

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6363232号
(P6363232)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int. Cl.		F I	
FO1D 11/08	(2006.01)	FO1D 11/08	
FO1D 25/00	(2006.01)	FO1D 25/00	X

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-571128 (P2016-571128)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成27年4月23日 (2015.4.23)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公表番号	特表2017-530282 (P2017-530282A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公表日	平成29年10月12日 (2017.10.12)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/027247		番
(87) 国際公開番号	W02015/191169	(74) 代理人	100137545
(87) 国際公開日	平成27年12月17日 (2015.12.17)		弁理士 荒川 聡志
審査請求日	平成29年1月26日 (2017.1.26)	(74) 代理人	100105588
(31) 優先権主張番号	62/011, 231		弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成26年6月12日 (2014.6.12)	(74) 代理人	100129779
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シュラウドハンガーアセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

寸法が相合わない部品用のシュラウドハンガーアセンブリ(30)であって、
第1の材料から形成され、前方ハンガー部分(34)と後方ハンガー部分(36)を有するマルチピースシュラウドハンガー(32)と、
低熱膨張率の第2の材料から形成され、前方ハンガー部分(34)と後方ハンガー部分(36)の間に配置されたシュラウド(50)と、

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の一方に設けられた弦状溝(44)と、

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の他方に設けられた弦状の干渉リブ(43)と

を備えており、

干渉リブ(43)が弦状溝(44)内に延在し、前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)を係合させ、前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の少なくとも一方が、シュラウド(50)に対して軸方向の干渉力を加える、シュラウドハンガーアセンブリ(30)。

【請求項 2】

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の一方が、前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の他方に片持ち接続されている、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

10

20

【請求項 3】

後方ハンガー部分(36)が、後方ハンガー部分(36)内に延在する冷却キャビティ(35)を有している、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

【請求項 4】

シュラウド(50)をマルチピースシュラウドハンガー(32)と係合させるために、シュラウド(50)及びシュラウドハンガー(32)の一方に配置された周方向シュラウドリップ(47)をさらに備える、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

【請求項 5】

シュラウド(50)のインピンジメント冷却のために、シュラウドハンガーアセンブリ(30)の前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の一方を通して延在する1以上の冷却流路(33)をさらに備える、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

10

【請求項 6】

1以上の冷却流路(33)と流体連通しているバッフル(52)をさらに備える、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

【請求項 7】

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の一方が、前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の他方よりも大きい、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

20

【請求項 8】

後方ハンガー部分(36)の剛性を高める、マルチピースシュラウドハンガー(32)の周方向端部に位置する端壁(41)をさらに備える、請求項1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、ガスタービンエンジンで使用されるシュラウドハンガーアセンブリに関する。特に、本実施形態は、無制限に、シュラウドの保持を向上させる特徴を備えたシュラウドハンガーアセンブリに関する。

30

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、高圧圧縮機、燃焼室及び高圧タービン(「HPT」)を連続流関係で有するターボ機械コアを備えている。コアは、主ガス流を生成するよう公知の方法で動作可能である。高圧タービンは、燃焼室を出たガスを動翼又はバケットに向ける静翼又はノズルの環状アレイ(「列」)を備えている。1列のノズルと1列と動翼が合わせて「段」を構成する。一般に、2段以上が連続流関係で使用される。これらの部品は、極高温環境で動作し、適切な耐用年数を保証するよう空気流で冷却される必要がある。

【0003】

40

ガスタービンエンジンの主流路内の動作温度の理由から、高温性能を有し、大量の冷却空気を必要としない材料を利用することが望ましい。流路部分を冷却するために使用される空気を減らすことができれば、エンジン内部の動作温度が上昇して、エンジンサイクル熱効率が向上する。例えば、そのような激烈な温度圧力条件で効率的に動作するように、複合材料が、金属材料にまさる温度性能のゆえに提案されている。特に、セラミックマトリックス複合(CMC)材料は高温流路用途にとって理想的な材料である。CMC材料は、高温性能を有するが、CMC部品を支持し、CMC部品にシール面を作るために使用される金属合金よりも熱膨張率が低い。シールは、CMC材料が持つ冷却空気の低減という利点を維持するために極めて重要である。

【0004】

50

高温材料（ＣＭＣ）にとって望ましい１つの用途はタービンシュラウドである。しかしながら、支持金属ハードウェア（シュラウドハンガー）に関して様々な問題が存在することが分かっている。例えば、一部のアセンブリは、シュラウドハンガーのくぼみへのシュラウドの挿入時に撓められる単体ハンガー構造を利用している。組み立て時のこの干渉は、エンジンサイクルを通じてシールを維持するために必要とされ、金属製ハンガーとＣＭＣシュラウドの膨張係数の差が原因である。しかしながら、この力学的な撓みは、シュラウドの配置中にハンガーアームの曲げや降伏さえ引き起こすおそれがある。したがって、組み立てがより容易で、ハンガーの降伏を引き起こさないアセンブリを有することが望ましい。

【０００５】

10

温度差を克服し、組み立てがより容易なハンガーとシュラウドを提供することが望ましい。ハンガーとシュラウドの２つの部品間のシールを維持しながら、温度差によって引き起こされるハンガー及びシュラウドの応力を低下させることも望ましく、したがって、金属製支持具の複合材料シュラウドに対する温度面での一致を向上させることもさらに望ましい。

【０００６】

本書に引用されたあらゆる参考文献及びあらゆる記述や論考も含め、明細書のこの背景技術の欄に含まれる情報は技術的な言及の目的でのみ含まれており、発明の範囲が拘束されるべき内容であるとみなされるべきではない。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】米国特許出願公開第２０１３／１５６５５６号明細書

【発明の概要】

【０００８】

シュラウドハンガーアセンブリ又はシュラウドアセンブリは、プレス嵌め又は摩擦嵌めされて互いに係合する部品など、寸法が相合わない部品用に提供される。アセンブリは、例えば前方ハンガー部分と後方ハンガー部分を有する、マルチピースハンガーを備えている。両部分間には、低熱膨張率材料から形成されたシュラウドが配置されるくぼみが形成されている。ハンガー及びシュラウドは、ハンガーとシュラウドの間の熱伸びをさらに一致させるために、同じ材料又は異なる材料から形成されてもよい。シュラウドがハンガー開口又はくぼみ内に配置される際、前方ハンガー部分及び後方ハンガー部分の一方は、前方ハンガー部分及び後方ハンガー部分の他方にプレス嵌めされるか、又は他の方法で接続されてもよい。

30

【０００９】

一部の実施形態によれば、寸法が相合わない部品用のシュラウドハンガーアセンブリは、第１の材料から形成された、前方ハンガー部分と後方ハンガー部分を有するマルチピースシュラウドハンガーを備えている。シュラウドは、低熱膨張率の第２の材料から形成されてもよく、前方ハンガー部分と後方ハンガー部分の間に配置されており、前方ハンガー部分及び後方ハンガー部分の少なくとも一方がシュラウドに対して軸方向の干渉力を加える。

40

【００１０】

この発明の概要は、発明を実施するための形態においてさらに後述する概念の単純化された形での抜粋を紹介するために提供されている。この発明の概要は、請求項にかかる内容の重要な特徴又は不可欠な特徴を特定することを意図しておらず、また、請求項にかかる内容の範囲を限定するために使用されることを意図していない。上記概説された特徴のすべては、例示としてのみ解釈されるべきであり、構造及び方法の多数のさらなる特徴及び目的が本書面中の開示から見出される可能性がある。本発明の特徴、細部、効用及び利点のより広範囲の提示が、以下に記載された発明の様々な実施形態の説明において提供され、添付の図面で示され、添付の特許請求の範囲で規定される。したがって、明細書全体

50

、特許請求の範囲及び本書とともに含まれる図面をさらに読むことなしに、発明の概要のいかなる限定的な解釈もなされるべきではない。

【 0 0 1 1 】

添付の図面とともに採用された以下の説明を参照することで、これらの実施形態の上述及び他の特徴と利点、並びにその達成方法は、さらに明白になり、実施形態はより深く理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】例示のガスタービンエンジンの側断面図である。

【図 2】例示のシュラウドハンガーアセンブリの端部断面図である。

10

【図 3】マルチピースハンガーの下方斜視図である。

【図 4】例示のマルチピースハンガーの別の角度からの下方斜視図である。

【図 5】例示のシュラウドハンガーアセンブリの分解斜視図である。

【図 6】シュラウドハンガーアセンブリの別の実施形態の斜視図である。

【図 7】図 6 のアセンブリの分解斜視図である。

【図 8】マルチピースハンガーの別の実施形態の側断面図である。

【図 9】マルチピースハンガーのさらに別の実施形態の側断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図示の実施形態が以下の説明で記述され、又は図面で示される構造の細部及び部品の配置への適用において限定されないことは理解されるべきである。図示の実施形態は、他の実施形態になることが可能であり、様々な方法で実施又は実行されることが可能である。各実施例は、開示された実施形態を限定する目的ではなく、説明する目的で提供されている。実際、本実施形態では、様々な変更及び変形を開示の範囲又は趣旨から逸脱しない範囲で行ない得ることは当業者には明らかであろう。例えば、一実施形態の一部として図示又は記述された特徴が、別の実施形態と共に使用されてさらに別の実施形態をもたらしてもよい。したがって、本開示が、添付の特許請求の範囲とその等価物の範囲内にあるそのような変更及び変形を包含することが意図されている。

20

【 0 0 1 4 】

シュラウドハンガーアセンブリの実施形態を図 1 ないし図 9 に示す。ハンガーアセンブリは、第 1 の材料から形成された少なくとも 2 本の脚を備えた 1 片又はマルチピースハンガーを備えている。シュラウドは、シュラウドハンガーのくぼみ内に配置されており、マルチピースハンガーは、シュラウドに軸方向の干渉力を付与する、第 1 及び第 2 の部分の軸方向の結合によってより容易に組み立てられてもよい。ハンガーは、ハンガーの熱伸びを抑制し、かつシュラウドに対する締付力を維持するために、1 以上の冷却キャビティを備えていてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

また、本書で使用される表現及び用語は説明を目的としており、限定するものとみなされるべきではないことは理解されるべきである。本書において「備える」、「含む」又は「有する」及びそれらの変形の使用は、その後に列挙される項目及びそれらの等価物のみならず、追加の項目も包含することを意味する。特段限定されない限り、本書において、用語「接続された」、「結合された」、「取り付けられた」及びそれらの変形は、概括的に使用され、直接及び間接の接続、結合並びに取り付けを包含する。さらに、用語「接続された」、「結合された」及びそれらの変形は、物理的もしくは機械的接続又は結合に限定されない。

40

【 0 0 1 6 】

本書で使用される用語「軸方向の」又は「軸方向に」は、エンジンの長手軸に沿った次元を指す。「軸方向の」又は「軸方向に」とともに使用される用語「前方の」は、エンジン吸気口に向かう方向に進むこと、すなわち、ある部品が別の部品と比べてエンジン吸気口に相対的に近いことを指す。「軸方向の」又は「軸方向に」とともに使用される用語「

50

後方の」は、エンジンノズルに向かう方向に進むこと、すなわち、ある部品が別の部品と比べてエンジンノズルに相対的に近いことを指す。

【 0 0 1 7 】

本書で使用される用語「径方向の」又は「径方向に」は、エンジンの中心長手軸とエンジン外周との間に延在する次元を指す。用語「近位の」又は「近位に」を単独で又は用語「径方向の」又は「径方向に」のいずれかとともに使用した場合、中心長手軸に向かう方向に進むこと、すなわち、ある部品が別の部品と比べて中心長手軸に相対的に近いことを指す。用語「遠位の」又は「遠位に」を単独で又は用語「径方向の」又は「径方向に」のいずれかとともに使用した場合、エンジン外周に向かう方向に進むこと、すなわち、ある部品が別の部品と比べてエンジン外周に相対的に近いことを指す。

10

【 0 0 1 8 】

本書で使用される用語「側方の」又は「側方に」は、軸方向次元及び径方向次元の両方と垂直をなす次元を指す。

【 0 0 1 9 】

すべての方向を示す言及（例えば、径方向の、軸方向の、近位の、遠位の、上方の、下方の、上向きの、下向きの、左の、右の、側方の、前部の、後部の、頂部の、底部の、上方に、下方に、垂直の、水平の、時計回りの、反時計回りの）は、本発明についての読者の理解を助ける識別目的のみで使用されており、特に位置、向き、又は発明の用途に関して限定を生じない。接続を示す言及（例えば、取り付けられた、結合された、接続された、及び接合された）は、概括的に解釈されるべきであり、特段明記しない限り、要素の集まりの間の介在部材と、要素間の相対的な移動を含み得る。そのため、接続を示す言及は、2つの要素が直接接続されて、互いに固定された関係にあることを必ずしも意味していない。例示の図面は例示目的のみであり、本書に添付の図面に反映された寸法、位置、順序及び相対的なサイズは、異なる場合がある。

20

【 0 0 2 0 】

最初に図1を参照すると、ガスタービンエンジン10の概略側断面図が示されている。タービンの機能は、高圧高温の燃焼ガスからエネルギーを抽出して、そのエネルギーを仕事用の力学的エネルギーに変換することである。ガスタービンエンジン10は、エンジン吸気口端12を有し、エンジン吸気口端12では、空気が、すべてエンジン軸線26に沿って位置する圧縮機14、燃焼室16及び多段高圧タービン20によって一般に画成されるコア又はプロパルサー13に入る。集合体として、プロパルサー13は動作中に動力を供給する。プロパルサー13は、航空、発電、工業、海事などのために使用され得る。

30

【 0 0 2 1 】

動作時、空気は、エンジン10の吸気口端12から入り、空気圧を増大させて燃焼室16に向ける1以上の圧縮段を通過する。圧縮空気は、燃料と混合、燃焼されて高温燃焼ガスをもたらす。高温燃焼ガスは、高圧タービン20に向かって燃焼室16を出る。高圧タービン20では、高温燃焼ガスからエネルギーが抽出されて、タービン動翼の回転を発生させ、次にシャフト24の回転を発生させる。シャフト24は、エンジンの前部に向かって通っており、タービン設計次第で、1つ以上の圧縮機段14、ターボファン18又は吸気口ファン動翼の回転を持続させる。ターボファン18は、シャフト28によって低圧タービン21に接続され、タービンエンジン10用の推力を生み出す。低圧タービン21は、さらなるエネルギーを抽出し、追加の圧縮機段に動力を供給するように利用されてもよい。

40

【 0 0 2 2 】

シュラウドハンガーアセンブリ30は、タービン20、21のタービン動翼22（図2）などの回転部品に隣接する流路を画成するために利用されてもよい。シュラウドハンガーアセンブリ30を図1の概略視で概略的に示す。アセンブリ30は、回転するタービン動翼22又は圧縮機14の動翼の上方のタービン20、21又は圧縮機14の径方向外側固定端に配置されてもよい。

【 0 0 2 3 】

50

ここで図2を参照すると、例示のシュラウドハンガーアセンブリ30の端部断面図が示されており、エンジンケーシングから垂下している。アセンブリ30は、寸法が相合わない部品を含んでいる。「寸法が相合わない」という句は、互いに締まり嵌めで、異なる量の熱伸び速度又は異なる値の熱伸び率を有する部品を指す。アセンブリ30はマルチピースハンガー32を備え、マルチピースハンガー32は、該ハンガー32を形成する第1の部分34と第2の部分36を有している。ハンガー32は、アセンブリ30をエンジンケーシングに接続するために利用される第1及び第2のタブ38、40を備えている。ハンガー32は、複数の弓形を一緒に合わせて配置してエンジン周りの全周のアセンブリを形成するように、エンジン軸線26を中心に円周状に延在している。第1のタブと第2のタブ38、40の間に延在しているのは、ハンガーシーリング又はウェブ42であり、第1のハンガー部分34と第2の、すなわち、後方ハンガー部分36との間で延在している。ハンガーシーリング42は、直線状、曲線状であってもよいし、1つ以上の直線状部分によって形成されてもよい。タブ38、40から垂下しているのは、脚39、37である。脚39、37は、第1の部分34と第2の部分36の一部を形成しても、形成しなくてもよい。第1のタブ38及び第1の脚39は、ハンガー32の周方向一端から反対側の端まで延在する弦状溝44の上方で延在している。溝44は、第1の部分34が第2の部分36にプレス嵌めされることを可能にしている。

【0024】

シュラウドハンガー32は、シュラウド50に比べて相対的に熱膨張率が高い金属材料から形成されてもよい。或いは、ハンガー32は、相対的に低熱膨張率の材料から形成されてもよい。

【0025】

シーリング42、第1の部分34及び後方の第2の部分36の下方にあるのは、シュラウド50が配置されるくぼみ46である。シュラウド50は、ハンガー32とは異なる低熱膨張率材料から形成されてもよい。シュラウド50は、閉じた上面や開いた上面など、様々なタイプであってもよく、シュラウド50を冷却するようにハンガー32を貫いて延在する冷却開口又は流路と流体連通している、シュラウド内に配置されたインピンジメントバッフル52をさらに備えていてもよい。1つ以上の冷却開口又は流路33(図3)が、シュラウド50を冷却するためのインピンジメントバッフル52と流体連通するように、第1のハンガー部分34及び第2のハンガー部分36のいずれか一方又は両方を通して延在していてもよい。例示の実施形態によれば、冷却開口33は、第1のハンガー部分34を通り、第1及び第2のハンガー部分34、36の間のくぼみまで延在していてもよい。しかしながら、その代わりに、開口は第2の部分36の脚39を通して延在していてもよい。

【0026】

ここで図3を参照すると、ハンガー32の下方斜視図が、シュラウド50が取り外されてハンガー32の内側部分を見せた状態で示されている。図示のハンガー32は2片の構造であるが、追加部分を伴ってマルチピース構造が使用されてもよい。前方部分34は弦状の界面リブ43を備えている。リブ43は弦状溝44内に延在している。ハンガーの第2の部分36と第1の部分34の間の界面は、これらの部分34、36の界面内の曲げ応力を向上させて、熱伸びが生じたときに第1及び第2の部分34、36の間の締付力を向上させるために、弦状である。本実施形態によれば、第2のハンガー部分36は、ハンガー32の本体であり、第1のハンガー部分34は、第2の部分36から片持ち梁状に突出している。第1の部分34は、軸方向力を加えて、シュラウド50をハンガー32のくぼみ46内に捕捉する。しかしながら、別の実施形態によれば、ハンガー32の大きいほうの部分である本体が前方部分によって形成されてもよく、反対側の第2の部分が、片持ち梁状に突出する脚、すなわち、ハンガー全体のうちの小さいほうの部分形成してもよい。

【0027】

第1のハンガー部分34は、界面リブ43とバネ脚45を備えている。リブ43は、円

10

20

30

40

50

周状ではなく、弦状に延在している。バネ脚 4 5 は、前面と後面を有しており、バネ脚 4 5 の後側に弦状の干渉リブ 4 7 を備えている。弦状の干渉リブ 4 7 は、シュラウド 5 0 との係合用の係合面を提供する。さらに、脚 4 5 の前側に、前後間の寸法、位置及びシュラウド 5 0 に加わる力を調整するように、係合面又は嵌合面を提供する 1 本以上のリブ 4 9 が位置していてもよい。

【 0 0 2 8 】

一部の状況では、弦状のリブ及びノ又は溝が利用されてもよいが、他の状況では、シール用の円周状のリブ及び溝を利用すること、又は、円周状と弦状のデザインの何らかの組合せを含むにせよ含まないにせよ、何らかの他の幾何学的形状を利用することが望ましい場合もあることは理解されるべきである。

10

【 0 0 2 9 】

脚 4 5 は、シュラウド 5 0 に軸方向力を付与するバネとして機能する。シュラウド 5 0 は、第 1 及び第 2 のハンガー部分 3 4、3 6 の間のくぼみより少し大きくてもよい。それにより、このサイズ超過又は寸法不一致によって、第 1 のハンガー部分 3 4 にシュラウド 5 0 が所定位置で取り付けられたとき、脚 4 5 に力が加えられ、その反作用の軸方向保持力がシュラウド 5 0 に加わる。弦状の界面リブ 4 3 は、部分 3 4 の軸方向の移動を可能にして、部分 3 4 を部分 3 6 に取り付けさせ、ハンガー 3 2 を曲げたり、事によると降伏させたりするのではなく、保持力を加える。

【 0 0 3 0 】

エンジン 1 0 の運転中、シュラウド 5 0 及びハンガー 3 2 は熱膨張する可能性がある。シュラウド 5 0 とハンガー脚 3 9 (図 2) の間の締まり嵌めの観点では、第 2 の部分 3 6 が軸方向に量を増やしたとき、シュラウド 5 0 と異なる速度で伸びを生じさせる熱伸び率の違いのために、シュラウド 5 0 に対する軸方向締付力がいくらか減少するおそれがある。本実施形態は、しかしながら、シュラウド 5 0 に対するより安定した締付力を向上又は維持させる。さらに、弦状溝 4 4 及びリブ 4 3 は、弧状ではなく直線状に延在しており、動作温度時にそのような機能の向上をもたらす。また、さらに説明するように、ハンガー 3 2 は、軸方向の伸びを制限し、それによってシュラウド 5 0 に対する軸方向の締付力を維持するように 1 つ以上の冷却キャピティ 3 5 を有していてもよい。したがって、アセンブリ 3 0 は、締付力が所望のレベルで維持されるように、シュラウド 5 0 の軸方向の伸びを制御する手段、或いは別の言い方をすれば、軸方向の伸びを一致させる手段を提供する。

20

30

【 0 0 3 1 】

第 2 のハンガー部分 3 6 は、後壁 3 7 と、第 1 のハンガー部分 3 4 との係合のためにハンガー 3 2 の後端から前端まで延在するスラッシュ面壁 4 1 とを備えている。後壁 3 7 内にあるのは、ハンガー 3 2 内に冷却空気を供給する 1 以上の冷却ポケット又はキャピティ 3 5 である。局所的なキャピティ又はポケット 3 5 により、より低温の第 2 段の空気がハンガーの内部温度を低下させ、シュラウド 5 0 との軸方向の伸びの不一致を低減させる。キャピティ 3 5 は、シュラウド用くぼみ 4 6 領域に延在しているが、両者間で流体連通はさせていない。その代わりに、これらの冷却キャピティ 3 5 は、冷却空気をシュラウド 5 0 に通り抜けさせずに、ハンガーの内部に向かって冷却空気を供給するだけである。キャピティは、シーリング 4 2 (図 2) の下面のみならず、ハンガーの全体温度も低下させて軸方向の伸びの制御を補助する。

40

【 0 0 3 2 】

図は、ハンガー 3 2 の前方外側の冷却空気と流体連通し、シュラウド 5 0 を冷却するために空気をインピンジメントバッフル 5 2 (図 2) に供給する冷却流路 3 3 も示している。冷却流路 3 3 は、図 4 においても、第 1 の部分 3 4 を通って延在するように図示されている。冷却流路 3 3 は、ハンガー 3 2 の様々な場所に位置していてもよく、中心の 1 個所に示されているが、インピンジメントバッフル 5 2 と連通する流路に相当する、アセンブリ 3 0 の円周方向の様々な場所に位置していてもよい。端壁又はスラッシュ面壁 4 1 は、隣接するハンガー 3 2 同士間の空気漏れが制限されるように、スラッシュ面シール (図示

50

せず)を受け入れる1つ以上のスロットを備えていてもよい。

【0033】

第2のハンガー部分36には、2つのキャビティ35が示されているが、様々な数のキャビティが使用されても、1つだけキャビティが使用されてもよく、その長さは所望の冷却量を調整するために様々であってよい。

【0034】

ここで図4を参照すると、ハンガー32の下方斜視図が、第2のハンガー部分36の前面を見せるように図3と異なる角度から図示されている。第1のパネ脚45と同様に、後壁を形成する第2の脚37は、弦状の干渉リブ53を備えた前面を有している。第2の脚37から第2のハンガー部分36の前方部分に向かって、第1のハンガー部分34との界面の近くまで延在しているのは、シュラウド及び/又はパッフル50、52を保持するボルト又は締め具の配置を可能にするボス48である。

10

【0035】

シュラウド50がくぼみ46に挿入されると、第1のハンガー部分34は、パネとして機能し、シュラウド50の第1及び第2の部分34、36間への配置を受け入れるように外側に撓む。アセンブリ30の例示の実施形態によれば、前方ハンガー部分34は、干渉リブ43を弦状溝44に圧入させることによって、第2のハンガー部分36にプレス嵌めされる。前方ハンガー部分34は、上述したように順応パネ(*conformal spring*)として作用し、シュラウド50を締め付けることで、シュラウド50に押し当たる軸方向力を提供するとともに、第1の部分34と第2の部分36の間でシュラウド50を保持する。第1の部分34と第2の部分36の間のプレス嵌めは、シュラウドハンガー32の前面及び後面に沿ったシールと、締め付力、すなわち、軸方向力による部品間より均一な接触をもたらす。

20

【0036】

後壁37は、後段のノズルを支持するフランジ55をさらに備えていてもよい。動作時、ノズル負荷59が、シュラウド50を介して第1のハンガー部分34に伝達され、さらに、後方、すなわち第2のハンガー部分36に伝達され、その後、タービンエンジンのケースに伝達される可能性がある。これを図2及び図4に矢印59で表す。フランジ55は、界面リブ53と軸方向に位置合わせされていてもよいし、いくらか径方向に間隔を置いてずらされていてもよい。リブ47と同様に、リブ53も弦状であり、組み立て時にシュラウド50と係合する。

30

【0037】

ここで図5を参照すると、シュラウドハンガーアセンブリ30の分解斜視図が示されている。図示の実施形態では、第1のハンガー部分34が第2のハンガー部分36から分解されている。第1の部分34は、第2のハンガー部分36の界面溝44から取り外された状態で図示された界面リブ43を備えている。リブ43は、第2の部分36のタブ38の下方の弦状に延在する溝44と係合するように、図示のように弦状である。実施形態は、リブ43が溝44に軸方向に挿入されたとき、及びシュラウド50(図2)がくぼみ46に挿入されたときに、干渉リブ47のリブ43からの間隔がシュラウドの係合、又は第1の部分34の第2の部分36からのモーメントもしくは片持ち曲げをもたらすように機能する。第2の部分36も図示されており、ハンガー32は、弦状又は円周状のいずれかの切り口で接合された第1の部分34及び第2の部分36によって形成されている。

40

【0038】

第2のハンガー部分36は、ウェブ42から垂下するボス又は突起48をさらに有している。突起48は、第2のハンガー部分36の周方向の中央に図示されている。しかしながら、突起48は、周方向に位置を移動させてもよく、或いは、2つ以上の突起48がパッフル52との流体連通のために利用されてもよい。

【0039】

第2のハンガー部分36は、1以上の冷却キャビティ35を有する後壁37を備えている。図示の実施形態では、2つの冷却開口35がある。これらは、形状がほぼ矩形であり

50

、冷却キャビティ 35 の長壁は、ほぼ円周状で、第 2 の部分 36 の端壁 41 間の周方向の湾曲と合致している。或いは、これら 1 つ以上の冷却キャビティ 35 は、他の多角形状であってもよく、図示のように、ポケット内への空気流特性を向上させる湾曲したコーナー部を備えていても、備えていなくてもよい。これらの突起 48 のうちの 1 つ又は複数、冷却空気のバッフル 52 への流体連通用の冷却開口 33 を備えていてもよい。

【 0040 】

くぼみ 46 の下方にさらに図示されているのは、インピンジメントバッフル 52 である。バッフル 52 は、冷却開口 33 と流体連通している。バッフル 52 は、その下面 57 の複数の冷却穴 54 で流量を定めている。冷却空気は、上方の冷却開口 33 からバッフル 52 に入り、その空気がバッフルの底面 57 に沿う複数の冷却穴 54 から出るように、容積全体に分配される。複数のバッフル開口 54 は、組立図に示すシュラウド 50 (図 2) に冷却空気を供給する。

10

【 0041 】

ここで図 6 を参照すると、別のシュラウドハンガーアセンブリ 130 の斜視図が示されている。シュラウドハンガー 132 は、寸法が合わない部品の使用を可能にしており、両部品は、互いに対して所望の位置を保持するために締付力、干渉力又は摩擦力を利用する。シュラウドハンガー 132 は、前の実施形態のような第 1 の脚 145 及び第 2 の脚 137 のみならず、それらの間に延在するシーリング又はウェブ 142 も備えている。このシュラウドハンガー 132 は、複数の部分からではなく、単一構造から形成されているので、前の実施形態とは異なる。第 1 の脚 145 は、エンジン内を流れる空気流に対して前脚として示され、第 2 の脚 137 は、空気流に対して第 1 の脚 145 の下流側に配置された後脚である。シュラウドハンガー 132 は、エンジンの軸線周りに延在する単一の円周状構造から形成されてもよいし、又はその代わりに、例示の実施形態で示すように、複数の弓形から形成されてもよい。スラッシュ面壁又は端壁 141 が、ハンガー 132 の周方向端部に位置していてもよい。

20

【 0042 】

シュラウドハンガー 132 は、金属材料又は低熱膨張率の何らかの材料である第 1 の材料から形成されてもよい。そのような材料としては、以下に限定されないが、セラミックマトリックス複合材料があり、望ましい特性を有している。ハンガー 132 は、シュラウドを冷却するために、バッフル 52 (図 5) に冷却気流を向けるように冷却流路 133 を備えている。

30

【 0043 】

また、シュラウドハンガーアセンブリ 130 の後端に示されているのは、シュラウドハンガー 132 の第 2 の脚 137 内に延在している 1 以上の冷却キャビティ 135 である。冷却キャビティ 135 は、シュラウドハンガー 132 の熱伸びを制限するために、冷却空気のハンガー内へのアクセスを可能にしている。それにより、熱伸びを制限又は低減させることによって、ハンガーは、内部に位置するシュラウドに対する締付力を維持するために、より厳密に伸びを一致させるか、又は伸びが制限される。本実施形態は、冷却キャビティ 135 を 1 つだけ示しているが、2 つ以上のキャビティが利用されてもよい。さらに、本実施形態又は他の実施形態によれば、これらキャビティは、円周状、弦状、又は多角形、曲線などの他の形状である複数の形状を有していてもよい。

40

【 0044 】

ここで図 7 を参照すると、別の実施形態のハンガーアセンブリ 130 の分解斜視図が示されている。ハンガー 132 は、前の実施形態と同じように、マルチピースハンガーではなく、一片のハンガーである。本実施形態では、冷却キャビティ 135 は、単一のほぼ矩形の開口から形成され、矩形の長い開口用の円周方向に延在する側壁を備えている。さらに、コーナー部では、ほぼ矩形の冷却キャビティ 135 は、鋭いへりではなく湾曲したへりを有している。これにより、冷却キャビティ 135 への冷却流の出入りを向上させることができる。冷却キャビティ 135 を画成する単一の開口が示されているが、キャビティ 135 が形状の異なる 2 つ以上の開口から形成されることは本開示の範囲内である。開口

50

は、矩形、正方形、多角形であってもよく、直線状又は曲線状の壁を有していてもよい。その代わりに、又は、それに加えて、壁は弦状又は円周状であってもよい。これら多角形の冷却キャビティは、空気流及び部品の製造に役立つように湾曲したコーナー部をさらに有していてもよい。他の実施形態では、1以上の冷却キャビティは、曲線状であっても、特定の多角形状でなくてもよい。さらに、図示の1以上の冷却キャビティ135は、シュラウドハンガー132内に対して純然に軸方向に延在していてもよいし、軸方向に対してある角度をなして延在していてもよい。さらに、キャビティ135は、シュラウドハンガー132内に延在する際に純然な直線状にはならないように、軸方向と非軸方向の組合せで延在していてもよい。要するに、様々な代替物がこれらの実施形態の十分範囲内にあり、図示の冷却キャビティ135は、限定するものとみなされるべきではない。

10

【0045】

上述した冷却キャビティ135は、ハンガー132の軸方向の伸び量を制限し、したがって、ハンガー132のくぼみ146内でのシュラウド(図示せず)の保持を向上させる。

【0046】

さらに、インピンジメントバッフル152が図示されており、インピンジメントバッフル152は、シュラウドハンガー132を通して延在する1以上の冷却流路133からの空気流を方向づけ又は案内して、シュラウドにインピンジメント流を供給する。図示のバッフル152は、下面に沿う複数の穴154を備えており、バッフル152は、ハンガー132を通して延在する1以上の冷却開口133と流体連通している。結果として、空気は、バッフル152を介して拡散され、穴154を通過して、バッフル152を囲むシュラウドを冷却する。

20

【0047】

シュラウド(図示せず)は、干渉リブ147によってくぼみ146内の所定位置に保持される。上述の実施形態と同様に、シュラウド(図示せず)は第2の材料から形成されてもよい。第2の材料は、シュラウドハンガーを形成するために使用される材料と同じ又は異なる低熱膨張率材料であってもよい。シュラウドは、タービン20、21のローター及び隣接するタービン動翼22(図2)用の内部流路面を提供する。シュラウドは、開いた上面、すなわち、U字形のシュラウドであってもよいし、又はその代わりに、当業者には分かる閉じた上面のシュラウドであってもよい。本実施形態では、冷却キャビティ135は、ハンガー132の軸方向の伸びをより正確に制御し、したがって、材料の相違及び/又は熱膨張率の相違にもかかわらず、シュラウドに対してより制御された締付力を提供する。

30

【0048】

1以上の冷却キャビティ135は、シュラウドハンガー132の後脚に沿って位置していてもよい。或いは、1以上の冷却キャビティ135は、2つ以上のキャビティから形成されてもよい。キャビティは、弦状又は弧状の辺を有する様々な形状から形成されてもよい。例示の実施形態では、1以上のキャビティは、多角形、特に湾曲したコーナー部を持つ矩形として図示されているが、他の形状が利用されてもよい。

【0049】

ここで図8を参照すると、ハンガーアセンブリの追加の実施形態が、マルチピースハンガーアセンブリ230用の追加の構成を示す目的で提供されている。ハンガーアセンブリ230は側断面図で示されている。ハンガーアセンブリ230は、第1の部分234と第2の部分236から形成されたハンガー232を備えている。第1の部分234及び第2の部分236は、線235に沿って分かれている。分割線は、円周方向に延在しており、軸方向の中心に位置していても、中心から外れていてもよい。第1の部分234はハンガー232の前端にあってもよく、第2の部分236は後端にあってもよい。これらハンガー部分234、236は、軸方向に接続されてもよいし、又はその代わりに、第1及び第2のハンガー部分234、236の一方が第1及び第2のハンガー部分234、236の他方によって捕捉されるように径方向に接続されてもよい。さらに、エンジンケーシング

40

50

は、アセンブリ 230 の組み立てを補助するために、ハンガー部分 234、236 の片方又は両方ともを捕捉するように利用されてもよい。第 1 及び第 2 のハンガー部分 234、236 のいずれか一方又は両方は、ハンガー 232 をエンジンケーシングに接続するための 1 つ以上のタブ 238、240 を備えていてもよい。マルチピースハンガー 232 を画成するために様々な配置が利用されてもよく、例示の実施形態は、本書に示す追加の実施形態と組合せて利用され得るそのような 1 つの実施形態に過ぎない。したがって、他の形状のマルチピースハンガーが代用され得るので、例示のハンガー 232 は限定的であるとみなされるべきではなく、本開示の範囲内であるとみなされるべきである。例えば、一部の実施形態によれば、ハンガー 232 は、中心位置で、又は中心から外れて分割 (235) されてもよく、軸方向又は径方向に分割されていてもよい。

10

【0050】

タブ 238、240 から垂下しているのは、脚 239、241 である。脚 239、241 は、径方向に対してある角度をなして径方向に、又は何らかの組合せで垂下していてもよい。第 1 の脚 239 と第 2 の脚 241 の間に延在するウェブ 242 が図示されている。ウェブ 242、第 1 の脚 239 及び第 2 の脚 241 は、すべて、第 1 及び第 2 のハンガー部分 234、236 の両方から形成されてもよいし、又はその代わりに、第 1 の部分 234 又は第 2 の部分 236 のいずれか一方から形成されてもよい。ウェブ 242 は、軸方向に延在していてもよいし、又はその代わりに、ウェブ 242 に沿う円周方向の位置によっては、前脚 239 から後脚 241 まで傾斜していても、又は何らかの組合せであってもよい。したがって、この構成は、部品の断面をとる位置によって一部品内で異なってもよい。これらの脚 239、241 の間に位置するのは、シュラウド 250 が配置されるくぼみ 246 である。シュラウド 250 は、ハンガー 232 とは異なる低熱膨張率材料から形成されてもよい。一部の例示の実施形態によれば、ハンガー 232 は、熱膨張率が相対的に低いシュラウド 250 の材料よりも熱膨張率が相対的に高い合金などの金属材料から形成されてもよい。例えば、シュラウド 250 は、セラミックマトリックス複合材料 (CMC) から形成されてもよいが、そのような実施形態に限定されない。したがって、運転時に、ハンガー 232 は、シュラウド 250 よりも高い熱伸び率で伸びることになる。シュラウド 250 は、本書に記載の実施形態に従って様々な形をとり得る。例えば、シュラウド 250 は、シュラウドの上部がほぼ閉じていることを意味する、図示のような閉じた上面のシュラウドであってもよい。そのような閉じた上面は、シュラウド 250 をほぼ閉鎖する水平、傾斜、組合せ、曲線、又は他の形状であってもよい。或いは、シュラウド 250 は、他の実施形態に従ってほぼ U 字形の開いた上面のシュラウド、又はシュラウドの上面が開わずに開いている他のそのような形状からなってもよい。シュラウド 250 の内部に、シュラウド 250 の表面を冷却するパッフル又はインサート 252 があってもよい。パッフル又はインサート 252 は、1 つ以上の冷却開口又は流路 (図示せず) と流体連通して、シュラウド 250 に冷却を提供してもよい。パッフル又はインサート 252 は、空気を軸方向及び円周方向に発散させてこの冷却をもたらす。

20

30

【0051】

ハンガー 232 を再び参照すると、本実施形態は、第 1 のハンガー部分 234 及び第 2 のハンガー部分 236 を通って軸方向に延在するボルト 274 を利用している。軸ボルト 274 は、第 1 及び第 2 のハンガー部分 234、236 の位置合わせを保持するために、第 1 及び第 2 のハンガー部分内において 1 つ又は複数の位置の合ったスリーブ 275 を通して延在してもよい。スリーブ 275 は、同じ直径又は異なる直径のものであってもよい。本実施形態によれば、ボルト 274 は、前方から後方に延在していてもよい。しかしながら、別の実施形態によれば、ボルト 274 は、反対の後方から前方に延在していてもよい。

40

【0052】

ここで図 9 を参照すると、シュラウドハンガーアセンブリ 330 のそのような別の実施形態が側断面図で示されている。ハンガー 332 は、第 1 のハンガー部分 334 と第 2 のハンガー部分 336 を備えており、これらの構造を画成している脚 339、341 の高さ

50

は、等しくても、異なってもよい。例示の実施形態によれば、第1のタブ338は、第2のタブ340より高い位置にあるが、これは例示に過ぎず、後方のタブ340が前方のタブ338より高くなるように、逆にされてもよい。ウェブ342は、シュラウド350が配置される場所を画成する第1の脚339と第2の脚341の間に延在している。前の実施形態とは反対に、ボルト374が後方から前方に向かって延在している。ボルト374は、ハンガー部分334、336を接続するための配置構造を形成してもよい。

【0053】

本発明の実施形態の上述の説明は例示の目的で提示されている。網羅的であること、又は本発明を開示された正確なステップ及び/又は形態に限定することは意図しておらず、言うまでもなく、上記の教示に照らして多くの変更及び変形が可能である。本発明の範囲及びすべての等価物が本書に添付された特許請求の範囲によって規定されることが意図されている。

10

[実施態様1]

寸法が合わない部品用のシュラウドハンガーアセンブリ(30)であって、

第1の材料から形成され、前方ハンガー部分(34)と後方ハンガー部分(36)を有するマルチピースシュラウドハンガー(32)と、

低熱膨張率の第2の材料から形成され、前方ハンガー部分(34)と後方ハンガー部分(36)の間に配置されたシュラウド(50)とを備え、

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の少なくとも一方が、シュラウド(50)に対して軸方向の干渉力を加える、シュラウドハンガーアセンブリ(30)

20

[実施態様2]

マルチピースシュラウドハンガー(32)は、少なくとも一部がボルト接続である、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様3]

マルチピースシュラウドハンガー(32)は片持ち接続である、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様4]

後方ハンガー部分(36)は、後方ハンガー部分(36)内に延在する冷却キャビティ(35)を有している、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

30

[実施態様5]

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の少なくとも一方に、前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の他方との係合のための弦状の干渉リブ(47)をさらに備える、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様6]

シュラウド(50)をシュラウドハンガーアセンブリ(30)と係合させるために、シュラウド(50)及びシュラウドハンガー(32)の一方に配置された周方向シュラウドリブ(43)をさらに備える、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

40

[実施態様7]

シュラウド(50)のインピンジメント冷却のために、シュラウドハンガーアセンブリ(30)の前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の一方を通して延在する1以上の冷却流路(33)をさらに備える、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様8]

1以上の冷却流路(33)と流体連通しているバッフル(52)をさらに備える、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様9]

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)の一方が、前方ハンガー部分

50

(34)及び後方ハンガー部分(36)の他方よりも大きい、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様10]

後方ハンガー部分(36)の剛性を高めるスラッシュ面壁(41)をさらに備える、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様11]

前方ハンガー部分(34)は、後方ハンガー部分(36)に片持ち接続されている、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様12]

前方ハンガー部分(34)及び後方ハンガー部分(36)がシュラウド(50)に軸方向力を加える、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

10

[実施態様13]

シュラウド(50)がU字形の断面を有する、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様14]

シュラウド(50)が閉じた断面を有する、実施態様1に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様15]

寸法が相合わない部品用のシュラウドハンガーアセンブリ(30)であって、第1の材料から形成され、第1の脚(145)と、第2の脚(137)と、第1の脚(145)と第2の脚(137)の間に延在するウェブ(142)とを備えたシュラウドハンガー(32)と、

20

低熱膨張率の第2の材料から形成されたシュラウド(50)と、シュラウドハンガー(32)内に位置する1以上の冷却キャビティ(33)とを備えたシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様16]

1以上の冷却キャビティ(33)は、のウェブ(142)の下方で延在している、実施態様15に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様17]

1以上の冷却キャビティ(33)は、冷却空気をシュラウドハンガー(32)に流入させ、熱伸びを減少させる、実施態様15に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

30

[実施態様18]

1以上の冷却キャビティ(33)は弧状である、実施態様15に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

[実施態様19]

1以上の冷却キャビティ(33)は多角形状である、実施態様15に記載のシュラウドハンガーアセンブリ(30)。

【符号の説明】

【0054】

40

10 ガスタービンエンジン

12 エンジン吸気口端

13 コア又はプロパルサー

14 圧縮機、圧縮機段

16 燃焼室

18 ターボファン

20 多段高圧タービン

21 低圧タービン

22 タービン動翼

24 シャフト

50

2 6	エンジン軸線	
2 8	シャフト	
3 0	シュラウドハンガーアセンブリ	
3 2	マルチピースハンガー、シュラウドハンガー	
3 3	冷却開口又は流路	
3 4	第 1 の部分、前方ハンガー部分、第 1 のハンガー部分	
3 5	冷却ポケット又はキャビティ、冷却開口	
3 6	第 2 の部分、後方ハンガー部分、第 2 のハンガー部分	
3 7	第 2 の脚、後壁	
3 8	第 1 のタブ	10
3 9	第 1 の脚、ハンガー脚	
4 0	第 2 のタブ	
4 1	スラッシュ面壁又は端壁	
4 2	シーリング又はウェブ	
4 3	界面リブ、干渉リブ	
4 4	弦状溝、界面溝	
4 5	第 1 のバネ脚	
4 6	くぼみ	
4 7	干渉リブ	
4 8	ボス又は突起	20
4 9	リブ	
5 0	シュラウド又はバッフル	
5 2	インピンジメントバッフル	
5 3	干渉リブ、界面リブ	
5 4	冷却穴、バッフル開口	
5 5	フランジ	
5 7	バッフルの底面、下面	
5 9	ノズル負荷	
1 3 0	シュラウドハンガーアセンブリ	
1 3 2	シュラウドハンガー	30
1 3 3	冷却開口又は流路	
1 3 5	冷却キャビティ	
1 3 7	第 2 の脚	
1 4 1	スラッシュ面壁又は端壁	
1 4 2	シーリング又はウェブ	
1 4 5	第 1 の脚	
1 4 6	くぼみ	
1 4 7	干渉リブ	
1 5 2	インピンジメントバッフル	
1 5 4	穴	40
2 3 0	ハンガーアセンブリ	
2 3 2	マルチピースハンガー	
2 3 4	第 1 の部分、第 1 のハンガー部分	
2 3 5	線	
2 3 6	第 2 の部分、第 2 のハンガー部分	
2 3 8	タブ	
2 3 9	第 1 の脚、前脚	
2 4 0	タブ	
2 4 1	第 2 の脚	
2 4 2	ウェブ	50

【 図 3 】

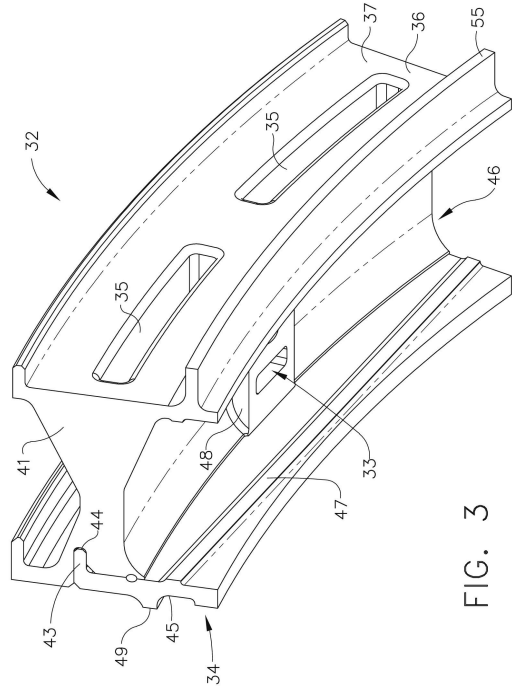


FIG. 3

【 図 4 】

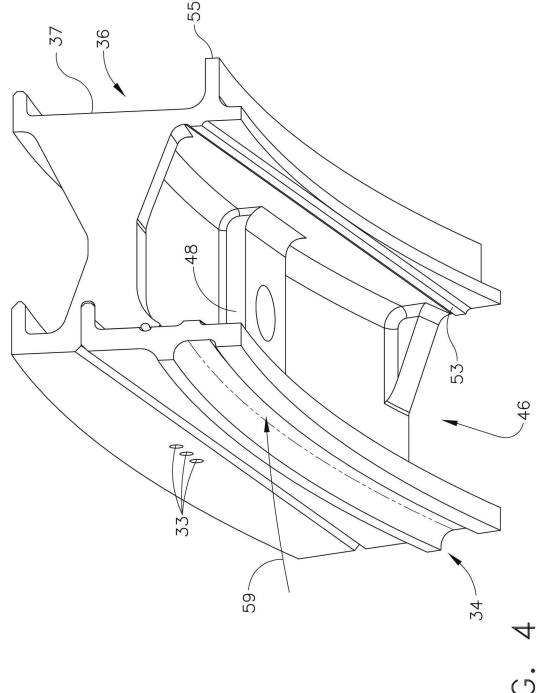


FIG. 4

【 図 5 】

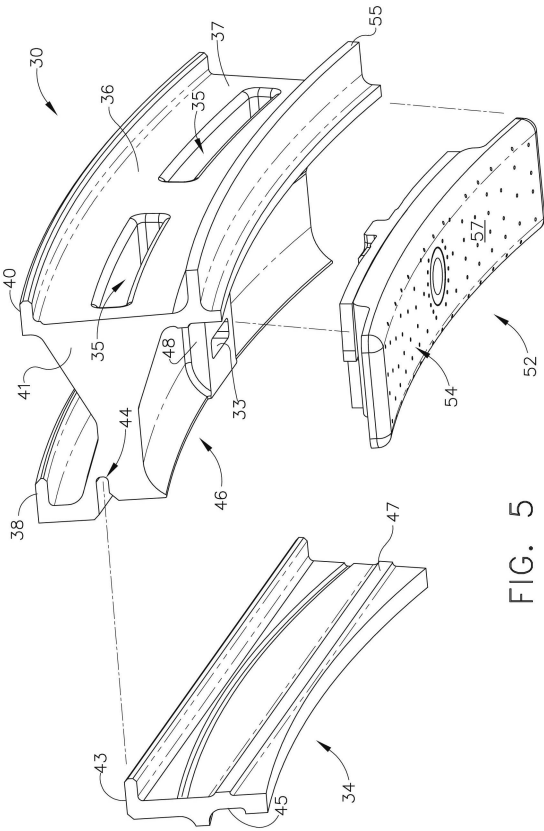


FIG. 5

【 図 6 】

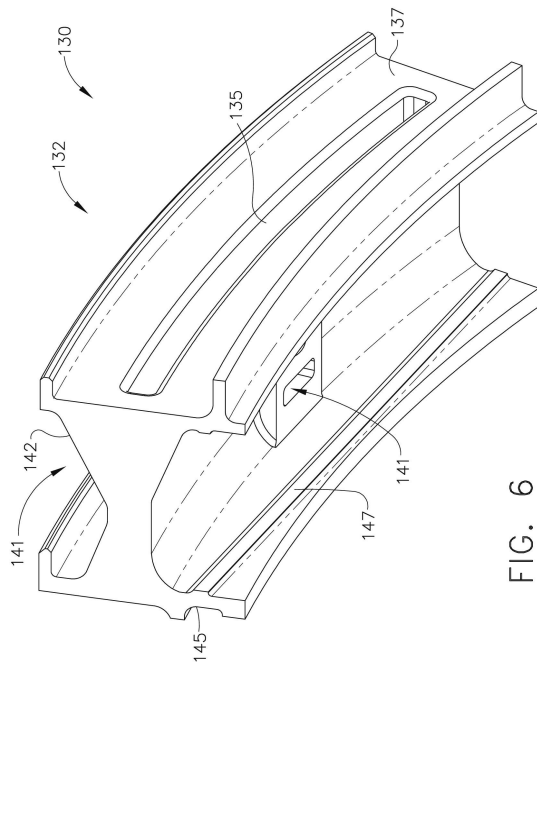


FIG. 6

【 図 7 】

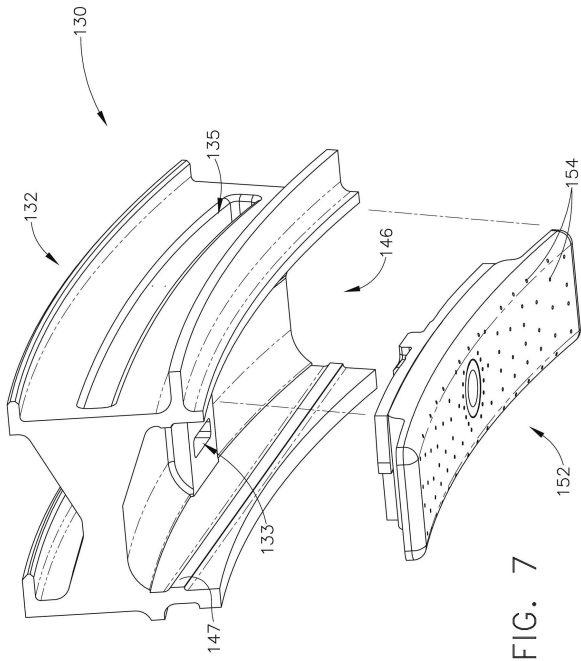


FIG. 7

【 図 8 】

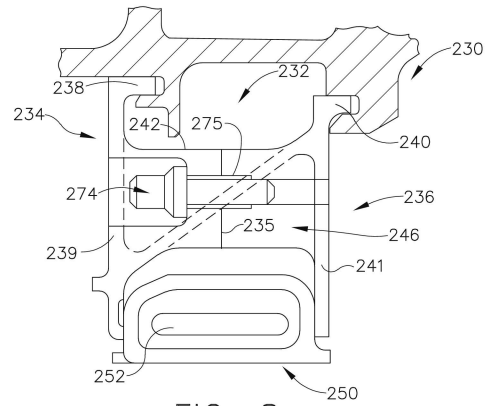


FIG. 8

【 図 9 】

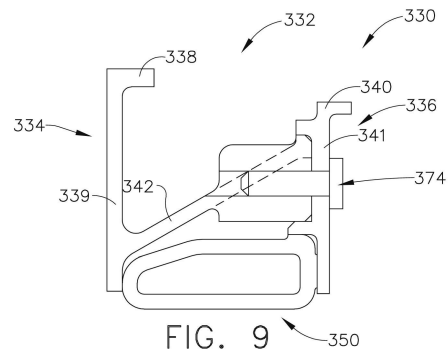


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 シャピロ, ジェイソン・デビッド
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州・01910-0002、リン、ウェスタン・アベニュー、
1000番
- (72)発明者 シリング, ジャン・クリストファー
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215-1988、イブンデール、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 フランクス, マイケル・ジョン
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215-1988、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

審査官 倉田 和博

- (56)参考文献 特開昭53-065516(JP, A)
特開平06-341329(JP, A)
特開2013-170578(JP, A)
特開2011-247262(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/00 - 11/24
F01D 25/00