

(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. | | | F I | | | テーマコード (参考) | |
|---------------------------------------|-------------|------------------|----------------|-------------|----------|------------------|--|
| C 2 3 C | 4/12 | (2006.01) | C 2 3 C | 4/12 | | 3 G 0 0 2 | |
| F 0 2 C | 7/00 | (2006.01) | F 0 2 C | 7/00 | C | 4 K 0 3 1 | |
| F 0 2 C | 7/24 | (2006.01) | F 0 2 C | 7/00 | D | | |
| F 0 1 D | 5/18 | (2006.01) | F 0 2 C | 7/24 | A | | |
| F 0 1 D | 5/28 | (2006.01) | F 0 1 D | 5/18 | | | |
| 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 CO
MPANY
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 聡志

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
コート进行施工する段階と、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

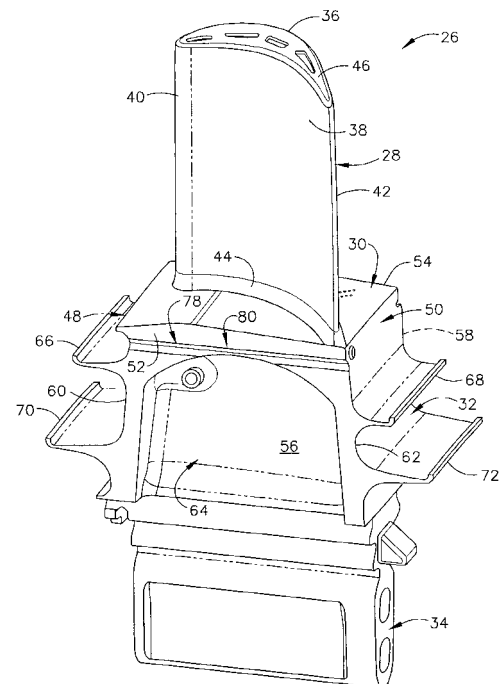


FIG. 2

【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、酸素燃焼式高速フラーム溶射（HVOF）法、空気燃焼式高速フラーム溶射（HVOF）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、ワイヤアーク溶射法及びフラ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 の皮膜の外表面仕上げよりも粗い外表面仕上げを有す

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 ($3\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$) 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。

【発明の詳細な説明】

30

【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を通して流れ、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

【 0 0 1 0 】

図 2 は、例えばガスタービンエンジン 1 0 (図 1 に示す) のようなガスタービンエンジンで利用できる例示的なロータ動翼 2 6 の斜視図である。例えばタービン 1 4 (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 2 6 を含むことができ、各ロータ動翼 2 6 は、例えばシャフト 2 0 (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 2 6 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 2 6 は、翼形部 2 8、プラットフォーム 3 0、シャンク 3 2 及びダブテール 3 4 を含む。翼形部 2 8、プラットフォーム 3 0、シャンク 3 2 及びダブテール 3 4 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 2 6 は、先端キャップを含む。

10

【 0 0 1 1 】

各翼形部 2 8 は、対向する側壁 3 6 及び 3 8 を含む。側壁 3 6 は、凸面形で翼形部 2 8 の負圧面を画成し、側壁 3 8 は、凹面形で翼形部 2 8 の正圧面を画成する。側壁 3 6 及び 3 8 は、翼形部 2 8 の前縁 4 0 及び軸方向に離隔した後縁 4 2 で互いにつながる。具体的には、翼形部後縁 4 2 は、翼形部前縁 4 0 から翼弦方向かつ下流方向に離隔して位置する。側壁 3 6 及び 3 8 は各々、プラットフォーム 3 0 に隣接して位置した動翼根元 4 4 から翼形部先端 4 6 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。

【 0 0 1 2 】

プラットフォーム 3 0 は、翼形部 2 8 とシャンク 3 2 との間に、翼形部 2 8 がプラットフォーム 3 0 から半径方向外向きに延在する。シャンク 3 2 は、プラットフォーム 3 0 からダブテール 3 4 まで半径方向内向きに延在し、ダブテール 3 4 は、シャンク 3 2 から半径方向内向きに延在してロータ動翼 2 6 をロータディスクに結合する。プラットフォーム 3 0 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 5 2 及び 5 4 で互いに連結した前端縁側面 4 8 及び対向する後端縁側面 5 0 を含む。

20

【 0 0 1 3 】

シャンク 3 2 は、シャンク 3 2 の上流側壁 6 0 及び下流側壁 6 2 で互いに連結した略凹状の側壁 5 6 と略凸状の側壁 5 8 とを含む。従って、側壁 5 6 は、それぞれ上流及び下流側壁 6 0 及び 6 2 に対して陥凹していて、ロータアセンブリ内に動翼 2 6 を結合した時に、冷却ガスを受けるためのシャンク空洞 6 4 が、隣接するロータ動翼シャンク 3 2 間に形成されるようになる。

30

【 0 0 1 4 】

この例示的な実施形態では、前方エンゼル翼 6 6 及び後方エンゼル翼 6 8 各々が、それぞれの側壁 6 0 及び 6 2 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 7 0 及び 7 2 も、それぞれの側壁 6 0 及び 6 2 から外向きに延在して、動翼 2 6 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 7 0 及び 7 2 は各々、ダブテール 3 4 とそれぞれのエンゼル翼 6 6 及び 6 8 との間でシャンク 3 2 から外向きに延在する。

【 0 0 1 5 】

図 3 は、図 1 に示すガスタービンエンジンで利用できる第 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

【 0 0 1 6 】

この例示的な実施形態では、第 1 の皮膜 1 0 0 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 1 0 0 は、基材の一部、具体的には動翼 2 6 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 1 0 0 は、E クラスの動翼 2 6 に施工される。別の実施形態では、第 1 の皮膜 1 0 0 は、F クラスの動翼 2 6 に施工される。それに代えて、第 1 の皮膜 1 0 0 は、特に限定されないがロータ動翼 2 6 の翼形部 2 8 (図 2 に示す)、シャンク 3 2 (図 2 に示す) 及び / 又はダブテール 3 4 (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 1 0 0 を動翼 2 6 の一部に施工するために、溶射法が使用される。

50

【 0 0 1 7 】

第 1 の皮膜 1 0 0 は、基材に施工されて、基材に対する第 2 の皮膜 1 0 2 の結合を促進する。第 1 の皮膜 1 0 0 は、例えば M C r A l Y (頭文字は合金の元素を示し、M は N i 、C o 又は N i と C o 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。

【 0 0 1 8 】

この例示的な実施形態では、第 2 の皮膜 1 0 2 は、第 1 の皮膜 1 0 0 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 1 0 2 は、動翼 2 6 を耐熱保護を促進する稠密縦割れ (D V C) 遮熱コーティングである。第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 2 は、層 1 0 4 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 1 0 0 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、S u l t z e r M e t c o 社から市販の 7 M B ガンである。別の実施形態では、第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 0 及び / 又は基材の一部に溶射される。

【 0 0 1 9 】

具体的には、第 2 の皮膜 1 0 2 は、大気プラズマ溶射 (A P S) 法を使用して基材及び / 又は第 1 の皮膜 1 0 0 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 1 0 4 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 1 0 4 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 1 0 0 の全表面を覆いかつ必要な第 2 の皮膜 1 0 2 の厚さを得るためには、一般的に第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 4 を形成した第 2 の皮膜 1 0 2 を生じる。この例示的な実施形態では、第 2 の皮膜 1 0 2 は、第 2 の皮膜 1 0 2 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。

【 0 0 2 0 】

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 1 0 0 及び / 又は基材の一部に本発明の第 2 の皮膜 1 0 2 を施工する。具体的には、別の実施形態では、第 2 の皮膜 1 0 2 は、特に限定されないが、酸素燃焼式高速フレイム溶射 (H V O F ; high velocity oxy-fuel) 法、空気燃焼式高速フレイム溶射 (H V A F ; high velocity air-fuel) 法、重力式ショットピーニング (G A S P ; 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、ワイヤーク溶射法及びフレイム溶射法の少なくともいずれかを用いて、第 1 の皮膜 1 0 0 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 1 0 2 は、特に限定されないが、拡散法、クラ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 2 6 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 1 0 2 は、あらゆるその他の適当な方法を用いて、第 1 の皮膜 1 0 0 及び / 又は基材の一部に施工できる。

【 0 0 2 1 】

この例示的な実施形態では、第 3 の皮膜 1 0 6 が、第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 6 は、第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 6 は、溶射ガンを用いて第 2 の皮膜 1 0 2 の少なくとも一部に溶射され、層 1 0 8 を形成する。この例示的な実施形態では、第 2 の皮膜 1 0 2 に対して第 3 の皮膜 1 0 6 を施工するために使用

10

20

30

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を施工するため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イム溶射（ＨＶＯＦ）法、空気燃焼式高速フレイム溶射（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、ワイヤアーク溶射法及びフレイ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、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かつ／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（ SiO_2 ）、ケイ酸塩及び／又はムライト（ $3\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ ）から成るバインダマトリックス中に分散したアルミナ（ Al_2O_3 ）の粒子を含有し、シリカ（ SiO_2 ）、ケイ酸塩及び／又はムライト（ $3\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ ）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その他の公知の動翼の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

【 0 0 2 6 】

組立時に、第 1 の皮膜 1 0 0 は、特に限定されないが、ロータ動翼 2 6 のプラットフォーム 3 0、翼形部 2 8、シャंक 3 2 及び / 又はダブテール 3 4 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 2 6 を熱から保護する。それに代えて、第 1 の皮膜 1 0 0 は、エンジン 1 0 のあらゆる適当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 2 6 には、第 1 の皮膜 1 0 0 を設けることができる。基材に第 1 の皮膜 1 0 0 を施工したら、第 1 の皮膜 1 0 0 の少なくとも一部に第 2 の皮膜 1 0 2 が施工される。別の実施形態では、第 2 の皮膜 1 0 2 は、基材に直接施工される。

【 0 0 2 7 】

第 2 の皮膜 1 0 2 は、第 2 の皮膜 1 0 2 を第 1 の皮膜 1 0 0 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 2 6 の一部に施工できる。具体的には、第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 2 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 1 0 2 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 7 5 0 ~ 1 0 0 0 ° F の範囲の第 1 の温度まで加熱され、第 2 の皮膜 1 0 2 を第 1 の皮膜 1 0 0 及び / 又は基材上に溶射するための第 1 のガン速度は、約 5 9 0 ~ 6 1 0 mm / 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 1 0 2 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 1 0 2 は、層 1 0 4 が約 1 8 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 1 0 2 は、あらゆる適当な厚さを有するように施工できる。

【 0 0 2 8 】

この例示的な実施形態では、動翼 2 6 の一部に第 2 の皮膜 1 0 2 を施工した後に、第 2 の皮膜 1 0 2 を施工した表面区域の少なくとも一部に第 3 の皮膜 1 0 6 を施工することによって、第 2 の皮膜 1 0 2 上に第 3 の皮膜 1 0 6 が重ねられる。この例示的な実施形態では、第 3 の皮膜 1 0 6 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 1 0 2 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 1 0 6 は、上に述べた第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 2 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 1 0 6 を第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 6 を第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 6 は、第 2 の速度で第 2 の皮膜 1 0 2 上に溶射される。さらに、ガンは、基材及び / 又は第 2 の皮膜 1 0 2 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 1 0 2 を第 1 の皮膜 1 0 0 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 1 0 6 を第 2 の皮膜 1 0 2 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 8 5 0 ° F の第 2 の温度まで加熱され、第 3 の皮膜 1 0 6 を第 2 の皮膜 1 0 2 上に溶射するための第 2 のガン速度は、約 3 0 0 ~ 5 0 0 mm / 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 1 0 6 を第 2 の皮膜 1 0 2 上に溶射する場合には、第 3 の皮膜 1 0 6 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 1 0 6 は、あらゆる適当な厚さを有するように施工できる。

【 0 0 2 9 】

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 1 0 6 は、第 2 の皮膜 1 0

10

20

30

40

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よりも一層脱剥し難くなるので、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もので、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可能になり、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利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利用できる、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 | |
| 3 8 | 側壁 | 10 |
| 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 】

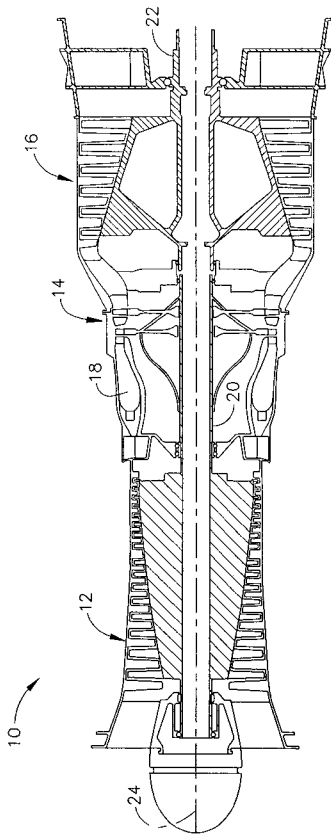


FIG. 1

【 図 2 】

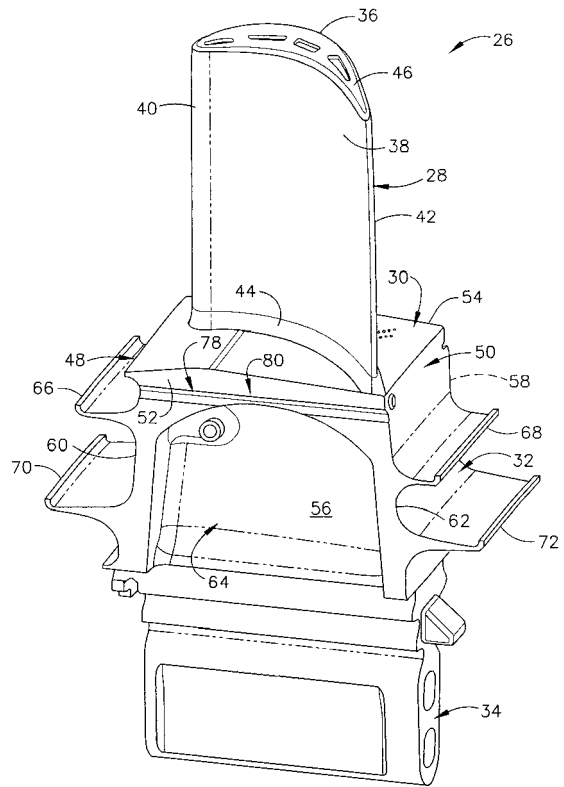


FIG. 2

【 図 3 】

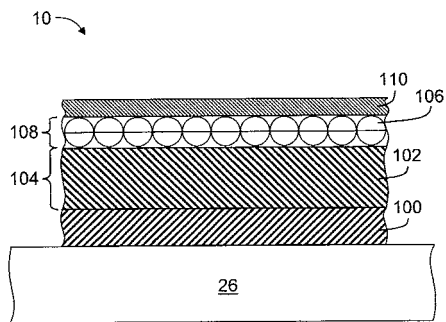


FIG. 3

フロントページの続き

| | | | |
|----------------|-------------|------------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | | 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、パークレー・アベニュー、2 2 6 3 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、1 1 5 番
- (72) 発明者 ジェーン・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、4 2 1 4 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、ウエスト・チェスター、ウッズ・エッジ・コート、5 3 4 0 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、3 3 7 9 番
- (72) 発明者 ボール・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、7 2 6 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・バレー・コート、1 5 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、クロスビー、ポート・オコール・ドライブ、1 6 2 0 7 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