

(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
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/117792 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 27/02 (2006.01) *F02B 39/00* (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01) *F02C 7/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052123
- (22) 国際出願日: 2012 年 1 月 31 日(31.01.2012)
- (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 2011-041844 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP
特願 2011-041846 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): N T N 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): 原田 和慶 (HARADA Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒5110811 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 N T N 株式会社内 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 3 0 6 6 N T N 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 3 0 6 6 N T N 株式会社

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 N T N 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 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

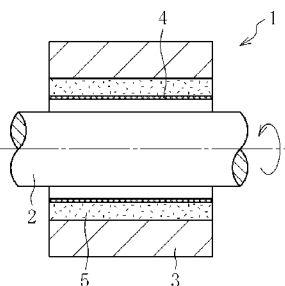
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

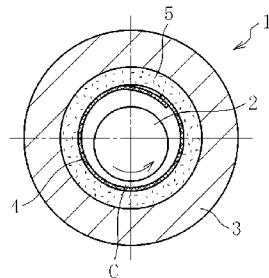
(54) Title: FOIL BEARING

(54) 発明の名称: フォイル軸受

【図1A】



【図1B】



(57) Abstract: A foil bearing (1) equipped with: a flexible cylindrical top foil (4), at the inner circumference of which is inserted a shaft member (2), with a radial bearing clearance (C) formed therebetween; a cylindrical support member (5) that is arranged at the outer periphery of the top foil (4) and elastically supports the top foil; and a cylindrical housing (3) at the inner circumference of which the top foil (4) and the support member (5) are housed. A porous cylindrical member is used as the support member (5).

(57) 要約: 可撓性を有し、内周に挿入した軸部材 2 との間にラジアル軸受隙間 C を形成する円筒状のトップフォイル 4 と、トップフォイル 4 の外径側に配置され、トップフォイルを弾力的に支持する円筒状の支持部材 5 と、トップフォイル 4 および支持部材 5 を内周に収容した円筒状のハウジング 3 とを備えるフォイル軸受 1 において、支持部材 5 として、多孔質体で円筒状に形成されたものを用いる。

WO 2012/117792 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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： フォイル軸受

技術分野

[0001] 本発明は、軸部材と、軸部材を内周に收容した円筒状の外方部材との間に、可撓性を有する薄板（薄膜）状のフォイルを介在させた、いわゆるフォイル軸受に関する。

背景技術

[0002] 従前、ガスタービンや過給機の主軸等、高温環境下で高速回転する軸を支持するための軸受として、油潤滑の転がり軸受の他、すべり軸受の一種である動圧軸受（流体動圧軸受）が使用されていた。特に、油循環用の補機を別途設けることが困難な場合、潤滑油のせん断抵抗が問題となる場合、および油による周辺環境の汚染が問題となる場合等には、潤滑流体として空気を用いる空気動圧軸受が好適に使用されていた。

[0003] 一般的な動圧軸受（空気動圧軸受）は、回転側と静止側の軸受面が双方共に剛体で構成される。この種の動圧軸受において、回転側と静止側の軸受面に形成されるラジアル軸受隙間の隙間幅管理が不十分であると、安定限界を超えた際にホワールと称される自励的な主軸の振れ回りが生じ易くなる。従って、一般的な動圧軸受において、所定の軸受性能を安定的に発揮させ、かつそれを維持するには、ラジアル軸受隙間の隙間幅を高精度に管理（常時適正範囲内に維持）する必要がある。しかしながら、上記したガスタービンや過給機の支持軸受には、例えば下記の特許文献１に開示されているように一般的に300℃程度以上の耐熱性が要求される。このように高温となる環境下で動圧軸受を使用する場合には、熱膨張の影響でラジアル軸受隙間の隙間幅が変動し易く、所望の軸受性能を安定的に維持するのが困難である。

[0004] そこで、フォイル軸受と称される軸受が開発され、実用されるに至っている。フォイル軸受は、可撓性を有する薄板（薄膜）状のフォイルで軸受面を構成し、この軸受面のたわみを許容することで荷重を支持するものであり、

例えば下記の特許文献 2, 3 に開示されている。同文献に開示されたフォイル軸受は、可撓性を有し、内周に挿入した軸部材との間に楔状のラジアル軸受隙間を形成するトップフォイルと、トップフォイルの外径側に配置され、トップフォイルを弾性的に支持する支持部材としてのバックフォイルと、トップフォイルおよびバックフォイルを内周に収容した円筒状の外方部材とを備える。このようなフォイル軸受において、軸部材が回転（偏芯回転）すると、軸部材の外周面とトップフォイルの内径面との間に楔状のラジアル軸受隙間が形成され、このラジアル軸受隙間に形成される流体膜（空気膜）で軸部材がラジアル方向に相対回転自在に支持される。そして、軸部材の回転中には、ラジアル軸受隙間における圧力分布の変動に応じてトップフォイルおよびバックフォイルが変形することにより、ラジアル軸受隙間の隙間幅が常時適正範囲内に維持される。また、トップフォイルおよびバックフォイルの変形に伴ってトップフォイルに作用する摩擦力が軸・軸受系の振動を抑制するため、フォイル軸受は安定性に優れるという特徴があり、一般的な空気動圧軸受と比較して高速での使用が可能である。

[0005] また、一般的な動圧軸受において、ラジアル軸受隙間の隙間幅は、軸径の $1/1000$ 程度のオーダーで管理する必要があることから、例えば軸径が数 mm 程度の軸を支持する動圧軸受においては、ラジアル軸受隙間の隙間幅を数 μm 程度に管理する必要がある。従って、製造時の公差、さらには熱膨張量まで考慮すると、一般的な動圧軸受においてラジアル軸受隙間の隙間幅管理を厳密に行うことは極めて困難であると言わざるを得ない。これに対してフォイル軸受の場合には、ラジアル軸受隙間を形成するトップフォイル自体が弾性変形するため、ラジアル軸受隙間の隙間幅を数十 μm 程度に管理すれば足りる。従って、フォイル軸受は、一般的な動圧軸受に比べ、製造や隙間幅管理を容易化することができるという利点もある。

[0006] なお、特許文献 2 のフォイル軸受は、矩形状の金属薄板を筒状に丸めてなるバックフォイルに複数設けた切り上げ部により、トップフォイルが弾性的に支持される構造となっている。また、特許文献 3 のフォイル軸受は、矩形

状の金属薄板を筒状に丸めてなるバックフォイルに複数設けた折り曲げ部により、トップフォイルが弾性的に支持される構造となっている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許 2 6 6 9 4 1 9 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 2 - 3 6 4 6 4 3 号公報

特許文献3：特開 2 0 0 9 - 2 9 9 7 4 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、以前より、大型店舗、病院、工場などの建造物には、必要電力（量）を安定的に確保するために、いわゆる自家発電機が設置される場合があった。特に近時においては、停電時や災害発生時の予備電源（非常用電源）として、さらには電力網未整備地域における発電機などとして、自家発電機の需要が高まりつつある。自家発電機には、一般にガスタービンが組み込まれている。また、燃費向上を目的としてエンジンを小型化（小排気量化）する一方で、ターボチャージャ等の過給機を搭載することで必要トルクの確保を図った自動車が開発され、かつこの種の自動車の需要が高まりつつある。しかしながら、前述の自家発電機や自動車等は総じて高価であることから、ガスタービンや過給機等に好適に組み込んで使用されるフォイル軸受のコスト低減を図ることが急務となっている。

[0009] このような実情に鑑み、本発明の主な目的は、所定の軸受性能を発揮し得るフォイル軸受を低コストに製作可能とすることにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記の目的を達成するために創案された第 1 発明は、可撓性を有し、内周に挿入した軸部材との間に楔状のラジアル軸受隙間を形成するトップフォイルと、トップフォイルの外径側に配置され、トップフォイルを弾性的に支持する支持部材と、トップフォイルおよび支持部材を内周に収容した円筒状の

外方部材とを備え、ラジアル軸受隙間に生じた流体膜で軸部材と外方部材の相対回転を支持するフォイル軸受において、支持部材を、多孔質体で形成したことを特徴とする。なお、ここでいう「多孔質体」には、いわゆる独立気孔タイプおよび連続気孔タイプの双方が含まれる。

[0011] このように、トップフォイルを弾性的に支持する支持部材を多孔質体で形成すれば、多孔質体の多孔質組織を、トップフォイルを弾性的に支持する弾性支持部として機能させることができる。この場合、従来の支持部材（バックフォイル）のように、金属薄板に機械加工や塑性加工を施すことによって複雑形状の弾性支持部（切り上げ部や折り曲げ部）を形成せずとも、支持部材の気孔率を調整するだけで支持部材の弾性支持能力（剛性）を調整することができる。従って、支持部材は、トップフォイルと接する内径面が平滑な円筒面状に形成された単純な円筒形態に形成すれば足りるので、この形状の単純化を通じて支持部材の生産性（加工性）を向上することができる。また、支持部材の形状が単純化される分、その取り扱い性が向上するため、フォイル軸受の生産性向上に有利となる。従って、第1発明によれば、所定の軸受性能を発揮し得るフォイル軸受を低コストに量産することができる。

[0012] 支持部材を構成する多孔質体は、フォイル軸受の使用温度範囲内において、求められる弾性支持能力を発揮可能なもの（所定態様でトップフォイルを弾性的に支持可能なもの）であれば、樹脂、金属又はセラミックスの何れのもので形成されたものであっても良い。このうち、樹脂の多孔質体からなる支持部材は、例えば、気孔形成材を配合した樹脂材料を用いて射出成形した略完成品形状の中間成形品から、これに含まれる気孔形成材を適当な溶媒で除去することにより、あるいは、適当な樹脂材料を発泡成形することにより得ることができる。

[0013] 上記構成において、支持部材は、周方向で有端の円筒状に形成されたもの（板状の多孔質部材を丸めることで円筒形態としたもの）であっても良いし、周方向で無端の円筒状に形成されたもの（予め円筒状に形成されたもの）であっても良い。特に、支持部材が、周方向で無端の円筒状に形成されたも

のであれば、機械作業又は人手作業によって板状の多孔質部材を円筒形態に丸める手間を省略することができる他、フォイル軸受相互間で軸受性能にバラツキが生じ難くなる。

[0014] フォイル軸受の構造上、トップフォイルとバックフォイル（支持部材）は相対的に摺動移動させることが可能であり、この場合には、両者間で少なからず摩擦・摩耗が発生する。この摺動部での潤滑性を高めるため、一般的に固体潤滑材が用いられている。本発明のように支持部材を多孔質体で形成した場合においては、支持部材の内部気孔に潤滑油を含浸させることが可能であり、この場合には、支持部材の表面開孔からしみ出す潤滑油により、トップフォイルと支持部材の繰り返しの摺動接触による摩耗を一層効果的に抑制あるいは防止することができる。

[0015] また、上記の目的を達成するために創案された第2発明は、可撓性を有し、内周に挿入した軸部材との間に楔状のラジアル軸受隙間を形成するトップフォイルと、トップフォイルの外径側に配置され、トップフォイルを弾性的に支持する支持部材と、トップフォイルおよび支持部材を内周に収容した円筒状の外方部材とを備え、ラジアル軸受隙間に生じた流体膜で軸部材と外方部材の相対回転を支持するフォイル軸受において、支持部材を、周方向で無端の筒状体で構成したことを特徴とする。

[0016] このように、支持部材を、周方向で無端の筒状体で構成すれば、機械作業又は人手作業で矩形状の金属薄板を筒状に丸めることによって完成品としての支持部材（バックフォイル）を得ていた従来構成に比べ、フォイル軸受の製造工程を簡略化することができる。また、完成品としての支持部材相互間で、形状的（寸法的）な差異が生じる可能性を効果的に低減することができる分、フォイル軸受相互間で軸受性能にバラツキが生じ難くなる。従って、第2発明によっても、所定の軸受性能を発揮し得るフォイル軸受を低コストに量産することができる。

[0017] 周方向で無端の筒状体からなる支持部材は、金属のプレス成形品や、溶融材料の射出成形品とすることができる。このような構成によれば、トップフ

オイルを弾性的に支持する部分（弾性支持部）等を、支持部材を製作するのと同時に型成形することができるので、弾性支持部を別工程で製作する必要がある従来の支持部材（バックフォイル）に比べ、支持部材、ひいてはフォイル軸受の製造コストを低廉化することができる。なお、ここでいう「熔融材料の射出成形品」には、熔融樹脂の射出成形品の他、アルミニウムやマグネシウム等に代表される低融点金属の射出成形品、MIM成形品、CIM成形品などが含まれ、求められる機械的強度や耐熱性を具備し、フォイル軸受の使用環境下（使用温度範囲内）でトップフォイルを適切に弾性支持し得るものであれば、何れを採用しても良い。

[0018] 以上に述べた第1および第2発明に係るフォイル軸受において、支持部材を外方部材に固定するための手段としては、圧入、接着、圧入接着（圧入と接着の併用）、あるいは溶着等を採用しても良いし、これに替えて、もしくはこれに加えて、外方部材と支持部材の何れか一方に設けた凹部に、他方に設けた凸部を嵌合する、いわゆる凹凸嵌合を採用しても良い。

[0019] また、以上に述べた第1および第2発明に係るフォイル軸受においては、トップフォイルおよび支持部材の少なくとも一方の軸方向端部に径方向の突出部を設け、この突出部を、外方部材と、外方部材の軸方向外側に設けた挟持部材とで軸方向に挟持固定するようにしても良い。このようにすれば、トップフォイルおよび支持部材の少なくとも一方の外方部材からの抜脱を簡便に防止することができる。

[0020] 上記した何れの固定手段を採用する場合においても、支持部材と外方部材は完全に固定（外方部材と支持部材の相対移動を許容しない態様で両者を固定）することができる他、支持部材の少なくとも一部が外方部材と摺動（摺動移動）可能な状態で、支持部材を外方部材に固定することもできる。後者の態様で支持部材と外方部材を固定すれば、フォイル軸受の運転中に発生する振動が、支持部材と外方部材との間で生じる摩擦力によって減衰されるため、軸部材の回転を一層安定的に支持することが可能となる。

[0021] 以上に述べた第1および第2発明に係るフォイル軸受は、ガスタービンの

ロータや、過給機（ターボチャージャーやスーパーチャージャー）のロータ等の支持に好ましく用いることができる。

発明の効果

[0022] 以上より、本発明によれば、バックフォイルとして機能する支持部材の製作コストが低減され、さらには支持部材の取り扱い性を容易化したり、支持部材の弾性支持能力（剛性）の調整を容易化したりすることができる。従って、所定の軸受性能を発揮し得るフォイル軸受を低コストに量産することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1A]第1発明の一実施形態に係るフォイル軸受の軸平行断面図である。

[図1B]図1aに示すフォイル軸受の軸直交断面図である。

[図2]第1発明の他の実施形態に係るフォイル軸受の軸直交断面図である。

[図3A]第1発明の他の実施形態に係るフォイル軸受の軸平行断面図である。

[図3B]第1発明の他の実施形態に係るフォイル軸受の軸平行断面図である。

[図4]第1発明の他の実施形態に係るフォイル軸受の軸直交断面図である。

[図5]第2発明の一実施形態に係るフォイル軸受の軸直交断面図である。

[図6A]支持部材に加工されるリング状の金属薄板の概略斜視図である。

[図6B]図6Aに示す金属薄板にプレス加工を施すことで得られた支持部材の概略斜視図である。

[図7A]第2発明の他の実施形態に係るフォイル軸受の完成前における軸直交断面図である。

[図7B]図7A中に示すX-X線矢視断面図である。

[図7C]図7Aに示す完成前のフォイル軸受が完成品となった段階における軸直交断面図である。

[図8]第2発明の他の実施形態に係るフォイル軸受の軸平行断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[0025] 図1Aおよび図1Bに、第1発明の一実施形態に係るフォイル軸受1の軸

平行断面図および軸直交断面図をそれぞれ示す。このフォイル軸受 1 は、例えば、ガスタービンのロータや過給機のロータ等、高温環境下で高速回転する軸部材 2 を支持するためのものであり、内周に挿入した軸部材 2 との間に楔状のラジアル軸受隙間 C を形成するトップフォイル 4 と、トップフォイル 4 の外径側に配置され、トップフォイル 4 を弾性的に支持する支持部材 5 と、トップフォイル 4 および支持部材 5 を内周に収容した円筒状の外方部材 3 とを備える。軸部材 2 の外周面は、凹凸のない平滑な円筒面に形成されている。

[0026] 外方部材 3 は、ソリッド（非多孔質）の金属材料や樹脂材料により周方向で無端の円筒状に形成され、図示しない静止側部材の内周に固定されている。トップフォイル 4 は、略矩形状をなす金属薄板（薄膜）をその長手方向に沿って丸めることで略円筒状に形成されており、金属薄板としては、ラジアル軸受隙間 C における圧力分布の変動に応じて弾性変形可能な可撓性を有するものが使用される。トップフォイル 4 の周方向一端部は、弾性支持部材 5 の内径面に接着、溶着等の適宜の手段で固定され、トップフォイル 4 の周方向他端部は、トップフォイル 4 の周方向一端部の内径面に摺動自在に接触している。トップフォイル 4 の周方向一端部を支持部材 5 に固定した状態で、支持部材 5 の内径面には、トップフォイル 4 の外径面が摺動可能に接触している。

[0027] 支持部材 5 は、多孔質体、ここでは樹脂の多孔質体（多孔質樹脂）で周方向に無端の円筒状に形成され、圧入、接着、圧入接着、溶着等の適宜の手段で外方部材 3 の内周に固定される。本実施形態では、支持部材 5 を外方部材 3 の内周に軽圧入（外方部材 3 と支持部材 5 の相対的な摺動移動が許容される程度の締め代で圧入）することにより、外方部材 3 の内周に支持部材 5 が固定されている。支持部材 5 の内径面および外径面は、双方共に、凹凸のない平滑な円筒面状に形成されている。このような支持部材 5 は、例えば、気孔形成材を配合した樹脂材料を用いて略完成品形状の中間成形品を射出成形した後、この中間成形品に含まれる気孔形成材を適当な溶媒で除去すること

により得られる。なお中間成形品は、射出成形の他、ベース樹脂の材質等に応じて、圧縮成形、押出し成形などの手法を用いて得ることもできる。

[0028] 支持部材 5（中間成形品）の成形に用いるベース樹脂としては、射出成形や押出し成形等の一般的な成形手法を採用することができ、かつ求められる耐熱性や機械的強度等を満足できるのであれば、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂を問わず使用可能である。ベース樹脂としては、例えば、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）等の汎用プラスチック、ポリアセタール（POM）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等のエンジニアリングプラスチック、およびポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）等のスーパーエンジニアリングプラスチックから選定された一または複数種混合したものが使用可能である。但し、この種のフォイル軸受 1 が 300℃程度の高温環境下で用いられることを考慮すると、スーパーエンジニアリングプラスチックの中でも特に高い耐熱性（融点が 300℃以上）や機械的強度を具備するもの、具体的にはポリエーテルエーテルケトン（PEEK）や熱硬化性ポリイミドをベース樹脂とするのが望ましい。ベース樹脂には、強化材、潤滑剤、導電化材、寸法安定材等の各種充填材を一又は複数種配合することもできる。

[0029] そして、支持部材 5（中間成形品）の成形に用いる樹脂材料は、上記のベース樹脂に、ドライブレンド、溶融混練等、樹脂の混合に一般に使用する混練法で気孔形成材や充填材を混合させることによって生成される。気孔形成材としては、成形時の融解を防止するため、選定されるベース樹脂の成形温度よりも高い融点を有し、ベース樹脂に配合して中間成形品を成形した後、ベース樹脂を溶解しない溶媒を用いて除去可能なものを使用することができる。この中でも、特に、中間成形品からの除去作業を容易に行い得る水溶性で、また、防錆剤としても機能するアルカリ性化合物からなる気孔形成材を好ましく使用することができる。

[0030] 使用可能な気孔形成材としては、安息香酸ナトリウム、酢酸ナトリウム、

セバシン酸ナトリウム、コハク酸ナトリウム、あるいはステアリン酸ナトリウム等に代表される有機アルカリ金属塩や、炭酸カリウム、モリブデン酸ナトリウム、モリブデン酸カリウム、タングステン酸ナトリウム、三リン酸ナトリウム、ピロリン酸ナトリウム等に代表される無機アルカリ金属塩等を挙げることができる。この中でも、高融点で、ベース樹脂の選定自由度を高められ、かつ水溶性に優れる安息香酸ナトリウム、酢酸ナトリウム、セバシン酸ナトリウムが特に好ましい。気孔形成材は一種のみ使用する他、二種以上混合して使用しても良い。

[0031] 中間成形品から気孔形成材を除去するための溶媒としては、水その他、水と相溶するアルコール系、エステル系、あるいはケトン系の溶媒を用いることができる。これらの溶媒は、一種のみ使用する他、二種以上を混合して使用することもできる。但し、廃液処理が容易で、かつ安価であることから、気孔形成材の除去溶媒としては水が最も好ましい。

[0032] 以上の構成からなるフォイル軸受 1 において、図 1 B に示すように、軸部材 2 に対して図示しない駆動機構から回転駆動力が付与されることによって軸部材 2 が回転（偏芯回転）すると、軸部材 2 の外周面とトップフォイル 4 の内径面との間に楔状のラジアル軸受隙間 C が形成され、このラジアル軸受隙間 C に形成される流体膜（空気膜）によって軸部材 2 がラジアル方向に回転自在に非接触支持される。そして、軸部材 2 の回転中には、ラジアル軸受隙間 C における圧力分布の変動に応じて（楔状のラジアル軸受隙間 C の形成領域が周方向および軸方向で変化するのに応じて）トップフォイル 4 および支持部材 5 が弾性変形することにより、ラジアル軸受隙間 C の隙間幅が常時適正範囲内に維持（自動調整）される。

[0033] また、トップフォイル 4 が支持部材 5 によって弾性的に支持されていること、トップフォイル 4 の径方向他端部がトップフォイル 4 の径方向一端部の内径面に対して摺動自在に接触しており、トップフォイル 4 の拡張変形が可能であること、さらに支持部材 5 が外方部材 3 の内周に軽圧入されており、支持部材 5 が外方部材 3 に対して摺動移動可能であること、などの理由から

、ラジアル軸受隙間Cの隙間幅の自己調整能力が強化されると共に、振動の減衰効果が得られる。そのため、高温・高速回転といった過酷な運転条件でも軸部材2の回転が一層安定的に支持される。

[0034] 本発明に係るフォイル軸受1では、トップフォイル4を弾性的に支持する支持部材5を多孔質体（本実施形態では樹脂の多孔質体）で形成した。このようにすれば、支持部材5の多孔質組織を、トップフォイル4を弾性的に支持する弾性支持部として機能させることができる。この場合、従来の支持部材（バックフォイル）のように、適当な材質及び厚みの金属薄板に機械加工や塑性加工を施すことによって複雑形状の弾性支持部を形成せずとも、支持部材5の形成段階で気孔率を調整するだけで支持能力を調整することができる。従って、支持部材5は、トップフォイル4と接する内径面が平滑な円筒面状に形成された単純な円筒形態に形成すれば足りるので、この形状の単純化を通じて支持部材5の生産性を向上することができる。また、形状が単純化される分、支持部材5の取り扱い性が向上する。このように、この実施形態のフォイル軸受1では、支持部材5が、低コストに製作可能で、取り扱い性に優れ、かつ剛性を容易に調整可能なものに置換される。これにより、所定の軸受性能を発揮し得るフォイル軸受1を低コストに提供することが可能となる。

[0035] また、本実施形態では、予め周方向で無端の円筒状に形成された支持部材5を使用しているので、機械作業又は人手作業によって板状の多孔質部材を円筒形態に丸める手間を省略することができる他、個体間（フォイル軸受1相互間）で軸受性能にバラツキが生じ難くなる。

[0036] 以上では、気孔形成材を配合した樹脂材料を用いて中間成形品を成形し、この中間成形品に含まれる気孔形成材を適当な溶媒で除去することで樹脂の多孔質体からなる支持部材5を得る場合について説明を行ったが、樹脂の多孔質体からなる支持部材5は、空気や炭酸ガス等を混練した熔融状態の樹脂材料を用いて所定形状に射出成形する（樹脂材料を発泡成形する）ことによって得ることも可能である。また、支持部材5は、所望の剛性を有し、必要

とされる弾性支持能力を発揮することができるのであれば、樹脂以外の多孔質体、具体的には金属又はセラミックスの多孔質体で形成することもできる。後述する他の実施形態についても同様である。

[0037] 支持部材5を金属の多孔質体で形成する場合には、例えば、発泡剤を混練した金属材料を発泡成形することで得られる発泡金属の多孔質体とすることができる。この場合に使用する金属材料としては、融点が300℃以上で、加工性に富み、かつ容易に入手することができる一般的なものが好ましく、純金属では銅やニッケル等を挙げることができ、合金ではステンレス鋼やニッケルクロム合金等を挙げることができる。

[0038] また、支持部材5をセラミックスの多孔質体で形成する場合、セラミックス材料としては、特に高融点のアルミナ（酸化アルミニウム）、ジルコニア（二酸化ジルコニウム）等を好ましく使用することができ、セラミックスの多孔質体は、例えば、以下に示す方法を用いて得ることができる。

[0039] まず、所望の気孔率を有し、後述する焼成段階において焼失する紙製もしくは発泡樹脂製の多孔質基材を準備し、この基材に金属アルコキシドの溶液を含浸させる。ここで、金属アルコキシドの溶液は、目的とするセラミックスに対応する金属のアルコキシドに、アルコール、水および酸を加えることで生成される。この溶液において、加える水の量は、金属アルコキシドが部分加水分解する程度の少量に抑える。加える水の量をあまりに多くすると、金属アルコキシドが一気に加水分解・重合し、基材の微小な気孔内に入り込み難い粒径のゾル粒子となるからである。

[0040] 金属アルコキシドの溶液を多孔質基材に含浸させる前には、（１）当該溶液の溶媒の沸点直下で還流し、（２）多孔質基材をアルカリ金属もしくはアルカリ土類金属を含まない界面活性剤により洗浄し、（３）溶液が多孔質基材の微細な気孔内に入り込むように上記溶液を溶媒で希釈する。さらに、多孔質基材に金属アルコキシドの溶液を含浸させた後、これを焼成する前に、多孔質基材の分解温度以上に所定時間保ち、多孔質基材を炭化させる。これらの処理を行った後、金属アルコキシドの溶液を含浸させた多孔質基材を所

定温度で焼成すると、多孔質基材は焼失する一方、金属アルコキシドは焼結されてセラミックスとなる。このようにして得られたセラミックスは、多孔質基材の気孔形状や気孔率が反映（転写）された多孔質構造を有する。

[0041] 以上では、圧入、接着、圧入接着、溶着等の手段によって支持部材 5 を外方部材 3 の内径面に固定する場合について説明を行ったが、外方部材 3 に対する支持部材 5 の固定手段はこれに限られない。

[0042] 例えば、図 2 に示すように、外方部材 3 の内径面に凹部 1 2 を設け、この凹部 1 2 に対して支持部材 5 の外径面に設けた凸部 1 1 を嵌合させる凹凸嵌合構造によって両者を固定することもできる。この凹凸嵌合構造は、支持部材 5 の外径面に設けた凹部 1 2 に、外方部材 3 の内径面に設けた凸部 1 1 を嵌合することによって得ることもできる（図示省略）。また、この凹凸嵌合構造は、外方部材 3 の内径面に支持部材 5 を接着、圧入、圧入接着、溶着等で固定する場合にも追加的に採用することができる。なお、このような凹凸嵌合構造は、凸部 1 1 と凹部 1 2 が、周方向のみならず、軸方向でも係合するように形成することもできる。

[0043] また、例えば図 3 A に示すように、外方部材 3 の軸方向外側に円筒状の挟持部材 8 をさらに設け、この挟持部材 8 と外方部材 3 とで、支持部材 5 の軸方向端部（図示例では軸方向一端部としているが、軸方向両端部としてもよい）に設けた径方向の突出部 1 3 を軸方向に挟持固定するようにしても良い。この場合、突出部 1 3 は、全周に亘って設けても良いし、周方向一部領域に（扇状に）設けても良い。このような挟持構造を採用すれば、接着や溶着で支持部材 5 を外方部材 3 に固定する場合に比べ、固定プロセスを簡便化しつつ、外方部材 3 の内周から支持部材 5 が抜脱するのを効果的に防止することができる。この場合、突出部 1 3 は、外方部材 3 と支持部材 5 の相対的な摺動移動が許容される程度の力で挟持しても良いし、外方部材 3 と支持部材 5 の相対的な摺動移動が許容されないように強固に挟持しても良い。振動の減衰効果を高めたい場合には、外方部材 3 と支持部材 5 の相対的な摺動移動が許容される程度の力で突出部 1 3 を挟持するのが望ましい。

[0044] 挟持部材 8 は、トップフォイル 4 を外方部材 3 に固定するための部材としても活用することができる。すなわち、図 3 B に示すようにトップフォイル 4 の軸方向端部（図示例では軸方向両端部）の周方向一又は複数箇所、あるいは全周に亘って径方向の突出部 13 を設け、この突出部 13 を挟持部材 8 と外方部材 3 とで軸方向に挟持固定することもできる。この場合、トップフォイル 4 の軸方向両端部に設けた突出部 13 により、外方部材 3 内周からの支持部材 5 の抜脱を防止することができる。そのため、外方部材 3 に対する支持部材 5 の固定方法の選択自由度が増す、というメリットもある。また、図示は省略しているが、支持部材 5 の軸方向端部、およびトップフォイル 4 の軸方向端部の双方に径方向の突出部 13 を設け、これら突出部 13 の双方を、挟持部材 8 と外方部材 3 とで軸方向に挟持固定するようにすることもできる。

[0045] また、以上で説明したフォイル軸受 1 においては、周方向で無端の円筒状に形成された支持部材 5 を用いているが、フォイル軸受 1 の生産性の低下が問題とならないのであれば、支持部材 5 は、図 4 に示すように、板状に形成した多孔質部材を丸めることで円筒形態としたもの（周方向で有端の円筒状に形成されたもの）を用いることも可能である。この場合、支持部材 5 の周方向一端部と周方向他端部とは、切れ目 9 が形成されるように周方向に離隔配置しても良い（図 4 を参照）し、相互に当接するように配置（図示省略）しても良い。

[0046] また、以上で説明したフォイル軸受 1 において、多孔質体からなる支持部材 5 の内部気孔には、潤滑油を含浸させることも可能である。このようにすれば、トップフォイル 4 と支持部材 5 が摺動接触する際に、支持部材 5 の表面開孔から滲み出す潤滑油によりトップフォイル 4 と支持部材 5 間での摩擦を抑制あるいは防止することができる。

[0047] 以上で説明したフォイル軸受 1 は、軸部材 2 を回転側、外方部材 3、トップフォイル 4 および支持部材 5 を静止側としたものであるが、以上で述べた構成は、軸部材 2 を静止側、外方部材 3 等を回転側としたフォイル軸受 1 に

も好ましく適用し得る。

[0048] 図5に、第2発明の一実施形態に係るフォイル軸受21の軸直交断面図を概念的に示す。同図に示すフォイル軸受21は、例えば、ガスタービンのロータや過給機のロータ等、高温環境下で高速回転する軸部材22を回転自在に支持するためのものであり、内周に挿入した軸部材22との間に楔状のラジアル軸受隙間Cを形成するトップフォイル24と、トップフォイル24の外径側に配置された支持部材25と、トップフォイル24および支持部材25を内周に收容した円筒状の外方部材23とを主要な構成部材として備える。軸部材22の外周面は、凹凸のない平滑な円筒面に形成されている。なお、実際のラジアル軸受隙間Cの隙間幅は数十 μm 程度の微小なものであるが、理解の容易化のため、図5においてはラジアル軸受隙間Cの隙間幅を誇張して描いている。

[0049] 外方部材23は、ソリッド（非多孔質）の金属材料や樹脂材料により周方向で無端の円筒状に形成され、図示しない静止側部材の内周に固定されている。トップフォイル24は、略矩形状をなし、曲げに対して剛性の低い可撓性を有する金属薄板（薄膜）を丸めることにより、周方向で有端の円筒状に形成されている。

[0050] 支持部材25は、図6Bにも示すように、外方部材23の内周面23aに沿う円弧状の取付け部25aと、取付け部25aよりも内径側に膨出し、トップフォイル24を弾性的に支持する断面半円状の弾性支持部25bとが周方向に交互に設けられた、周方向で無端の筒状体からなる。この支持部材25は、図6Aに示すようなリング状の金属薄板25'を完成品形状に対応した金型に沿って塑性変形させる（絞り込む）ことによって成形された金属のプレス成形品とされる。

[0051] 本実施形態では、支持部材25の外径面（取付け部25aの外径面）を外方部材23の内周面23aに軽圧入（外方部材23と支持部材25の相対的な摺動移動が許容される程度の締め代で圧入）することにより、外方部材23の内周に支持部材25が固定されている。また、トップフォイル24の周

方向一端部は、支持部材 2 5 の内径面（図示例では、一の弾性支持部 2 5 b の頂部）に接着、溶着等の適宜の手段で固定されており、トップフォイル 2 4 の周方向他端部は、トップフォイル 2 4 の周方向一端部の内径面に摺動自在に接触している。トップフォイル 2 4 の周方向一端部を支持部材 2 5 に固定した状態で、支持部材 2 5 の各弾性支持部 2 5 b（但し、図 1 においては、トップフォイル 2 4 の周方向一端部が固定された弾性支持部 2 5 b の反時計回り側に隣接した弾性支持部 2 5 b を除く）の頂部には、トップフォイル 2 4 の外径面が摺動可能に接触している。そして、外方部材 2 3 に支持部材 2 5 が固定されると共に、支持部材 2 5 にトップフォイル 2 4 が固定されたアセンブリの内周に軸部材 2 を挿入することで、図 5 に示すフォイル軸受 2 1 が得られる。

[0052] 以上の構成において、図示しない駆動機構から軸部材 2 2 に回転駆動力が付与されることによって軸部材 2 2 が回転（偏芯回転）すると、軸部材 2 2 の外周面とトップフォイル 2 4 の内径面との間に楔状のラジアル軸受隙間 C が形成され、このラジアル軸受隙間 C に形成される流体膜（空気膜）によって軸部材 2 2 がラジアル方向に回転自在に非接触支持される。軸部材 2 2 の回転中には、トップフォイル 2 4 が有する可撓性により、トップフォイル 2 4 の内径面（軸受面）が、トップフォイル 2 4 に作用する荷重の変化、軸部材 2 2 の回転速度の変化および周辺温度の変化等に応じて任意に変形するため、ラジアル軸受隙間 C の隙間幅が運転条件に応じた適切幅に自動調整される。このような隙間幅の自動調整機能により、軸部材 2 2 の回転が安定的に支持される。

[0053] また、トップフォイル 2 4 が支持部材 2 5 の弾性支持部 2 5 b によって弾性的に支持されていること、トップフォイル 2 4 の径方向他端部がトップフォイル 2 4 の径方向一端部の内径面に対して摺動自在に接触しており、トップフォイル 2 4 の拡張変形が可能であること、さらに支持部材 2 5 の取付け部 2 5 a が外方部材 2 3 の内周面 2 3 a に軽圧入されており、支持部材 2 5 が外方部材 2 3 に対して摺動移動可能であること、などの理由から、ラジアル

ル軸受隙間Cの隙間幅の自己調整能力が強化されると共に、振動の減衰効果を得られる。そのため、高温・高速回転といった過酷な運転条件でも軸部材22の回転が一層安定的に支持される。なお、支持部材25の弾性支持能力は、支持部材25を構成する金属薄板の肉厚・材質、弾性支持部25bの形状等を変更することで任意に調整することができる。すなわち、弾性支持部25b、ひいては支持部材25の形状は図示例のものに限定されるわけではなく、金属のプレス加工あるいは後述する溶融材料の射出成形で成形可能であれば、要求される弾性支持能力等に応じて適宜変更可能である。

[0054] そして、第2発明に係るフォイル軸受21においては、支持部材25を、周方向で無端の筒状体で構成したことから、機械作業又は人手作業で矩形状の金属薄板を筒状に丸めることによって完成品としての支持部材（バックフォイル）を得ていた従来構成に比べ、フォイル軸受21の製造工程を簡略化することができる。また、完成品としての支持部材25相互間で、形状的・寸法的な差異が生じる可能性を効果的に低減することができる分、フォイル軸受21相互間で軸受性能にバラツキが生じ難くなる。従って、所望の軸受性能を具備したフォイル軸受21を低コストに製作することができる。特に、支持部材25を金属のプレス成形品としたことから、筒状形態の支持部材25を得ると同時に、トップフォイル24を弾性的に支持する弾性支持部25b等を型成形することができる。そのため、支持部材25、ひいてはフォイル軸受21の製造コストを低廉化する上で一層有効となる。

[0055] 以上では、支持部材25の取付け部25aを外方部材23の内周面23aに軽圧入し、支持部材25と外方部材23の相対的な摺動移動を許容したことによって、振動の減衰効果やラジアル軸受隙間Cの隙間幅の自動調整能力の向上効果を得るようにしたが、同様の効果は、例えば、外方部材23の内周面23aに軽圧入した支持部材25（取付け部25a）のうち、一部の取付け部25aを接着や溶着等の手段で外方部材23の内周面23aに固定した場合にも得ることができる。なお、トップフォイル24を支持部材25の弾性支持部25bで弾性的に支持した構造等によって、ラジアル軸受隙間C

の隙間幅の自己調整能力や振動の減衰効果が十分に確保されるのであれば、圧入、接着、圧入接着、溶着等の手段により、支持部材 2 5 と外方部材 3 の相対的な摺動移動が許容されないように両者を強固に固定しても良い。

[0056] 外方部材 2 3 に対する支持部材 2 5 の固定方法は、外方部材 2 3 の内周から支持部材 2 5 が抜脱するのを防止することができるのであれば、上記のものに限られない。

[0057] 例えば、図示は省略するが、互いに対向する外方部材 2 3 の内周面 2 3 a および支持部材 2 5 の外径面のうち、何れか一方に設けた凹部に、他方に設けた凸部を嵌合させるいわゆる凹凸嵌合構造によって外方部材 2 3 と支持部材 2 5 を固定することもできる。支持部材 2 5 が、図 1 等に応示するように、円弧状の取付け部 2 5 a と、取付け部 2 5 a よりも内径側に膨出した断面半円状の弾性支持部 2 5 b とを周方向で交互に配した凹凸形状を有するものである場合、外方部材 2 3 の内周面 2 3 a に取付け部 2 5 a を嵌合可能な凹部を設ける、あるいは、弾性支持部 2 5 b の外径側に画成される間隙部の所定位置まで嵌入可能な凸部を外方部材 2 3 の内周面 2 3 a に設けることによって凹凸嵌合構造を構成することができる。凹凸嵌合構造は、外方部材 2 3 の内周面に支持部材 2 5 を接着、圧入、圧入接着、溶着等で固定する場合にも追加的に採用することができる。

[0058] また、例えば図 7 A、図 7 B に応示するように、支持部材 2 5 の軸方向端部の周方向一又は複数箇所（図示例では軸方向一端部の周方向三箇所）に径方向の突出部 2 6 を設け、この突出部 2 6 を、図 7 C に応示するように、外方部材 3 の端面と外方部材 3 の軸方向外側に設けた円筒状の挟持部材 2 8 とで軸方向に挟持固定するようにしても良い。突出部 2 6 は、周方向の一又は複数箇所に設ける他、支持部材 2 5 の軸方向端部の全周に亘って設けることもできる（図示省略）。このような挟持構造を採用すれば、接着や溶着で支持部材 2 5 を外方部材 2 3 に固定する場合に比べ、固定プロセスを簡便化しつつ、外方部材 2 3 の内周から支持部材 2 5 が抜脱するのを効果的に防止することができる。この場合、突出部 2 6 は、外方部材 2 3 と支持部材 2 5 の相対的な

摺動移動が許容される程度の力で挟持しても良いし、外方部材 2 3 と支持部材 2 5 の相対的な摺動移動が許容されないように強固に挟持しても良い。但し、振動の減衰効果を高める観点から言えば、外方部材 2 3 と支持部材 2 5 の相対的な摺動移動が許容される程度の力で突出部 2 6 を挟持するのが望ましい。

[0059] 挟持部材 2 7 は、トップフォイル 2 4 を外方部材 2 3 に固定するための部材としても活用することができる。すなわち、図 8 に示すようにトップフォイル 2 4 の軸方向端部（図示例では軸方向両端部）の周方向一又は複数箇所、あるいは全周に亘って径方向の突出部 2 6 を設け、この突出部 2 6 を挟持部材 2 7 と外方部材 2 3 とで軸方向に挟持固定することもできる。この場合、トップフォイル 2 4 の軸方向両端部に設けた突出部 2 6 により、外方部材 2 3 内周からの支持部材 2 5 の抜脱を防止することができる。そのため、外方部材 2 3 に対する支持部材 2 5 の固定方法の選択自由度が増す、というメリットもある。また、図示は省略しているが、支持部材 2 5 の軸方向端部、およびトップフォイル 2 4 の軸方向端部の双方に径方向の突出部 2 6 を設け、これら突出部 2 6 の双方を、挟持部材 2 7 と外方部材 2 3 とで軸方向に挟持固定するようにすることもできる。

[0060] 以上では、リング状の金属薄板 2 5' にプレス加工（絞り加工）を施すことによって周方向で無端の筒状体からなる支持部材 2 5 を得るようにしたが、支持部材 2 5 は、熔融材料の射出成形品とすることもできる。この場合、支持部材 2 5 は、求められる機械的強度や耐熱性を満足し、フォイル軸受 2 1 の使用環境下でトップフォイル 2 4 を適切に弾性支持することができるものであれば、例えば、熔融樹脂の射出成形品、アルミニウムやマグネシウム等に代表される低融点金属の射出成形品、MIM 成形品、あるいは CIM 成形品の何れで構成しても構わない。

[0061] 但し、支持部材 2 5 を熔融樹脂の射出成形品とする場合には、特に耐熱性の観点から適当なベース樹脂を選択する必要がある。すなわち、射出成形に用い得るベース樹脂としては、例えば、ポリエチレン（PE）、ポリプロピ

レン（PP）等の汎用プラスチック、ポリアセタール（POM）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等のエンジニアリングプラスチック、およびポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）等のスーパーエンジニアリングプラスチックから選定された一または複数種混合したものを使用することができるが、本実施形態に係るフォイル軸受21が前述のように300℃程度の高温環境下で用いられることを考慮すると、スーパーエンジニアリングプラスチックの中でも特に高い耐熱性（融点が300℃以上）を具備するもの、具体的にはポリエーテルエーテルケトン（PEEK）や熱硬化性ポリイミドをベース樹脂とするのが望ましい。ベース樹脂には、強化材、潤滑剤、導電化材、寸法安定材等の各種充填材を一又は複数種配合することができる。

[0062] 以上で説明したフォイル軸受21は、軸部材22を回転側、外方部材23（さらに、トップフォイル24および支持部材25）を静止側としたものであるが、第2発明は、軸部材22を静止側、外方部材23を回転側としたフォイル軸受21にも好ましく適用することができる。但しこの場合、トップフォイル24および支持部材25が回転側となるので、遠心力によるトップフォイル24および支持部材25の変形を加味して両部材の設計（材質、肉厚、形状等の選択）を行う必要がある。

[0063] 以上では、圧力発生流体（潤滑流体）として空気を用いるフォイル軸受1, 21に本発明を適用したが、本発明は、圧力発生流体として潤滑油を用いるフォイル軸受1, 21にも好ましく適用することができる。

符号の説明

- [0064] 1 フォイル軸受
2 軸部材
3 外方部材
4 トップフォイル
5 支持部材

8	挟持部材
1 1	凸部
1 2	凹部
1 3	突出部
2 1	フォイル軸受
2 2	軸部材
2 3	外方部材
2 4	トップフォイル
2 5	支持部材
2 6	突出部
2 7	挟持部材
C	ラジアル軸受隙間

請求の範囲

- [請求項1] 可撓性を有し、内周に挿入した軸部材との間に楔状のラジアル軸受隙間を形成するトップフォイルと、トップフォイルの外径側に配置され、トップフォイルを弾性的に支持する支持部材と、トップフォイルおよび支持部材を内周に収容した円筒状の外方部材とを備え、ラジアル軸受隙間に生じた流体膜で軸部材と外方部材の相対回転を支持するフォイル軸受において、
- 支持部材を、多孔質体で形成したことを特徴とするフォイル軸受。
- [請求項2] 支持部材を、樹脂、金属又はセラミックスの多孔質体で形成した請求項1に記載のフォイル軸受。
- [請求項3] 支持部材が、周方向で無端の円筒状に形成された請求項1に記載のフォイル軸受。
- [請求項4] 支持部材の内部気孔に潤滑油を含浸させてなる請求項1に記載のフォイル軸受。
- [請求項5] 可撓性を有し、内周に挿入した軸部材との間に楔状のラジアル軸受隙間を形成するトップフォイルと、トップフォイルの外径側に配置され、トップフォイルを弾性的に支持する支持部材と、トップフォイルおよび支持部材を内周に収容した円筒状の外方部材とを備え、ラジアル軸受隙間に生じた流体膜で軸部材と外方部材の相対回転を支持するフォイル軸受において、
- 支持部材を、周方向で無端の筒状体で構成したことを特徴とするフォイル軸受。
- [請求項6] 支持部材が、金属のプレス成形品である請求項5に記載のフォイル軸受。
- [請求項7] 支持部材が、熔融材料の射出成形品である請求項5に記載のフォイル軸受。
- [請求項8] 外方部材と支持部材の何れか一方に設けた凹部に、他方に設けた凸部を嵌合することにより外方部材と支持部材を固定した請求項1又は

5 に記載のフォイル軸受。

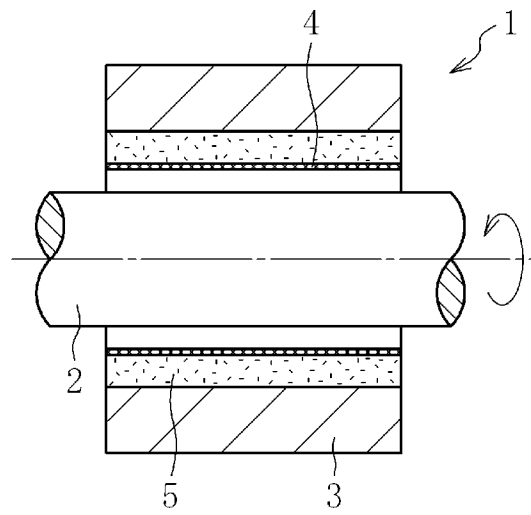
[請求項9] トップフォイルおよび支持部材の少なくとも一方の軸方向端部に径方向の突出部を設け、この突出部を、外方部材と、外方部材の軸方向外側に配置した挟持部材とで軸方向に挟持固定した請求項 1 又は 5 に記載のフォイル軸受。

[請求項10] 支持部材の少なくとも一部が外方部材と摺動可能な状態で、支持部材を外方部材に固定した請求項 1 又は 5 に記載のフォイル軸受。

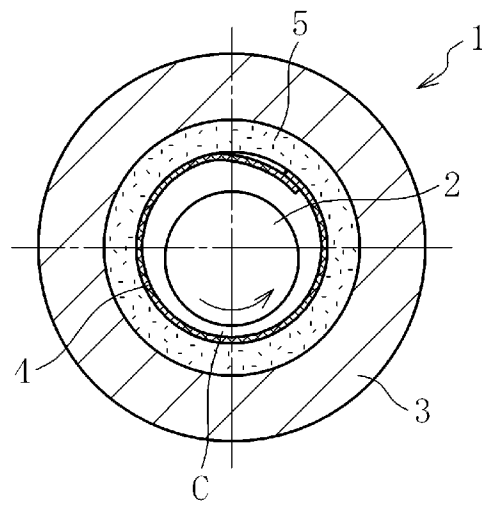
[請求項11] ガスタービンのロータの支持に使用される請求項 1 又は 5 に記載のフォイル軸受。

[請求項12] 過給機のロータの支持に使用される請求項 1 又は 5 に記載のフォイル軸受。

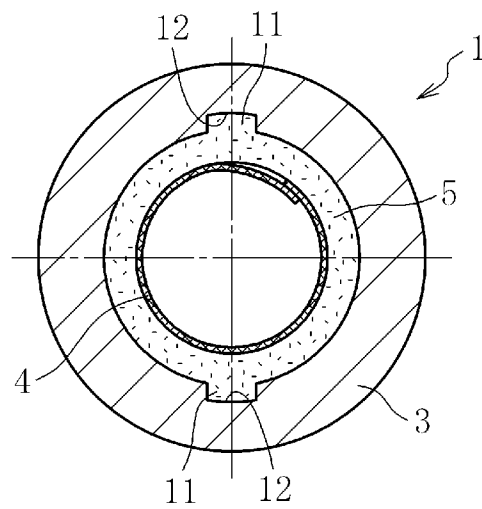
[図1A]



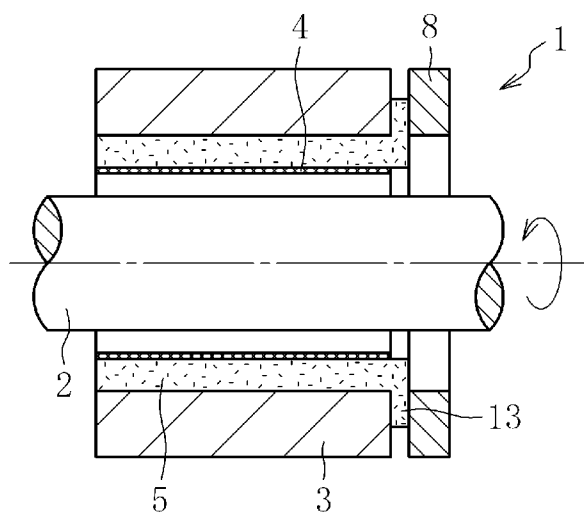
[図1B]



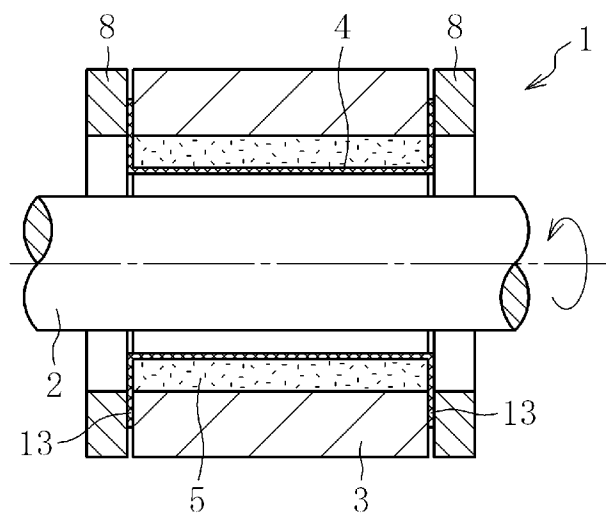
[図2]



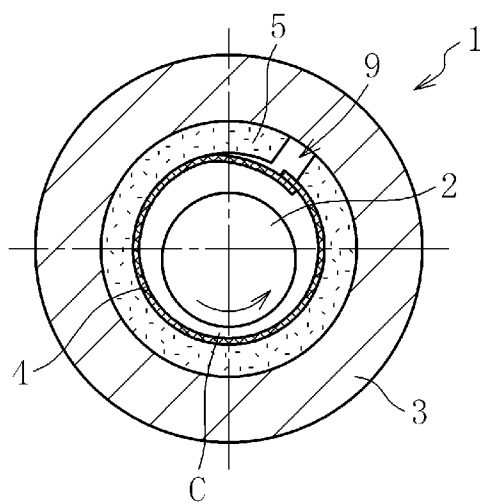
[図3A]



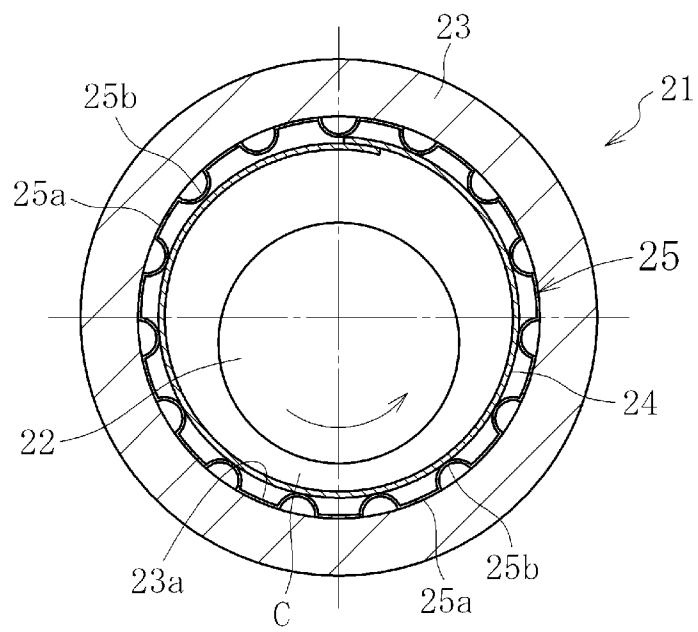
[図3B]



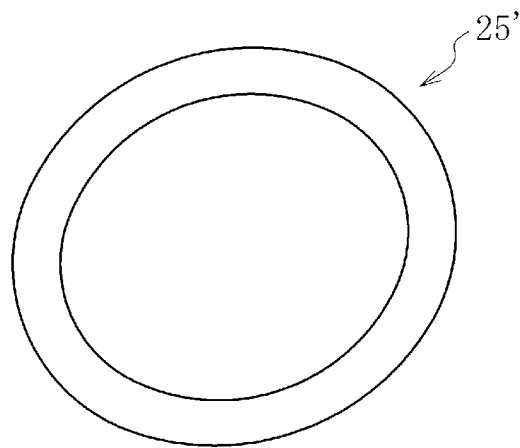
[図4]



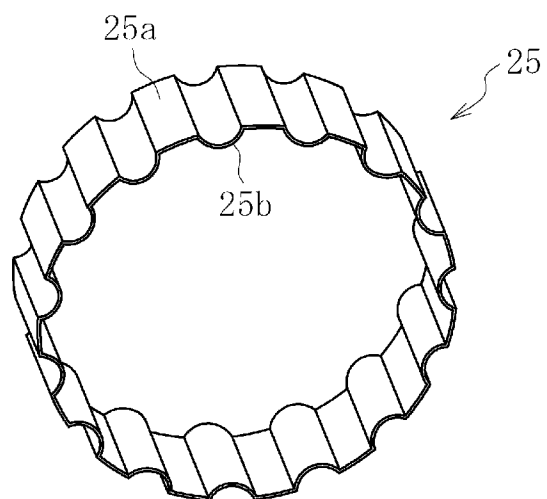
[図5]



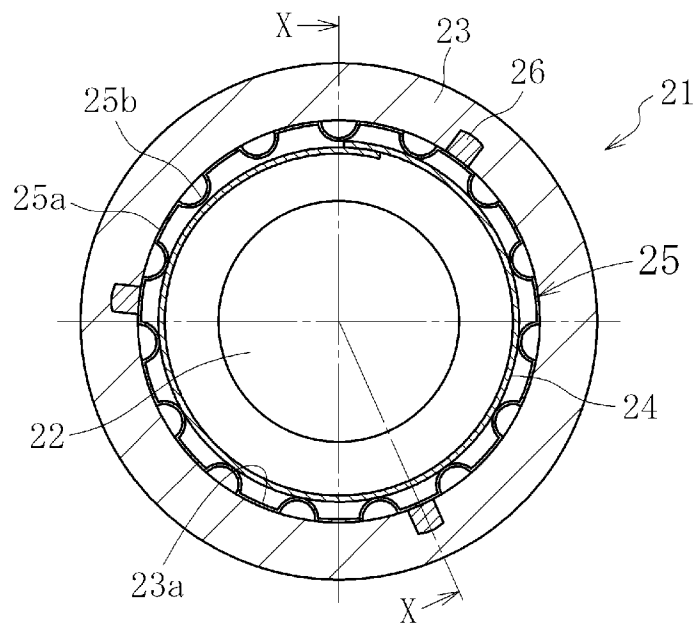
[図6A]



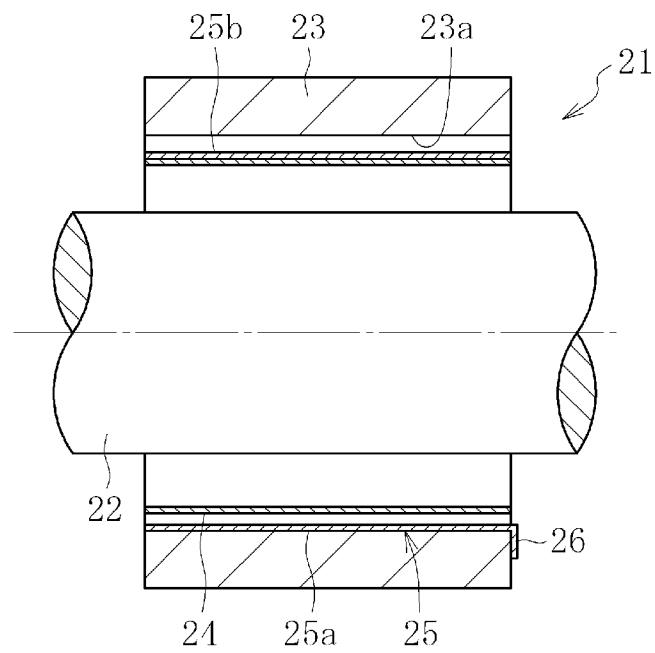
[図6B]



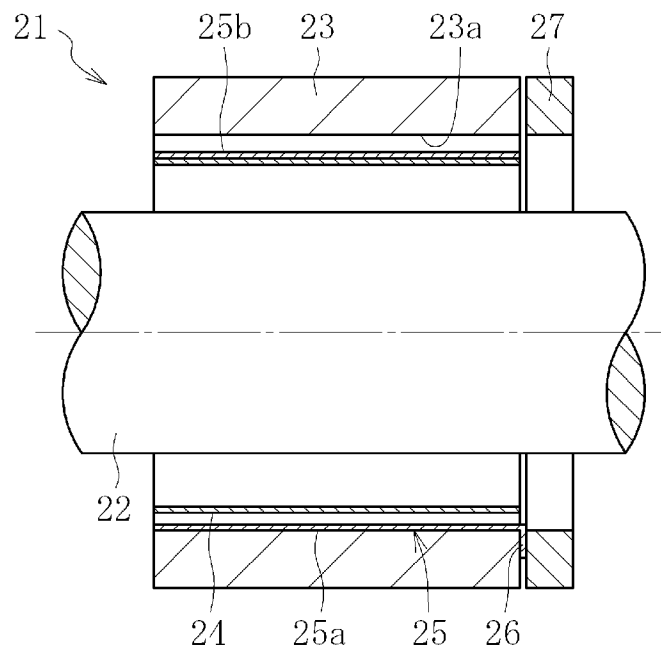
[図7A]



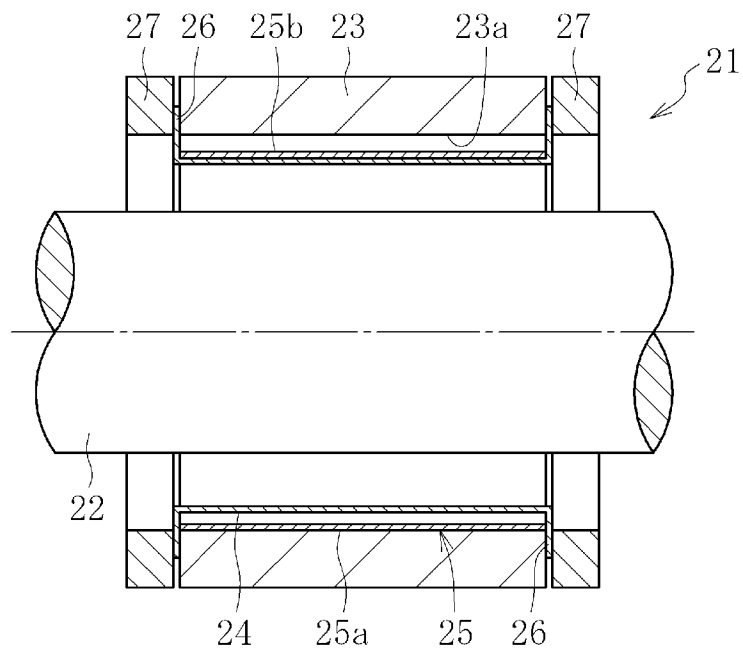
[図7B]



[図7C]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C27/02(2006.01)i, F01D25/16(2006.01)i, F02B39/00(2006.01)i, F02C7/06(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)

F16C27/02, F01D25/16, F02B39/00, F02C7/06

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 A	JP 2003-262222 A (NTN Corp.), 19 September 2003 (19.09.2003), paragraphs [0001], [0011] to [0014], [0017]; fig. 2, 6 & US 2003/0169951 A1 & DE 10310637 A	5-6, 8, 10-12 1-4, 7, 9
Y	JP 2005-299922 A (Daido Metal Co., Ltd.), 27 October 2005 (27.10.2005), paragraph [0011] & US 2005/0201646 A1 & KR 10-0708924 B1 & CN 1683800 A	5-6, 8, 10-12
Y	JP 2007-270647 A (JTEKT Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraph [0051] (Family: none)	12



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
26 March, 2012 (26.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C27/02 (2006.01)i, F01D25/16 (2006.01)i, F02B39/00 (2006.01)i, F02C7/06 (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. F16C27/02, F01D25/16, F02B39/00, F02C7/06

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 A	JP 2003-262222 A (NTN株式会社) 2003.09.19, 段落【0001】、 【0011】 - 【0014】、【0017】、第2図、第6図 & US 2003/0169951 A1 & DE 10310637 A	5 - 6、8、 10 - 12 1 - 4、7、 9
Y A	JP 2005-299922 A (大同メタル工業株式会社) 2005.10.27, 段落 【0011】 & US 2005/0201646 A1 & KR 10-0708924 B1 & CN 1683800 A	5 - 6、8、 10 - 12

☒ 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

2 6 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

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)

竹下 和志

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

3 J

2 9 2 6

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 2007-270647 A (株式会社ジェイテクト) 2007. 10. 18, 段落【0051】 (ファミリーなし)	1 2