

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6334145号
(P6334145)

(45) 発行日 平成30年5月30日(2018.5.30)

(24) 登録日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(51) Int.Cl.

FO1D 5/28 (2006.01)
FO2C 7/00 (2006.01)
FO1D 9/02 (2006.01)

F 1

FO1D 5/28
FO2C 7/00 C
FO1D 9/02 101
FO1D 9/02 102

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-244508 (P2013-244508)
 (22) 出願日 平成25年11月27日 (2013.11.27)
 (65) 公開番号 特開2014-109274 (P2014-109274A)
 (43) 公開日 平成26年6月12日 (2014.6.12)
 審査請求日 平成28年11月24日 (2016.11.24)
 (31) 優先権主張番号 13/693, 269
 (32) 優先日 平成24年12月4日 (2012.12.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 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 聰志
 (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】被覆されたガスタービン構成要素を用意する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被覆されたガスタービン構成要素を用意するための方法であって、
 前記構成要素の外側表面の輪郭に実質的に従う1つまたは複数のマスク要素を用意する
 ステップであって、前記1つまたは複数のマスク要素が、
 軸に実質的に平行に方向付けされる少なくとも1つの縁部であって、少なくとも2つ
 の隣接する冷却孔が前記外側表面上の前記軸に沿って配置され、前記少なくとも1つの縁部が、傾斜角度で前記外側表面から突出しあつ前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から
 距離で延在する、少なくとも1つの縁部と、

前記軸に実質的に平行に方向付けされかつ前記少なくとも1つの縁部に対して隆起する
 中央部分と、

を備え、

前記1つまたは複数のマスク要素が前記少なくとも2つの隣接する冷却孔を実質的に
 覆う、

ステップと、

前記1つまたは複数のマスク要素を前記外側表面に取り付けるステップと、
 前記外側表面を被覆するステップと、
 前記外側表面から前記1つまたは複数のマスク要素を除去するステップと
 を含む、方法。

【請求項 2】

10

20

前記傾斜角度が、前記少なくとも 2 つの隣接する冷却孔から離れるように延在する前記外側表面の前記部分に対して約 20 度から約 160 度である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記距離が前記少なくとも 2 つの隣接する冷却孔の平均直径の最大で約 4 倍である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記取り付けるステップが、前記 1 つまたは複数のマスク要素を通して少なくとも 1 つのピンを挿入するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記取り付けるステップが、前記少なくとも 1 つのピンを前記少なくとも 2 つの隣接する冷却孔の少なくとも 1 つの中に挿入するステップを含む、請求項 4 に記載の方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して被覆された製品に関し、より詳細には、実質的に被覆されない少なくとも 2 つの隣接する冷却孔を包含する被覆されたガスタービン構成要素に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンでは、加圧空気が燃料に混合されて点火され、それにより高温圧縮ガスを発生させる。高温圧縮ガスが連続するタービンステージを通過し、これらの連続するタービンステージが高温圧縮ガスからの熱エネルギーおよび運動エネルギーを機械的トルクに変換し、この機械的トルクが回転するシャフトまたは別の要素に作用し、それにより、入ってくる空気を圧縮することと発電機などの外部負荷を駆動させることとの両方に使用される動力が生成される。本明細書で使用される「ガスタービン」という用語は静止ターボ機械または可動ターボ機械を包含してよく、1 つまたは複数のシャフトを回転させる任意適切な構成を有することができる。 20

【0003】

高温圧縮ガスに露出される構成要素は通常は中空であり、すなわち、構成要素を冷却することを目的とする圧縮空気などの加圧流体が通過して流れるための複数の内部通路を含む。冷却流体は、通常、外に出て、構成要素のベース材料内に配置される複数の孔を通る高温圧縮ガスの流れに到達する。 30

【0004】

しばしば、ベース材料を高温圧縮ガスから絶縁して環境劣化からベース材料を保護するために、構成要素の一部分にコーティングを被覆することが有利である。コーティングは、1 つまたは複数の金属中間層と、1 つまたは複数のセラミック外側層とを有することができ、これらは、最終的に少なくとも 0.13 mm (0.005 インチ) の厚さまで堆積され得る。したがって、コーティングを塗布する際に、孔が詰まることまたは孔出口領域の形状が変化することを回避することを目的として、ベース材料内に設けられる冷却孔の各々を保護することが望ましい。

【先行技術文献】 40

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2012 / 0076644 号明細書

【発明の概要】

【0006】

本発明の実施形態を以下で概説する。これらの実施形態は特許請求される本発明の範囲を限定することを意図されず、むしろ、これらの実施形態は本発明の考えられる形態の概要を提供することのみを意図される。また、本発明は、以下に記載される実施形態と同様であるかまたはそれらの実施形態と異なってよい、特許請求の範囲に一致する種々の形態を包含することができる。 50

【0007】

本発明の第1の実施形態によると、ガスタービンシステムが、少なくとも1つの圧縮機と、少なくとも1つの燃焼器と、少なくとも1つの回転タービンステージと、少なくとも1つの静止タービンステージであって、ここでは、少なくとも1つの静止タービンステージが、ベース材料、外側表面、および、外側表面の一部分の上にあるコーティング、を有する少なくとも1つのタービンノズルを含み、またここでは、少なくとも2つの隣接する冷却孔が外側表面上の軸に沿って配置され、外側表面に対して一定の角度でベース材料内を延在し、コーティングが、軸に実質的に平行に方向付けされかつ少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の傾斜角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも1つの未加工縁部を有する、少なくとも1つの静止タービンステージと、を備える。

10

【0008】

本発明の第2の実施形態によると、被覆されたガスタービン構成要素が、ベース材料と、外側表面と、外側表面の一部分の上にあるコーティングとを備え、ここでは、少なくとも2つの隣接する冷却孔が外側表面上の軸に沿って配置され、外側表面に対して一定の角度でベース材料内を延在し、コーティングが、軸に実質的に平行に方向付けされかつ少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の傾斜角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも1つの未加工縁部を有する。

【0009】

本発明の第3の実施形態によると、被覆されたガスタービン構成要素が、ベース材料と、外側表面と、外側表面の一部分の上にあるコーティングとを有し、ここでは、少なくとも2つの隣接する冷却孔が外側表面上の軸に沿って配置され、外側表面に対して一定の角度でベース材料内を延在し、コーティングが、軸に実質的に平行に方向付けされかつ少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の傾斜角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも1つの未加工縁部を有し、これが、軸に実質的に平行に方向付けされる少なくとも1つの縁部を有しかつ外側表面の輪郭に実質的に従う1つまたは複数のマスク要素を用意するステップであって、少なくとも1つの縁部が実質的に上記傾斜角度で外側表面から突出しかつ少なくとも2つの隣接する冷却孔から実質的に上記距離で延在し、中央部分が軸に実質的に平行に方向付けされかつ少なくとも1つの縁部を基準に隆起し、1つまたは複数のマスク要素が少なくとも2つの隣接する冷却孔の大部分を覆う、ステップと、1つまたは複数のマスク要素を外側表面に取り付けるステップと、外側表面を被覆するステップと、外側表面から1つまたは複数のマスク要素を除去するステップと、によって達成可能である。

20

【0010】

本発明の第4の実施形態によると、被覆されたガスタービン構成要素を用意するための方法が、少なくとも2つの隣接する冷却孔が配置されるときに沿う軸に実質的に平行に方向付けされる少なくとも1つの縁部を有しかつ構成要素の外側表面の輪郭に実質的に従う1つまたは複数のマスク要素を用意するステップであって、少なくとも1つの縁部が一定の傾斜角度で外側表面から突出しかつ少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の距離で延在し、中央部分が軸に実質的に平行に方向付けされかつ少なくとも1つの縁部を基準に隆起し、1つまたは複数のマスク要素が少なくとも2つの隣接する冷却孔の大部分を覆う、ステップと、1つまたは複数のマスク要素を外側表面に取り付けるステップと、外側表面を被覆するステップと、外側表面から1つまたは複数のマスク要素を除去するステップと、を含む。

30

【0011】

本発明のこれらの特徴、態様および利点ならびに別の特徴、態様および利点が、添付図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むことにより良好に理解され得、特に明記しない限り種々の図を通して同様の参照符号が同様の部分を示す。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態を動作させることができる例示のガスタービンシステムを示す

50

概略図である。

【図2】線2-2に沿う、図1のガスタービンシステムを示す部分断面図である。

【図3】線3-3に沿う、図2のタービンを示す拡大図である。

【図4】本発明の態様による、図3のノズルを示す部分斜視図である。

【図5】線5-5に沿う、図4のノズルエーロフォイルを示す断面図である。

【図6】本発明の態様による、図4のガスタービンノズルを示す拡大斜視図である。

【図7】軸A-Aに対して実質的に垂直な方向に沿う、図6のガスタービンノズルを示す拡大断面図である。

【図8】軸A-Aに沿う、図6のガスタービンノズルを示す拡大断面図である。

【図9】軸A-Aに沿う、図6のガスタービンノズルを示す拡大断面図である。

【図10】本発明の態様による、図4のガスタービンノズルを示す拡大斜視図である。

【図11】軸B-Bに対して実質的に垂直な方向に沿う、図10のガスタービンノズルを示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の特定の実施形態を以下で説明する。添付図面を参照しながら読まれる本記述は、任意のデバイスまたはシステムを製造および使用することならびに任意の採用される方法を実施することを含めて通常の技術を有する当業者が本発明を実施するのを可能にするための十分な細部を提供する。しかし、これらの実施形態を簡潔に説明するために、実際の実装形態のすべての特徴が本明細書で説明され得るわけではなく、また、本発明の実施形態は組み合わせで採用され得るかまたは別の形態で具体化されてもよく、したがって、本明細書に記載される実施形態のみ限定されるものとして解釈されるべきではない。したがって、本発明の範囲は特許請求の範囲のみにより示されて限定され、また、当業者が思い付く別の実施形態を含むことができる。

【0014】

本明細書で使用される用語は特定の実施形態を説明することのみを目的としており、例示の実施形態を限定することを意図されない。本明細書で使用される場合、排除することが特に明記されない限り、単数形で引用されて前に語「a」または「a n」が付く要素またはステップは複数の要素またはステップを排除するものとして解釈されるべきではない。また、本発明の「一実施形態」を参照することは、引用される特徴をやはり組み込む追加の実施形態が存在することを排除するものとして解釈されることを意図されない。

【0015】

同様に、本明細書で使用される語「comprises」、「comprising」、「includes」および/または「including」は、言及する特徴、整数、ステップ、動作、要素および/または構成要素が存在することを意味しており、1つまたは複数の別の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素および/またはそれらのグループが存在することまたは追加されることを排除しない。本明細書で使用される語「および/または」は、関連して列記される1つまたは複数の項目の任意の組み合わせおよびすべての組み合わせを包含する。

【0016】

本明細書では読者が理解しやすいことを単に目的とした特定の用語が使用され得るが、これらは本発明の範囲を限定するものとして解釈されない。例えば、「上側」、「下側」、「左」、「右」、「前」、「後」、「頂部」、「底部」、「水平」、「垂直」、「上流」、「下流」、「前方」および「後方」などの語は、特に限定されて使用されない場合は、種々の図面に示される特定の構成を単に説明するものである。同様に、「第1」、「第2」、「一次」および「二次」などの語は、特に限定されて使用されない場合は、一要素を別の要素から区別することのみに使用され、説明される要素を限定するものではない。

【0017】

次に、特に明記しない限り種々の図を通して同様の参照符号が同様の部分を示している複数の図を参照すると、図1が、本発明の実施形態を動作させることができる例示のガス

10

20

30

40

50

タービンシステム 10 を示している。ガスタービンシステム 10 が、入ってくる空気流れ 20 を圧縮する圧縮機 15 を有する。圧縮された空気流れ 22 が少なくとも 1 つの燃焼器 25 へと送出され、空気が燃料 30 と混合されて点火され、それにより高温圧縮ガス 35 の流れが生成される。高温圧縮ガス 35 の流れがタービン 40 へと送出され、そのガスが 1 つまたは複数の静止タービンステージおよび回転タービンステージを通過し、その高温圧縮ガスからの熱エネルギーおよび運動エネルギーが機械的トルクに変換され、その機械的トルクが回転シャフト 45 に接続される 1 つまたは複数の回転要素に作用する。発電機などの外部負荷 50 がシャフト 45 に接続されており、それにより機械的トルクが電気に変換される。また、シャフト 45 が圧縮機 15 を駆動させるためにタービン 40 を通って前方に延在してもよく、または、別個のシャフト（図示せず）が圧縮機 15 を駆動させるためにタービン 40 から提供されていてもよい。

【0018】

図 2 は、線 2 - 2 に沿う、ガスタービンシステム 10 の部分断面図である。高温圧縮ガス 35 が移行部片 55 を通って燃焼器 25 から出て、移行部片 55 が、環状ケーシング 65 内に配置される静止タービンステージ 60 を通るようにガス 35 をタービン 40 内へと誘導する。高温圧縮ガス 35 が静止タービンステージ 60 により、回転シャフト 45（図 1）に接続される回転ディスク 75 を含む回転タービンステージ 70 内へと誘導される。高温圧縮ガス 35 はさらに追加の静止タービンステージおよび回転タービンステージ（60、70、75）へと誘導され得る。タービン 40 は 3 つのステージを有するように示されるが、本明細書で説明される構成要素および組立体は、任意適切な数および構成のステージ、ディスクおよびシャフトを有する任意適切なタイプのタービン内で採用され得る。

【0019】

図 3 は線 3 - 3 に沿った図 2 のタービンの拡大図であり、第 1 の静止タービンステージ 60 および第 1 の回転タービンステージ 70 を示す。高温圧縮ガス 35 が矢印に示される方向で静止タービンステージ 60 に入る。静止タービンステージ 60 は、環状ケーシング 65（図 2）内に放射状に配置される円周方向に隣接する複数のノズル 100 を有する。各ノズルが、エーロフォイル 105、径方向内側端壁 110 および径方向外側端壁 115 を有し、これらは、高温圧縮ガス 35 の流れを包含してその流れを回転タービンステージ 70 まで誘導する。

【0020】

回転タービンステージ 70 は円周方向に隣接する複数のバケット 120 を有し、これらのバケット 120 は回転ディスク 75 に接続されてその回転ディスク 75 の周りで放射状に配置される（図 2）。各バケットは、エーロフォイル 125、プラットフォーム 130 およびシャンク 135 を有する。環状シュラウド 140 がエーロフォイル 125 の径方向外側端部のところに配置されてよく、この環状シュラウド 140 は、高温圧縮ガス 35 の流れを包含してその流れを連続するタービンステージへと誘導するようにエーロフォイル 125 およびプラットフォーム 130 と共に動作する。

【0021】

図 4 は、本発明の態様による、図 3 のガスタービンノズル 100 の部分斜視図を示す。エーロフォイル 105 が、リーディングエッジ 145、トレーリングエッジ 150、凹側面 155、および、凸側面 160（図示せず）を有する。エーロフォイル冷却孔 165 の 2 つの異なる構成が示される。しかし、本発明の態様に従い、任意の数の冷却孔がエーロフォイル 105 上の任意の場所に任意のパターンで配置され得ること、また、同様の冷却孔が図 3 に示される別の構成要素（例えば、内側ノズル端壁 110、外側ノズル端壁 115、バケットエーロフォイル 125、バケットプラットフォーム 130、および、環状シュラウド 140）上にも同様に含まれ得ることを、当業者であれば認識するであろう。

【0022】

図 5 は、線 5 - 5 に沿う、ノズルエーロフォイル 105 の断面図を示す。運転中、冷却流体の流れ（通常は、窒素などの圧縮ガスまたは不活性ガス）がエーロフォイル 105 内の内部キャビティ 170 に提供される。内部キャビティ 170 は、1 つまたは複数の冷却

10

20

30

40

50

孔 1 6 5 を介してエーロフォイル 1 0 5 の外側表面（例えば、リーディングエッジ 1 4 5 、トレーリングエッジ 1 5 0 、凹側面 1 5 5 、凸側面 1 6 0 ）に流体接続される。分かりやすいように単一の冷却孔のみが示されるが、本発明の態様に従い、任意の数の冷却孔が構成要素表面上の任意の場所に任意のパターンで配置され得ること、ならびに、これらの冷却孔が任意適切な形状、寸法、間隔および向きであってよいことを、当業者であれば認識するであろう。

【 0 0 2 3 】

図 5 はまた、ベース材料 1 8 0 を高温圧縮ガスから絶縁してベース材料を環境劣化から保護するように機能する、エーロフォイル 1 0 5 の外側表面上にあるコーティング 1 7 5 を示す。コーティングは、金属の 1 つまたは複数の中間層およびセラミックの 1 つまたは複数の外側層を有することができ、これらは、最終的な厚さが少なくとも 0 . 1 3 mm (0 . 0 0 5 インチ) となるように堆積され得る。典型的なコーティングには、空気プラズマ溶射 (Air Plasma Spray (APS)) 、真空プラズマ溶射 (Vacuum Plasma Spray (VPS)) または高速酸素燃料 (High Velocity Oxy - Fuel (HVOF)) などの熱溶射プロセスを使用して堆積される NiCrAlY などの金属の中間層、ならびに、APS プロセスを使用して堆積されるイットリア安定化ジルコニア (Yttria - Stabilized Zirconia (YSZ)) などのセラミックの外側層が含まれてよい。しかし、上述の材料およびプロセスが例として含まれること、ならびに、本発明の態様に従い、任意適切なプロセスを使用して堆積される任意適切なコーティングが含まれてよいことを、当業者であれば認識するであろう。

【 0 0 2 4 】

コーティングは単一動作で塗布され得るかまたは連続するステップで塗布され得、ここでは、連続的に堆積される層が所望される厚さが得られるまで構築され、また、これらの層は、冶金学的手段、化学的手段または物理的手段を使用して、互いに付着され得、またベース材料に付着され得る。また、本発明の態様に従い、最終的なコーティングの厚さがエーロフォイル 1 0 5 の異なる領域において多様であってよいこと、および、これらが図 3 に示される別の構成要素（例えば、内側ノズル端壁 1 1 0 、外側ノズル端壁 1 1 5 、バケットエーロフォイル 1 2 5 、バケットプラットフォーム 1 3 0 、および、環状シュラウド 1 4 0 ）上に同様に含まれ得ることもまた、当業者であれば認識するであろう。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、本発明の態様による、図 4 のガスタービンノズル 1 0 0 の拡大斜視図である。ノズルの外側表面 2 0 0 が、軸 A - A に実質的に沿う一列状に配置される少なくとも 2 つの隣接する冷却孔 2 0 5 を包含する。隣接する冷却孔の各々が、ベース材料内を、軸 A - A (図示せず) に実質的に平行な方向に延在する。1 つまたは複数のマスク要素 2 1 0 が、コーティング (図示せず) を塗布する際に隣接する冷却孔を遮蔽するために設けられる。マスク要素の寸法は通常は以下のように選択される：隣接する冷却孔 2 0 5 の間にありかつ軸 A - A に実質的に沿うように方向付けされる外側表面 2 0 0 の部分が遮蔽され、隣接する冷却孔 2 0 5 から離れるように延在する外側表面 2 0 0 の部分が遮蔽されない。しかし、提示される寸法は限定することを意図されず、本発明の態様に従って任意適切な寸法のマスク要素が選択されてよい。例えば、マスク要素は、一列状に配置される複数の隣接する冷却孔 2 0 5 を遮蔽することもでき、また、複数の列となるように方向付けされる複数の隣接する冷却孔 2 0 5 も同様に遮蔽することができる。

【 0 0 2 6 】

マスク要素 2 1 0 は、被覆プロセス中の通常は摂氏 1 3 1 5 度 (華氏 2 4 0 0 度) を超える温度に耐えることができる任意適切な材料から形成されてよい。適切な材料を選択する際の考慮事項は、コスト、成形性、寸法安定性および構造保全性であり、詳細には、製造プロセスにおいて複数のノズルを被覆する際にマスク要素が再使用され得るかどうかである。例としての材料は、アルミニウム、炭素鋼、ステンレス鋼、Inconel (登録商標) 、炭素複合材、酸化アルミニウム、窒化シリコン、および、セラミック複合材であ

る。マスク要素は、マスク要素が外側表面 200 の輪郭に実質的に従うようになる、任意適切な方法を使用して製造されてよく、これには、限定しないが、機械加工、鍛造、鋳造およびハイドロフォーミングなどの、金属成形プロセスが含まれる。また、マスク要素は、マスク要素材料とコーティングとの間の摩擦を低減するような材料で被覆されてよく、それにより、コーティングを塗布した後にマスク要素を除去することが補助される。例としての材料は、黒鉛、ポリテトラフルオロエチレンすなわち PTFE、および、二硫化モリブデン (MoS₂) である。上述の例が限定することを意図しないこと、および、本発明の態様に従ってマスク要素を生成する際に別の候補の材料および成形方法も適切となり得ることを理解されたい。

【0027】

10

マスク要素 210 は、ピン、タブ、別の付加物、あるいは、仮付け溶接などの接合手法などの、任意適切な方法を使用して構成要素に取り付けられ得る。マスク要素を取り付けるための適切な方法を選択する際の考慮事項には、ノズルの幾何形状および材料、マスク要素の幾何形状および材料、マスク要素を取り付けて除去するのに要する時間、ならびに、別のプロセス考慮事項が含まれる。

【0028】

図 7 は、軸 A - A に対して実質的に垂直な方向に沿った、図 6 のガスタービンノズル 100 の拡大断面図を示す。少なくとも 1 つのピン 215 が、マスク要素 210 内の少なくとも 1 つの孔 220 を通して挿入され、隣接する冷却孔 205 のうちの少なくとも 1 つの中に入っている。ピン 215 は、マスク要素を考察する際に、上述したように、任意適切な方法を使用して、任意適切な材料から形成され得る。例としての材料は、アルミニウム、炭素鋼、ステンレス鋼、Inconel (登録商標)、炭素複合材、酸化アルミニウム、窒化シリコン、および、セラミック複合材である。また、ピンは、上述したように、ピン材料とコーティングとの間の摩擦を低減する材料で被覆されてよい。上述の例が限定することを意図されないこと、および、本発明の態様に従い、構成要素にマスク要素を取り付けるために別の適切な手段が使用されてもよいことを理解されたい。

20

【0029】

図 7 はまた、サンディング、研削、穴あけ、または、ポリッシングなどの、あらゆる表面仕上げステップの前の、完全に堆積された状態のコーティング 225 を示す。コーティング 225 は、軸 A - A に実質的に平行に方向付けされかつ隣接する冷却孔 205 から一定の傾斜角度 および一定の距離 x でオフセットされる少なくとも 1 つの未加工縁部 230 を有する。一実施形態では、傾斜角度 は、隣接する冷却孔 205 から離れるように延在する外側表面 200 の部分に対して約 90 度未満である。別の一実施形態では、傾斜角度 は、隣接する冷却孔 205 から離れるように延在する外側表面 205 の部分に対して約 20 度から約 160 度である。さらに別の一実施形態では、距離 x は、隣接する冷却孔 205 の平均直径の最大で約 4 倍である。

30

【0030】

図 7 はさらに、軸 A - A に対して実質的に垂直な方向に沿う断面でマスク要素 210 を示す。マスク要素 210 は、軸 A - A に実質的に平行に方向付けされかつ外側表面 200 から一定の傾斜角度 で突出しつつ隣接する冷却孔 205 から距離 x で延在する少なくとも 1 つの縁部 235 を有する (コーティングの未加工縁部 230 の向きおよび位置に実質的に一致する)。マスク要素 210 の中央部分の表面 240 は軸 A - A に実質的に平行に方向付けされ、縁部 235 を基準として隆起する。一実施形態では、傾斜角度 は、隣接する冷却孔 205 から離れるように延在する外側表面 200 の部分に対して約 90 度未満である。別の一実施形態では、傾斜角度 は、隣接する冷却孔 205 から離れるように延在する外側表面 200 の部分に対して約 20 度から約 160 度である。さらに別の一実施形態では、距離 x は、隣接する冷却孔 205 の平均直径の最大で約 4 倍である。

40

【0031】

図 8 および 9 は、軸 A - A に沿う、図 6 のガスタービンノズル 100 の拡大断面図を示し、さらに、隣接する冷却孔 205 がベース材料内を軸 A - A に実質的に平行な方向に延

50

在する場合の、少なくとも1つのピン215を使用する、マスク要素210をガスターピンノズル100に取り付けるための構成を示す。ピン215は組立プロセス前では実質的に直線状である。マスク要素210は、マスク要素内の少なくとも1つの孔220が隣接する冷却孔205のうちの少なくとも1つの孔に位置合わせされるように、外側表面220上に位置する。次いで、ピン215が孔220を通して挿入され、図8に示されるように対応する隣接する冷却孔205内に入る。内側表面250から突出するピン215の端部245は、ピンを定位置にロックするために図9に示されるように湾曲され得る。

【0032】

図10は、本発明の態様による、図4のガスターピンノズル100の拡大斜視図を示す。ノズルの外側表面300が、軸B-Bに実質的に沿う一列状に配置される少なくとも2つの隣接する冷却孔305を包含する。隣接する冷却孔の各々は、破線で示されるように、軸B-Bに実質的に平行ではない方向においてベース材料内を延在する。コーティング(図示せず)を塗布する際に隣接する冷却孔を遮蔽するために、1つまたは複数のマスク要素310が設けられる。マスク要素の寸法は通常は以下のように選択される：隣接する冷却孔305の間にありかつ軸B-Bに実質的に沿うように方向付けされる外側表面300の部分が遮蔽され、隣接する冷却孔305から離れるように延在する外側表面300の部分が遮蔽されない。しかし、提示される寸法は限定することを意図されず、本発明の態様に従って任意適切な寸法のマスク要素が選択されてよい。例えば、マスク要素は、一列状に配置される複数の隣接する冷却孔305を遮蔽することもでき、また、複数の列となるように方向付けされる複数の隣接する冷却孔305も同様に遮蔽することができる。

【0033】

マスク要素310は、上述したような任意適切な材料および方法から形成され得る。同様に、マスク要素310は上述したような任意適切な方法を使用して構成要素に取り付けられ得る。

【0034】

図11は、軸B-Bに対して実質的に垂直な方向に沿う、図10のガスターピンノズル100の拡大断面図を示す。少なくとも1つのピン315がマスク要素310内の少なくとも1つの孔320を通して挿入され、隣接する冷却孔305のうちの少なくとも1つの中に入っている。ピン315は、上述したように、任意適切な方法を使用して任意適切な材料から形成され得る。

【0035】

図11はまた、サンディング、研削、穴あけ、または、ポリッシングなどの、あらゆる表面仕上げステップの前の、完全に堆積された状態のコーティング325を示す。コーティング325は、軸B-Bに実質的に平行に方向付けされかつ隣接する冷却孔305から一定の傾斜角度および一定の距離yでオフセットされる少なくとも1つの未加工縁部330を有する。一実施形態では、傾斜角度は、隣接する冷却孔305から離れるように延在する外側表面300の部分に対して約90度未満である。別の一実施形態では、傾斜角度は、隣接する冷却孔305から離れるように延在する外側表面300の部分に対して約20度から約160度である。さらに別の一実施形態では、距離yは、隣接する冷却孔305の平均直径の最大で約4倍である。

【0036】

図11はさらに、軸B-Bに対して実質的に垂直な方向に沿う断面でマスク要素310を示す。マスク要素310は、軸B-Bに実質的に平行に方向付けされかつ外側表面300から一定の傾斜角度で突出し�かつ隣接する冷却孔305から距離yで延在する少なくとも1つの縁部335を有する(コーティングの未加工縁部330の向きおよび位置に実質的に一致する)。マスク要素310の中央部分の表面340は軸A-Aに実質的に平行に方向付けされ、縁部335を基準として隆起する。一実施形態では、傾斜角度は、隣接する冷却孔305から離れるように延在する外側表面300の部分に対して約90度未満である。別の一実施形態では、傾斜角度は、隣接する冷却孔305から離れるように延在する外側表面300の部分に対して約20度から約160度である。さらに別の一実

10

20

30

40

50

施形態では、距離 y は、隣接する冷却孔 305 の平均直径の最大で約 4 倍である。

【0037】

図 11 はさらに、隣接する冷却孔 305 がベース材料内を軸 B-B に実質的に平行ではない方向に延在する場合の、少なくとも 1 つのピン 315 を使用する、マスク要素 310 をガスタービンノズル 100 に取り付けるための構成を示す。マスク要素 310 は、マスク要素内の少なくとも 1 つの孔 320 が隣接する冷却孔 305 のうちの少なくとも 1 つに位置合わせされるように、外側表面 300 上に位置する。次いで、ピン 315 が孔 320 を通して挿入され、対応する隣接する冷却孔 305 内に入る。内側表面 350 から突出するピン 315 の端部 345 は、ピンを定位置にロックするために湾曲され得る。

【0038】

上述したように、本発明は、実質的に被覆されない少なくとも 2 つの隣接する冷却孔を包含する被覆されたガスタービン構成要素を企図する。冷却孔は被覆された表面上で軸に沿うように配置され、ベース材料内を延在し、また、コーティングが、軸に実質的に平行に方向付けされかつ冷却孔から一定の角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも 1 つの未加工縁部を有することができる。

【0039】

本明細書では最良の形態を含めて特定の実施形態を示して説明したが、特許請求の範囲の意味および範囲内での本明細書で開示される実施形態に対するすべての追加事項、削除事項および修正事項が、示される特定の実施形態に取って代わることができることを、通常の技術を有する当業者であれば認識するであろう。同様に、本発明の精神および範囲から逸脱しない本発明の別の実施形態も考案され得る。このような別の実施形態は、特許請求の範囲の文言と違わない構造的要素を有する場合、または、特許請求の範囲の文言とほぼ違わない等価の構造的要素を有する場合、特許請求の範囲内にあることが意図される。同様に、示されるシステム構成要素は、本明細書で説明される特定の実施形態を限定するものではなく、むしろ、システムの構成要素は、本明細書で説明される別の構成要素から独立して、およびそれらの別の構成要素とは別個に利用され得る。例えば、本明細書で説明される構成要素および組立体は、特許請求の範囲の意味および範囲内に留まりながら、任意適切な数および構成のステージ、ディスクおよびシャフトを有する、任意適切なタイプのガスタービン、航空機エンジンあるいは別のターボ機械で採用され得る。

【0040】

最後に、本発明の代表的な実施態様を以下に述べる。

[実施態様 1] 少なくとも 1 つの圧縮機と、

少なくとも 1 つの燃焼器と、

少なくとも 1 つの回転タービンステージと、

少なくとも 1 つの静止タービンステージであって、前記少なくとも 1 つの静止タービンステージが少なくとも 1 つのタービンノズルを備え、前記少なくとも 1 つのタービンノズルが、

ベース材料、

外側表面、

前記外側表面の一部分の上にあるコーティング

を備え、

少なくとも 2 つの隣接する冷却孔が前記外側表面上の軸に沿って配置され、前記外側表面に対して一定の角度で前記ベース材料内を延在し、

前記コーティングが、前記軸に実質的に平行に方向付けされかつ前記少なくとも 2 つの隣接する冷却孔から一定の傾斜角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも 1 つの未加工縁部を備える、

少なくとも 1 つの静止タービンステージと
を備えるガスタービンシステム。

[実施態様 2] 前記傾斜角度が、前記少なくとも 2 つの隣接する冷却孔から離れるように延在する前記外側表面の前記部分に対して約 90 度未満である、実施態様 1 記載のシス

10

20

30

40

50

テム。

[実施態様3] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよう延在する前記外側表面の前記部分に対して約20度から約160度である、実施態様1記載のシステム。

[実施態様4] 前記距離が前記少なくとも2つの隣接する冷却孔の平均直径の最大で約4倍である、実施態様1記載のシステム。

[実施態様5] ベース材料と、

外側表面と、

前記外側表面の一部分の上にあるコーティングであって、

少なくとも2つの隣接する冷却孔が前記外側表面上の軸に沿って配置され、前記外側表面に対して一定の角度で前記ベース材料内を延在し、

前記コーティングが、前記軸に実質的に平行に方向付けされかつ前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の傾斜角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも1つの未加工縁部を備える、

コーティングと

を備える被覆されたガスタービン構成要素。

[実施態様6] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよう延在する前記外側表面の前記部分に対して約90度未満である、実施態様5記載の構成要素。

[実施態様7] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよう延在する前記外側表面の前記部分に対して約20度から約160度である、実施態様5記載の構成要素。

[実施態様8] 前記距離が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔の平均直径の最大で約4倍である、実施態様5記載の構成要素。

[実施態様9] ベース材料と、

外側表面と、

前記外側表面の一部分の上にあるコーティングであって、

少なくとも2つの隣接する冷却孔が前記外側表面上の軸に沿って配置され、前記外側表面に対して一定の角度で前記ベース材料内を延在し、

前記コーティングが、前記軸に実質的に平行に方向付けされかつ前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の傾斜角度および一定の距離でオフセットされる少なくとも1つの未加工縁部を備え、これが、

前記外側表面の輪郭に実質的に従う1つまたは複数のマスク要素を用意するステップであって、前記少なくとも1つまたは複数のマスク要素が、

前記軸に実質的に平行に方向付けされる少なくとも1つの縁部であって、前記少なくとも1つの縁部が、実質的に前記傾斜角度で前記外側表面から突出しつつ前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から実質的に前記距離で延在する、少なくとも1つの縁部、

前記軸に実質的に平行に方向付けされかつ前記少なくとも1つの縁部に対して隆起する中央部分、

を備え、

前記1つまたは複数のマスク要素が前記少なくとも2つの隣接する冷却孔を実質的に覆う、

ステップと、

前記1つまたは複数のマスク要素を前記外側表面に取り付けるステップと、

前記外側表面を被覆するステップと、

前記外側表面から前記1つまたは複数のマスク要素を除去するステップと

によって達成され得る

コーティングと

を備える被覆されたガスタービン構成要素。

[実施態様10] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよ

10

20

30

40

50

うに延在する前記外側表面の前記部分に対して約90度未満である、実施態様9記載の構成要素。

[実施態様11] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよう10に延在する前記外側表面の前記部分に対して約20度から約160度である、実施態様9記載の構成要素。

[実施態様12] 前記距離が前記少なくとも2つの隣接する冷却孔の平均直径の最大で約4倍である、実施態様9記載の構成要素。

[実施態様13] 前記1つまたは複数のマスク要素が、前記1つまたは複数のマスク要素を通して挿入される少なくとも1つのピンを使用して前記外側表面に取り付けられる、実施態様9記載の構成要素。

[実施態様14] 前記少なくとも1つのピンが前記少なくとも2つの隣接する冷却孔のうちの少なくとも1つの中に挿入される、実施態様13記載の構成要素。

[実施態様15] 被覆されたガスタービン構成要素を用意するための方法であって、前記方法が、

前記構成要素の前記外側表面の輪郭に実質的に従う1つまたは複数のマスク要素を用意するステップであって、前記マスク要素が

少なくとも2つの隣接する冷却孔が配置されるときに沿う軸に実質的に平行に方向付けされる少なくとも1つの縁部であって、前記少なくとも1つの縁部が一定の傾斜角度で前記外側表面から突出しかつ前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から一定の距離で延在する、少なくとも1つの縁部と、

前記軸に実質的に平行に方向付けされかつ前記少なくとも1つの縁部を基準として隆起する中央部分と、

を備え、

前記1つまたは複数のマスク要素が前記少なくとも2つの隣接する冷却孔を実質的に覆う

ステップと、

前記1つまたは複数のマスク要素を前記外側表面に取り付けるステップと、

前記外側表面を被覆するステップと、

前記外側表面から前記1つまたは複数のマスク要素を除去するステップとを含む、方法。

[実施態様16] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよう10に延在する前記外側表面の前記部分に対して約90度未満である、実施態様15記載の方法。

[実施態様17] 前記傾斜角度が、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔から離れるよう15に延在する前記外側表面の前記部分に対して約20度から約160度である、実施態様15記載の方法。

[実施態様18] 前記距離が前記少なくとも2つの隣接する冷却孔の平均直径の最大で約4倍である、実施態様15記載の方法。

[実施態様19] 前記1つまたは複数のマスク要素を前記外側表面に取り付けるステップが、前記1つまたは複数のマスク要素を通して少なくとも1つのピンを挿入するステップを含む、実施態様15記載の方法。

[実施態様20] 前記1つまたは複数のマスク要素を前記外側表面に取り付けるステップが、前記少なくとも2つの隣接する冷却孔の少なくとも1つの中に前記少なくとも1つのピンを挿入するステップを含む、実施態様19記載の方法。

【符号の説明】

【0041】

10 ガスタービンエンジン

15 圧縮機

20 入ってくる空気流れ

22 圧縮された空気流れ

10

20

30

40

50

2 5	燃焼器	
3 0	燃料	
3 5	高温圧縮ガス	
4 0	タービン	
4 5	回転シャフト	
5 0	外部負荷	
5 5	移行部片	
6 0	静止タービンステージ	
6 5	環状ケーシング	
7 0	回転タービンステージ	10
7 5	回転ディスク	
1 0 0	ノズル	
1 0 5	エーロフォイル	
1 1 0	径方向内側端壁	
1 1 5	径方向外側端壁	
1 2 0	パケット	
1 2 5	エーロフォイル	
1 3 0	プラットフォーム	
1 3 5	シャンク	
1 4 0	環状シュラウド	20
1 4 5	リーディングエッジ	
1 5 0	トレーディングエッジ	
1 5 5	凹側面	
1 6 0	凸側面	
1 6 5	エーロフォイル冷却孔	
1 7 0	内部キャビティ	
1 7 5	コーティング	
1 8 0	ベース材料	
2 0 0	ノズルの外側表面	
2 0 5	冷却孔	30
2 1 0	マスク要素	
2 1 5	ピン	
2 2 0	孔	
2 2 5	コーティング	
2 3 0	未加工縁部	
2 3 5	縁部	
2 4 0	中央部分の表面	
2 4 5	ピンの端部	
2 5 0	内側表面	
3 0 0	ノズルの外側表面	40
3 0 5	冷却孔	
3 1 0	マスク要素	
3 1 5	ピン	
3 2 0	孔	
3 2 5	コーティング	
3 3 0	未加工縁部	
3 3 5	縁部	
3 4 0	中央部分の表面	
3 4 5	ピンの端部	
3 5 0	内側表面	50

【図1】

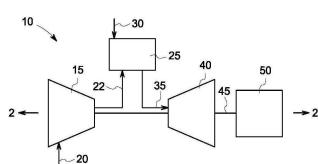


FIG. 1

【図2】

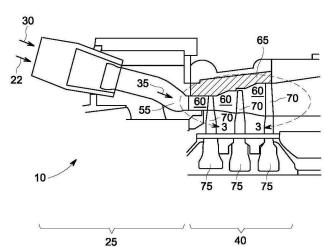


FIG. 2

【図3】

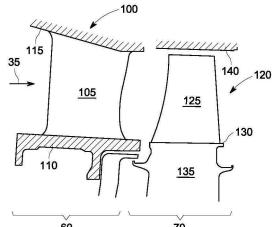


FIG. 3

【図4】

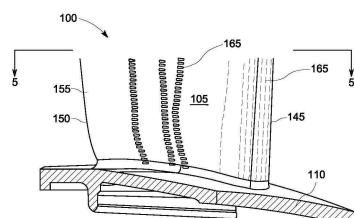


FIG. 4

【図5】

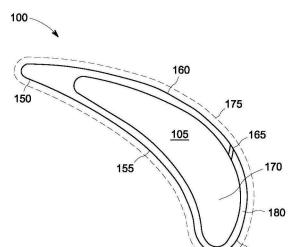


FIG. 5

【図7】

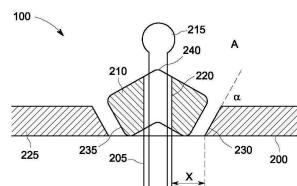


FIG. 7

【図6】

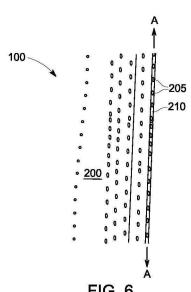


FIG. 6

【図8】

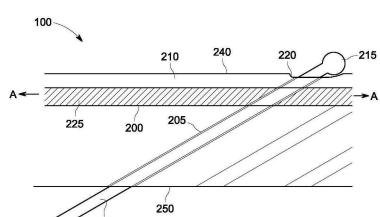


FIG. 8

【図9】

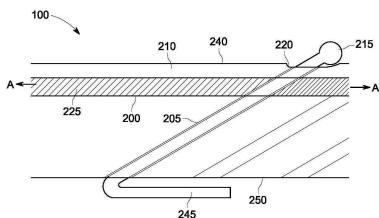


FIG. 9

【図10】

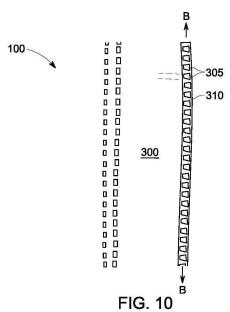


FIG. 10

【図11】

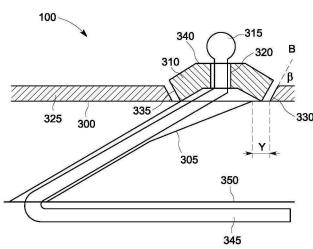


FIG. 11

フロントページの続き

- (72)発明者 フレドリック・ウッドロー・ロバーツ, ジュニア
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
300番
- (72)発明者 マイケル・ジョン・ブラウン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
300番
- (72)発明者 ジェイムズ・スチュワート・フィリップス
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
300番

審査官 北村 亮

- (56)参考文献 実開昭61-152702 (JP, U)
特開2010-144578 (JP, A)
特開2012-132451 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0076644 (US, A1)
特開平11-158684 (JP, A)
特開2003-306760 (JP, A)
特開平04-236757 (JP, A)
米国特許出願公開第2005/0215686 (US, A1)
特開2012-082700 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 D	5 / 28
F 01 D	9 / 02
F 02 C	7 / 00