

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-41698

(P2020-41698A)

(43) 公開日 令和2年3月19日 (2020.3.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 J 15/3288 (2016.01)</b>	F 1 6 J 15/3288	3 G 2 0 2
<b>F 0 1 D 11/00 (2006.01)</b>	F 0 1 D 11/00	3 J 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2019-163164 (P2019-163164) (22) 出願日 令和1年9月6日 (2019.9.6) (31) 優先権主張番号 1814673.8 (32) 優先日 平成30年9月10日 (2018.9.10) (33) 優先権主張国・地域又は機関 英国 (GB)	(71) 出願人 590005438 ロールス - ロイス、パブリック、リミテッド、カンパニー ROLLS-ROYCE PUBLIC LIMITED COMPANY イギリス国ロンドン、ヨーク、ウェイ、キングス、ブレイス、90 (74) 代理人 100091982 弁理士 永井 浩之 (74) 代理人 100091487 弁理士 中村 行孝 (74) 代理人 100105153 弁理士 朝倉 悟 (74) 代理人 100106655 弁理士 森 秀行
---	--

最終頁に続く

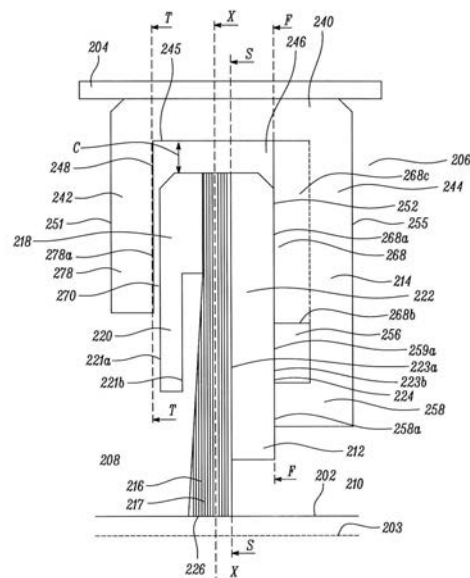
(54) 【発明の名称】 半径方向に変位可能なブラシシール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 フレッシング摩耗に対する改善されたシールの提供。

【解決手段】 相対的高流体圧力領域 (208) と相対的低流体圧力領域 (210) とを互いに分離して、軸方向流路内の漏れ間隙を封止するためのブラシシール (206) であって、ブラシシール (206) は、外側ハウジング (214) と、外側ハウジング内に少なくとも部分的に配置され、外側ハウジングに対して半径方向に変位するように構成された内側ハウジング (212) とを備え、外側ハウジング (214) を形成する環状シールパックキャリア内に、上流側内側接触面 (223a) と物理的に連通し、回転軸 (203) を有する回転可能なシャフト (202) に摺動する、第1のプリストル層 (217) を含むブラシシール (206)。

【選択図】 図 5 a



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

相対的高流体圧力領域（２０８）と相対的低流体圧力領域（２１０）との間の軸方向流路内の漏れ間隙を封止するためのブラシールであって、外側ハウジング（２１４）と、前記外側ハウジング内に少なくとも部分的に配置され、かつ前記外側ハウジングに対して半径方向に変位するように構成された内側ハウジング（２１２）と、を備え、

前記外側ハウジングが、第１の半径方向接触線（Ｆ－Ｆ）に沿って構成された第１の上流側外側接触面（２５８ａ）を含む第１の下流外側接触部材（２５８）と、前記第１の半径方向接触線に沿って、前記第１の上流側外側接触面から半径方向に離間して、間に下流外側チャンバ開口部（２５９ａ）を画定するように構成された第２の上流側外側接触面（２６８ａ）を含む第２の下流外側接触部材（２６８）と、を含み、

前記内側ハウジングが、第２の半径方向接触線（Ｓ－Ｓ）に沿って構成された第１の上流側内側接触面（２２３ａ）と物理的に連通している第１のプリストル層（２１７）を含み、前記内側ハウジングの下流面（２２３ｂ）は、少なくとも前記第１の上流側外側接触面及び前記第２の上流側外側接触面と、その半径方向変位の間、物理的に連通して維持され、

前記外側ハウジングに対する前記内側ハウジングの全ての相対的半径方向位置において、使用中、前記内側ハウジングの前記下流側面と前記第１の上流側外側接触面及び前記第２の上流側外側接触面の両方との間の集合的接触面が、前記下流外側チャンバ開口部の集合的表面よりも大きい、

ブラシール。

## 【請求項 2】

前記外側ハウジングが、第３の半径方向接触線（Ｔ－Ｔ）に沿って構成された第１の下流側外面（２７８ａ）を含む第１の上流外側接触部材を含む、請求項 1 に記載のブラシール。

## 【請求項 3】

前記外側ハウジングが、前記第３の半径方向接触線に沿って、前記第１の下流側外面から半径方向に離間して、間に上流外側チャンバ開口部を画定するように構成された、第２の下流側外面を含む第２の上流外側接触部材（２７８）を含む、請求項 2 に記載のブラシール。

## 【請求項 4】

前記外側ハウジングに対する前記内側ハウジングの全ての相対的半径方向位置において、使用中、前記内側ハウジングの上流側面（２２１ａ）と前記外側ハウジングの前記下流側外面又は各下流側外面との間の集合的接触面が、前記上流外側チャンバ開口部の集合的表面よりも大きい、請求項 3 に記載のブラシール。

## 【請求項 5】

前記第２の下流外側接触部材及び第２の上流側外側接触面が、前記第１の半径方向接触線に沿って、前記外側ハウジングの半径方向外側壁（２４０）から半径方向に離間して、第１の下流外側チャンバ（２５６）の第１の下流外側チャンバ開口部（２５９ａ）及び第２の下流外側チャンバ（２４６）の第２の下流外側チャンバ開口部（２５９ｂ）を少なくとも部分的に画定し、分離するように構成された、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のブラシール。

## 【請求項 6】

前記外側ハウジングが、前記第１の半径方向接触線に沿って構成された第３の又は更なる上流側外側接触面を含む、第３の又は更なる下流外側接触部材を含み、前記第３の又は更なる上流側外側接触面が、前記第１の上流側外側接触面と前記第２の上流側外側接触面との間に構成され、かつ、前記第１の半径方向接触線に沿って、前記第１の上流側外側接触面及び前記第２の上流側外側接触面から半径方向に変位され、第１の下流外側チャンバ（２５６）の第１の下流外側チャンバ開口部（２５９ａ）及び第３の下流外側チャンバの第３の下流外側チャンバ開口部のいずれか又は両方を少なくとも部分的に画定する、請求

10

20

30

40

50

項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のブラシシール。

【請求項 7】

前記第 3 の又は更なる上流側外側接触面を含む前記第 3 の又は更なる下流外側接触部材が、第 3 の又は更なる下流外側チャンバの第 3 の又は更なる下流外側チャンバ開口部を少なくとも部分的に画定する、請求項 6 に記載のブラシシール。

【請求項 8】

前記第 2 の接触部材が、前記第 2 の下流外側チャンバと前記第 1 の下流外側チャンバ、又は前記第 2 の下流外側チャンバと前記第 3 の若しくは更なる下流外側チャンバのいずれかを流体接続するように構成された第 1 の下流外側通路を含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項、又は、従属する場合、請求項 6 若しくは 7 に記載のブラシシール。

10

【請求項 9】

前記第 3 の下流外側接触部材が、少なくとも前記第 3 の下流外側チャンバと前記第 1 の下流外側チャンバとを流体接続するように構成された第 2 の下流外側通路を含む、請求項 7 又は 8 に記載のブラシシール。

【請求項 10】

前記第 1 の下流外側通路が、加圧流体の供給源と、前記第 2 の下流外側チャンバ及び前記第 1 の下流外側チャンバ又は前記第 2 の下流外側チャンバ及び前記第 3 の若しくは更なる下流外側チャンバのいずれかとを流体接続するように構成されており、存在する場合、前記第 2 の下流外側通路が、加圧流体の前記供給源と、少なくとも前記第 3 の下流外側チャンバ及び前記第 1 の下流外側チャンバとを流体接続するように構成されている、請求項 8、又は、従属する場合、請求項 9 に記載のブラシシール。

20

【請求項 11】

前記加圧流体が、使用中に、前記相対的高流体圧力領域の圧力と実質的に等しい又は前記圧力よりも大きい圧力まで、前記下流外側チャンバのうちの 1 つ以上を加圧する、請求項 10 に記載のブラシシール。

【請求項 12】

前記第 1 の下流外側通路が、前記外側ハウジングの一部分内に形成されている、請求項 8 ~ 11 のいずれか一項に記載のブラシシール。

【請求項 13】

前記第 1 の下流外側通路が、前記外側ハウジングの一部分上に形成されている、請求項 8 ~ 12 のいずれか一項に記載のブラシシール。

30

【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載のブラシシールを備えるガスタービンエンジン。

【請求項 15】

相対的高流体圧力領域 (208) と相対的低流体圧力領域 (210) との間の軸方向流路内の互いに対して移動可能な部品間の漏れ間隙を封止するための方法であって、

前記相対的高流体圧力領域と前記相対的低流体圧力領域との間に、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載のタイプの内側ハウジング (212) 及び外側ハウジング (214) を構成するステップと、

前記第 1 の下流外側チャンバ及び前記第 2 の下流外側チャンバのうちの 1 つ以上に加圧流体を供給して、前記内側ハウジング上の軸方向に印加された力を前記外側ハウジングに対して少なくとも部分的に反作用させるステップと、

40

を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

開示の分野

本開示は、流体シールに関する。より具体的には、本開示は、互いに対して移動可能な部品間の漏れ経路を封止するためのブラシシールに関する。

【0002】

50

#### 関連技術の説明

互いに対して移動可能な構成要素間の流体シールを確立するために、圧力平衡ブラシール及び標準的な単純支持環のブラシールを使用することが既知である。典型的には、ブラシールは、構成要素のうちの1つに固定され、かつ他の構成要素と摺動関係にある、弾力性のあるプリストルのバックを含む。例えば、回転可能なシャフトとシャフトを取り囲む静的構造体との間の漏れ経路内に配置された環状ブラシールである。そのような用途におけるシールプリストルは、通常、取り付けリングに結合され、次いで、静的構造体内に保持される。プリストルは、概ね半径方向内向きに向けられ、それにより、その自由端が摺動関係にシャフトに係合する。プリストルバック及びシャフト表面は、協働して、高流体圧力領域と低流体圧力領域との間の漏れ障壁を画定する。

10

#### 【0003】

圧力損失の影響により、プリストルは変形する傾向がある。この効果に対抗するために、支持部材を使用して、下流（プリストルの低圧側）のプリストルに対する追加の支持を提供し、支持部材はプリストルバックの下流面に沿って取り付け部材から延びて、プリストルの自由端に達しない所で終端させ、それによって、プリストルに対して必要な程度の軸方向支持を提供する。そのような支持部材は、回転可能なシャフトの回転軸及びシャフトを取り囲む静的構造体に対して、静的に構成されてもよく、又は半径方向に変位可能であってもよい。

#### 【0004】

そのような構成の欠点は、大きな構造オフセット及び非軸対称移動により、支持部材をロータクリアランスまで増大させる必要性をもたらし、これが、ブラシール性能及び構成要素の耐用寿命に有害であることである。性能のための小さな支持環のクリアランスと、移動に適応するための大きな支持環のクリアランスとの矛盾に対する以前の解決策は、米国特許第7,434,813号に提案されている浮動ブラシールであった。低軸速度では、これは有望な挙動を示した。しかしながら、内側封止要素の回転を防止するために、ピン及びスロットが以前に提案されており、これは、構成内で摺動することと駆動することの両方を可能にし、スロット内のピンの位置がその挙動、特にその動的挙動に重要である、シールを生成する。したがって、摺動界面における金属対金属の接触により、フレット磨耗の受けやすさを引き起こした。

20

#### 【0005】

更に、圧力平衡ブラシール及び標準的な単純支持環のブラシールなどのいくつかの構成では、過度及び反復的なプリストルバックの移動のいずれか又は両方は、支持部材に引っ掻き傷をつけ擦り傷を付けることがあり、最終的には、フレット磨耗を引き起こす。主に、これは、プリストルと支持部材との間の無潤滑の接触のために起こり得る。受動圧力平衡ブラシールは、この点に関して、標準的な単純支持部材のブラシールと比較して改善をもたらす。受動圧力平衡ブラシールでは、支持部材内の空洞を加圧するように上流空気を促すことによって、支持部材界面における接触荷重が低減される。これは全体的な封止性能の観点から有利であるとともに、接触荷重の低減は、プリストルと支持部材との間の摩擦を低減することができ、プリストルバック内のプリストルのより大きな円周方向及び半径方向の移動を可能にする。更に、支持部材内に空洞を含めることにより、プリストルが支持環と接触する表面を制限することができる。したがって、接触荷重を低減することができるが、接触圧は、所望されるよりも高いことがある。一般に、磨耗は、接触圧と相関することが見出されており、表面速度及び界面温度によって更に影響され得る。したがって、改善された剛性及び動的挙動を提供しながら、フレット磨耗に対する改善された耐性を提供するシールが望まれる。

30

40

#### 【発明の概要】

#### 【0006】

第1の態様によれば、相対的高流体圧力領域と相対的低流体圧力領域との間の軸方向流路内の漏れ間隙を封止するためのブラシールが提供される。ブラシールは、外側ハウジングと、外側ハウジング内に少なくとも部分的に配置され、外側ハウジングに対して半

50

径方向に変位するように構成された内側ハウジングとを備えてもよい。外側ハウジングは、第1の半径方向接触線に沿って構成された第1の上流側外側接触面を含む第1の下流外側接触部材を含んでもよい。外側ハウジングは、第1の半径方向接触線に沿って、第1の上流側外側接触面から半径方向に離間して、間に下流外側ハウジングチャンバの下流外側チャンバ開口部を画定するように構成された第2の上流側外側接触面を含む第2の下流外側接触部材を含んでもよい。内側ハウジングは、第2の半径方向接触線に沿って構成された第1の上流側内側接触面と物理的に連通している第1のブリストル層を含んでもよい。内側ハウジングの下流側面は、少なくとも第1の上流側外側接触面及び第2の上流側外側接触面と、その半径方向変位の間、物理的に連通して維持されてもよい。外側ハウジングに対する内側ハウジングの全ての相対的半径方向位置において、使用中、内側ハウジングの下流側面と第1の上流側外側接触面及び第2の上流側外側接触面の両方との間の集成的接触面は、下流外側チャンバ開口部の集成的表面よりも大きくてもよい。

#### 【0007】

この構成は、内側ハウジングと外側ハウジングとの間の摩耗を低減することができる。更に、この構成は、内側ハウジングと外側ハウジングとの間のフレットング摩耗を低減することができる。内側ハウジングは、いくつかの実施例では、支持部材であってもよい。内側ハウジングと接触する外側ハウジングの表面積を最大化することによって、外側ハウジングと内側ハウジングとの間の接触面を増大することができ、それにより、接触圧を低減することができる。加えて又は代替的に、接触荷重を低減する圧力平衡効果を維持しながら、接触領域を増加させることにより、内側支持環と外側支持環との間のフレットング摩耗を低減することができる。

#### 【0008】

第1及び第2の半径方向接触線は、対応する第1及び第2の半径方向方位接触平面に沿ってそれぞれ延びてもよい。第1及び第2の半径方向接触線は、対応する第1及び第2の半径方向方位接触平面に平行に延びる対応する第1及び第2の半径方向線を指すことができる。したがって、第1の上流側外側接触面は、第1の半径方向方位接触平面に沿って構成されてもよく、第2の上流側外側接触面は、第1の半径方向方位接触平面に沿って、第1の上流側外側接触面から半径方向に離間して、間に下流外側チャンバ開口部を画定するように構成されている。更に、第1のブリストル層は、第2の半径方向方位接触平面に沿って構成された第1の上流側内側接触面と物理的に連通していてもよく、内側ハウジングの下流面は、少なくとも第1の上流側外側接触面及び第2の上流側外側接触面と、その半径方向変位の間、物理的に連通して維持される。

#### 【0009】

第1の半径方向接触線に沿った内側ハウジングの実質的な部分（例えば、半径方向長さの少なくとも30%）は、使用中に、外側ハウジングの2つ以上の接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよいことが理解されるであろう。更なる実施例では、第1の半径方向接触線に沿った内側ハウジングの約35%～約100%は、使用中に、外側ハウジングの2つ以上の接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。また更なる実施例では、第1の半径方向接触線に沿った内側ハウジングの約40%～約100%は、使用中に、外側ハウジングの2つ以上の接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。また更なる実施例では、第1の半径方向接触線に沿った内側ハウジングの約50%～約100%は、使用中に、外側ハウジングの2つ以上の接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。

#### 【0010】

外側ハウジングは、第3の半径方向接触線に沿って構成された第1の下流側外面を含む第1の上流外側接触部材を含んでもよい。第3の半径方向接触線は、第3の半径方向方位接触平面に沿って延びてもよい。第3の半径方向接触線は、第3の半径方向方位接触平面に平行に延びる第3の半径方向線を指すことができる。いくつかの実施例では、内側ハウジングの上流側面は、第3の半径方向接触線に沿って、第1の下流側外面から軸方向に離間されてもよい。いくつかの実施例では、内側ハウジングの上流側面の少なくとも一部分

は、第3の半径方向接触線に沿って、第1の下流側外面と接触していてもよい。したがって、いくつかの実施例では、内側ハウジングの上流側面の少なくとも一部分は、使用中に、外側ハウジングの1つ以上の下流側外面と接触して維持され、それによって軸方向に支持されてもよい。

【0011】

外側ハウジングは、第3の半径方向接触線に沿って、第1の下流側外面から半径方向に離間して、間に上流外側チャンバ開口部を画定するように構成された、第2の下流側外面を含む第2の上流外側接触部材を含んでもよい。いくつかの実施例では、内側ハウジングの上流側面の少なくとも一部分は、第3の半径方向接触線に沿って、第1の下流側外面及び第2の下流側外面と接触していてもよい。したがって、いくつかの実施例では、内側ハウジングの上流側面の少なくとも一部分は、使用中に、少なくとも外側ハウジングの第1の下流側外面及び第2の下流側外面と接触して維持され、それによって軸方向に支持されてもよい。

【0012】

いくつかの実施例では、外側ハウジングに対する内側ハウジングの全ての相対的半径方向位置において、使用中、内側ハウジングの上流側面と外側ハウジングの下流側外面又は各下流側外面との間の集合的接触面は、上流外側チャンバ開口部の集合的表面よりも大きくてもよい。

【0013】

内側ハウジングは、第2の半径方向接触線に沿って、第1の上流側接触面から半径方向に変位され、間に下流内側ハウジングチャンバの下流内側チャンバ開口部を画定するように構成された、第2の上流側内側接触面を含んでもよい。第1、第2、又は更なるチャンバと併せて1つ以上の更なる上流側接触面を加えることによって、プリストル層と接触する内側ハウジングの表面積を最適化すると同時に、プリストル層の十分な圧力平衡を達成することができる。したがって、内側ハウジングに対するそれぞれのプリストルの接触圧を低減するために低い接触力を依然として維持しながら、追加の接触面を達成することができる。

【0014】

第1のプリストル層は、第2の半径方向接触線に沿って、第1の上流側内側接触面及び第2の上流側内側接触面の両方と物理的に連通していてもよい。第2の半径方向接触線に隣接して分割された、内側ハウジングの対応する上流側内側接触面のそれぞれと第1のプリストル層との間の集合的接触面は、下流内側チャンバ開口部の集合的表面積よりも大きくてもよい。この構成は、プリストル層と内側ハウジングとの間の摩擦を低減することができる。具体的には、この構成は、プリストル層と内側ハウジングとの間のフレッティング摩擦を低減することができる。プリストル層と接触する内側ハウジングの表面を最大化することによって、内側ハウジングとプリストル層との間の接触面を増大することができ、それにより、接触圧を低減することができる。

【0015】

第2の半径方向接触線に沿ったプリストル層の大部分（例えば、長さの少なくとも30%）は、使用中に、内側ハウジングの2つ以上の上流側接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよいことが理解されるであろう。更なる実施例では、半径方向接触線に沿ったプリストル層の約30%～約100%は、使用中に、内側ハウジングの2つ以上の上流側接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。また更なる実施例では、半径方向接触線に沿ったプリストル層の約40%～約100%は、使用中に、内側ハウジングの2つ以上の上流側接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。また更なる実施例では、半径方向接触線に沿ったプリストル層の約50%～約100%は、使用中に、内側ハウジングの1つ以上の上流側接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。更なる実施例では、半径方向接触線に沿ったプリストル層の約60%、約70%、約80%、又は約90%は、使用中に、内側ハウジングの2つ以上の上流側接触面と接触して維持され、それによって支持されてもよい。したがって、内側

10

20

30

40

50

ハウジングの１つ以上の接触面は、単純又は圧力平衡の内側ハウジングであってもよいことが理解されるであろう。圧力平衡内側ハウジングは、加圧流体を供給されてもよく、又は上流領域からのプリストルを通る加圧流体の漏れに依存してもよい。

【００１６】

第２の下流外側接触部材及び第２の上流側外側接触面は、第１の半径方向接触線に沿って、外側ハウジングの半径方向外側壁から半径方向に離間して構成されてもよい。第２の下流外側接触部材及び第２の上流側外側接触面は、第１の下流外側チャンバの第１の下流外側チャンバ開口部及び第２の下流外側チャンバの第２の下流外側チャンバ開口部を少なくとも部分的に画定し、分離してもよい。

【００１７】

あるいは、外側ハウジングは、第１の半径方向接触線に沿って構成された第３の又は更なる上流側外側接触面を含む、第３の又は更なる下流外側接触部材を含んでもよい。第３の又は更なる上流側外側接触面は、第１の上流側外側接触面と第２の上流側外側接触面との間に構成され、かつ、第１の半径方向接触線に沿って、第１の上流側外側接触面及び第２の上流側外側接触面から半径方向に変位され、第１の下流外側チャンバの第１の下流外側チャンバ開口部、及び第３の若しくは更なる下流外側チャンバの第３の若しくは更なる下流外側チャンバ開口部のいずれか又は両方を少なくとも部分的に画定してもよい。第３の又は更なる上流側外側接触面は、第３の更なる下流チャンバの第３の又は更なる下流外側チャンバ開口部を少なくとも部分的に画定してもよい。加えて、外側ハウジングは、第１の半径方向接触線に沿って構成された第４の又は更なる上側外側接触面を含む、第４の又は更なる下流外側接触部材を含んでもよい。第４の又は更なる上流側外側接触面は、第３の上流側外側接触面と第２の上流側外側接触面との間に構成され、かつ、第１の半径方向接触線に沿って、第３の上流側外側接触面及び第２の上流側外側接触面から半径方向に変位され、第３の下流外側チャンバの第３の下流外側チャンバ開口部、及び第４の若しくは更なる下流外側チャンバの第４の若しくは更なる下流外側チャンバ開口部のいずれか又は両方を少なくとも部分的に画定してもよい。第４の又は更なる上流側外側接触面は、第４の更なる下流チャンバの第４の又は更なる下流外側チャンバ開口部を少なくとも部分的に画定してもよい。第２のチャンバと併せて１つ以上の更なる接触面を加えることによって、内側ハウジングと接触する外側ハウジングの表面を最適化すると同時に、内側ハウジングの十分な圧力平衡を達成することができる。したがって、外側ハウジングに対する対応する内側ハウジングの接触圧を低減するために低い接触力を依然として維持しながら、追加の接触面を達成することができる。

【００１８】

第２の接触部材は、第２の下流外側チャンバと第１の下流外側チャンバ、又は第２の下流外側チャンバと第３の若しくは更なる下流外側チャンバのいずれかを流体接続するように構成された第１の下流外側通路を含んでもよい。したがって、外側ハウジングが第１の接触部材及び第２の接触部材のみを含む場合、第１の下流外側通路は、使用中に、第２の下流外側チャンバと第１の下流外側チャンバとの間で流体連通を提供することができる。加圧流体を第２の下流外側チャンバに供給し、第２の下流外側チャンバを加圧することによって、加圧流体は、第１の下流外側チャンバに更に連通してもよい。あるいは、加圧流体を第１の下流外側チャンバに供給し、第１の下流外側チャンバを加圧することによって、加圧流体は、第２の下流外側チャンバに更に連通してもよい。

【００１９】

第３の下流外側接触部材は、少なくとも第３の下流外側チャンバと第１の下流外側チャンバとを流体接続するように構成された第２の下流外側通路を含んでもよい。したがって、第１の下流外側通路は、使用中に、第２の下流外側チャンバと第３の又は更なる下流外側チャンバとの間で流体連通を提供することができる。したがって、第１のチャンバ、第３のチャンバ、及び第２のチャンバは、少なくとも、対応する第２の通路及び第１の通路によって流体接続されてもよい。加圧流体を第２の下流外側チャンバに供給し、第２の下流外側チャンバを加圧することによって、加圧流体は、第３の下流外側チャンバに更に連

10

20

30

40

50

通してもよい。更に、加圧流体を第 3 の下流外側チャンバに供給し、第 3 の下流外側チャンバを加圧することによって、加圧流体は、第 1 の下流外側チャンバに更に連通してもよい。

#### 【0020】

第 1 の下流外側通路は、加圧流体の供給源と、第 2 の下流外側チャンバ及び第 1 の下流外側チャンバ、又は第 2 の下流外側チャンバ及び第 3 の下流外側チャンバのいずれかとを流体接続するように構成されてもよい。したがって、例えば、外側ハウジングが第 4 の接触部材を含む場合、第 1 の下流外側通路は、加圧流体の供給源及び第 2 の下流外側チャンバを第 4 の下流外側チャンバと流体接続するように構成されてもよい。第 2 の下流外側通路は、存在する場合、加圧流体の供給源と少なくとも第 3 の下流外側チャンバ及び第 1 の下流外側チャンバを流体接続するように構成されてもよい。したがって、加圧流体を第 1 の下流外側通路を介して第 3 の又は更なる下流外側チャンバに供給し、第 3 の又は更なる下流外側チャンバを加圧することによって、加圧流体は、第 2 の下流外側通路を介して第 1 の下流外側チャンバに更に連通してもよい。加圧流体の供給源は、第 1 の下流外側チャンバ、第 2 の下流外側チャンバ、及び第 3 の下流外側チャンバのうちの 1 つ以上に所望の圧力で加圧流体を供給するために、優先的な軸方向上流位置に配置されてもよい。加えて又は代替的に、加圧流体の供給源は、ブラシシールの上流の軸方向流体流れとは別個でもよく、加圧流体は、エンジン内のより遠い位置、又は流体を加圧する手段のいずれかから供給されてもよい。いくつかの実施例では、第 3 の下流外側チャンバは、加圧流体の供給源によって供給される唯一のチャンバであってもよい。いくつかの実施例では、1 つ以上のチャンバは、ブラシシールの上流の軸方向流体流れから供給される加圧流体を供給されてもよい。加えて又は代替的に、1 つ以上のチャンバは、エンジン内のより遠い位置、又は流体を加圧する手段から供給される加圧流体を供給されてもよい。

#### 【0021】

いくつかの実施例では、加圧流体は、内側ハウジングの孔を介して供給されてもよい。そのような孔は、第 1 のプリストル層をバイパスして、上流領域を外側ハウジングに直接接続してもよい。加えて又は代替的に、内側ハウジングの孔は、第 1 のプリストル層の背後の流体区域を、外側ハウジングの下流外側チャンバ又は各下流外側チャンバと接続してもよい。既に説明した他の加圧手段と併せて、孔を使用して、高圧流体が、第 1 のプリストル層の背後の内側ハウジングに背圧を加えることを可能にすることができる。したがって、加圧する流れは、内側ハウジングから外側ハウジングへ、又は外側ハウジングから内側ハウジングへのものとして行うことができる。

#### 【0022】

加圧流体は、使用中に、相対的低流体圧力領域の圧力よりも高い圧力まで、下流外側チャンバのうちの 1 つ以上を加圧することができる。加圧流体は、使用中に、相対的高流体圧力領域の圧力と実質的に等しい又はその圧力未満の圧力まで、下流外側チャンバのうちの 1 つ以上を加圧することができる。加圧流体は、使用中に、相対的高流体圧力領域の圧力と実質的に等しい又はその圧力よりも大きい圧力まで、下流外側チャンバのうちの 1 つ以上を加圧することができる。あるいは、加圧流体は、使用中に、相対的高流体圧力領域の圧力と実質的に等しい又はその圧力よりも大きい圧力まで、対応する下流外側チャンバのうちの 1 つ以上を加圧してもよい。加圧流体は、使用中に、内側ハウジング上の軸方向に印加された力を外側ハウジングに対して少なくとも部分的に反作用させることができる。したがって、第 1 の下流外側チャンバ及び第 2 の下流外側チャンバのいずれか又は両方の内部の圧力は、内側ハウジングに加えられる反力を推測することができる。

#### 【0023】

各下流外側接触部材は、外側ハウジングの面から直立した固有又は付随的な軸方向に延びる部分を含んでもよい。したがって、1 つ以上の軸方向に延びる部分は、外側ハウジングと一体的に形成されて、一体型構造の外側ハウジングを形成してもよい。したがって、1 つ以上の上流外側チャンバは、一体型本体として鋳造又は形成された、対応する接触部材又は各対応する接触部材の間に凹部を機械加工することによって形成されてもよい。し



たがって、外側ハウジング若しくは内側ハウジングのいずれか又は両方の少なくとも一部分は、3D印刷又は付加製造法を使用して製造されてもよい。そのような構成は、例えば、製造中に、通路のうちの1つ以上に対応する下流外側接触部材のうちの1つ以上に追加することを可能にすることができる。加えて又は代替的に、製造中に1つ以上の軸方向に延びる部分を外側本体に追加して、2つ以上の部品構成の外側本体を形成してもよい。そのような延びる部分は、例えば、溶接、ろう付け、接合、又は拡散接合を含む、従来の又は従来とは異なる製造形態によって、製造中に追加されてもよい。接合は、接着剤の使用を指す場合がある。そのような構成は、例えば、製造中に外側本体に追加される前に、通路のうちの1つ以上に対応する下流外側接触部材のうちの1つ以上に追加することを可能にすることができる。そのような構築方法は、そのような一部品又は一体型構築方法よりも簡単かつ安価であり得る。

10

#### 【0024】

下流外側接触部材のうちの1つ以上は、内側ハウジングに係合する、外側ハウジングの面から直立する軸方向に延びるフランジを含んでもよい。このようにして、フランジは、特定の要件に従って成形又は形成することができる。したがって、下流外側接触面又は各下流外側接触面は、必要に応じて成形又は修正されてもよい。

#### 【0025】

第1の下流外側通路の通路軸は、第1の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。したがって、1つ以上の第1の下流外側通路の1つ以上の通路軸は、第1の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。加えて又は代替的に、第2の下流外側通路の通路軸は、第1の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。したがって、1つ以上の第2の下流外側通路の1つ以上の通路軸は、第1の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。したがって、対応する第1若しくは第2の下流外側通路又は各対応する第1若しくは第2の下流外側通路の通路軸は、第1の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。少なくとも実質的に平行とは、方向が、第1の半径方向方位接触平面の第1の半径方向接触線に対して平行である、又は平行に近いことを意味する。

20

#### 【0026】

第1の下流外側通路の通路軸は、第1の半径方向接触線から離れて周方向に傾斜した方向に延びてもよい。したがって、1つ以上の第1の下流外側通路の1つ以上の通路軸は、第1の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。加えて又は代替的に、第2の下流外側通路の通路軸は、第1の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。したがって、いくつかの実施例では、1つ以上の第2の下流外側通路の1つ以上の通路軸は、第1の半径方向方位接触平面上の第1の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。したがって、いくつかの実施例では、対応する第1若しくは第2の下流外側通路又は各対応する第1若しくは第2の下流外側通路の通路軸は、第1の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。いくつかの実施例では、第1の下流外側通路軸又は各第1の下流外側通路軸は、第1の半径方向接触線に対して約 $0^{\circ}$ ～約 $75^{\circ}$ の角度で延びてもよい。更なる実施例では、第1の下流外側通路軸又は各第1の下流外側通路軸は、第1の半径方向接触線に対して約 $0^{\circ}$ ～約 $60^{\circ}$ の角度で延びてもよい。また更なる実施例では、第1の下流外側通路軸又は各第1の下流外側通路軸は、第1の半径方向接触線に対して約 $0^{\circ}$ ～約 $45^{\circ}$ の角度で延びてもよい。

30

40

#### 【0027】

加えて又は代替的に、第1の下流内側通路の通路軸は、第2の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。したがって、1つ以上の第1の下流内側通路の1つ以上の通路軸は、第2の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。加えて又は代替的に、第2の下流内側通路の通路軸は、第2の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。したがって、1つ以上の第2の下流内側通路の1つ以上の通路軸は、第2の半径方向接触線に対して少なくとも

50

実質的に平行な方向に延びてもよい。したがって、対応する第1若しくは第2の下流内側通路又は各対応する第1若しくは第2の下流内側通路の通路軸は、第2の半径方向接触線に対して少なくとも実質的に平行な方向に延びてもよい。少なくとも実質的に平行とは、方向が、第2の半径方向方位接触平面の第2の半径方向接触線に対して平行である、又は平行に近いことを意味する。

#### 【0028】

第1の下流内側通路の通路軸は、第2の半径方向接触線から離れて周方向に傾斜した方向に延びてもよい。したがって、1つ以上の第1の下流内側通路の1つ以上の通路軸は、第2の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。加えて又は代替的に、第2の下流内側通路の通路軸は、第2の半径方向方位接触平面上の第2の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。したがって、いくつかの実施例では、1つ以上の第2の下流内側通路の1つ以上の通路軸は、第2の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。したがって、いくつかの実施例では、対応する第1若しくは第2の下流内側通路又は各対応する第1若しくは第2の下流内側通路の通路軸は、第2の半径方向接触線から離れて傾斜した方向に延びてもよい。したがって、第1及び第2の下流内側通路のいずれか又は両方のうちの1つ以上を、プリストルの撚り角度とは反対側の第2の半径方向接触線から離れる方向に傾斜させることにより、個々のプリストルが個々の通路内に捕捉される可能性が低減される。いくつかの実施例では、第1の下流内側通路軸又は各第1の下流内側通路軸は、第2の半径方向接触線に対して約 $0^{\circ}$ ～約 $75^{\circ}$ の角度で延びてもよい。更なる実施例では、第1の下流内側通路軸又は各第1の下流内側通路軸は、第2の半径方向接触線に対して約 $30^{\circ}$ ～約 $70^{\circ}$ の角度で延びてもよい。また更なる実施例では、第1の下流内側通路軸又は各第1の下流内側通路軸は、第2の半径方向接触線に対して約 $45^{\circ}$ ～約 $60^{\circ}$ の角度で延びてもよい。

#### 【0029】

いくつかの実施例では、プリストルが名目上偏向されていないとき、それぞれのプリストルは、第2の半径方向接触線に対して約 $10^{\circ}$ ～約 $70^{\circ}$ の角度で延びてもよい。更なる実施例では、プリストルが名目上偏向されていないとき、それぞれのプリストルは、第2の半径方向接触線に対して約 $15^{\circ}$ ～約 $65^{\circ}$ の角度で延びてもよい。また更なる実施例では、プリストルが名目上偏向されていないとき、それぞれのプリストルは、第2の半径方向接触線に対して約 $20^{\circ}$ ～約 $60^{\circ}$ の角度で延びてもよい。また更なる実施例では、プリストルが名目上偏向されていないとき、それぞれのプリストルは、第2の半径方向接触線に対して約 $30^{\circ}$ ～約 $55^{\circ}$ の角度で延びてもよい。それぞれのプリストルは、プリストルが名目上偏向されていないとき、通路軸に対して約 $90^{\circ}$ の角度で延びてもよい。

#### 【0030】

第1の下流外側通路は、外側ハウジングの一部分内に形成されてもよい。したがって、第1の下流外側通路のうちの1つ以上は、外側ハウジングの一部分内に形成されてもよい。加えて又は代替的に、第2の通路は、外側ハウジングの一部分内に形成されてもよい。したがって、第2の通路のうちの1つ以上は、外側ハウジングの一部分内に形成されてもよい。したがって、第1又は第2の通路のうちの1つ以上は、外側ハウジングの一部分内に形成されてもよい。外側ハウジングの一部分内に1つ以上の通路を形成することにより、内側ハウジングが個々の通路によって捕捉される可能性は、少なくとも部分的に低減される。更に、内側ハウジングと外側ハウジングとの間の接触領域は、負荷を低減するように最大化される。いくつかの実施例では、第1の下流外側通路は、外側ハウジングの一部分を通過して半径方向内側に穿孔することによって形成されてもよい。孔は、自由に流れるようにすることができ、又は通路内の半径方向内側若しくは半径方向外側の位置で遮断されてもよい。外側ハウジングはまた、2つ以上の部品の後続の形成を伴う多部品構築方法を使用して形成されてもよい。

#### 【0031】

第1の下流外側通路は、外側ハウジングの一部分上に形成されてもよい。したがって、

第 1 の通路のうちの 1 つ以上は、外側ハウジングの一部分上に形成されてもよい。加えて又は代替的に、第 2 の通路は、外側ハウジングの一部分上に形成されてもよい。したがって、第 2 の通路のうちの 1 つ以上は、外側ハウジングの一部分上に形成されてもよい。更に、第 1 のチャンバと第 2 のチャンバとの間を通過する通路内の流体は、内側ハウジング上の軸力を反作用させるのを助けることができる。このようにして、チャンバのサイズは、それに応じて縮小することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

内側ハウジング及び外側ハウジングは、環状であってもよく、第 1 の上流側外側接触面及び第 2 の上流側外側接触面はそれぞれ、円周領域を画定してもよい。第 1 の下流外側チャンバ及び第 2 の下流外側チャンバ、又は第 1 の下流外側チャンバ及び第 2 の下流外側チャンバのそれぞれは、環状であってもよく、チャンバ又は各チャンバは、円周領域を画定する。したがって、第 1 の下流外側チャンバ及び第 2 の下流外側チャンバ、又は第 1 の下流外側チャンバ及び第 2 の下流外側チャンバのそれぞれは、エンジンの軸の周囲に完全に延びて、1 つ以上の対応する連続チャンバを形成してもよい。

#### 【 0 0 3 3 】

それぞれの上流側若しくは下流側の内側又は外側接触面のうちの 1 つ以上は、接触面又は各接触面から離間した外側ハウジングのより遠い部分よりも相対的に硬い硬化表面層を含んでもよい。加えて又は代替的に、内側若しくは外側ハウジングのそれぞれの上流側若しくは下流側の内側又は外側接触面のうちの 1 つ以上は、外側ハウジングの接触面又は各接触面から離間した外側ハウジングのより遠い部分よりも相対的に低い表面粗さ及び相対的に低い摩擦係数のいずれか又は両方を含む表面層を含んでもよい。対応する内側若しくは外側ハウジングの上流側若しくは下流側の内側若しくは外側接触面、又は各上流側若しくは下流側の内側若しくは外側接触面は、ダイヤモンド状炭素コーティングを含んでもよい。対応する内側若しくは外側ハウジングの上流側若しくは下流側の内側若しくは外側接触面、又は各上流側若しくは下流側の内側若しくは外側接触面は、酸化表面層を含んでもよい。対応する内側若しくは外側ハウジングの上流側若しくは下流側の内側若しくは外側接触面、又は各上流側若しくは下流側の内側若しくは外側接触面は、外側ハウジングの接触面又は各接触面から離間した外側ハウジングのより遠い部分よりも相対的に耐摩耗性が高い、耐摩耗性表面層を含んでもよい。そのような表面層は、電着、電気塗装、スパッタリング、物理的蒸着、又は化学蒸着のうちの 1 つ以上によって堆積させることができる。

#### 【 0 0 3 4 】

封止機構は、外側ハウジングに対する内側ハウジングの円周方向の回転を少なくとも実質的に防止するために、内側ハウジングと外側ハウジングとの間に構成された回転防止機構を含んでもよい。したがって、回転防止機構は、内側ハウジング及びブラシバックが外側ハウジング内の回転シャフトによって回転されることを少なくとも実質的に防止することができる。回転防止機構はまた、外側ハウジングに対する内側ハウジング及びブラシバックの半径方向の移動を可能にすることができる。したがって、回転防止機構は、軸方向の移動を外側ハウジングの形状によって防止することができるように、方位角又は円周方向の移動を防止しながら、半径方向の移動を可能にすることができる。更に、回転防止手段は、付勢又は調心装置としても機能することができる。これは、重力が内側ハウジングをスロットの底部に落下させる効果を有さないもので、特に水平軸構造構成における、ガスタービンエンジン内へのシールの取り付けを補助することができる。そのような構成で用いることができる構成としては、例えば、スロット内のピン、放射状ばね、及び内側ハウジングの外周の周りの波形ばねが挙げられる。

#### 【 0 0 3 5 】

第 2 の態様によれば、第 1 の態様に関連して説明するようなブラシシールを備えるガスタービンエンジンが提供される。

#### 【 0 0 3 6 】

第 3 の態様によれば、相対的高流体圧力領域と相対的低流体圧力領域との間の軸方向流

10

20

30

40

50

路内の互いに対して移動可能な部品間の漏れ間隙を封止するための方法が提供される。この方法は、相対的高流体圧力領域と相対的低流体圧力領域との間に、第1の態様で説明するタイプの内側ハウジング及び外側ハウジングを構成することを含むことができる。この方法は、第1の下流外側チャンバ及び第2の下流外側チャンバのうちの1つ以上に加圧流体を供給して、内側ハウジング上の軸方向に印加された力を外側ハウジングに対して少なくとも部分的に反作用させることを含んでもよい。

#### 【0037】

第4の態様によれば、使用中に、相対的高流体圧力領域と相対的低流体圧力領域との間の軸方向流路内の互いに対して移動可能な部品間の漏れ間隙を封止するための、第1、第2、又は第3の態様に関連して説明するようなブラシシールが提供される。ブラシシールは、第1の下流内側接触部材及び第2の下流内側接触部材を含む内側ハウジングを更に備えてもよい。第1の下流内側接触部材は、第1の上流側内側接触面を含んでもよい。接触部材のうちの第2のものは、第2の上流側接触面を含んでもよい。第2の上流側内側接触面は、第1の上流側内側接触面とは別個であり、かつ第2の半径方向接触線に沿って第1の上流側内側接触面から半径方向に変位され、間に1つ以上の下流内側チャンバの1つ以上の下流内側チャンバ開口部を画定してもよい。ブラシシールは、第2の半径方向接触線に沿って、第1の上流側内側接触面及び第2の上流側内側接触面の両方と物理的に連通している第1のプリストル層を更に備えてもよい。第1のプリストル層は、使用中に高圧領域と内側ハウジングとの間に構成されてもよい。第2の半径方向接触線に隣接して分割された、第1のプリストル層と対応する上流側内側接触面のそれぞれとの間の内側ハウジングの集合的接触面は、対応するチャンバ開口部又は各対応するチャンバ開口部の集合的表面よりも大きくてもよい。この構成は、プリストル層と内側ハウジングとの間の摩擦を低減することができる。具体的には、この構成は、プリストル層と内側ハウジングとの間のフレッシング摩擦を低減する。プリストル層と接触する内側ハウジングの表面を最大化することによって、内側ハウジングとプリストル層との間の接触面を増大することができる、それにより、接触圧を低減することができる。

#### 【0038】

第5の態様によれば、タービン、圧縮機、及びタービンを圧縮機に接続するコアシャフトを含むエンジンコアと、エンジンコアの上流に配置されたファンであって、複数のファンブレードを含むファンと、コアシャフトからの入力を受け取り、コアシャフトよりも低い回転速度でファンを駆動するように、ファンに推進力を出力するギアボックスと、を備える、航空機用ガスタービンエンジンが提供され、ガスタービンエンジンは、任意の他の態様で提供されるようなブラシシールを備える。

#### 【0039】

タービンは、第1のタービンであってもよく、圧縮機は、第1の圧縮機であってもよく、コアシャフトは、第1のコアシャフトであってもよい。エンジンコアは、第2のタービンと、第2の圧縮機と、第2のタービンを第2の圧縮機に接続する第2のコアシャフトと、を更に含んでもよい。第2のタービン、第2の圧縮機、及び第2のコアシャフトは、第1のコアシャフトよりも高い回転速度で回転するように構成されてもよい。

#### 【0040】

本明細書の他の箇所で説明するように、本開示は、ガスタービンエンジンに関してもよい。そのようなガスタービンエンジンは、タービンと、燃焼器と、圧縮機と、タービンを圧縮機に接続するコアシャフトと、を含むエンジンコアを備えてもよい。そのようなガスタービンエンジンは、エンジンコアの上流に配置されたファン（ファンブレードを有する）を備えてもよい。

#### 【0041】

本開示の構成は、特に、排他的にはないが、ギアボックスを介して駆動されるファンにとって有益であり得る。したがって、ガスタービンエンジンは、コアシャフトからの入力を受け取り、コアシャフトよりも低い回転速度でファンを駆動するように、ファンに推進力を出力するギアボックスを備えてもよい。ギアボックスへの入力は、コアシャフトか

10

20

30

40

50

ら直接であっても、又は、例えばスパーシャフト及び／若しくはギアを介して、コアシャフトから間接的であってもよい。コアシャフトは、タービン及び圧縮機が同じ速度で回転する（このときファンがより低速で回転する）ように、タービンと圧縮機とを強固に接続してもよい。

#### 【0042】

本明細書で説明及び／又は特許請求するようなガスタービンエンジンは、任意の好適な一般的構成を有することができる。例えば、ガスタービンエンジンは、タービンと圧縮機とを接続する任意の所望の数のシャフト、例えば、1つ、2つ、又は3つのシャフトを有してもよい。単なる例として、コアシャフトに接続されたタービンは、第1のタービンであってもよく、コアシャフトに接続された圧縮機は、第1の圧縮機であってもよく、コアシャフトは、第1のコアシャフトであってもよい。エンジンコアは、第2のタービンと、第2の圧縮機と、第2のタービンを第2の圧縮機に接続する第2のコアシャフトと、を更に含んでもよい。第2のタービン、第2の圧縮機、及び第2のコアシャフトは、第1のコアシャフトよりも高い回転速度で回転するように構成されてもよい。

10

#### 【0043】

そのような構成では、第2の圧縮機は、第1の圧縮機の軸方向下流に配置されてもよい。第2の圧縮機は、第1の圧縮機からの流れを受ける（例えば、概ね環状のダクトを介して、例えば、直接受ける）ように構成されてもよい。

#### 【0044】

ギアボックスは、最低回転速度で回転する（例えば、使用中に）ように構成されたコアシャフト（例えば、上記の例では第1のコアシャフト）によって駆動されるように構成されてもよい。例えば、ギアボックスは、最低回転速度で回転する（例えば、使用中に）ように構成されたコアシャフトのみ（例えば、上記の例では第2のコアシャフトではなく第1のコアシャフトのみ）によって駆動されるように構成されてもよい。あるいは、ギアボックスは、任意の1つ以上のシャフト、例えば、上記の例では第1及び／又は第2のシャフトによって駆動されるように構成されてもよい。

20

#### 【0045】

ギアボックスは、減速ギアボックス（ファンへの出力が、コアシャフトからの入力よりも低い回転速度である）であってもよい。任意の種類のギアボックスが使用されてもよい。例えば、ギアボックスは、本明細書の他の箇所より詳細に説明するような、「遊星型」又は「星型」ギアボックスであってもよい。ギアボックスは、例えば、2.5より大きい、例えば、3~4.2又は3.2~3.8の範囲の、例えば、少なくとも3.3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4.4.1、又は4.2のオーダーの、任意の所望の減速比（出力シャフトの回転速度で割った入力シャフトの回転速度として定義される）を有することができる。ギア比は、例えば、前の文における値のうちの任意の2つの間であってもよい。単なる例として、ギアボックスは、3.1又は3.2~3.8の範囲の比を有する「星型」ギアボックスであってもよい。いくつかの構成では、ギア比は、これらの範囲外であってもよい。

30

#### 【0046】

本明細書で説明及び／又は特許請求するような任意のガスタービンエンジンでは、燃焼器は、ファン及び圧縮機（単数又は複数）の軸方向下流に設けられてもよい。例えば、燃焼器は、第2の圧縮機が設けられている場合、第2の圧縮機のすぐ下流（例えば、出口）にあってよい。更なる例として、第2のタービンが設けられている場合、燃焼器への出口における流れは、第2のタービンの入口に供給されてもよい。燃焼器は、タービン（単数又は複数）の上流に設けられていてもよい。

40

#### 【0047】

圧縮機又は各圧縮機（例えば、上述したような第1の圧縮機及び第2の圧縮機）は、任意の数の段、例えば複数の段を含んでもよい。各段は、ロータブレードの列及びステータペーンの列を含んでもよく、ステータペーンは、可変ステータペーン（それらの入射角を可変とすることができる）であってもよい。ロータブレードの列及びステータペーンの列

50

は、互いに軸方向にオフセットされていてもよい。

【0048】

タービン又は各タービン（例えば、上述したような第1のタービン及び第2のタービン）は、任意の数の段、例えば複数の段を含んでもよい。各段は、ロータブレードの列及びステータベーンの列を含んでもよい。ロータブレードの列及びステータベーンの列は、互いに軸方向にオフセットされていてもよい。

【0049】

各ファンブレードは、半径方向内側ガス洗浄位置又は0%スパン位置の根元（又はハブ）から100%スパン位置の先端まで延びる半径方向スパンを有するとして定義することができる。ハブでのファンブレードの半径と先端でのファンブレードの半径との比は、0.4、0.39、0.38、0.37、0.36、0.35、0.34、0.33、0.32、0.31、0.3、0.29、0.28、0.27、0.26、又は0.25のいずれか未満（又はそのオーダー）とすることができる。ハブでのファンブレードの半径と先端でのファンブレードの半径との比は、前の文の値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、0.28～0.32の範囲内であってもよい。これらの比は、一般に、ハブ対先端比と呼ばれる場合がある。ハブでの半径及び先端での半径は両方とも、ブレードの前縁（又は軸方向最前方）部分で測定されてもよい。ハブ対先端比は、当然ながら、ファンブレードのガス洗浄部分、すなわち、任意のプラットフォームの半径方向外側の部分を指す。

【0050】

ファンの半径は、エンジン中心線とファンブレードのその前縁部での先端との間で測定されてもよい。

【0051】

ファン直径（単にファンの半径の2倍であってもよい）は、220cm、230cm、240cm、250cm（約100インチ）、260cm、270cm（約105インチ）、280cm（約110インチ）、290cm（約115インチ）、300cm（約120インチ）、310cm、320cm（約125インチ）、330cm（約130インチ）、340cm（約135インチ）、350cm、360cm（約140インチ）、370cm（約145インチ）、380（約150インチ）cm、390cm（約155インチ）、400cm、410cm（約160インチ）、又は420cm（約165インチ）のうちのいずれかより大きく（又はそのオーダーと）することができる。ファン直径は、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、240cm～280cm又は330cm～380cmの範囲内であってもよい。

【0052】

ファンの回転速度は、使用中に変化し得る。一般的に、回転速度は、より大きな直径を有するファンに対してより低い。単なる非限定的な例として、巡航状態におけるファンの回転速度は、2500rpm未満、例えば、2300rpm未満であってもよい。単に更なる非限定的な例として、220cm～300cm（例えば、240cm～280cm又は250cm～270cm）の範囲のファン直径を有するエンジンに対する巡航状態におけるファンの回転速度は、1700rpm～2500rpmの範囲、例えば、1800rpm～2300rpmの範囲、例えば、1900rpm～2100rpmの範囲であってもよい。単に更なる非限定的な例として、330cm～380cmの範囲のファン直径を有するエンジンに対する巡航状態におけるファンの回転速度は、1200rpm～2000rpmの範囲、例えば、1300rpm～1800rpmの範囲、例えば、1400rpm～1800rpmの範囲であってもよい。

【0053】

ガスタービンエンジンの使用中、ファン（関連するファンブレードを有する）は、回転軸周りに回転する。この回転により、ファンブレードの先端が速度 $U_{tip}$ で移動することになる。ファンブレード13によって流れに対して行われる仕事は、流れのエンタルピ

上昇  $dH$  をもたらす。ファン先端部負荷は、 $dH / U_{tip}^2$  として定義することができ、式中、 $dH$  は、ファンの両側のエンタルピ上昇（例えば、一次元平均エンタルピ上昇）であり、 $U_{tip}$  は、ファン先端の、例えば、先端の前縁での（並進）速度（前縁におけるファン先端半径に角速度を乗じたものとして定義することができる）である。巡航状態でのファン先端負荷は、0.28、0.29、0.30、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.38、0.39、又は0.4（全ての値が無次元である）のうちのいずれかよりも大きく（又はそのオーダーと）することができる。ファン先端負荷は、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、0.28 ~ 0.31 又は 0.29 ~ 0.3 の範囲内であってもよい。

10

#### 【0054】

本開示によるガスタービンエンジンは、任意の所望のバイパス比を有してもよく、バイパス比は、巡航状態でのバイパスダクトを通る流れの質量流量とコアを通る流れの質量流量との比として定義される。いくつかの構成では、バイパス比は、10、10.5、11、11.5、12、12.5、13、13.5、14、14.5、15、15.5、16、16.5、17、17.5、18、18.5、19、19.5、又は20のいずれかよりも大きく（又はそのオーダーと）することができる。バイパス比は、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、12 ~ 16、13 ~ 15、又は13 ~ 14 の範囲内であってもよい。バイパスダクトは、実質的に環状であってもよい。バイパスダクトは、コアエンジンの半径方向外側にあってよい。バイパスダクトの半径方向外面は、ナセル及び/又はファンケースによって画定することができる。

20

#### 【0055】

本明細書で説明及び/又は特許請求するようなガスタービンエンジンの全体的な圧力比は、ファンの上流の淀み圧力と（燃焼器に入る前の）最高圧力の圧縮機の出口における淀み圧力との比として定義することができる。非限定的な例として、巡航での本明細書で説明及び/又は特許請求するようなガスタービンエンジンの全体的な圧力比は、35、40、45、50、55、60、65、70、75のいずれかよりも大きく（又はそのオーダーと）することができる。全体的な圧力比は、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、50 ~ 70 の範囲内であってもよい。

30

#### 【0056】

エンジンの比推力は、エンジンの正味推力をエンジンを通る総質量流量で割ったものとして定義することができる。巡航状態では、本明細書で説明及び/又は特許請求するエンジンの比推力は、 $110 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、 $105 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、 $100 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、 $95 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、 $90 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、 $85 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、又は $80 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ のうちのいずれか未満（又はそのオーダーと）することができる。比推力は、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、 $80 \text{ N kg}^{-1} \text{ s} \sim 100 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$ 、又は $85 \text{ N kg}^{-1} \text{ s} \sim 95 \text{ N kg}^{-1} \text{ s}$  の範囲内であってもよい。そのようなエンジンは、従来のガスタービンエンジンと比較して特に効率的であり得る。

40

#### 【0057】

本明細書で説明及び/又は特許請求するようなガスタービンエンジンは、任意の所望の最大推力を有することができる。単なる非限定的な例として、本明細書で説明及び/又は特許請求するようなガスタービンは、少なくとも、160 kN、170 kN、180 kN、190 kN、200 kN、250 kN、300 kN、350 kN、400 kN、450 kN、500 kN、又は550 kNのうちのいずれかの（又はそのオーダーの）最大推力を生成することが可能であり得る。最大推力は、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包括的範囲内であってもよい（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）。単なる例として、本明細書で説明及び/又は特許請求するようなガス

50

タービンは、 $330\text{ kN} \sim 420\text{ kN}$ 、例えば $350\text{ kN} \sim 400\text{ kN}$ の範囲の最大推力を生成することが可能であり得る。上記で言及した推力は、エンジンが静的な状態で、海拔プラス15（周囲気圧 $101.3\text{ kPa}$ 、温度30）における標準大気条件での最大正味推力であってもよい。

#### 【0058】

使用中、高圧タービンへの入口における流れの温度は、特に高いことがある。この温度は、TETと呼ばれることがあり、燃焼器への出口で、例えば、それ自体はノズルガイドベーンと呼ばれることがある、第1のタービンベーンのすぐ上流で測定されてもよい。巡航では、TETは、少なくとも、 $1400\text{ K}$ 、 $1450\text{ K}$ 、 $1500\text{ K}$ 、 $1550\text{ K}$ 、 $1600\text{ K}$ 、又は $1650\text{ K}$ のうちのいずれか（又はそのオーダー）であってもよい。巡航でのTETは、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包括的範囲内であってもよい（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）。エンジンの使用中の最大TETは、例えば、少なくとも、 $1700\text{ K}$ 、 $1750\text{ K}$ 、 $1800\text{ K}$ 、 $1850\text{ K}$ 、 $1900\text{ K}$ 、 $1950\text{ K}$ 、又は $2000\text{ K}$ のうちのいずれか（又はそのオーダー）であってもよい。最大TETは、前の文における値のうちの任意の2つによって画定される包含範囲（すなわち、値は、上限又は下限を形成することができる）、例えば、 $1800\text{ K} \sim 1950\text{ K}$ の範囲内であってもよい。最大TETは、例えば、高推力状態、例えば、最大離陸（maximum take-off、MTO）条件で生じ得る。

#### 【0059】

本明細書で説明及び／又は特許請求するファンブレード及び／又はファンブレードのエアロfoil部分は、任意の好適な材料又は材料の組み合わせから製造することができる。例えば、ファンブレード及び／又はエアロfoilの少なくとも一部は、複合材、例えば、金属マトリックス複合材及び／又は炭素繊維などの有機マトリックス複合材から少なくとも部分的に製造されてもよい。更なる例として、ファンブレード及び／又はエアロfoilの少なくとも一部は、チタン系金属又はアルミニウム系材料（アルミニウムリチウム合金など）又は鋼系材料などの金属から少なくとも部分的に製造されてもよい。ファンブレードは、異なる材料を使用して製造された少なくとも2つの領域を含んでもよい。例えば、ファンブレードは、保護前縁部を有してもよく、これは、ブレードの残りの部分よりも（例えば、鳥類、氷、又は他の材料からの）衝撃に耐えることができる材料を使用して製造することができる。そのような前縁部は、例えば、チタン又はチタン系合金を使用して製造することができる。したがって、単なる例として、ファンブレードは、チタン前縁部を有する炭素繊維又はアルミニウム系本体（アルミニウムリチウム合金など）を有してもよい。

#### 【0060】

本明細書で説明及び／又は特許請求するようなファンは、中央部分を含んでもよく、この中央部分からファンブレードは、例えば、半径方向に延びることができる。ファンブレードは、任意の所望の方法で中央部分に取り付けられてもよい。例えば、各ファンブレードは、ハブ（又はディスク）内の対応するスロットに係合することができる固定具を含んでもよい。単なる例として、そのような固定具は、ファンブレードをハブ／ディスクに固定するために、ハブ／ディスク内の対応するスロット内にはめ込む及び／又は係合することができるダブテールの形態であってもよい。更なる例として、ファンブレードは、中央部分と一体的に形成されてもよい。そのような構成は、ブレード付きディスク又はブレード付きリングと呼ばれることがある。任意の好適な方法を使用して、そのようなブレード付きディスク又はブレード付きリングを製造することができる。例えば、ファンブレードの少なくとも一部は、ブロックから機械加工されてもよく、及び／又はファンブレードの少なくとも一部は、線形摩擦溶接などの溶接によってハブ／ディスクに取り付けられてもよい。

#### 【0061】

本明細書で説明及び／又は特許請求するガスタービンエンジンは、可変面積ノズル（variable area nozzle、VAN）を備えてもよい、又は備えなくてもよい。そのような可変

10

20

30

40

50



面積ノズルは、使用中にバイパスダクトの出口面積を変化させることを可能にすることができる。本開示の一般原理は、VANを有する又は有さないエンジンに適用することができる。

【0062】

本明細書で説明及び／又は特許請求するようなガスタービンのファンは、任意の所望の数のファンブレード、例えば14、16、18、20、22、24、又は26個のファンブレードを有してもよい。

【0063】

本明細書で使用する時、巡航状態は、従来の意味を有し、当業者によって容易に理解されるであろう。したがって、航空機用の所与のガスタービンエンジンに関して、巡航状態が、ガスタービンエンジンが取り付けられるように設計された航空機の所与のミッション（当該産業では「経済的なミッション」と呼ばれることがある）の中間巡航でのエンジンの動作点を意味することを、当業者は直ちに認識するであろう。この点に関して、中間巡航は、上昇の頂部と下降の開始との間で燃焼される全燃料の50%が燃焼された航空機の飛行サイクルにおける点である（これは、上昇の頂部と下降の開始との間の時間及び／又は距離に関しての中間点によって近似することができる）。したがって、巡航状態は、その航空機に設けられるエンジンの数を考慮して、ガスタービンエンジンが取り付けられるように設計された航空機の中間巡航における定常状態動作（すなわち、一定の高度及び一定のマッハ数を維持する）を確実にすることになる推力を提供するガスタービンエンジンの動作点を定義する。例えば、エンジンが、同じタイプのエンジンを2つ有する航空機に取り付けられるように設計されている場合、巡航状態で、エンジンは、中間巡航でのその航空機の定常状態動作に必要とされることになる総推力の半分を提供する。

【0064】

換言すれば、航空機用の所与のガスタービンエンジンに関して、巡航状態は、中間巡航大気条件（中間巡航高度でのISO 2533に準拠した国際標準大気によって定義されている）における（航空機上の任意の他のエンジンと組み合わせて、所与の中間巡航マッハ数でのエンジンが取り付けられるように設計された航空機の定常状態動作を提供するために必要な）指定された推力を提供するエンジンの動作点として定義される。航空機用の任意の所与のガスタービンエンジンに対して、中間巡航推力、大気条件、及びマッハ数は既知であり、したがって、巡航状態におけるエンジンの動作点は、明確に定義される。

【0065】

単なる例として、巡航状態における前進速度は、マッハ0.7~0.9の範囲、例えば、0.75~0.85、例えば、0.76~0.84、例えば、0.77~0.83、例えば、0.78~0.82、例えば0.79~0.81、例えば、マッハ0.8のオーダー、マッハ0.85のオーダー、又は0.8~0.85の範囲の任意の点であり得る。これらの範囲内の任意の単一の速度は、巡航状態の一部であってもよい。一部の航空機に関して、巡航状態は、これらの範囲外である、例えば、マッハ0.7を下回る、又はマッハ0.9を上回ることができる。

【0066】

単なる例として、巡航状態は、10000m~15000mの範囲、例えば、10000m~12000mの範囲、例えば、10400m~11600m（約38000フィート）の範囲、例えば、10500m~11500mの範囲、例えば、10600m~11400mの範囲、例えば、10700m（約35000フィート）~11300mの範囲、例えば、10800m~11200mの範囲、例えば、10900m~11100mの範囲、例えば、11000mのオーダーの高度における、標準大気条件（国際標準大気（International Standard Atmosphere、ISA）による）に対応することができる。巡航状態は、これらの範囲内の任意の所与の高度における標準大気条件に対応することができる。

【0067】

単なる例として、巡航状態は、0.8の前進マッハ数及び38000フィート（115

10

20

30

40

50

8 2 m) の高度での標準大気条件 (国際標準大気による) における、既知の必要推力レベル (例えば、3 0 k N ~ 3 5 k N の範囲の値) を提供するエンジンの動作点に対応することができる。単に更なる例として、巡航状態は、0 . 8 5 の前進マッハ数及び 3 5 0 0 0 フィート (1 0 6 6 8 m) の高度での標準大気条件 (国際標準大気による) における、既知の必要推力レベル (例えば、5 0 k N ~ 6 5 k N の範囲の値) を提供するエンジンの動作点に対応することができる。

【0 0 6 8】

使用中、本明細書で説明及び / 又は特許請求するガスタービンエンジンは、本明細書の他の箇所で定義される巡航状態で動作することができる。そのような巡航状態は、推進推力を提供するために、少なくとも 1 つ (例えば、2 つ又は 4 つ) のガスタービンエンジンを搭載することができる航空機の巡航状態 (例えば、中間巡航状態) によって決定することができる。

10

【0 0 6 9】

一態様によれば、本明細書で説明及び / 又は特許請求するようなガスタービンエンジンを備える航空機が提供される。この態様による航空機は、ガスタービンエンジンが取り付けられるように設計された航空機である。したがって、この態様による巡航状態は、本明細書の他の箇所で定義されるような、航空機の中間巡航に対応する。

【0 0 7 0】

一態様によれば、本明細書で説明及び / 又は特許請求するようなガスタービンエンジンを動作させる方法が提供される。動作は、本明細書の他の箇所に定義されるような巡航状態 (例えば、推力、大気条件、及びマッハ数に関して) におけるものであってもよい。

20

【0 0 7 1】

一態様によれば、本明細書で説明及び / 又は特許請求するようなガスタービンエンジンを備える航空機を動作させる方法が提供される。この態様による動作は、本明細書の他の箇所に定義されるような、航空機の中間巡航での動作を含んでもよい (又はそれであってもよい)。

【0 0 7 2】

当業者は、互いに排他的である場合を除き、上記態様のいずれか 1 つに関連して説明される特徴は、任意の他の態様に準用して適用されてもよいことを理解するであろう。更に、互いに排他的である場合を除き、本明細書に記載される任意の特徴を、任意の態様に適用してもよく、及び / 又は本明細書に記載される任意の他の特徴と組み合わせてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0 0 7 3】

ここで、図を参照して、実施形態を単に例として説明する。

【図 1】ガスタービンエンジンの側断面図を示す。

【図 2】ギア付きファンガスタービンエンジンの機械的構成を示す。

【図 3】遊星ギアボックスの構成を示す。

【図 4 a】ブラシール機構の断面図を示す。

【図 5 a】本開示のブラシール機構の断面図を示す。

【図 5 b】図 5 a に示す機構の正面図を示す。

40

【図 6 a】本開示のブラシール機構の断面図を示す。

【図 6 b】図 6 a に記載される機構の正面図を示す。

【図 7 a】本開示のブラシール機構の断面図を示す。

【図 7 b】図 7 a に記載される機構の正面図を示す。

【図 8 a】本開示のブラシール機構の断面図を示す。

【図 8 b】図 8 a に記載される機構の正面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0 0 7 4】

図 1 は、主回転軸 9 を有するガスタービンエンジン 1 0 を示す。エンジン 1 0 は、空気取り入れ口 1 2 と、2 つの気流：コア気流 A 及びバイパス気流 B を生成する推進ファン 2

50

3と、を備える。ガスタービンエンジン10は、コア気流Aを受けるコア11を備える。エンジンコア11は、軸流直列に、低圧圧縮機14と、高圧圧縮機15と、燃焼装置16と、高圧タービン17と、低圧タービン19と、コア排気ノズル20と、を備える。ナセル21は、ガスタービンエンジン10を取り囲み、バイパスダクト22及びバイパス排気ノズル18を画定する。バイパス気流Bは、バイパスダクト22を通して流れる。ファン23は、シャフト26及び遊星ギアボックス30を介して低圧タービン19に取り付けられ、これによって駆動される。

#### 【0075】

使用中に、コア気流Aは、低圧圧縮機14によって加速及び圧縮され、高圧圧縮機15に導かれ、そこで更なる圧縮が行われる。高圧圧縮機15から排気された圧縮空気は、燃焼装置16に導かれ、そこで圧縮空気が燃料と混合され、混合物が燃焼される。次いで、結果として得られた高温燃焼生成物は、ノズル20を通して排出される前に、高圧タービン17及び低圧タービン19を通して膨張し、それによってそれらを駆動し、なんらかの推進推力をもたらす。高圧タービン17は、好適な相互接続シャフト27によって高圧圧縮機15を駆動する。ファン23は、概して、推進推力の大部分を提供する。遊星ギアボックス30は、減速ギアボックスである。

10

#### 【0076】

ギア付きファンガスタービンエンジン10の例示的な構成を、図2に示す。低圧タービン19(図1を参照)は、遊星ギア機構30の太陽ホイール又は太陽ギア28に結合されたシャフト26を駆動する。遊星キャリア34によって互いに結合された複数の遊星ギア32は、太陽ギア28の半径方向外側にあり、それと噛み合う。遊星キャリア34は、遊星ギア32を拘束して、各遊星ギア32がそれ自体の軸周りに回転することを可能にしながら、太陽ギア28の周囲を同時に歳差運動させる。遊星キャリア34は、エンジン軸9周りのその回転を駆動するために、リンク機構36を介してファン23に結合される。リンク機構40を介して静止支持構造体24に結合された環又はリングギア38は、遊星ギア32の半径方向外側にあり、それと噛み合う。

20

#### 【0077】

本明細書で使用する時、用語「低圧タービン」及び「低圧圧縮機」は、それぞれ最低圧タービン段及び最低圧圧縮機段(すなわち、ファン23を含まない)、並びに/又はエンジン内の最低回転速度で相互接続シャフト26によって共に接続されるタービン段及び圧縮機段(すなわち、ファン23を駆動するギアボックス出力シャフトを含まない)を意味するものとする。いくつかの文献では、本明細書で言及される「低圧タービン」及び「低圧圧縮機」は、代替的に、「中間圧力タービン」及び「中間圧力圧縮機」として知られていることがある。そのような代替的な命名法が使用される場合、ファン23は、第1の圧縮段又は最低圧圧縮段と呼ばれることがある。

30

#### 【0078】

遊星ギアボックス30は、例として、図3により詳細に示す。太陽ギア28、遊星ギア32、及びリングギア38のそれぞれは、他のギアと噛み合うように、それらの周辺部の周りに歯を備える。しかしながら、明確にするために、歯の例示的な部分のみを図3に示す。図示した4つの遊星ギア32が存在するが、特許請求される本発明の範囲内で、より多い又はより少ない遊星ギア32を設けることができる。当業者には明らかであろう。遊星型の遊星ギアボックス30の実用的な用途は、一般に、少なくとも3つの遊星ギア32を含む。

40

#### 【0079】

リングギア38が固定された状態で、遊星キャリア34がリンク機構36を介して出力シャフトに結合されるという点で、図2及び図3に例として示す遊星ギアボックス30は、遊星型のものである。しかしながら、任意の他の好適な種類の遊星ギアボックス30を使用してもよい。更なる例として、遊星ギアボックス30は、リング(又は環)ギア38を回転が可能にした状態で、遊星キャリア34が固定して保持された、星型構成であってもよい。そのような構成では、ファン23は、リングギア38によって駆動される。更な

50

る代替例として、ギアボックス 30 は、リングギア 38 及び遊星キャリア 34 が両方とも回転することが可能な、差動ギアボックスであってもよい。

#### 【0080】

図 2 及び図 3 に示す構成は、単なる例としてであり、様々な代替例が本開示の範囲内であることが理解されるであろう。単なる例として、エンジン 10 内にギアボックス 30 を配置するために、及び / 又はギアボックス 30 をエンジン 10 に接続するために、任意の好適な構成を使用することができる。更なる例として、ギアボックス 30 とエンジン 10 の他の部分（入力シャフト 26、出力シャフト、及び固定構造体 24 など）との間の接続（例えば、図 2 の例におけるリンク機構 36、40 など）は、任意の所望の剛性度又は柔軟度を有することができる。更なる例として、エンジンの回転部分と静止部分との間（例えば、ギアボックスからの入力シャフト及び出力シャフトとギアボックスケーシングなどの固定構造体との間）のベアリングの任意の好適な構成を使用することができ、本開示は、図 2 の例示的な構成に限定されない。例えば、ギアボックス 30 が星型構成（上述した）を有する場合、出力及び支持リンク機構並びにベアリング位置の構成が、典型的には図 2 に例として示すものとは異なることになることを、当業者は容易に理解するであろう。

10

#### 【0081】

したがって、本開示は、ギアボックス形式（例えば、星型又は遊星型）、支持構造体、入力及び出力シャフト構成、並びにベアリング位置の任意の構成を有するガスタービンエンジンに及ぶ。

#### 【0082】

任意選択的に、ギアボックスは、追加の及び / 又は代替の構成要素（例えば、中間圧力圧縮機及び / 又はブースター圧縮機）を駆動してもよい。

20

#### 【0083】

本開示が適用され得る他のガスタービンエンジンは、代替的な構成を有してもよい。例えば、そのようなエンジンは、代替の数の圧縮機及び / 若しくはタービン、並びに / 又は代替の数の相互接続シャフトを有してもよい。更なる例として、図 1 に示すガスタービンエンジンは、分流ノズル 18、20 を有し、これは、バイパスダクト 22 を通る流れが、コアエンジンノズル 20 とは別個かつその半径方向外側にあるそれ自体のノズル 18 を有することを意味する。しかしながら、これは限定されず、本開示の任意の態様はまた、混流ノズルと呼ばれることがある単一のノズルの前（又は上流）で、バイパスダクト 22 を通る流れとコア 11 を通る流れとが混合又は組み合わせられるエンジンにも適用することができる。一方又は両方のノズル（混流又は分流にかかわらず）は、固定又は可変面積を有してもよい。説明した実施例は、ターボファンエンジンに関するものであるが、例えば、本開示は、例えば、開放ロータ（ファン段がナセルによって取り囲まれていない）又はターボプロップエンジンなどの任意の種類のガスタービンエンジンに適用することができる。いくつかの構成では、ガスタービンエンジン 10 は、ギアボックス 30 を備えなくてもよい。

30

#### 【0084】

ガスタービンエンジン 10 及びその構成要素の形状は、軸方向（回転軸 9 と整列する）、半径方向（図 1 の下から上への方向）、及び周方向（図 1 の図の紙面に垂直）を含む、従来の軸系によって定義される。軸方向、半径方向、及び周方向は、互いに垂直である。

40

#### 【0085】

図 4 a は、ガスタービンエンジンの一部を通る断面を示す、欧州特許第 1653129 号に記載されている構成を示しており、この構成では、軸 103 を有する回転可能なシャフト 102 が、静止同軸のケーシング 104 内に取り付けられている。シャフト 102 とケーシング 104 との間の環状間隙は、第 2 の下流領域 110 から第 1 の上流領域 108 を封止する、適合するシール 106 によって閉鎖される。ガスタービンエンジンの動作中、第 1 の上流領域 108 内の空気は、低圧下流領域 110 内の空気よりも相対的に高い圧力に加圧される。ブラシシール 106 は、領域 108、110 を互いに分離する。ブラシシール 106 は、環状シールバックキャリア 114 内に摺動可能に取り付けられたシール

50

バック 112 を備える。シールバック 112 は、保持部材 118 によってその外周の周りで結合された、プリストルバック 117 として知られるプリストル 116 の高密度環状アレイを含む、適合する環 113 を含む。シールバック 112 は、シールバック 112 の下流側面 121 を含む上流環状カバープレート 120 と、シールバック 112 の上流側面 123 を形成する下流環状支持プレート 122 とを更に含む。

#### 【0086】

シールバックキャリア 114 は、環状保持壁 140、第 1 の上流半径方向壁 142、及び第 2 の下流半径方向壁 144 を含む。保持壁 140 は、エンジンケーシング 104 に取り付けられ、シールバック 112 と環状保持壁 140 との間の環状クリアランス C を含む。このクリアランス C は、シールバック 112 の半径方向移動を吸収する。クリアランスは、エンジン動作中のシャフト 102 とエンジンケーシング 104 との間の最大偏心偏位、及びキャリア 114 に対するシールバック 112 の最大半径方向伸びに適應するようなサイズにされる。半径方向壁 142、144 は、離間した配置で保持壁 140 の上流端及び下流端それぞれから半径方向内側に突出し、保持壁 140 の半径方向内側に開放する環状スロット 146 を画定する。スロットの上流面 148 は、内径まで半径方向内側に延びる第 1 の上流半径方向壁 142 の下流側面によって形成される。同じ半径方向壁 142 の上流側面は、キャリア 114 の外側上流面 151 を形成する。スロットの下流面は、内径まで半径方向内側に延び、エンジンシャフト 102 周りの環状クリアランスを画定する第 2 の半径方向壁 144 の上流側面 152 によって形成される。壁 144 の下流側面 155 は、キャリア 114 の下流面を画定する。

#### 【0087】

環状チャンバ 156 は、第 2 の上流側接触面 166 によってその中心から離れた周囲で、かつ、第 1 の上流側接触面 158 を画定する第 1 の上流側環状接触部材 168 によってその内側半径で結合された、第 2 の下流半径方向壁 144 の上流側面 152 に形成されている。下流半径方向壁 144 の第 1 の上流側接触面 158 は、下流半径方向壁 144 の第 2 の上流側接触面 166 とは別個であり、かつ下流半径方向方位接触平面上の半径方向接触線に沿って、第 2 の上流側接触面 166 から半径方向に変位され、間に第 1 の下流チャンバ開口部 159 を画定する。具体的には、シールバック 112 の下流面 124 と第 1 の上流側接触面 158 及び第 2 の上流側接触面 166 の両方との間の半径方向接触線に隣接する集合的接触面は、構成の圧力平衡を最大化するために、下流外側チャンバ開口部 159 の半径方向接触線に隣接する集合的表面よりも小さい。

#### 【0088】

図 5 a は、ガスタービンエンジンの一部を通る断面を示す、本発明による構成を示しており、この構成では、回転軸 203 を有する回転可能なシャフト 202 が、静止同軸のケーシング 204 内に取り付けられている。シャフト 202 とケーシング 204 との間の環状間隙は、第 2 の下流の相対的低流体圧力領域 210 から第 1 の高流体圧力上流領域 208 を封止する、適合するシール 206 によって閉鎖される。ガスタービンエンジンの動作中、第 1 の上流領域 208 内の空気は、低圧下流領域 210 内の空気よりも相対的に高い圧力に加圧される。ブラシシール 206 は、領域 208、210 を互いに分離する。ブラシシール 206 は、外側ハウジング 214 を形成する環状シールバックキャリア内に摺動可能に取り付けられた、内側ハウジング 212 を形成するシールバックを備える。したがって、内側ハウジング 212 は、外側ハウジング 214 の中に少なくとも部分的に配置され、かつ外側ハウジング 214 と、軸方向流路及び回転軸 203 のいずれか又は両方との両方に対して半径方向に変位するように構成されている。いくつかの実施例では、内側ハウジング 212 は、内側ハウジング 212 及び外側ハウジング 214 の対向する表面間の摩擦係合のみで、外側ハウジング 214 内に摺動可能に取り付けられる。内側ハウジング 212 及びブラシを外側ハウジング 214 に対して摺動可能に取り付けることにより、ブラシシール 206 は、プリストル負荷が閾値よりも高くなると摺動することができる。この閾値は、一般に、所与のブラシバックに対するブラシシール 206 の両側の差圧の関数である。この作用は、G T 2 0 1 2 - 6 8 8 9 1、F r a n c e s c h i n i G、J o

nes T.V、Gillespie D.R.H.「The Development of a Large Radial Movement Brush Seal」(ASME Gas Turbine and Aeroengine Congress, Copenhagen, Denmark, June 2012)に公開されており、その教示は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0089】

内側ハウジング212は、保持部材218によってその外周の周りで結合され、プリストルパック216として又はより具体的には第1のプリストル層217として構成された、プリストルの高密度環状アレイを含む、適合する環を含む。図示するシールパック212は、上流側面221a及び下流側面221bを含む、上流環状カバープレート220を更に含む。図示する内側ハウジング212は、上流側面223a及び下流側面223bを含む、下流環状支持部材222を更に含む。図示のように、第1のプリストル層217は、第2の半径方向接触線S-Sに沿って構成された上流側面223aとして図5aの特定の実施例に示す、少なくとも第1の上流側内側接触面と物理的に連通している。第2の半径方向接触線S-Sは、第2の半径方向方位接触平面に沿って延びてもよい。第2の半径方向接触線S-Sは、第2の半径方向方位接触平面に平行に延びる第2の半径方向線を指すことができる。更なる実施例では、内側ハウジング212は、1つ以上の接触面、及び適用可能な場合、間に1つ以上のチャンバを含む、1つ以上の接触部材を含んでもよいことが理解されるであろう。例えば、図示していないが、内側ハウジング212は、第1の上流側内側接触面を画定する第1の下流内側接触部材、及び第2の上流側内側接触面を画定する第2の下流内側接触部材を含んでもよい。

【0090】

第2の半径方向接触線S-Sに沿って、プリストルパック216の一部を形成するプリストルは、この保持部材218から内側に向いて、それらの内径に封止面226を形成するように構成される。プリストルは、各プリストル216がその半径方向内側端部でシャフト202の表面に隣接して配置されるように、半径方向に対して撚り角度で傾斜している。カバープレート220は、プリストルパック216から軸方向に離間している。カバープレート220は、カバープレート220と封止面226との間に環状間隙が画定されるように半径方向内側に延びる。下流環状支持部材222は、環状間隙が、下流環状支持部材222と封止面226との間に画定され、エンジン動作中のシールに対するシャフト202の半径方向伸びによる封止面226の最大予想偏向に適應するようなサイズにされるように、保持部材218から半径方向内側に延びる。更に、図示の実施例では、下流環状支持部材222は、下流環状支持部材222の全長にわたって、プリストルパック216の下流面を支持する。

【0091】

シール外側ハウジング214は、半径方向内向面245と、上流半径方向壁242と、下流半径方向壁244とを含む、環状保持壁240を含む。保持壁240は、エンジンケーシング204に取り付けられ、シールパック212と半径方向内向面245との間の環状クリアランスCを含む。クリアランスCは、シールパック212の半径方向移動を吸収する。クリアランスCは、エンジン動作中のシャフト202とエンジンケーシング204との間の最大偏心偏位、及び外側ハウジング214に対するシールパック212の最大半径方向伸びに適應するようなサイズにされる。半径方向壁242、244は、軸方向に離間した構成で保持壁240の上流端及び下流端それぞれから半径方向内側に突出し、保持壁240の半径方向内側に開放する第2の下流外側チャンバ246を画定する。

【0092】

外側ハウジング214の上流半径方向壁242は、上流側外面251及び下流側内面248を更に含む。外側ハウジング214の下流半径方向壁244は、上流側内面252及び下流側外面255を更に含む。したがって、外側ハウジング214の上流内面は、内径まで半径方向内側に延びる上流半径方向壁242の下流側面248によって形成される。更に、外側ハウジング214の下流内面は、内径まで半径方向内側に延び、エンジンシャ

フト 2 0 2 周りの環状クリアランスを画定する下流半径方向壁 2 4 4 の上流側面 2 5 2 によって形成される。

【 0 0 9 3 】

対応する半径方向壁 2 4 2、2 4 4 の上流内面 2 4 8 及び下流内面 2 5 2 は、内側ハウジング 2 1 2 が摺動可能に構成されたスロットの内側面を形成する。

【 0 0 9 4 】

下流半径方向壁 2 4 4 は、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 と呼ばれる第 1 の上流側外側接触部材、及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 と呼ばれる第 2 の上流側外側接触部材を含む。いくつかの実施例では、第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、環状であってもよい。したがって、いくつかの実施例では、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、環状であってもよい。第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 は、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 によってその内側半径で、かつ第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 によってその中心から離れた周囲で結合された下流半径方向壁 2 4 4 の上流側面 2 5 2 に形成される。いくつかの実施例では、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 は、環状であってもよい。第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a の両方は、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って構成される。第 1 の半径方向接触線 F - F は、第 1 の半径方向方位接触平面に沿って延びてもよい。第 1 の半径方向接触線 F - F は、第 1 半径方向方位接触平面に平行に延びる第 1 半径方向線を指すことができる。第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a は、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a とは別個であり、かつ第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a から半径方向に離間して、間に第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a を画定する。

【 0 0 9 5 】

図 5 a に示すように、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、下流半径方向壁 2 4 4 に部分的に沿って延びる。具体的には、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 と保持壁 2 4 0 との間の全半径方向距離にわたって延びる。したがって、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の半径方向外面を部分的に画定する第 2 の半径方向内側端壁 2 6 8 b を更に含む。したがって、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 は、下流側内面 2 4 8 と第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 との間に軸方向に延びる。

【 0 0 9 6 】

環状支持部材 2 2 2 の下流側面 2 2 3 b は、少なくとも第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a の少なくとも一部分と、通常の使用中に生じることが予想されるそれらの間の全ての相対的半径方向変位の間、物理的に連通して維持される。したがって、クリアランス C の値は、通常エンジン動作中のシャフト 2 0 2 とエンジンケーシング 2 0 4 との間の最大偏心偏位、及び外側ハウジング 2 1 4 に対するシールバック 2 1 2 の最大半径方向伸びのいずれか又は両方に適応するように変化することができる。したがって、通常の使用中に予想される外側ハウジング 2 1 4 に対する内側ハウジング 2 1 2 の全ての相対的半径方向位置において、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的接触面は、下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的表面よりも大きい。

【 0 0 9 7 】

図 5 b は、第 1 の半径方向方位接触平面上で見た、外側ハウジング 2 1 4 の（上流から見た）正面図を示す。下流半径方向壁 2 4 4 及び第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、保持壁 2 4 0 から半径方向内側に延びる。第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a から半径方向に離間して、間に第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 を画定する。更に、図示の例では、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 の両方は、

内側ハウジング 212 の下流面を支持する。

【0098】

再び図 5 a を参照して、図示の実施例では、半径方向に延びる間隙 270 が、上流半径方向壁 242 の上流内面 248 と上流環状カバープレート 220 の上流側面 221 a との間に維持される。いくつかの実施例では、半径方向に延びる間隙 270 は、環状であってもよい。図示のように、間隙は、第 2 の下流外側チャンバ 246 と相対的高流体圧力上流領域 208 との間に上流半径方向壁 242 の半径方向長さに沿って延びる。したがって、第 2 の下流外側チャンバ 246 は、高圧流体を第 2 の下流外側チャンバ 246 に供給するために、相対的高流体圧力上流領域 208 と流体連通して維持される。このようにして、内側ハウジング 212 は、半径方向に向いた内向きの力を与えられ、内側ハウジング 212 を回転可能なシャフト 202 に向かって半径方向内側に押して、内側ハウジング 212 と外側ハウジング 214 との間の環状クリアランス C を維持する。更なる実施例では、間隙 270 は、代わりに、下流側内面 248 に形成されて、内部にチャンネルを提供してもよい。更なる実施例では、間隙 270 は、環状保持壁 240 の半径方向内向面 245 に形成されてもよい。また更なる実施例では、間隙 270 は、代わりに、上流半径方向壁 242 を通って形成されて、内部にチャンネル又はオリフィスを提供してもよい。更なる実施例では、間隙 270 は、環状保持壁 240 を通って形成されて、内部にチャンネル又はオリフィスを提供することができる。

【0099】

いくつかの実施例では、上流半径方向壁 242 の上流内面 248 は、第 3 の半径方向接触線 T - T に沿って構成された第 1 の下流側外面 278 a を含む第 1 の上流外側接触部材 278 を含む。したがって、いくつかの実施例では、第 3 の半径方向接触線 T - T は、第 3 の半径方向方位接触平面に沿って延びてもよい。第 3 の半径方向接触線 T - T は、第 3 の半径方向方位接触平面に平行に延びる第 3 の半径方向線を指すことができる。いくつかの実施例では、内側ハウジング 212 の上流側面 221 a の少なくとも一部分は、第 3 の半径方向接触線 T - T に沿って第 1 の下流側外面 278 a と接触していてもよい。したがって、内側ハウジング 212 の上流側面 221 a の少なくとも一部分は、使用中に、外側ハウジング 214 の 1 つ以上の下流側外面 278 a と接触して維持され、それによって軸方向に支持されてもよい。更なる実施例では、外側ハウジング 214 は、第 3 の半径方向接触線 T - T に沿って第 1 の下流側外面から半径方向に離間して、間に、低圧下流領域 210 内の空気の圧力と相対的に類似又はそれよりも相対的に高い圧力の加圧流体を供給することができる上流外側チャンバ開口部（図示せず）を画定するように構成された、第 2 の下流側外面（図示せず）を含む第 2 の上流外側接触部材（図示せず）を含んでもよい。したがって、第 1 のチャンバ内の流体は、使用中に内側ハウジング 212 が軸方向に負荷を低減されるように、低圧下流領域 210 に通気することができる。

【0100】

ここで図 6 a 及び図 6 b を参照して、図 5 a 及び図 5 b それぞれの特徴部に対応する特徴部は、ここで説明する特徴部を除いて、対応する参照番号を与えられる。図 6 a に示すように、下流半径方向壁 244 は、第 1 の上流側外側接触面 258 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 258、及び第 2 の上流側外側接触面 268 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 268 を含む。第 1 の下流外側チャンバ 256 は、第 1 の上流側外側接触面 258 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 258 によってその内側半径で、かつ第 2 の上流側外側接触面 268 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 268 によってその中心から離れた周囲で結合された下流半径方向壁 244 の上流側面 252 に形成される。図 5 a に関連して図示及び説明したように、第 1 の上流側外側接触面 258 a 及び第 2 の上流側外側接触面 268 a の両方は、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って構成されている。第 1 の上流側外側接触面 258 a は、第 2 の上流側外側接触面 268 a とは別個であり、かつ第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、第 2 の上流側外側接触面 268 a から半径方向に離間して、間に第 1 の下流外側チャンバ開口部 259 a を画定する。

【0101】



図 6 a に示すように、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、外側ハウジングの半径方向外側保持壁 2 4 0 から半径方向に離間して、間に第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 を画定するように構成される。更に、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、環状保持壁 2 4 0 の半径方向内向面 2 4 5 とは別個であり、かつ第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、半径方向内向面 2 4 5 から半径方向に離間して、間に第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b を画定する。図示のように、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の半径方向外面を部分的に画定する第 2 の半径方向内側端壁 2 6 8 b、及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 の半径方向内面を部分的に画定する第 2 の半径方向外側端壁 2 6 8 c を含む。したがって、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a、及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 の第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b を少なくとも部分的に画定し、分離する。したがって、図示の実施例では、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 は、下流側内面 2 4 8 と下流半径方向壁 2 4 4 の上流側面との間に軸方向に延びる。

#### 【0102】

環状支持部材 2 2 2 の下流側面 2 2 3 b は、少なくとも第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a の少なくとも一部分と、通常の使用中に生じることが予想されるそれらの間の全ての相対的半径方向変位の間、物理的に連通して維持される。したがって、クリアランス C の値は、通常のエンジン動作中のシャフト 2 0 2 とエンジンケーシング 2 0 4 との間の最大偏心偏位、及び外側ハウジング 2 1 4 に対するシールバック 2 1 2 の最大半径方向伸びのいずれか又は両方に適応するように変化することができる。したがって、通常の使用中に予想される外側ハウジング 2 1 4 に対する内側ハウジング 2 1 2 の全ての相対的半径方向位置において、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的接触面は、第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的表面よりも大きい。いくつかの実施例では、通常の使用中に予想される外側ハウジング 2 1 4 に対する内側ハウジング 2 1 2 の全ての相対的半径方向位置において、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的接触面は、第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a 及び第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b の両方の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的表面よりも大きい。

#### 【0103】

更なる実施例（図示せず）では、外側ハウジングは、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って構成された第 3 の又は更なる上流側外側接触面を含む、第 3 の又は更なる下流外側接触部材を含んでもよい。第 3 の又は更なる上流側外側接触面は、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a と第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a との間に構成され、かつ、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a から半径方向に変位され、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a、及び第 3 の下流外側チャンバの第 3 の下流外側チャンバ開口部のいずれか又は両方を少なくとも部分的に画定することができる。第 3 の又は更なる上流側外側接触面は、第 3 の更なる下流チャンバの第 3 の又は更なる下流外側チャンバ開口部を少なくとも部分的に画定してもよい。

#### 【0104】

図 6 b は、第 1 の半径方向方位接触平面上で見た、図 6 a に前に示した外側ハウジング 2 1 4 の（上流から見た）正面図を示す。下流半径方向壁 2 4 4 は、保持壁 2 4 0 から半径方向内側に延びる。第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、保持壁 2 4 0 から離間し、保持壁 2 4 0 に対して半径方向内側に延び、それにより、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 は、保持壁 2 4 0 と、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a の両方との間に画定される。更に、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a から半径方向に離間して、間に第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 を画定する。更に、図示の例では、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する

第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 の両方は、内側ハウジング 2 1 2 の下流面を支持する。

【 0 1 0 5 】

加えて、下流半径方向壁 2 4 4 内の第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、内部の 1 つ以上の第 1 の下流外側通路 2 7 2 又はチャネルを含む。具体的には、第 1 の下流外側通路 2 7 2 又は各第 1 の下流外側通路 2 7 2 は、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a 内に形成された通路、凹部、又は溝を含んでもよい。このようにして、第 1 の下流外側通路 2 7 2 は、少なくとも第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 と第 2 の下流外側チャンバを流体接続するように構成される。したがって、適用可能な場合、第 3 の又は更なる下流外側接触部材は、少なくとも第 3 の下流外側チャンバと第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 とを流体接続するように構成された第 2 の下流外側通路を含んでもよい。いくつかの実施例によれば、1 つ以上の第 1 の下流外側通路 2 7 2 は、定義された直径又は深さを含むことができる。いくつかの実施例では、第 1 の下流外側通路 2 7 2 のうちの 1 つ以上の直径又は深さは、下流半径方向壁 2 4 4 の軸方向厚さの約 2 0 % ~ 約 8 0 % であってもよい。更なる実施例では、第 1 の下流外側通路 2 7 2 のうちの 1 つ以上の直径又は深さは、下流半径方向壁 2 4 4 の軸方向厚さの約 4 0 % ~ 約 8 0 % であってもよい。また更なる実施例では、第 1 の下流外側通路 2 7 2 のうちの 1 つ以上の直径又は深さは、下流半径方向壁 2 4 4 の軸方向厚さの約 5 0 % ~ 約 7 5 % であってもよい。いくつかの実施例では、第 1 の通路 2 4 0 は、堆積又は層状構築法を使用して支柱間に設けられてもよい。また更なる実施例では、第 1 の通路の軸は、第 1 の半径方向接触線 F - F から離れて傾斜した方向に延びてもよい。したがって、第 1 の下流外側通路 2 7 2 、及び適用可能な場合、第 2 の下流外側通路は、加圧流体の供給源と第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 のいずれか又は両方とを流体接続するように構成されてもよい。したがって、第 1 の下流外側通路は、加圧流体の供給源と第 2 の下流外側チャンバ又は第 1 の下流外側チャンバのいずれかとを流体接続するように構成されてもよい。加えて、第 2 の下流外側通路は、加圧流体の供給源と少なくとも第 3 の下流外側チャンバ及び第 1 の下流外側チャンバとを流体接続するように構成されてもよい。

【 0 1 0 6 】

更なる実施例では、第 1 の下流外側通路 2 7 2 、及び適用可能な場合、第 2 の下流外側通路は、相対的高流体圧力上流領域 2 0 8 又は加圧流体の更なる供給源への任意の更なる流体接続なしに、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 のみを流体接続するように構成されてもよい。また更なる実施例では、第 1 の下流外側通路 2 7 2 は、相対的高流体圧力上流領域 2 0 8 、加圧流体の更なる供給源、又は第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 への任意の更なる流体接続なしに、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 及び第 3 の又は更なる下流外側チャンバのみを流体接続するように構成されてもよい。

【 0 1 0 7 】

再び図 6 a を参照して、図示の実施例では、半径方向に延びる間隙 2 7 0 は、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 と相対的高流体圧力上流領域 2 0 8 との間に上流半径方向壁 2 4 2 の半径方向長さに沿って延びる。したがって、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 は、高圧流体を第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 に供給するために、相対的高流体圧力上流領域 2 0 8 と流体連通して維持される。このようにして、高圧流体は、使用中、内側ハウジング 2 1 2 上の軸方向に印加された力を外側ハウジング 2 1 4 に対して少なくとも部分的に反作用させる。

【 0 1 0 8 】

図 6 b に示すような第 1 の下流外側通路 2 7 2 によって、使用中、高圧流体は、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 と第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 との間に流れる。したがって、高圧流体は、使用中に、内側ハウジング 2 1 2 上の半径方向に印加された力を外側ハウジング 2 1 4 に対して少なくとも部分的に反作用させる。したがって、高圧流体を第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 に供給することによって、高圧流体は、第 3 の又は更なる外側チャンバ及び第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の両方を加圧するために、第 1 の下流外側通路 2

72、及び関連する場合、第2の又は更なる下流外側通路を介して第1の下流外側チャンバ256に移送されてもよい。いくつかの実施例では、加圧流体は、使用中に第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方を、加圧流体の供給源の位置に応じて、相対的高圧上流領域208の圧力と実質的に等しい又はその圧力未満の圧力まで加圧することができる。更なる実施例では、加圧流体は、使用中に第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方を、加圧流体の供給源の位置に応じて、相対的高圧上流領域208の圧力と実質的に等しい又はその圧力より大きい圧力まで加圧することができる。また更なる実施例では、加圧流体は、使用中に第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方を、相対的低流体圧力領域210の圧力より高い圧力まで加圧することができる。全ての実施例では、加圧流体は、下流領域の静的流体圧力よりも相対的に大きい静的流体圧力に加圧された流体を指す。したがって、いくつかの実施例では、加圧流体は、約1気圧より大きい静的流体圧力に加圧された流体を指す。下流を上回る静圧と差圧（下流を上回る上流の）との商は、圧力平衡比と呼ばれることがある。いくつかの実施例では、流体は、約0.8～約1.1の圧力平衡比に加圧されてもよい。更なる実施例では、流体は、約0.9～約1.05の圧力平衡比に加圧されてもよい。また更なる実施例では、流体は、約0.95～約1.0の圧力平衡比に加圧されてもよい。好ましい実施例では、流体は、ガスであることが理解されるであろう。流体は、作動ガスであってもよい。最も好ましい実施例では、作動ガスは、空気である。

10

20

30

40

50

#### 【0109】

加圧流体の供給源は、第1の下流外側通路272、外側ハウジング214、及び相対的高圧上流領域208と流体連通する半径方向に延びる間隙270のうちの1つ以上の軸方向上流の位置から、第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方に供給してもよい。更に、第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方の流体圧力は、例えば、半径方向に延びる間隙270、第1の通路272、又は第2の若しくは更なる通路のうちの1つ以上に、一定若しくは可変狭窄部、シール、又はバルブを配置することによって低減又は変更されてもよい。そのような構成は、第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方における流体圧力を測定、監視、及び制御するように構成された1つ以上の圧力センサ及びコントローラを備えてもよい。このようにして、第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方における流体圧力は、外側ハウジング214に対する内側ハウジング212上の軸方向に印加された力の平衡を可能にするように調整又は制御されてもよい。加圧流体の供給源から第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方に加圧流体を移送するための特定の通路構成は、いくつかの実施例では、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第6,173,962号に記載されているものと同等であってもよい。

#### 【0110】

図6a及び図6bの実施例に示すように、使用中に、第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方内の加圧流体は、内側ハウジング212に加えられる力を外側ハウジング214に対して少なくとも部分的に反作用させる。したがって、内側ハウジング212と、第1の上流側外側接触面258a、並びに第2の上流側外側接触面268a及び第3の若しくは更なる接触面のいずれか又は両方との間の正味の軸力は、少なくとも部分的に低減される。いくつかの実施例では、流体の圧力、したがって内側ハウジング212に加えられる力は、内側ハウジング212と、第1の上流側外側接触面258a、並びに第2の上流側外側接触面268a及び第3の若しくは更なる上流側外側接触面のいずれか又は両方との間の正味の軸力が、実質的に低減される、又は少なくとも実質的に除去される、のいずれかであるようなものであってもよい。

#### 【0111】

いくつかの実施例では、内側ハウジング212と、第1の上流側外側接触面258a、並びに第2の上流側外側接触面268a及び第3の若しくは更なる接触面のいずれか又は

両方との間の正味の軸力の少なくとも部分的な低減により、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の半径方向に向けられた拘束する摩擦力を少なくとも部分的に低減することができる。更なる実施例では、内側ハウジング 2 1 2 と、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a、並びに第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a 及び第 3 の若しくは更なる接触面のいずれか又は両方との間の正味の軸力の少なくとも部分的な低減により、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の半径方向に向けられた拘束する摩擦力を少なくとも実質的に低減する、又は少なくとも実質的に除去することができる。加圧流体の供給源における圧力が高すぎる場合、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間に作用する軸方向に向けられかつ半径方向に拘束する摩擦力は、内側ハウジング 2 1 2 を外側ハウジングに対して半径方向に変位することになるように平衡化されることを停止し、漏れを引き起こすことになる。したがって、内側ハウジング 2 1 2 の両側の圧力差が高すぎる場合、内側ハウジング 2 1 2 及びプリストルバック 2 1 6 のいずれか又は両方を通る流体の流れは、内側ハウジング 2 1 2 及びプリストル層 2 1 7 のいずれか又は両方が乱されて、第 1 の上流側内側接触部材 2 5 8 を通過する漏れが増加することになる、レベルに増加することがある。前述したように、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 のいずれか又は両方の流体圧力は、第 1 の通路 2 7 2 及び第 2 の若しくは更なる通路のいずれか又は両方に、一定若しくは可変狭窄部又はバルブを設けることによって低減又は変更されてもよい。好ましい実施例では、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6、及び第 3 の又は更なる下流外側チャンバのうちの 1 つ以上において加圧流体によって内側ハウジング 2 1 2 に加えられる力は、上流領域 2 0 8 内の流体によって内側ハウジング 2 1 2 及びプリストル層 2 1 7 に加えられる反対側の力を部分的にのみ平衡させ、それにより、内側ハウジング 2 1 2 と、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a、並びに第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a 及び第 3 の若しくは更なる接触面のいずれか又は両方との間に、概ね正味の軸力が存在する。これにより、内側ハウジング 2 1 2 上に半径方向に拘束する摩擦力が生じる。

#### 【0 1 1 2】

当業者であれば、ブラシシールが本質的に漏れやすく、プリストル層を通る、より低い有限の漏れ流量のために設計されていることを認識するであろう。本発明によるシールでは、漏れ流れは、通常の流路方向でプリストルを通して生じる。そのような流量を計算するための手段は、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第 6, 173, 962 号に記載されている。

#### 【0 1 1 3】

ここで図 7 a 及び図 7 b を参照して、図 6 a 及び図 6 b それぞれと共に、図 5 a 及び図 5 b の特徴部に対応する特徴部は、ここで説明する特徴部を除いて、対応する参照番号を与えられる。図 7 a に示すように、下流半径方向壁 2 4 4 は、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 2 5 8、及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 を含む。第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 は、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 によってその内側半径で、かつ第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 によってその中心から離れた周囲で結合された下流半径方向壁 2 4 4 の上流側面 2 5 2 に形成される。図 5 a ~ 図 6 b に関連して図示及び説明したように、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a の両方は、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って構成されている。第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a は、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a とは別個であり、かつ第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a から半径方向に離間して、間に第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a を画定する。

#### 【0 1 1 4】

第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、外側ハウジングの半径方向外側保持壁 2 4 0 から半径方向に離間して、間に第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 を画定するように構成される。更に、第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、下流半径

方向壁 2 4 4 とは別個であり、かつ第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、下流半径方向壁 2 4 4 から半径方向に離間して、間に第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b を画定する。図示のように、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の半径方向外面を部分的に画定する第 2 の半径方向内側端壁 2 6 8 b、及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 の半径方向外面を部分的に画定する第 2 の半径方向外側端壁 2 6 8 c を含む。したがって、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 は、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a、及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 の第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b を少なくとも部分的に画定し、分離する。したがって、図示の実施例では、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 は、下流側内面 2 4 8 と下流半径方向壁 2 4 4 の上流側面との間に軸方向に延びる。

10

**【0115】**

図 7 a に図示及び説明したように、通常の使用中に予想される外側ハウジング 2 1 4 に対する内側ハウジング 2 1 2 の全ての相対的半径方向位置において、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的接触面は、下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的表面よりも大きい。いくつかの実施例では、通常の使用中に予想される外側ハウジング 2 1 4 に対する内側ハウジング 2 1 2 の全ての相対的半径方向位置において、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的接触面は、下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a 及び第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b の両方の第 1 の半径方向接触線 F - F に沿った集合的表面よりも大きい。

20

**【0116】**

図示しない更なる実施例では、外側ハウジング 2 1 4 は、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って構成された第 3 の又は更なる上流側外側接触面を含む、第 3 の又は更なる下流外側接触部材を含んでもよいことが理解されるであろう。第 3 の又は更なる上流側外側接触面は、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a と第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a との間に配置され、かつ、第 1 の半径方向接触線 F - F に沿って、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a から半径方向に変位され、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 の第 1 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 a、及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 の第 2 の下流外側チャンバ開口部 2 5 9 b のいずれか又は両方を少なくとも部分的に画定することができる。第 3 の又は更なる上流側外側接触面は、第 3 の又は更なる下流チャンバの第 3 の又は更なる下流外側チャンバ開口部を更に画定してもよい。

30

**【0117】**

図 7 b は、第 1 の半径方向方位接触平面上で見た、図 7 a に前に示した外側ハウジング 2 1 4 の（上流から見た）正面図を示す。下流半径方向壁 2 4 4 は、保持壁 2 4 0 から半径方向内側に延びる。第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、保持壁 2 4 0 から離間し、保持壁 2 4 0 に対して半径方向内側に延び、それにより、第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 は、保持壁 2 4 0 と、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a の両方との間に画定される。更に、第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a は、第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a から半径方向に離間して、間に第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 を画定する。更に、図示の例では、第 1 の上流側外側接触面 2 5 8 a を画定する第 1 の下流外側接触部材 2 5 8 及び第 2 の上流側外側接触面 2 6 8 a を画定する第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 の両方は、内側ハウジング 2 1 2 の下流面を支持する。

40

**【0118】**

加えて、かつ更に図 6 b に示す実施例に対して、図 7 a 及び図 7 b の両方は、内部に一体的に形成された 1 つ以上の第 1 の下流外側通路 2 7 2 又はチャネルを含む第 2 の下流外側接触部材 2 6 8 を示す。具体的には、第 1 の下流外側通路 2 7 2 又は各第 1 の下流外側通路 2 7 2 は、第 2 の外側接触部材 2 6 8 の本体内に、かつ本体を通して形成された通路を含む。このようにして、第 1 の下流外側通路 2 7 2 は、図 6 b に関連して説明したように、少なくとも第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 と第 2 の下流外側チャンバを流体接続する

50

ように構成される。したがって、適用可能な場合、第3の又は更なる下流外側接触部材は、対応する外側接触部材の本体内に、かつ本体を通して形成され、かつ少なくとも第3の下流外側チャンバと第1の下流外側チャンバ256とを流体接続するように構成された、第2の又は更なる下流外側通路を含んでもよい。したがって、第1の下流外側通路272、及び適用可能な場合、第2の下流外側通路は、加圧流体の供給源と第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のいずれか又は両方とを流体接続するように構成されてもよい。

【0119】

更なる実施例では、第1の下流外側通路272、及び適用可能な場合、第2の下流外側通路は、相対的高流体圧力上流領域208又は加圧流体の更なる供給源への任意の更なる流体接続なしに、第1の下流外側チャンバ256及び第2の下流外側チャンバ246のみを流体接続するように構成されてもよい。また更なる実施例では、第1の下流外側通路272は、相対的高流体圧力上流領域208、加圧流体の更なる供給源、又は第2の下流外側チャンバ246への任意の更なる流体接続なしに、第1の下流外側チャンバ256及び第3の又は更なる下流外側チャンバのみを流体接続するように構成されてもよい。

【0120】

再び図7aを参照して、図示の実施例では、半径方向に延びる間隙270は、第2の下流外側チャンバ246と相対的高流体圧力上流領域208との間に上流半径方向壁242の半径方向長さに沿って延びる。したがって、第2の下流外側チャンバ246は、高圧流体を第2の下流外側チャンバ246に供給するために、相対的高流体圧力上流領域208と流体連通して維持される。このようにして、高圧流体は、使用中、内側ハウジング212上の軸方向に印加された力を外側ハウジング214に対して少なくとも部分的に反作用させる。

【0121】

図7bに示すような第1の下流外側通路272によって、使用中、高圧流体は、第2の下流外側チャンバ246と第1の下流外側チャンバ256との間に流れる。したがって、高圧流体は、使用中に、内側ハウジング212上の半径方向に印加された力を外側ハウジング214に対して少なくとも部分的に反作用させる。したがって、高圧流体を第2の下流外側チャンバ246に供給することによって、高圧流体は、第3の又は更なる外側チャンバ及び第1の下流外側チャンバ256の両方を加圧するために、第1の下流外側通路272、及び関連する場合、第2の又は更なる下流外側通路を介して第1の下流外側チャンバ256に移送されてもよい。

【0122】

いくつかの実施例では、内側ハウジング212と、第1の上流側外側接触面258a、並びに第2の上流側外側接触面268a及び第3の若しくは更なる接触面のいずれか又は両方との間の正味の軸力の少なくとも部分的な低減により、内側ハウジング212と外側ハウジング214との間の半径方向に向けられた拘束する摩擦力を少なくとも部分的に低減することができる。更なる実施例では、内側ハウジング212と、第1の上流側外側接触面258a、並びに第2の上流側外側接触面268a及び第3の若しくは更なる上流側接触面のいずれか又は両方との間の正味の軸力の少なくとも部分的な低減により、内側ハウジング212と外側ハウジング214との間の半径方向に向けられた拘束する摩擦力を少なくとも実質的に低減する、又は少なくとも実質的に除去することができる。

【0123】

図6a及び図6bに示す構成に加えて、第2の下流外側接触部材268内に1つ以上の第1の下流外側通路272又はチャネルを組み込むことにより、第2の上流側外側接触面268aの面積を最大化することができる。したがって、内側ハウジング212と外側ハウジング214との間の接触領域を増加させることにより、接触圧を低減することができる。接触圧の低下により、使用中の内側ハウジング212と外側ハウジング214との間のフレッシング摩耗耐性の更なる改善をもたらすことができる。摩耗は、典型的には、接触圧と相関し、表面速度及び界面温度によって更に影響され得る。接触荷重は、内側ハ

10

20

30

40

50

ウジング 2 1 2 及びプリストルパック 2 1 6 の周囲の圧力によって固定される。軸方向に向けられた接触荷重は、外側ハウジング 2 1 4 の下流半径方向壁 2 4 4 によって耐えることができる。接触圧は、接触領域 2 5 8 a、2 6 8 a 又は各接触領域 2 5 8 a、2 6 8 a の表面積を増加させ、同時に内側ハウジング 2 1 2 を取り囲む圧力を変化させないままにすることによって、低減することができる。

#### 【0 1 2 4】

ここで図 8 a 及び図 8 b を参照して、図 6 a、図 6 b、図 7 a、及び図 7 b それぞれと共に、図 5 a 及び図 5 b の特徴部に対応する特徴部は、ここで説明する特徴部を除いて、対応する参照番号を与えられる。図 8 a は、回転防止機構 2 8 0 を追加した、図 7 a 及び図 7 b のものと同様の構成を示す。回転防止機構は、内側ハウジング 2 1 2 と外側ハウジング 2 1 4 との間に位置する。具体的には、回転防止 2 8 0 機構は、内側ハウジング 2 1 2 の保持部材 2 1 8 と外側ハウジング 2 1 4 の環状保持壁 2 4 0 との間に位置する。図示の実施例では、回転防止機構は、波形ばねの形態で設けられ、これは、外側ハウジング 2 1 4 の正面図を示す図 8 b により明確に示されている。ブラシシール 2 0 6 機構内に回転防止機構を用いるいくつかの実施例により、ピン及びスロットの回転防止機構は、低半径方向剛性の環状波形ばねと置き換えられてもよい。低半径方向剛性の環状波形ばねは、内側ハウジング 2 1 2 及び外側ハウジング 2 1 4 のいずれか又は両方に、ブラシシール 2 0 6 機構の周囲の部分的に周り又は周囲全体の周りのいずれかでスポット溶接されてもよい。したがって、外側ハウジング 2 1 4 に対して内側ハウジング 2 1 2 の内側の半径方向移動が必要とされる場合、内側ハウジング 2 1 2 は、外側ハウジング 2 1 4 に対して摺動することができる。

#### 【0 1 2 5】

許容差の積み重ねが大きい一部のエンジン位置に対して、生じる摺動の恩恵により、非常に低い圧力であっても、ブラシシール 2 0 6 に最初に「自動調心」して、それによって内側ハウジング 2 1 2 とシャフト 2 0 3 との間のクリアランスを増加させる必要性を除去する能力を与える。この恩恵により、ブラシシール 2 0 6 を通る漏れがより低くなり、かつプリストル先端力がより低くなり、より長寿命のブラシパックが得られる。回転防止は、周方向の波形ばね機構を使用して、又は円周の周りに分散された放射状ばねのセット、若しくはピン及びスロットによって達成されてもよい。

#### 【0 1 2 6】

漏れ流量を更に低減し、したがって、プリストルを通る漏れ流れを低減するために、図 5 a ~ 図 8 b に関連して図示及び説明した実施例のそれぞれは、プリストル層 2 1 7 又は第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 のいずれか若しくは両方の上又は軸方向上流に、追加の多孔質層を重ね合わせることによって修正されてもよい。いくつかの実施例では、追加の多孔質層（図示せず）は、プリストル層 2 1 7 のすぐ上流に配置されてもよい。更なる実施例では、追加の多孔質層（図示せず）は、プリストル層 2 1 7 の一部分のみのすぐ上流に配置されてもよい。適用可能な場合、そのような追加の層は、プリストルを著しく制動して、シャフトの移動などに適応するそれらの能力を阻害するべきではない。したがって、前述のブラシシール機構は、追加の密封要素と直列の関係で配置されてもよく、それにより、更なるチャンバが、対応するブラシシール機構と上流領域 2 0 8 内の流体との間に画定される。したがって、更なるチャンバ内の流体は、使用中に、上流領域 2 0 8 内の流体の圧力と相対的低圧下流領域 2 1 0 の圧力との間の圧力に維持又は制御されてもよい。このようにして、第 1 の下流外側チャンバ 2 5 6 及び第 2 の下流外側チャンバ 2 4 6 のいずれか又は両方に供給される流体圧力を低減して、説明した圧力平衡効果を達成することができる。

#### 【0 1 2 7】

プリストル層 2 1 7 は、好適な剛性、温度耐性、耐クリープ性、耐侵食性、及び耐食性の特性を呈する多数の様々な材料から形成されてもよいことが理解されるであろう。いくつかの実施例では、プリストル層 2 1 7 は、溶接又はろう付け又は圧着などの任意の好適な接合技術によって内側ハウジング 2 1 2 に固定された、複数本の弾性ワイヤの多数のタ

フトから形成されてもよい。用いられる特定の技術は、当然のことながら、用いられる材料の特定の選択、及びそれらが動作することが予想される温度によって決定される。図示した実施例では、ブリストル層 2 1 7 内に含まれるブリストルは、コバルト合金ワイヤである。更なる実施例では、ブリストル層 2 1 7 内に含まれるブリストルは、ニッケル系合金から構成されてもよい。更に、図示の実施例では、内側ハウジング 2 1 2、外側ハウジング 2 1 4、及びそれぞれの接触部材は、ニッケル系又は適合性合金であり、一緒に溶接されて、一体型ユニットを提供する。更なる実施例では、同様の若しくは実質的に同様の性能、特性、又は材料挙動を達成又は提供するために、別個に、又は開示した材料と組み合わせ、更なる材料を使用してもよいことが理解されるであろう。したがって、ブリストル層 2 1 7、内側ハウジング 2 1 2、外側ハウジング 2 1 4、又はそれぞれの接触部材のうちの 1 つ以上は、ガスタービンエンジン又は高温用途で一般的に使用される多くの更なる合金成分を含んでもよいことが理解されるであろう。

10

**【 0 1 2 8 】**

加えて又は代替的に、図 5 a ~ 図 8 b のいずれかに関連して図示又は説明したそれぞれの接触面 2 5 8 a、2 6 8 a のうちの 1 つ以上は、接触面 2 5 8 a、2 6 8 a 又は各接触面 2 5 8 a、2 6 8 a から離間した外側ハウジング 2 1 4 のより遠い部分よりも相対的に硬い硬化表面層を含んでもよいことが理解されるであろう。加えて又は代替的に、図 5 a ~ 図 8 b のいずれかに関連して図示又は説明したそれぞれの接触面 2 5 8 a、2 6 8 a のうちの 1 つ以上は、接触面 2 5 8 a、2 6 8 a 又は各接触面 2 5 8 a、2 6 8 a から離間した外側ハウジング 2 1 4 のより遠い部分よりも相対的に低い表面粗さ及び相対的に低い摩擦係数のいずれか又は両方を含む表面層を含んでもよい。例えば、ダイヤモンド状炭素表面処理を、内側ハウジング 2 1 2 及び外側ハウジング 2 1 4 のいずれか又は両方の半径方向内側、半径方向外側、上流若しくは下流の表面又は接触面のうちの任意の 1 つ以上を使用してもよい。そのようなダイヤモンド状炭素表面処理は、優れたフレッティング耐性を有する処理表面のうちの任意の 1 つ以上を提供することができる。

20

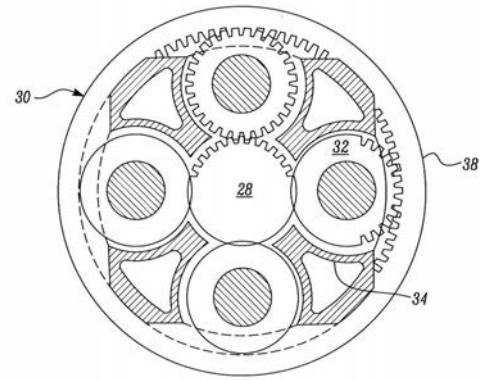
**【 0 1 2 9 】**

本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本明細書に記載される概念から逸脱することなく、様々な修正及び改善を行うことができることが理解されるであろう。相互に排他的である場合を除き、特徴のうちのいずれかは、別個に、又は任意の他の特徴と組み合わせ用いられてもよく、本開示は、本明細書に記載される 1 つ以上の特徴の全ての組み合わせ及び部分的組み合わせに及び、かつそれらを含む。

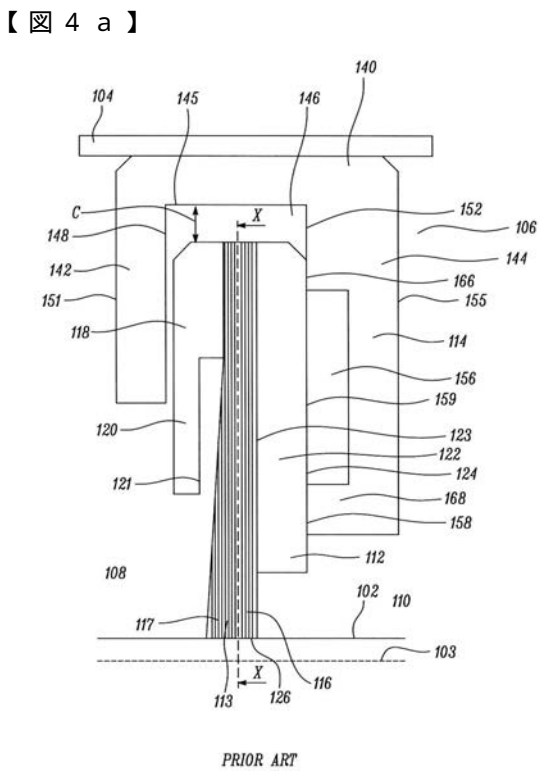
30



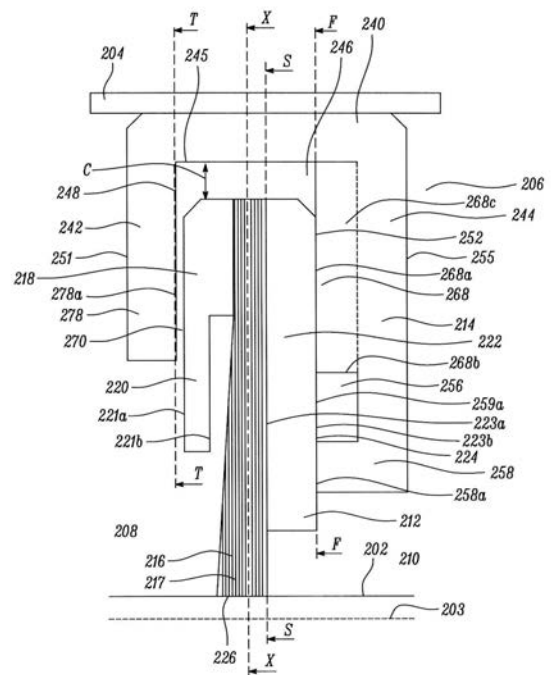
【 図 3 】



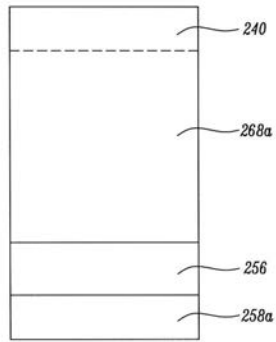
【 図 5 a 】



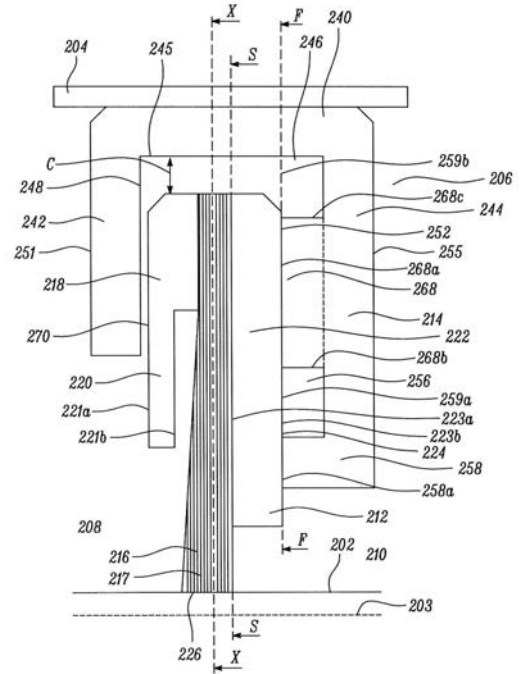
【 図 5 a 】



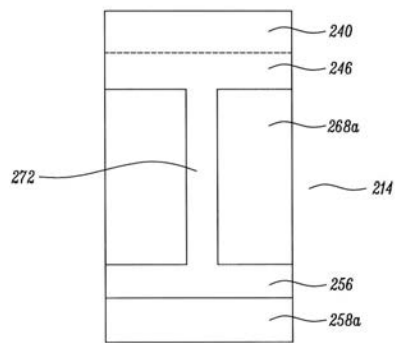
【図 5 b】



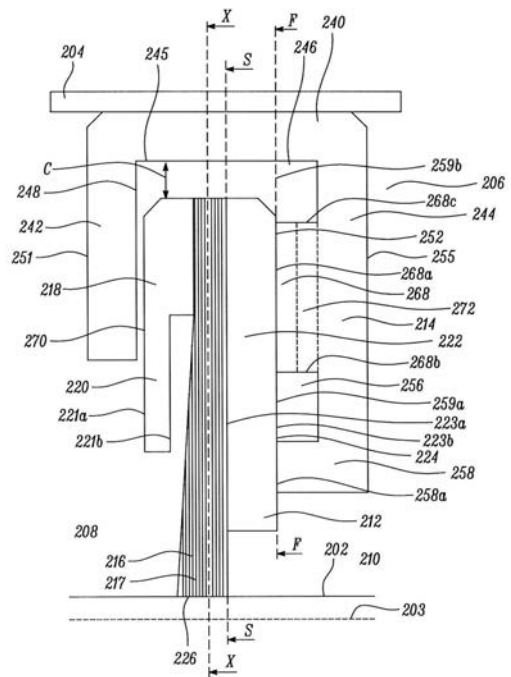
【図 6 a】



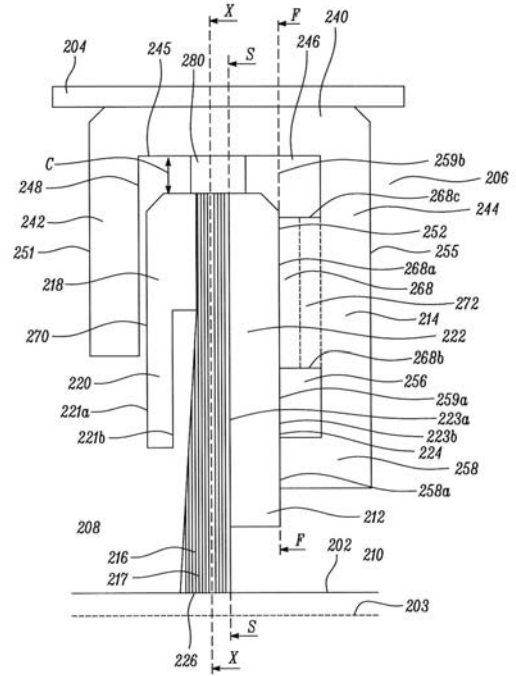
【図 6 b】



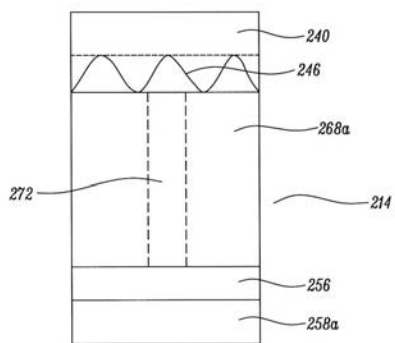
【図 7 a】



【 図 8 a 】



【 図 8 b 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ジェルバス、フランチェスキーニ  
イギリス国ダービー、ピーオー、ボックス、3 1、ロールス - ロイス、パブリック、リミテッド、  
カンパニー
- (72)発明者 デイビッド、アール、エイチ、ギレスピー  
イギリス国ダービー、ピーオー、ボックス、3 1、ロールス - ロイス、パブリック、リミテッド、  
カンパニー
- (72)発明者 アンドリュー、ケイ、オーウェン  
イギリス国ダービー、ピーオー、ボックス、3 1、ロールス - ロイス、パブリック、リミテッド、  
カンパニー

F ターム(参考) 3G202 KK18

3J043 AA16 CA13 DA03 DA20 HA10

【外国語明細書】  
2020041698000001.pdf