

(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
2018年5月3日(03.05.2018)



(10) 国際公開番号

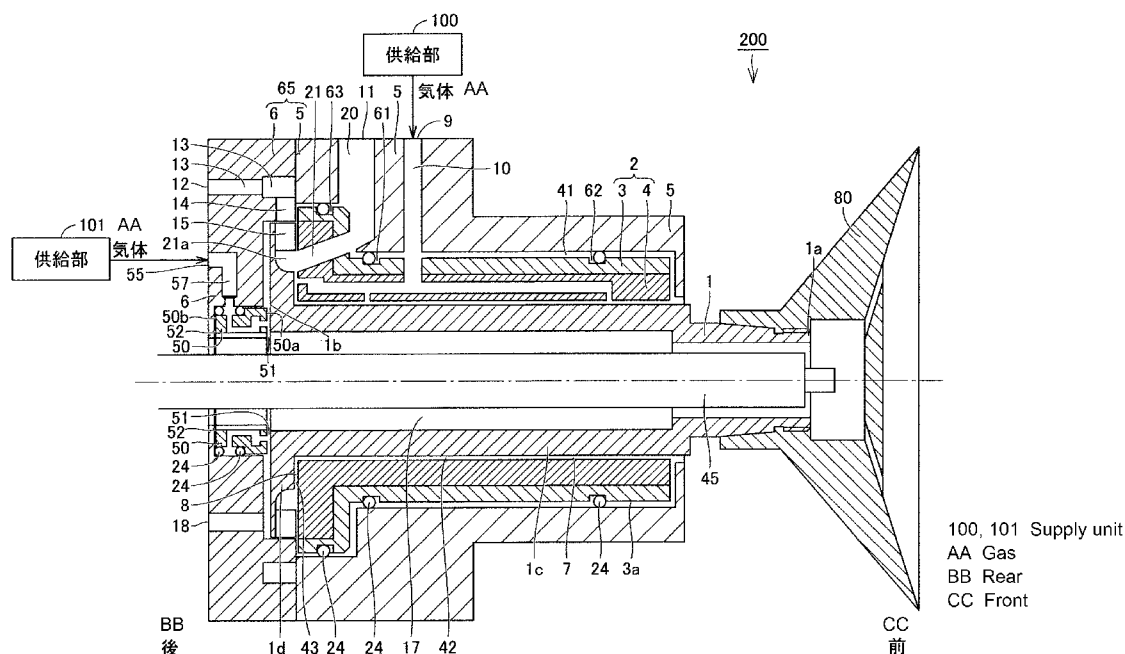
WO 2018/079277 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 32/06 (2006.01) F16C 27/06 (2006.01)
F01D 15/06 (2006.01) F16C 41/00 (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01) B05B 5/04 (2006.01)
F02C 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/036961
- (22) 国際出願日: 2017年10月12日(12.10.2017)
- (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 2016-209344 2016年10月26日(26.10.2016) JP
- (71) 出願人: 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: 堀内 照悦 (HORIUCHI, Teruyoshi);
〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番
地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: AIR TURBINE DRIVING SPINDLE

(54) 発明の名称: エアタービン駆動スピンドル

[図1]



(57) Abstract: An air turbine driving spindle (200) is provided with a rotating shaft (1), a bearing member (50), an outer member (65), and an O ring (24). The O ring (24) supports the bearing member (50) against the outer member (65) along the radial direction of the rotating shaft (1). Between a front-side end surface (50a) of the rotating shaft (1) and a rear end part (1b) of the rotating shaft (1), a thrust bearing (51) that supports the rotating shaft (1) along a thrust direction is formed. The bearing member (50) is configured so as to ensure a thrust gap (52) formed between a rear-side end surface

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(50b) and the outer member (65) while the rotating shaft (1) is rotating.

(57) 要約: エアタービン駆動スピンドル(200)は、回転軸(1)と、軸受部材(50)と、外側部材(65)と、Oリング(24)とを備える。Oリング(24)は、外側部材(65)に対して軸受部材(50)を回転軸(1)のラジアル方向に支持する。回転軸(1)の前側端面(50a)と回転軸(1)の後端部(1b)との間には、回転軸(1)をスラスト方向に支持するスラスト軸受(51)が形成されている。軸受部材(50)は、回転軸(1)の回転中において、後側端面(50b)と外側部材(65)との間に形成されたスラスト隙間(52)を確保するように構成されている。

明 細 書

発明の名称： エアタービン駆動スピンドル

技術分野

[0001] この発明は、静電塗装装置などに適用されるエアタービン駆動スピンドルに関する。

背景技術

[0002] 従来、精密加工機や静電塗装装置に用いられるエアタービン駆動スピンドルが知られている。たとえば、特開平 9－7 2 3 3 8 号公報は、回転軸を回転可能に支持する軸受部材がハウジング内に保持されたスピンドルを開示している。軸受部材とハウジングとの間には、Ｏリングが配置されており、軸受部材は、Ｏリングの弾性力によって回転軸のラジアル方向に支持されている。軸受部材の一方の端面は、回転軸のフランジの端面に面しており、両端面の間には、回転軸をスラスト方向に支持するスラスト軸受が形成されている。軸受部材の他方の端面は、ハウジングのサイドカバーの端面に面しており、両端面の間には、スラスト方向隙間が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 9－7 2 3 3 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したような構成を備える従来のスピンドルでは、回転軸が回転したときにスラスト方向隙間の範囲内で軸受部材が移動することで、スラスト方向の振動を吸収することができる。しかし、高速回転などによって回転軸が大きく動いた場合、軸受部材の移動範囲も大きくなる。このような場合において、軸受部材がスラスト方向隙間の範囲を超えて移動してしまうと、軸受部材がハウジングに接触する虞が生じる。したがって、従来のスピンドルでは、回転軸を安定して高速回転させることができなかった。

[0005] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の目的は、回転軸を安定して高速回転させることができるエアタービン駆動スピンドルを提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るエアタービン駆動スピンドルは、回転軸と、軸受部材と、外側部材と、リングとを備える。回転軸は、先端部と先端部の反対側に位置する後端部とを有する。軸受部材は、回転軸の後端部側に配置され、回転軸をスラスト方向に支持する。外側部材は、軸受部材の少なくとも一部を取り囲む。リングは、外側部材と軸受部材との間に配置され、外側部材に対して軸受部材を回転軸のラジアル方向に支持する。軸受部材において回転軸に面する第1端面と、回転軸の後端部との間には、回転軸をスラスト方向に支持するスラスト軸受が形成されている。軸受部材において第1端面の反対側に位置する第2端面と、外側部材との間には、スラスト方向に隙間が形成されている。軸受部材は、回転軸の回転中に隙間を確保するように構成されている。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、回転軸を安定して高速回転させることができるエアタービン駆動スピンドルを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドルの断面模式図である。

[図2]本実施の形態に係る軸受部材を示す断面模式図である。

[図3]回転軸の回転中における本実施の形態に係る軸受部材を示す断面模式図である。

[図4]参考例に係るエアタービン駆動スピンドルの断面模式図である。

[図5]回転軸の回転中における参考例に係る軸受部材を示す断面模式図である。

。

[図6]変形例に係る軸受部材を示す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰り返さない。

[0010] (本実施の形態)

<エアタービン駆動スピンドルの構成>

図1を参照しながら、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル200の構成について説明する。図1は、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル200の断面模式図である。

[0011] エアタービン駆動スピンドル200は、先端部1aと先端部の反対側に位置する後端部1bとを有する回転軸1と、回転軸1を回転可能に支持するハウジングアッシ2と、回転軸1の後端部1b側に配置された軸受部材50と、回転軸1とハウジングアッシ2と軸受部材50とを取り囲む外側部材65とを備える。

[0012] 回転軸1は、円筒形状を有する軸部1cと、軸部1cに対してラジアル方向（径方向）に延びるように形成されたスラスト板部1dとを含む。スラスト板部1dは、スラスト方向（軸方向）において軸部1cの後端部1b側に形成されている。以下、スラスト方向において、回転軸1の先端部1a側を「前側」、回転軸1の後端部1b側を「後側」という。

[0013] 軸部1cおよびスラスト板部1dには、スラスト方向に延びる貫通孔17が形成されている。エアタービン駆動スピンドル200が静電塗装機用に構成されている場合には、回転軸1の先端部1a側に円錐形のカップ80が取り付けられる。貫通孔17の内部にはカップ80に塗料を供給するための塗料供給管45が配置される。

[0014] なお、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル200は、カップおよび塗料供給管45が配置されているが、カップおよび塗料供給管45のいずれか一方、もしくは両方が配置されていなくてもよい。

[0015] スラスト板部1dには、回転翼15および回転翼15の内周側に配置され

る被回転検出部（図示せず）が形成されている。

[0016] 回転軸 1 のスラスト板部 1 d は、ラジアル方向において外周側に位置する領域が回転中心軸側（中央側）に位置する領域（厚肉部）よりもスラスト方向における厚みが薄い領域（薄肉部）を有している。厚肉部は、貫通孔 1 7 を囲むように形成されている。薄肉部は、厚肉部を囲むように形成されている。

[0017] 回転翼 1 5 は、スラスト板部 1 d の薄肉部上において、後側に位置する面からスラスト方向において前側へ延びるように形成されている。回転軸 1 は、後述する駆動用気体給気口 1 2 を介して駆動用気体供給部（図示せず）から噴出された気体（駆動用気体という）を回転翼 1 5 が受けることで回転可能である。駆動用気体は、たとえば圧縮空気である。

[0018] 複数の回転翼 1 5 は、回転軸 1 の回転方向に互いに間隔を隔てて設けられている。好ましくは、複数の回転翼 1 5 において隣り合う回転翼 1 5 は等間隔に設けられている。複数の回転翼 1 5 は、スラスト板部 1 d の外周に沿って配置されている。複数の回転翼 1 5 のスラスト方向に垂直な断面形状は任意の形状であればよい。たとえば、当該断面形状は、回転方向において前方に位置して回転方向に凸状に形成されている前方曲面部と、回転方向において後方に位置して回転方向に凸状に形成されている後方曲面部とを有している。

[0019] スラスト板部 1 d において、薄肉部と厚肉部との境界領域は、スラスト方向における厚みがゆるやかに変化するように設けられている。つまり、スラスト板部 1 d の前側に位置する面は、薄肉部と厚肉部との間に曲面を有している。回転翼 1 5 における前側に位置する部分と厚肉部における前側に位置する部分とは、ラジアル方向に延びる同一面上に形成されている。

[0020] スラスト板部 1 d の薄肉部において後側の面上には、被回転検出部（図示せず）が形成されている。被回転検出部は、回転軸 1 の回転を光学的に検出するための任意の構成を採用できるが、たとえば、回転方向において分割される複数の領域ごとに異なる反射率となるように表面処理が施されていても

よい。具体的には、薄肉部において後側に位置する面のうち、回転軸 1 の回転方向における半分の領域が他の半分の領域よりもレーザ光などの光が照射されたときに反射光の強度が高くなるように設けられている。

[0021] ハウジングアッシ 2 は、回転軸 1 の少なくとも一部を収容する。ハウジングアッシ 2 は、ハウジング 3 と軸受スリーブ 4 とを含む。軸受スリーブ 4 は、回転軸 1 の軸部 1 c の外周面およびスラスト板部 1 d の前側の平面の各一部に面しており、軸部 1 c の一部を囲むように形成されている。ハウジング 3 は、ラジアル方向において軸受スリーブ 4 よりも外周側に配置され、軸受スリーブ 4 に固定されている。ハウジング 3 は、軸受スリーブ 4 の外周側から、軸部 1 c の外周面の少なくとも一部を取り囲む。

[0022] 外側部材 6 5 は、カバー部材 5 とノズル板 6 とを含む。カバー部材 5 は、スラスト方向においてノズル板 6 に固定されている。ノズル板 6 は、回転軸 1 においてハウジングアッシ 2 およびカバー部材 5 に収容されていない部分（回転軸 1 の後端部 1 b 側、およびスラスト板部 1 d のラジアル方向における外周端面）を囲むように形成されている。

[0023] ノズル板 6 の内部には、駆動用給気路 1 3 および駆動用給気ノズル 1 4 が形成されている。駆動用給気路 1 3 は、その一方端がノズル板 6 の内周面上の駆動用気体給気口 1 2 に連通し、他方端が駆動用給気ノズル 1 4 に連通している。駆動用気体給気口 1 2 には、駆動用気体供給部から駆動用気体が供給される。駆動用給気路 1 3 および駆動用給気ノズル 1 4 は、回転翼 1 5 に駆動用気体を供給させるための流通路である。

[0024] 駆動用給気ノズル 1 4 は、回転翼 1 5 に対し、ラジアル方向において回転軸 1 の外周側から内周側に向かって駆動用気体を噴出可能である。駆動用給気路 1 3 および駆動用給気ノズル 1 4 は、回転方向において互いに間隔を隔てて複数形成されていてもよい。つまり、駆動用給気路 1 3 および駆動用給気ノズル 1 4 は、回転方向に任意の間隔を隔てて設けられている回転翼 1 5 に対して、同一の回転方向に同時に駆動用気体を供給可能であってもよい。

[0025] 駆動用気体給気口 1 2 は、排気路 2 1 および排気空間 2 0 を介して、カバ

一部材５に形成された排気孔１１に連通している。駆動用気体給気口１２から供給された駆動用気体は、スラスト板部１ｄが有するＲ形状部２１ａで方向を変えて排気空間２０に流入し、排気孔１１から外部に排気される。

[0026] ここで、駆動用気体給気口１２から供給された駆動用気体が、貫通孔１７と同じ空間、または貫通孔１７に連通した空間を介して外部に排気するように構成した場合、駆動用気体が貫通孔１７に流入する虞がある。駆動用気体が貫通孔１７に流入すると、駆動用気体はカップ８０にまで到達し、塗料を押し出す虞がある。この場合、塗料の霧化の均一性が損なわれ、塗装品質が低下する虞がある。

[0027] しかし、上述したように、排気孔１１をカバー部材５に形成して、駆動用気体をカバー部材５側から排気するように構成すれば、駆動用気体が貫通孔１７に流入することを防ぐことができる。さらに、詳しくは後述するが、貫通孔１７における回転軸１の後端部１ｂ側には、軸受部材５０が設けられているため、軸受部材５０によっても駆動用気体が貫通孔１７に流入することを防ぐことができる。

[0028] ノズル板６には、貫通孔１７よりもラジアル方向の外周側に回転センサ挿入口１８が形成されている。回転センサ挿入口１８は、スラスト板部１ｄに設置された被回転検出部とスラスト方向において対向するように形成されている。回転センサ挿入口１８は、被回転検出部に対してレーザ光などの光を照射し、反射光を得るための回転センサを配置するために形成されている。このような構成を備えることにより、エアタービン駆動スピンドル２００では回転軸１の回転数を光学的に測定することができる。

[0029] カバー部材５の内部には、軸受用給気路１０が形成されている。軸受用給気路１０は、その一方端がカバー部材５の外周面上の軸受用気体給気口９に連通し、他方端がハウジングアッシ２の内部に連通している。軸受用気体給気口９には、供給部１００から気体（軸受用気体という）が供給される。供給部１００は、たとえば、エアコンプレッサである。軸受用気体は、たとえば圧縮空気である。供給部１００は、駆動用気体給気口１２から駆動用気体

を供給する駆動用気体供給部と兼用してもよい。

[0030] カバー部材 5 と、ハウジング 3 との間には、空隙 4 1 が形成されている。回転軸 1 の軸部 1 c と、軸受スリーブ 4 との間には、空隙 4 2 が形成されている。回転軸 1 のスラスト板部 1 d と、軸受スリーブ 4 との間には、空隙 4 3 が形成されている。軸受用給気路 1 0 は、これら空隙 4 1 ～ 4 3 の夫々に連通している。軸受用給気路 1 0 において空隙 4 2 および空隙 4 3 に連通されている部分の孔径は軸受用気体給気口 9 の孔径よりも小さいことによりいわゆる絞りが形成されている。

[0031] ハウジング 3 の外周面 3 a には、Ｏリング 2 4 が係合する複数の溝 6 1 ～ 6 3 が形成されている。溝 6 1 および溝 6 2 は、スラスト方向において軸受用給気路 1 0 を挟むように配置されている。Ｏリング 2 4 は、弾力性を有する部材である。Ｏリング 2 4 の材料としては、たとえば溶剤に対する耐性が高い材料を用いることが好適であり、たとえば材料として、フッ素系のゴムであるパーフロロエラストマーを用いることができる。

[0032] 供給部 1 0 0 によって軸受用気体給気口 9 から供給された軸受用気体は、軸受用給気路 1 0 を介して空隙 4 1 へと流入する。そして、軸受用気体は、やがて溝 6 1 および溝 6 2 へと到達する。溝 6 1 および溝 6 2 へと到達した軸受用気体は、溝 6 1 および溝 6 2 のそれぞれに係合するＯリング 2 4 を圧力の低い方向（軸受用給気路 1 0 から離れる方向）に押し出す。溝 6 1 および溝 6 2 のそれぞれに係合するＯリング 2 4 は、軸受用気体によって押し出されることで、カバー部材 5 の内周面とハウジング 3 の外周面 3 a とに密着し、軸受用気体の流路を遮断する。

[0033] このように、供給部 1 0 0 から供給された軸受用気体は、Ｏリング 2 4 の存在によって空隙 4 1 内で滞留し、外部に漏れない。つまり、Ｏリング 2 4 は、シール（密封）性能を有する。

[0034] エアタービン駆動スピンドル 2 0 0 が作動すると、カップ 8 0 が装着された回転軸 1 の先端部 1 a 側での振れ回りにより振動が発生する場合がある。溝 6 1 ～ 6 3 のそれぞれに係合するＯリング 2 4 に振動が伝わると、その弾

力性から、Ｏリングが変形する。Ｏリング２４は、変形することで振動を吸収することができる。このように、Ｏリング２４は、減衰性能を有する。

[0035] 供給部１００によって軸受用気体給気口９から供給された軸受用気体は、軸受用給気路１０を介して空隙４２へと流入する。軸受用気体が空隙４２に供給されると、静圧作用によって軸受（ジャーナル軸受７）が形成される。ジャーナル軸受７は、静圧気体軸受であり、回転軸１をラジアル方向に支持する。

[0036] 供給部１００によって軸受用気体給気口９から供給された軸受用気体は、軸受用給気路１０を介して空隙４３へと流入する。軸受用気体が空隙４３に供給されると、静圧作用によって軸受（スラスト軸受８）が形成される。スラスト軸受８は、静圧気体軸受であり、回転軸１をスラスト方向に支持する。

[0037] ノズル板６の内部には、軸受用給気路５７が形成されている。軸受用給気路５７は、その一方端がノズル板６の軸受用気体給気口５５に連通し、他方端が軸受部材５０の内部に連通している。軸受用気体給気口５５には、供給部１０１から気体（軸受用気体という）が供給される。供給部１０１は、たとえば、エアコンプレッサである。軸受用気体は、たとえば圧縮空気である。供給部１０１は、供給部１００と兼用してもよい。この場合、軸受用給気路５７と、軸受用給気路１０とが連通していてもよい。

[0038] ＜軸受部材の構成＞

軸受部材５０は、貫通孔１７における回転軸１の後端部１ｂ側に配置され、回転軸１をスラスト方向に支持する。軸受部材５０において回転軸１に面する前側端面５０ａと、回転軸１の後端部１ｂとの間には、軸受用気体給気口５５から供給された軸受用気体が、軸受用給気路５７および軸受部材５０の内部を介して流入する。軸受部材５０の前側端面５０ａと回転軸１の後端部１ｂとの間に軸受用気体が供給されると、静圧作用によって、軸受部材５０と回転軸１との間に軸受（スラスト軸受５１）が形成される。スラスト軸受５１は、静圧気体軸受であり、回転軸１をスラスト方向に支持する。

[0039] 図2は、本実施の形態に係る軸受部材50を示す断面模式図である。図2に示すように、軸受部材50において前側端面50aの反対側に位置する後側端面50bと、ノズル板6との間には、スラスト方向にスラスト隙間52が形成されている。なお、前側端面50aは、「第1端面」の一実施形態に対応し、後側端面50bは、「第2端面」の一実施形態に対応する。

[0040] 軸受部材50は、スラスト方向の外周面として、外周面50cと、外周面50dとを有する。外周面50cに対応する軸受部材50の円断面の直径を、直径D1とする。つまり、直径D1は、ラジアル方向において、相対する一方の外周面50cと他方の外周面50cとの間の長さである。外周面50dに対応する軸受部材50の円断面の直径を、直径D2とする。つまり、直径D2は、ラジアル方向において、相対する一方の外周面50dと他方の外周面50dとの間の長さである。直径D2は、直径D1よりも長くなっており、外周面50dは、外周面50cよりも外周側に位置する。

[0041] 外周面50cから外周面50dに亘っては、ラジアル方向に側壁50eが延びている。側壁50eのラジアル方向での長さを、長さD3とする。側壁50eは、軸受用給気路57よりも前側に位置する。

[0042] 軸受部材50の外周面50cと、ノズル板6の内周面との間には、複数のリング24(24a, 24b)が配置されている。軸受部材50において軸受用給気路57よりも前側に位置するリング24aは、ノズル板6の内周面、軸受部材50の外周面50c、および軸受部材50の側壁50eのそれぞれに接するように配置されている。軸受部材50において軸受用給気路57よりも後側に位置するリング24bは、ノズル板6の内周面、ノズル板6のスラスト方向における端面、および軸受部材50の外周面50cのそれぞれに接するように配置されている。

[0043] リング24(24a, 24b)の無負荷状態での断面の直径D4は、側壁50eの長さD3よりも長い。このため、軸受部材50の外周面50cとノズル板6の内周面との間にリング24が配置されることで、軸受部材50の外周面50dとノズル板6の内周面との間にラジアル隙間53が形成さ

れる。

[0044] このように、軸受部材 5 0 は、スラスト方向にスラスト隙間 5 2 が形成されるとともに、ラジアル方向にラジアル隙間 5 3 が形成される。このため、軸受部材 5 0 は、ノズル板 6 に固定されない。

[0045] 軸受用気体給気口 5 5 から供給された軸受用気体は、軸受用給気路 5 7 を介して軸受部材 5 0 の内部に流入する。そして、軸受用気体は、軸受部材 5 0 とノズル板 6 との間に配置されたＯリング 2 4 を圧力の低い方向（軸受用給気路 5 7 から離れる方向）に押し出そうとする。

[0046] Ｏリング 2 4 a は、軸受用気体によって押し出されることで、軸受部材 5 0 の側壁 5 0 e に接しながら側壁 5 0 e を前側に押し出そうとする。このとき、Ｏリング 2 4 a は、ノズル板 6 の内周面、軸受部材 5 0 の外周面 5 0 c、および軸受部材 5 0 の側壁 5 0 e のそれぞれに密着する。一方、Ｏリング 2 4 b は、軸受用気体によって押し出されるが、ノズル板 6 のスラスト方向における端面に接した後、それ以上動かない。このとき、Ｏリング 2 4 b は、ノズル板 6 の内周面、ノズル板 6 のスラスト方向における端面、および軸受部材 5 0 の外周面 5 0 c のそれぞれに密着する。このように、Ｏリング 2 4 が配置された箇所では、軸受用気体の流路が遮断される。そして、軸受部材 5 0 の前側端面 5 0 a と回転軸 1 の後端部 1 b との間に軸受用気体が流入することで、スラスト軸受 5 1 が形成される。

[0047] <エアタービン駆動スピンドルの動作>

次に、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル 2 0 0 の動作について説明する。

[0048] 図 1 に示すように、エアタービン駆動スピンドル 2 0 0 が動作すると、駆動用気体は、駆動用気体給気口 1 2 から駆動用給気路 1 3 を通じて駆動用給気ノズル 1 4 に供給される。駆動用給気ノズル 1 4 に供給された駆動用気体は、回転軸 1 のスラスト板部 1 d の回転翼 1 5 に向けて、スラスト板部 1 d の接線方向（回転方向）とほぼ平行な方向に沿って噴出される。回転翼 1 5 に噴出された駆動用気体は、R 形状部 2 1 a に沿って流れることで向きを変

えられ、排気路 2 1 および排気空間 2 0 を経由して排気孔 1 1 から外部に排気される。

[0049] 回転翼 1 5 には駆動用気体に与えた力の反力が作用し、回転軸 1 のスラスト板部 1 d は回転トルクを与えられる。これにより、回転軸 1 は回転方向に沿って回転する。回転軸 1 の回転数は、たとえば数万 rpm 以上とすることができる。このため、エアタービン駆動スピンドル 2 0 0 は、たとえば静電塗装機用スピンドルに好適である。

[0050] (参考例)

次に、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル 3 0 0 の構成について説明する。図 4 は、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル 3 0 0 の断面模式図である。なお、以下では、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル 3 0 0 について、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル 2 0 0 と異なる構成および動作のみ説明する。

[0051] 図 4 に示すように、参考例に係る軸受部材 1 5 0 は、回転軸 1 の後端部 1 b 側に配置され、回転軸 1 をスラスト方向に支持する。軸受部材 1 5 0 において回転軸 1 に面する前側端面 1 5 0 a と、回転軸 1 の後端部 1 b との間には、軸受用気体給気口 5 5 から供給された軸受用気体が、軸受用給気路 5 7 および軸受部材 1 5 0 の内部を介して流入する。軸受部材 1 5 0 の前側端面 1 5 0 a と回転軸 1 の後端部 1 b との間に駆動用気体が供給されると、静圧作用によって、軸受部材 1 5 0 と回転軸 1 との間に軸受（スラスト軸受 1 5 1）が形成される。スラスト軸受 1 5 1 は、静圧気体軸受であり、回転軸 1 をスラスト方向に支持する。

[0052] 図 5 は、回転軸 1 の回転中における参考例に係る軸受部材 1 5 0 を示す断面模式図である。図 5 に示すように、軸受部材 1 5 0 は、外側部材 6 5 のノズル板 6 に接続されており、軸受部材 1 5 0 は、外側部材 6 5 のノズル板 6 によって固定されている。具体的には、軸受部材 1 5 0 において前側端面 1 5 0 a の反対側に位置する後側端面 1 5 0 b は、外側部材 6 5 のノズル板 6 に接続されている。また、軸受部材 1 5 0 の外周面も、外側部材 6 5 のノズ

ル板 6 に接続されている。このため、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル 300 では、回転軸 1 が回転の中心軸に対して傾いても、軸受部材 150 が回転中の回転軸 1 の動きに追従しない。

[0053] ここで、図 5 に示すように、高速回転などによって回転軸 1 が大きく動いた場合、ノズル板 6 に固定された軸受部材 150 の前側端面 150 a と、回転軸 1 の後端部 1 b とが接触する虞がある。その結果、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル 300 は、回転軸 1 を安定して高速回転させることができない。また、軸受部材 150 の前側端面 150 a と、回転軸 1 の後端部 1 b とが接触しないように、前側端面 150 a と後端部 1 b との隙間を大きく開けることも考えられるが、この場合、駆動用気体の流入量を増加させなければならず、シール性能を維持することが難しくなる。さらに、ハウジングアッシ 2 は、リング 24 でカバー部材 5 に支持されているため、スラスト軸受 151 における隙間を一定の幅で確保することも難しい。

[0054] そこで、図 1 および図 2 に示す本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル 200 においては、軸受部材 50 がノズル板 6（外側部材 65）に直接的に接触して固定されず、軸受部材 50 とノズル板 6 との間に配置されたリング 24 の弾性力によって軸受部材 50 がラジアル方向に支持されるように構成されている。さらに、軸受部材 50 の後側端面 50 b とノズル板 6 との間にはスラスト隙間 52 が形成されており、そのスラスト隙間 52 は、回転軸 1 が回転中であっても確保されるように構成されている。

[0055] <作用効果>

図 3 を参照しながら、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル 200 が奏する作用効果について説明する。図 3 は、回転軸 1 の回転中における本実施の形態に係る軸受部材 50 を示す断面模式図である。

[0056] 上述したように、軸受部材 50 は、ノズル板 6（外側部材 65）に固定されることなく、軸受部材 50 とノズル板 6 との間に配置されたリング 24 の弾性力によってラジアル方向に支持される。さらに、軸受部材 50 の後側端面 50 b とノズル板 6 との間にはスラスト隙間 52 が形成されている。

[0057] また、リング 24 a は、軸受用気体給気口 55 から供給された軸受用気体の給気圧力によって前側に押し出される。押し出されたリング 24 a は、軸受部材 50 の側壁 50 e に接しながら側壁 50 e を前側に押し出そうとする。一方、リング 24 b は、スラスト方向において軸受部材 50 と接していないため、軸受用気体給気口 55 から供給された軸受用気体の給気圧力によって後側に押し出されたとしても、軸受部材 50 には押圧力が掛からない。つまり、軸受用気体がリング 24 a を前側に押圧することで、軸受部材 50 は、回転軸 1 側に向けて押圧される。このため、図 3 に示すように、軸受部材 50 は、回転中の回転軸 1 の動きに追従して動くことができる。

[0058] このように、軸受部材 50 は、軸受用給気路 57 よりも前側に位置する側壁 50 e に対して給気圧力によるリング 24 a の押圧力が掛かることで、軸受部材 50 の後側端面 50 b がノズル板 6 から遠ざかる方向に移動可能に構成されている。このため、図 3 に示すように、回転軸 1 が回転中であっても、軸受用気体の給気圧力によるリング 24 a の押し出しによって、スラスト隙間 52 が確保される。

[0059] 以上のように、回転軸 1 が回転したときには、軸受部材 50 が回転中の回転軸 1 の動きに追従して動くとともに、スラスト隙間 52 が確保される。したがって、高速回転などによって回転軸 1 が大きく動いた場合でも、軸受部材 50 の前側端面 50 a と回転軸 1 の後端部 1 b とが接触せず、かつ軸受部材 50 の後側端面 50 b とノズル板 6 とが接触することもない。さらに、軸受部材 50 に対して前側に一定の押圧力が掛かることで、スラスト軸受 51 における隙間を一定の幅で確保することができる。このため、スラスト軸受 51 における隙間に駆動用気体の流入量を増加させることなく、シール性能を維持することができる。これにより、エアタービン駆動スピンドル 200 は、回転軸 1 を安定して高速回転させることができる。

[0060] さらに、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル 300 では、軸受部材 150 とノズル板 6 とを合わせるために両者の寸法公差を厳密に規定する必要がある。これに対して、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル

200では、軸受部材50とノズル板6とが固定されていないため、両者の寸法公差を厳密に規定する必要がなく、軸受部材50の加工工程を簡略化することができ、コスト削減効果も期待できる。

[0061] また、軸受部材50を構成する材料についても選択の幅が広がる。たとえば、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル300では、軸受部材150とノズル板6とを合わせるため、軸受部材150に焼き嵌めや接着をしてから規定の寸法公差になるように仕上げ加工を行ったり、現合加工を行ったりする必要がある。このため、軸受部材150を構成する材料としては、たとえば、加工性の良い銅系材料が用いられる。あるいは、軸受部材150と回転軸1との接触による焼き付きを防止することを考慮すると、軸受部材150を構成する材料としてはカーボン（黒鉛）が用いられることもある。つまり、参考例に係るエアタービン駆動スピンドル300では、軸受部材150を構成する材料が極めて限られている。

[0062] これに対して、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル200では、軸受部材50とノズル板6とが固定されていないため、軸受部材50を構成する材料を自由に選択できる。たとえば、軸受部材50を構成する材料には、カーボン（黒鉛）、樹脂、非鉄金属、鉄系材料（ステンレスおよび鋼などの鉄基合金）など、いずれかの材料のうちの少なくとも1つを選択的に含んでいてもよい。

[0063] <変形例>

図6を参照しながら、図1～図3に示したエアタービン駆動スピンドル200の変形例を説明する。図6は、変形例に係る軸受部材250を示す断面模式図である。なお、変形例に係るエアタービン駆動スピンドルは、以下で説明する構成以外の構成について、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル200が備える構成と同様の構成を備える。

[0064] 図1～図3に示すように、本実施の形態に係るエアタービン駆動スピンドル200は、軸受用給気路57よりも前側に給気圧力が掛かる側壁50eを備える一方で、軸受用給気路57よりも後側には給気圧力が掛かる側壁を備

えないように構成されており、側壁 50e に対して押圧力が掛かることで軸受部材 50 が前側に押圧され、その結果、回転軸 1 の回転中であってもスラスト隙間 52 を確保するものであった。しかし、回転軸 1 の回転中にスラスト隙間 52 を確保する構成は、その他の構成であってもよい。

[0065] たとえば、変形例に係るエアタービン駆動スピンドルは、図 6 に示す軸受部材 250 を備えていてもよい。図 6 に示すように、軸受部材 250 は、スラスト方向の外周面として、外周面 250f と、外周面 250d と、外周面 250c とを有する。外周面 250f に対応する軸受部材 250 の円断面の直径を、直径 D21 とする。つまり、直径 D21 は、ラジアル方向において、相対する一方の外周面 250f と他方の外周面 250f との間の長さである。外周面 250d に対応する軸受部材 250 の円断面の直径を、直径 D22 とする。つまり、直径 D22 は、ラジアル方向において、相対する一方の外周面 250d と他方の外周面 250d との間の長さである。外周面 250c に対応する軸受部材 250 の円断面の直径を、直径 D23 とする。つまり、直径 D23 は、ラジアル方向において、相対する一方の外周面 250c と他方の外周面 250c との間の長さである。直径 D22 は、直径 D21 よりも長くなっており、外周面 250d は、外周面 250f よりも外周側に位置する。また、直径 D21 は、直径 D23 よりも長くなっており、外周面 250f は、外周面 250c よりも外周側に位置する。

[0066] 外周面 250c から外周面 250d に亘っては、ラジアル方向に側壁 250e が延びている。側壁 250e のラジアル方向での長さを、長さ D24 とする。側壁 250e は、軸受用給気路 57 よりも前側に位置する。外周面 250c から外周面 250f に亘っては、ラジアル方向に側壁 250g が延びている。側壁 250g のラジアル方向での長さを、長さ D26 とする。側壁 250g は、軸受用給気路 57 よりも後側に位置する。側壁 250e の長さ D24 は、側壁 250g の長さ D26 よりも長い。

[0067] 軸受部材 250 の外周面 250c と、ノズル板 6 の内周面との間には、リング 24c が配置されている。リング 24c は、ノズル板 6 の内周面、

軸受部材 250 の外周面 250 c、および軸受部材 250 の側壁 250 e のそれぞれに接するように配置されている。軸受部材 250 の外周面 250 f と、ノズル板 6 との間には、リング 24 d が配置されている。リング 24 d は、ノズル板 6 の内周面、ノズル板 6 のスラスト方向における端面、および軸受部材 250 の外周面 250 f のそれぞれに接するように配置されている。

[0068] リング 24 d の断面の直径 D 25 は、側壁 250 e の長さ D 24 よりも長い。このため、軸受部材 250 の外周面 250 c とノズル板 6 の内周面との間にリング 24 d が配置されることで、軸受部材 250 の外周面 250 d とノズル板 6 の内周面との間にラジアル隙間 253 が形成される。

[0069] このように、軸受部材 250 は、スラスト方向にスラスト隙間 252 が形成されるとともに、ラジアル方向にラジアル隙間 253 が形成される。このため、軸受部材 250 は、ノズル板 6 に固定されない。

[0070] 上述した構成を備える軸受部材 250 においては、軸受用給気路 57 よりも前側に位置する側壁 250 e において給気圧力が掛かる面積は、軸受用給気路 57 よりも後側に位置する側壁 250 g において給気圧力が掛かる面積よりも大きい。

[0071] よって、軸受部材 250 では、後側に位置する側壁 250 g に対する押圧力よりも前側に位置する側壁 250 e に対する押圧力の方が強くなることで軸受部材 250 が前側に押圧される。その結果、軸受部材 250 の後側端面 250 b がノズル板 6 から遠ざかる方向に移動可能に構成されている。これにより、回転軸 1 が回転中であっても、軸受用気体の給気圧力によって、スラスト隙間 252 が確保される。

[0072] 以上、変形例に係るエアタービン駆動スピンドルのように、軸受用給気路 57 よりも前側に給気圧力が掛かる側壁 250 e を備えるとともに、軸受用給気路 57 よりも後側においても給気圧力が掛かる側壁 250 g を備えるように構成してもよい。この場合においては、側壁 250 g において給気圧力が掛かる面積よりも、側壁 250 e において給気圧力が掛かる面積の方を大

きくすれば、スラスト隙間 2 5 2 が確保される。

[0073] 以上のように本発明の実施の形態について説明を行ったが、上述の実施の形態を様々に変形することも可能である。また、本発明の範囲は上述の実施の形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むことが意図される。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明は、静電塗装装置などに用いられるエアタービン駆動スピンドルに特に有利に適用される。

符号の説明

[0075] 1 回転軸、1 a 先端部、1 b 後端部、1 c 軸部、1 d スラスト板部、2 ハウジングアッシ、3 ハウジング、4 軸受スリーブ、5 カバー部材、6 ノズル板、7 ジャーナル軸受、1 1 排気孔、1 2 駆動用気体給気口、1 3 駆動用給気路、1 4 駆動用給気ノズル、1 5 回転翼、1 7 貫通孔、1 8 回転センサ挿入口、2 0 排気空間、2 1 排気路、2 4 Oリング、4 5 塗料供給管、5 0 軸受部材、5 1 スラスト軸受、5 2 スラスト隙間、5 3 ラジアル隙間、6 5 外側部材、8 0 カップ、1 0 0, 1 0 1 供給部、2 0 0 エアタービン駆動スピンドル。

請求の範囲

- [請求項1] 先端部と前記先端部の反対側に位置する後端部とを有する回転軸と、
- 、
- 前記回転軸の前記後端部側に配置され、前記回転軸をスラスト方向に支持する軸受部材と、
- 前記軸受部材の少なくとも一部を取り囲む外側部材と、
- 前記外側部材と前記軸受部材との間に配置され、前記外側部材に対して前記軸受部材を前記回転軸のラジアル方向に支持するリングとを備え、
- 前記軸受部材において前記回転軸に面する第1端面と、前記回転軸の前記後端部との間には、前記回転軸をスラスト方向に支持するスラスト軸受が形成され、
- 前記軸受部材において前記第1端面の反対側に位置する第2端面と、前記外側部材との間には、スラスト方向に隙間が形成され、
- 前記軸受部材は、前記回転軸の回転中に前記隙間を確保するように構成されている、エアタービン駆動スピンドル。
- [請求項2] 前記スラスト軸受は、前記軸受部材の前記第1端面と前記回転軸の前記後端部との間に気体が供給されることで生じる静圧作用によって形成される、請求項1に記載のエアタービン駆動スピンドル。
- [請求項3] 前記軸受部材は、給気圧力によって前記リングが押し出されることで、前記第2端面が前記外側部材から遠ざかる方向に移動可能に構成されている、請求項1または請求項2に記載のエアタービン駆動スピンドル。
- [請求項4] 前記軸受部材を構成する材料には、カーボンが含まれる、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のエアタービン駆動スピンドル。
- [請求項5] 前記軸受部材を構成する材料には、樹脂が含まれる、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のエアタービン駆動スピンドル。
- [請求項6] 前記軸受部材を構成する材料には、非鉄金属が含まれる、請求項1

～請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエアタービン駆動スピンドル。

[請求項 7] 前記軸受部材を構成する材料には、鉄系材料が含まれる、請求項 1
～請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエアタービン駆動スピンドル。

[図1]

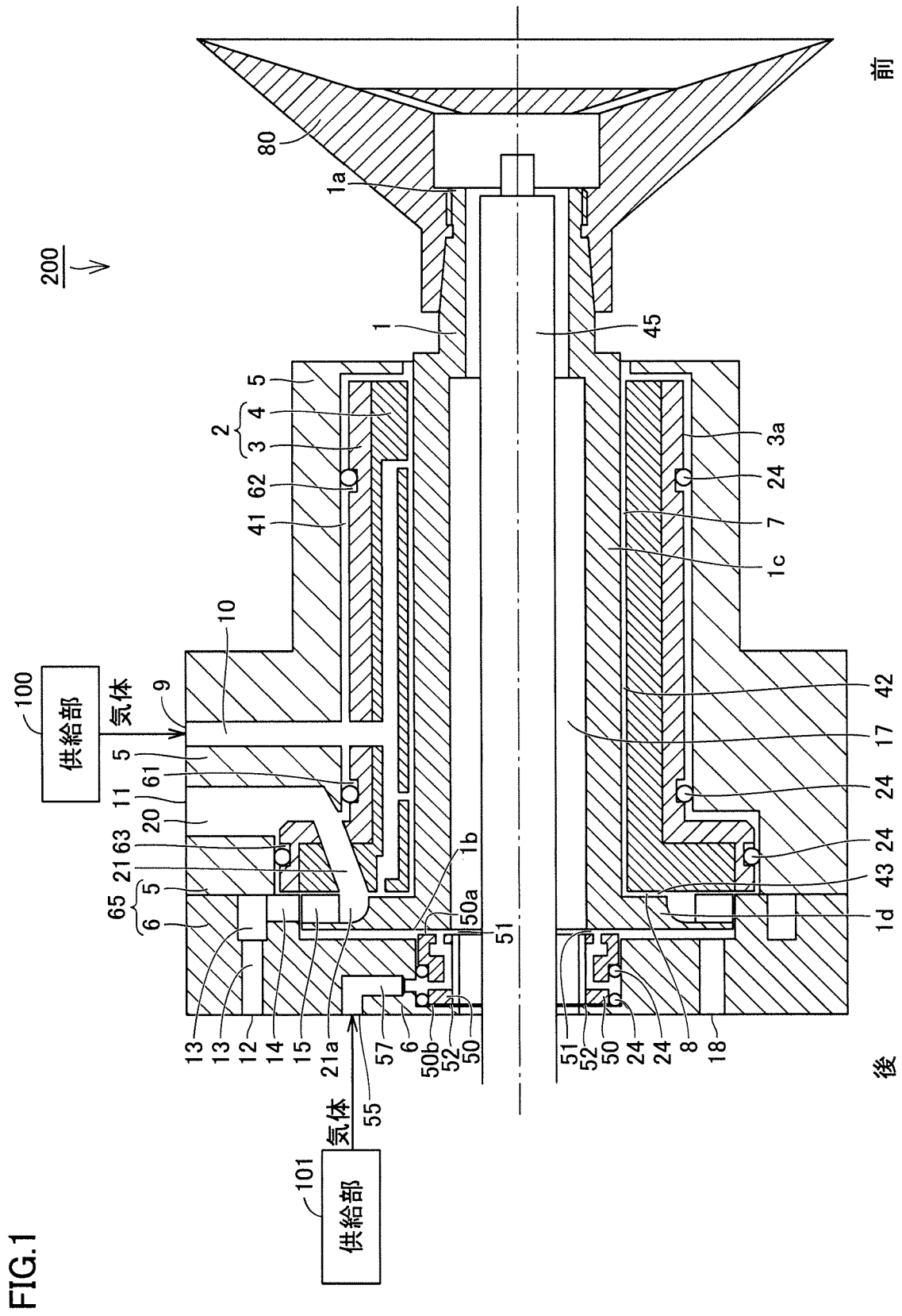


FIG.2

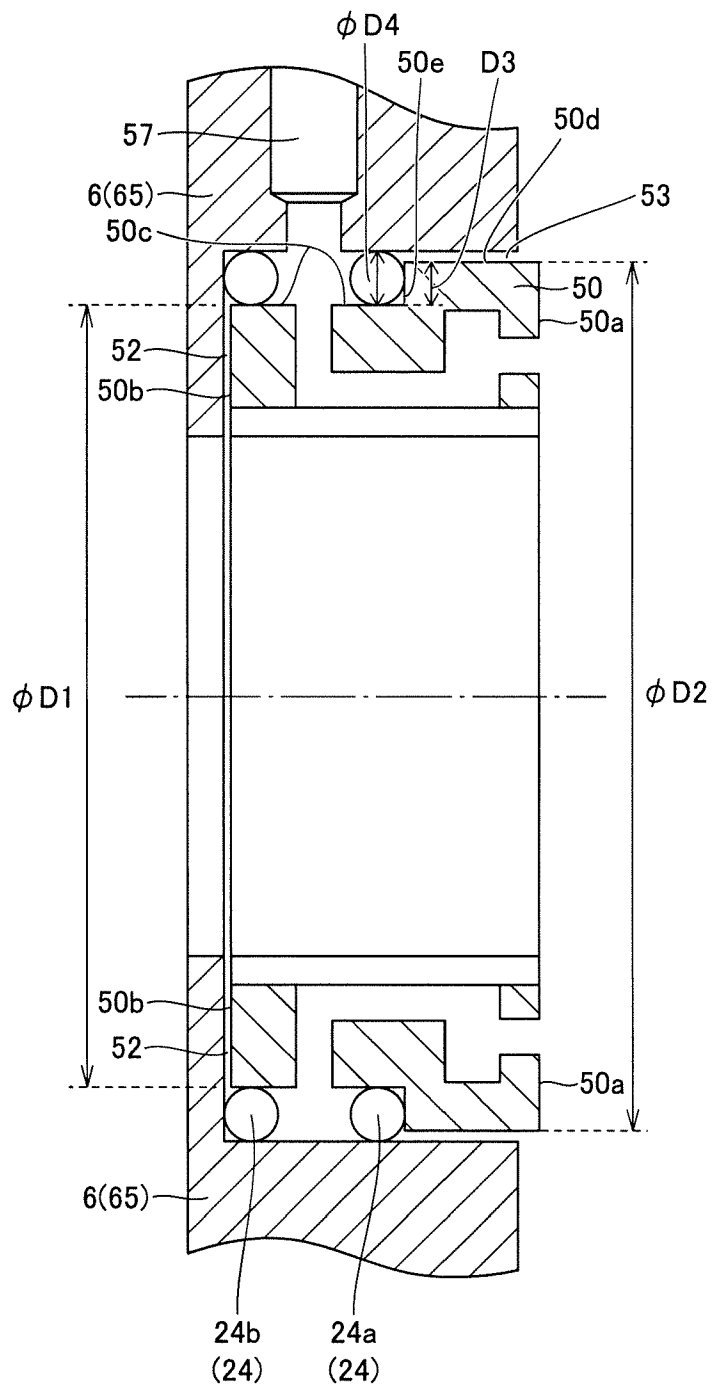
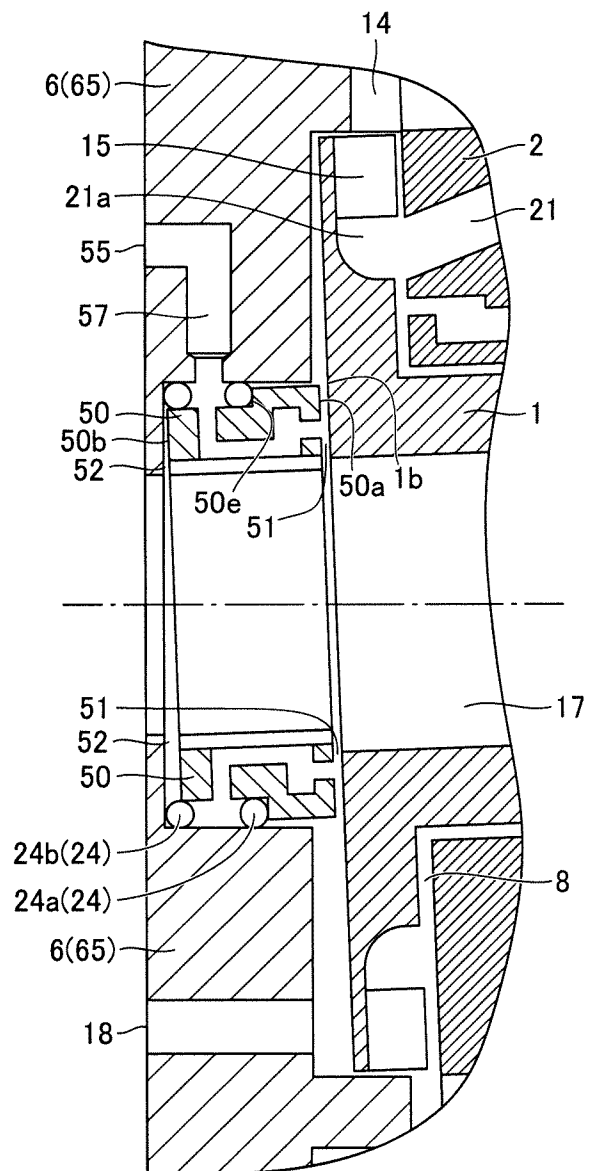
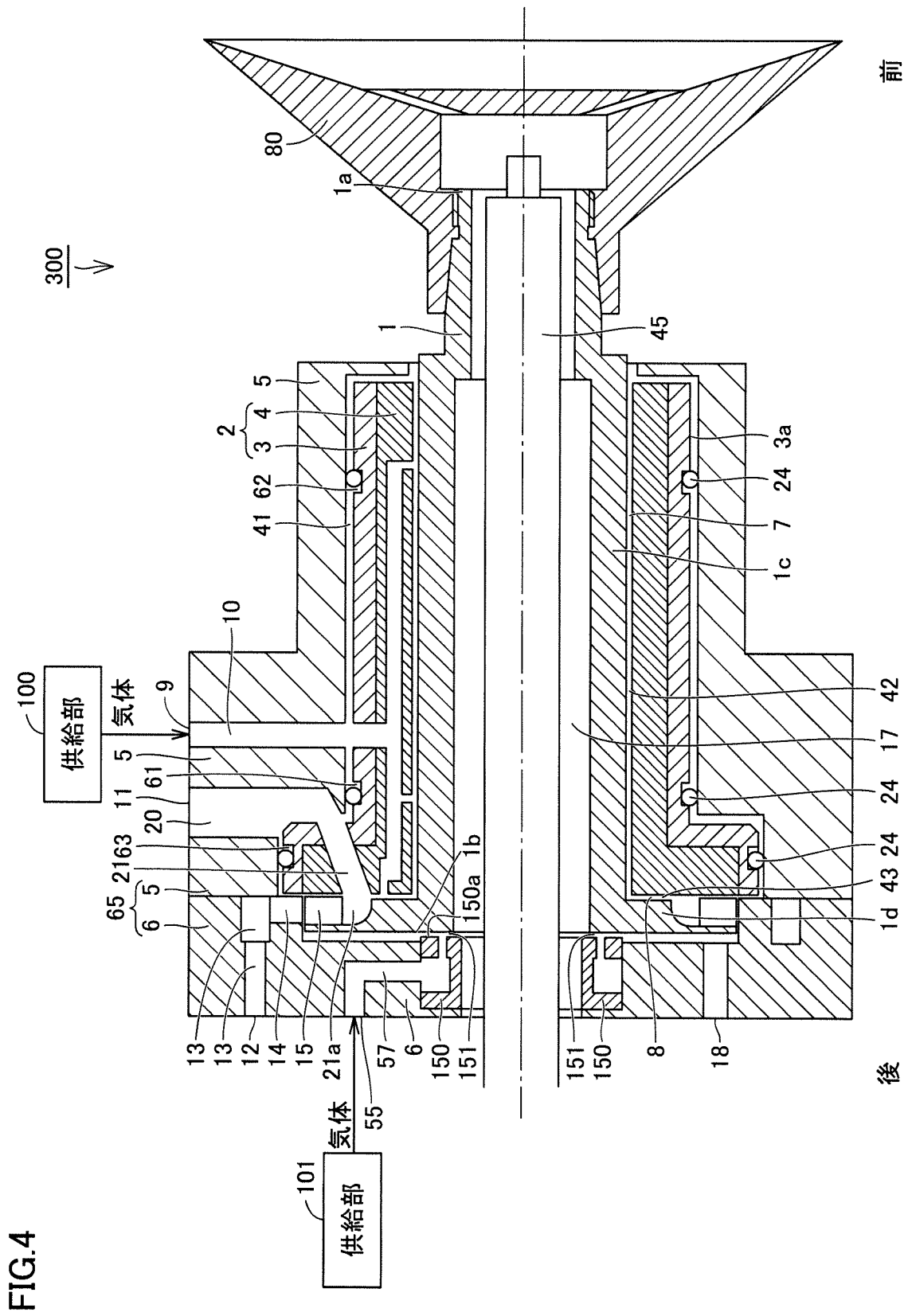


FIG.3

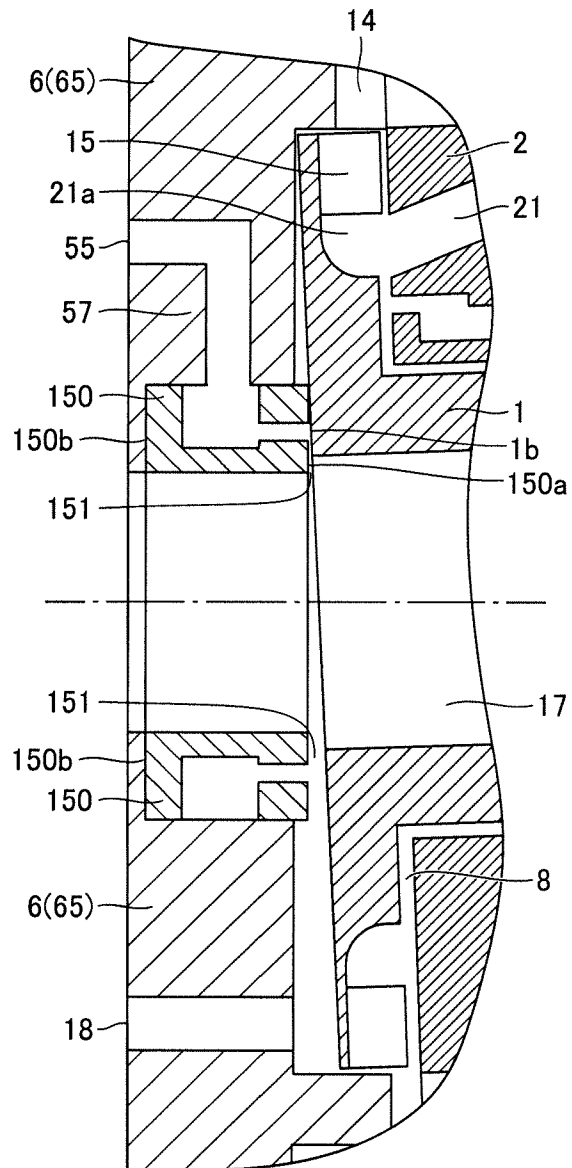


[図4]



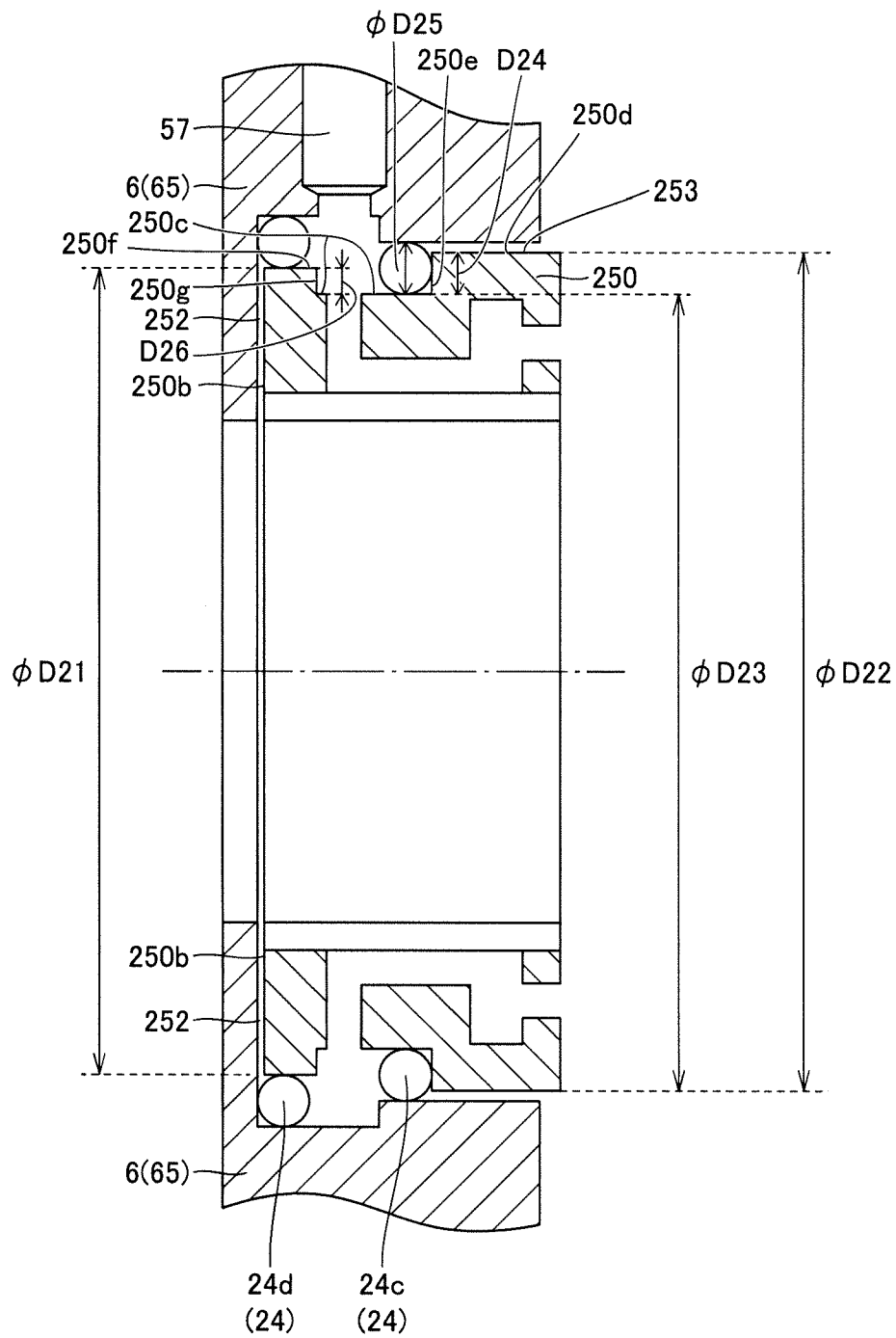
【図5】

FIG.5



[図6]

FIG.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C32/06(2006.01)i, F01D15/06(2006.01)i, F01D25/16(2006.01)i, F02C1/02(2006.01)i, F16C27/06(2006.01)i, F16C41/00(2006.01)i, B05B5/04(2006.01)n

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)

F16C32/06, F01D15/06, F01D25/16, F02C1/02, F16C27/06, F16C41/00, B05B5/04

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2002-153778 A (NTN Corp.), 28 May 2002 (28.05.2002), paragraphs [0001] to [0010], [0013]; fig. 2 & US 2002/0038827 A1 paragraphs [0009] to [0018], [0023]; fig. 10	1-2, 4-7 3
Y	JP 9-72338 A (NSK Ltd.), 18 March 1997 (18.03.1997), paragraphs [0009], [0020]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2, 4-7

☒ 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
30 October 2017 (30.10.17)

Date of mailing of the international search report
07 November 2017 (07.11.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036961

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 9-166143 A (NTN Corp.), 24 June 1997 (24.06.1997), paragraphs [0010], [0018] & US 5660480 A column 2, lines 50 to 63; column 3, lines 58 to 64 & GB 2308411 A	5, 7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C32/06(2006.01)i, F01D15/06(2006.01)i, F01D25/16(2006.01)i, F02C1/02(2006.01)i,
F16C27/06(2006.01)i, F16C41/00(2006.01)i, B05B5/04(2006.01)n

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. F16C32/06, F01D15/06, F01D25/16, F02C1/02, F16C27/06, F16C41/00, B05B5/04

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2002-153778 A (エヌティエヌ株式会社) 2002.05.28, 段落0001-0010, 0013, 図2 & US 2002/0038827 A1, 段落0009-0018, 0023, 図10	1-2, 4-7 3
Y	JP 9-72338 A (日本精工株式会社) 1997.03.18, 段落0009, 0020, 図1-3 (ファミリーなし)	1-2, 4-7

☑ 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

30.10.2017

国際調査報告の発送日

07.11.2017

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)

瀬川 裕

3 J

3523

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 9-166143 A (エヌティエヌ株式会社) 1997. 06. 24, 段落 0010, 0018 & US 5660480 A, 第2欄第50-63行, 第3欄第58-64行 & GB 2308411 A	5, 7