

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6870964号
(P6870964)

(45) 発行日 令和3年5月12日 (2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月19日 (2021.4.19)

(51) Int. Cl.	F 1
F 1 6 B 5/06 (2006.01)	F 1 6 B 5/06 U
F 0 1 D 9/04 (2006.01)	F 0 1 D 9/04
F 0 1 D 25/00 (2006.01)	F 0 1 D 25/00 L
F 0 2 C 7/00 (2006.01)	F 0 2 C 7/00 C
F 0 1 D 25/28 (2006.01)	F 0 1 D 25/28 Z

請求項の数 10 外国語出願 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-231923 (P2016-231923)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成28年11月30日 (2016.11.30)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2017-106625 (P2017-106625A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成29年6月15日 (2017.6.15)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	令和1年11月28日 (2019.11.28)		番
(31) 優先権主張番号	14/966,268	(74) 代理人	100188558
(32) 優先日	平成27年12月11日 (2015.12.11)		弁理士 飯田 雅人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100154922
			弁理士 崔 允辰
		(74) 代理人	100207158
			弁理士 田中 研二
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CMC熱クランプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

隣接する構成要素（54（a），54（b），54（c））を結合するためのクランプアセンブリ（100）であって、

シャフト（112）と、

第1の複数のクランプ（104）と、

第2の複数のクランプ（106）と

を含んでおり、第1の複数のクランプ（104）及び第2の複数のクランプ（106）の各々が、

第1の壁（118，126）と、

第1の壁（118，126）から第1の方向に外側に延在する第2の壁（120，128）と、

第1の壁（118，126）から第2の方向に外側に延在する第3の壁（122，130）と

を含んでおり、

各隣接する対の第1の複数のクランプ（104）の第1の壁（126）の各々が、第2の複数のクランプ（106）の1つ分だけ長手方向に離間しており、

第1の複数のクランプ（104）の第2の壁（128）が、第2の複数のクランプ（106）の第2の壁（120）から横方向に離間しており、

第1の複数のクランプ（104）及び第2の複数のクランプ（106）の第1の壁（1

10

20

18, 126) 及び第2の壁(120, 128)が、シャフト(112)を収容する第1のスロット(134)を集合的に画成し、第1の複数のクランプ(104)及び第2の複数のクランプ(106)の第1の壁(118, 126)及び第3の壁(122, 130)は、隣接する構成要素(54(a), 54(b), 54(c))を収容するための第2のスロット(108)を集合的に画成する、クランプアセンブリ(100)。

【請求項2】

シャフト(112)が、第1の端部(142)と第2の端部(144)とを含み、第1の端部(142)が、フランジ(110)を含み、第2の端部(144)が、ピン(148)を収容するためのシャフト開口(146)を画成する、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

10

【請求項3】

第1の複数のクランプ(104)の1つ又は第2の複数のクランプ(106)の1つがクランプ開口(138)を画成し、クランプ開口(138)がシャフト開口(146)と長手方向に位置合わせされ、シャフト開口(146)及びクランプ開口(138)へのピン(148)の位置決めを可能にする、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

【請求項4】

第1の複数のクランプ(104)の各々及び第2の複数のクランプ(106)の各々が、第2の壁(120, 128)から外側に延在する第4の壁(124, 132)を含み、第4の壁(124, 132)が、第1の壁(118, 126)に平行である、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

20

【請求項5】

第1の複数のクランプ(104)の第3の壁(122)が第2の複数のクランプ(106)の第3の壁(130)に向かって角度をつけて延在し、第2の複数のクランプ(106)の第3の壁(130)が第1の複数のクランプ(104)の第3の壁(122)に向かって角度をつけて延在し、隣接する構成要素(54(a), 54(b), 54(c))と共にダブルテール接続を形成する、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

【請求項6】

シャフト(112)の横方向長さ(150)が第1のスロット(134)の横方向長さ(136)よりも長い、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

30

【請求項7】

シャフト(112)が第1の材料から形成され、第1の複数のクランプ(104)及び第2の複数のクランプ(106)が第2の材料から形成され、第1の材料が第2の材料より大きい熱膨張率を有する、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

【請求項8】

前記第1の材料及び前記第2の材料が金属である、請求項7に記載のクランプアセンブリ(100)。

【請求項9】

隣接する構成要素(54(a), 54(b), 54(c))がCMCから形成される、請求項1に記載のクランプアセンブリ(100)。

40

【請求項10】

ガスタービン(10)であって、当該ガスタービンが、
圧縮機(22, 24)と、
燃焼セクション(26)と、
タービン(28, 30)と、
第1の構成要素(54(a), 54(b), 54(c))と、
第1の構成要素(54(a), 54(b), 54(c))に隣接して配置された第2の構成要素(54(a), 54(b), 54(c))と、
クランプアセンブリ(100)と
を備えており、クランプアセンブリ(100)が、

50

シャフト（１１２）と、
第１の複数のクランプ（１０４）と、
第２の複数のクランプ（１０６）と
を含んでおり、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の
各々が、

第１の壁（１１８，１２６）と、
第１の壁（１１８，１２６）から第１の方向に外側に延在する第２の壁（１２０，１２
８）と、
第１の壁（１１８，１２６）から第２の方向に外側に延在する第３の壁（１２２，１３
０）と

10

を含んでおり、

各隣接する対の第１の複数のクランプ（１０４）の第１の壁（１２６）の各々が、第２
の複数のクランプ（１０６）の１つ分だけ長手方向に離間しており、

第１の複数のクランプ（１０４）の第２の壁（１２８）が、第２の複数のクランプ（１
０６）の第２の壁（１２０）から横方向に離間しており、

シャフト（１１２）が、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（
１０６）の第１の壁（１１８，１２６）及び第２の壁（１２０，１２８）によって集合的
に画成された第１のスロット（１３４）に配置され、第１の構成要素（５４（ａ），５４
（ｂ），５４（ｃ））及び第２の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））が、
第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の第１の壁（１１
８，１２６）及び第３の壁（１２２，１３０）によって集合的に画成された第２のスロッ
ト（１０８）に配置される、ガスタービン（１０）。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、一般に、ガスタービンエンジンに関し、より具体的には、ガスタービンエン
ジンのクランプアセンブリに関する。

【背景技術】

【０００２】

ガスタービンエンジンは、一般に、直列流れ配列で、圧縮機セクションと、燃焼セクシ
ョンと、タービンセクションと、排気セクションとを含む。動作中、空気が圧縮機セクシ
ョンの入口に入り、ここでは１以上の軸方向圧縮機が、空気が燃焼セクションに到達する
まで空気を連続的に圧縮する。燃料は、圧縮空気と混合されて燃焼セクション内で燃焼さ
れ、燃焼ガスを生成する。燃焼ガスは、タービンセクション内で画成された高温ガス経路
を通して燃焼セクションから流れた後、排気セクションを介してタービンセクションから
排出される。

30

【０００３】

タービンセクションは、１以上の列のタービンノズルを含み、これは燃焼ガス流を１以
上の列のタービンロータブレードに導く。次にタービンブレードは、運動エネルギーを燃
焼ガスから抽出する。これらのノズルは、一般に、極めて高温の環境で動作する。したが
って、ノズルは、高温排気ガスに耐えることができるセラミック基複合材（「ＣＭＣ」）
又は他の適切な材料から構成され得る。

40

【０００４】

各列のＣＭＣタービンノズルは、一般に、その環状配列を形成するために共に結合され
る必要がある。それにもかかわらず、金属ファスナーは、高温で各ＣＭＣタービンノズル
を各隣接するタービンノズルに結合するには不向きである。より具体的には、金属材料は
、ＣＭＣ材料より大きい熱膨張率を有する。この点において、金属ファスナーは、ＣＭＣ
タービンノズルより速い速度で膨張する。したがって、金属ファスナーがＣＭＣノズルよ
り大きく膨張することで、高温でタービンノズルを結合するクランプ力が小さくなる可能
性がある。これにより燃焼ガスがタービンノズルセグメント間から流出し、ガスタービン

50

の効率を減少させてしまう。したがって、高温でクランプ力を維持又は増加させるクランプアセンブリであれば、当該技術において歓迎されるであろう。

【発明の概要】

【0005】

本発明の態様及び利点は、その一部を以下の説明に記載しており、或いはその説明から明らかになり、或いは本発明の実施により学ぶことができる。

【0006】

一態様では、本開示は、隣接する構成要素を結合するためのクランプアセンブリに関する。クランプアセンブリは、シャフトと、第1の複数のクランプと、第2の複数のクランプとを含む。第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの各々は、第1の壁と、第1の壁から第1の方向に外側に延在する第2の壁と、第1の壁から第2の方向に外側に延在する第3の壁とを含む。各隣接する対の第1の複数のクランプの第1の壁の各々は、第2の複数のクランプの1つ分だけ長手方向に離間される。第1の複数のクランプの第2の壁は、第2の複数のクランプの第2の壁から横方向に離間される。第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの第1の壁及び第2の壁は、シャフトを収容する第1のスロットを集合的に画成する。第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの第1の壁及び第3の壁は、隣接する構成要素を収容するための第2のスロットを集合的に画成する。

10

【0007】

本開示の別の態様は、圧縮機と、燃焼セクションと、タービンとを含むガスタービンに関する。ガスタービンはさらに、第1の構成要素と、第1の構成要素に隣接して配置された第2の構成要素と、クランプアセンブリとを含む。クランプアセンブリは、シャフトと、第1の複数のクランプと、第2の複数のクランプとを含む。第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの各々は、第1の壁と、第1の壁から第1の方向に外側に延在する第2の壁と、第1の壁から第2の方向に外側に延在する第3の壁とを含む。各隣接する対の第1の複数のクランプの第1の壁の各々は、第2の複数のクランプの1つ分だけ長手方向に離間される。第1の複数のクランプの第2の壁は、第2の複数のクランプの第2の壁から横方向に離間される。シャフトは、第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの第1の壁及び第2の壁によって集合的に画成された第1のスロットに配置される。第1の構成要素及び第2の構成要素は、第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの第1の壁及び第3の壁によって集合的に画成された第2のスロットに配置される。

20

30

【0008】

さらなる態様では、本開示は、2つの隣接する構成要素を結合する方法に関する。方法は、第1の複数のクランプを第2の複数のクランプに対して配置することを含む。第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの各々は、第1の壁と、第1の壁から外側に延在する第2の壁とを含む。さらに、各隣接する対の第1の複数のクランプの第1の壁の各々は、第2の複数のクランプの1つ分だけ長手方向に離間される。方法はまた、第1の複数のクランプ及び第2の複数のクランプの第1の壁及び第2の壁によって集合的に画成された第1のスロット内にシャフトを挿入することを含む。

【0009】

本発明のこれら及び他の特徴、態様及び利点は、以下の説明及び添付の特許請求の範囲を参照して、よりよく理解されよう。添付の図面は、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成するものであるが、本発明の実施形態を例示し、また説明と共に本発明の原理を説明する働きをする。

40

【0010】

当業者を対象とした、その最良の形態を含む本発明の完全で実施可能な程度の開示が本明細書に記載されており、本明細書は添付の図を参照する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本明細書に開示される実施形態による例示的な高バイパスターボファンジェットエンジンの概略断面図である。

50

【図 2】いくつかの列のタービンノズルを示す、図 1 に示すガスタービンエンジンの高圧タービン部の断面側面図である。

【図 3】第 1 のタービンノズル、第 2 のタービンノズル、及び第 3 のタービンノズルを結合するためのいくつかのクランプアセンブリの位置を示す、列のタービンノズルの 1 つの斜視図である。

【図 4】キー、第 1 の複数のクランプ、及び第 2 の複数のクランプを示す、本明細書に開示される実施形態によるクランプアセンブリの 1 つの斜視図である。

【図 5】その様々な特徴を示す、キーの上面図である。

【図 6】第 1 の複数のクランプの 1 つ及び第 2 の複数のクランプの 1 つの斜視図である。

【図 7】第 1 及び第 2 のタービンノズルのダブルテール接続を示す、クランプアセンブリの側面図である。

10

【図 8】2 つの隣接する構成要素を結合する方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本明細書及び図面における参照符号の反復使用は、本発明の同一又は類似の特徴又は要素を表すものとする。

【0013】

以下、本発明の本実施形態について詳しく説明するが、その 1 以上の例が、添付の図面に示されている。詳細な説明では、図面中の特徴を参照するために数値及び文字による指示が使用されている。図面及び説明の中で同じ又は類似の指示は、本発明の同じ又は類似の部品を参照するために使用されている。本明細書で使用する場合、用語「第 1 の」、「第 2 の」、及び「第 3 の」は、ある構成要素を他の構成要素から区別するために交換可能に使用することができ、個々の構成要素の位置又は重要性を意味することは意図されていない。用語「上流」及び「下流」は、流体通路内の流体の流れに対する相対的な流れ方向を意味する。例えば、「上流」は流体がそこから流れる流れ方向を意味し、「下流」は流体がそこに流れる流れ方向を意味する。

20

【0014】

各実施例は、本発明の限定ではなくて本発明の説明として示している。実際には、本発明の範囲及び精神から逸脱せずに、本発明において修正及び変更を加えることができることは、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例示し又は説明した特徴は、別の実施形態で使用してさらに別の実施形態を生成することができる。したがって、本発明は、そのような修正及び変更を添付の特許請求の範囲及びその均等物の範囲内に属するものとして保護することを意図している。本発明の例示的な実施形態では、例示の目的のため、ターボファンジェットエンジン内に組み込まれたタービンシュラウドの関連において全体的に説明しているが、本発明の実施形態は、あらゆるターボ機械に内に組み込まれたあらゆるタービンに適用することができ、特許請求の範囲に具体的に記載されない限り、ガスターボファンジェットエンジンに限定されるものではないことを当業者であれば容易に理解するであろう。

30

【0015】

本明細書に開示されるクランプアセンブリは、キーと、第 1 の複数のクランプと、第 2 の複数のクランプとを含む。第 1 及び第 2 の複数のクランプの各々は、対応する第 1 の壁と、第 2 の壁と、第 3 の壁とを含む。具体的には、第 2 及び第 3 の壁は、第 1 の壁の両端部から反対方向に外側に延在する。さらに、第 1 の複数のクランプの第 2 及び第 3 の壁は、第 2 の複数のクランプの第 2 及び第 3 の壁からそれぞれ離間される。キーは、第 1 及び第 2 の複数のクランプの第 2 の壁の間に配置される。温度が上昇すると、キーは、第 1 及び第 2 の複数のクランプと同じ速度又はより速い速度で熱膨張する。この点において、温度が上昇すると、クランプアセンブリが結合された構成要素に加えられるクランプ力を維持又は増加させる。

40

【0016】

50

図面を参照すると、同一の数字は、図面を通して同一の要素を示し、図1は、本明細書に開示される様々な実施形態を組み込むことができる、例示的な高バイパスターボファン式ガスタービンエンジン10（「ターボファン10」）の概略断面図である。図1に示すように、ターボファン10は、参考のためにその間を延在する長手方向又は軸方向中心軸線12を有する。一般に、ターボファン10は、ファンセクション16の下流に配置されたコアタービン又はガスタービンエンジン14を含むことができる。

【0017】

ガスタービンエンジン14は、一般に、環状入口20を画成する実質的に管状の外側ケーシング18を含むことができる。外側ケーシング18は、複数のケーシングから形成することができる。外側ケーシング18は、直列流れ関係で、ブースタ又は低圧圧縮機22（「LP圧縮機22」）及び高圧圧縮機24（「HP圧縮機24」）を有する圧縮機セクションと、燃焼セクション26と、高圧タービン28（「HPタービン28」）及び低圧タービン30（「LPタービン30」）を有するタービンセクションと、ジェット排気ノズルセクション32とを包含する。高圧シャフト又はスプール34（「HPシャフト34」）は、HPタービン28をHP圧縮機24に駆動可能に結合する。低圧シャフト又はスプール36（「LPシャフト36」）は、LPタービン30をLP圧縮機22に駆動可能に結合する。LPシャフト36はまた、ファンセクション16のファンスプール又はシャフト38に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、LPシャフト36は、ダイレクトドライブ構成などでファンスプール38に直接接続することができる。別の構成では、LPシャフト36は、インダイレクトドライブ又はギヤードドライブ構成などで減速ギヤ39を介してファンスプール38に接続することができる。

【0018】

図1に示すように、ファンセクション16は、ファンスプール38に結合され、ファンスプール38から半径方向外側に延在する複数のファンブレード40を含む。環状ファンケーシング又はナセル42は、ファンセクション16及び／又はガスタービンエンジン14の少なくとも一部を周方向に取り囲む。ナセル42は、複数の周方向に間隔を置いて配置された出口ガイドベーン44によってガスタービンエンジン14に対して支持され得る。さらに、ナセル42の下流セクション46は、ガスタービンエンジン14の外側部分を延在してそれらの間でバイパス気流通路48を画成することができる。

【0019】

図2は、本明細書に開示される様々な実施形態を組み込むことができる、図1に示すガスタービンエンジン14のHPタービン28部分の断面図である。図2に示すように、HPタービン28は、直列流れ関係で、1以上のタービンロータブレード58（1つのみ図示）の列56から軸方向に離間した1以上のタービンノズル54（1つのみ図示）の列52を有する第1の段50を含む。HPタービン28はさらに、1以上のタービンロータブレード68（1つのみ図示）の列66から軸方向に離間した1以上のタービンノズル64（1つのみ図示）の列62を有する第2の段60を含む。HPタービン28は、1以上のタービンノズル90（1つのみ図示）の列88を有する第3の段86を含むことができる。図2には示していないが、第3の段86はまた、タービンロータブレードの列を含むことができる。

【0020】

タービンロータブレード58、68は、HPシャフト34から半径方向外側に延在してHPシャフト34に結合される（図1）。図2に示すように、タービンノズル54、64、90及びタービンロータブレード58、68は、HPタービン28を通して燃焼セクション26（図1）から燃焼ガスを送る高温ガス経路70を少なくとも部分的に画成する。図1に示すように、タービンノズル54、64、90の列52、62、88は、HPシャフト34の周りに環状に配置され、タービンロータブレード58、68の列56、66は、HPシャフト34周りに周方向に間隔を置いて配置される。

【0021】

図2に示すように、HPタービン28の様々な実施形態は、1以上のタービンシュラウ

10

20

30

40

50

ドアセンブリ 72 を含む。例えば、HP タービン 28 は、第 1 のタービンシュラウドアセンブリ 72 (a) と、第 2 のタービンシュラウドアセンブリ 72 (b) とを含むことができる。各タービンシュラウドアセンブリ 72 (a), 72 (b) は、一般に、タービンロータブレード 58, 68 の対応する列 56, 66 の周りにリング又はシュラウドを形成する。タービンシュラウドアセンブリ 72 (a), 72 (b) は、タービンロータブレード 58, 68 のブレード先端 76, 78 から半径方向に間隔を置いて配置されたタービンシュラウド又はシュラウドシール 74 (a), 74 (b) を含む。この構成により、ブレード先端 76, 78 とシール面又は高温側面 80 (a), 80 (b) との間に隙間が形成される。ブレード先端 76, 78 をわたって隙間を通る高温ガス経路 70 からの漏れを減少させるために、特にターボファン 10 のクルーズ動作中、ブレード先端 76, 78 とタービンシュラウド 74 (a), 74 (b) との間の隙間は最小にすることが一般に望ましい。

10

【0022】

特定の実施形態では、タービンシュラウド 74 (a), 74 (b) の少なくとも 1 つは、連続した、単一の、又は継ぎ目の無いリングとして形成することができる。各タービンシュラウドアセンブリ 72 (a), 72 (b) は、バックボーン又はガスタービンエンジン 14 のケーシング 82 などの静的構造に接続されてもよい。

【0023】

図 1 に示すように、空気 200 は、その動作中にターボファン 10 の入口部 202 に入る。空気 200 の第 1 の部分 204 は、バイパス流路 48 に流入し、空気 200 の第 2 の部分 206 は、LP 圧縮機 22 の入口 20 に入る。LP 圧縮機 22 は、通って流れる空気 206 の第 2 の部分を HP 圧縮機 24 への途中で連続的に圧縮する。HP 圧縮機 24 は、通って流れる空気 206 の第 2 の部分をさらに圧縮することで圧縮空気 208 を燃焼セクション 26 に供給し、ここで空気は燃料と混合されて燃焼し、燃焼ガス 210 を供給する。

20

【0024】

燃焼ガス 210 は、HP タービン 28 を通って流れ、ここでタービンノズル 54, 64, 90 及びタービンロータブレード 58, 68 は、燃焼ガス 210 から運動及び／又は熱エネルギーの第 1 の部分を抽出する。このエネルギー抽出は、HP 圧縮機 24 の動作を支持する。燃焼ガス 210 は次に、LP タービン 30 を通って流れ、ここで LP シャフト 36 に結合された LP タービンノズル 212 及び LP タービンロータブレード 214 の連続した段は、燃焼ガス 210 から熱及び運動エネルギーの第 2 の部分を抽出する。このエネルギー抽出で LP シャフト 36 が回転することにより、LP 圧縮機 22 の動作及び／又はファンスプール又はシャフト 38 の回転を支持する。その後、燃焼ガス 210 は、ガスタービンエンジン 14 のジェット排気ノズルセクション 32 を通って排出される。

30

【0025】

ターボファン 10 と共に、コアタービン 14 は、陸上用ガスタービン、ターボジェットエンジン（空気 206 の第 2 の部分に対する空気 204 の第 1 の部分の割合がターボファン未満である）、及びアンダクテッドファンエンジン（ファンセクション 16 がナセル 42 を欠いている）において同様の目的を果たし、同様の環境に置かれる。ターボファン、ターボジェット、及びアンダクテッドエンジンの各々において、減速装置（例えば、減速ギヤボックス 39）が、任意のシャフトとスプールとの間に含まれてもよい。例えば、減速ギヤボックス 39 は、ファンセクション 16 の LP シャフト 36 とファンシャフト 38 との間に配置してもよい。

40

【0026】

図 3 は、タービンノズル 54 の列 52 の一部を形成する第 1 のタービンノズル 54 (a)、第 2 のタービンノズル 54 (b)、及び第 3 のタービンノズル 54 (c) の斜視図である。列 52 は、半径方向 R を画成する。わかりやすくするために列 52 の一部のみが図 3 に示されているが、列 52 のタービンノズル 54 は、360 度のリングを形成するように環状に配置される。この点において、列 52 は、必要又は所望の数のタービンノズル 5

50

4を含むことができる。タービンノズル54(a~c)の各々は、対応する内側バンド94(a), 94(b), 94(c)から半径方向に離間した対応する外側バンド92(a), 92(b), 92(c)を含む。対応する翼形部96(a), 96(b), 96(c)は、外側バンド92(a~c)と内側バンド94(a~c)との間に広がって延在する。この点において、図3に示すタービンノズル54(a~c)は、業界ではシングレットと呼ばれる。それにもかかわらず、タービンノズル54(a~c)は各々、2つの翼形部(すなわち、ダブルレット)、3つの翼形部(すなわち、トリプレット)、又はそれ以上の翼形部を含むことができる。図3に示すように、第2の翼形部96(b)は、内部キャビティ98を画成する。しかし、翼形部96(a~c)は、同様に強固とすることができる。

10

【0027】

タービンノズル54は、好ましくは、CMC材料から構成される。一実施形態では、使用されるCMC材料は、連続繊維強化CMC材料であってもよい。例えば、適切な連続繊維強化CMC材料として、連続的な炭素繊維、酸化物繊維、及び炭化ケイ素モノフィラメント繊維で強化されたCMC材料、並びに連続的な繊維の積層及び／又は繊維を織った中間成形物を含む他のCMC材料が挙げられる。他の実施形態では、CMC材料は、不連続強化CMC材料であってもよい。例えば、適切な不連続強化CMC材料として、粒子、小板、ウスカ、不連続繊維、そのまま、及びナノ複合材料で強化されたCMC材料が挙げられる。他の実施形態では、タービンノズル54は、他の適切な複合材料又は金属材料から形成されてもよい。

20

【0028】

図3に示すように、第2のタービンノズル54(b)は、第1のタービンノズル54(a)及び第3のタービンノズル54(c)に結合される。より具体的には、第1のクランプアセンブリ100(a)及び第2のクランプアセンブリ100(b)は、第1及び第2のタービンノズル54(a~b)の外側バンド92(a~b)を結合する。同様に、第3のクランプアセンブリ100(c)及び第4のクランプアセンブリ100(d)は、第2及び第3のタービンノズル54(b~c)の外側バンド92(b~c)を結合する。この点において、2つのクランプアセンブリ100は、各隣接する対のノズル54の外側バンド96を結合する。しかし、各隣接する対のノズル54の外側バンド96は、必要又は所望に応じて、1つのクランプアセンブリ100、3つのクランプアセンブリ100、又はそれ以上のクランプアセンブリ100によって結合することができる。示していないが、各隣接する対のノズル54の内側バンド94は、1以上のクランプアセンブリ100によって結合することができる。さらに、クランプアセンブリ100は、外側バンド92の半径方向外側及び／又は内側バンド94の半径方向内側に配置される。したがって、クランプアセンブリ100は、外側及び／又は内側バンド92, 96によって高温ガス経路70を通して流れる燃焼ガス210から分離される。図3に示されていない列52のタービンノズルの各々は同様に、各隣接するタービンノズルに結合することができる。

30

【0029】

図4~7は、クランプアセンブリ100の一実施形態を示している。より具体的には、図4は、キー102、第1の複数のクランプ104、及び第2の複数のクランプ106を示す、クランプアセンブリ100の斜視図である。図5は、キー102の上面図である。図6は、第1の複数のクランプ104の1つ及び第2の複数のクランプ106の1つの斜視図である。図7は、クランプアセンブリ100を保持するための第1及び第2のタービンノズル54(a), 54(b)のダブルテール式接続を示す、クランプアセンブリ100の側面図である。

40

【0030】

図4~6に示すように、クランプアセンブリ100は、長手方向L、長手方向Lにほぼ直交する横方向T、並びに長手方向L及び横方向Tにほぼ直交する垂直方向Vを画成する。

【0031】

50

図４～５は、クランプアセンブリ１００のキー１０２を示している。より具体的には、キー１０２は、第１の端部１４２と、第２の端部１４４とを有するシャフト１１２を含む。シャフト１１２はまた、横方向長さ１５０を画成する。図４～５に示すように、シャフト１１２は、矩形断面を有するが、シャフト１１２は、任意の適切な多角形（例えば、六角形）又は非多角形（例えば、円形）の断面形状を有してもよい。

【００３２】

横方向長さ１６０を有するフランジ１１０は、シャフト１１２の第１の端部１４２に配置される。フランジ１１０の横方向長さ１６０は、シャフト１１２の横方向長さ１５０より長い。この点において、フランジ１１０は、シャフト１１２から横方向外側に延在する。いくつかの実施形態では、フランジ１１０は、同様にシャフト１１２から垂直方向外側に延在してもよい。フランジ１１０は、好ましくは、図４～５に示すシャフト１１２と同じ断面形状を有するが、フランジ１１０は、同様に異なる断面形状を有してもよい。

10

【００３３】

シャフト１１２の第２の端部１４４は、ピン１４８を収容するためのシャフト開口１４６を画成する。シャフト開口１４６は、シャフト１１２の横方向長さ１５０全体（すなわち、貫通孔）又はその一部のみ（すなわち、有底孔）を通して延在することができる。以下でより詳細に説明するように、フランジ１１０及びピン１４８は、集合的に第１及び第２の複数のクランプ１０４、１０６をキー１０２のシャフト１１２に沿って定位置に保持する。

【００３４】

20

図４～５に示す実施形態では、シャフト１１２は、複数の長手方向に離間したカム１１４を含む。カム１１４は、シャフト１１２から横方向外側に延在する。各隣接する対のカム１１４は、それらの間で谷又はノッチ１１６を画成する。図５に最もよく示すように、シャフト１１２の一方の横側のカム１１４は、シャフト１１２の他方の横側の谷１１６と長手方向に位置合わせされる。図５に示すシャフト１１２は、５つの谷１１６を画成する５つのカム１１４を含むが、シャフト１１２は、任意の数のカム１１４及び／又は谷１１６を有することができる。しかし、他の実施形態では、シャフト１１２の横側は、平坦にしてもよい。

【００３５】

再び図４を参照すると、クランプアセンブリ１００は、第１の複数のクランプ１０４と、第２の複数のクランプ１０６とを含む。図４に示す実施形態では、第１の複数のクランプ１０４は、３つのクランプ１０４（ａ）、１０４（ｂ）、１０４（ｃ）を含み、第２の複数のクランプ１０６は、２つのクランプ１０６（ａ）、１０６（ｂ）を含む。しかし、クランプアセンブリ１００の他の実施形態では、第１及び第２の複数のクランプ１０４、１０６は、必要又は所望の数のクランプを含むことができる。図４に示す実施形態では、第１の複数のクランプ１０４及び第２の複数のクランプ１０６は各々、異なる数のクランプを含む。それにもかかわらず、第１及び第２の複数のクランプ１０４、１０６は、同様に同じ数のクランプを含むことができる。

30

【００３６】

図６は、第１の複数のクランプ１０４（ｃ）の１つ及び第２の複数のクランプ１０６（ｂ）の１つをより詳細に示している。特に、図４に示す第１及び第２の複数のクランプ１０４（ａ）、１０４（ｂ）、１０４（ｃ）、１０６（ａ）、１０６（ｂ）は、互いに実質的に同様である。実際には、図４に示す実施形態の唯一の違いは、クランプ１０４（ｃ）はクランプ開口１３８を画成しているが、他のクランプ１０４（ａ）、１０４（ｂ）、１０６（ａ）、１０６（ｂ）はそうではないという点である。

40

【００３７】

再び図６を参照すると、クランプ１０６（ｂ）は、第１の端部１６２と、第２の端部１６４とを有する第１の壁１１８を含む。第１の壁１１８は、長手方向Ｌ及び横方向Ｔによって画成された平面に配置される。第２の壁１２０は、第１の壁１１８の第１の端部１６２から第１の方向に垂直方向外側に延在する。第２の壁１２０は、図６に示すように第１

50

の壁 1 1 8 に対して垂直に配向するか、又はそれに対して角度をつけて配向することができる。第 3 の壁 1 2 2 は、第 1 の壁 1 1 8 の第 2 の端部 1 6 4 から第 2 の方向に垂直方向外側に延在する。第 3 の壁 1 2 2 は、図 6 に示すように第 1 の壁 1 1 8 に対して角度をつけて配向するか、又はそれに対して垂直に配向することができる。図 4 及び 6 に示す実施形態では、クランプ 1 0 6 (b) はまた、第 2 の壁 1 2 0 から横方向外側に延在する第 4 の壁 1 2 4 を含む。この点において、第 4 の壁 1 2 4 は、第 1 の壁 1 1 8 と長手方向に位置合わせされ、第 1 の壁 1 1 8 から垂直方向に離間される。したがって、第 4 の壁 1 2 4 は、第 1 の壁 1 1 8 に平行である。しかし、いくつかの実施形態は、第 4 の壁 1 2 4 を含まなくてもよい。

【0038】

クランプ 1 0 4 (c) は、第 1 の端部 1 6 6 と、第 2 の端部 1 6 8 とを有する第 1 の壁 1 2 6 を含む。第 1 の壁 1 2 6 は、長手方向 L 及び横方向 T によって画成された平面に配置される。第 2 の壁 1 2 8 は、第 1 の壁 1 2 6 の第 1 の端部 1 6 6 から第 1 の方向に垂直方向外側に延在する。第 2 の壁 1 2 8 は、図 6 に示すように第 1 の壁 1 2 6 に対して垂直に配向するか、又はそれに対して角度をつけて配向することができる。第 3 の壁 1 3 0 は、第 1 の壁 1 2 6 の第 2 の端部 1 6 8 から第 2 の方向に垂直方向外側に延在する。第 3 の壁 1 3 0 は、図 6 に示すように第 1 の壁 1 2 6 に対して角度をつけて配向するか、又はそれに対して垂直に配向することができる。図 4 及び 6 に示す実施形態では、クランプ 1 0 4 (c) はまた、第 2 の壁 1 2 8 から横方向外側に延在する第 4 の壁 1 3 2 を含む。この点において、第 4 の壁 1 3 2 は、第 1 の壁 1 2 6 と長手方向に位置合わせされ、第 1 の壁 1 2 6 から垂直方向に離間される。したがって、第 4 の壁 1 3 2 は、第 1 の壁 1 2 6 に平行である。しかし、いくつかの実施形態は、第 4 の壁 1 3 2 を含まなくてもよい。

【0039】

クランプ 1 0 4 (c) の第 2 の壁 1 2 8 は、クランプ 1 0 4 (c) をキー 1 0 2 に固定するためのピン 1 4 8 を収容するクランプ開口 1 3 8 を画成する。上述したように、クランプ 1 0 4 (c) は、図 4 及び 6 に示す実施形態ではクランプ開口 1 3 8 を画成する、第 1 又は第 2 の複数のクランプ 1 0 4、1 0 6 の唯一のものである。しかし、第 1 及び／又は第 2 の複数のクランプ 1 0 4、1 0 6 の他のクランプは、他の実施形態では追加のクランプ開口を画成することができる。

【0040】

クランプ 1 0 4 (c)、1 0 6 (b) は、図 6 に示すように 1 以上の面取り部 1 4 0 を含むことができる。例えば、面取り部 1 4 0 は、第 1 の壁 1 1 8、1 2 6 と第 2 の壁 1 2 0、1 2 8 との間、第 1 の壁 1 1 8、1 2 6 と第 3 の壁 1 2 2、1 3 0 との間、及び／又は第 2 の壁 1 2 0、1 2 8 と第 4 の壁 1 2 4、1 3 2 との間に配置することができる。さらに、第 1 及び／又は第 2 の複数のクランプ 1 0 4、1 0 6 のクランプのいずれかは、1 以上の面取り部 1 4 0 を含むことができる。

【0041】

図 4 及び 6 に示すように、第 1 の複数のクランプ 1 0 4 の各々は、第 2 の複数のクランプ 1 0 6 の 1 つ分だけ長手方向に離間される。図 4 に示す実施形態では、例えば、クランプ 1 0 6 (a) は、クランプ 1 0 4 (a) とクランプ 1 0 4 (b) との間に長手方向に配置される。同様に、クランプ 1 0 6 (b) は、クランプ 1 0 4 (b) とクランプ 1 0 4 (c) との間に長手方向に配置される。この点において、各隣接する対の第 1 の複数のクランプ 1 0 4 の第 1 の壁 1 2 6 は、第 2 の複数のクランプ 1 0 6 の 1 つの第 1 の壁 1 1 8 分だけ長手方向に離間される。

【0042】

第 1 の複数のクランプ 1 0 4 の各々の第 2 の壁 1 2 8 は、図 4 及び 6 に示すように第 2 の複数のクランプ 1 0 6 の各々の第 2 の壁 1 2 0 から横方向に離間される。より具体的には、第 1 の複数のクランプ 1 0 4 の第 2 の壁 1 2 8 は、シャフト 1 1 2 の一方の横側に近接して配置され、第 2 の複数のクランプ 1 0 6 の第 2 の壁 1 2 0 は、シャフト 1 1 2 の他方の横側に近接して配置される。この点において、第 1 及び第 2 の複数のクランプ 1 0 4

、106の第2の壁120、128は、横方向長さ136（図7）を有しシャフト112を収容する第1のスロット134（図6）を画成する。いくつかの実施形態では、シャフト112の横方向長さ150は、第1のスロット134の横方向長さ136よりも長く、それによりシャフト112と第1及び第2の複数のクランプ104、106の圧入関係が形成される。シャフトが1以上のカム114を含む場合、1以上のカム114の各々は、第1及び第2の複数のクランプ104、106の第2の壁120、128と長手方向に位置合わせされ、接触することができる。第1のスロット134の断面形状は、概してシャフト112の断面形状に対応するはずである。さらに、第1及び／又は第2の複数のクランプ104、106がそれぞれの第4の壁124、132を含む場合、第4の壁124、132は、図6に示す実施形態では第2の壁120、128の間に横方向に配置される。

10

【0043】

図4及び6に示すように、第1の複数のクランプ104の各々の第3の壁130は、第2の複数のクランプ106の各々の第3の壁122から横方向に離間される。より具体的には、第1の複数のクランプ104の第3の壁130は、シャフト112の一方の横側に近接して配置され、第2の複数のクランプ106の第3の壁122は、シャフト112の他方の横側に近接して配置される。この点において、第1の複数のクランプ104の第2の壁128は、第2の複数のクランプ106の第3の壁122と同じシャフト112の横側に近接して配置される。同様に、第1の複数のクランプ104の第3の壁130は、第2の複数のクランプ106の第2の壁120と同じシャフト112の横側に近接して配置される。

20

【0044】

次に図6及び7を参照すると、第1及び第2の複数のクランプ104、106の第2の壁120、128は、横方向長さ152を有する第2のスロット108を画成する。第2のスロット108は、第1のタービンノズル92（a）に配置された第1のボス154及び第2のタービンノズル92（b）に配置された第2のボス156を収容する。この点において、第2のスロット108の断面形状は、共に接合されると概して第1及び第2のボス154、156の断面形状に対応するはずである。図7に示す実施形態では、例えば、第1及び第2のボス154、156は、集合的にダブテール158を形成する。この点において、第1及び第2の複数のクランプ104、106の第3の壁122、130は、互いに向かって横方向Tに角度をつけて内側に延在し、ダブテール158に対応する（すなわち、ダブテール158と相補的な断面を形成する）。すなわち、第1の複数のクランプ104の第3の壁122は、第2の複数のクランプ106の第3の壁130に向かって角度をつけて延在し、第2の複数のクランプ106の第3の壁130は、第1の複数のクランプ104の第3の壁122に向かって角度をつけて延在し、ダブテール接続を形成する。本実施形態では、第2のスロット108の横方向長さは、垂直方向Vにおいて変化する。したがって、本明細書で使用される横方向長さ152は、第2のスロット108の最も短い横方向長さを意味する。他の実施形態では、第1及び第2のボス154、156は、同様に他の形状を集合的に形成していてもよい（例えば、矩形、半球形、円形など）。この点において、第3の壁122、130は、第2のスロット108が第1及び第2のボス154、156を収容するための対応する形状を有するように、対応する第1の壁118、126から外側に延在する。例えば、第1及び第2のボス154、156が円形形状を形成する場合、第2のスロット108は、円形形状を有する。

30

40

【0045】

簡単に上述したように、クランプアセンブリ100は、第1及び第2のタービンノズル92（a）、92（b）を結合する。より具体的には、キー102のシャフト112は、第1及び第2の複数のクランプ104の第2の壁120、128に横方向外側への力を加える。これにより、次に第1及び第2の複数のクランプ104、106の第3の壁122、130が、第1及び第2のボス154、156に横方向内側への力を加えるようになる。この横方向内側への力は、第1及び第2のボス154、156を共にクランプし、それにより第1及び第2のタービンノズル92（a）、92（b）が結合する。

50

【0046】

フランジ110及びピン148は、第1及び第2の複数のクランプ104、106の長手方向外側への移動を集合的に防止する。クランプアセンブリの温度が上昇すると、クランプ104(a)、104(b)、104(c)、106(a)、106(b)は、長手方向に離れて移動する傾向がある。この点において、フランジ110は、クランプ104(a)がそこから長手方向外側の位置に移動することを防止する。同様に、ピン148は、クランプ104(c)が長手方向外側に移動することを同じく防止する。具体的には、クランプ開口138は、シャフト開口146と長手方向に位置合わせされ、シャフト開口146及びクランプ開口138へのピン148の位置決めを可能にする。したがって、フランジ110及びピン148は、第1及び第2の複数のクランプ104、106が長手方向Lにおいてシャフト112から外れるのを防止する。

10

【0047】

キー102、第1の複数のクランプ104、及び第2の複数のクランプ106は、好ましくは、適切な金属材料から形成される。一実施形態では、キー102は、第1の材料から構成され、第1及び第2の複数のクランプ104、106は、第2の材料から構成される。第1の材料は、第2の材料より大きい熱膨張率を有する。したがって、キー102が第1及び第2の複数のクランプ104、106より速い速度で熱膨張することで、温度が上昇するとクランプアセンブリ100によって第1及び第2のタービンノズル92(a)、92(b)に加えられるクランプ力を増加させる。すなわち、シャフト112の横側は、第2の壁120、128より速く横方向外側に膨張する。これにより、次に第3の壁122、130が第1及び第2のボス154、156に対して横方向内側に押しつけられることで、クランプ力が増加する。したがって、温度が上昇するにつれて第2のスロット108の横方向長さ152は短くなる。本実施形態では、第1の材料は、H A S T E L L O Y (登録商標) X合金とすることができ、第2の材料は、R e n e (登録商標) 41合金とすることができる。代替の実施形態では、温度が上昇しても一定のクランプ力を維持するために、キー102、第1の複数のクランプ104、及び第2の複数のクランプ106は、同じ材料から構成されてもよい。これらの実施形態では、温度が上昇しても第2のスロット108の横方向長さ152は同じままである。

20

【0048】

クランプアセンブリ100は、列52の隣接するタービンノズル54を結合することの関連において上で説明しているが、クランプアセンブリ100は、HPタービン28又はLPタービン30のあらゆる列のタービンノズルを結合する。さらに、クランプアセンブリ100は、LP圧縮機22又はHP圧縮機24の隣接する圧縮機ノズルを結合することができる。実際には、クランプアセンブリ100は、ターボファン10の任意の2つの隣接する構成要素を結合するために使用することができる。

30

【0049】

図8は、第1のタービンノズル54(a)及び第2のタービンノズル54(b)、又は第2のタービンノズル54(b)及び第3のタービンノズル54(c)などの2つの隣接する構成要素を結合する方法(300)の一実施形態を示すフローチャートである。しかし、方法(300)は、任意の適切な隣接する構成要素を結合するために使用することができる。

40

【0050】

ステップ(302)では、第1の複数のクランプ104は、第2の複数のクランプ106に対して配置される。上で詳細に説明したように、第1及び第2の複数のクランプ104、106の各々は、対応する第1の壁118、126を含む。対応する第2の壁120、128は、第1の壁118、126から第1の方向に外側に延在する。対応する第3の壁122、130は、第1の壁118、126から第2の方向に外側に延在する。具体的には、各隣接する対の第1の複数のクランプ104の第1の壁118の各々は、第2の複数のクランプ106の1つ分だけ長手方向に離間される。

【0051】

50

ステップ（３０４）では、２つの隣接する構成要素の少なくとも一部は、第１及び第２の複数のクランプ１０４、１０６の第１の壁１１８、１２６及び第３の壁１２２、１３０によって集合的に画成された第２のスロット１０８に配置される。いくつかの実施形態では、第１のタービンノズル５４（ａ）の第１のボス１５４及び第２のタービンノズル５４（ｂ）の第２のボス１５６を、第２のスロット１０８に配置することができる。さらに、この接続は、上で詳細に説明したダブルテール接続とすることができる。代替の実施形態では、第１のタービンノズル５４（ａ）及び第２のタービンノズル５４（ｂ）の違う部分を、第２のスロット１０８に配置することができる。さらに、任意の２つの適切な隣接する構成要素の任意の部分、又は２つの適切な隣接する構成要素の全体を、第２のスロット１０８に配置することができる。

10

【００５２】

キー１０２のシャフト１１２は、ステップ（３０６）において第１及び第２の複数のクランプ１０４、１０６の第１の壁１１８、１２６及び第２の壁１２０、１２８によって集合的に画成された第１のスロット１３４内に挿入される。シャフト１１２は、クランプ開口１３８及びシャフト開口１４６が長手方向に位置合わせされるまで、第１のスロット１３４内に挿入することができる。上述したように、シャフト１１２の横方向長さ１５０は、いくつかの実施形態では第１のスロット１３４の横方向長さ１３６より長くてもよい。それにより、シャフト１１２と第１及び第２の複数のクランプ１０４、１０６の圧入関係を形成することができる。ステップ（３０８）では、ピン１４８は、クランプ開口１３８及びシャフト開口１４６内に挿入される。

20

【００５３】

本明細書は、本発明を開示するために実施例を用いており、最良の形態を含んでいる。また、いかなる当業者も本発明を実施することができるように実施例を用いており、任意のデバイス又はシステムを製作し使用し、任意の組み込まれた方法を実行することを含んでいる。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到する他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、特許請求の範囲の文言との差がない構造要素を含む場合、又は特許請求の範囲の文言との実質的な差がない等価の構造要素を含む場合、特許請求の範囲内にある。

〔実施態様１〕

隣接する構成要素（５４（ａ）、５４（ｂ）、５４（ｃ））を結合するためのクランプアセンブリ（１００）であって、

30

シャフト（１１２）と、

第１の複数のクランプ（１０４）と、

第２の複数のクランプ（１０６）とを含み、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の各々は、

第１の壁（１１８、１２６）と、

第１の壁（１１８、１２６）から第１の方向に外側に延在する第２の壁（１２０、１２８）と、

第１の壁（１１８、１２６）から第２の方向に外側に延在する第３の壁（１２２、１３０）とを含み、

40

各隣接する対の第１の複数のクランプ（１０４）の第１の壁（１２６）の各々は、第２の複数のクランプ（１０６）の１つ分だけ長手方向に離間され、

第１の複数のクランプ（１０４）の第２の壁（１２８）は、第２の複数のクランプ（１０６）の第２の壁（１２０）から横方向に離間され、

第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の第１の壁（１１８、１２６）及び第２の壁（１２０、１２８）は、シャフト（１１２）を収容する第１のスロット（１３４）を集合的に画成し、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の第１の壁（１１８、１２６）及び第３の壁（１２２、１３０）は、隣接する構成要素（５４（ａ）、５４（ｂ）、５４（ｃ））を収容するための第２のスロット（１０８）を集合的に画成する、クランプアセンブリ（１００）。

50

[実施態様 2]

シャフト (112) が、矩形断面を有する実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

[実施態様 3]

シャフト (112) が、1 以上のカム (114) を含む実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

[実施態様 4]

シャフト (112) が、第 1 の端部 (142) と、第 2 の端部 (144) とを含み、第 1 の端部 (142) が、フランジ (110) を含み、第 2 の端部 (144) が、ピン (148) を収容するためのシャフト開口 (146) を画成する実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

10

[実施態様 5]

第 1 の複数のクランプ (104) の 1 つ又は第 2 の複数のクランプ (106) の 1 つが、クランプ開口 (138) を画成し、クランプ開口 (138) が、シャフト開口 (146) と長手方向に位置合わせされ、シャフト開口 (146) 及びクランプ開口 (138) へのピン (148) の位置決めを可能にする実施態様 4 に記載のクランプアセンブリ (100)。

[実施態様 6]

第 1 の複数のクランプ (104) の各々及び第 2 の複数のクランプ (106) の各々が、第 2 の壁 (120, 128) から外側に延在する第 4 の壁 (124, 132) を含み、第 4 の壁 (124, 132) が、第 1 の壁 (118, 126) に平行である実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

20

[実施態様 7]

第 1 の複数のクランプ (104) の第 3 の壁 (122) が、第 2 の複数のクランプ (106) の第 3 の壁 (130) に向かって角度をつけて延在し、第 2 の複数のクランプ (106) の第 3 の壁 (130) が、第 1 の複数のクランプ (104) の第 3 の壁 (122) に向かって角度をつけて延在し、隣接する構成要素 (54 (a), 54 (b), 54 (c)) と共にダブルテール接続を形成する実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

[実施態様 8]

シャフト (112) の横方向長さ (150) が、第 1 のスロット (134) の横方向長さ (136) よりも長い実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

30

[実施態様 9]

シャフト (112) が、第 1 の材料から形成され、第 1 の複数のクランプ (104) 及び第 2 の複数のクランプ (106) が、第 2 の材料から形成され、第 1 の材料が、第 2 の材料より大きい熱膨張率を有する実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

[実施態様 10]

第 1 の材料及び第 2 の材料が、金属である実施態様 9 に記載のクランプアセンブリ (100)。

[実施態様 11]

隣接する構成要素 (54 (a), 54 (b), 54 (c)) が、CMC から形成される実施態様 1 に記載のクランプアセンブリ (100)。

40

[実施態様 12]

圧縮機 (22, 24) と、
燃焼セクション (26) と、
タービン (28, 30) と、
第 1 の構成要素 (54 (a), 54 (b), 54 (c)) と、
第 1 の構成要素 (54 (a), 54 (b), 54 (c)) に隣接して配置された第 2 の構成要素 (54 (a), 54 (b), 54 (c)) と、
クランプアセンブリ (100) であって、

50

シャフト（１１２）と、
第１の複数のクランプ（１０４）と、
第２の複数のクランプ（１０６）とを含み、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の各々は、
第１の壁（１１８，１２６）と、
第１の壁（１１８，１２６）から第１の方向に外側に延在する第２の壁（１２０，１２８）と、
第１の壁（１１８，１２６）から第２の方向に外側に延在する第３の壁（１２２，１３０）とを含むクランプアセンブリ（１００）とを含み、
各隣接する対の第１の複数のクランプ（１０４）の第１の壁（１２６）の各々は、第２の複数のクランプ（１０６）の１つ分だけ長手方向に離間され、
第１の複数のクランプ（１０４）の第２の壁（１２８）は、第２の複数のクランプ（１０６）の第２の壁（１２０）から横方向に離間され、
シャフト（１１２）は、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の第１の壁（１１８，１２６）及び第２の壁（１２０，１２８）によって集合的に画成された第１のスロット（１３４）に配置され、第１の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））及び第２の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））は、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）の第１の壁（１１８，１２６）及び第３の壁（１２２，１３０）によって集合的に画成された第２のスロット（１０８）に配置される、ガスタービン（１０）。 10

[実施態様１３]

第１の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））及び第２の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））が、ＣＭＣから形成され、シャフト（１１２）、第１の複数のクランプ（１０４）、及び第２の複数のクランプ（１０６）が、金属から形成される実施態様１２に記載のガスタービン（１０）。 20

[実施態様１４]

第１の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））が、第１のノズルセクションであり、第２の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））が、第１のノズルセクションに隣接する第２のノズルセクションである実施態様１３に記載のガスタービン（１０）。 30

[実施態様１５]

第１の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））が、第１のボス（１５４）を含み、第２の構成要素（５４（ａ），５４（ｂ），５４（ｃ））が、第２のボス（１５６）を含み、第１のボス（１５４）及び第２のボス（１５６）が、集合的にダブテール（１５８）を形成する実施態様１２に記載のガスタービン（１０）。 40

[実施態様１６]

第２のスロット（１０８）が、ダブテール（１５８）と相補的な断面形状を有する実施態様１５に記載のガスタービン（１０）。 50

[実施態様１７]

第１の複数のクランプ（１０４）の各々及び第２の複数のクランプ（１０６）の各々が、第２の壁（１２０，１２８）から外側に延在する第４の壁（１２４，１３２）を含み、第４の壁（１２４，１３２）が、第１の壁（１１８，１２６）に平行である実施態様１２に記載のガスタービン（１０）。 40

[実施態様１８]

シャフト（１１２）が、第１の材料から形成され、第１の複数のクランプ（１０４）及び第２の複数のクランプ（１０６）が、第２の材料から形成され、第１の材料が、第２の材料より大きい熱膨張率を実施態様１２に記載のガスタービン（１０）。 50

[実施態様１９]

シャフト（１１２）、第１の複数のクランプ（１０４）、及び第２の複数のクランプ（１０６）が、同じ材料から形成される実施態様１２に記載のガスタービン（１０）。 50

[実施態様 20]

第1の複数のクランプ(104)を第2の複数のクランプ(106)に対して配置すること(302)であって、第1の複数のクランプ(104)及び第2の複数のクランプ(106)の各々は、第1の壁(118, 126)と、第1の壁(118, 126)から外側に延在する第2の壁(120, 128)とを含み、各隣接する対の第1の複数のクランプ(104)の第1の壁(126)の各々は、第2の複数のクランプ(106)の1つ分だけ長手方向に離間される配置すること(302)と、

第1の複数のクランプ(104)及び第2の複数のクランプ(106)の第1の壁(118, 126)及び第2の壁(120, 128)によって集合的に画成された第1のスロット(134)内にシャフト(112)を挿入すること(306)とを含む、2つの隣接する構成要素(54(a), 54(b), 54(c))を結合する方法(300)。

10

【符号の説明】

【0054】

10 ターボファンジェットエンジン、ターボファン、高バイパスターボファン式ガスタービンエンジン

12 長手方向又は軸方向中心軸線

14 コア／ガスタービンエンジン

16 ファンセクション

18 外側ケーシング

20 入口

20

22 低圧圧縮機

24 高圧圧縮機

26 燃焼セクション

28 高圧タービン

30 低圧タービン

32 ジェット排気ノズルセクション

34 高圧シャフト／スプール

36 低圧シャフト／スプール

38 ファンスプール／シャフト

40 ファンブレード

30

42 ファンケーシング又はナセル

44 出口ガイドベーン

46 下流セクション

48 バイパス気流通路、バイパス流路

50 第1の段

52 列

54 タービンノズル

56 列

58 タービンロータブレード

60 第2の段

40

62 列

64 タービンノズル

66 列

68 タービンロータブレード

70 高温ガス経路

72 タービンシュラウドアセンブリ

72(a) 第1のタービンシュラウドアセンブリ

72(b) 第2のタービンシュラウドアセンブリ

74(a) シュラウドシール、タービンシュラウド

74(b) シュラウドシール、タービンシュラウド

50

7 6	ブレード先端	
7 8	ブレード先端	
8 0	シール面、高温側面	
8 2	ケーシング	
8 4	未使用	
8 6	第 3 の段	
8 8	列	
9 0	タービンノズル	
9 2	半径方向外側バンド、タービンノズル	
9 4	半径方向内側バンド	10
9 6	翼形部、外側バンド、内側バンド	
9 8	内部キャビティ	
1 0 0	クランプアセンブリ	
1 0 2	キー	
1 0 4	第 1 の複数のクランプ	
1 0 6	第 2 の複数のクランプ	
1 0 8	第 2 のスロット	
1 1 0	フランジ	
1 1 2	シャフト	
1 1 4	カム	20
1 1 6	カムの間の谷、ノッチ	
1 1 8	第 1 の壁	
1 2 0	第 2 の壁	
1 2 2	第 3 の壁	
1 2 4	第 4 の壁	
1 2 6	第 1 の壁	
1 2 8	第 2 の壁	
1 3 0	第 3 の壁	
1 3 2	第 4 の壁	
1 3 4	第 1 のスロット	30
1 3 6	第 1 のスロットの横方向長さ	
1 3 8	クランプ開口	
1 4 0	面取り部	
1 4 2	シャフトの第 1 の端部	
1 4 4	シャフトの第 2 の端部	
1 4 6	シャフト開口	
1 4 8	ピン	
1 5 0	シャフトの横方向長さ	
1 5 2	第 2 のスロットの横方向長さ	
1 5 4	第 1 のボス	40
1 5 6	第 2 のボス	
1 5 8	ダブテール	
1 6 0	フランジの横方向長さ	
1 6 2	第 1 の端部	
1 6 4	第 2 の端部	
1 6 6	第 1 の端部	
1 6 8	第 2 の端部	
1 7 0－1 9 9	未使用	
2 0 0	空気	
2 0 2	入口部	50

- 204 空気の第1の部分
- 206 空気の第2の部分
- 208 圧縮空気
- 210 燃焼ガス
- 212 LPタービンノズル
- 214 LPタービンロータブレード
- 300 方法
- 302 クランプを配置する
- 304 隣接する構成要素を配置する
- 306 シャフトを挿入する
- 308 ピンを挿入する

【図 1】

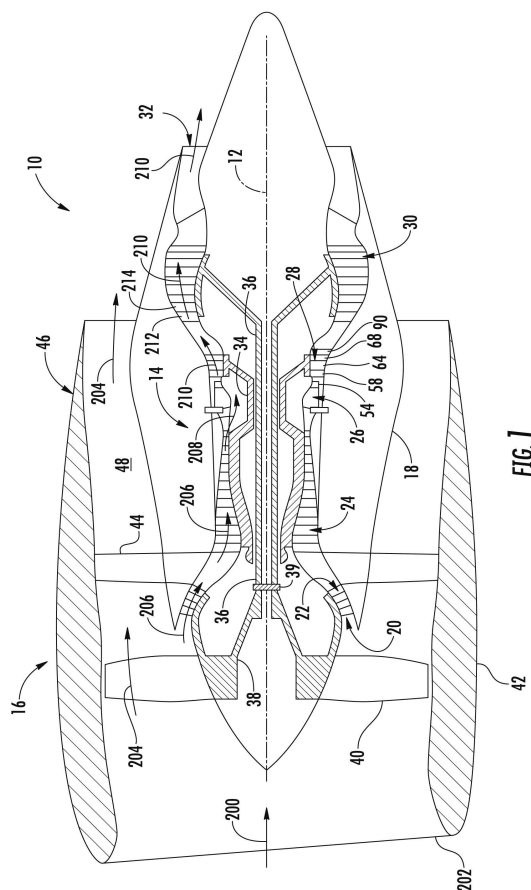


FIG. 1

【図 2】

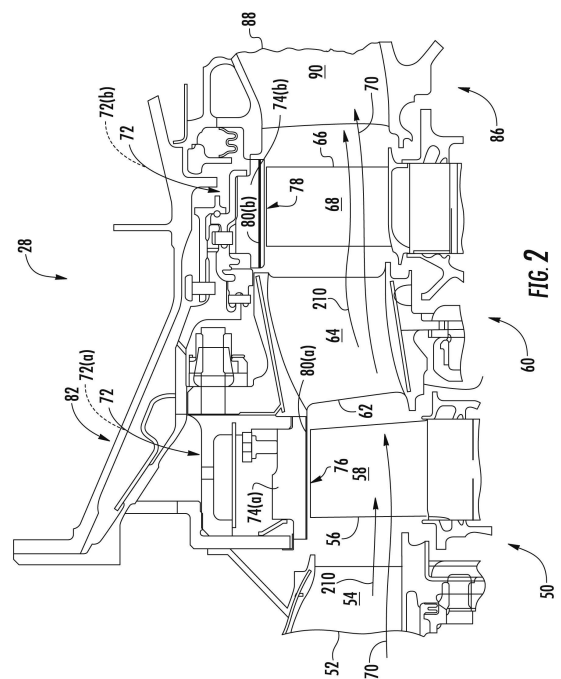
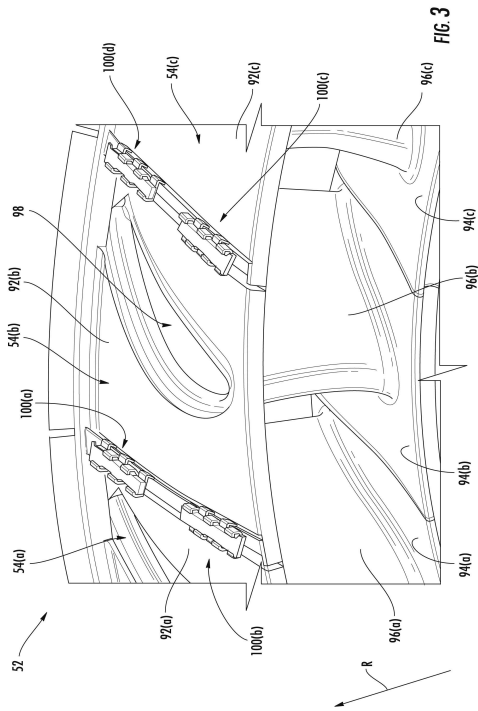
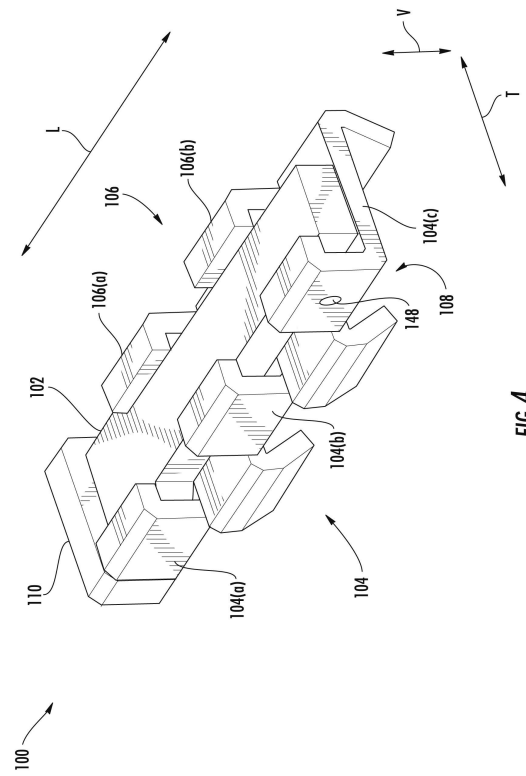


FIG. 2

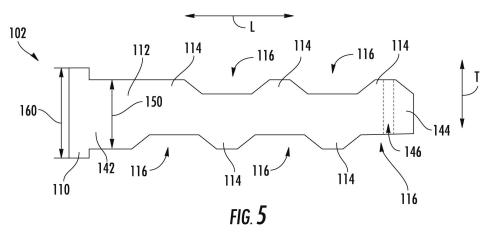
【図 3】



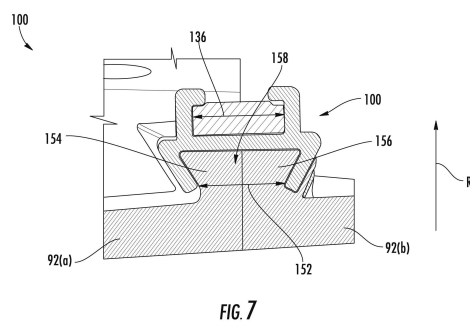
【図 4】



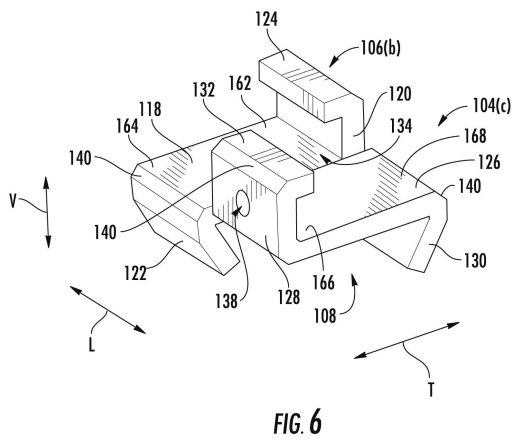
【図 5】



【図 7】



【図 6】



【図 8】

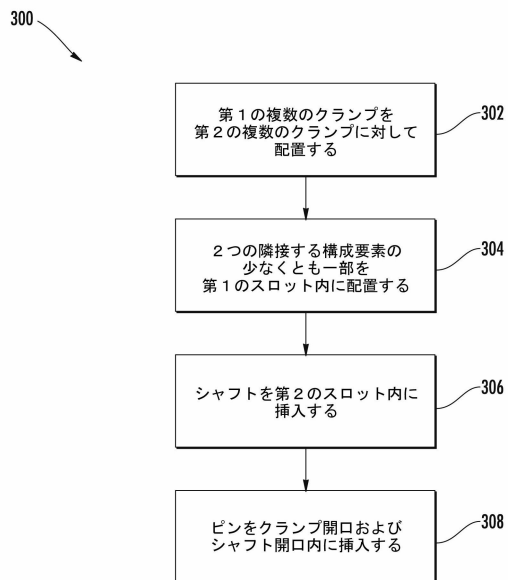


FIG. 8

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
F 0 1 D	9/02	(2006.01)	F 0 1 D	9/02	1 0 4
F 1 6 B	5/10	(2006.01)	F 1 6 B	5/10	C

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(74)代理人 100113974

弁理士 田中 拓人

(72)発明者 ブラッドフォード・アラン・トレイシー

アメリカ合衆国、オハイオ州・4 5 2 1 5-1 9 8 8、イーブンデール、ワン・ノイマン・ウェイ

(72)発明者 トーマス・リピンスキ

アメリカ合衆国、オハイオ州・4 5 2 1 5-1 9 8 8、イーブンデール、ワン・ノイマン・ウェイ

(72)発明者 ドナルド・ジョージ・ラシャペル

アメリカ合衆国、オハイオ州・4 5 2 1 5、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

(72)発明者 マイケル・ムリッシュ

アメリカ合衆国、オハイオ州・4 5 2 1 5-1 9 8 8、イーブンデール、ワン・ノイマン・ウェイ

審査官 谷口 耕之助

(56)参考文献 実公昭5 1-0 3 3 0 5 4 (J P, Y 1)

実開昭6 4-0 2 7 3 7 8 (J P, U)

米国特許出願公開第2 0 1 6/0 3 1 9 6 8 8 (U S, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

F 1 6 B 5/0 6

F 0 1 D 9/0 2

F 0 1 D 9/0 4

F 0 1 D 2 5/0 0

F 0 1 D 2 5/2 8

F 0 2 C 7/0 0

F 1 6 B 5/1 0