0212906 A1 & US 2006/0120643 A1 & US 2007/0230843 A1 & JP 2003-307212 A & JP 2004-316927 A & JP 2004-316928 A & JP 2004-316929 A & JP 2007-100963 A	15-16
Y	JP 10-311331 A (松下精工株式会社) 1998. 11. 24, 段落【0012】 - 【0013】, 図2 (ファミリーなし)	16
A	JP 2007-24089 A (NTN株式会社) 2007. 02. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2001-132738 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 2001. 05. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2008-190711 A (NTN株式会社) 2008. 08. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	17-21
A	JP 2008-298235 A (NTN株式会社) 2008. 12. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	17-21

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。  
特別ページを参照。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

文献1 (JP 2007-51717 A (NTN株式会社) 2007.03.01, 段落【0015】 - 【0031】, 図2) には、外方部材が板材のプレス加工により成形された部材を有し、このプレス加工によりラジアル軸受面と少なくとも片側のスラスト軸受面が形成されていると共に、内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなる流体動圧軸受装置が記載されている。

したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

よって、請求の範囲には、以下に示す2の発明(群)が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1-16に係る発明: 外方部材が板材のプレス加工により成形された部材を有し、このプレス加工によりラジアル軸受面と少なくとも片側のスラスト軸受面が形成されていると共に、内方部材の少なくともラジアル軸受面とスラスト軸受面を形成する部分が焼結金属からなる流体動圧軸受装置

(発明2) 請求項17-21に係る発明: 第1外方部材のスラスト軸受面に内方部材の一方のスラスト軸受面を当接させた後、内方部材を第1外方部材からスラスト軸受隙間の合計量だけ離隔させ、その状態で、内方部材の他方のスラスト軸受面に第2外方部材のスラスト軸受面が当接するまで、第2外方部材を第1外方部材に押し込む流体動圧軸受装置の組み立て方法