

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6262941号
(P6262941)

(45) 発行日 平成30年1月17日 (2018. 1. 17)

(24) 登録日 平成29年12月22日 (2017. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 4 C 1/00 (2006. 01)

B 2 4 C 1/00

C

C 2 3 C 10/28 (2006. 01)

C 2 3 C 10/28

B 2 4 C 11/00 (2006. 01)

B 2 4 C 11/00

D

請求項の数 3 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-94874 (P2013-94874)
 (22) 出願日 平成25年4月30日 (2013. 4. 30)
 (65) 公開番号 特開2013-233644 (P2013-233644A)
 (43) 公開日 平成25年11月21日 (2013. 11. 21)
 審査請求日 平成28年4月26日 (2016. 4. 26)
 (31) 優先権主張番号 13/464, 127
 (32) 優先日 平成24年5月4日 (2012. 5. 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・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
 4 5、スケネクタデイ、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】 コーティングを除去する方法、および被覆超合金構成要素を新品同様にする方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高温で運用された、表面を有する被覆超合金構成要素を新品同様にする方法であって、
 酸化物層と、前記酸化物層と拡散領域との間の付加層とを含み、前記拡散領域が前記付
 加層と前記超合金構成要素の超合金基板との間にある、前記拡散コーティングを有する前
 記被覆超合金構成要素を用意するステップと、

前記被覆超合金構成要素の前記表面からグリースを除去するステップと、

前記被覆超合金構成要素の前記表面を清掃するステップと、

前記酸化物層と前記付加層の一部とをグリットブラストによって選択的に除去するステ
 ップであり、前記付加層の前記一部が前記付加層の厚さの約 2 5 % から約 8 0 % であり、
 前記除去するステップにより露出した部分を生成する、ステップと、

前記露出した部分にアルミナイドコーティングを施すステップと、

前記超合金構成要素上に新品同様にした保護アルミナイドコーティングを形成するた
 めに事前選択された高温で拡散熱処理するステップと、
 を含み、

前記アルミナイドコーティングがゲルプロセスによって施される、
 方法。

【請求項 2】

前記グリットブラストが約 3 0 p s i から約 6 0 p s i の圧力を使用する、請求項 1 に
 記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記新品同様にした保護アルミナイドコーティングが、タービンの運用の前の基板の最初のコーティングと実質的に整合するコーティングの微細構造およびコーティングの化学的性質を有する、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、超合金構成要素を被覆する方法に関する。より具体的には、本発明は、被覆超合金構成要素から拡散コーティングの一部を制御して除去する方法、および被覆超合金構成要素を新品同様にする方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

タービンが、航空機で、または発電のために使用される場合、タービンは、一般に、最大動作効率のためにできるだけ高い温度で運転される。高温は構成要素に使用された合金を損なうことがあるので、金属構成要素の動作温度を上げるために様々な手法が使用されている。

【0003】

ニッケル基超合金は、ガスタービンエンジン中の最高温材料用途の多くで使用される。例えば、ニッケル基超合金は、高圧および低圧ガスタービンプレード、静翼またはノズル、固定子、ならびにシュラウドなどの構成要素を製作するために使用される。これらの構成要素は、応力および環境条件の両方の極限状態にさらされる。ニッケル基超合金の組成は、構成要素に課される応力を支えるようにエンジニアリングされる。一般に、保護コーティングを構成要素に施して、高温で腐食性の燃焼ガスによる環境攻撃から構成要素を保護する。

20

【0004】

広く使用される保護コーティングは、拡散アルミナイドコーティングと呼ばれるアルミニウム含有コーティングである。拡散プロセスは、一般に、2つの別個の領域を形成するために構成要素の表面をアルミニウム含有ガス組成と反応させることを必要とし、2つの別個の領域のうちの最も外側のものは、M A 1 で示される環境耐性金属間化合物を含む付加層であり、ここで、M は基板材料によって決まる鉄、ニッケル、またはコバルトである。M A 1 金属間化合物は、堆積されたアルミニウムと、基板からの鉄、ニッケル、および/またはコバルトの外方拡散との結果である。空气中に高温露出される間に、M A 1 金属間化合物は、拡散コーティングおよび下にある基板の酸化を抑制する保護酸化アルミニウム（アルミナ）薄片または酸化物層を形成する。付加層の化学的性質は、白金、クロム、ケイ素、ロジウム、ハフニウム、イットリウム、およびジルコニウムなどの添加元素がアルミニウム含有組成中に存在することによって変更され得る。白金アルミナイドコーティングと呼ばれる白金含有拡散アルミナイドコーティングは、特に、ガスタービンエンジン構成要素で広く使用される。

30

【0005】

拡散アルミナイドコーティングの第2の領域は、付加層の下の構成要素の表面領域に形成される。拡散領域は、基板の局所領域の拡散勾配および元素溶解度の変化の結果として被覆反応中に形成される様々な金属間相および準安定相を含む。拡散領域内の金属間化合物は、基板および拡散コーティングのすべての合金元素の生成物である。

40

【0006】

そのようなコーティングを形成するために著しい進歩が環境コーティング材料およびプロセスを用いてなされたが、特定の状況下でこれらのコーティングを修復または取り替えるには不可避の要求条件がある。例えば、除去は、拡散コーティングの腐食または熱劣化によって、コーティングが形成されている構成要素の改修によって、または拡散コーティングもしくは拡散コーティングによって構成要素に付着された熱障壁コーティング（存在

50

する場合)の製造中修復によって必要とされることがある。現時点の最新技術修復プロセスは、付加層および拡散層の両方と相互作用し、それらを除去することができる酸性溶液を用いて処理することによって拡散アルミナイドコーティングを完全に除去することである。

【0007】

拡散領域を含むアルミナイドコーティング全体を除去すると、基板表面の一部が除去されることになる。ガスタービンエンジンブレードおよび静翼エロフォイルなどの構成要素では、拡散領域を除去すると、基板表面の合金欠乏を引き起こし、空冷式構成要素では、構成要素を廃棄しなければならない程度まで過度に薄化された壁および激烈に変更された気流特性がもたらされることがある。

10

【0008】

超合金構成要素の表面を露出させるために拡散コーティングを除去するか、または付加層を完全に除去するのに現在使用されている大部分の方法には、酸剥離、多数のグリットブラスト、およびアルミナイドが超合金構成要素の表面から完全に除去されたことを確認するための後続の加熱着色プロセスを使用することが含まれる。酸剥離は、付加層および拡散層を除去するために特別な設備を必要とするリン酸、硝酸、または塩酸などの過酷化学物質を使用する。

【0009】

したがって、上述の欠点がない、被覆超合金構成要素 (coated super alloy component) から付加コーティングの厚さの少なくとも一部を制御して除去する方法、および被覆超合金構成要素を新品同様にする方法が当技術分野で望まれている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許出願公開第2009/0305932号明細書

【発明の概要】

【0011】

本開示の例示的な実施形態によれば、被覆超合金構成要素から拡散コーティングの厚さの少なくとも一部を制御して除去する方法が提供される。この方法は、酸化物層と、酸化物層と拡散領域との間の付加層とを含み、拡散領域が付加層と被覆超合金構成要素の超合金基板との間にある被覆超合金構成要素を用意するステップを含む。この方法は、酸化物層と付加層の一部とをグリットブラストによって選択的に除去するステップを含む。

30

【0012】

本開示の別の例示的な実施形態によれば、高温で運用された被覆超合金構成要素を新品同様にする方法が提供される。この方法は、酸化物層と、酸化物層と拡散領域との間の付加層とを含み、拡散領域が付加層と被覆超合金構成要素の超合金基板との間にある被覆超合金構成要素を用意するステップを含む。この方法は、酸化物層と付加層の一部とをグリットブラストによって選択的に除去するステップであり、露出した部分を生成する、ステップを含む。この方法は、露出した部分にアルミナイドコーティングを施すステップを含む。この方法は、超合金構成要素上に新品同様にした保護アルミナイドコーティングを形成するために事前選択された高温で拡散熱処理するステップを含む。

40

【0013】

本発明の他の特徴および利点は、例として本発明の原理を示す添付図面に関連してなされる好ましい実施形態の以下のより詳細な説明から明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本開示の高温で運用された構成要素の斜視図である。

【図2】本開示の高温で運用された構成要素の図1の方向2-2で得られた概略断面図である。

50

【図 3】本開示の酸化物層および付加層の一部が除去された後の図 2 の構成要素の概略図である。

【図 4】本開示の被覆超合金構成要素から付加コーティングの厚さの一部を除去する例示の方法の流れ図である。

【図 5】本開示の高温で運用された被覆超合金構成要素を新品同様にする方法の流れ図である。

【図 6】運用の前のオリジナルの被覆構成要素と本開示の新品同様にしたコーティングの化学的性質を比較するグラフである。

【図 7】本開示による、付加層の一部を除去した構成要素の表面上の層の概略図である。

【図 8】本開示の方法による、新品同様にしたコーティングをもつ構成要素の表面上の層の概略図である。

【図 9】高温での任意の運用の前の新しい構成要素の表面上の層の概略図である。

【図 10】本開示による、図 7 の層と、切断するためのニッケルめっきとを含む顕微鏡写真である。

【図 11】本開示による、図 8 の層と、切断するためのニッケルめっきとの顕微鏡写真である。

【図 12】本開示による、図 9 の層と、切断するためのニッケルめっきとの顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

可能な限り、図面の全体にわたって同じ部分を表わすのに同じ参照番号が使用されることになる。

【0016】

超合金構成要素から付加コーティングの厚さの少なくとも一部を制御して除去する方法、および高温で運用された被覆超合金構成要素を新品同様にする方法が提供される。本開示は、一般に、拡散アルミナイドコーティングによって熱的および化学的に厳しい環境から保護される構成要素に適用できる。そのような構成要素の注目すべき例には、ガスタービンエンジンの高低圧タービンノズルおよびブレード、シュラウド、燃焼器ライナ、ならびにオーグメントハードウェアが含まれる。本開示の利点は、特に、ガスタービンエンジン構成要素に適用できるが、本開示の教示は、一般に、構成要素を環境から保護するのに拡散アルミナイドコーティングを使用することができる任意の構成要素に適用できる。

【0017】

本開示の一実施形態の 1 つの利点は、タービンの運用の後で超合金構成要素を再被覆するか、または新品同様にするのに時間および労力が低減されることを含む。本開示の一実施形態の別の利点は、タービンの運用の後で構成要素を再被覆するか、または新品同様にする際のコストの低減である。本開示の一実施形態のさらなる別の利点は、超合金構成要素の新品同様にしたコーティングが、タービンの運用の前の保護アルミナイドコーティングを有するオリジナルに製造された超合金構成要素と実質的に同じ化学的性質を有することである。本開示の一実施形態の別の利点は、新品同様にしたコーティングに関してのコーティングの微細構造および化学的性質がエンジニアリング要求を満たすことである。本開示の一実施形態のさらなる別の利点は、この方法および新品同様にしたコーティングが寸法および気流要求を維持し、修復ハードウェア歩留を改善することである。本開示の一実施形態の別の利点は、この方法によれば酸を使用する完全剥離修復よりも壁厚の消耗が少ないことである。

【0018】

図 1 は、本開示の方法で 사용할 ことができる、タービンの運用の後の被覆超合金構成要素 10 を示し、この図ではエーロフォイル 12 である。図に示すように、冷却孔 18 がエーロフォイル 12 に存在し、冷却孔 18 を通るブリード空気はエーロフォイル 12 から熱を強制的に移送させられる。構成要素 10 にとって特に好適な材料はニッケル基超合金を含むが、その他の材料を使用することができることを予測できる。エーロフォイル 12

10

20

30

40

50

として示されているが、構成要素 10 は、限定はしないが、高圧および低圧ガスタービンブレード、静翼またはノズル、固定子、およびシュラウドを含む。図 1 に示されるように、約 800 (約 1500 °F) を超える温度で約 12,000 時間から約 24,000 時間である耐用寿命の後、構成要素 10 は目に見える酸化物層 40 を有する。

【0019】

図 2 は、約 12,000 時間から約 24,000 時間タービンを運用した後の図 1 の被覆超合金構成要素 10 の断面図である。被覆超合金構成要素 10 は、超合金基板 70 上の拡散コーティング 20 を含む。拡散コーティング 20 の典型的な厚さ 22 は、約 38.1 ミクロン (約 1.5 ミリインチまたはミル) から約 101.6 ミクロン (約 4.0 ミル)、または代替として約 45 ミクロンから約 90 ミクロン、または代替として約 50 ミクロンから約 80 ミクロンである。拡散コーティング 20 の厚さ 22 は、酸化物層 40 の厚さ、付加層 50 の厚さ、および拡散領域 60 の厚さを含む。酸化物層 40 は、一般に、非常に薄く、約 5 ミクロンから約 10 ミクロン、または代替として約 6 ミクロンから約 9 ミクロン、または代替として約 7 ミクロンから約 8 ミクロンである。付加層 50 は、酸化物層 40 と拡散領域 60 との間にある。付加層 50 は、一般に、約 12.7 ミクロン (0.5 ミル) から約 63.5 ミクロン (2.5 ミル)、または代替として約 17.8 ミクロン (0.7 ミル) から約 50.8 ミクロン (2.0 ミル)、または代替として約 22.9 ミクロン (0.9 ミル) から約 43.1 ミクロン (1.7 ミル) の厚さ 54 を有する。付加層 50 は環境耐性金属間相 M A 1 を含み、ここで、M は基板材料によって決まる鉄、ニッケル、またはコバルトである (基板がニッケル基である場合、主として (N i A l))。拡散領域 60 は、付加層 50 と被覆超合金構成要素 10 の超合金基板 70 との間にある。拡散領域 60 の厚さは変化し、一般に、約 7.62 ミクロン (0.30 ミル) から 17.78 ミクロン (0.70 ミル) 厚、または代替として約 8.00 ミクロンから約 16.00 ミクロン、または代替として約 9.00 ミクロンから約 15.00 ミクロンである。超合金基板 70 は、一般に、ニッケル基超合金を含むが、他の超合金が可能である。

【0020】

図 3 に示されるように、拡散コーティング 20 の酸化物層 40 と付加層 50 の一部 52 とは、グリットブラストによって被覆超合金構成要素 10 から選択的に除去される。付加層 50 の一部 52 を除去すると、付加層 50 の露出した部分 56 が生成される。除去される付加層 50 の一部 52 は、付加層 50 の厚さ 54 の約 25% から約 100%、または代替として約 25% から約 80%、または代替として約 30% から約 50% である。ドライグリットブラスト法が付加層 50 の一部 52 を除去するのに使用される。グリットブラストの間使用される圧力は、約 30 p s i から約 60 p s i、または代替として約 35 p s i から約 55 p s i、または代替として約 38 p s i から約 50 p s i である。グリットブラストに使用される媒体は、アルミナ (A l₂O₃)、炭化ケイ素 (S i C)、およびそれらの組合せ、または被覆超合金構成要素 10 から付加層 50 のみを選択的に除去する他の媒体である。グリット媒体のサイズは、約 177 ミクロン (80 グリット (g r i t)) から約 63 ミクロン (220 グリット)、または代替として約 149 ミクロン (100 グリット) から約 88 ミクロン (170 グリット)、または代替として約 149 ミクロン (100 グリット) から約 105 ミクロン (140 グリット) である。圧力、グリット媒体、およびグリットサイズの組合せにより、付加層 50 の一部 52 を選択的に除去することができる。現在の方法で使用されるグリットブラストでは、付加層 50 の一部 52 の除去を目視検査することができる。現在の方法のグリットブラストは、拡散領域 60 をほとんどまたはまったく除去せず、下にある超合金基板 70 のどの部分もまったく除去しない。

【0021】

図 4 は、被覆超合金構成要素 10 から拡散コーティング 20 の厚さ 22 の少なくとも一部を制御して除去する方法 400 を説明する流れ図である (図 3 参照)。方法 400 は、タービンの運用の後の拡散コーティング 20 を有する被覆超合金構成要素 10 を用意するステップのステップ 401 を含む (図 1 参照)。拡散コーティング 20 は、被覆超合金構

成要素 10 の超合金基板 70 上の酸化物層 40、付加層 50、および拡散領域 60 を含む (図 2 参照)。方法 400 は、拡散コーティング 20 の酸化物層 40 と付加層 50 の一部 52 とをグリットブラストによって選択的に除去するステップを含む。ドライグリットブラストは約 30 p s i から約 60 p s i で実施され、媒体はアルミナ (Al_2O_3) または炭化ケイ素 (SiC) であり、媒体のサイズは約 177 ミクロン (80 グリット) から約 63 ミクロン (220 グリット) である。グリットブラストによって除去される付加層 50 の一部 52 は、付加層 50 の厚さ 54 の約 25 % から約 100 % である (図 3 参照)。現在の方法のグリットブラストは、拡散領域 60 をほとんどまたはまったく除去せず、下にある超合金基板 70 の部分をまったく除去しない。選択的に除去するステップのステップ 403 の前に、被覆超合金構成要素 10 はグリースを除去されるか、または湯洗いされて、被覆超合金構成要素 10 の表面からいかなる残留油およびグリースも除去される。選択的に除去するステップのステップ 403 の後の追加のステップは、構成要素 10 の露出した部分 56 の上へのエアブラストを使用することによってグリットブラストからのいかなる残留グリットまたはデブリも除去するステップである。選択的に除去するステップのステップ 403 の後の別の追加のステップは、被覆超合金構成要素 10 を修復するステップである。被覆超合金構成要素 10 を修復するステップは、限定はしないが、スポット溶接、MIG 溶接、TIG 溶接、およびろう付けを含む。方法 400 は、除去されたアルミナイドを必要とする被覆超合金構成要素 10 に適用する。被覆超合金構成要素 10 には、例えば、限定はしないが、ブレード、静翼、ノズル、固定子、シュラウド、バケット、およびそれらの組合せが含まれる。

【0022】

図 5 は、被覆超合金構成要素 10 が約 800 以上の高温で運用された後の被覆超合金構成要素 10 を新品同様にする方法 500 を説明する流れ図である。本明細書で使用する
とき、新品同様にしたコーティングとは、既存のコーティングの残留部分と新たに施された気相堆積またはゲルアルミナイドコーティングとを含む新しいコーティングの形成を意味し、ここで、新たに新品同様にしたコーティングは、運用の前の OEM コーティングとほとんど同じ化学的性質を有する。方法は、タービンの運用の後の拡散コーティング 20 を有する被覆超合金構成要素 10 を用意するステップのステップ 401 を含む (図 1 参照)。拡散コーティング 20 は、被覆超合金構成要素 10 の超合金基板 70 上の酸化物層 40、付加層 50、および拡散領域 60 を含む (図 2 参照)。方法 500 は、酸化物層 40
と付加層 50 の一部 52 とをグリットブラストによって選択的に除去するステップを含み、除去するステップのステップ 503 は露出した部分 56 を生成する (図 2 参照)。ドライグリットブラストは約 30 p s i から約 60 p s i で実施され、媒体はアルミナ (Al_2O_3) または炭化ケイ素であり、媒体のサイズは約 177 ミクロン (80 グリット) から約 63 ミクロン (220 グリット) である。グリットブラストによって除去される付加層 50 の一部 52 は、付加層 50 の厚さ 54 の約 25 % から約 100 % である (図 3 参照)。現在の方法のグリットブラストは、拡散領域 60 をほとんどまたはまったく除去せず、下にある超合金基板 70 の部分をまったく除去しない (図 3 参照)。目視検査を使用して、付加層 50 の所望の一部 52 が除去されたことを判断することができる。拡散領域 60
は、一般に、むしろ無光沢で鈍い灰色の金属仕上げを有する付加層 50 よりも光沢のある灰色の金属であり、特別な器具を使用することなく見ることができる。方法 500 は、露出した部分 56 にアルミナイドコーティング 66 を施すステップのステップ 505 を含む (図 7 参照)。アルミナイドコーティングを施すステップのステップ 505 は、気相堆積またはゲルアルミナイドコーティングプロセスなどの任意の好適なプロセスで行われる。方法 500 は、超合金構成要素 10 上に新品同様にした保護アルミナイドコーティング 90 を形成するために事前選択された高温で熱処理するステップのステップ 507 を含む。熱処理するステップは、基板 70 の金属を広げるように超合金構成要素 10 の温度を上昇させて、拡散領域 60 からの材料が基板 70 に流れ込み、基材と結合して、新品同様にした保護アルミナイドコーティング 90 を形成できるようにするために炉を使用するステップを含む。方法 500 の新品同様にした保護アルミナイドコーティング 90 は、タービン

の運用の前の新しい超合金構成要素 80 のオリジナルのコーティング 82 と整合するコーティングの微細構造およびコーティングの化学的性質を有する（図 6、8、および 9 参照）。

【0023】

選択的に除去するステップのステップ 503 の前に、被覆超合金構成要素 10 はグリースを除去されるか、または湯洗いされて、被覆超合金構成要素 10 の表面からいかなる残留油およびグリースも除去される。選択的に除去するステップのステップ 503 の後の追加のステップは、構成要素 10 の露出した部分 56 の上へのエアブラストを使用することによってグリットブラストからのいかなる残留グリットまたはデブリも除去するステップである。選択的に除去するステップのステップ 503 の後、およびアルミナイドコーティングを施すステップのステップ 505 の前の追加のステップは、被覆超合金構成要素を修復するステップである。方法 500 は、例えば、限定はしないが、ブレード、静翼、ノズル、固定子、シュラウド、パケット、およびそれらの組合せを含む、アルミナイドコーティング除去を必要とする被覆超合金構成要素 10 に適用する。

【0024】

図 6 に示されるように、再被覆超合金構成要素 10 の新品同様にした保護アルミナイドコーティング 90（図 8 参照）、タービンの運用の前の新しい超合金構成要素 80 のオリジナルのコーティング 82（図 9 参照）、および被覆超合金構成要素 10 の露出した部分 56（図 7 参照）の化学的比較が提供される。分析のために試料を準備するのに、各試料をニッケルめっき 66 で被覆して、構成要素の切断の間の損傷から様々なコーティングを保護した。異なる試料の化学組成を分析するために、エネルギー分散型分光計（EDS）を装備をした走査電子顕微鏡（SEM）が使用される（図 10～12 参照）。図 6 のグラフで示されるように、新品同様にしたコーティング 90（図 8 参照）の化学組成、すなわち、アルミニウム含有量は、新しい超合金構成要素 80 のオリジナルのコーティング 82 のアルミニウム含有量をほとんど追従している（図 9 および顕微鏡写真図 12 参照）。図 6 のグラフは、新品同様にした保護アルミナイドコーティング 90 が、タービンの運用の前の新しい超合金構成要素 80 のオリジナルのコーティング 82 と実質的に整合するコーティングの微細構造およびコーティングの化学的性質を有していることを裏付けている（図 6、8、および 9 参照）。

【0025】

図 7 は、タービンで運用された被覆超合金構成要素 10 の表面上の層の概略図である。図 7 に示されるように、酸化物層 40 と付加層の一部とは被覆超合金構成要素 10 から除去されている。図 10 は、SEM を使用して、被覆超合金構成要素 10 の層を示す顕微鏡写真である。元素分析によって証明されるように（図 6 参照）、アルミニウムリッチ層が除去されている。

【0026】

図 8 は、新品同様にしたコーティング 90 をもつ構成要素 10 の表面上の層の概略図である。図 8 に示されるように、新品同様にしたコーティング 90 は、基板 70 に隣接する拡散領域 60 を含む。図 11 は、SEM を使用して、新品同様にしたコーティング 90 を有する構成要素 10 の層を示す顕微鏡写真である。元素分析によって証明されるように（図 6 参照）、新品同様にしたコーティング 90 のアルミニウム含有量は、新しい超合金構成要素 80 のオリジナルのコーティング 82 または最初のコーティングのアルミニウム含有量とほぼ同じである。

【0027】

図 9 は、運用の前のオリジナルのコーティング 82 または最初のコーティングを有する新しい超合金構成要素 80 の表面上の層の概略図である。

【0028】

本発明を好ましい実施形態を参照しながら説明したが、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更を行うことができ、均等物を本発明の要素と置き換えることができることが当業者には理解されるであろう。さらに、本発明の本質的な範囲から逸脱することな

10

20

30

40

50

く、特定の状況または材料を本発明の教示に適合させるように多くの変形を行うことができる。したがって、本発明は、本発明を実行するために考えられる最良の形態として開示した特定の実施形態に限定されず、本発明は、添付の特許請求の範囲内にあるすべての実施形態を含むことになることが意図されている。

【符号の説明】

【 0 0 2 9 】

1 0	被覆超合金構成要素（運用の後の）	
1 2	エーロフォイル	
1 8	冷却孔	
2 0	拡散コーティング（運用の後の）	10
2 2	拡散コーティングの厚さ（運用の後の）	
4 0	酸化物層	
5 0	付加層	
5 2	付加層の一部	
5 4	付加層の厚さ	
5 6	露出した部分（付加コーティングの）	
6 0	拡散領域	
6 6	ニッケル／銅めっき層（保護するため、および研究所において層を観察するために試料を切断することによりのみ使用される顕微鏡写真）	
7 0	超合金基板	20
8 0	オリジナルの被覆基板	
8 2	O E Mコーティング（任意の運用時間の前の）	
9 0	新品同様にしたアルミナイドコーティング	
4 0 0	制御して除去する方法	
4 0 1	構成要素を用意する	
4 0 3	酸化物層と付加層の一部とを選択的に除去する	
5 0 0	新品同様にする方法	
5 0 1	構成要素を用意する	
5 0 3	酸化物層と付加層の一部とを選択的に除去する	
5 0 5	アルミナイドコーティングを施す	30
5 0 7	拡散熱処理する	

【図 1】

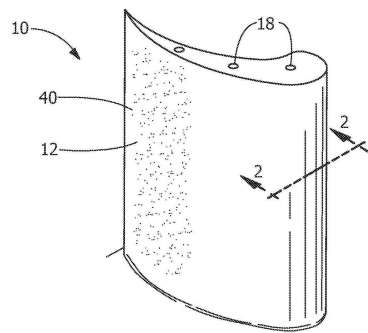


FIG. 1

【図 2】

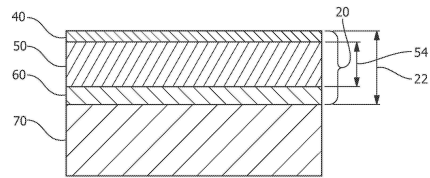


FIG. 2

【図 3】

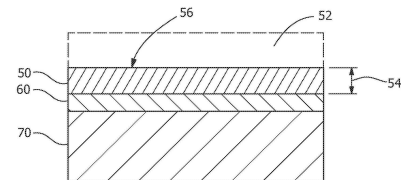


FIG. 3

【図 4】

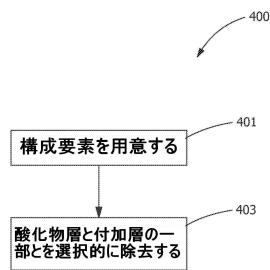


FIG. 4

【図 5】

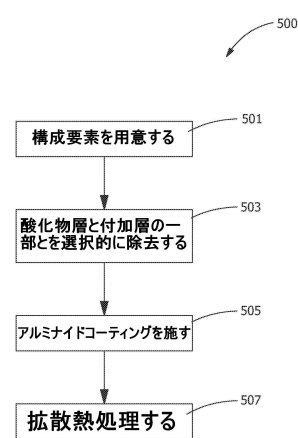
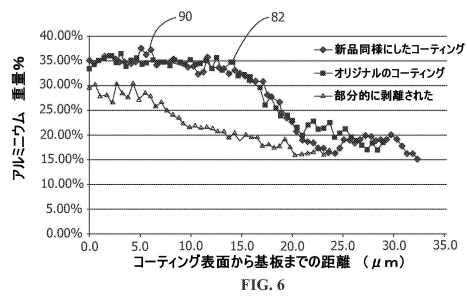
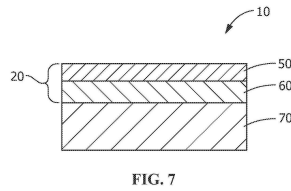


FIG. 5

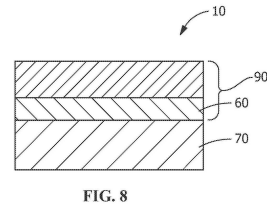
【図 6】



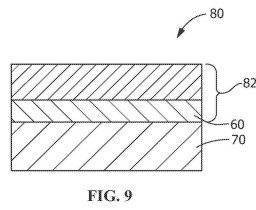
【図 7】



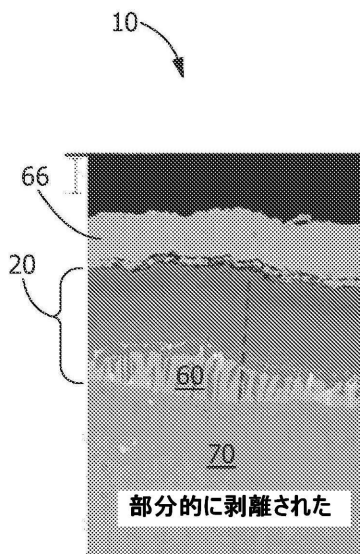
【図 8】



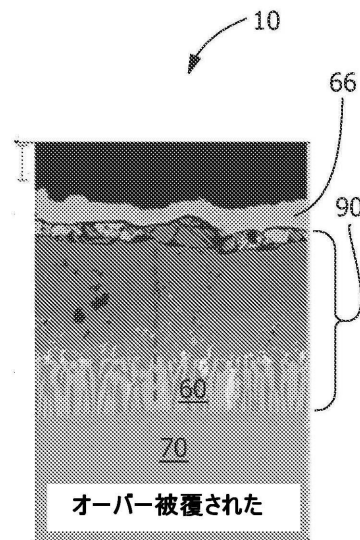
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

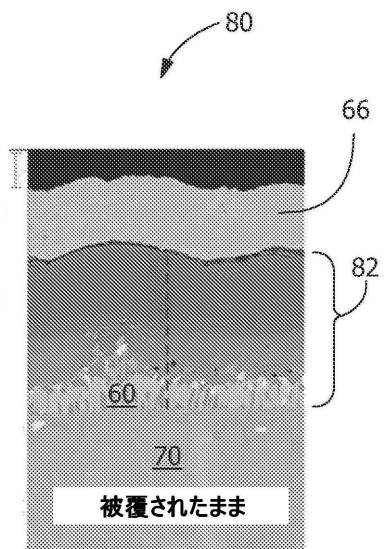


FIG. 12

フロントページの続き

- (72)発明者 リーミング・ツァン
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 デイビッド・クレイトン・ヴァン・ネスト, サード
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 ジェール・アレン・ジョンソン
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

審査官 小川 真

- (56)参考文献 特開2002-038283(JP, A)
特開2004-332113(JP, A)
特開2004-323976(JP, A)
特開2010-126812(JP, A)
特開2005-061409(JP, A)
特開2001-003184(JP, A)
米国特許出願公開第2008/0193657(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24C 1/00
B24C 1/10
B24C 3/32
B24C 11/00
C23C 10/28
C23C 18/08
B23P 6/04
F02C 7/00
DWPI(Derwent Innovation)