

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4987005号
(P4987005)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F I

F O I D 25/00 (2006.01)

F O I D 25/00

R

請求項の数 13 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2008-531524 (P2008-531524)
(86) (22) 出願日 平成18年9月16日 (2006.9.16)
(65) 公表番号 特表2009-509082 (P2009-509082A)
(43) 公表日 平成21年3月5日 (2009.3.5)
(86) 国際出願番号 PCT/DE2006/001634
(87) 国際公開番号 W02007/033648
(87) 国際公開日 平成19年3月29日 (2007.3.29)
審査請求日 平成21年9月7日 (2009.9.7)
(31) 優先権主張番号 102005045839.4
(32) 優先日 平成17年9月24日 (2005.9.24)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 505323725
エムティーユー エアロ エンジンス ゲ
ーエムペーハー
ドイツ国 80995 ミュンヘン ダッ
ハウア シュトラーセ 665
(74) 代理人 100082647
弁理士 永井 義久
(72) 発明者 テーマン・カール・ゲオルク
ドイツ国 30449 ハノーヴァー ヴ
イッテキントシュトラーセ 34

審査官 石黒 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンコンポーネントの空洞を洗浄する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンコンポーネントの空洞を洗浄するための方法であって、この目的を達成するため、腐食性洗浄溶剤及びそれに続いてリンス溶剤が、ガスタービンコンポーネントの洗浄対象の空洞又は各空洞を通して導かれるものであり、

まず、ガスタービンコンポーネントの空洞又は各空洞が不活性ガスで満たされ、次いで、ガスタービンコンポーネントが熱処理を受ける一方、前記不活性ガス雰囲気の前記ガスタービンコンポーネントの空洞又は各空洞において維持され、この目的を達成するため、前記ガスタービンコンポーネントは、第1の時間間隔において加熱され、第2の時間間隔の間この温度に維持され、続いて、第3の時間間隔において冷却され、それに続いて、洗

10

【請求項 2】

ガスタービンプレード上の空洞を洗浄するための方法であって、この目的を達成するため、前記腐食性洗浄溶剤及びそれに続いて前記リンス溶剤が、ガスタービンプレード上の洗浄対象の空洞又は各空洞を通して繰り返し導かれるものであり、

まず、ガスタービンプレード上の空洞又は各空洞が不活性ガスで満たされ、次いで、ガスタービンプレードが繰り返し熱処理を受ける一方、前記不活性ガス雰囲気の前記ガスタービンプレード上の空洞又は各空洞において維持され、この目的を達成するため、前記ガスタービンプレードは、第1の時間間隔において加熱され、第2の時間間隔の間この温度

20

に維持され、続いて、第3の時間間隔において冷却され、それに続いて、洗浄溶剤及びリンス溶剤が前記ガスタービンブレード上の空洞又は各空洞を通して導かれる、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第1の時間間隔において、第1の処理温度から第2の処理温度へ加熱され、前記第2の時間間隔の間、この第2の処理温度で維持され、続いて前記第3の時間間隔において、第2の処理温度からほぼ第1の処理温度へ冷却される、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

前記第1の処理温度は、 $280^{\circ}\text{K} \sim 320^{\circ}\text{K}$ であり、前記第2の処理温度は $1,200^{\circ}\text{K} \sim 1,300^{\circ}\text{K}$ である、請求項3に記載の方法。

10

【請求項5】

一回の熱処理の時間、すなわち、第1、第2、及び第3の時間間隔の合計が、 $45 \sim 170$ 秒である、請求項3又は4に記載の方法。

【請求項6】

前記第1の時間間隔は $5 \sim 20$ 秒であり、前記第2の時間間隔は $10 \sim 60$ 秒であり、前記第3の時間間隔は $30 \sim 90$ 秒である、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記熱処理は、その都度前記ガスタービンブレード上の空洞又は各空洞における前記不活性ガス雰囲気を維持しながら、連続して、 10 回まで実行される、請求項2に記載の方法。

20

【請求項8】

前記熱処理に続き、腐食性洗浄溶剤として、水酸化物溶液が、前記空洞又は各空洞を通して導かれる、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項9】

腐食性洗浄溶剤として、 $35\% \sim 45\%$ の水酸化カリウム溶液が、前記空洞又は各空洞を通して導かれる、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記水酸化物溶液は $333^{\circ}\text{K} \sim 503^{\circ}\text{K}$ の温度を有し、前記空洞又は各空洞を通して $480 \sim 700$ 分の時間に $18 \sim 21$ バールの圧力で導かれる、請求項8又は9に記載の方法。

30

【請求項11】

前記腐食性洗浄溶剤に続き、リンス溶剤として、脱イオン水が前記空洞又は各空洞を通して導かれる、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項12】

前記洗浄溶剤に続き、リンス溶剤として、脱塩水が前記空洞又は各空洞を通して導かれる、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項13】

前記リンス溶剤は $278^{\circ}\text{K} \sim 372^{\circ}\text{K}$ の温度を有し、前記空洞又は各空洞を通して $5 \sim 30$ 分の時間に $30 \sim 600$ バールの圧力で導かれる、請求項11又は12に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項1で説明される種概念の定義に従う、ガスタービンコンポーネントの、特にガスタービンブレードの空洞を洗浄するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン運転中、不純物が、ガスタービンコンポーネントの空洞に、ひいては、例えば、内部が冷却されたガスタービンロータブレードの空洞に、堆積又は定着する。ガスタービンのメンテナンスを行う時、X線技術を採用して、ガスタービンコンポーネントの

50

空洞におけるそのような堆積を検知することができ、また、そのような堆積又は不純物がガスタービンコンポーネントの空洞に存在することが確認された場合、空洞からその堆積又は不純物を取り除く必要がある。この目的のために特別な洗浄方法が使用される。

【 0 0 0 3 】

ガスタービンコンポーネントの空洞を洗浄するために、空洞を通して、加熱された腐食性洗浄溶剤を導き、その洗浄溶剤に続いて、空洞を通してリンス溶剤を導くための関連技術、即ち、米国特許第 5 , 6 1 8 , 3 5 3 号より既に公知である。もしそのような方法をガスタービンコンポーネントの空洞を洗浄するために使用するならば、目標洗浄効率面での要求は、約 9 0 % の洗浄されたコンポーネントを満たす。一方、1 0 % の洗浄されたコンポーネントは、その要求を満たさない。これは、そのコンポーネントが洗浄されるべきであるガスタービンの極限環境条件下での運転に特に当てはまる。これは、高温のみならず砂の多い条件下で運転されているガスタービン航空機エンジンに適用される。そのような場合、関連技術より既知である方法を使用してガスタービンコンポーネントの空洞の効果的洗浄を行うことは不可能である。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

これを背景にして、本発明の目的は、ガスタービンコンポーネントの、特にガスタービンプレードの空洞を洗浄するための新たな方法を発明することである。

【 課題を解決するための手段 】

20

【 0 0 0 5 】

この目的は、請求項 1 において説明されるように、ガスタービンコンポーネント、特にガスタービンプレードの空洞を洗浄するための方法によって達成される。本発明によると、洗浄溶剤及びリンス溶剤によって前記又は各空洞を処理するに先立って、ガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞は、不活性ガスで満たされ、次いで、ガスタービンコンポーネントが好適には繰り返し熱処理を受ける一方、前記不活性ガス雰囲気の前記又は各空洞において維持され、この目的を達成するため、コンポーネントは、第 1 の時間間隔の間ある温度まで加熱され、第 2 の時間間隔の間この温度に維持され、続いて第 3 の時間間隔において冷却され、その直後、洗浄溶剤及びリンス溶剤が前記又は各空洞を通して導かれる。

30

【 0 0 0 6 】

リンス溶剤だけでなく洗浄溶剤を前記又は各空洞に導入する前に本発明に従ってコンポーネントに熱処理を施すことによって、空洞における不純物及び堆積を破壊することが可能であり、前記又は各空洞が続いて洗浄溶剤及びリンス溶剤によって洗い流される時、前記又は各空洞からの効果的な不純物及び堆積の除去を可能にする。一旦本発明に従う方法を使用してガスタービンコンポーネントの空洞の領域を洗浄すると、1 0 0 % の全ての洗浄されたコンポーネントが目標洗浄効率要件を満たす。極限の状況下で運転されている洗浄対象のガスタービンコンポーネントにも当てはまる。

【 0 0 0 7 】

本発明の一つの有利な工夫は、5 ~ 2 0 秒間の第 1 の時間間隔において第 1 の処理温度から第 2 の処理温度へ加熱され、1 0 ~ 6 0 秒間の第 2 の時間間隔においてこの第 2 の処理温度で維持され、且つ、3 0 ~ 9 0 秒間の第 3 の時間間隔において第 2 の処理温度から第 1 の処理温度まで引き続き冷却されるコンポーネントを提供する。これは、好適には、複数回又は繰り返し実行される。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 8 】

本発明の好適な実施形態は、独立請求項及び以下の記述から導かれる。本発明は、模範的な実施形態に基づくが、それに制限されることなく、以下により詳細に記述される。

本発明は、例えば、内部が冷却されたガスタービンロータブレード等の、ガスタービンコンポーネントの空洞を洗浄するための方法に関する。この種のガスタービンコンポーネ

50

ントを洗浄するために、これらのコンポーネントは、洗浄プロセス前に汚染度をチェック又は決定するため、好適には、X線技術を使用して洗浄プロセス前に検査される。

【0009】

本発明の方針に沿って、洗浄対象のガスタービンコンポーネント、即ち、その空洞は、不活性ガス又は保護ガスによって満たされる。不活性ガス又は保護ガスは、例えば、アルゴン、ヘリウム、ネオン、窒素、ラドン、クリプトン、又はキセノンである。洗浄対象のコンポーネント全体は、好適には、不活性ガス又は保護ガス雰囲気内に置かれるので、コンポーネント全体が保護ガスによって囲まれ、その全ての空洞が保護ガスによって満たされる。

【0010】

一旦コンポーネント全体が保護ガスで満たされると、コンポーネントは熱処理を受ける。この熱処理は、好適には複数回繰り返され、基本的に3つの段階的ステップで構成され、第1の段階的ステップでは、コンポーネントは、第1の時間間隔以内である温度まで加熱され、第2の段階的ステップにおいて、第2の時間間隔の間この温度で維持され、第3の段階的ステップでは、続いて、第3の時間間隔において引き続き冷却される。この熱処理が好適には繰り返し実行されるまで、洗浄溶剤及びその後のリンス溶剤は、ガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞を通して導かれない。

【0011】

既に述べたように、熱処理は、第1の処理温度から第2の処理温度まで、第1の時間間隔において不活性ガス又は保護ガス雰囲気下でコンポーネントを加熱することを含む。第1の処理温度、即ちガスタービンコンポーネントを加熱するための初期温度は、 $280^{\circ}\text{K} \sim 320^{\circ}\text{K}$ 間であり、好適には約 295°K での周辺温度である。第2の処理温度には、ガスタービンコンポーネントが第1の処理温度から始まって加熱されるが、第2の処理温度は $1,200^{\circ}\text{K} \sim 1,300^{\circ}\text{K}$ 間であり、第1の処理温度から第2の処理温度への加熱は、 $5 \sim 20$ 秒間、好適には15秒間の第1の時間間隔内で実行される。第2の処理温度への加熱に続いて、ガスタービンコンポーネントは、 $10 \sim 60$ 秒間、好適には30秒間の第2の時間間隔以内で第2処理温度に維持される。コンポーネントは、続いて、 $30 \sim 90$ 秒間、好適には60秒間続く第3の時間間隔において、第2の処理温度から、好適にはほぼ第1の処理温度まで、冷却される。

【0012】

これに続き、それぞれ加熱と冷却の1サイクルの、一回の熱処理の総時間は、45秒と170秒との間、好適には105秒間である。この熱処理は、好適には繰り返し連続して、即ち10回まで、特に6回まで実行される。比較的短い時間間隔内でこのようにしてガスタービンコンポーネントを連続的に加熱及び冷却することによって、その空洞内部の不純物及び堆積が破壊され、それによって、続く方法のステップ中における空洞からの不純物及び堆積の除去を容易にする。

【0013】

ここで、誘導加熱デバイス又はレーザ加熱デバイスは、コンポーネントを加熱するために使用されることにも留意する。適切な加熱デバイスを選択することは、この技術的教示が関係する当業者の責任である。

【0014】

ガスタービンコンポーネントは、上述した好適には繰り返し実行される熱処理を一旦受けると、腐食性洗浄溶剤がその前記又は各空洞を通して導かれる。腐食性洗浄溶剤は、水酸化物溶液、好適には35%乃至45%の水酸化カリウム(KOH)溶液である。腐食性洗浄溶剤は、 $333^{\circ}\text{K} \sim 503^{\circ}\text{K}$ 間の温度に加熱され、このように予熱された洗浄溶剤は、ガスタービンコンポーネントの洗浄対象の前記又は各空洞を通して18~21バール間の圧力で導かれる。このプロセスにおいて、洗浄溶剤は、480~700分間の時間期間ガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞を通して導かれる。

【0015】

洗浄溶剤に続いて、リンス溶剤が、ガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞を通

10

20

30

40

50

して導かれる。リンス溶剤は、脱塩水又は脱イオン水のどちらかである。リンス溶剤は、好適には $278^{\circ}\text{K} \sim 372^{\circ}\text{K}$ 間の温度を有し、ガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞を通して $5 \sim 30$ 分間の時間期間、 $30 \sim 600$ バール間の圧力で導かれる。これに関連して、リンス溶剤は、ガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞を通して 8 乃至 30 リットル/分の流量でポンプ注入される。

【0016】

一旦前記又は各空洞がリンス溶剤で洗い流されると、コンポーネント、その前記又は各空洞は、圧縮空気によってそれぞれ乾燥される。

【0017】

このようにして洗浄されたコンポーネントは、X線検査処理において連続的に点検、又は順々に検査される。本発明に従う方法は、高応力下のガスタービンコンポーネントであっても、実際、 100% の洗浄されたコンポーネントの全てが洗浄要求を満たすような方法で、効果的に洗浄されることを可能にする。

10

【0018】

洗浄及びリンス溶剤をガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞に通過させる処理は、先行するガスタービンコンポーネントの前記又は各空洞の熱処理と同一の方法で、複数回又は繰り返し実行される。コンポーネントは、 1 乃至 4 回、洗浄及びリンス溶剤によって処理される。

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第05618353(US,A)
特開2005-009618(JP,A)
特開2002-275658(JP,A)
特開2003-034887(JP,A)
特開2001-003705(JP,A)
特開2005-146920(JP,A)
特開2002-316105(JP,A)
特開2002-295267(JP,A)
特開平07-166802(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 1/00-11/24
F01D 13/00-15/12
F01D 23/00-25/36
F02C 1/00- 9/58
F23R 3/00- 7/00