

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-141830

(P2017-141830A)

(43) 公開日 平成29年8月17日(2017.8.17)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
<b>FO1D</b>	<b>5/14</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	5/14	3G202
<b>FO1D</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	9/02	101
<b>FO4D</b>	<b>29/38</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4D	29/38	E
					3H130

審査請求 有 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-20010 (P2017-20010)  
 (22) 出願日 平成29年2月7日 (2017.2.7)  
 (31) 優先権主張番号 15/042, 635  
 (32) 優先日 平成28年2月12日 (2016.2.12)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
 45、スケネクタディ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 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

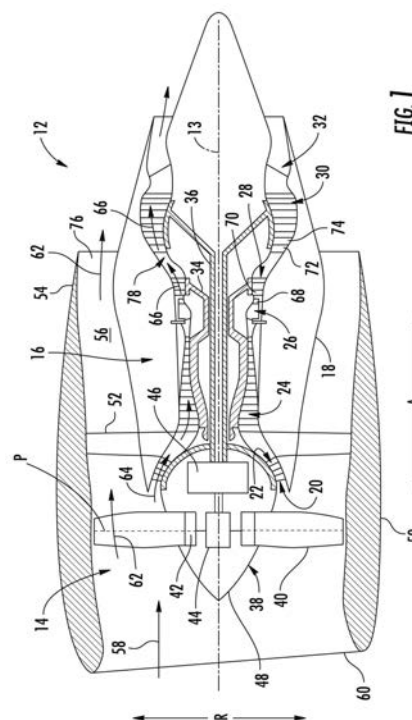
(54) 【発明の名称】 ターボ機械の流路表面用のリブレット

(57) 【要約】

【課題】ターボ機械用の流路表面用のリブレットを提供すること。

【解決手段】ターボ機械用の構成要素段は、構成要素セクションを含む。構成要素セクションは、構成要素段がターボ機械内に設置されたとき、ターボ機械によって画定されるコア空気流路(37)に少なくとも部分的に露出される流路表面を含む。構成要素は、さらに、順次配置された複数のリブレット(128)を流路表面上に含み、順次配置された複数のリブレット(128)は、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定することによってターボ機械内の流路表面の予想される場所に合わせてカスタマイズされる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

コア空気流路(37)を画定する、ターボ機械用の構成要素段であって、

流路表面を備える構成要素セクションを備え、前記流路表面が、前記コア空気流路(37)に少なくとも部分的に露出され、さらに順次配置された複数のリブレット(128)を前記流路表面上に含み、順次配置された前記複数のリブレット(128)が、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する、構成要素段。

**【請求項 2】**

前記複数のリブレット(128)の各々が、全体的に第1の方向に延び、前記複数のリブレット(128)の各々は、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を前記第1の方向に沿って画定する、請求項1記載の構成要素段。

10

**【請求項 3】**

前記複数のリブレット(128)が、全体的に第1の方向に延び、前記複数のリブレット(128)は、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を、前記第1の方向に対して垂直な方向に画定する、請求項1記載の構成要素段。

**【請求項 4】**

前記構成要素セクションが、ノズル(100)またはロータブレード(114)の少なくとも1つを備え、前記構成要素セクションの前記流路表面が、前記ノズル(100)または前記ロータブレード(114)の表面を含む、請求項1記載の構成要素段。

**【請求項 5】**

前記複数のリブレット(128)の各々が、前記流路表面に対する高さ(136)と、幅(138)とを規定し、前記複数のリブレット(128)の前記高さ(136)または幅(138)の少なくとも1つが、前記ノズル(100)またはロータブレード(114)のスパン方向の高さ(H)の関数として変動する、請求項1記載の構成要素段。

20

**【請求項 6】**

前記構成要素セクションが、ベース幾何形状を備え、前記ベース幾何形状は、前記流路表面を含み、前記ベース幾何形状は、鑄造によって形成され、前記複数のリブレット(128)が、積層造形プロセスを用いて前記流路表面に付加される、請求項1記載の構成要素段。

**【請求項 7】**

前記複数のリブレット(128)が、非線形方向に延びる、請求項1記載の構成要素段。

30

**【請求項 8】**

ターボ機械の圧縮機セクションまたはタービンセクション用の構成要素段の構成要素セクションを形成する方法であって、前記ターボ機械が、コア空気流路を画定し、

前記構成要素セクションのベース幾何形状を形成することであって、前記ベース幾何形状は、前記コア空気流路に少なくとも部分的に露出される流路表面を備える、形成することと、

積層造形プロセスを用いて、複数のリブレットを前記構成要素セクションの前記ベース幾何形状の前記流路表面上に形成することであって、前記複数のリブレットは、順次配置され、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する、形成することを含む、方法。

40

**【請求項 9】**

前記構成要素セクションの前記ベース幾何形状を形成することが、鑄造によって前記構成要素セクションの前記ベース幾何形状を形成することを含む、請求項8記載の方法。

**【請求項 10】**

コーティングの1つまたは複数の層を、前記ベース幾何形状の前記流路表面および前記ベース幾何形状の前記流路表面上に形成された前記複数のリブレットに施与することをさらに含む、請求項8記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

50

## 【0001】

本主題は、一般に、複数のリブレットを含むターボ機械の流路表面に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ガスタービンエンジンは、一般に、互いに流れ連通して配置されたファンおよびコアを含む。さらに、ガスタービンエンジン一般のコアは、直列の流れ順に、圧縮機セクション、燃焼セクション、タービンセクションおよび排気セクションを含む。作動時には、空気が、ファンから圧縮機セクションの入り口に供給され、ここで、1つまたは複数の軸方向の圧縮機が、空気が燃焼セクションに到達するまでこれを漸進的に圧縮する。燃料が、圧縮された空気と混合され、燃焼セクション内で燃焼されて燃焼ガスをもたらす。燃焼ガスは、燃焼セクションからタービンセクションまで送られる。タービンセクションを通る燃焼ガスの流れは、タービンセクションを駆動し、次いで、排気セクションを通過して、たとえば大気へ送られる。

10

## 【0003】

タービンセクションは、通常、タービンノズルおよびタービンロータブレードの順次配置された複数の段を含む。タービンノズルのさまざまな段内のタービンノズルの各々およびタービンロータブレードのさまざまな段内のタービンロータブレードの各々は、1つまたは複数の流路表面を含む。たとえば、これらの流路表面の特定の熱負荷を低減するために、リブレット（すなわち小さいリブまたはフィン）が、流路表面内に組み込まれ得る。リブレットを流路表面内に組み込むことに関連付けられた複雑性を前提にして、順次的なリブレットの各々は、従来的には、均一な幾何形状および間隔を画定している。

20

## 【0004】

しかし、たとえばタービンセクション内の種々の流路表面は、種々の空気流状態にさらされる。本開示の発明者は、種々の空気流状態が均一なリブレットに対して異なって反応することを見出している。たとえば、リブレットは、第1の流路表面における空気流状態の場合では有益になり得るが、第2の流路表面における空気流状態の場合では、実際には有害効果をもたらすことがある。

## 【0005】

したがって、本開示の発明者は、複数のリブレットを、流路表面が中に位置付けられるガスタービンエンジン内の特有の場所に合わせてカスタマイズすることが有益になり得ることを発見した。より詳細には、ガスタービンエンジン内の特有の場所に合わせてカスタマイズされた複数のリブレットを有する、ガスタービンエンジン用の流路表面が、特に有益である。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】米国特許出願公開第2015/0003995号公報

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

40

本発明の態様および利点は、以下の説明において部分的に記載され、またはこの説明から明白になることができ、または本発明の実施を通して習得されてよい。

## 【0008】

本開示の1つの例示的な実施形態では、コア空気流路を画定するターボ機械用の構成要素段が、提供される。構成要素段は、構成要素セクションを含む。構成要素セクションは、コア空気流路に少なくとも部分的に露出される流路表面を含み、流路表面は、さらに順次配置された複数のリブレットを流路表面上に備える。順次配置された複数のリブレットは、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する。

## 【0009】

本開示の別の例示的な実施形態では、ターボ機械が提供される。ガスタービンエンジン

50

は、直列の流れ順に、またコア空気流路を少なくとも部分的に画定する、圧縮機セクションおよびタービンセクションを含む。圧縮機セクションまたはタービンセクションの1つは、構成要素段を含む。構成要素段は、構成要素セクションを含む。構成要素セクションは、コア空気流路に少なくとも部分的にさらされる流路表面を含み、流路表面は、さらに順次配置された複数のリブレットを流路表面上に含む。順次配置された複数のリブレットは、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する。

【0010】

本開示の例示的な態様では、ターボ機械の圧縮機セクションまたはタービンセクションのための構成要素段の構成要素セクションを形成する方法が、提供される。ターボ機械は、コア空気流路を画定する。方法は、構成要素セクションのベース幾何形状を形成することを含む。ベース幾何形状は、コア空気流路に少なくとも部分的に露出される流路表面を含む。方法はまた、積層造形プロセスを用いて複数のリブレットを構成要素セクションのベース幾何形状の流路表面上に形成することによって、複数のリブレットは順次配置される、形成することと、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定することを含む。

10

【0011】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様、および利点は、以下の説明および添付の特許請求の範囲を参照してより良好に理解されるであろう。中に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示し、説明と相まって、本発明の原理を説明する役割を果たす。

20

【0012】

最良の形態を含む、本発明の完全なおよび実施可能な開示は、当業者を対象とし、付属の図に参照をなして本明細書において記載される。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本主題のさまざまな実施形態による、例示的なガスタービンエンジンの概略断面図である。

【図2】図1の例示的なガスタービンエンジンの燃焼セクションおよびタービンセクションの拡大側面図である。

【図3】本開示の例示的な実施形態による、タービンロータブレードの斜視図であり、タービンロータブレードセクションは、図1の例示的なガスタービンエンジンのタービンセクションのタービンロータブレード段に合わせて構成される。

30

【図4】本開示の例示的な実施形態による、流路表面上の複数のリブレットの拡大平面図である。

【図5】図4の線5-5に沿って切り取られた、図4の流路表面上の例示的な複数のリブレットの断面図である。

【図6】本開示の別の例示的な実施形態による、流路表面上の複数のリブレットの断面図である。

【図7】本開示のさらに別の例示的な実施形態による、流路表面上の複数のリブレットの断面図である。

40

【図8】本開示のさらに別の例示的な実施形態による、流路表面上の複数のリブレットの拡大平面図である。

【図9】図8の線L-Lに沿って切り取られた、図8の複数のリブレットの一リブレットの断面図である。

【図10】本開示の別の例示的な実施形態による、タービンロータブレードセクションの斜視図である。

【図11】本開示の例示的な態様による、構成要素セクションを形成する方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

50

次に、1つまたは複数の例が添付の図面に示される本発明の実施形態を詳細に参照する。詳細な説明は、数字および文字の記号表示を使用して図面の特徴を指し示す。図面および説明内の同じまたは類似の記号表示は、本発明の同じまたは類似の部分の指し示すために使用されている。本明細書では、用語「第1」、「第2」、および「第3」は、交換可能に使用されて1つの構成要素を別のものから区別するものであり、個々の構成要素の場所または重要性を意味するように意図されるものではない。用語「上流側」および「下流側」は、流体通路内の流体の流れに関する相対方向を指し示す。たとえば、「上流側」は、流体が流れて来る方向を指し示し、「下流側」は、流体が流れて行く方向を指し示す。

【0015】

次に、図中、同一の番号が同じ要素を示す図面を参照すれば、図1は、本開示の例示的な実施形態によるターボ機械の概略断面図である。より具体的には、図1の実施形態の場合、ターボ機械は、ガスタービンエンジンとして、またはどちらかと言えば高バイパスターボファンジェットエンジン12として構成され、本明細書では「ターボファンエンジン12」と称される。図1に示すように、ターボファンエンジン12は、軸方向A（参照のために設けられた長手方向中心線13に対して平行に延びる）と、径方向Rと、軸方向Aの周りを延びる円周方向（図示せず）とを画定する。通常、ターボファン12は、ファンセクション14と、ファンセクション14から下流側に配設されたコアタービンエンジン16とを含む。

【0016】

全体的に示す例示的なコアタービンエンジン16は、環状入り口20を画定するほぼ管状の外側ケーシング18を含む。直列の流れ関係で、ブースタまたは低圧(LP)圧縮機22および高圧(HP)圧縮機24を含む圧縮機セクションと、燃焼セクション26と、高圧(HP)タービン28および低圧(LP)タービン30を含む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、外側ケーシング18が包み、コアタービンエンジン16が含む。高圧(HP)シャフトまたはスプール34は、HPタービン28をHP圧縮機24に駆動式に連結する。低圧(LP)シャフトまたはスプール36は、LPタービン30をLP圧縮機22に駆動式に連結する。したがって、LPシャフト36およびHPシャフト34は、ターボファンエンジン12の作動中、軸方向Aの周りで回転する各々の回転式構成要素である。

【0017】

図1の実施形態をさらに参照すれば、ファンセクション14は、離間された形でディスク42に結合された複数のファンブレード40を有する可変ピッチファン38を含む。図示するように、ファンブレード40は、ディスク42から外方向に、全体的に径方向Rに沿って延びる。各々のファンブレード40は、これが、ファンブレード40のピッチを集積的に一斉に変更するように構成された適切なピッチ変更機構44に動作可能に結合されていることにより、ピッチ軸Pの周りでディスク42に対して回転可能である。ファンブレード40、ディスク42、およびピッチ変更機構44は、パワーギヤボックス46を横切るLPシャフト36によって長手方向軸12の周りで一緒に回転することができる。パワーギヤボックス46は、LPシャフト36に対するファン38の回転速度をより効率的な回転ファン速度に調整するための複数のギヤを含む。より具体的には、ファンセクション14は、パワーギヤボックス46を横切るLPシャフト36によって回転可能なファンシャフトを含む。したがって、ファンシャフトもまた、回転式構成要素と考えられてよく、1つまたは複数の軸受によって同じように支持される。

【0018】

図1の例示的な実施形態をさらに参照すれば、ディスク42は、複数のファンブレード40を通る空気流を促進するように空気力学的に輪郭付けられた回転可能な正面ハブ48によって覆われる。さらに、例示的なファンセクション14は、ファン38および/またはコアタービンエンジン16の少なくとも一部分を円周方向に取り囲む環状ファンケーシングまたは外側ナセル50を含む。例示的なナセル50は、円周方向に離間された複数の出口ガイドベーン52によってコアタービンエンジン16に対して支持される。さらに、

10

20

30

40

50

ナセル 50 の下流側セクション 54 は、コアタービンエンジン 16 の外側部分の上方に延び、それによってそれらの間にバイパス空気流の通路 56 を画定する。

【0019】

ターボファンエンジン 12 の作動中、ある空気量 58 が、ナセル 50 および / またはファンセクション 14 の関連する入り口 60 を通ってターボファン 10 に入る。この空気量 58 がファンブレード 40 を通過するにつれて、矢印 62 によって示す空気 58 の第 1 の部分は、バイパス空気流通路 56 に入るように向けられまたは送られ、矢印 64 によって示す空気 58 の第 2 の部分は、コア空気流路 37、より詳細には LP 圧縮機 22 に入るように向けられ、または送られる。空気の第 1 の部分 62 と空気の第 2 の部分 64 との間の比は、一般的にはバイパス比として知られている。空気の第 2 の部分 64 の圧力は、次いで、この部分が高圧 (HP) 圧縮機 24 を通って、燃焼セクション 26 に入るように送られるときに増大され、燃焼セクション 26 において、これは燃料と混合され、燃焼されて燃焼ガス 66 をもたらす。

10

【0020】

燃焼ガス 66 は、HP タービン 28 を通って送られ、HP タービン 28 において、燃焼ガス 66 からの熱および / または運動エネルギーの一部が、外側ケーシング 18 に結合された HP タービンステータベーン 68、および HP シャフトまたはスプール 34 に結合された HP タービンロータブレード 70 の順次的な段を介して抽出され、こうして HP シャフトまたはスプール 34 は回転させられ、それによって HP 圧縮機 24 の作動を支持する。燃焼ガス 66 は、次いで、LP タービン 30 を通って送られ、LP タービン 30 において、熱および運動エネルギーの第 2 の部分が、外側ケーシング 18 に結合された LP タービンステータベーン 72、および LP シャフトまたはスプール 36 に結合された LP タービンロータブレード 74 の順次的な段を介して燃焼ガス 66 から抽出され、こうして LP シャフトまたはスプール 36 は回転させられ、それによって LP 圧縮機 22 の作動および / またはファン 38 の回転を支持する。

20

【0021】

圧縮ガス 66 は、その後、コアタービンエンジン 16 のジェット排気ノズルセクション 32 を通って送られて推進スラストをもたらす。それと同時に、空気の第 1 の部分 62 の圧力は、空気の第 1 の部分 62 がバイパス空気流通路 56 を通って送られるときにかなり増大された後、ターボファン 10 のファンノズル排気セクション 76 から排気され、これもまた推進スラストをもたらす。HP タービン 28、LP タービン 30、およびジェット排気ノズルセクション 32 は、少なくとも部分的に、燃焼ガス 66 をコアタービン 16 を通して送るための高温ガス経路 78 を画定する。

30

【0022】

しかし、図 1 に示す例示的なターボファンエンジン 12 は、例としてのみ提供され、他の例示的な実施形態では、ターボファンエンジン 12 は、任意の他の適切な形状を有することができることを理解されたい。また、さらに他の実施形態では、本開示の態様は、任意の他の適切なガスタービンエンジンに組み込まれてよいことも理解されたい。たとえば、他の例示的な実施形態では、本開示の態様は、たとえば、ターボプロップエンジン、ターボシャフトエンジン、またはターボジェットエンジンに組み込まれてよい。その上、さらに他の実施形態では、本開示の態様は、それだけに限定されないが、蒸気タービン、遠心圧縮機、および / またはターボチャージャを含む、任意の他の適切なターボ機械に組み込まれてよい。

40

【0023】

次に図 2 を参照すれば、図 1 のターボファンエンジン 10、特に燃焼セクション 26 およびタービンセクションの HP タービン 28 の拡大断面図が、提供される。全体的に示す燃焼セクション 26 は、内側ライナ 82 および外側ライナ 84 によって画定された燃焼室 80 を有する燃焼器 79 を含み、燃焼室 80 は、前方端部 86 から後方端部 88 まで全体的に軸方向 A に沿って延びる。燃焼室 80 に燃料および圧縮された空気の混合物を圧縮機セクションから供給するための複数の燃料ノズル 90 が、燃焼室 80 の前方端部 86 に位

50

置決めされる。上記で論じたように、燃料および空気混合物は、燃焼室 80 内で燃焼されて、そこを通り抜ける燃焼ガスの流れを生成する。

【0024】

燃焼セクション 26 の下流側では、HP タービン 28 は、複数のタービン構成要素段を含み、各々のタービン構成要素段は、複数のタービン構成要素セクションを備える。より具体的には、図示する実施形態の場合、HP タービン 28 は、複数のタービannoズル段と、タービンロータブレードの 1 つまたは複数の段とを含む。詳細には、図示する実施形態の場合、HP タービン 28 は、第 1 のタービannoズル段 92 と、第 2 のタービannoズル段 94 とを含み、その各々は、燃焼ガスの流れがそれらを通るように向けるように構成される。第 1 のタービannoズル段 92 は、円周方向 C (軸方向 A の周りを延びる方向、図 3 を参照) に沿って離間された複数のタービannoズルセクション 96 を含む。注目すべきことに、第 1 のタービannoズル段 92 は、燃焼セクション 26 からすぐ下流側に位置付けられ、したがって、複数の燃焼排出ノズルセクションを有する燃焼器排出ノズル段とも称され得る。さらに、図示する例示的な実施形態の場合、第 2 のタービannoズル段 94 もまた、円周方向 C に沿って離間された複数のタービannoズルセクション 98 を含む。

10

【0025】

第 1 および第 2 のタービannoズル段 92、94 を形成するタービannoズルセクション 96、98 の各々は、コア空気流路 37 内に位置決めされたタービannoズル 100 と、コア空気流路 37 に少なくとも部分的に露出され (そして少なくとも部分的にこれを画定する) 端壁とを含む。より具体的には、各々のノズルセクション 96、98 は、内側端壁 102 と、外側端壁 104 とを含み、このときノズル 100 は、内側端壁 102 から外側端壁 104 まで全体的に径方向 R に沿って延びている。タービannoズル 100、内側端壁 102、および外側端壁 104 の各々は、コア空気流路 37 に少なくとも部分的に露出される流路表面 106 を含む。

20

【0026】

第 1 のタービannoズル段 92 のすぐ下流側および第 2 のタービannoズル段 94 のすぐ上流側に位置付けられるところに、HP タービン 28 は、第 1 のタービンロータブレード段 108 を含む。第 1 のタービンロータブレード段 108 は、円周方向 C に沿って離間された複数のタービンロータブレードセクション 110 と、第 1 の段のロータディスク 112 とを含む。複数のタービンロータブレードセクション 110 は、第 1 の段のロータディスク 112 に取り付けられ、図示しないが、タービンロータディスク 112 は、さらに、HP シャフト 34 に連結される (図 1 を参照)。

30

【0027】

次に、複数のタービンロータブレードセクション 110 の 1 つの斜視図を提供する図 3 も参照すれば、複数のタービンロータブレードセクション 110 の各々は、タービンロータブレード 114 と、壁またはプラットフォーム 116 と、ベース 118 とを含む。ロータブレード 114 は、径方向 R に沿って (およびタービンロータブレード 114 のスパンに沿って) 外方向に、プラットフォーム 116 からロータブレード 114 の先端部 120 まで延びて、プラットフォーム 116 に対するスパン方向の高さ H を画定する。さらに、タービンロータブレード 114 は、前縁 122 および対向する後縁 124 と、圧力側 125 および対向する吸引側 127 とを画定する。作動中、高温燃焼ガスが、燃焼セクション内で生成され、下流側方向 D にタービンロータブレード 114 にわたって流れ、そこからロータディスク 112 を回転させるためのエネルギーを抽出し、ロータディスク 112 は、さらに HP シャフト 34 を回転させることができる。

40

【0028】

さらに、上記で論じた複数のノズルセクション 96、98 と同様に、タービンロータブレードセクション 110 は、コア空気流路 37 に少なくとも部分的に露出される流路表面 126 を含む。より具体的には、タービンロータブレード 114 およびプラットフォーム 116 の各々は、コア空気流路 37 に少なくとも部分的に露出され (そしてこれを少なくとも部分的に画定する) 流路表面 126 を画定する。さらに、図示するタービンロータブ

50

ードセクション 110 は、流路表面 126 上に順次配置された複数の隆起部またはリブレット 128 をさらに含み、複数のリブレット 128 は、一緒になって、リブレットグルーピング 130 を形成する。たとえば、図示する例示的なタービンロータブレードセクション 110 は、タービンロータブレード 114 の流路表面 126 上に順次配置された複数のリブレット 128 の 3 つのグルーピング 130 を含む。より具体的には、図示するタービンロータブレード 114 は、前縁 122 においてタービンロータブレード 114 の流路表面 126 上に位置付けられたリブレット 128 の第 1 のグルーピング 130 A と、先端部 120 の近位のタービンロータブレード 114 の圧力側 125 のタービンロータブレード 114 の流路表面 126 上に位置付けられたリブレット 128 の第 2 のグルーピング 130 B と、プラットホーム 116 の近位のタービンロータブレード 114 の圧力側 125 のタービンロータブレード 114 の流路表面 126 上に位置付けられたリブレット 128 の第 3 のグルーピング 130 C とを含む。ロータブレード 114 は、さらに、吸引側 127 (図示せず) にも 1 つまたは複数のグルーピング 130 を含むことができる。さらに、タービンロータブレードセクション 110 は、プラットホーム 116 の流路表面 126 上に位置付けられた、順次配置された複数のリブレット 128 のさらなるグルーピング 130 を含む。

10

#### 【0029】

以下でより詳細に論じるように、順次配置された複数のリブレット 128 は、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する。より具体的には、各々のリブレットグルーピング 130 内の複数のリブレット 128 は、不均一な幾何形状または不均一な間隔 134 の一方または両方を画定する。たとえば、図 3 に示すように、リブレット 128 の第 1、第 2、および第 3 のグルーピング 130 A、130 B、130 C 各々は、全体的に第 1 の方向、または長手方向 L (図 4 を参照) に延び、この長手方向は、図示する実施形態の場合、下流側方向 D と全体的に整合する。さらに、図示する実施形態の場合、長手方向 L は、線形方向である。しかし、たとえば、図 10 を参照して以下で説明するように、他の実施形態では、長手方向 L は、非線形方向になることができる。グルーピング 130 A、130 B、130 C 内の各々のリブレット 128 は、長手方向 L に沿って長さ 132 を規定する。グルーピング 130 A、130 B、130 C の各々内のリブレット 128 の長さ 132 は、ロータブレード 114 のスパン方向の高さ H の関数として変動することができる。より具体的には、リブレット 128 の所与のグルーピング 130 A、130 B、130 C 内の隣接するリブレット 128 の長さ 132 は、不均一である。

20

30

#### 【0030】

次に図 4 および 5 を参照すれば、流路表面 126 上の複数のリブレット 128 の追加の図が、提供される。詳細には、図 4 は、流路表面 126 上の複数のリブレット 128 のグルーピング 130 の拡大平面図を提供し、図 5 は、図 4 の線 5-5 に沿って切り取られた、図 4 の流路表面 126 上の複数のリブレット 128 のグルーピング 130 の拡大断面図を提供する。図 4 および 5 に示す流路表面 126 およびリブレット 128 のグルーピング 130 は、図 3 を参照して上記で説明したタービンロータブレード 114 および / またはプラットホーム 116 の流路表面 126 上のリブレット 128 のグルーピング 130 の 1 つまたは複数とほぼ同じ方法で構成され得る。したがって、同じまたは類似の番号は、同じまたは類似の部分を指し示すことができる。

40

#### 【0031】

図示するグルーピング 130 内の複数のリブレット 128 は、下流側方向 D でよい第 1 の長手方向 L に全体的に延びる。複数のリブレット 128 は、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を、横断方向 T、すなわち長手方向 L に対して垂直であり流路表面 126 に対して平行である方向に沿って画定する。詳細には、図示する実施形態の場合、複数のリブレット 128 は、隣接するリブレット 128 間に、横断方向 T に沿って間隔 134 を画定し、複数のリブレット 128 によって画定された間隔 134 は、横断方向 T に沿って不均一である。より具体的には、複数のリブレット 128 は、複数の順次的な間隔 134 (たとえば第 1 の間隔 134 A、第 2 の間隔 134 B、第 3 の間隔 134 C

50

など)を画定する。複数の順次的な間隔 1 3 4 A、1 3 4 B、1 3 4 C の 1 つまたは複数  
は、隣接する間隔とは異なる。または、より具体的には、図示する実施形態の場合、第 1  
の間隔 1 3 4 A は、第 2 の間隔 1 3 4 B とは異なり、第 2 の間隔 1 3 4 B は、第 3 の間隔  
1 3 4 C とは異なる。

【0032】

さらに、次に図 6 および 7 を参照すれば、流路表面 1 2 6 上の複数のリブレット 1 2 8  
のグルーピング 1 3 0 の 2 つの追加の実施形態の図が、提供される。詳細には、図 6 は、  
本開示の 1 つの例示的な実施形態による、流路表面 1 2 6 上の複数のリブレット 1 2 8 の  
グルーピング 1 3 0 の拡大断面図を提供し、図 7 は、本開示の別の例示的な実施形態によ  
る、流路表面 1 2 6 上の複数のリブレット 1 2 8 のグルーピング 1 3 0 の拡大断面図を提供す  
る。図 6 および 7 の実施形態は、図 3 を参照して上記で説明したタービンロータブレ  
ード 1 1 4 および / またはプラットホーム 1 1 6 の流路表面 1 2 6 上の複数のリブレット  
1 2 8 のグルーピング 1 3 0 の 1 つまたは複数とほぼ同じ方法で構成され得る。したがっ  
て、同じまたは類似の番号は、同じまたは類似の部分を示すことができる。

10

【0033】

詳細には、図 6 および 7 の例示的な実施形態の各々もまた、下流側方向 D でよい第 1 の  
長手方向 L に全体的に延びる複数のリブレット 1 2 8 のグルーピング 1 3 0 を含む。図 4  
および 5 の実施形態と同様に、図 6 および 7 に示す複数のリブレット 1 2 8 は、長手方向  
L に対して垂直であり流路表面 1 2 6 に対して平行である方向、すなわち横断方向 T に沿  
って不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する。より具体的には  
、図示する実施形態の場合、複数のリブレット 1 2 8 の各々は、流路表面 1 2 6 に対する  
高さ 1 3 6 と、横断方向 T の幅 1 3 8 とを規定する。図 6 および 7 の実施形態の場合、複  
数のリブレット 1 2 8 の各々の高さ 1 3 6 または幅 1 3 8 の少なくとも 1 つは、横断方向  
T に沿って不均一である。

20

【0034】

具体的に図 6 を参照すれば、複数のリブレット 1 2 8 の各々の高さ 1 3 6 は、横断方向  
T に沿って不均一である。より具体的には、図示するグルーピング 1 3 0 内の各々の順次  
的なリブレット 1 2 8 は、流路表面 1 2 6 に対する高さ 1 3 6 (たとえば、第 1 の高さ 1  
3 6 A、第 2 の高さ 1 3 6 B、第 3 の高さ 1 3 6 C など)を規定する。複数の順次的なり  
ブレット 1 2 8 の 1 つまたは複数の高さ 1 3 6 A、1 3 6 B、1 3 6 C は、隣接する高さ  
とは異なる。詳細には、図示する実施形態の場合、第 1 の高さ 1 3 6 A は、第 2 の高さ 1  
3 6 B より大きく、第 2 の高さ 1 3 6 B は、さらに、第 3 の高さ 1 3 6 C より大きい。

30

【0035】

さらに、次に具体的に図 7 を参照すれば、複数のリブレット 1 2 8 の各々の幅 1 3 8 も  
また、横断方向 T に沿って不均一である。より具体的には、各々の順次的リブレット 1 2  
8 は、幅 1 3 8 (たとえば、第 1 の幅 1 3 8 A、第 2 の幅 1 3 8 B、第 3 の幅 1 3 8 C な  
ど)を規定する。複数の順次的リブレット 1 2 8 の 1 つまたは複数の幅 1 3 8 A、1 3 8  
B、1 3 8 C は、隣接する幅とは異なる。詳細には、第 1 の幅 1 3 8 A は、第 2 の幅 1 3  
8 B より大きく、第 2 の幅 1 3 8 B は、さらに、第 3 の幅 1 3 8 C より大きい。

40

【0036】

注目すべきことに、再度図 3 を一時的に参照すれば、複数のリブレット 1 2 8 のグルー  
ピング 1 3 0 がロータブレード 1 1 4 の流路表面 1 2 6 上にあるとき、複数のリブレット  
1 2 8 の高さ 1 3 6、幅 1 3 8、長さ 1 3 2、または間隔 1 3 4 (集合的に「寸法」)の  
少なくとも 1 つは、ロータブレード 1 1 4 のスパン方向の高さ H の関数として変動し得る  
。たとえば、第 1 のグルーピング 1 3 0 A 内の複数のリブレット 1 2 8 は、ロータブレード  
1 1 4 のプラットホーム 1 1 6 の近位の第 1 の寸法、ロータブレード 1 1 4 の中心部分  
の近位の第 2 の寸法 (たとえば、径方向 R に沿って)、およびロータブレード 1 1 4 の先  
端部 1 2 0 の近位の第 3 の寸法を規定することができる。

【0037】

さらに、特定の例示的な実施形態では、複数のリブレット 1 2 8 内の各々のリブレット

50

128は、構成要素が中に設置されるガスタービンエンジンの全負荷作動中、局所的な境界層の予想される平均厚さ $T_{BL}$ に従ってサイズ設定され得る。たとえば、各々のリブレット128は、厚さ $T_{BL}$ の約2倍までの高さ136を規定することができる。たとえば、特定の例示的な実施形態では、複数のリブレット128内の各々のリブレット128は、厚さ $T_{BL}$ の約1.5倍まで、または厚さ $T_{BL}$ にほぼ等しい、もしくはこれより小さい高さ136を規定することができる。さらに、複数のリブレット内の各々のリブレットは、厚さ $T_{BL}$ の約2倍までの幅138を規定することができる。たとえば、特定の例示的な実施形態では、複数のリブレット128内の各々のリブレット128は、厚さ $T_{BL}$ の約1.5倍まで、または厚さ $T_{BL}$ とほぼ等しい、またはこれより小さい幅138を規定することができる。さらに、複数のリブレット128内の隣接するリブレット128の各々の対は、厚さ $T_{BL}$ の約5倍までの間隔134を規定することができる。たとえば、特定の例示的な実施形態では、複数のリブレット128内の隣接するリブレット128の各々の対は、厚さ $T_{BL}$ の約3倍まで、厚さ $T_{BL}$ の約2倍まで、または厚さ $T_{BL}$ とほぼ等しい、もしくはこれより小さい間隔134を規定することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0038】

その上、所与の複数のリブレット128内の1つまたは複数のリブレット128の上記の寸法の1つまたは複数が、本明細書において「不均一である」として説明されるとき、そのようなものは、そのような寸法の最大からそのような寸法の最小までの少なくとも10%の相違を指し示すことができる。たとえば、特定の実施形態では、所与の複数のリブレット128内の上記の寸法の1つまたは複数は、不均一であると説明されるとき、そのようなものは、そのような寸法の最大からそのような寸法の最小までの少なくとも20%の相違、少なくとも30%の相違、または少なくとも50%の相違を指し示すことができる。しかし、さらに他の実施形態では、たとえばそのような寸法の最小がゼロに近いとき、そのような寸法の最大とそのような寸法の最小との間の相違は、およそ100%になり得る。

#### 【0039】

さらに、上記の寸法は、ほぼ正方形のまたは矩形の断面形状を画定するリブレット128を用いて示されているが、上記のパラメータは、本開示の他の実施形態、すなわち、リブレットの1つまたは複数が、曲線的な形状、放物形状、またはのこぎり歯（ラムダ形状）などの任意の他の適切な形状を画定する実施形態に適用することができることを理解されたい。そのような例示的な実施形態では、リブレット128の高さ136は、頂点高さを指し示すことができ、リブレット128の幅138は、平均幅を指し示すことができ、間隔134は、隣接するリブレット128の頂点間の間隔を指し示すことができる。

#### 【0040】

次に図8および9を参照すれば、本開示のさらに別の例示的な実施形態による、流路表面126上の複数のリブレット128のグルーピング130の図が、提供される。より具体的には、図8は、流路表面126上の複数のリブレット128のグルーピング130の拡大平面図を提供し、図9は、図8の線9-9に沿った、図8の流路表面126上の複数のリブレット128のグルーピング130内のリブレット128の側部断面図を提供する。図8および9の実施形態はまた、図3を参照して上記で説明したタービンロータブレード114の流路表面126上の複数のリブレット128および/またはプラットホーム116上の複数のリブレット128のグルーピング130の1つまたは複数とほぼ同じ方法で構成され得る。したがって、同じまたは類似の番号は、同じまたは類似の部分の指し示すことができる。

#### 【0041】

図8および9の例示的な実施形態の場合、図示するグルーピング130内の複数のリブレット128の各々は、下流側方向Dでよい第1の長手方向Lに全体的に延びる。さらに、流路表面126上のグルーピング130内の複数のリブレット128の各々は、長手方向Lに沿って不均一の幾何形状または不均一の間隔の一方または両方を画定する。

#### 【0042】

詳細には、図示する実施形態の場合、図示するグルーピング 130 内の複数のリブレット 128 の各々は、流路表面 126 に対する高さ 136 および幅 138 を規定する。複数のリブレット 128 の各々の高さ 136 または幅 138 の少なくとも一つは、長手方向 L に沿って不均一である。具体的には、図示する実施形態の場合、複数のリブレット 128 の各々の高さ 136 および幅 138 の両方は、長手方向 L に沿って不均一である。たとえば、具体的に図 8 を参照すれば、第 1 のリブレット 128 は、上流側幅 138 D (すなわち、長手方向 L に沿って第 1 の場所における幅 138 D) と、下流側幅 138 E (すなわち長手方向 L に沿って第 2 の場所における幅 138 E) とを規定する。上流側幅 138 D は、下流側幅 138 E とは等しくなく、より具体的には、上流側幅 138 D は、下流側幅 138 E より小さい。したがって、例示的な第 1 のリブレット 128 は、これが長手方向 L に沿って延びるにつれて外方向に広がり / 幅広になる (他の実施形態では、第 1 のリブレット 128 は、その代わりに、これが長手方向に沿って延びるにつれて狭くなってよいことが理解される)。

10

**【0043】**

さらに、次に図 9 を具体的に参照すれば、第 1 のリブレット 128 は、さらに、上流側高さ 136 D (すなわち、長手方向 L に沿って第 1 の場所における高さ 136 D) と、下流側高さ 136 E (すなわち、長手方向 L に沿って第 2 の場所における高さ 136 E) とを規定する。上流側高さ 136 D は、下流側高さ 136 E とは等しくなく、またはより具体的には、上流側高さ 136 D は、下流側高さ 136 E より大きい。したがって、例示的な第 1 のリブレット 128 は、これが長手方向 L に沿って延びるにつれて流路表面 126 に向かって傾斜する (他の実施形態では、第 1 のリブレット 128 は、その代わりに、これが長手方向に沿って延びるにつれて流路表面 126 から外方に傾斜してよいことが、理解される)。

20

**【0044】**

これも図示するように、図 8 および 9 の例示的な実施形態は、さらに、不均一の間隔を画定する。より具体的には、複数のリブレット 128 の各々は、隣接するリブレット 128 と共に間隔 134 を画定する。複数のリブレット 128 によって画定された (すなわち、隣接するリブレット 128 間の) 間隔 134 は、長手方向 L または下流側方向に沿って不均一である。たとえば、第 1 および第 2 のリブレット 128 は、一緒になって、これらの間の上流側間隔 134 D (すなわち、長手方向 L に沿って第 1 の場所における間隔 134 D) を画定する。第 1 および第 2 のリブレット 128 はまた、一緒になって、これらの間の下流側間隔 134 E (すなわち、長手方向 L に沿って第 2 の場所における間隔 134 E) も画定する。第 1 および第 2 のリブレット 128 によって画定された上流側間隔 134 D は、第 1 および第 2 のリブレット 128 によって画定された下流側間隔 134 E とは等しくなく、またはより具体的には、第 1 および第 2 のリブレット 128 によって画定された上流側間隔 134 D は、第 1 および第 2 のリブレット 128 によって画定された下流側間隔 134 E より大きい。したがって、第 1 および第 2 のリブレット 128 は、これらが長手方向 L に沿って延びるにつれて互いに近づくようになる。

30

**【0045】**

本開示の 1 つまたは複数の実施形態による複数のリブレットを含めることにより、構成要素に対する熱負荷を低減することを可能にすることができ、したがって構成要素を所望の作動温度範囲内に維持するのを助けることができる。さらに、理解されるように、本開示の 1 つまたは複数の実施形態による複数のリブレットを含むことにより、複数のリブレットが位置決めされる流量表面上の効力を低減することを可能にすることもできる。さらに、リブレットが不均一の間隔および / または不均一の幾何形状を、これらが延びる方向に沿って、またはこれらが延びる方向に対して垂直な方向に有することができるという前提で、複数のリブレットは、これらがさらされる空気流の特有のタイプに合わせてカスタマイズされてよい。たとえば、リブレットは、ガスタービンエンジン内の特定の場所に対する乱流の予想量、空気流速などに基づいて設計され得る。したがって、複数のリブレットは、伝熱量を最小限に抑えおよび / または特定の構成要素上の効力の量を最小限に

40

50

抑えるように設計され得る。

【0046】

上記の利点を前提にして、図2から7を参照して上記で説明した複数のリブレット128は、タービンロータブレード114の流路表面126上に位置付けされているが、他の例示的な実施形態では、複数のリブレット128は、さらに、または代替的には、タービンセクション内の任意の適切な構成要素の流路表面上、ならびに圧縮機セクション内の任意の適切な構成要素の流路表面上に位置決めされてよいことを理解されたい。たとえば、他の例示的な実施形態では、複数のリブレットのグルーピングは、ノズルセクション（たとえば、ノズルセクション96またはノズルセクション98）のノズル100の流路表面106上、ノズルセクションの端壁（たとえば、例示的なノズルセクション96、98の内側および外側端壁102、104の一方または両方）、または任意の他の適切な流路表面上に位置決めされてよい。その上、さらに他の実施形態では、本開示の1つまたは複数の例示的な態様による複数のリブレットのグルーピングは、圧縮機ロータブレードの段内の圧縮機ロータブレードセクションの圧縮機ロータブレード上、および/または圧縮機ロータブレードセクションのプラットホームの流路表面上、圧縮機ノズルの流路表面上、または圧縮機ノズル段の圧縮機ノズルセクションの端壁に位置付けられてよい。その上、さらに別の他の例示的な実施形態では、本開示の1つまたは複数の実施形態によるリブレットはまた、図1に関して上記で説明した例示的なジェットノズル排気セクション32などのジェットノズル排気セクションの流路表面上に位置付けられてよい。

10

【0047】

図11を参照して以下により詳細に論じるように、本開示の例示的な実施形態による複数のリブレット128がその上にある流路表面を含む構成要素セクションは、複数のリブレット128を構成要素セクションのベース幾何形状に加えることによって形成され得る。たとえば、構成要素セクションは、流路表面を含むベース幾何形状を含むことができる。構成要素セクションのベース幾何形状は、鑄造によって形成され得る。しかし、他の実施形態では、ベース幾何形状は、追加としてまたは代替的には、機械加工、接合、および積層造形などの1つまたは複数の他の方法を用いて形成されてよい。その後、複数のリブレット128のグルーピングは、（ラピッドプロトタイピング、迅速製造、および3D印刷としても知られている）積層造形プロセスを用いて流路表面に付加され得る。たとえば、特定の例示的な態様では、複数のリブレット128のグルーピングは、選択的レーザー焼結（SLS）、直接金属レーザー焼結（DMLS）、電子ビーム溶融（EBM）、拡散接合、または選択的熱焼結（SHS）を用いて構成要素セクションのベース幾何形状に付加されてよい。したがって、特定の例示的な実施形態では、リブレット128は、ベース幾何形状のものとは異なる材料から形成されてよいことを理解されたい。たとえば、リブレット128は、ベース幾何形状のものとは異なる合金から形成されてよい。しかし、他の実施形態では、リブレット128は、その代わりに、同じ材料から形成されてよい。

20

30

【0048】

注目すべきことに、特定の実施形態では、複数のリブレット128のグルーピング130は、流路表面の局所セクションを完全に覆うことができる。たとえば、複数のリブレット128のグルーピング130は、隣接するリブレット128間に細い連結を含むことができる。代替的には、複数のリブレット128を流路表面126に付加することは、隣接するリブレット間の流路表面が露出されるように、個々のリブレット128のみを付加することを含むことができる。

40

【0049】

次に図10を一時的に参照すれば、本開示の別の例示的な実施形態によるタービンロータブレードセクション110の斜視図が、提供される。図10に示す例示的なロータブレードセクション110は、図3に示す例示的なロータブレードセクション110とほぼ同じ方法で構成され得る。したがって、同じまたは類似の番号は、同じまたは類似の部分の指し示すことができる。

【0050】

50

図示するように、図10の例示的なロータブレードセクション110は、タービンロータブレード114と、壁またはプラットホーム116と、ベース118とを含む。ロータブレード114は、プラットホーム116からロータブレード114の先端部120まで径方向Rに沿って外方向に延びる。さらに、タービンロータブレード114は、前縁122と、対向する後縁124とを画定する。さらに、タービンロータブレードセクション110は、コア空気流路37に少なくとも部分的に露出される流路表面126を含む。図示するタービンロータブレードセクション110は、さらに、流路表面126上に順次配置された複数の隆起部またはリブレット128を含む。しかし、図示する実施形態の場合、例示的なリブレット128は、流路表面126に沿って非線形方向に延びる（すなわち、複数のリブレット128は、非線形方向である長手方向に沿って延びる）。

10

#### 【0051】

詳細には、図示する実施形態の場合、例示的なロータブレードセクション110は、前縁122から先端部120に向かって非線形方向に延びる複数のリブレット128を含む。図示するように、リブレット128の例示的なグループ130は、ロータブレード114の径方向に外方向の半分から先端部120に向かって非線形方向に延びる。図示する例示的な実施形態には含まれないが、ロータブレードセクション110は、さらに、または代替的には、任意の他の場所において非線形方向に延びる複数のリブレット128を含むことができることを理解されたい。たとえば、ロータブレード114の吸引側127上の根元セクション（すなわち、径方向に内側の端部）が、非線形方向に延びるリブレット128を含むことができる。さらに、たとえば、ノズルセクションが、複数のリブレット128をノズル（たとえばノズル100）上に含む他の例示的な実施形態の場合、ノズルの後方向の吸引側の複数のリブレット128は、端壁領域（内側または外側）からノズルの中間スパン領域に向かって非線形に延びることができる。当然ながら、さらに他の実施形態では、リブレット128は、任意の適切な方向（線形または非線形）に延びることができる。

20

#### 【0052】

非線形方向に延びる複数のリブレット128を含むような例示的な方法で構成されたロータブレードセクションは、複数のリブレット128が、作動中、構成要素の流れラインまたは流線形に沿って全体的に延びることを可能にすることができ、それによって構成要素上の効力をさらに低減する。

30

#### 【0053】

次に図11を参照すれば、ガスタービンエンジンの圧縮機セクションまたはタービンセクション用の構成要素段の構成要素セクションを形成する例示的な方法（200）の流れ図が、提供される。例示的な方法（200）は、図1および2を参照して上記で説明した例示的なガスタービンエンジンと共に利用され得る。したがって、ガスタービンエンジンは、コア空気流路を画定することができる。

#### 【0054】

図示するように、例示的な方法（200）は、（202）において、構成要素セクションのベース幾何形状を形成することを含む。ベース幾何形状は、構成要素セクションがガスタービンエンジン内に設置されたときにコア空気流路に少なくとも部分的に露出される流路表面を含む。図示する例示的な実施形態の場合、（202）において構成要素セクションのベース幾何形状を形成することは、（204）において、ベース幾何形状を鑄造することによって構成要素セクションのベース幾何形状を形成することを含む。

40

#### 【0055】

さらに、例示的な方法（200）は、さらに、（206）において、積層造形プロセスを用いて複数のリブレットを構成要素セクションのベース幾何形状の流路表面上に形成することを含む。複数のリブレットは、順次配置され、不均一な幾何形状または不均一な間隔の一方または両方を画定する。たとえば、特定の例示的な態様では、（206）において形成されたリブレットは、図3から9を参照して上記で説明した例示的な実施形態の1つまたは複数と同じ方法で構成され得る。したがって、（206）において形成された複

50

数のリブレットを含むことにより、たとえば、構成要素に対する伝熱が増大され、および/または作動中の構成要素上の効力が低減され得る。

【0056】

注目すべきことに、他の例示的な実施形態では、例示的な方法(200)は、その代わりに、構成要素の補修中に使用され得る。そのような例示的な態様では、(204)において鑄造することによって構成要素のベース幾何形状を形成する代わりに、(202)においてベース幾何形状を形成することは、ベース幾何形状の流路表面に先に施与されたコーティングの1つまたは複数の層を除去することを含むことができる。たとえば、補修される構成要素は、任意の環境バリアコーティングまたはこれに先に施与された他のコーティングがはがされてよい。さらに、構成要素のどんな損傷した面も、除去され、たとえばろう付けによって補修されてよく、または代替的には、積層造形プロセスを用いて補修されてもよい。例示的な方法(200)は、次いで、(206)において、積層造形プロセスを用いて、複数のリブレットを構成要素のベース幾何形状の流路表面上に形成することを含むことができる。

10

【0057】

さらに図11を参照すれば、例示的な方法は、さらに、(208)において、コーティングの1つまたは複数の層をベース幾何形状の流路表面およびベース幾何形状の流路表面上に形成された複数のリブレットに施与することを含む。コーティングの1つまたは複数の層は、環境バリアコーティングまたは任意の他の適切なコーティングを含むことができる。

20

【0058】

この記述した説明は、例を使用して、最良の形態を含んで本発明を開示し、また、当業者が、任意のデバイスまたはシステムを作製および使用し、任意の組み込まれた方法を実行することを含んで、本発明を実施することを可能にもする。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が想定する他の例を含むことができる。そのような他の例は、これらが、特許請求の範囲の文字通りの文言とは異なる構造的要素を含む場合、またはこれらが、特許請求の範囲の文字通りの文言とわずかしが異なる等価の構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるように意図される。

【符号の説明】

【0059】

- 12 ターボファンジェットエンジン
- 13 長手方向または軸方向中心線
- 14 ファンセクション
- 16 コアタービンエンジン
- 18 外側ケーシング
- 20 入り口
- 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
- 40 ブレード
- 42 ディスク
- 44 作動部材
- 46 パワーギヤボックス
- 48 ナセル

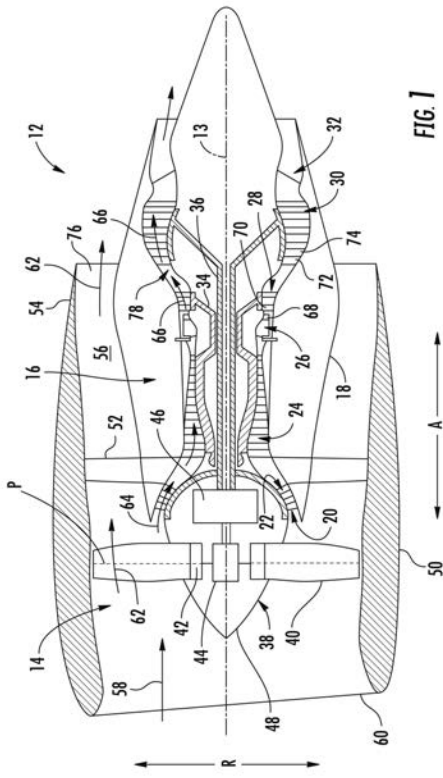
30

40

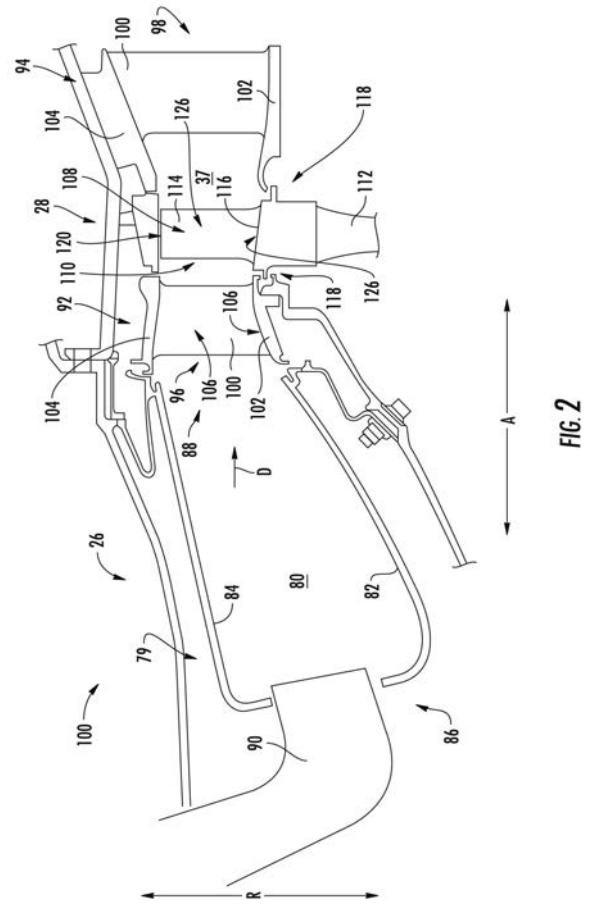
50

5 0	ファンケーシングまたはナセル	
5 2	出口ガイドベーン	
5 4	下流側セクション	
5 6	バイパス空気流通路	
5 8	空気	
6 0	入り口	
6 2	空気の第 1 の部分	
6 4	空気の第 2 の部分	
6 6	燃焼ガス	
6 8	ステータベーン	10
7 0	タービンロータブレード	
7 2	ステータベーン	
7 4	タービンロータブレード	
7 6	ファンノズル排気セクション	
7 8	高温ガス路	
7 9	燃焼器	
8 0	燃焼室	
8 2	内側ライナ	
8 4	外側ライナ	
8 6	前方端部	20
8 8	後方端部	
9 0	燃料ノズル	
9 2	第 1 のタービンノズル段	
9 4	第 2 のタービンノズル段	
9 6	第 1 のタービンノズルセクション	
9 8	第 2 のタービンノズルセクション	
1 0 0	タービンノズル	
1 0 2	内側端壁	
1 0 4	外側端壁	
1 0 6	流路表面	30
1 0 8	第 1 のタービンロータブレード段	
1 1 0	タービンロータブレードセクション	
1 1 2	第 1 の段のロータ	
1 1 4	ロータブレード	
1 1 6	プラットホーム	
1 1 8	ベース	
1 2 0	先端部	
1 2 2	前縁	
1 2 4	後縁	
1 2 6	ロータブレードの流路表面	40
1 2 8	リブレット	
1 3 0	グルーピング	
1 3 2	リブレットの長さ	
T	横断方向	
L	長手方向	
1 3 4	間隔	
1 3 6	高さ	
1 3 8	幅	
H	スパン方向の高さ	

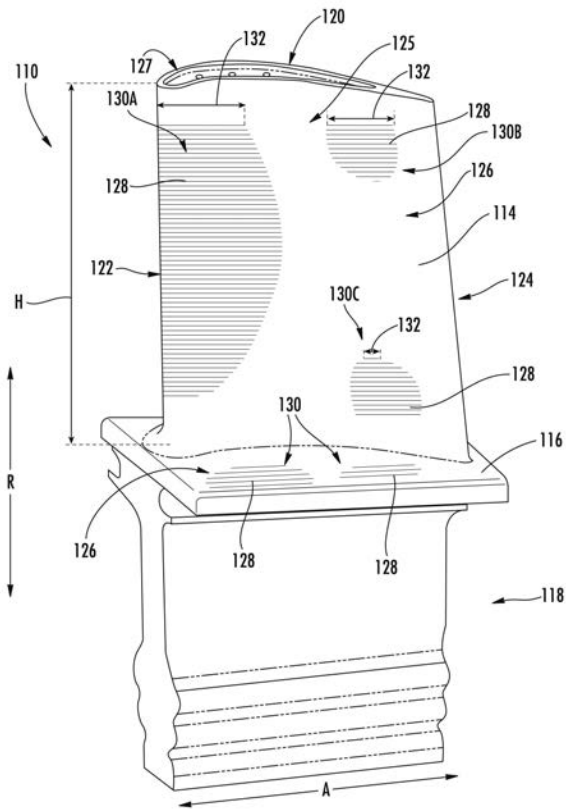
【 図 1 】



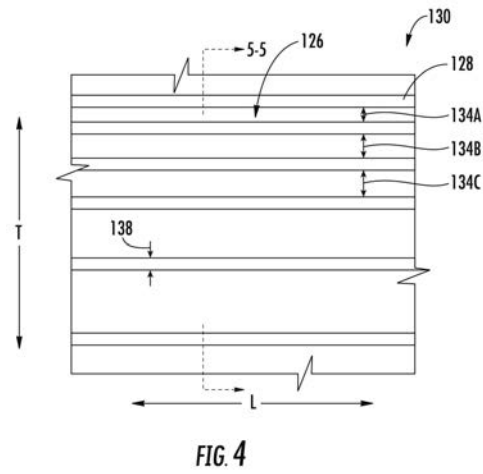
【 図 2 】



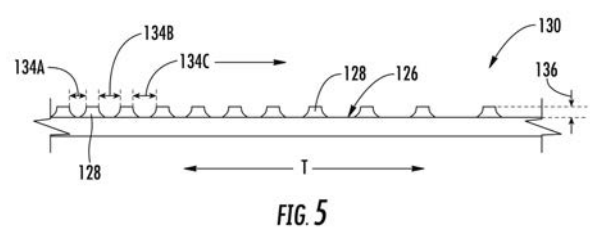
【 図 3 】



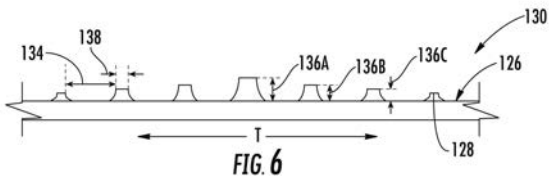
【 図 4 】



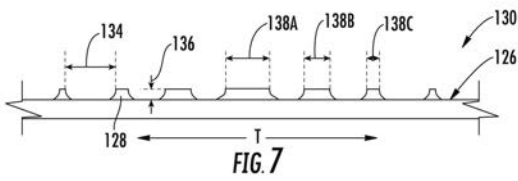
【 図 5 】



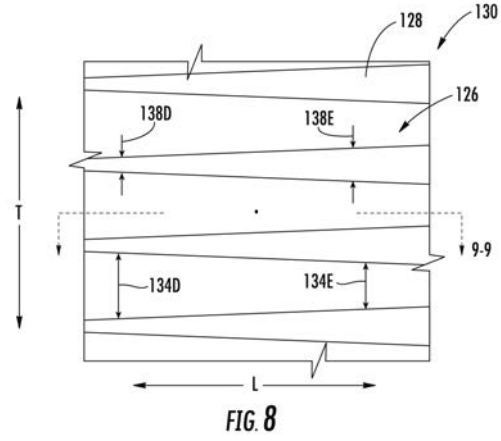
【 図 6 】



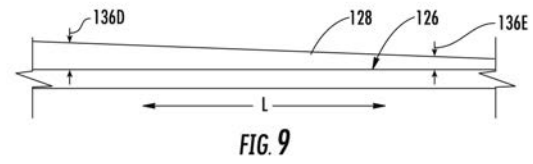
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

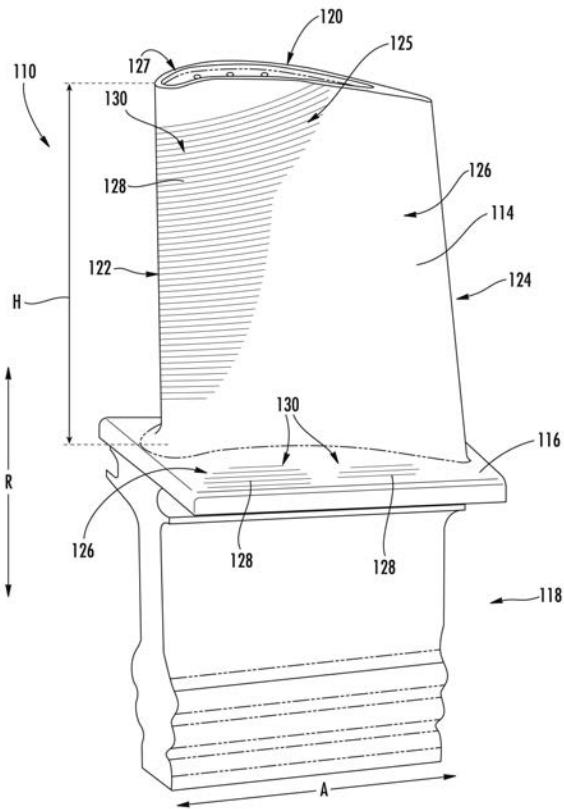


FIG. 10

【 図 11 】

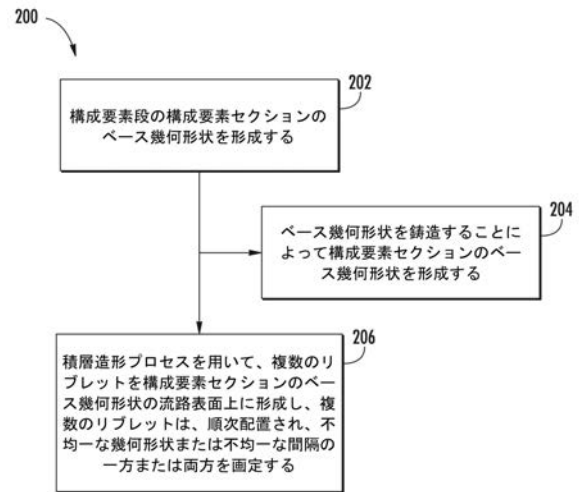


FIG. 11

---

フロントページの続き

(72)発明者 ロナルド・スコット・バンカー

アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

Fターム(参考) 3G202 BA02 BB01 CA02 GA07 GB05

3H130 AA13 AB27 AB52 AB62 AB65 AB69 AC17 BA07C BA68C CB01

DA02Z DD09Z EB01C EC18C

【外国語明細書】  
2017141830000001.pdf