

(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2008-174838
(P2008-174838A)

(43) 公開日 平成20年7月31日(2008.7.31)

(51) Int.Cl.

C23C	4/12	(2006.01)
F02C	7/00	(2006.01)
F02C	7/24	(2006.01)
F01D	5/18	(2006.01)
F01D	5/28	(2006.01)

F 1

C 23 C	4/12
F 02 C	7/00
F 02 C	7/24
F 02 C	7/24
F 01 D	5/18

テーマコード(参考)

3 G 002
4 K 031

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-6352 (P2008-6352)
(22) 出願日	平成20年1月16日 (2008.1.16)
(31) 優先権主張番号	11/654, 182
(32) 優先日	平成19年1月17日 (2007.1.17)
(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 GENERAL ELECTRIC COMPANY アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(74) 代理人	100093908 弁理士 松本 研一
(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	100137545 弁理士 荒川 聰志

最終頁に続く

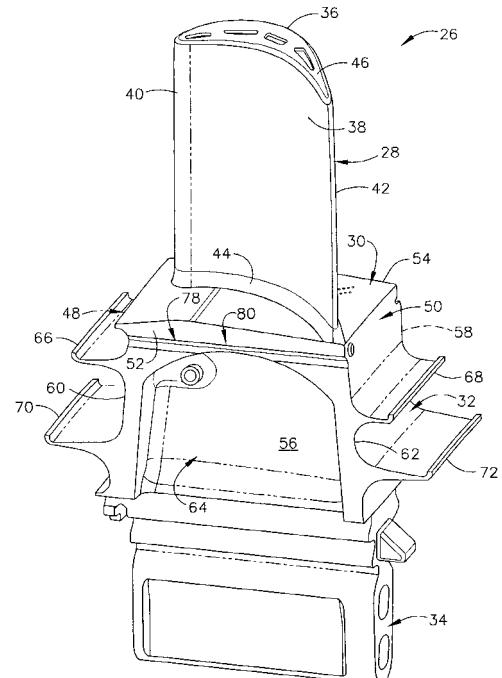
(54) 【発明の名称】ガスタービンエンジンの被覆方法及び装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ガスタービンエンジン用の部品の製造方法を提供する。

【解決手段】本方法は、部品の少なくとも一部にボンドコートを施工する段階と、部品から第1の距離に配置された溶射装置を用いて、ボンドコートの少なくとも一部に稠密縦割れ(DVC)遮熱コーティングを施工する段階と、第1の距離よりも大きくてDVC遮熱コーティングへのソフトコート遮熱コーティングの付着を促進する第2の距離だけ部品から離して配置された溶射装置を用いて、DVC遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階とを含む。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジン用の部品の製造方法であって、

部品の少なくとも一部にボンドコートを施工する段階と、

部品から第1の距離に配置された溶射装置を用いて、ボンドコートの少なくとも一部に稠密縦割れ(DVC)遮熱コーティングを施工する段階と、

第1の距離よりも大きくてDVC遮熱コーティングへのソフトコート遮熱コーティングの付着を促進する第2の距離だけ部品から離して配置された溶射装置を用いて、DVC遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階とを含んでなる方法。

10

【請求項 2】

ボンドコートの少なくとも一部にDVC遮熱コーティングを施工する段階が、溶射装置を部品から約2インチ離して配置する段階をさらに含む、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

DVC遮熱コーティングの少なくとも一部にソフトコート遮熱コーティングを施工する段階が、溶射装置を部品から約6インチ離して配置する段階をさらに含む、請求項1記載の方法。

【請求項 4】

DVC遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階が、DVC遮熱コーティングの少なくとも一部を約1~4ミル厚さの多孔質層を備えた組成物で覆う段階を含む、請求項1記載の方法。

20

【請求項 5】

DVC遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階が、DVC遮熱コーティング上にソフトコート遮熱コーティングを溶射する段階を含む、請求項1記載の方法。

【請求項 6】

DVC遮熱コーティング上にソフトコート遮熱コーティングを溶射する段階が、酸素燃焼式高速フレーム溶射(HVOF)法、空気燃焼式高速フレーム溶射(HVAF)法、大気プラズマ溶射(APS)法、減圧プラズマ溶射法、低圧プラズマ溶射法、ワイヤーアーク溶射法及びフレーム溶射法の少なくともいずれかを使用してDVC遮熱コーティング上にソフトコート遮熱コーティングを溶射する段階を含む、請求項5記載の方法。

30

【請求項 7】

DVC遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階が、DVC遮熱コーティングの表面よりも粗い表面を形成する段階を含む、請求項1記載の方法。

【請求項 8】

ガスタービンエンジン内で使用するための動翼の製造方法であって、

動翼の少なくとも一部にボンドコートを施工する段階と、

動翼から第1の距離に配置された溶射装置を用いて、ボンドコートの少なくとも一部に稠密縦割れ(DVC)遮熱コーティングを施工する段階と、

40

第1の距離よりも大きい第2の距離だけ動翼から離して配置された溶射装置を用いて、DVC遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階とを含んでなる方法。

【請求項 9】

ガスタービンエンジン用の動翼であって、

動翼の一部に施工された第1の皮膜と、

動翼から第1の距離に配置された溶射装置から第1の皮膜の少なくとも一部を覆って溶射された第2の皮膜と、

第1の距離よりも長い動翼からの第2の距離に配置された溶射装置から第2の皮膜の少なくとも一部を覆って溶射されかつ第2の皮膜の外面仕上げよりも粗い外面仕上げを有す

50

る第3の皮膜と、

第3の皮膜の少なくとも一部を覆って施工されて動翼の手磨き量の減少を促進する第4の皮膜と、

を含む動翼。

【請求項10】

第1の距離が約2インチであり、第2の距離が約6インチである、請求項9記載の動翼。

【請求項11】

第2の皮膜が約18ミルの厚さを有する、請求項9記載の動翼。

【請求項12】

第3の皮膜が約2ミルの厚さを有する、請求項9記載の動翼。

10

【請求項13】

第1の皮膜がボンドコートである、請求項9記載の動翼。

【請求項14】

第2の皮膜が6～8重量%のイットリアと残部のジルコニアの組成を有する金属酸化物を含む、請求項9記載の動翼。

【請求項15】

第3の皮膜が第2の皮膜と実質的に同じ組成を含む、請求項9記載の動翼。

【請求項16】

第4の皮膜が、シリカ(SiO_2)、ケイ酸塩及びムライト($\text{3Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$)の1種以上から成るバインダマトリックス中にアルミナ(Al_2O_3)が分散した組成物を含む、請求項9記載の動翼。

20

【請求項17】

第4の皮膜が溶射法及びテープキャスト法の少なくともいずれかを使用して第3の皮膜に施工される、請求項16記載の動翼。

【請求項18】

第2の皮膜がフィレット及び狭域を含み、

第3の皮膜が、第3の皮膜をフィレット及び狭域に対して付着させるのを可能する多孔質特性を含む、

請求項9記載の動翼。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広義にはガスタービンエンジンに関し、具体的には、ガスタービンエンジン動翼用の皮膜を製造するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

少なくとも幾つかの公知のガスタービンエンジンは、1以上のタービンロータを含み、これらタービンロータは、ロータディスクと動翼とも呼ばれる複数の円周方向に間隔を置いて配置されたロータ動翼とを含む。公知の動翼は一般的に、翼形部、プラットフォーム、シャンク及びダブテールを含む。各ダブテールは、ロータディスク内に形成されたスロット又は開口内に植え込まれて、動翼をロータディスクに固定される。翼形部は、ディスクからエンジン内の燃焼ガスの流れに延在し、ガス流の運動エネルギーを回転機械的エネルギーに変換する。

40

【0003】

汚損及び表面劣化は、一般にアルカリ金属類を含む燃料を燃焼させる際に、燃焼プロセスでアルカリ金属類が硫黄と結合して、部品表面に低融点塩が堆積することに起因する。付加的な汚染物質は、 NO_x 制御又は出力向上のために吸い込まれる空気及び/又は噴射される水に由来する可能性がある。

【0004】

エンジン作動時に動翼を保護するため、少なくとも幾つかの公知のエンジン動翼は遮熱

50

コーティング(ＴＢＣ)を含んでいる。しかし、公知の遮熱コーティングは、粗い外表面を有することがあり、幾つかの遮熱コーティングは、例えば燃焼時に発生しかねない低融点塩その他の汚染物質のような汚染物質の付着に起因する侵食を受けることがある。遮熱コーティングの侵食は、遮熱コーティングの効果の低下及び／又は侵食の悪化を招いて、一段と性能を低下させる可能性さえある。

【0005】

ＴＢＣの粗い外表面の影響を低減するため、少なくとも幾つかの遮熱コーティングは、手磨きして、表面の粗さを減少させるとともに遮熱コーティングの耐侵食性を向上させている。手磨きは、タービン動翼の製造に付随する時間及び／又は労力の増大及び／又はタービン動翼の製造時の人的エラーの可能性を増大させるおそれがある。その結果、手磨きした動翼を含むガスタービンエンジンの総製造コストは、手磨きしない他の動翼の製造に付随するコストよりも高くなるおそれがある。

10

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0006】

ガスタービンエンジン用の部品の製造方法を提供する。本方法は、部品の少なくとも一部にボンドコートを施工する段階と、部品から第1の距離に配置された溶射装置を用いて、ボンドコートの少なくとも一部に稠密縦割れ(ＤＶＣ)遮熱コーティングを施工する段階と、第1の距離よりも大きい第2の距離だけ部品から離して配置された溶射装置を用いて、ＤＶＣ遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階とを含む。

20

【0007】

ガスタービンエンジン内で使用するための動翼の製造方法を提供する。本方法は、動翼の少なくとも一部にボンドコートを施工する段階と、動翼から第1の距離に配置された溶射装置を用いて、ボンドコートの少なくとも一部に稠密縦割れ(ＤＶＣ)遮熱コーティングを施工する段階と、第1の距離よりも大きい第2の距離だけ動翼から離して配置された溶射装置を用いて、ＤＶＣ遮熱コーティングの少なくとも一部をソフトコート遮熱コーティングで覆う段階とを含む。

【0008】

ガスタービンエンジン用の動翼を提供する。本動翼は、動翼の一部に施工された第1の皮膜と、溶射装置と動翼の間に規定される第1の距離で第1の皮膜の少なくとも一部に溶射された第2の皮膜と、第1の距離よりも大きくなるように溶射装置と動翼の間に規定される第2の距離で第2の皮膜の少なくとも一部に溶射された第3の皮膜とを含み、第2の距離で第3の皮膜を溶射することによって第2の皮膜の表面仕上げよりも粗い表面仕上げを有する第3の皮膜の成膜が促進され、本動翼はさらに、第3の皮膜の少なくとも一部に施工されて動翼に必要な手磨き量の減少を促進する第4の皮膜を含む。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1は、例示的なガスタービンエンジン10の概略図である。この例示的な実施形態では、ガスタービンエンジン10は、圧縮機12、タービン14、タービン16及び燃焼器18を含む。圧縮機12とタービン14はロータシャフト20で互いに結合される。この例示的な実施形態では、タービン16は、シャフト22を介して、特に限定されないが発電機(図示せず)又はプロペラ(図示せず)のような外部負荷に結合される。幾つかの実施形態では、エンジン10は、General Electric社(米国サウスカロライナ州グリーンビル)から購入可能なガスタービンエンジンである。作動中、空気は圧縮機12を通って流れ、圧縮空気が燃焼器18に供給され、燃焼器18で圧縮空気が燃料と混合され点火されて燃焼ガスを生成する。燃焼器18から送られた燃焼ガスは、タービン14及び16を駆動し、タービン14及び16は、長手方向軸線24の周りでそれぞれのシャフト20及び22を回転駆動して、それぞれ圧縮機12及び外部負荷に動力を供給する。

40

50

【0010】

図2は、例えばガスタービンエンジン10(図1に示す)のようなガスタービンエンジンで使用できる例示的なロータ動翼26の斜視図である。例えばタービン14(図1に示す)のようなロータアセンブリは、複数のロータ動翼26を含むことができ、各ロータ動翼26は、例えばシャフト20(図1に示す)のようなロータシャフトに結合されたロータディスク(図2には図示せず)に結合されるように、ロータ動翼26は、ロータディスクの円周の周りに間隔を置いて配置されるように配向される。各ロータ動翼26は、翼形部28、プラットフォーム30、シャンク32及びダブテール34を含む。翼形部28、プラットフォーム30、シャンク32及びダブテール34はまとめてバケットとも呼ばれる。別の実施形態では、動翼26は、先端キャップを含む。

10

【0011】

各翼形部28は、対向する側壁36及び38を含む。側壁36は、凸面形で翼形部28の負圧面を画成し、側壁38は、凹面形で翼形部28の正圧面を画成する。側壁36及び38は、翼形部28の前縁40及び軸方向に離隔した後縁42で互いにつながる。具体的には、翼形部後縁42は、翼形部前縁40から翼弦方向かつ下流方向に離隔して位置する。側壁36及び38は各々、プラットフォーム30に隣接して位置した動翼根元44から翼形部先端46まで長手方向つまり半径方向外向きに翼長にわたって延在する。

【0012】

プラットフォーム30は、翼形部28とシャンク32との間に、翼形部28がプラットフォーム30から半径方向外向きに延在する。シャンク32は、プラットフォーム30からダブテール34まで半径方向内向きに延在し、ダブテール34は、シャンク32から半径方向内向きに延在してロータ動翼26をロータディスクに結合する。プラットフォーム30は、それぞれ正圧面及び負圧面とも呼ばれる一対の両側側壁52及び54で互いに連結した前端縁側面48及び対向する後端縁側面50を含む。

20

【0013】

シャンク32は、シャンク32の上流側壁60及び下流側壁62で互いに連結した略凹状の側壁56と略凸状の側壁58とを含む。従って、側壁56は、それぞれ上流及び下流側壁60及び62に対して陥凹していて、ロータアセンブリ内に動翼26を結合した時に、冷却ガスを受けるためのシャンク空洞64が、隣接するロータ動翼シャンク32間に形成されるようになる。

30

【0014】

この例示的な実施形態では、前方エンゼル翼66及び後方エンゼル翼68各々が、それぞれの側壁60及び62から外向きに延在して、ロータアセンブリ内に形成された前方及び後方エンゼル翼バッファ空洞(図示せず)を封止できる。加えて、前方及び後方カバープレート70及び72も、それぞれの側壁60及び62から外向きに延在して、動翼26とロータディスクとの間を封止できる。具体的には、カバープレート70及び72は各々、ダブテール34とそれぞれのエンゼル翼66及び68との間でシャンク32から外向きに延在する。

【0015】

図3は、図1に示すガスタービンエンジンで使用できる第1の皮膜、第2の皮膜、第3の皮膜及び第4の皮膜を含む例示的なロータ動翼の一部の側面図である。

40

【0016】

この例示的な実施形態では、第1の皮膜100つまりボンドコートが基材に施工される。この例示的な実施形態では、第1の皮膜100は、基材の一部、具体的には動翼26の一部に施工される。さらに、この例示的な実施形態では、第1の皮膜100は、Eクラスの動翼26に施工される。別の実施形態では、第1の皮膜100は、Fクラスの動翼26に施工される。それに代えて、第1の皮膜100は、特に限定されないがロータ動翼26の翼形部28(図2に示す)、シャンク32(図2に示す)及び/又はダブテール34(図2に示す)の少なくともいずれかの一部に施工される。この例示的な実施形態では、第1の皮膜100を動翼26の一部に施工するために、溶射法が使用される。

50

【0017】

第1の皮膜100は、基材に施工されて、基材に対する第2の皮膜102の結合を促進する。第1の皮膜100は、例えばMCrAlY(頭文字は合金の元素を示し、MはNi、Co又はNiとCoとの組合せである。)と呼ばれる公知の金属合金のプラズマ溶射皮膜を含むものでもよい。

【0018】

この例示的な実施形態では、第2の皮膜102は、第1の皮膜100の少なくとも一部に施工される。この例示的な実施形態では、第2の皮膜102は、動翼26を耐熱保護を促進する稠密縦割れ(DVC)遮熱コーティングである。第2の皮膜102は、特に限定されないが、プラズマ溶射セラミック材料で形成される。この例示的な実施形態では、セラミック材料は、6~8重量%のイットリアと残部のジルコニアの組成を有するイットリア安定化ジルコニアのような金属酸化物である。ジルコニアは、特に限定されないが、カルシウム、セリア、マグネシア又はその他の酸化物の1種以上で安定化することができる。この例示的な実施形態では、第2の皮膜102は、層104を形成する溶射ガンを使用して、基材及び/又は第1の皮膜100上に溶射される。この例示的な実施形態では、使用される溶射ガンは、Sulitzer Metco社から市販の7MBガンである。別の実施形態では、第2の皮膜102は、あらゆるその他の適当な溶射装置を用いて、第1の皮膜100及び/又は基材の一部に溶射される。

10

【0019】

具体的には、第2の皮膜102は、大気プラズマ溶射(APS)法を使用して基材及び/又は第1の皮膜100上に溶射される。大気プラズマ溶射法は、主として酸化物を有する金属を被覆するために使用される。層104は、「個別層」又は「セラミック層」と呼ぶこともできる。この例示的な実施形態では、層104は、主層と副層とによって形成された厚さを有する。具体的には、基材及び/又は第1の皮膜100の全表面を覆いかつ必要な第2の皮膜102の厚さを得るために、一般的に第2の皮膜102を付着させる時に溶射ガン及び基材を互いに対して移動させることが望ましい。そのためには、ガン、基材又はその両方を移動させる形態を取ることができ、それは、スプレー塗装で使用する方法と同様である。この動きは、所定の溶射ガンが或るパターンを溶射するという事実と組合さって、主層と副層として付着されて層104を形成した第2の皮膜102を生じる。この例示的な実施形態では、第2の皮膜102は、第2の皮膜102に対する皮膜の付着を制限する緻密低多孔質表面である。

20

【0020】

別の実施形態では、公知の方法及び装置を用いて、第1の皮膜100及び/又は基材の一部に本発明の第2の皮膜102を施工する。具体的には、別の実施形態では、第2の皮膜102は、特に限定されないが、酸素燃焼式高速フレーム溶射(HVOF; high velocity oxy-fuel)法、空気燃焼式高速フレーム溶射(HVAF; high velocity air-fuel)法、重力式ショットピーニング(GASP; gravity assisted shot peening)、減圧プラズマ溶射法、低圧プラズマ溶射法、大気プラズマ溶射法、ワイヤアーク溶射法及びフレーム溶射法の少なくともいずれかを用いて、第1の皮膜100及び/又は基材上に溶射することができる。さらに別の実施形態では、第2の皮膜102は、特に限定されないが、拡散法、クラッディング法及び予備焼結ロウ付けプリフォーム法を用いて、ボンドコート及び/又は動翼26の一部に施工される。さらに別の実施形態では、第2の皮膜102は、あらゆるその他の適当な方法を用いて、第1の皮膜100及び/又は基材の一部に施工できる。

30

【0021】

この例示的な実施形態では、第3の皮膜106が、第2の皮膜102の少なくとも一部に施工される。この例示的な実施形態では、第3の皮膜106は、第2の皮膜102と実質的に同じ組成で製造される。この例示的な実施形態では、第3の皮膜106は、溶射ガンを用いて第2の皮膜102の少なくとも一部に溶射され、層108を形成する。この例示的な実施形態では、第2の皮膜102に対して第3の皮膜106を施工するために使用

40

50

する溶射ガンは、第1の皮膜100の少なくとも一部に対して第2の皮膜102を施工するに使用するのと同じ溶射ガンである。具体的には、第3の皮膜106は、大気プラズマ溶射(APS)法を用いて第2の皮膜102の少なくとも一部に溶射される。

【0022】

別の実施形態では、公知の方法及び装置を用いて、第2の皮膜102の少なくとも一部に本発明の第3の皮膜106を施工する。具体的には、別の実施形態では、第3の皮膜106は、特に限定されないが、酸素燃焼式高速フレーム溶射(HVOF)法、空気燃焼式高速フレーム溶射(HVAF)法、重力式ショットピーニング(GASP)、減圧プラズマ溶射法、低圧プラズマ溶射法、ワイヤーアーク溶射法及びフレーム溶射法の少なくともいずれかを用いて、第2の皮膜102上に溶射することができる。別の実施形態では、第3の皮膜106は、特に限定されないが、拡散法、クラッディング法及び予備焼結口ウ付けプリフォーム法を用いて、第2の皮膜102に施工される。さらに別の実施形態では、第3の皮膜106は、あらゆるその他の適当な方法を用いて、第2の皮膜102の一部に施工できる。

10

【0023】

一般的に、この例示的な実施形態では、第3の皮膜106は、第2の皮膜102よりも粗い表面仕上げを有し、耐侵食性の向上に役立つ。第3の皮膜106つまりソフト皮膜は、多孔質皮膜である。第3の皮膜106の特性及び多孔性は、第2の皮膜102への第3の皮膜106の付着を促進する。具体的には、第3の皮膜106は、第2の皮膜102のフィレット及び狭域に付着する。別の実施形態では、第3の皮膜106は、基材の劣化を低減するのを可能にしあつ/又は表面汚損され易さを低減するのを可能にするあらゆる表面仕上げを有する。

20

【0024】

この例示的な実施形態では、第4の皮膜110が、第3の皮膜106の少なくとも一部に施工される。別の実施形態では、第4の皮膜110は、第3の皮膜106に施工されない。この例示的な実施形態では、第4の皮膜110は、ETBC(登録商標)皮膜(つまり、滑らかな皮膜)である。ETBC(登録商標)は、General Electric社(米国ニューヨーク州スケネクタディ)の登録商標である。この例示的な実施形態では、第4の皮膜110は、アルコール中にアルミナが懸濁したスラリー組成物であり、一般的にアルミナ系シリカ結合セラミック材料である。より具体的には、第4の皮膜110は、シリカ(SiO₂)、ケイ酸塩及び/又はムライト(3Al₂O₃SiO₂)から成るバインダマトリックス中に分散したアルミナ(Al₂O₃)の粒子を含有し、シリカ(SiO₂)、ケイ酸塩及び/又はムライト(3Al₂O₃SiO₂)の相対量は、第4の皮膜110に生じる温度及びその後の実作動温度に応じて変化し、より高温度においてはより多くの量のムライトが形成されることになる。アルミナ粒子は、第4の皮膜110の少なくとも5重量%から最大約85重量%までを構成する。第4の皮膜110中のアルミナ及びシリカ系マトリックス材料の相対量は、第4の皮膜110に所望の特性に応じて調整できる。

30

【0025】

この例示的な実施形態では、第4の皮膜110は、テープキャスト法を用いて第3の皮膜106に施工される。第4の皮膜110は、第3の皮膜106に付着し、表面粗さの減少を促進する。第4の皮膜110の滑らかさは、動翼26を手磨きする必要性を実質的に排除する。さらに、第4の皮膜110は、動翼26上に生じる腐食の量を減少させる。具体的には、第4の皮膜110は、第4の皮膜110が施工されていない他の公知の動翼の3倍ほど耐侵食性を増大させる。さらに、公知の手磨き法は、動翼26を完全に手磨きするために、約1時間を要する。この例示的な実施形態では、第4の皮膜110を施工した場合には、動翼26を完全に手磨きするための時間は、50%ほど短縮され、つまり手磨きに要する時間は約30分となる。さらに、第4の皮膜110は、赤外線(IR)加熱範囲において透明でなくて、第4の皮膜110は、第1、第2及び第3の皮膜100、102及び106並びに動翼26の冷却を可能にする。

40

50

【0026】

組立時に、第1の皮膜100は、特に限定されないが、ロータ動翼26のプラットフォーム30、翼形部28、シャンク32及び／又はダブテール34の少なくともいずれかを含む基材の一部に施工されて動翼26を熱から保護する。それに代えて、第1の皮膜100は、エンジン10のあらゆる適當な部分に施工できる。さらに別の実施形態では、ロータ動翼26には、第1の皮膜100を設けることができる。基材に第1の皮膜100を施工したら、第1の皮膜100の少なくとも一部に第2の皮膜102が施工される。別の実施形態では、第2の皮膜102は、基材に直接施工される。

【0027】

第2の皮膜102は、第2の皮膜102を第1の皮膜100の一部に溶射することによって、ボンドコート及び／又は動翼26の一部に施工できる。具体的には、第2の皮膜102は、基材から第1の距離だけ離して配置された機構（図示せず）で大気プラズマ溶射（APS）法を用いて、ボンドコート及び／又は基材の一部に溶射される。この例示的な実施形態では、溶射ガンは、第1の粉末流量で第2の皮膜102をボンドコート及び／又は基材の一部に溶射するが、この場合、溶射ガンは、第1の温度まで加熱される。第2の皮膜102は、第1の速度でボンドコート及び／又は基材上に溶射される。さらに、ガンは、基材から第1の距離、つまり第1のガン-被加工物距離に配置される。第1のガン-被加工物距離は、溶射ガンのヘッド（つまり先端）と基材との間で測定される。具体的には、この例示的な実施形態では、溶射ガンは、約750～1000°Fの範囲の第1の温度まで加熱され、第2の皮膜102を第1の皮膜100及び／又は基材上に溶射するための第1のガン速度は、約590～610mm／秒の範囲であり、第1のガン-被加工物距離は、約0～3インチの範囲である。さらに、第2の皮膜102をボンドコート及び／又は基材の一部に溶射する場合には、第2の皮膜102は、層104が約18ミルの厚さを有するように施工される。別の実施形態では、第2の皮膜102は、あらゆる適當な厚さを有するように施工できる。

10

20

30

40

【0028】

この例示的な実施形態では、動翼26の一部に第2の皮膜102を施工した後に、第2の皮膜102を施工した表面区域の少なくとも一部に第3の皮膜106を施工することによって、第2の皮膜102上に第3の皮膜106が重ねられる。この例示的な実施形態では、第3の皮膜106は、基材から第2の距離だけ離して配置された機構（図示せず）で大気プラズマ溶射（APS）法を用いて、第2の皮膜102上に溶射される。具体的には、この例示的な実施形態では、第3の皮膜106は、上に述べた第2の皮膜102をボンドコート及び／又は基材に施工するために使用したのと同じ溶射ガン及び実質的に同じ方法を用いて第2の皮膜102の一部に溶射される。別の実施形態では、異なる溶射装置を用いて、第3の皮膜106を第2の皮膜102に施工する。この例示的な実施形態では、溶射ガンは、第2の粉末流量で第3の皮膜106を第2の皮膜102の一部に溶射するが、この場合、溶射ガンは、第2の温度まで加熱される。第2の粉末流量は、第1の粉末流量よりも大きい。第3の皮膜106は、第2の速度で第2の皮膜102上に溶射される。さらに、ガンは、基材及び／又は第2の皮膜102から第2の距離、つまり第2のガン-被加工物距離に配置される。この例示的な実施形態では、第2のガン-被加工物距離は、第2の皮膜102を第1の皮膜100上に溶射するために使用した第1のガン-被加工物距離よりも大きく、このことは、第3の皮膜106を第2の皮膜102よりも多孔質にする。具体的には、この例示的な実施形態では、溶射ガンは、約850°Fの第2の温度まで加熱され、第3の皮膜106を第2の皮膜102上に溶射するための第2のガン速度は、約300～500mm／秒の範囲であり、第2のガン-被加工物距離は、約3～7インチの範囲である。さらに、第3の皮膜106を第2の皮膜102上に溶射する場合には、第3の皮膜106は、約2ミルの厚さを有するように施工される。別の実施形態では、第3の皮膜106は、あらゆる適當な厚さを有するように施工できる。

【0029】

ガン-被加工物距離を増大させることによって、第3の皮膜106は、第2の皮膜10

50

2よりも一段と多孔質（つまり、ソフトコート）である。第3の皮膜106が第2の皮膜102よりも多孔質であると、第3の皮膜106は、第2の皮膜102への第3の皮膜106の付着を促進する大きな付着特性を有する。第3の皮膜106は、第2の皮膜102の狭域及びフィレットに付着する。

【0030】

第3の皮膜106は、第3の皮膜106が第2の皮膜102よりも一層脱落し難くなるので、製造時間の短縮及びスクラップ率の減少という両方の点で製造コストを低減するのを可能にする。具体的には、手磨き装置は、動翼を再被覆することが必要になる程度にまで厚さを激減させる可能性があるので、皮膜の表面仕上げは、表面粗さを減少させるのに必要な手磨きの量を減らすことによって、より厳密に制御できる。さらに、皮膜の厚さを制御することによって第3の皮膜106の磨耗が防止される。

10

【0031】

第2の皮膜102の少なくとも一部に第3の皮膜106を施工したら、第3の皮膜106の少なくとも一部に第4の皮膜110を施工して、熱伝達の減少を促進する。この例示的な実施形態では、第4の皮膜110は、約0.5~4ミルの厚さを有する第3の皮膜106の一部に施工される。熱伝達を減少させた場合、動翼26の耐久性を増大させることができになり、動翼26は、より表面汚損を受け難くなることになる。加えて、動翼26の全空気力学的性能が増大する。さらに、皮膜100、102、106及び110の重量は、皮膜100、102、106及び110がエンジン効率に悪影響を与えないような公称重量のものである。

20

【0032】

本明細書には、例示的な方法及び皮膜の実施形態を詳細に記述し及び／又は示している。本方法及び皮膜は、本明細書に記載した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ各方法の段階及び各皮膜の部品は、本明細書に記載したその他の段階及び／又は部品とは独立してかつ別個に利用できる。各方法の段階及び部品は、その他の方法の段階及び／又は部品と組合せて使用できる。

【0033】

本明細書に記載し及び／又は示した方法及びダンパピンの要素／部品／段階／その他を導入する場合において、「数詞のない」表現及び「少なくとも1つの」という表現は、1以上の要素／部品／段階／その他が存在していることを意味することを意図している。「含む」、「備える」及び「有する」という用語は、包括的であり、記載した要素／部品／段階／その他以外の付加的な要素／部品／段階／その他が存在できることを意味することを意図している。

30

【0034】

様々な特定の実施形態に関して本発明を説明してきたが、本発明が特許請求の範囲の技術思想及び技術的範囲内の変更で実施できることは、当業者には分かるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】例示的なガスタービンエンジンの概略断面図。

【図2】例えば図1に示すガスタービンエンジンのようなガスタービンエンジンで使用できる例示的なロータ動翼の斜視図。

40

【図3】図1に示すガスタービンエンジンで使用できる、第1の皮膜、第2の皮膜、第3の皮膜及び第4の皮膜を含む例示的なロータ動翼の一部の側面図。

【符号の説明】

【0036】

10 エンジン

12 圧縮機

14 タービン

18 燃焼器

18 燃焼器

50

2 0	ロータシャフト	
2 2	シャフト	
2 4	長手方向軸線	
2 6	動翼	
2 8	翼形部	
3 0	プラットフォーム	
3 2	シャンク	
3 4	ダブテール	
3 6	側壁	10
3 8	側壁	
4 0	翼形部前縁	
4 2	翼形部後縁	
4 4	動翼根元	
4 6	動翼先端	
4 8	前端縁側面	
5 0	後端縁側面	
5 2	対向する側壁	
5 4	対向する側壁	
5 6	凹状の側壁	
5 8	凸状の側壁	20
6 0	上流側壁	
6 2	下流側壁	
6 4	シャンク空洞	
6 6	前方エンゼル翼	
6 8	後方エンゼル翼	
7 0	カバープレート	
7 2	後方カバープレート	
1 0 0	第1の皮膜	
1 0 2	第2の皮膜	
1 0 4	層	30
1 0 6	第3の皮膜	
1 0 8	層	
1 1 0	第4の皮膜	

【図1】

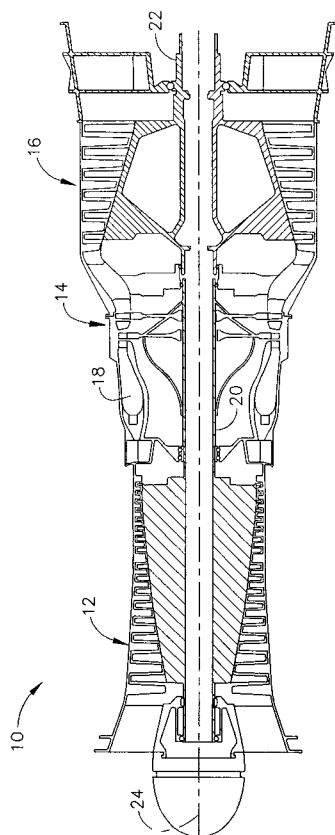


FIG. 1

【 図 2 】

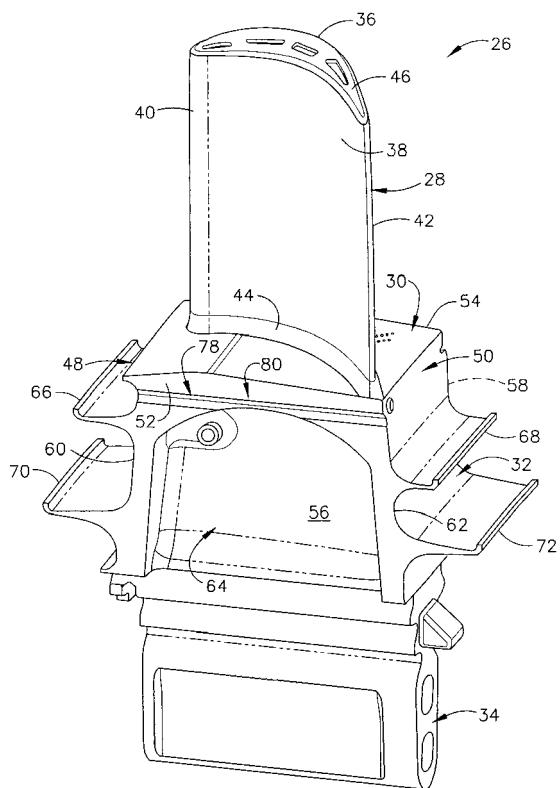


FIG. 2

【 図 3 】

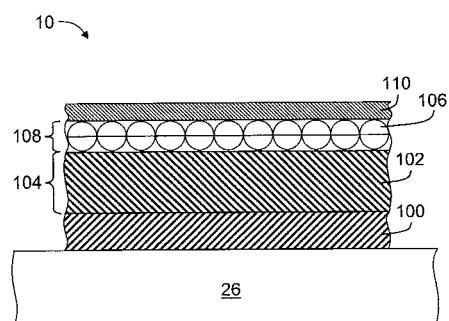


FIG. 3

フロントページの続き

(51) Int.CI.	F I	テーマコード(参考)
C 2 3 C 4/10 (2006.01)	F 0 1 D 5/28	
	C 2 3 C 4/10	

(72)発明者 レイモンド・グラント・ロー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、バークレー・アベニュー、2263番

(72)発明者 タラ・イースター・マクガバン
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、サマー・ヒル・ロード、115番

(72)発明者 ジーン・アン・マーフィー
アメリカ合衆国、オハイオ州、フランクリン、グレゴリー・ドライブ、4214番

(72)発明者 アンドリュー・ジェイ・スクーグ
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウェスト・チェスター、ウッズ・エッジ・コート、5340番

(72)発明者 ウィリアム・アール・ストウェル
アメリカ合衆国、インディアナ州、ライジング・サン、セーラム・リッジ・ロード、3379番

(72)発明者 ポール・トマス・マークス
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、キャリッジ・ヒル・ロード、726番

(72)発明者 リサ・デベリス
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、レイク・パラー・コート、15番

(72)発明者 ジェームズ・エイチ・クレア
アメリカ合衆国、テキサス州、クロスピー、ポート・オコール・ドライブ、16207番

F ターム(参考) 3G002 BA08 BA09 BA10 BB00 CA13 CA14 CA15 CB07
4K031 AA02 AB04 AB05 AB08 CB22 CB26 CB27 CB42 DA01 DA03
DA04 EA01