

(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
2020年9月10日(10.09.2020)



(10) 国際公開番号

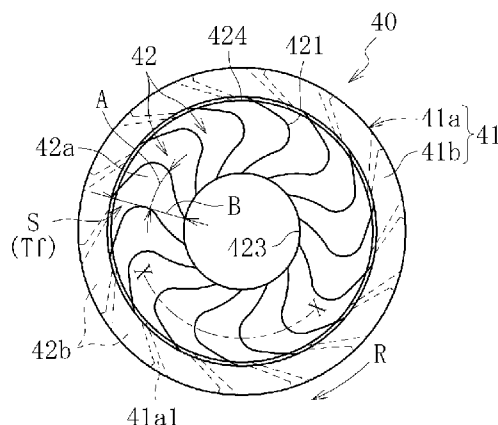
WO 2020/179475 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 17/06 (2006.01) *F01D 25/16* (2006.01)
F16C 27/02 (2006.01) *F02C 7/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/006801
- (22) 国際出願日: 2020年2月20日(20.02.2020)
- (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 2019-037441 2019年3月1日(01.03.2019) JP
- (71) 出願人: 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17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 吉 野 真人 (YOSHINO Masato);
〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘5丁
目105番 N T N株式会社内 Mie (JP).
原田 和慶(HARADA Kazuyoshi); 〒5118678 三
重県桑名市大字東方字尾弓田3066番
地 N T N株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外(SHIROMURA Kunihiko
et al.); 〒5410059 大阪府大阪市中央区博労町4
丁目2番15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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: THRUST FOIL BEARING

(54) 発明の名称: スラストフォイル軸受

[図4]



(57) Abstract: A thrust foil bearing 40 has a thrust bearing surface S formed by arranging a plurality of leaves 42 side by side in a circumferential direction, wherein the thrust foil bearing is characterized in that: the leaves 42 have top foil sections Tf that form the thrust bearing surface S; and a ratio of a circumferential length A of the top foil section Tf of one of the leaves 42, at the radially central position of the top foil sections Tf, to a radial length B from a radially inner edge 423 to a radially outer edge 424 of the top foil sections Tf is 0.66 or smaller.

(57) 要約: 複数のリーフ42を円周方向に並べることでスラスト軸受面Sが形成されるスラストフォイル軸受40であって、リーフ42は、スラスト軸受面Sを形成するトップフォイル部Tfを有し、トップフォイル部Tfの内径側縁部423から外径側縁部424までの径方向長さBに対する、トップフォイル部Tfの径方向中央位置における、リーフ42の1枚当たりの当該トップフォイル部Tfの周方向長さAの比を0.66以下とすることを特徴とする。

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

明 細 書

発明の名称：スラストフォイル軸受

技術分野

[0001] 本発明は、スラストフォイル軸受に関する。

背景技術

[0002] ターボ機械（例えばガスタービンやターボチャージャ）の主軸は高速で回転駆動される。また、主軸に取り付けられたタービン翼は高温に晒される。そのため、これらの主軸を支持する軸受には、高温・高速回転といった過酷な環境に耐え得ることが要求される。この種の用途の軸受として、油潤滑の転がり軸受や油動圧軸受を使用する場合もあるが、潤滑油などの液体による潤滑が困難な場合、エネルギー効率の観点から潤滑油循環系の補機を別途設けることが困難な場合、あるいは液体のせん断による抵抗が問題になる場合、等の条件下では、これらの軸受の使用は制約を受ける。そこで、そのような条件下での使用に適合する軸受として、空気動圧軸受が着目されている。

[0003] 空気動圧軸受としては、回転側と固定側の双方の軸受面を剛体で構成したものが一般的である。しかしながら、この種の空気動圧軸受では、回転側と固定側の軸受面間に形成されるラジアル軸受隙間の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呼ばれる自励的な主軸の振れ回りを生じ易い。そのため、使用される回転速度に応じた隙間管理が重要となる。特に、ガスタービンやターボチャージャのように、温度変化の激しい環境では熱膨張の影響でラジアル軸受隙間の幅が変動するため、精度の良い隙間管理は極めて困難となる。

[0004] ホワールが生じにくく、かつ温度変化の大きい環境下でも隙間管理を容易にできる軸受としてフォイル軸受が知られている。フォイル軸受は、曲げに対して剛性の低い可撓性を有する薄膜（フォイル）で軸受面を構成し、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る。通常は、軸受の内周面をトップフォイルと呼ばれる薄板で構成し、その外径側にバックフォイ

ルと呼ばれるばね状の部材を配置してトップフォイルが受ける荷重をバックフォイルで弾性的に支持している。この場合、軸の回転時には、軸の外周面とトップフォイルの内周面との間に空気膜が形成され、軸が非接触支持される。

[0005] フォイル軸受では、フォイルの可撓性により、軸の回転速度や荷重、周囲温度等の運転条件に応じた適切なラジアル軸受隙間が形成されるため、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。また、一般的な動圧軸受のラジアル軸受隙間は軸直径の $1/1000$ のオーダーで管理する必要がある、例えば直径数 mm 程度の軸では数 μm 程度のラジアル軸受隙間を常時確保する必要がある。従って、製造時の公差、さらには温度変化が激しい場合の熱膨張まで考慮すると、厳密な隙間管理は困難である。これに対して、フォイル軸受の場合には、数十 μm 程度のラジアル軸受隙間に管理すれば足り、その製造や隙間管理が容易となる利点を有する。

[0006] フォイル軸受としては、バックフォイルに設けた切り起こしでトップフォイルを弾性的に支持するもの（特許文献 1）、素線を網状に編成した弾性体で軸受フォイルを弾性的に支持するもの（特許文献 2）、および、バックフォイルに、外輪内面に接触し周方向に移動しない支持部とトップフォイルからの面圧により弾性的に撓む弾性部とを設けたもの（特許文献 3）等が公知である。

[0007] フォイル軸受の一種として、バックフォイルを設けず、トップフォイルを周方向で分割してリーフフォイルを形成し、リーフフォイルをその一部を重ね合わせながら周方向の複数個所に設け、リーフフォイルの重なり合った部分でばね性を得るリーフ型と呼ばれるものも存在する。このリーフ型のフォイル軸受としては、固定軸受環を周方向で複数の円弧状環部材に分割し、各円弧状環部材の接合端部にフォイルの一端を溶接すると共に、フォイルにレイリーステップを屈曲形成したもの（特許文献 4）、リーフをピエゾバイモルフで形成したもの（特許文献 5）、リーフフォイルを線膨張率の異なる 2

種類の金属からなるバイメタルにより形成したもの（特許文献6）、等が公知である。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2002-364643公報
特許文献2：特開2003-262222号公報
特許文献3：特開2009-299748号公報
特許文献4：特公平2-20851号公報
特許文献5：特開平4-54309号公報
特許文献6：特開2002-295467号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 上記のリーフフォイルを有する軸受では、軸受性能として、所定以上の軸受の負荷容量を確保することが課題になる。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記の課題を解決するため、本発明は、複数のリーフを円周方向に並べることで軸受面が形成されるスラストフォイル軸受であって、前記リーフは、軸受面を形成するトップフォイル部を有し、前記トップフォイル部の内径側縁部から外径側縁部までの径方向長さに対する、前記トップフォイル部の径方向中央位置における、前記リーフ1枚あたりの前記トップフォイル部の周方向長さの比を0.66以下とすることを特徴とする。
- [0011] 本発明のように、リーフ1枚当たりの径方向長さに対するトップフォイル部の周方向長さの比を0.66以下に規定することで、軸受の周方向に所定の枚数以上のリーフを配置することができ、軸受の負荷容量を一定以上確保することができる。
- [0012] 上記のスラストフォイル軸受として、トップフォイル部の内径側縁部から外径側縁部までの径方向長さに対する、トップフォイル部の径方向中央位置

における、リーフ 1 枚あたりのトップフォイル部の周方向長さの比を 0.55 以上とすることができる。これにより、リーフの枚数を所定以下の枚数にすることができ、一定以上の軸受の負荷容量を確保すると共に、軸受の製造コストを抑え、製品性能の信頼性を向上させることができる。

[0013] 上記のスラストフォイル軸受として、トップフォイル部の内径側縁部から外径側縁部までの径方向長さに対する、トップフォイル部の径方向中央位置における、リーフ 1 枚あたりのトップフォイル部の周方向長さの比を 0.6 とすることができる。これにより、所定以上の軸受の負荷容量を確保できる最小枚数のリーフで軸受を構成することができ、軸受の負荷容量を一定以上確保すると共に、軸受の製造コストを極力抑え、製品性能の信頼性をより向上させることができる。

発明の効果

[0014] 本発明のスラストフォイル軸受によれば、軸受の負荷容量を一定以上確保することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]ガスタービンの構成を概念的に示す図である。

[図2]上記ガスタービンにおけるロータの支持構造を示す断面図である。

[図3]上記支持構造に組み込まれたフォイル軸受ユニットの断面図である。

[図4]スラストフォイル軸受を軸受面側から見た時の平面図である。

[図5]スラストフォイル軸受のリーフを示す平面図である。

[図6]図4中のX-X線断面を展開した図である。

[図7]リーフアスペクト比に対する軸受の負荷容量係数の関係を実験した結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照して説明する。

図1に、ターボ機械の一種であるガスタービンの構成を概念的に示す。このガスタービンは、それぞれに翼列を形成したタービン1および圧縮機2と、発電機3と、燃焼器4と、再生器5とを主に備える。タービン1、圧縮機

2、および発電機3には、水平方向に延びる共通の回転軸6が設けられ、この回転軸6と、タービン1および圧縮機2とで一体回転可能なロータが構成される。

[0017] 吸気口7から吸入された空気は、圧縮機2で圧縮され、再生器5で加熱された上で燃焼器4に送り込まれる。この圧縮空気に燃料を混合して燃焼させ、高温、高圧のガスでタービン1を回転させる。タービン1の回転力が回転軸6を介して発電機3に伝達され、発電機3が回転することにより発電し、この電力がインバータ8を介して出力される。タービン1を回転させた後のガスは比較的高温であるため、このガスを再生器5に送り込んで燃焼前の圧縮空気との間で熱交換を行うことで、燃焼後のガスの熱を再利用する。再生器5で熱交換を終えたガスは、排熱回収装置9をってから排ガスとして排出される。

[0018] 図2に、上記ガスタービンにおけるロータの回転軸6を支持するフォイル軸受ユニット10を示す。フォイル軸受ユニット10は、回転軸6と、回転軸6に固定された回転部材20と、ラジアルフォイル軸受30と、第1スラストフォイル軸受40と、第2スラストフォイル軸受50とを備える。一体に回転する回転軸6と回転部材20とで軸部材11が構成される。ラジアルフォイル軸受30は軸部材11をラジアル方向で支持し、第1スラストフォイル軸受40および第2スラストフォイル軸受50は、軸部材11を両スラスト方向で支持する。

[0019] 回転部材20は、図3に示すように、スリーブ部21と、スリーブ部21から外径に突出した円盤状のフランジ部22とを備える。フランジ部22は例えば炭素繊維強化複合材で形成され、スリーブ部21は例えば炭素焼結材で形成される。

[0020] 以下、第1スラストフォイル軸受40の構成を説明する。なお、第2スラスト軸受50の構成は、第1スラスト軸受40と共通するので、その説明を省略する。

[0021] 第1スラストフォイル軸受40は、図3に示すように、軸部材11（回転

部材 20) のフランジ部 22 を軸方向一方側から支持するものであり、図 3 および図 4 に示すように、フォイルホルダ 41 と、フォイルホルダ 41 に、周方向で帯状となるように取り付けられる複数のリーフ 42 とを備える。フォイルホルダ 41 は、軸心に穴を有する円盤状のホルダ本体 41a と、ホルダ本体 41a の端面 41a1 の外径端に設けられた環状の固定部材 41b とを有する。ホルダ本体 41a と固定部材 41b で各リーフ 42 を軸方向両側から挟み込むことにより、各リーフ 42 がフォイルホルダ 41 に保持される。

[0022] リーフ 42 は、ばね性に富み、かつ、加工性のよい金属、例えば鋼材料や銅合金からなる厚さ $20\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ 程度のリーフ素材で形成される。リーフ素材としては、ステンレス鋼もしくは青銅製からなるものを用いるのが好ましい。

[0023] 図 4 に示すように、リーフ 42 は回転方向 R (円周方向) の複数個所に等ピッチで配置される。図 5 は、回転方向 R に並べた複数のリーフ 42 のうち、一つのリーフ 42 のみを図示して他のリーフの図示を省略したものである。図 5 に示すように、各リーフ 42 は、後述するトップフォイル部 T f およびバックフォイル部 B f を構成する本体部 42a と、本体部 42a から外径側に延びる延在部 42b (クロスハッチングで示す) とを一体に備える。

[0024] リーフ 42 の本体部 42a は、回転方向 R 側の端部に位置する前端 421 と、反回転方向側の端部に位置する後端 422 と、前端 421 の両側端につながった内径側縁部 423 および外径側縁部 424 (トップフォイル部の内径側縁部および外径側縁部でもある) とを有する。各リーフ 42 の内径側縁部 423 および外径側縁部 424 の双方が軸心を中心とする円弧で形成されている。前端 421 および後端 422 は、いわゆるヘリングボーン形状をなしており、前端 421 はその両端部の間の領域を回転方向 R 側に突出させた凸形状に形成され、後端 422 は、その両端部の間を回転方向 R 側に凹ませた凹形状に形成されている。前端 421 および後端 422 は、半径方向の概ね中央領域に頂部 421a, 422a を有する。このように前端 421 およ

び後端422をヘリングボーン形状に形成することにより、軸部材11の回転中に流体（例えば空気）をスラスト軸受隙間の半径方向中央領域に引き込む作用を得ることができ、スラストフォイル軸受の負荷容量を高めることが可能となる。本実施形態では、双方の頂部421a、422aの輪郭形状を円弧にした場合を例示している。

[0025] 延在部42bは、本体部42aの外径端から、外径側を反回転方向に後退させることで半径方向に対して傾斜方向に延びるように形成されている。図4に示すように、回転方向Rに配列された各延在部42bは、互いに重なり合うことなく回転方向Rの隙間を介してホルダ本体41aの同一平面上に配置される。ホルダ本体41a上に並べた各延在部42b上に固定部材41bを配置し、各リーフ42の延在部42bの外径部分（図5にクロスハッチングで示す）をホルダ本体41aと固定部材41bとで挟み込み、両部材41a、41bをボルト等で締め付け固定することで、各リーフ42がフォイルホルダ41に固定される。

[0026] 図6は、図4中のX-X線の断面図である。図6に示すように、第1スラストフォイル軸受40の各リーフ42は、ホルダ本体41aの端面41a1上に、各リーフ42の半ピッチ分だけ位相をずらしながら回転方向Rに部分的に重ね合わせて配置されている。各リーフ42の前端421を含む回転方向先行側の領域は、隣接するリーフ42上に乗り上げたトップフォイル部Tfを構成する。また、各リーフ42の後端422を含む反回転方向側の領域は、隣接するリーフ42のトップフォイル部Tfの背後で当該トップフォイル部Tfを弾性的に支持するバックフォイル部Bfを構成する。各リーフ42のトップフォイル部Tfの表面で、フランジ部22の一方の端面22aと対向するスラスト軸受面Sが形成される。各リーフ42のトップフォイル部Tfの回転方向先行側が、フランジ部22に最も近づき、軸受隙間が最小となる部分である。

[0027] 図4に示すように、トップフォイル部Tfの径方向中央位置におけるトップフォイル部Tfの周方向長さ（言い換えると、リーフ42の頂部421a

と、このリーフ４２に隣接するリーフ４２の頂部４２１aとの周方向の間隔）を長さA、トップフォイル部Tfの内径側縁部４２３から外径側縁部４２４までの径方向長さ（言い換えると、リーフ４２の内径側縁部４２３から固定部材４１bの内径までの径方向長さ）を長さBとし、長さBに対する長さAの比をリーフアスペクト比とすると、本実施形態では、このリーフアスペクト比を略0.6に設定している。なお、長さAは固定部材４１bの内径と各リーフ４２の内径側縁部４２３によって形成される内円の直径との平均値に π をかけたものを、フォイル軸受４０に設けられたリーフ４２の枚数で割った値として求めることができる。

[0028] リーフ４２の周方向の枚数が多くなるほど、つまり、リーフ４２の１枚当たりのトップフォイル部Tfを構成する部分の長さが短くなるほど、長さAは小さくなる。言い換えると、長さAが小さくなるほど上記のリーフアスペクト比が小さくなり、フォイル軸受４０を構成するリーフ４２の枚数は多くなる。リーフ４２の枚数は多くなるほどフォイル軸受４０の最大負荷容量が大きくなるが、一方で、リーフ４２の枚数増加によるコストアップや軸受性能のバラツキが大きくなってしまう。

[0029] 本実施形態では、リーフアスペクト比を略0.6に設定することで、一定以上の負荷容量の大きさを確保できる最小限のリーフ４２の枚数に設定することができる（詳しくは後述する）。

[0030] 上記のスラストフォイル軸受４０の製造方法としては、スラストフォイル軸受４０の周方向に配置されたリーフ４２の半数のリーフ４２を周方向に等間隔に並べた一方のフォイル軸受、より詳しくは、フォイル軸受４０の各リーフ４２を一つ置きに並べた一方のフォイル軸受と他方のフォイル軸受とを用意する。そして、一方のフォイル軸受のリーフ４２と他方のフォイル軸受のリーフ４２とがリーフ４２の半ピッチ分だけ周方向にずらした状態で、一方のフォイル軸受と他方のフォイル軸受を重ね合わせる。この状態で、ホルダ本体４１aと固定部材４１bとで挟み込み、両部材４１a、４１bをボルト等で締め付け固定することで、各リーフ４２がフォイルホルダ４１に固定

する。これにより、スラストフォイル軸受40を製造することができる。

[0031] 次に、上記のリーフアスペクト比とフォイル軸受40の負荷容量係数との関係についての実験結果を図7に示す。この実験は、軸受面の径方向長さ（つまり長さB）を変更させずに、リーフの枚数（つまり長さA）を変化させて、その時の負荷容量係数の変化を測定したものである。なお、負荷容量係数 $[N / (mm)^3 k r p m]$ は、フォイル軸受40の最大負荷容量を N_{MAX} $[N]$ 、内径側縁部423と外径側縁部424との間の径方向長さ（上記の長さBと同じ）を L_a $[mm]$ 、内径側縁部423の径と外径側縁部424の径との平均値を L_b $[mm]$ 、軸部材11の回転速度を V $[k r p m]$ とすると、

$$N_{MAX} / \{ (\pi \times L_a \times L_b) \times (L_b \times V) \} \cdots (1)$$

により求めることができる。

[0032] 図7に示すように、リーフアスペクト比が大きくなるほど、つまり、リーフの枚数が少なくなるほど負荷容量係数は小さくなっており、特に、リーフアスペクト比が0.6の場合を境にして、負荷容量係数が大きく減少している。具体的には、リーフアスペクト比が0.7以上では、負荷容量係数が1.0を大きく下回っている。これに対して、リーフアスペクト比が0.66以下では一定以上の負荷容量係数の値を示し、特に0.6以下では負荷容量係数に大きな違いはなく、1.0以上の値を記録している。

[0033] このように、リーフアスペクト比が0.66以下、特に0.6以下では十分な大きさの負荷容量係数を確保することができる。そして、前述のように、リーフの枚数をできるだけ少なくする方がコストや軸受の信頼性の面で好ましい点ことを考慮すると、リーフアスペクト比は0.6に近づくほど好ましくなる。より詳細には、コストや軸受の信頼性を考慮すると、リーフアスペクト比が0.55以上である方が好ましい。さらに、上記実施形態のように、リーフアスペクト比を略0.6に設定することで、負荷容量の大きさを確保すると共に、リーフの枚数を最小限に抑えることができ、最も好ましい。

[0034] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加え得ることは勿論である。上記軸受の形状は一例であり、その形状に限定されないことはもちろんである。

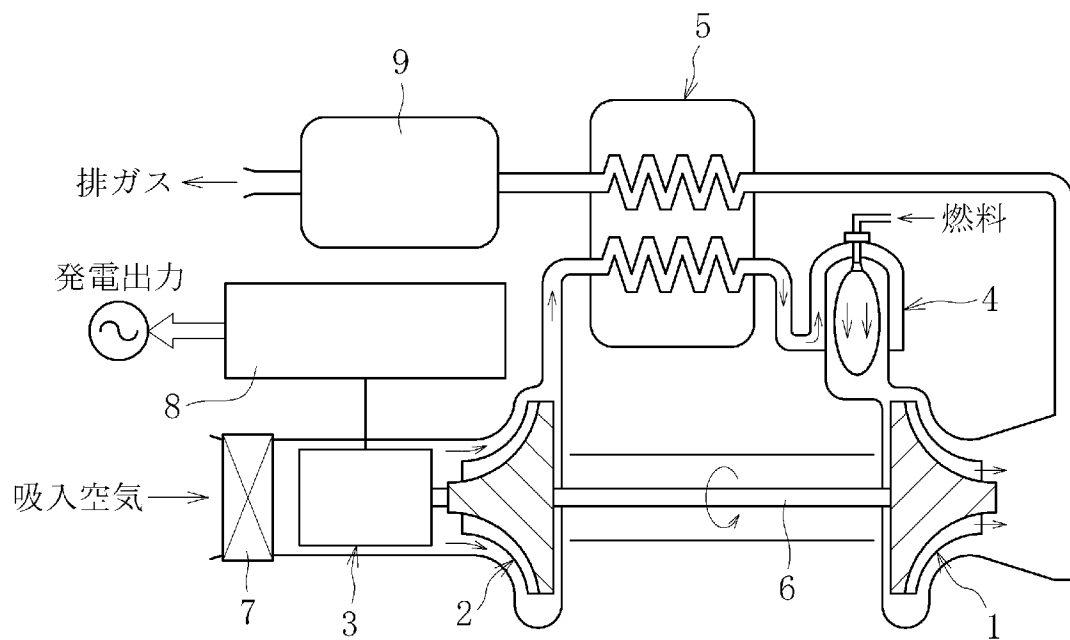
符号の説明

[0035]	1 1	軸部材
	4 0	スラストフォイル軸受
	4 1	フォイルホルダ
	4 2	リーフ
	4 2 1	前端
	4 2 2	後端
	4 2 3	内径側縁部
	4 2 4	外径側縁部
	B f	バックフォイル部
	R	回転方向
	S	軸受面
	T f	トップフォイル部
	A	周方向長さ
	B	径方向長さ

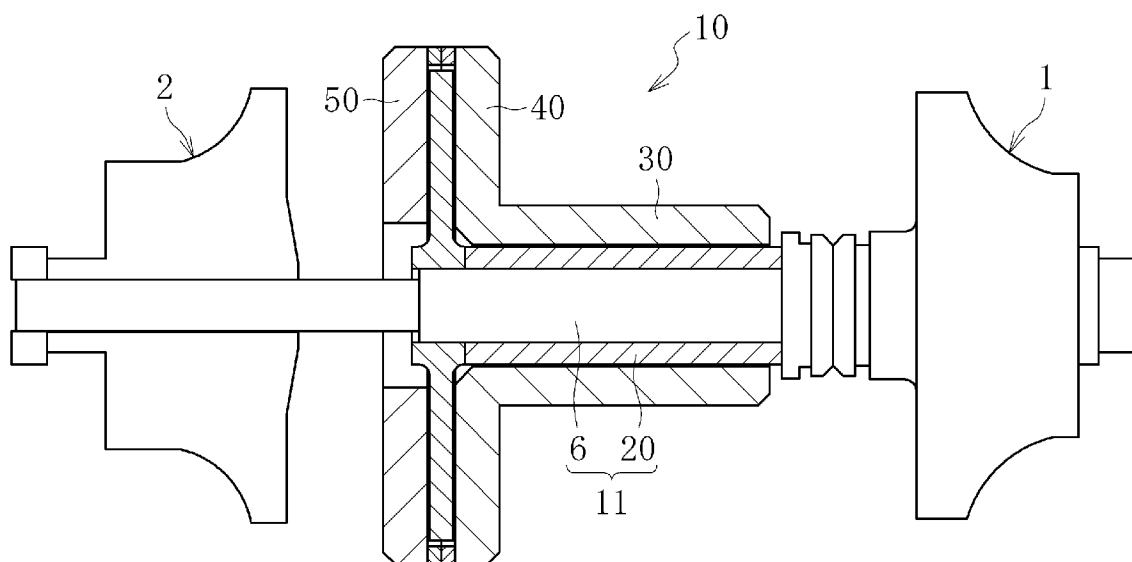
請求の範囲

- [請求項1] 複数のリーフを円周方向に並べることで軸受面が形成されるスラストフォイル軸受であって、
前記リーフは、軸受面を形成するトップフォイル部を有し、
前記トップフォイル部の内径側縁部から外径側縁部までの径方向長さに対する、前記トップフォイル部の径方向中央位置における、前記リーフ 1 枚あたりの前記トップフォイル部の周方向長さの比を 0.66 以下とすることを特徴とするスラストフォイル軸受。
- [請求項2] 前記トップフォイル部の内径側縁部から外径側縁部までの径方向長さに対する、前記トップフォイル部の径方向中央位置における、前記リーフ 1 枚あたりの前記トップフォイル部の周方向長さの比を 0.55 以上とする請求項 1 記載のスラストフォイル軸受。
- [請求項3] 前記トップフォイル部の内径側縁部から外径側縁部までの径方向長さに対する、前記トップフォイル部の径方向中央位置における、前記リーフ 1 枚あたりの前記トップフォイル部の周方向長さの比を 0.6 とする請求項 1 または 2 記載のスラストフォイル軸受。

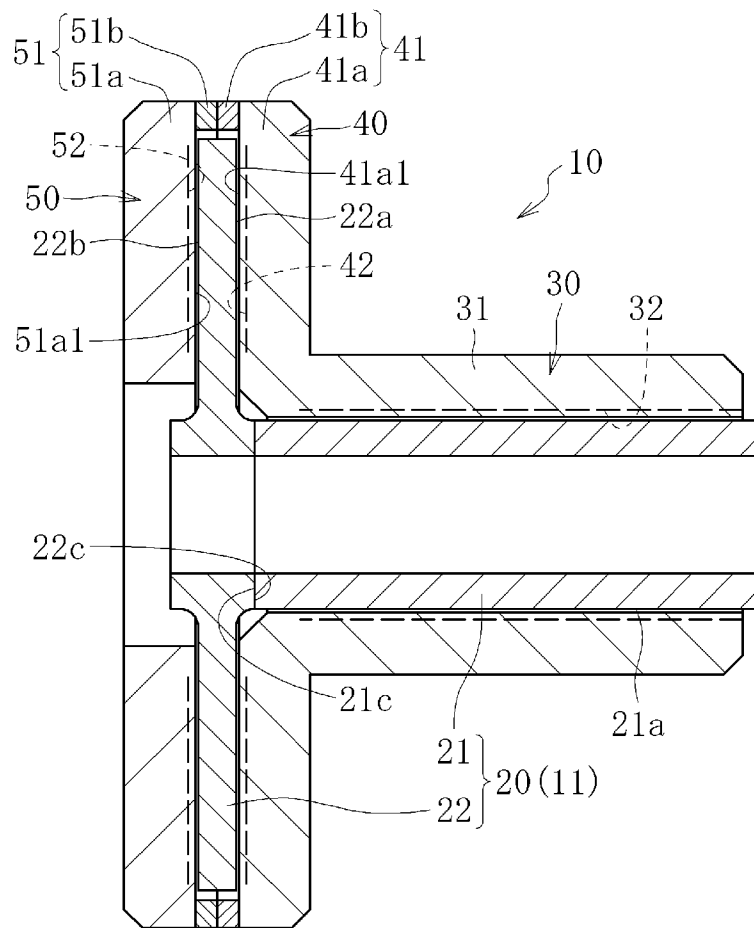
[図1]



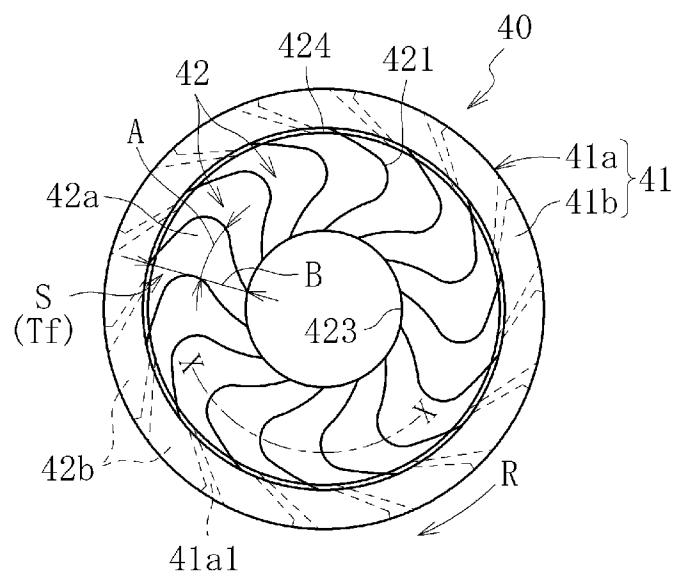
[図2]



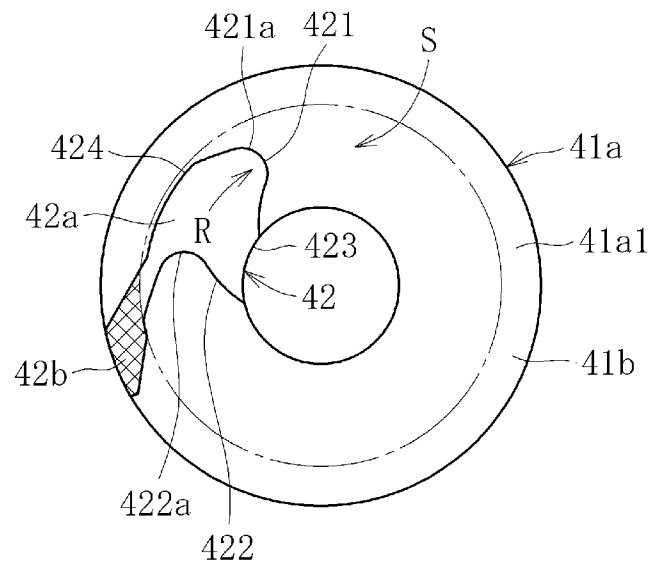
[図3]



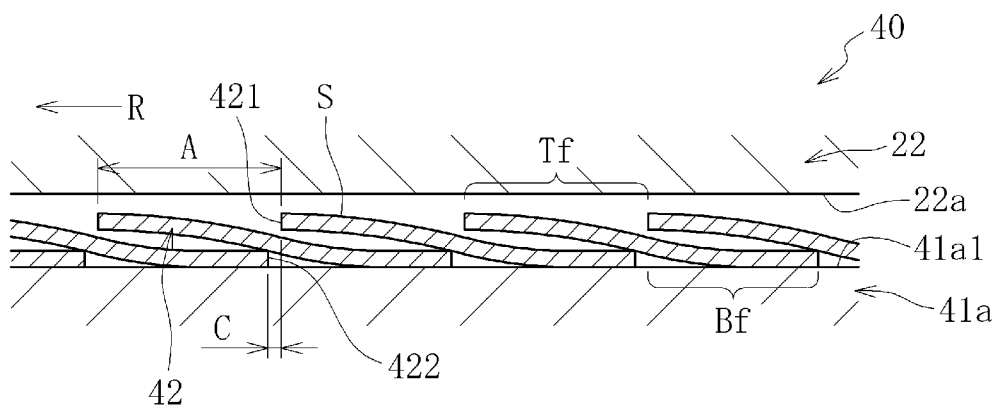
[図4]



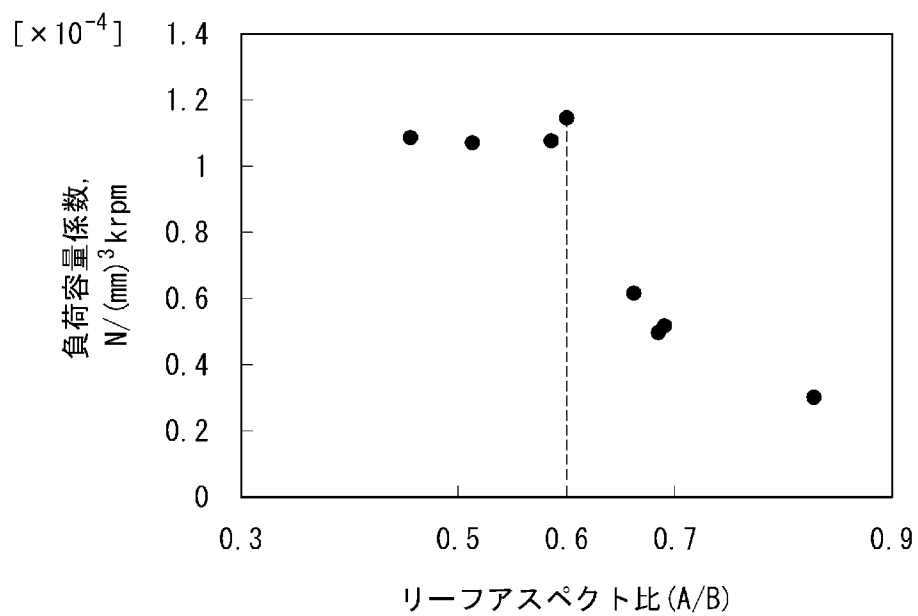
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/006801

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16C17/06 (2006.01) i, F16C27/02 (2006.01) i, F01D25/16 (2006.01) i, F02C7/06 (2006.01) i

FI: F16C27/02A, F16C17/06, F01D25/16C, F02C7/06Z

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)

Int.Cl. F16C17/06, F16C27/02, F01D25/16, F02C7/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	JP 2017-82913 A (NTN CORPORATION) 18.05.2017 (2017-05-18), paragraphs [0001], [0006], [0024]-[0029], fig. 1-3, 6-8	1-3
A	JP 2015-132309 A (NTN CORPORATION) 23.07.2015 (2015-07-23)	1-3
A	JP 2013-61024 A (NTN CORPORATION) 04.04.2013 (2013-04-04)	1-3
A	US 6158892 A (STEWART, M. J.) 12.12.2000 (2000-12-12)	1-3

☐	Further documents are listed in the continuation of Box C.	☒	See patent family annex.
--------------------------	--	-------------------------------------	--------------------------

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03.04.2020	Date of mailing of the international search report 14.04.2020
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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/006801

JP 2017-82913 A	18.05.2017	US 2018/0313400 A1 paragraphs [0001], [0006], [0050]-[0055], fig. 1-3, 6A, 7, 8 WO 2017/073613 A1 EP 3369952 A1 CN 108350934 A
JP 2015-132309 A	23.07.2015	US 2016/0356310 A1 WO 2015/087677 A1 EP 3096027 A1 CN 105992880 A
JP 2013-61024 A	04.04.2013	US 2014/0169707 A1 WO 2013/018605 A1 EP 2740951 A1 CN 103717926 A CN 105952781 A
US 6158892 A	12.12.2000	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16C 17/06(2006.01)i; F16C 27/02(2006.01)i; F01D 25/16(2006.01)i; F02C 7/06(2006.01)i FI: F16C27/02 A; F16C17/06; F01D25/16 C; F02C7/06 Z														
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）） F16C17/06; F16C27/02; F01D25/16; 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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	JP 2017-82913 A (NTN株式会社) 18.05.2017 (2017-05-18) 段落[0001], [0006], [0024]-[0029], 図1-3, 6-8	1-3												
A	JP 2015-132309 A (NTN株式会社) 23.07.2015 (2015-07-23)	1-3												
A	JP 2013-61024 A (NTN株式会社) 04.04.2013 (2013-04-04)	1-3												
A	US 6158892 A (STEWART, Matthew J.) 12.12.2000 (2000-12-12)	1-3												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 03.04.2020	国際調査報告の発送日 14.04.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 渡邊 義之 3J 5789 電話番号 03-3581-1101 内線 3328													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/006801

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-82913	A	18.05.2017	US	2018/0313400	A1	
				段落[0001], [0006], [0050]-[0055], 図1-3, 6A, 7-8			
				WO	2017/073613	A1	
				EP	3369952	A1	
				CN	108350934	A	
JP	2015-132309	A	23.07.2015	US	2016/0356310	A1	
				WO	2015/087677	A1	
				EP	3096027	A1	
				CN	105992880	A	
JP	2013-61024	A	04.04.2013	US	2014/0169707	A1	
				WO	2013/018605	A1	
				EP	2740951	A1	
				CN	103717926	A	
				CN	105952781	A	
US	6158892	A	12.12.2000	(ファミリーなし)			