

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7705708号
(P7705708)

(45)発行日 令和7年7月10日(2025.7.10)

(24)登録日 令和7年7月2日(2025.7.2)

(51)国際特許分類

F 1 6 J	15/40 (2006.01)	F 1 6 J	15/40	B
F 1 6 J	15/30 (2006.01)	F 1 6 J	15/30	
F 1 6 J	15/16 (2006.01)	F 1 6 J	15/16	B

F I

請求項の数 8 外国語出願 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-210161(P2020-210161)
(22)出願日	令和2年12月18日(2020.12.18)
(65)公開番号	特開2021-99162(P2021-99162A)
(43)公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)
審査請求日	令和5年12月15日(2023.12.15)
(31)優先権主張番号	62/950,647
(32)優先日	令和1年12月19日(2019.12.19)
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73)特許権者	518042280 イートン インテリジェント パワー リ ミテッド E a t o n I n t e l l i g e n t P o w e r L i m i t e d アイルランド共和国 ダブリン 4 ペム ブローク・ロード 30 3 0 P e m b r o k e R o a d , D u b l i n 4 D 0 4 Y 0 C 2 , I r e l a n d 110001999 弁理士法人はなぶさ特許商標事務所
(74)代理人	ジェラルド・モーリス・ベラルド アメリカ合衆国 ロードアイランド州 0 2 0 1 1 ノースプロヴィデンス, ジュ 最終頁に続く
(72)発明者	

(54)【発明の名称】 自己矯正流体力学的シール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転部材に対する流体力学的シールを形成するためのシールアセンブリのセグメントであって、

a) 第1及び第2の側部の間を延び、前記回転部材との流体力学的シールを形成するための径方向内面を画定する本体であって、

(i) 前記本体の第1及び第2の側部の間を延びる主表面と、

(ii) 前記主表面から凹設された流体入口部分と、

(iii) 前記流体入口部分に隣接して位置付けられ、かつ周方向に延びる流体力学的パッド領域であって、前記流体力学的パッド領域が、ランド部分によって分離された第1のセクション及び第2のセクションを含み、前記第1及び第2のセクションが、前記主表面から凹設され、前記第1及び第2のセクションは、前記第1及び第2のセクションが周方向に前記流体入口部分から離れる方向に延びるにしたがって徐々に減少する深さを有し、前記主表面で終端する流体力学的パッド領域と、を画定する、本体を備える、シールアセンブリのセグメント。

【請求項2】

前記第1及び第2のセクションのうちの一方又は両方が、一定の幅を有する、請求項1に記載のセグメント。

【請求項3】

前記セグメントが、カーボン材料から形成される、請求項1に記載のセグメント。

【請求項 4】

前記第1及び第2のセクションが、互いに等しい長さを有する、請求項1に記載のセグメント。

【請求項 5】

前記セグメントが、前記主表面に隣接する周方向溝を更に含む、請求項1に記載のセグメント。

【請求項 6】

前記第1と第2のセクションの組み合わせた幅が、前記主表面の幅のそれの少なくとも半分である、請求項1に記載のセグメント。

【請求項 7】

前記セグメントは、流体力学的シールアセンブリを構成する複数のセグメントのうちの1つである、請求項1に記載のセグメント。

【請求項 8】

前記流体力学的シールアセンブリは、前記複数のセグメントを該複数のセグメントがリンクを形成するように支持するフランジを含む、請求項7に記載のセグメント。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

(関連出願の相互参照)

本出願は、2019年12月19日に出願された米国特許出願第62/950,647号の利益を主張し、この開示は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】**【0002】**

径方向セグメント化シールは、航空機エンジン、歯車ボックス及び圧縮器において長年にわたり、航空宇宙及び産業用途で成功裏に使用してきた。現在のセグメント化シール、流体力学的、及び接触は、航空機エンジン、圧縮器、及び歯車ボックス内のプロセス流体の重大な漏出及び減圧を防止するように設計される。適切に設計された場合に、シールは適切に機能する。この設計サイクルの一部は、エンジンシャフトのテーパを計算、測定、又は推定し、このテーパ角度をセグメント化シール内径と一致させ、したがって、漏出を最小にすることである。このテーパリングの予測は、シール内径とシャフト外径との境界面での構造及び熱の有限要素並びに粘性及び摩擦加熱予測の正確な組み合わせを必要とするので、複雑な手間である。流体力学的径方向シールの場合、この計算の精度は、良好なシール性能に優先する。テーパがシステム圧力側に開口している場合、十分なリフトオフが起こらない場合があり、流体力学的パッドがシステム圧力になるか、又はそれに非常に近い状態になり、これは、従来の接触径方向シールとして動作する。これは、システム温度を上昇させ、シールの寿命を制限する。反対に、テーパが大気側に開口している場合、システム側からのシステム流体が大気に通気され、流体力学的シールパッド領域には圧力の蓄積が起こらない。この状況では、シールの寿命及びエンジンの完全性がかなり損なわれる。改善が望まれている。

【発明の概要】**【0003】**

回転部材に対する流体力学的シールを形成するためのシールアセンブリのセグメントは、第1及び第2の側部の間を延び、回転部材との流体力学的シールを形成するための径方向内面を画定する本体を含むことができる。本体は、本体第1及び第2の側部の間を延びる主表面と、主表面から凹設された流体入口部分と、流体入口部分に隣接して位置付けられ、かつ周方向に延びる流体力学的パッド領域であって、流体力学的パッド領域が、ランド部分によって分離された第1のセクション及び第2のセクションを含み、第1及び第2のセクションが、主表面から凹設される、流体力学的パッド領域と、を含むことができる。

【0004】

10

20

30

40

50

流体力学的シールアセンブリは、フランジと、リングを形成するためにフランジによって支持された上記に従う複数のセグメントと、を含むことができる。

【0005】

機械は、回転可能シャフトと、フランジ及び回転する回転可能シャフトが通って延在するリングを形成するためにフランジによって支持された上記に従う複数のセグメントを含む流体力学的シールアセンブリと、を含むことができる。

【0006】

いくつかの実施例では、第1及び第2のセクションの一方又は両方は、一定の幅を有する。

【0007】

いくつかの実施例では、第1及び第2のセクションは、流体入口部分から離れる方向に減少する深さを有する。

【0008】

いくつかの実施例では、セグメントは、カーボン材料から形成される。

【0009】

いくつかの実施例では、第1及び第2のセクションは、互いに等しい長さを有する。

【0010】

いくつかの実施例では、セグメントは、主表面に隣接する周方向溝を更に含む。

【0011】

いくつかの実施例では、第1と第2のセクションの組み合わせた幅は、主表面の幅のそれの少なくとも半分である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】多数の流体力学的シールセグメントが固定される、周方向にセグメント化されたシールアセンブリの概略図である。

【0013】

【図2】図1に示されるアセンブリの複数のシールセグメントの概略図である。

【0014】

【図3】回転シャフトを備える据付用途における、図1に示されるシールアセンブリの概略断面図である。

【0015】

【図4】図1に示されるシールアセンブリの流体力学的シールセグメントの斜視図である。

【0016】

【図5】図4に示される流体力学的シールセグメントの第1の側面図である。

【0017】

【図6】セグメントが3つの流体力学的シール配設によって提供される、図4に示される流体力学的シールセグメントの表側の図である。

【0018】

【図7】流体力学的シール配設のうちの1つの特徴を示す、図6の参照部7に示される、図4に示される流体力学的シールセグメントの一部分の表側の図である。

【0019】

【図8】図4に示される流体力学的シールセグメント部分の第1の側面図である。

【0020】

【図9】図4に示される流体力学的シールセグメント部分の第2の側面図である。

【0021】

【図10】図6に示される流体力学的シールセグメント部分の表側の斜視図である。

【0022】

【図11】図5の線11-11に沿って切断した、図4に示される流体力学的シールセグメント部分の断面図である。

【0023】

10

20

30

40

50

【図12】図6に示される流体力学的シールセグメント部分の表側の斜視図を示す、図4に示される流体力学的シールセグメントの概略断面図であり、流体力学的シール配設は、シールセグメントを平衡状態に維持する。

【0024】

【図13】図6に示される流体力学的シールセグメント部分の表側の斜視図を示す、図4に示される流体力学的シールセグメントの概略断面図であり、流体力学的シール配設の自己矯正力が、シールセグメントを平衡状態に戻すように作用する。

【0025】

【図14】本明細書で開示するタイプの流体力学的シール配設を有する径方向セグメント化シールの計算流体力学解析であり、開示された設計によって生成された局所的な自己矯正力を示す。

10

【0026】

【図15】局所的な自己矯正力を伴わない従来の技術径方向セグメント化シールの計算流体力学解析である。

【0027】

説明の一部に組み込まれ、その一部を構成する添付図面は、本開示のいくつかの態様を例示する。図面の簡単な説明は、以下の通りである。

20

【発明を実施するための形態】

【0028】

様々な実施例を図面を参照して詳細に説明し、図面中の類似の参照番号は、いくつかの図を通じて類似の部品及びアセンブリを表す。様々な実施例への言及は、本明細書に添付された特許請求の範囲を限定するものではない。更に、本明細書に記載されるいずれの実施例も、限定することを意図するものではなく、添付の特許請求の範囲の多くの可能な実施例のいくつかを単に説明するものである。図面を参照すると、類似の参照番号は、いくつかの図面を通じて類似又は同様の構成要素に対応する。

20

【0029】

図1～図14を参照すると、回転部材に対する封止するためのシールアセンブリ10のセグメント100が開示されている。セグメント100は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる米国特許第7,770,895号に示され、記載されているタイプのシールアセンブリで使用され得る。図1及び図2に示されるように、セグメント100は、周方向にセグメント化されたシールアセンブリ10で使用され得る。一態様では、周方向シールアセンブリ10は、フランジアセンブリ12によって支持される複数の隣接して配置されたセグメント100を含むものとして示される。引き続き図1及び図2を参照して分かるように、シールアセンブリ10は、セグメント100がシールを提供するためにシャフト14を中心に配向されるように、シャフト14(図3を参照されたい)が通って伸びることができる環10aを画定する。

30

【0030】

一態様では、セグメント100は、第1及び第2の側102a、102bの間を伸び、かつ第1及び第2の端部102c、102dの間を伸びる円弧状本体102を含む。一実施例では、本体102は、カーボンを含む材料から形成される。第1及び第2の端部102c、102dは、多数のセグメントが組み合わされてリングを形成することができるよう、互いにに対してある角度で配向される。したがって、第1及び第2の端部102c、102dの間に画定される角度範囲は、典型的には、72度、90度、120度、又は180度などの360度の約数である。図1及び図2に示される実施例では、各々がシールリングの120度(1、2、3 = 120度)の分割部分を形成する3つのセグメント100が提供される。更に、図2～図6に示されるように、セグメント100は、隣接するセグメントと重なり合う又は相互接続することを意図した協働する特徴部112、114を含み得る。本体102は、径方向又は周方向外面102eと、径方向又は周方向内面102fとを画定するものとして更に示される。径方向内面102fは、部分的に主表面102hを有することを特徴とし得る。径方向内面102fは、セグメント100の穴

40

50

側に対応し、シャフト又はランナーなどの回転部材に対する封正面を提供する。

【0031】

図3を参照すると、シールアセンブリ10の概略断面図が示され、シールアセンブリ10がシャフト又はランナー14上に装着され、シールセグメント100がシャフト又はランナー14を中心に配設されるように示される。表されるように、各シールセグメント100は、周方向圧力平衡溝102g、シールダム102o、及び軸方向圧力平衡溝102iが設けられている本体102を有するものとして示される。シールセグメント100は、後で示され、説明される追加的な特徴を含む。シールアセンブリ10もまた、シールセグメント100を収容するフランジ22を含むものとして示される。コイルばね24、ワッシャ26、及びリテーナ28は、シールセグメント100を軸方向に付勢するために提供され、一方で、周方向ガーターばね30は、シールセグメント100を共に保持するために、シールセグメント100の外面を中心に提供される。

【0032】

一態様では、各セグメント100の径方向内面102fは、流体力学的流体流を制御することによって封止を簡易化するための1つ以上の流体力学的配設105によって画定される。例えば、図1及び図2に概略的に示されるように、セグメント100の各々には、合計12個の流体力学的配設105を得るため、4つの流体力学的配設105が設けられる。セグメント100は、単一の流体力学的配設105又は任意の数の所望の配設105を備えることができる。例えば、図4～図6に示される特定の実施例セグメント100は、3つの流体力学的配設が設けられる。

【0033】

一態様では、図7及び図10で最も簡単に分かるように、流体力学的配設105は、第1の側102aと圧力平衡溝102gとの間で径方向内面102fを横方向に横断して延びる入口部分102hを含むことができる。入口部分102hは、流体がシールセグメントの径方向内面102fに送給されることを可能にし、それによって、流体力学的シールがシステム流体の連続供給を有することを確実にする。示される実施例では、入口部分102hは、主表面102hよりも低く凹設され、かつ側部102aから圧力平衡溝102gに向かってテーパ状である。他の構成が可能である。例えば、入口部分102hは、一定の幅を有することができ、又は多数の径方向穿設孔を設けることができる。

【0034】

一態様では、流体力学的配設105は、入口部分102hに隣接する流体力学的パッド領域102jを有する。流体力学的パッド領域102jは、主表面102hよりも低く凹設され、また、引き込み部分102kと、ランド部分102pによって分離された円周方向に延びる第1及び第2のセクション102m、102nと、を含むものとして示される。示される実施例では、ランド部分102pは、主表面102hの一部である。この構成は、流体力学的パッド領域102jのタインを画定する第1及び第2のセクション102m、102nを有するフォーク状構成と称され得る。一般的には、引き込み部分102kは、第1及び第2のセクション102m、102nに向かう方向にテーパ状である深さを有し、一方で、第1及び第2のセクション102m、102nもまた、第2の端部102dに向かう方向にテーパ状になり続ける深さを有し、第1及び第2のセクション102m、102nは、第2の端部102dに向かう方向においてより浅くなる。示される実施例では、セクション102m、102nは、等しい長さ及び幅を有する。しかしながら、ランド部分102pは、セクション102m、102nが互いに異なる長さを有するように、及び/又は互いに異なる幅を有するように構成することができる。セクション102m、102nもまた、一定の幅を有するものとして示される。しかしながら、セクション102m、102nの一方又は両方は、様々な幅、例えば、第2の端部102dに向かってテーパ状である幅を有し得る。更に、開示されるセクション102m、102nは、それらが主表面102hの中央線から等距離であるように、主表面102hに対称的に配設されるものとして示され、主表面102hは、側部102aから円周方向溝102gまで延びる表面として画定される。しかしながら、セクション102m、102nは、非対称

的に配設され得、セクション 102m、102n の一方が、セクション 102m、102n の他方と比較して、主表面 102h の中央線に対してより近くに、又はより遠く離れて配置される。それに応じて、ランド 102p は、そのような配設に適合させるために、様々な幅で配置及び成形され得る。一般に、セクション 102m、102n の幅は、約 0.02 インチ以上あり得る。ランド部分 102p の幅は、セクション 102m、102n の所望の幅が達成されるように選択され得る。示される実施例では、第 1 と第 2 のセクション 102m、102n の組み合わせた幅は、主表面の幅の少なくとも半分である。一実施例では、第 1 と第 2 のセクション 102m、102n の組み合わせた幅は、主表面の幅の半分よりも広い。

【0035】

動作中に、流体（例えば、空気）は、入口 102h から横方向に進入し、次いで、円周方向に指向され、引き込み部分 102k で圧縮される。引き込み部分から、流体は、ランド部分 102p によって分割され、第 1 及び第 2 のセクション 102m、102n に進入し、そこで流体は、セクション 102m、102n の長さに沿って進行して更に圧縮される。図 4 から概略的に分かるように、シャフト 14 及び主表面 102h が完全に平行である状況では、セクション 102m の長さを横断する流体によって增加的に生成された結果として生じる上方への圧力 P1 は、セクション 102n の長さを横断する流体によって生成される圧力 P2 に略等しくなる。したがって、セクション 102m、102n において圧縮流体によって生じた圧力は、概略平衡状態であり、かつそうでない場合にシールセグメント 100 をシールセグメント 100 の縦方向軸 X を中心に第 1 又は第 2 の側部 102a、102b のいずれかに向かって振動させるモーメント力を生じさせない。

10

【0036】

図 13 を参照すると、シャフト 14 に僅かなシャフトのテーパ又は揺動が生じたときに、表面 102h は、必然的にシャフト 14 の外面と平行ではなくなる。軽微なテーパリングは、±0.001 インチ以下の程度である。そのような状態は、図 13 から分かるように、また、テーパがまだ生じていない図 12 とは対照的に、セクション 102m、102n の各々において P1 と P2 との間に不均一な圧力をもたらす。したがって、シャフト 14 と表面 102 との間により短い離間距離を有する側に最も近い、セクション 102m、102n と関連付けられた圧力は、他のセクション 102m、102n への圧力よりも大きくなり、したがって、縦方向軸 X 又は軸 X に平行な軸などの別の軸のいずれかを中心にして回転するようにシールセグメント 100 を回転させるための矯正又は復元力を生じる。一般的には、シャフト 14 と表面 102 との間により短い離間距離を有する側を閉口側と称することができ、他方の側を開口側と称することができる。テーパ方向にかかわらず、テーパの閉口側のセグメント 102m、102n は、より少ない膜剛性を生じ、したがって、閉口側のセグメント 102m、102n よりも少ない流体力学的な力を生じる。閉口側は、より堅い流体力学的膜を生じ、したがって、より高いリフトオフ力を生じる。この状況は、矯正モーメントをもたらし、すなわち、シールが平衡に到達しようとする。したがって、テーパがどちらの側に存在しているかにかかわらず、シールに流体が送給されていれば、流体力学的な矯正力がもたらされる。図 12 で例示されるように、シールセグメント 100 の内径表面 102h が、シャフト表面と平行である場合は、流体力学的膜を不安定にし得るテーパ状のシャフトとは対照的に、より安定した流体力学的膜を提供する。

20

30

【0037】

介在するランド部分を有しない単一の大きいセグメントだけを備える従来の流体力学的パッド領域によって提供されるシールセグメントと比較して、開示される閉口側セグメント 102m、102n は、セグメント 102m、102n の開口側を出る流体からより大きく保護される。従来の単一パッド形状では、シャフトと開口側のパッドの縁部との離間距離は、不所望に消耗が生じる範囲を画定する。開示される設計によって、開口側セグメント 102m、102n は、この位置において略同じ離間距離を有し、したがって、開口側セグメント 102m、102n は、同じ消耗力学を受ける。しかしながら、閉口側セ

40

50

グメント 102m、102n は、ランド部分 102p によって保護され、これは、上述した離間距離よりも大幅に短いシャフトに対する離間距離を有し、示される実施例では、この離間距離の半分未満である。したがって、閉口側セグメント（図 13 のセグメント 102m）は、流体を圧縮し、シールを動作可能にし続けることが可能である。したがって、望ましい矯正力を生じさせるだけでなく、開示される設計はまた、シャフトがテープ化又は振動下にある従来設計と比較して、より高いレベルの機能も維持する。

【0038】

図 14 を参照すると、矯正力が更に例示されており、コンピュータ流体力学モデルによって生成された圧力プロファイルから、セグメント 102m での高い圧力領域 P1 の発生を容易に視認することができる。開示される設計とは対照的に、図 15 を参照して分かるように、ランド部分の介在を伴わない単一の大きなセグメントだけを有する従来の流体力学的パッド領域が設けられたシールセグメント P100 は、圧縮流体を開口側から排出することが可能な開示される設計と同じ矯正力を生成することはできない。

10

【0039】

前述の詳細な説明から、態様の趣旨又は範囲から逸脱することなく、本開示の態様において修正及び変形を行うことは明白であろう。本教示の多くの態様を実施するための最良の態様を詳細に説明してきたが、これらの教示が関連する技術分野に精通する者であれば、添付の特許請求の範囲の範疇にある本教示を実施するための様々な代替的態様を認識するであろう。

20

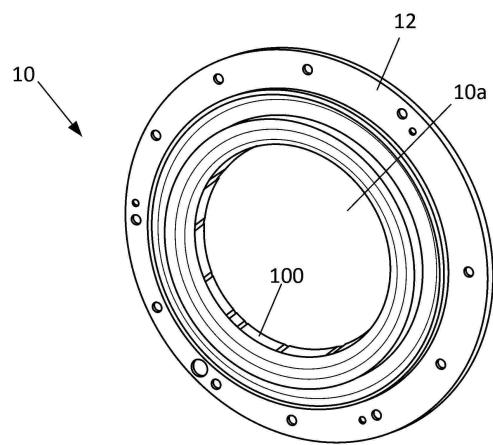
30

40

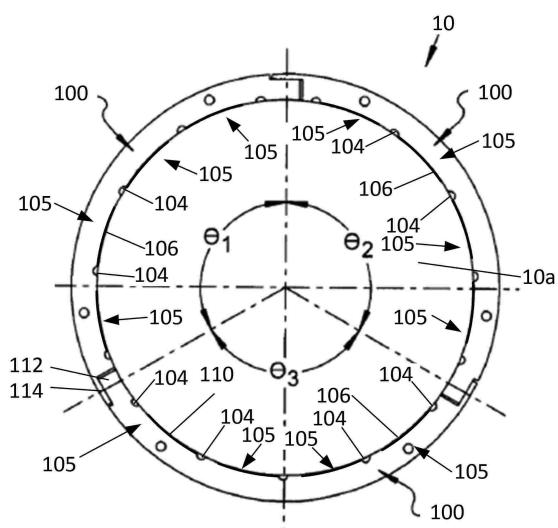
50

【図面】

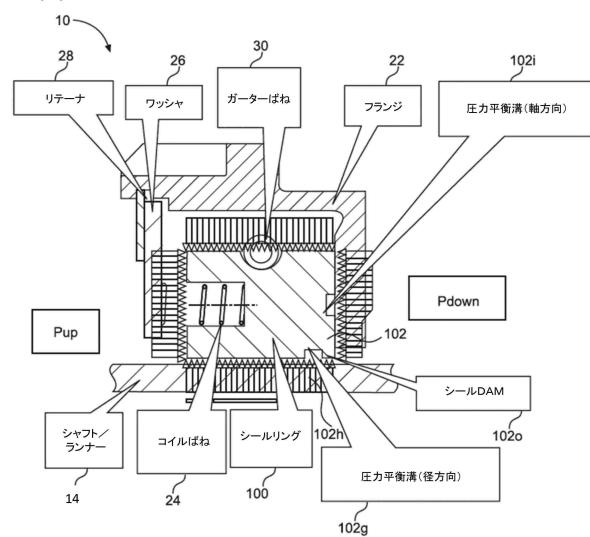
【図 1】



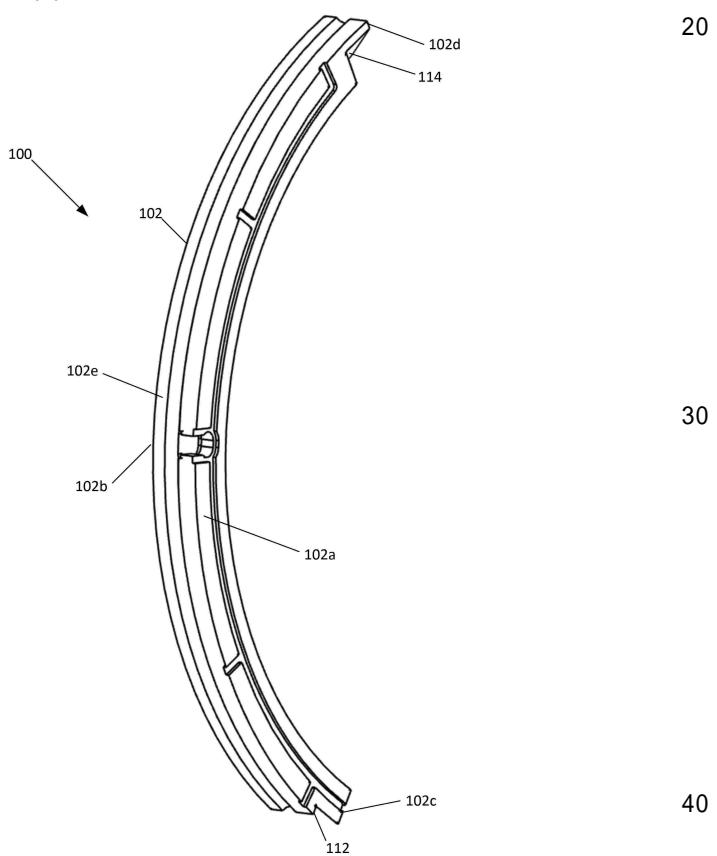
【図 2】



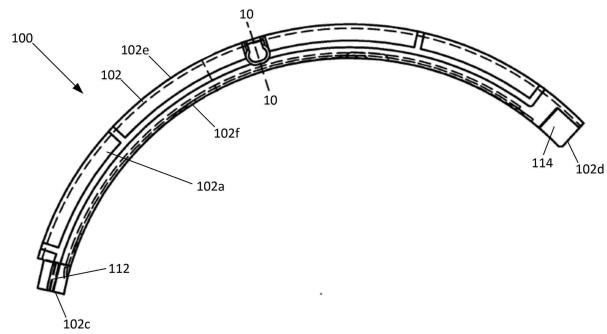
【図 3】



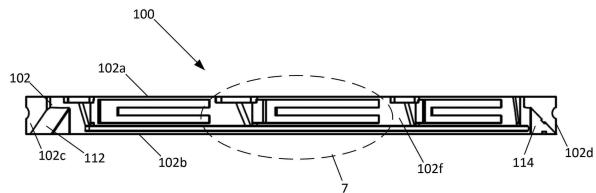
【図 4】



【図5】

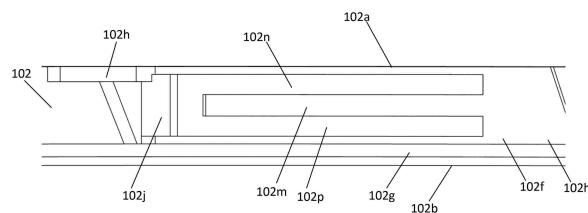


【図6】

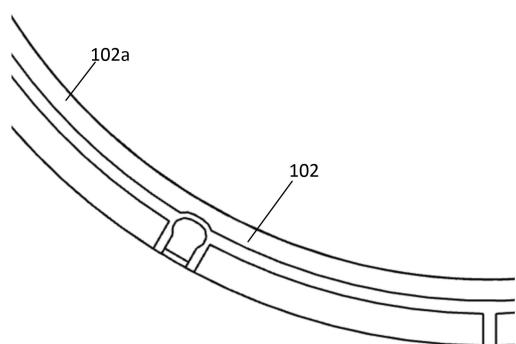


10

【図7】

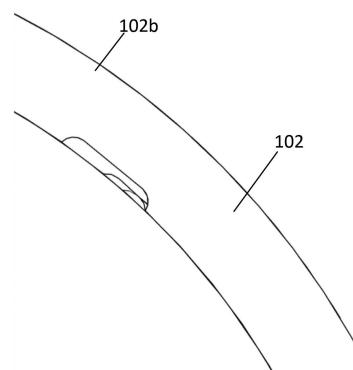


【図8】

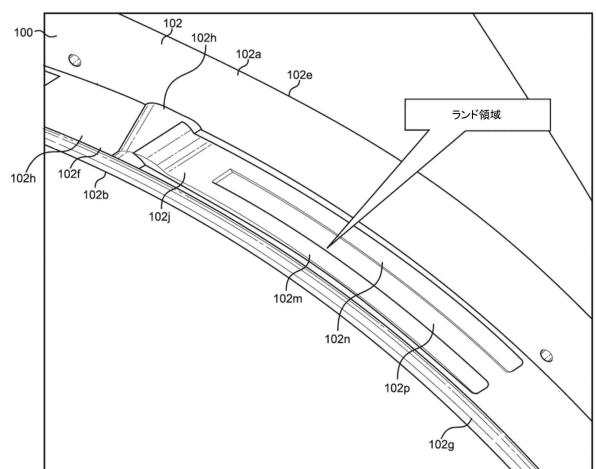


20

【図9】



【図10】

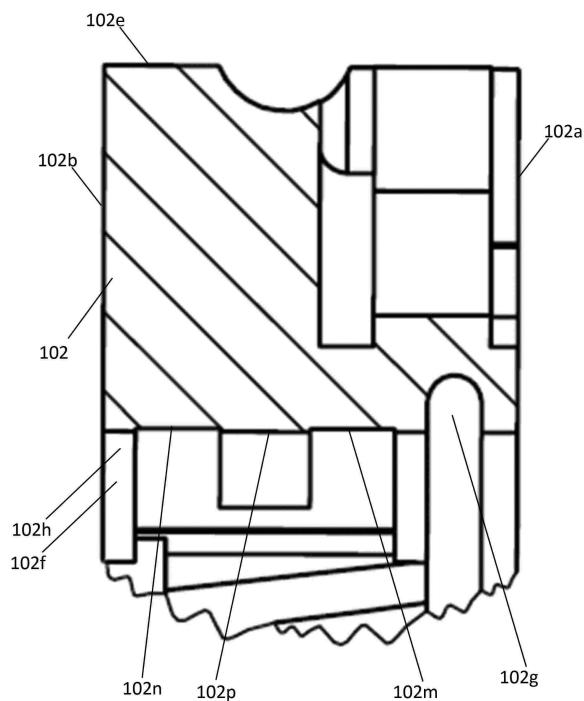


30

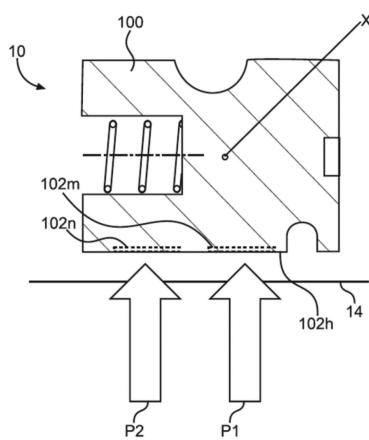
40

50

【図 1 1】



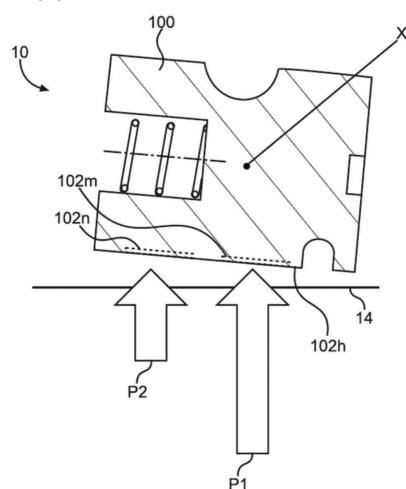
【図 1 2】



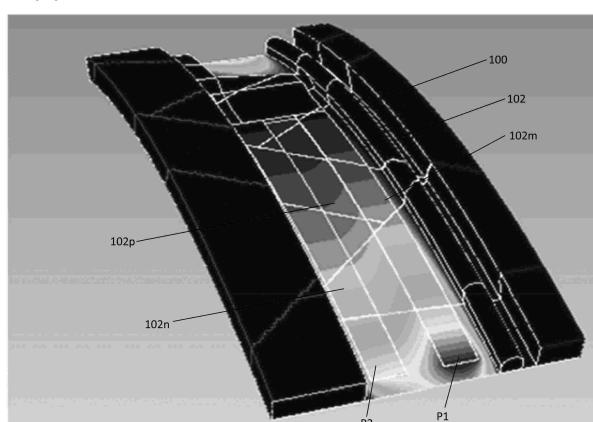
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

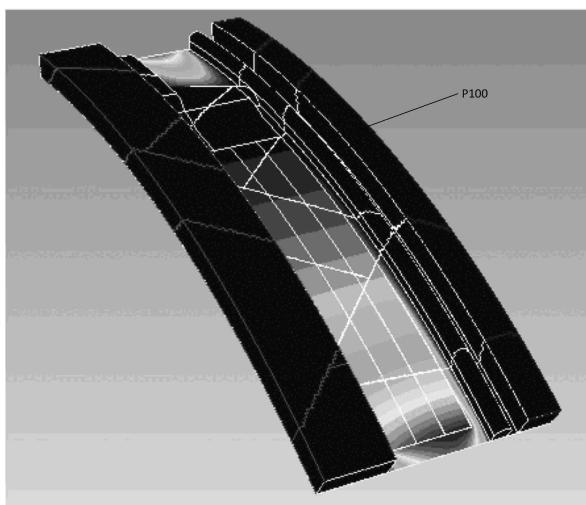


30

40

50

【図15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

リアドライブ 61

(72)発明者 エドワード・ニコラス・ルゲリ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02790 ウエストポート, オールドベッドフォードロード 496

審査官 大谷 謙仁

(56)参考文献 米国特許第06145843(US, A)

特開2018-029449(JP, A)

米国特許出願公開第2008/0284105(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F16J 15/40

F16J 15/30

F16J 15/16