(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7555433号
(P7555433)

(45)発行日　令和6年9月24日(2024.9.24)

(24)登録日　令和6年9月12日(2024.9.12)

(51)国際特許分類
Ｆ１６Ｊ　15/08　(2006.01)

ＦＩ
Ｆ１６Ｊ　15/08　Ｕ
Ｆ１６Ｊ　15/08　Ａ

請求項の数　14　（全22頁）

(21)出願番号　特願2022-577741(P2022-577741)
(86)(22)出願日　令和3年6月30日(2021.6.30)
(65)公表番号　特表2023-532638(P2023-532638A)
(43)公表日　令和5年7月31日(2023.7.31)
(86)国際出願番号　PCT/US2021/039903
(87)国際公開番号　WO2022/010711
(87)国際公開日　令和4年1月13日(2022.1.13)
審査請求日　令和5年3月16日(2023.3.16)
(31)優先権主張番号　63/049,394
(32)優先日　令和2年7月8日(2020.7.8)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　500149223
サン－ゴバン パフォーマンス プラスティックス コーポレイション
Ｓａｉｎｔ－Ｇｏｂａｉｎ Ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ Ｐｌａｓｔｉｃｓ，Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ
アメリカ合衆国 オハイオ州 ４４１３９ ソロン ソロン・ロード ３１５００
３１５００ Ｓｏｌｏｎ Ｒｏａｄ Ｓｏｌｏｎ，４４１３９ ＯＨ ＵＳＡ
(74)代理人　110003281
弁理士法人大塚国際特許事務所
(72)発明者　ジョージ、ダグラス
アメリカ合衆国 コネチカット州 ０６６１１ トランブル，ガーウッド ロード
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　バイメタルシール

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
環状バイメタルシールであって、
第１の材料から形成された第１のシーリング構成要素と、
前記第１の材料とは異なる第２の材料から形成された第２のシーリング構成要素と、
前記第１のシーリング構成要素と前記第２のシーリング構成要素との間に形成された接合部と、を備え、前記第１のシーリング構成要素が、（１）第１のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成する第１の弓状部分と、（２）第１の接合特徴部と、を備え、前記第２のシーリング構成要素が、（１）第２のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成する第２の弓状部分と、（２）第２の接合特徴部と、を備える、環状バイメタルシール。
【請求項２】
前記第１のシーリング構成要素及び前記第２のシーリング構成要素のうちの少なくとも１つが、前記弓状部分と前記接合特徴部との間に配置された直線状部分を備える、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項３】
前記第１の接合特徴部及び前記第２の接合特徴部のうちの少なくとも一方が、接合空洞を備え、前記第１の接合特徴部及び前記第２の接合特徴部のうちの他方が、前記接合部を形成するように前記接合空洞内に受容される接合脚部を備える、請求項１に記載のバイメタルシール。

【請求項４】
前記接合脚部が直線状であり、前記接合脚部が、実質的に軸方向若しくは実質的に半径方向、又はこれらの組み合わせに延在する、請求項３に記載のバイメタルシール。
【請求項５】
前記接合脚部が、前記接合脚部の外周に沿って隆起部を形成する対向する弓状回旋部を備える、請求項３に記載のバイメタルシール。
【請求項６】
前記第１の接合特徴部が弓状接合部分を備え、前記第２の接合特徴部が、相補的な弓状接合部分を備え、前記弓状接合部分及び前記相補的な弓状接合部分が、少なくとも部分的に重なり合う、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項７】
前記バイメタルシールが、前記第１の接合特徴部及び前記第２の接合特徴部を少なくとも部分的に受容するように構成された少なくとも１つの空洞を有するリテーナを備える、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項８】
前記第１のシーリング構成要素の前記第１の材料が金属材料であり、前記第２のシーリング構成要素の前記第２の材料が金属材料であり、前記第１の材料が前記第２の材料とは異なる、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項９】
前記第１のシーリング構成要素の前記第１の材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）が、前記第２のシーリング構成要素の前記第２の材料のＣＴＥとは異なる、請求項８に記載のバイメタルシール。
【請求項１０】
前記第１のシーリング構成要素の前記第１の材料の前記ＣＴＥが、前記第２のシーリング構成要素の前記第２の材料の前記ＣＴＥより高い、請求項９に記載のバイメタルシール。
【請求項１１】
前記接合部に漏出経路が存在しない、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項１２】
前記第１のシーリング構成要素及び前記第２のシーリング構成要素のうちの少なくとも１つの内部に配置された支持リング又は支持ばねを更に備える、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項１３】
前記第１のシーリング構成要素が、環の内径（ＩＤ）を画定する第１のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成するように構成され、前記第２のシーリング構成要素が、環の外径（ＯＤ）を画定する第２のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成するように構成され、前記第１のアセンブリ構成要素が、第１の金属材料から形成され、前記第２のアセンブリ構成要素が、前記第１の金属材料とは異なる第２の金属材料から形成される、請求項１に記載のバイメタルシール。
【請求項１４】
前記第１のシーリング構成要素の前記第１の材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）が、前記第１のアセンブリ構成要素の前記第１の金属材料の前記ＣＴＥより低く、前記第２のアセンブリ構成要素の前記第２の金属材料の前記ＣＴＥより高く、前記第２のシーリング構成要素の前記第２の材料の前記ＣＴＥが、前記第２のアセンブリ構成要素の前記第２の金属材料の前記ＣＴＥより高く、前記第１のアセンブリ構成要素の前記第１の金属材料の前記ＣＴＥより低い、請求項１３に記載のバイメタルシール。
【発明の詳細な説明】
【背景技術】
【０００１】
シールは、アセンブリの構成要素間の漏れを防止するために、多くの産業用途で使用されている。高温航空宇宙用途及びモータースポーツ用途における進歩により、異なる熱

膨張特性を有する異なる材料から形成される嵌合構成要素が次第に使用されるようになっている。これらの用途において高温に曝される場合、均質な金属材料から形成された従来の金属シールは、嵌合する構成要素の熱膨張特性の差に起因して、シールの内径又は外径上で過剰圧縮又は過小圧縮される場合があり、それによって、冷却時に漏れが生じる。したがって、産業界は、このような用途のためのシール技術の改善を要求し続けている。

【図面の簡単な説明】

【０００２】

実施形態の特徴及び利点が達成され、より詳細に理解され得るように、添付の図面に示されるその実施形態を参照することによって、より具体的な説明が行われてもよい。しかしながら、図面は、いくつかの実施形態のみを示し、したがって、その他の同等に有効な実施形態が存在し得るため、範囲を限定するものと見なされるべきではない。

【図１】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図２】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図３】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図４】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図５】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図６】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図７】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図８】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図９】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを有するアセンブリの断面図である。

【図１０】本開示の一実施形態による、環状バイメタルシールを形成する方法の流れ図である。

【図１１】本開示の一実施形態による、アセンブリ内に配置された環状バイメタルシールの応力分布を示す断面図である。

【０００３】

異なる図面における同じ参照符号の使用は、同様の又は同一の項目を示す。

【発明を実施するための形態】

【０００４】

図１は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール１５０を有するアセンブリ１００の部分断面図である。いくつかの実施形態では、アセンブリ１００は、航空宇宙エンジンのエンジンダクトアセンブリ又は排気構成要素を含んでもよい。その他の実施形態では、アセンブリ１００は、ターボ及び排気構成要素、又は自動車エンジンの排気構成要素を含んでもよい。更にその他の実施形態では、アセンブリ１００は、地上パワータービンオイルミストシステムを含んでもよい。代替実施形態では、アセンブリ１００は、流体密封シールを必要とする任意のその他の好適な用途を備えてもよい。アセンブリ１００は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び第２のアセンブリ構成要素１０４を備えてもよい。第１のアセンブリ構成要素１０２は、一般に、環１０６の内径（ＩＤ）を画定してもよい。いくつかの実施形態では、第１のアセンブリ構成要素１０２は、プローブ、シャフト又は内管を備えてもよい。第２のアセンブリ構成要素１０４は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２の周囲に環状に配置されてもよく、環１０６の外径（ＯＤ）を画定してもよい。いくつかの実施形態では、第２のアセンブリ構成要素１０４は、ハウ

ジング又は外管を備えてもよい。

【０００５】

高温用途における進歩により、異なる熱膨張特性を有する異なる材料から形成される嵌合構成要素が次第に使用される場合がある。いくつかの実施形態では、第１のアセンブリ構成要素１０２は、一般に、第１の金属材料から形成されてもよく、第２のアセンブリ構成要素１０４は、第１の金属材料とは異なる第２の金属材料から形成されてもよい。したがって、第１のアセンブリ構成要素１０２を形成する第１の金属材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）は、第２のアセンブリ構成要素１０４を形成する第２の金属材料のＣＴＥと異なってもよい。いくつかの実施形態では、第１の金属材料のＣＴＥは、第２の金属材料のＣＴＥより高いものになり得る。しかしながら、その他の実施形態では、第１の金属材料のＣＴＥは、第２の金属材料のＣＴＥ未満であり得る。特定の実施形態では、第１の金属材料は、鋼又はステンレス鋼を含んでもよい。したがって、第１の金属のＣＴＥは、約８．５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１５．３ｃｍ／ｃｍ－℃）、約８．７５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１５．７５ｃｍ／ｃｍ－℃）、約９ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１６．２ｃｍ／ｃｍ－℃）、約９．２５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１６．６５ｃｍ／ｃｍ－℃）、約９．５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１７．１ｃｍ／ｃｍ－℃）、約９．７５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１７．５５ｃｍ／ｃｍ－℃）又は約１０ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（１８．０ｃｍ／ｃｍ－℃）であってもよい。特定の実施形態では、第２の金属材料は、チタン又はチタン合金を含んでもよい。したがって、第２の金属材料のＣＴＥは、約４ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（７．２ｃｍ／ｃｍ－℃）、約４．２５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（７．６５ｃｍ／ｃｍ－℃）、約４．５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（８．１ｃｍ／ｃｍ－℃）、約４．７５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（８．５５ｃｍ／ｃｍ－℃）又は約５ｉｎ／ｉｎ－°Ｆ（９．０ｃｍ／ｃｍ－℃）であってもよい。

【０００６】

環状バイメタルシール１５０は、一般に、環１０６内で、第１のアセンブリ構成要素１０２と第２のアセンブリ構成要素１０４との間に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、シール１５０は、第１のアセンブリ構成要素１０２と第２のアセンブリ構成要素１０４との間に締まり嵌めを含んでもよい。更に、シール１５０は、第１のアセンブリ構成要素１０２と第２のアセンブリ構成要素１０４との間に半径方向シールを提供するように、構成されてもよい。シール１５０は、一般に、第１のシーリング構成要素１５２、第２のシーリング構成要素１５４及び第１のシーリング構成要素１５２と第２のシーリング構成要素１５４との間に形成された接合部１５６を備えてもよい。したがって、第１のシーリング構成要素１５２は、第１のアセンブリ構成要素１０２と共に半径方向シールを形成するように構成されてもよく、一方で、第２のシーリング構成要素１５４は、第２のアセンブリ構成要素１０４と共に半径方向シールを形成するように構成されている。

【０００７】

第１のシーリング構成要素１５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部１６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分１５８を備えてもよい。第２のシーリング構成要素１５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部１６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分１６２を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の接合特徴部１６０は、弓状屈曲部１７２によって接合された対向する直線状脚部１６８、１７０を備える接合空洞１６６を備えてもよく、第２のシーリング構成要素１５４の接合特徴部１６４は、接合部１５６を形成するために接合空洞１６６内に受容される接合脚部１７４を備えてもよい。いくつかの実施形態では、接合脚部１７４は直線状であってもよい。更に、いくつかの実施形態では、接合脚部１７４は、環１０６に対して実質的に軸方向に延在してもよい。しかしながら、代替実施形態では、接合特徴部１６０、１６４は、第１のシーリング構成要素１５２が接合特徴部１６４を備え、第２のシーリング構成要素１５４が接合特徴部１６０を備えるように、入れ替えられてもよい。

【０００８】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２及び第２のシーリング構

成要素１５４のうちの１つ以上は、３Ｄ印刷されてもよい、又は任意のその他の好適なプロセスによって形成されてもよい。接合部１５６は、一般に、第１のシーリング構成要素１５２と第２のシーリング構成要素１５４との間に漏出経路が存在しないように、形成されてもよい。いくつかの実施形態では、接合部１５６は、第２のシーリング構成要素１５４の接合脚部１７４が第１のシーリング構成要素１５２の接合空洞１６６内へと挿入されるように、第１のシーリング構成要素１５２及び第２のシーリング構成要素１５４を３Ｄ印刷することによって、形成されてもよい。いくつかの実施形態では、接合部１５６は、第２のシーリング構成要素１５４の接合脚部１７４を第１のシーリング構成要素１５２の接合空洞１６６内へと物理的に挿入し、次に、接合部に、超音波溶接、レーザ焼結、機械的圧着、冷間圧延（クーロン接合）、ブレイジング又はこれらの組み合わせなどの１つ以上の接合部形成プロセスを施すことによって、形成されてもよい。いくつかの実施形態では、接合脚部１７４を接合空洞１６６内へと挿入する際に、また接合部形成プロセスを実行する前に、接合脚部１７４は、接合空洞１６６の対向する直線状脚部１６８、１７０のうちの１つ以上と接触していてもよい。更に、いくつかの実施形態では、接合部１５６は、超音波溶接、レーザ焼結、機械的圧着、冷間圧延（クーロン接合）、ブレイジング、３Ｄ印刷又はこれらの任意の組み合わせによって、形成されてもよい。

【０００９】

均質な金属材料から形成された従来の金属シールは、アセンブリ１００の嵌合構成要素１０２、１０４の熱膨張特性の差に起因して、シールの内径又は外径上で過剰圧縮される場合があるので、異なる金属材料間でのシール形成は、高い動作温度での特有の課題を引き起こす。しかしながら、いくつかの実施形態では、シール１５０は、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合構成要素１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよい。

【００１０】

したがって、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料は金属材料であってもよく、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料は金属材料であってもよい。更に、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料は、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料と異なってもよい。異なる材料から形成されたシーリング構成要素１５２、１５４を有するバイメタルシールを有することによって、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）は、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥとは異なってもよい。例えば、いくつかの実施形態では、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料のＣＴＥが第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより高い場合、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料のＣＴＥは、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥより高いものになり得る。しかしながら、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料のＣＴＥが第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより低い実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料のＣＴＥは、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥより低いものになり得る。

【００１１】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料のＣＴＥは、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料のＣＴＥより低いものになり得、第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより高いものになり得る。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料は、Ｉｎｃｏｎｅｌ（登録商標）などのニッケル－クロム系合金、ニッケル系合金、ニッケル、チタン又はタングステンを含んでもよい。したがって、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料は、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料に対して同様の、又は相対的な比率で、膨張及び／又は収縮するように、構成されてもよい。

【００１２】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料のＣＴＥは、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料のＣＴＥより、少なくとも５％低い

、少なくとも１０％低い、少なくとも１５％低い、少なくとも２０％低い、少なくとも２５％低い、少なくとも３０％低い、少なくとも３５％低い、少なくとも４０％低い、又は少なくとも５０％低いものと同じであってもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料のＣＴＥは、第１のアセンブリ構成要素の第１の金属材料のＣＴＥより、９５％以下で低い、９０％以下で低い、８５％以下で低い、８０％以下で低い、７５％以下で低い、６５％以下で低い、６０％以下で低い、５５％以下で低い、又は５０％以下で低いものになり得る。更に、第１のシーリング構成要素１５２の第１の材料のＣＴＥは、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料のＣＴＥより、少なくとも５％低い～９５％以下で低い、あるいは少なくとも２０％低い～３０％以下で低いなど、これらの最小値と最大値とのいずれかの間であってもよいことが、理解されよう。

【００１３】

いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥは、第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより高く、第１のアセンブリ構成要素１０２の第１の金属材料のＣＴＥより低いものになり得る。なお、いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料は、Ｈａｙｎｅｓ（登録商標）２４２（登録商標）などのニッケル－モリブデンクロム合金、ステンレス鋼、ばね鋼、鋼、アルミニウム、亜鉛、銅、マグネシウム、スズ、白金、鉛、鉄又は青銅を含んでもよい。したがって、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料は、第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料に対して同様の、又は相対的な比率で、膨張及び／又は収縮するように、構成されてもよい。

【００１４】

いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥは、第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより、少なくとも５％高い、少なくとも１０％高い、少なくとも１５％高い、少なくとも２０％高い、少なくとも２５％高い、少なくとも３０％高い、少なくとも３５％高い、少なくとも４０％高い、少なくとも４５％高い、少なくとも５０％高い、少なくとも５５％高い、少なくとも６０％高い、少なくとも６５％高い、少なくとも７０％高い、又は少なくとも７５％高いものと同じであってもよい。いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥは、第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより、１００％超以下、９５％超以下、９０％超以下、８５％超以下、８０％超以下、又は７５超％以下であってもよい。更に、第２のシーリング構成要素１５４の第２の材料のＣＴＥは、第２のアセンブリ構成要素１０４の第２の金属材料のＣＴＥより、少なくとも５％高い～９５％超以下、あるいは少なくとも６５％高い～７５％超以下など、これらの最小値と最大値とのいずれかの間であってもよいことが、理解されよう。

【００１５】

図２は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール２５０を有するアセンブリ１００の部分断面図である。シール２５０は、一般に、シール１５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素２５２、第２のシーリング構成要素２５４及び第１のシーリング構成要素２５２と第２のシーリング構成要素２５４との間に形成された接合部２５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素２５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部２６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分２５８を備えてもよい。第２のシーリング構成要素２５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部２６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分２６２を備えてもよい。なお、いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素２５４は、弓状部分２６２と接合特徴部２６４との間に配置された直線状部分２７６を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素２５２は、弓状部分２５８と接合特徴部２６０との間に配置された直線状部分２７６と実質的に同様の直線状部分を備えてもよい。

【００１６】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素２５２の接合特徴部２６０は、

弓状屈曲部２７２によって接合された対向する直線状脚部２６８、２７０を備える接合空洞２６６を備えてもよく、第２のシーリング構成要素２５４の接合特徴部２６４は、接合部２５６を形成するために接合空洞２６６内に受容される接合脚部２７４を備えてもよい。しかしながら、代替実施形態では、接合特徴部２６０、２６４は、第１のシーリング構成要素２５２が接合特徴部２６４を備え、第２のシーリング構成要素２５４が接合特徴部２６０を備えるように、入れ替えられてもよい。更に、シール２５０は、シール１５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部２５６はまた、シール１５０に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。

【００１７】

図３は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール３５０を有するアセンブリ１００の部分断面図である。シール３５０は、一般に、シール１５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素３５２、第２のシーリング構成要素３５４及び第１のシーリング構成要素３５２と第２のシーリング構成要素３５４との間に形成された接合部３５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素３５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部３６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分３５８を備えてもよい。いくつかの実施形態では、弓状部分３５８は、接合特徴部が実質的に半径方向に配向される、及び／又は接合空洞３６６が第２のアセンブリ構成要素１０４に向かって開放されるように、可変半径を含んでもよい。第２のシーリング構成要素３５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部３６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分３６２を備えてもよい。なお、いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素３５４は、弓状部分３６２と接合特徴部３６４との間に配置された対向する弓状部分３７８を備えてもよく、これによって、接合脚部３７４は、実質的に半径方向に配向される、及び／又は第１のアセンブリ構成要素１０２に向かって延在する。

【００１８】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素３５２の接合特徴部３６０は、弓状屈曲部３７２によって接合された対向する直線状脚部３６８、３７０を備える接合空洞３６６を備えてもよく、第２のシーリング構成要素３５４の接合特徴部３６４は、接合部３５６を形成するために接合空洞３６６内に受容される接合脚部３７４を備えてもよい。いくつかの実施形態では、接合部３５６は、実質的に半径方向に配向されてもよい。しかしながら、代替実施形態では、接合特徴部３６０、３６４は、第１のシーリング構成要素３５２が接合特徴部３６４を備え、第２のシーリング構成要素３５４が接合特徴部３６０を備えるように、入れ替えられてもよい。更に、シール３５０は、１つ以上のシール１５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部３５６はまた、シール１５０に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。シール３５０の代替実施形態は、アセンブリ１００における動作に好適なバイメタルシールを形成するために、任意の数の弓状回旋部及び／又は直線状部分を備えてもよい。

【００１９】

図４は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール４５０を有するアセンブリ１００の部分断面図である。

【００２０】

シール４５０は、一般に、１つ以上のシール１５０、２５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素４５２、第２のシーリング構成要素４５４及び第１のシーリング構成要素４５２と第２のシーリング構成要素４５４との間に形成された接合部４５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素４５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部４６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分４５８を備えてもよい。第２のシーリング構成要素４５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素

１０４及び接合特徴部４６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分４６２を備えてもよい。なお、いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素４５４は、弓状部分４６２と接合特徴部４６０との間に配置された直線状部分４７６を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素２５２は、弓状部分４５８と接合特徴部４６４との間に配置された直線状部分４７６と実質的に同様の直線状部分を備えてもよい。

【００２１】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素４５２の接合特徴部４６４は、接合脚部４７４の外周の周囲にシーリング隆起部を形成する複数の対向する弓状回旋部４８０を有する接合脚部４７４を備えてもよく、第２のシーリング構成要素４５４の接合特徴部４６０は、弓状屈曲部４７２によって接合された対向する直線状脚部４６８、４７０を備える接合空洞４６６を備えてもよい。いくつかの実施形態では、対向する弓状回旋部４８０は、接合部４５６を強化し得る。いくつかの実施形態では、接合部４５６は、実質的に軸方向に配向されてもよい。しかしながら、代替実施形態では、接合部特徴４６０、４６４は、シール２５０に関して示されるように、第１のシーリング構成要素４５２が接合部特徴４６０を備え、第２のシーリング構成要素４５４が接合特徴部１６４を備えるように入れ替えられてもよい。更に、シール４５０は、１つ以上のシール１５０、２５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部４５６はまた、シール１５０に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。シール４５０の代替実施形態は、アセンブリ１００における動作に好適なバイメタルシールを形成するために、任意の数の弓状回旋部及び／又は直線状部分を備えてもよい。

【００２２】

図５は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール５５０を有するアセンブリ１００の部分断面図である。シール５５０は、一般に、シール１５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素５５２、第２のシーリング構成要素５５４及び第１のシーリング構成要素５５２と第２のシーリング構成要素５５４との間に形成された接合部５５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素５５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部５６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分５５８を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素５５２はまた、弓状部分５５８と接合特徴部５６０との間に配置された直線状部分５８２を備えてもよい。第２のシーリング構成要素５５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部５６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分５６２を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素５５４は、弓状部分５６２と接合特徴部５６４との間に配置された直線状部分５７６を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素５５２及び／又は第２のシーリング構成要素５５４は、それぞれ、直線状部分５８０、５７６を含まなくてもよい。

【００２３】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素５５２の接合特徴部５６０は、弓状接合部分を備えてもよく、第２のシーリング構成要素５５４の接合特徴部５６４は、相補的な弓状接合部分を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素５５２の弓状接合部分及び第２のシーリング構成要素５５４の相補的な弓状接合部分は、少なくとも部分的に重なり合ってもよい。したがって、いくつかの実施形態では、シーリング構成要素５５２、５５４のそれぞれは、均一な厚さを備えてもよい。したがって、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素５５２及び第２のシーリング構成要素５５４の重なり合う弓状接合部は、個々のシーリング構成要素５５２、５５４の厚さより高い厚さを含んでもよい。更に、シール５５０は、シール１５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部５５６は

また、シール１５０に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。

【００２４】

図６は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール６５０を有するアセンブリ１００の断面図である。シール６５０は、一般に、１つ以上のシール１５０、５５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素６５２、第２のシーリング構成要素６５４及び第１のシーリング構成要素６５２と第２のシーリング構成要素６５４との間に形成された接合部６５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素６５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部５６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分６５８を備えてもよい。第２のシーリング構成要素６５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部６６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分６６２を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素６５２及び／又は第２のシーリング構成要素６５４は、それらのそれぞれの弓状部分６５８、６６２と接合特徴部６６０、６６４との間に配置された直線状部分を備えてもよい。

【００２５】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素６５２の接合特徴部６６０は、弓状接合部分を備えてもよく、第２のシーリング構成要素６５４の接合特徴部６６４は、相補的な弓状接合部分を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素６５２の弓状接合部分及び第２のシーリング構成要素６５４の相補的な弓状接合部分は、少なくとも部分的に重なり合ってもよい。更に、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素６５２の弓状接合部分及び第２のシーリング構成要素６５４の相補的な弓状接合部分は、シール６５０が実質的に均一な厚さを備え得るように、テーパ状又は弓状のテーパ状であってもよい。更に、シール６５０は、１つ以上のシール１５０、５５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部６５６はまた、シール１５０、５５０のうちの１つ以上に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。

【００２６】

図７は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール７５０を有するアセンブリ１００の断面図である。シール７５０は、一般に、シール１５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素７５２、第２のシーリング構成要素７５４及び第１のシーリング構成要素７５２と第２のシーリング構成要素７５４との間に形成された接合部７５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素７５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部７６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分７５８を備えてもよい。第２のシーリング構成要素７５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部７６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分７６２を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素７５２及び／又は第２のシーリング構成要素７５４は、それらのそれぞれの弓状部分７５８、７６２と接合特徴部７６０、７６４との間に配置された直線状部分を備えてもよい。

【００２７】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素７５２の接合特徴部７６０は、直線状接合部分を備えてもよく、第２のシーリング構成要素７５４の接合特徴部７６４は、直線状接合部分を備えてもよい。なお、接合部７５６は、第１のシーリング構成要素７５２の接合特徴部７６０の直線状接合部分を少なくとも部分的に受容するように構成される第１の空洞７９２を有し、また第１の空洞７９２の反対側にあり、第２のシーリング構成要素７５４の接合特徴部７６４の直線状接合部分を少なくとも部分的に受容するように構成される第２の空洞７９４を有する、リテーナ７９０を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素７５２の直線状部分及び第２のシーリング構成要素７５４の直線状接合部分は、半径方向に位置合わせされてもよい。したがって、いくつかの実施形態では、リテーナ７９０は、第１のシーリング構成要素７５２と第２のシーリン

グ構成要素７５４との間に、少なくとも部分的に半径方向に配置されてもよい。更に、シール７５０は、シール１５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部７５６はまた、シール１５０に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。

【００２８】

図８は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール８５０を有するアセンブリ１００の断面図である。シール８５０は、一般に、１つ以上のシール１５０、７５０と実質的に同様であってもよく、第１のシーリング構成要素８５２、第２のシーリング構成要素８５４及び第１のシーリング構成要素８５２と第２のシーリング構成要素８５４との間に形成された接合部８５６を備えてもよい。第１のシーリング構成要素８５２は、一般に、第１のアセンブリ構成要素１０２及び接合特徴部８６０と共に半径方向シールを形成する弓状部分８５８を備えてもよい。第２のシーリング構成要素８５４は、一般に、第２のアセンブリ構成要素１０４及び接合特徴部８６４と共に半径方向シールを形成する弓状部分８６２を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素８５２及び／又は第２のシーリング構成要素８５４は、それらのそれぞれの弓状部分８５８、８６２と接合特徴部８６０、８６４との間に配置された直線状部分を備えてもよい。

【００２９】

いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素８５２の接合特徴部８６０は、直線状接合部分を備えてもよく、第２のシーリング構成要素８５４の接合特徴部８６４は、直線状接合部分を備えてもよい。なお、接合部８５６は、第１のシーリング構成要素８５２の接合特徴部８６０の直線状接合部分及び第２のシーリング構成要素８５４の接合特徴部８６４の直線状接合部分を少なくとも部分的に受容するように構成される、空洞８９６を有する、リテーナ８９０を備えてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素８５２の直線状部分及び第２のシーリング構成要素８５４の直線状接合部分は、リテーナ８９０によって接触状態を維持されてもよい。更に、シール８５０は、１つ以上のシール１５０、７５０と実質的に同様の様式で、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合部品１０２、１０４の熱膨張特性の差を補正するために、バイメタル構造から形成されてもよいことが、理解されよう。接合部８５６はまた、シール１５０、７５０のうちの１つ以上に関して開示されるものと実質的に同様の様式で形成されてもよい。

【００３０】

図９は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール９５０を有するアセンブリ１００の断面図である。シール９５０は、一般に、本明細書に開示されるシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０のうちのいずれかを表してもよく、第１のシーリング構成要素９５２と、第２のシーリング構成要素９５４と、接合部９５６と、を備えてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、シール９５０は、１つ以上の支持リング９９２、９９４を備えてもよい。いくつかの実施形態では、シール９５０は、第１のシーリング構成要素９５２内に配置された支持リング９９２を備えてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９２は、アセンブリ１００の環１０６の内径（ＩＤ）に隣接して配置されてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９２は、一般に、ＩＤに向かって第１のシーリング構成要素９５２上に半径方向力を及ぼすように、構成されてもよい。いくつかの実施形態では、シール９５０は、第２のシーリング構成要素９５４内に配置された支持リング９９４を備えてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９４は、アセンブリ１００の環１０６の外径（ＯＤ）に隣接して配置されてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９４は、一般に、ＯＤに向かって第２のシーリング構成要素９５４上に半径方向力を及ぼすように、構成されてもよい。更に、いくつかの実施形態では、シール９５０は、両方の支持リング９９２、９９４を備えてもよい。

【００３１】

いくつかの実施形態では、支持リング９９２、９９４は中実リングを含んでもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９２、９９４は中空リングを含んでもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９２、９９４は、「キーリング」ばね又はその他の弾性ばねを含んでもよい。更に、いくつかの実施形態では、支持リング９９２、９９４は、中実リング、中空リング、キーリングばね又はその他の弾性ばねの任意の組み合わせを含んでもよい。支持リング９９２、９９４は、一般に、Ｈａｙｎｅｓ（登録商標）２４２（登録商標）などのニッケル－モリブデンクロム合金、ステンレス鋼、ばね鋼、鋼、アルミニウム、亜鉛、銅、マグネシウム、スズ、白金、鉛、鉄又は青銅などの弾性金属材料から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９２、９９４は、窒化又は炭素窒化表面処理などのコーティング及び／又は表面処理を含んでもよい。

【００３２】

いくつかの実施形態では、支持リング９９２は、第１のアセンブリ構成要素１０２、第１のシーリング構成要素９５２又はこれらの組み合わせと同じ材料から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９４は、第２のアセンブリ構成要素１０４、第２のシーリング構成要素９５４又はこれらの組み合わせと同じ材料から形成されてもよい。例えば、第１のアセンブリ構成要素１０２が３００系ステンレス鋼から形成される場合、支持リング９９２もまた３００系ステンレス鋼から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９２は、第１のアセンブリ構成要素１０２、第１のシーリング構成要素９５２又はこれらの組み合わせとは異なる材料から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、支持リング９９４は、第２のアセンブリ構成要素１０４、第２のシーリング構成要素９５４又はこれらの組み合わせとは異なる材料から形成されてもよい。例えば、第１のアセンブリ構成要素１０２が３００系ステンレス鋼から形成される場合、支持リング９９２は７１８ステンレス鋼から形成されてもよい。したがって、支持リング９９２、９９４は、本明細書で開示されるシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０の実施形態に従って機能するために、それらのそれぞれの構成要素１０２、９５２、１０４、９５４のうちの１つ以上と実質的に同様のＣＴＥを含んでもよいことが、理解されよう。

【００３３】

支持リング９９２、９９４は、一般に、第１のアセンブリ構成要素９５２及び／又は第２のアセンブリ構成要素９５４が、３００系ステンレス鋼などの十分な強度を提供しない材料から形成される場合に、利用されてもよい。これは、第１のシーリング構成要素９５２及び／又は第２のシーリング構成要素９５２の材料がＣＴＥに基づいて選択される場合に、生じ得る。本明細書に開示されるように、材料は、種々のアセンブリ構成要素１０２、１０４及びそれぞれのシーリング構成要素９５２、９５４のＣＴＥを厳密に整合させるように、ＣＴＥに基づいて選択されてもよい。したがって、支持リング９９２、９９４は、少なくとも華氏１０００度（摂氏約５３５度）以上の温度などの高温でシールが確実に機能することも可能にしながら、シール９５０に高い剛性を提供し得る。

【００３４】

シール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０の実施形態は、アセンブリ１００における特定の用途に好適な任意の寸法を含んでもよい。いくつかの実施形態では、環１０６のＩＤ及び／又はバイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０のＩＤは、少なくとも５ｍｍ、少なくとも６ｍｍ、少なくとも７ｍｍ、少なくとも８ｍｍ、少なくとも９ｍｍ、少なくとも１０ｍｍ、少なくとも２５ｍｍ、少なくとも５０ｍｍ、少なくとも７５ｍｍ、少なくとも１００ｍｍ、少なくとも１５０ｍｍ、少なくとも２００ｍｍ、少なくとも２５０ｍｍ、少なくとも３００ｍｍ、あるいはそれ以上であってもよい。いくつかの実施形態では、環１０６のＯＤ及び／又はバイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０のＯＤは、少なくとも１０ｍｍ、少なくとも１１ｍｍ、少なくとも１２ｍｍ、少なくとも１３ｍｍ、少なくとも１４ｍｍ、少なくとも１５ｍｍ、少なくとも２５ｍｍ、少なくとも５０ｍｍ、少なくとも７５ｍｍ、少なくとも１００ｍ

m、少なくとも１５０mm、少なくとも２００mm、少なくとも２５０mm、少なくとも３００mm、少なくとも５００mm、少なくとも１０００mm、あるいはそれ以上であってもよい。

【００３５】

図１０は、本開示の一実施形態による、環状バイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０を形成する方法１０００の流れ図である。方法１０００は、ブロック１００２において、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を形成することによって、開始されてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を形成することは、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を３Ｄ印刷することを含んでもよい。方法１０００は、ブロック１００４において、第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４を形成することによって、継続されてもよい。いくつかの実施形態では、第２のシーリング構成要素を形成することは、第２のシーリング構成要素を３Ｄ印刷することを含んでもよい。方法１０００は、ブロック１００６において、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２と第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４との間に接合部１５６、２５６、３５６、４５６、５５６、６５６、７５６、８５６を形成することによって、継続されてもよい。いくつかの実施形態では、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２と第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４との間に接合部１５６、２５６、３５６、４５６、５５６、６５６、７５６、８５６を形成することは、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４に超音波溶接することと、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４にレーザ焼結することと、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４に機械的に圧着することと、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４に冷間圧延（クーロン接合）することと、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２を第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４にブレイジングすることと、その他については、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２若しくは第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４を３Ｄ印刷すること、又はこれらの組み合わせと、を含んでもよい。

【００３６】

いくつかの実施形態では、方法１０００はまた、異なる金属材料から形成された第１のアセンブリ構成要素１０２と第２のアセンブリ構成要素１０４との間にバイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０を設置し、これによって、第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２が第１のアセンブリ構成要素１０２と共に半径方向シールを形成し、第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４が第２のアセンブリ構成要素１０４と共に半径方向シールを形成することを含んでもよい。いくつかの実施形態では、方法１０００はまた、バイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０を、少なくとも華氏５００度（摂氏約２６０度）、少なくとも華氏６００度（摂氏約３１５度）、少なくとも華氏７０

０度（摂氏約３７０度）、少なくとも華氏８００度（摂氏約４２５度）、少なくとも華氏９００度（摂氏約４８０度）、又は少なくとも華氏１０００度（摂氏約５３５度）の動作温度に曝すことと、第１のアセンブリ構成要素１０２と第２のアセンブリ構成要素１０４との間に流体密封シールを維持することと、を含んでもよい。

【００３７】

図１１は、本開示の一実施形態による、アセンブリ１００内に配置された環状バイメタルシール２５０の応力分布を示す断面図である。シール２５０が示されているが、シール１５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０の実施形態のいずれかの応力分布は、実質的に同様の性能を示し得ることが、理解されよう。図示の実施形態では、第１のアセンブリ構成要素１０２は、約１０μｉｎ／ｉｎ－°ＦのＣＴＥを有するステンレス鋼３０４から形成されてもよく、第２のアセンブリ構成要素１０４は、約４μｉｎ／ｉｎ－°ＦのＣＴＥを有するチタン６２４２から形成されてもよい。代表的実施形態では、第１のシーリング構成要素２５２は、約７．８μｉｎ／ｉｎ－°ＦのＣＴＥを有するＩｎｃｏｎｅｌから形成され、第２のシーリング構成要素は、６．５μｉｎ／ｉｎ－°ＦのＣＴＥを有するＨａｙｎｅｓ（登録商標）２４２（登録商標）から形成されてもよい。代表的実施形態は、１０００°Ｆで試験された。このような様式で試験された均質な金属材料から形成された従来のシールは、内側シール脚部又は外側シール脚部において１平方インチ当たり１００，０００ポンド（約６９０ＭＰａ）を超える場合があるが、他方のシール脚部は、約５０，０００ｐｓｉ（約３４５ＭＰａ）の応力、約５０，０００ｐｓｉ（約３４５ＭＰａ）の差を受ける場合があり、これは、シールの損失及び／又は従来のシールの全体的な破損をもたらす場合がある。

【００３８】

第１のシーリング構成要素２５２が第１のアセンブリ構成要素１０２に接触する場所で測定された応力は、約４６，０００ｐｓｉ（約３１７ＭＰａ）であり、第２のシーリング構成要素２５４が第２のアセンブリ構成要素１０４に接触する場所で測定された応力は、約５３，０００ｐｓｉ（約３６５ＭＰａ）であった。接合部２５６における応力は、シール２５０に存在する最も低い応力の一部であってもよい。応力の差は約７，０００ｐｓｉ（約４８ＭＰａ）である。これらの動作温度において、シール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０は、第１のアセンブリ構成要素１０２と第２のアセンブリ構成要素１０４との間に適切な半径方向シールを維持し得る。これは、部分的には、図示されているように、シーリング構成要素２５２、２５４のそれぞれにおいて応力が実質的に同様であることに起因し得る。いくつかの実施形態では、シール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０における第１のシーリング構成要素１５２、２５２、３５２、４５２、５５２、６５２、７５２、８５２の応力と第２のシーリング構成要素１５４、２５４、３５４、４５４、５５４、６５４、７５４、８５４の応力との間の差は、１００ｋｐｓｉ（約６９０ＭＰａ）以下、９０ｋｐｓｉ（約６２０ＭＰａ）以下、８０ｋｐｓｉ（約５５０ＭＰａ）以下、７０ｋｐｓｉ（約４８０ＭＰａ）以下、６０ｋｐｓｉ（約４１５ＭＰａ）以下、５０ｋｐｓｉ（約３４５ＭＰａ）以下、２５ｋｐｓｉ（約１７５ＭＰａ）以下、２０ｋｐｓｉ（約１４０ＭＰａ）以下、１５ｋｐｓｉ（約１０５ＭＰａ）以下、１０ｋｐｓｉ（約７０ＭＰａ）以下、７ｋｐｓｉ（約５０ＭＰａ）以下、又は５ｋｐｓｉ（約３５ＭＰａ）以下であってもよい。したがって、本明細書で開示されるバイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０の実施形態は、アセンブリ１００内の嵌合構成要素１０２、１０４の異なる金属材料間に形成された環内に高温で流体密封シールを提供するのに好適であり、したがって、アセンブリ１００のそれぞれの嵌合構成要素１０２、１０４の熱膨張特性における差を補正し得ることが、理解されよう。

【００３９】

アセンブリ１００、環状バイメタルシール１５０、２５０、３５０、４５０、５５０、６５０、７５０、８５０、９５０及び／又は方法１０００の実施形態は、以下の１つ以上を含んでもよい。

実施形態１．環状バイメタルシールであって、第１の材料から形成された第１のシーリング構成要素と、第１の材料とは異なる第２の材料から形成された第２のシーリング構成要素と、第１のシーリング構成要素と第２のシーリング構成要素との間に形成された接合部と、を備える、環状バイメタルシール。

実施形態２．第１のシーリング構成要素が、第１のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成するように構成され、第２のシーリング構成要素が、第２のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成するように構成されている、実施形態１に記載のバイメタルシール。

実施形態３．アセンブリであって、第１のアセンブリ構成要素と、第１のアセンブリ構成要素の周囲に配置された第２のアセンブリ構成要素と、第１のアセンブリ構成要素と第２のアセンブリ構成要素との間に配置された環状バイメタルシールと、を備え、シールが、第１の材料から形成され、第１のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成するように構成された第１のシーリング構成要素と、第１の材料とは異なる第２の材料から形成され、第２のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成するように構成された第２のシーリング構成要素と、第１のシーリング構成要素と第２のシーリング構成要素との間に形成された接合部と、を備える、アセンブリ。

実施形態４．第１のアセンブリ構成要素が環の内径（ＩＤ）を画定し、第２のアセンブリ構成要素が環の外径（ＯＤ）を画定する、実施形態１～２のいずれかに記載のバイメタルシール又は実施形態３に記載のアセンブリ。

実施形態５．第１のシーリング構成要素が、（１）第１のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成する弓状部分と、（２）接合特徴部と、を備える、実施形態１～４のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態６．第１のシーリング構成要素が、弓状部分と接合特徴部との間に配置された直線状部分を備える、実施形態５に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態７．第２のシーリング構成要素が、（１）第２のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成する弓状部分と、（２）接合特徴部と、を備える、実施形態１～６のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態８．第２のシーリング構成要素が、弓状部分と接合特徴部との間に配置された直線状部分を備える、実施形態７に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態９．第１のシーリング構成要素の接合特徴部が接合空洞であり、第２のシーリング構成要素の接合特徴部が、接合部を形成するために接合空洞内に受容される接合脚部である、実施形態７～８のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１０．接合脚部が直線状である、実施形態９に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１１．接合脚部が、接合脚部の外周に沿って隆起部を形成する対向する弓状回旋部を備える、実施形態９に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１２．接合脚部が、実質的に軸方向に又は実質的に半径方向に延在する、実施形態１０～１１のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１３．第１のシーリング構成要素の接合特徴部が弓状接合部分を含み、第２のシーリング構成要素の接合特徴部が相補的な弓状接合部分を含み、弓状接合部分及び相補的な弓状接合部分が少なくとも部分的に重なり合う、実施形態７～８のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１４．バイメタルシールが、第１のシーリング構成要素を少なくとも部分的に受容するように構成された第１の空洞を有し、第１の空洞の反対側にあり、第２のシーリング構成要素を少なくとも部分的に受容するように構成された第２の空洞を有するリテーナを備え、リテーナが、第１のシーリング構成要素と第２のシーリング構成要素との間に少なくとも部分的に半径方向に配置されている、実施形態７～８のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１５．バイメタルシールが、第１のシーリング構成要素及び第２のシーリング構成要素を少なくとも部分的に受容するように構成された空洞を有するリテーナを備え

、第１のシーリング構成要素及び第２のシーリング構成要素がリテーナによって接触状態を維持される、実施形態１４に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１６．第１のアセンブリ構成要素が、第１の金属材料から形成され、第２のアセンブリ構成要素が、第１の金属材料とは異なる第２の金属材料から形成される、実施形態１～１５のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１７．第１の金属材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）が、第２の金属材料のＣＴＥとは異なる、実施形態１６に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１８．第１の金属材料のＣＴＥが、第２の金属材料のＣＴＥより高い、実施形態１７に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態１９．第１の金属材料が、鋼又はステンレス鋼を含む、実施形態１８に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２０．第２の金属材料が、チタン又はチタン合金を含む、実施形態１９に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２１．第１のシーリング構成要素の第１の材料が金属材料であり、第２のシーリング構成要素の第２の材料が金属材料であり、第１の材料が第２の材料とは異なる、実施形態１～２０のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２２．第１のシーリング構成要素の第１の材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）が、第２のシーリング構成要素の第２の材料のＣＴＥとは異なる、実施形態２１に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２３．第１のシーリング構成要素の第１の材料のＣＴＥが、第２のシーリング構成要素の第２の材料のＣＴＥより高い、実施形態２２に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２４．第１のシーリング構成要素の第１の材料のＣＴＥが、第１のアセンブリ構成要素の第１の金属材料のＣＴＥより低く、第２のアセンブリ構成要素の第２の金属材料のＣＴＥより高い、実施形態２３に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２５．第２のシーリング構成要素の第２の材料のＣＴＥが、第２のアセンブリ構成要素の第２の金属材料のＣＴＥより高く、第１のアセンブリ構成要素の第１の金属材料のＣＴＥより低い、実施形態２４に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２６．第１のシーリング構成要素の第１の材料が、Ｉｎｃｏｎｅｌ（登録商標）などのニッケル－クロム系合金、ニッケル系合金、ニッケル、チタン又はタングステンを含む、実施形態２１～２５のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２７．第２のシーリング構成要素の第２の材料が、Ｈａｙｎｅｓ（登録商標）２４２（登録商標）などのニッケル－モリブデンクロム合金、ステンレス鋼、ばね鋼、鋼、アルミニウム、亜鉛、銅、マグネシウム、スズ、白金、鉛、鉄又は青銅を含む、実施形態２１～２６のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２８．第１のシーリング構成要素の第１の材料のＣＴＥが、第１のアセンブリ構成要素の第１の金属材料のＣＴＥより、少なくとも５％低い、少なくとも１０％低い、少なくとも１５％低い、少なくとも２０％低い、少なくとも２５％低い、少なくとも３０％低い、少なくとも３５％低い、少なくとも４０％低い、又は少なくとも５０％低いものと同じである、実施形態１７～２７のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態２９．第１のシーリング構成要素の第１の材料のＣＴＥが、第１のアセンブリ構成要素の第１の金属材料のＣＴＥより、９５％以下で低い、９０％以下で低い、８５％以下で低い、８０％以下で低い、７５％以下で低い、６５％以下で低い、６０％以下で低い、５５％以下で低い、又は５０％以下で低い、実施形態１７～２８のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３０．第２のシーリング構成要素の第２の材料のＣＴＥが、第２のアセンブリ構成要素の第２の金属材料のＣＴＥより、少なくとも５％高い、少なくとも１０％高い、少なくとも１５％高い、少なくとも２０％高い、少なくとも２５％高い、少なくとも３０％高い、少なくとも３５％高い、少なくとも４０％高い、少なくとも４５％高い、少な

くとも５０％高い、少なくとも５５％高い、少なくとも６０％高い、少なくとも６５％高い、少なくとも７０％高い、又は少なくとも７５％高いものと同じである、実施形態１７～２９のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３１．第２のシーリング構成要素の第２の材料のＣＴＥが、第２のアセンブリ構成要素の第２の金属材料のＣＴＥより、１００％超以下、９５％超以下、９０％超以下、８５％超以下、８０％超以下、又は７５％超以下である、実施形態１７～３０のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３２．接合部が、超音波溶接、レーザ焼結、機械的圧着、冷間圧延（クーロン接合）、ブレイジング、３Ｄ印刷又はこれらの組み合わせによって形成される、実施形態１～３１のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３３．接合部に漏出経路が存在しない、実施形態３２に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３４．環のＩＤが、少なくとも５mm、少なくとも６mm、少なくとも７mm、少なくとも８mm、少なくとも９mm、少なくとも１０mm、少なくとも２５mm、少なくとも５０mm、少なくとも７５mm、少なくとも１００mm、少なくとも１５０mm、少なくとも２００mm、少なくとも２５０mm、少なくとも３００mm、少なくとも５００mm、あるいはそれより高い、実施形態４～３３のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３５．環のＯＤが、少なくとも１０mm、少なくとも１１mm、少なくとも１２mm、少なくとも１３mm、少なくとも１４mm、少なくとも１５mm、少なくとも２５mm、少なくとも５０mm、少なくとも７５mm、少なくとも１００mm、少なくとも１５０mm、少なくとも２００mm、少なくとも２５０mm、少なくとも３００mm、少なくとも５００mm、少なくとも１０００mm、あるいはそれより高い、実施形態４～３４のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３６．バイメタルシールが、少なくとも華氏５００度（摂氏約２６０度）、少なくとも華氏６００度（摂氏約３１５度）、少なくとも華氏７００度（摂氏約３７０度）、少なくとも華氏８００度（摂氏約４２５度）、少なくとも華氏９００度（摂氏約４８０度）、又は少なくとも華氏１０００度（摂氏約５３５度）の動作温度で、第１のアセンブリ構成要素と第２のアセンブリ構成要素との間に流体密封シールを維持するのに好適である、実施形態１～３５のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３７．第１のシーリング構成要素における応力と第２のシーリング構成要素における応力との間の差が、１００ｋｐｓｉ（約６９０ＭＰａ）以下、９０ｋｐｓｉ（約６２０ＭＰａ）以下、８０ｋｐｓｉ（約５５０ＭＰａ）以下、７０ｋｐｓｉ（約４８０ＭＰａ）以下、６０ｋｐｓｉ（約４１５ＭＰａ）以下、５０ｋｐｓｉ（約３４５ＭＰａ）以下、２５ｋｐｓｉ（約１７５ＭＰａ）以下、２０ｋｐｓｉ（約１４０ＭＰａ）以下、１５ｋｐｓｉ（約１０５ＭＰａ）以下、１０ｋｐｓｉ（約７０ＭＰａ）以下、又は５ｋｐｓｉ（約３５ＭＰａ）以下である、実施形態１～３６のいずれか一項に記載のバイメタルシール又はアセンブリ。

実施形態３８．シールを形成する方法であって、第１のシーリング構成要素を形成することと、第２のシーリング構成要素を形成することと、第１のシーリング構成要素と第２のシーリング構成要素と、を接合することと、を含む、方法。

実施形態３９．第１のシーリング構成要素を形成することが、第１のシーリング構成要素を３Ｄ印刷することを含む、実施形態３８に記載の方法。

実施形態４０．第２のシーリング構成要素を形成することが、第２のシーリング構成要素を３Ｄ印刷することを含む、実施形態３８～３９のいずれか一項に記載の方法。

実施形態４１．第１のシーリング構成要素と第２のシーリング構成要素とを接合することが、第１のシーリング構成要素を第２のシーリング構成要素に超音波溶接することと、第１のシーリング構成要素を第２のシーリング構成要素にレーザ焼結することと、第１のシーリング構成要素を第２のシーリング構成要素に機械的に圧着することと、第１のシーリング構成要素を第２のシーリング構成要素に冷間圧延（クーロン接合）することと、

第１のシーリング構成要素を第２のシーリング構成要素にブレイジングすることと、第１のシーリング構成要素若しくは第２のシーリング構成要素を、もう一方の周辺に３Ｄ印刷すること、又はこれらの組み合わせと、を含む、実施形態３８～４０のいずれか一項に記載の方法。

実施形態４２．第１の材料が第２の材料とは異なる、実施形態３８～４１のいずれか一項に記載の方法。

実施形態４３．第１のシーリング構成要素の第１の材料の熱膨張係数（ＣＴＥ）が、第２のシーリング構成要素の第２の材料のＣＴＥとは異なる、実施形態４２に記載の方法。

実施形態４４．異なる金属材料から形成された第１のアセンブリ構成要素と第２のアセンブリ構成要素との間にバイメタルシールを設置し、これによって、第１のシーリング構成要素が第１のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成し、第２のシーリング構成要素が第２のアセンブリ構成要素と共に半径方向シールを形成することを更に含む、実施形態４３に記載の方法。

実施形態４５．バイメタルシールを、少なくとも華氏５００度（摂氏約２６０度）、少なくとも華氏６００度（摂氏約３１５度）、少なくとも華氏７００度（摂氏約３７０度）、少なくとも華氏８００度（摂氏約４２５度）、少なくとも華氏９００度（摂氏約４８０度）、又は少なくとも華氏１０００度（摂氏約５３５度）の動作温度に曝すことと、第１のアセンブリ構成要素と第２のアセンブリ構成要素との間に流体密封シールを維持することと、を更に含む、実施形態４４に記載の方法。

実施形態４６．第１のシーリング構成要素における応力と第２のシーリング構成要素における応力との間の差が、１００ｋｐｓｉ（約６９０ＭＰａ）以下、９０ｋｐｓｉ（約６２０ＭＰａ）以下、８０ｋｐｓｉ（約５５０ＭＰａ）以下、７０ｋｐｓｉ（約４８０ＭＰａ）以下、６０ｋｐｓｉ（約４１５ＭＰａ）以下、５０ｋｐｓｉ（約３４５ＭＰａ）以下、２５ｋｐｓｉ（約１７５ＭＰａ）以下、２０ｋｐｓｉ（約１４０ＭＰａ）以下、１５ｋｐｓｉ（約１０５ＭＰａ）以下、１０ｋｐｓｉ（約７０ＭＰａ）以下、又は５ｋｐｓｉ（約３５ＭＰａ）以下である、実施形態３８～４５のいずれか一項に記載の方法。

【００４０】

本明細書は、最良の形態を含む実施形態を開示するために、また、当業者が本発明を作成及び使用することを可能にするために、実施例を使用する。特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到するその他の実施例を含み得る。このようなその他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文字通りの文体と相違しない構造要素を有する場合、又はそれらが特許請求の範囲の文字通りの文体と実質的に相違しない同等の構造要素を含む場合、特許請求の範囲内であることが意図される。

【００４１】

一般的な説明又は実施例で上述した活動の全てが必要とされるわけではなく、特定の活動の一部が必要とされなくてもよく、記載した活動に加えて１つ以上の更なる活動が行われてもよいことに、留意されたい。更に、活動が列挙される順序は、必ずしもそれらが行われる順序ではない。

【００４２】

前述の明細書では、特定の実施形態を参照して概念を説明してきた。しかしながら、当業者であれば、以下の特許請求の範囲に記載された本発明の範囲から逸脱することなく、種々の修正及び変更を行い得ることを理解する。したがって、明細書及び図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味で考慮されるべきであり、全てのこのような修正は、本発明の範囲内に含まれることが意図される。

【００４３】

本発明で使用する場合、用語「備える（comprises）」、「備える（comprising）」、「含む（includes）」、「含む（including）」、「有する（has）」、「有する（having）」、又はそれらの任意のその他の変形形態は、非排他的包含を網羅することを意図している。例えば、特徴のリストを含むプロセス、方法、物品又は装置は、必ずしもそれらの特徴に限定されるものではないが、明示的に列挙されていないその他の特徴、ある

いはそのようなプロセス、方法、物品又は装置に固有のその他の特徴を含み得る。更に、矛盾する記載がない限り、「又は」は、包含的なｏｒを指し、排他的なｏｒを指すものではない。例えば、条件Ａ又はＢは、以下のいずれか１つによって満たされる：Ａが真であり（又は存在し）、Ｂが偽である（又は存在しない）、Ａが偽であり（又は存在せず）、Ｂが真である（又は存在する）、及び、ＡとＢとの両方が真である（又は存在する）。

【００４４】

また、「１つの（a）」又は「１つの（an）」の使用は、本明細書に記載の要件及び構成要素を説明するために用いられる。これは、単に便宜上、及び本発明の範囲の一般的な意味を与えるために行われる。本説明は、１つ又は少なくとも１つを含むように読まれるべきであり、別の意味であることが明らかでない限り、単数形は複数形も含む。

【００４５】

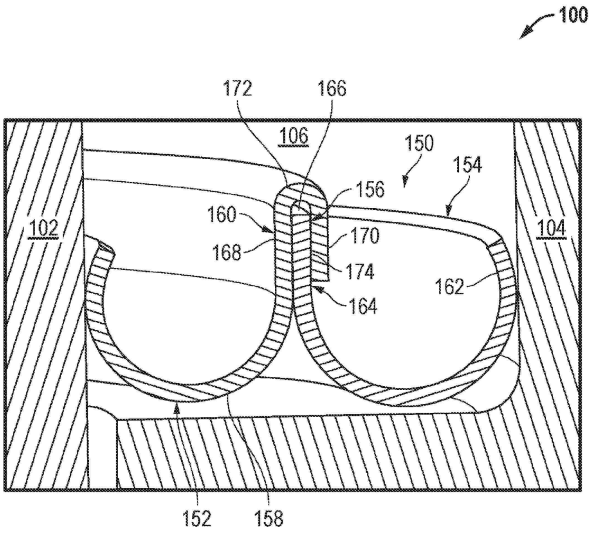
利点、その他の利点、及び問題の解決策は、特定の実施形態に関して上述されている。しかしながら、利益、利点、問題の解決策、及び任意の利益、利点、又は解決策をもたらす、あるいはより顕著にする可能性がある任意の特徴は、請求項のいずれか又は全ての重要な、必要な、又は本質的な特徴として解釈されるべきではない。

【００４６】

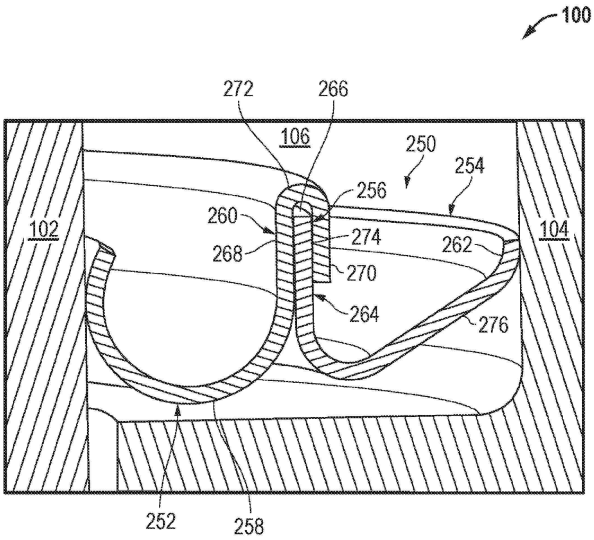
本明細書を読んだ後、当業者は、明確にするために、別個の実施形態の文脈において本明細書に記載されている特定の特徴が、単一の実施形態において組み合わせて提供されてもよいことを、理解するであろう。逆に、簡潔にするために単一の実施形態の文脈において説明されている種々の特徴が、別々に又は任意の部分的組み合わせで提供されてもよい。更に、範囲に記載された値への言及は、その範囲内のそれぞれの値全てを含む。

【図面】

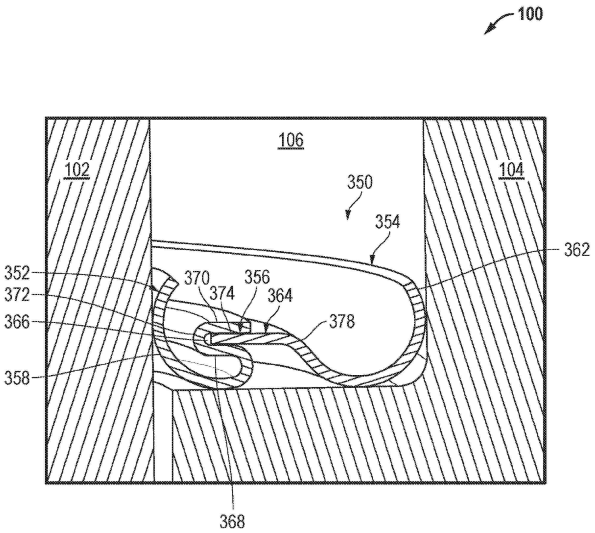
【図１】


100
172
166
106
150
154
156
160
170
168
174
162
164
102
104
152
158

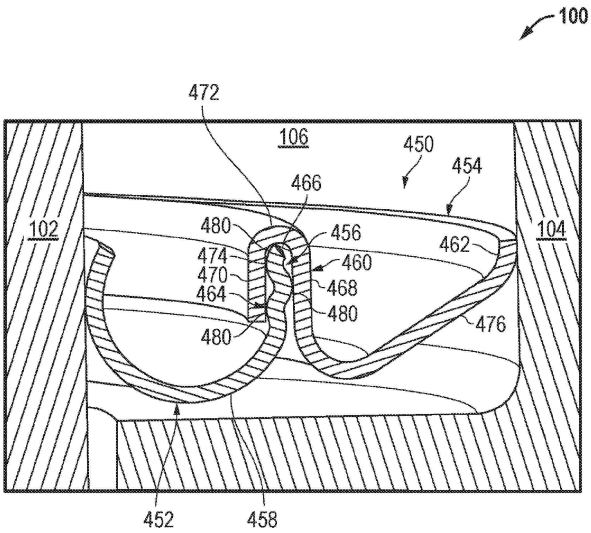
【図２】


100
272
266
106
250
254
256
260
274
262
268
270
264
276
102
104
252
258

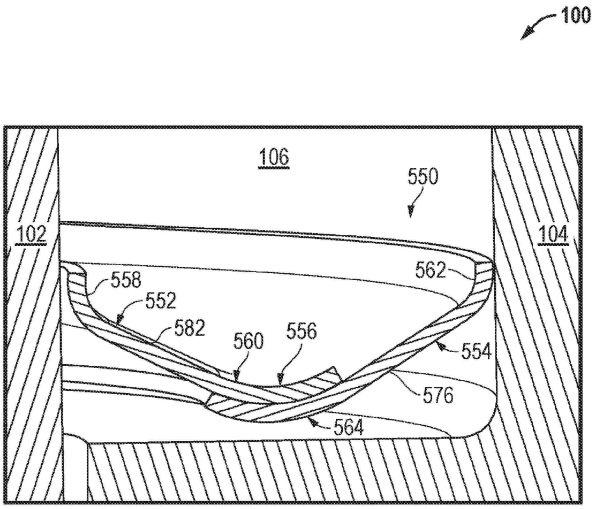
【図３】


100
106
102
104
350
354
362
352
370
356
372
374
364
366
378
358
368

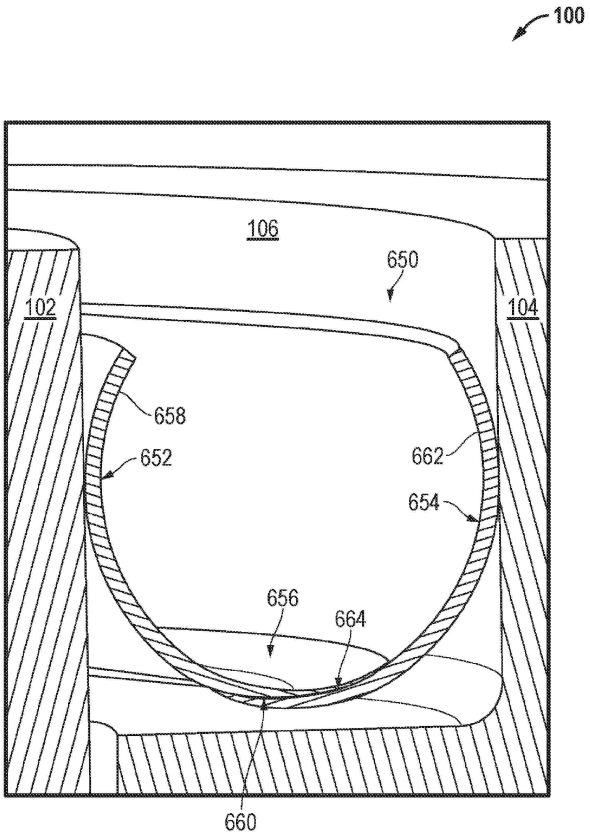
【図４】


100
472
106
450
454
466
480
456
462
474
460
470
468
464
480
480
476
102
104
452
458

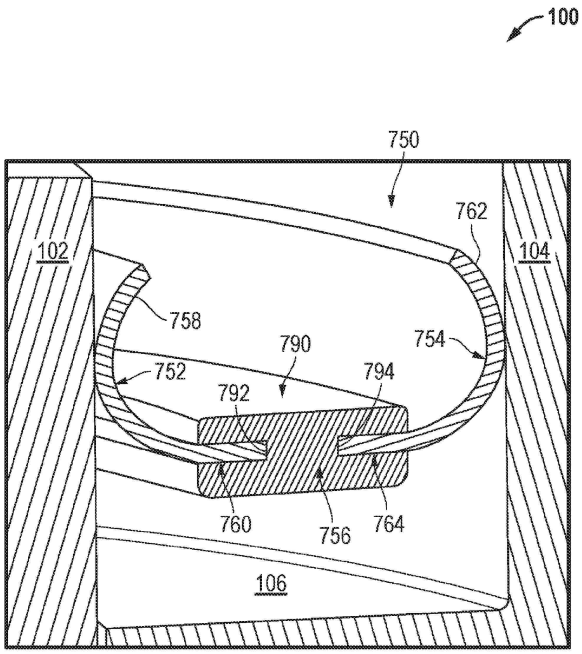
【図５】


100
106
550
102
104
562
558
552
582
560
556
554
576
564

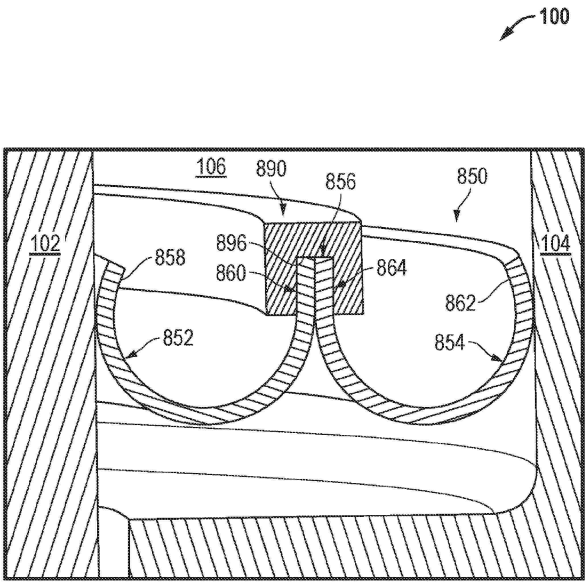
【図６】


100
106
650
102
104
658
652
662
654
656
664
660

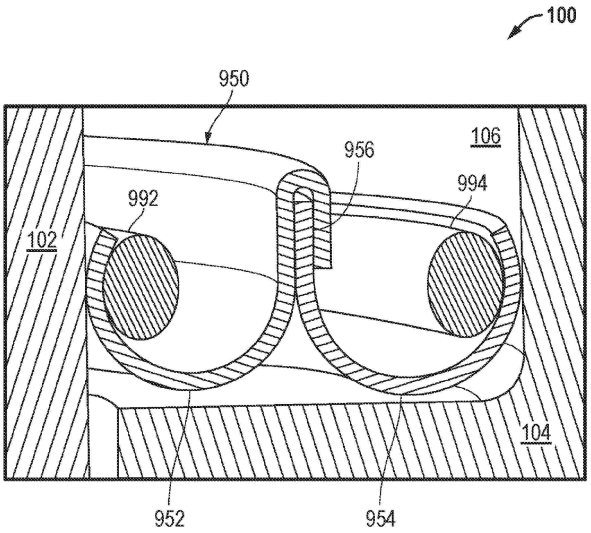
【図７】


100
750
762
102
104
758
790
754
752
794
792
760
756
764
106

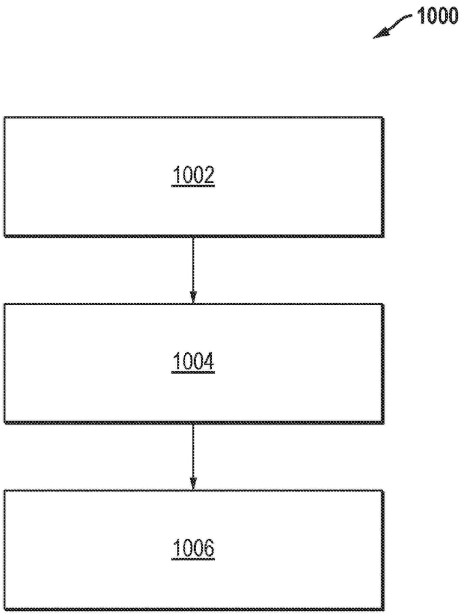
【図８】


100
106
890
856
850
102
858
896
860
864
862
852
854
104

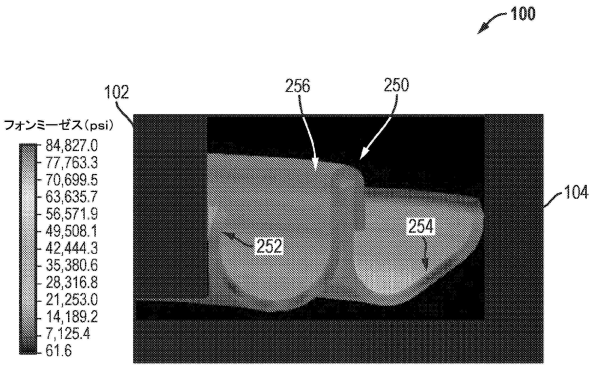
【図９】


100
950
106
956
994
992
102
104
952
954

【図１０】


1000
1002
1004
1006

【図１１】


100
102
256
250
104
252
254
フォンミーゼス(psi)
84,827.0
77,763.3
70,699.5
63,635.7
56,571.9
49,508.1
42,444.3
35,380.6
28,316.8
21,253.0
14,189.2
7,125.4
61.6

フロントページの続き

７４
(72)発明者　アーミテージ、マーク、ダブリュー.
アメリカ合衆国 コネチカット州 ０６４４３ マディソン，ダラム ロード ８６６

審査官　羽鳥 公一

(56)参考文献
特開２０１１－２０２８０４（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－５４４４３１（ＪＰ，Ａ）
特開昭４８－１００５５３（ＪＰ，Ａ）
実開昭５７－１３１６６４（ＪＰ，Ｕ）
米国特許出願公開第２０１６／０１１５８０７（ＵＳ，Ａ１）
米国特許第０５１５８３０５（ＵＳ，Ａ）
特開２００７－１３９１９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０１Ｄ　１／００－１１／２４
Ｆ１６Ｊ １５／００－１５／１４