(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3880709号
(P3880709)
(45)発行日　平成19年2月14日(2007.2.14)　(24)登録日　平成18年11月17日(2006.11.17)

(51)Int.Cl.　F I
C23C 10/30 (2006.01)　C23C 10/30
C23C 10/48 (2006.01)　C23C 10/48

請求項の数 22　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平9-286362
(22)出願日　平成9年10月20日(1997.10.20)
(65)公開番号　特開平10-130863
(43)公開日　平成10年5月19日(1998.5.19)
審査請求日　平成16年9月2日(2004.9.2)
(31)優先権主張番号　08/733590
(32)優先日　平成8年10月18日(1996.10.18)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　590005449
ユナイテッド　テクノロジーズ　コーポレイション
ＵＮＩＴＥＤ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，コネチカット　０６１０１，ハートフォード，ユナイテッド　テクノロジーズ　ビルディング
(74)代理人　100096459
弁理士　橋本　剛
(74)代理人　100092613
弁理士　富岡　潔

最終頁に続く

(54)【発明の名称】低活性アルミニウム化合物局所的被膜及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

金属物品用の低活性アルミニウム化合物局所的被膜であって、

ａ．結合剤、ハロゲン化物活性剤、アルミニウム供給源、及び不活性セラミック材料をそれぞれ含んだ被膜材を、前記物品の一部の上に配置するステップと、

ｂ．前記被膜材及び前記物品を不活性雰囲気内で１８００°Ｆ（９８２℃）から２０５０°Ｆ（１１２１℃）で４時間から７時間熱し、それにより、内側拡散領域と、２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含む外側領域と、の二つの異なる領域をそれぞれ含んだ、外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜マイクロ構造を有する低活性アルミニウム化合物局所的被膜を形成するステップと、

によって得られ、上記ステップｂの前に前記被膜材の上に配置されるフォイル状の材料を含むことを特徴とする低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項２】

前記内側拡散領域の厚みは、前記低活性アルミニウム化合物局所的被膜全体の厚みの半分であることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項３】

前記金属物品は、ニッケルを主金属とする超合金物品であることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項４】

前記外側領域は、実質的に、２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含むニッケル

アルミニウムにより構成され、前記外側領域と前記内側領域とを合わせた厚みは、０．００１インチ（０．０２５ｍｍ）から０．００３インチ（０．０７６ｍｍ）であることを特徴とする請求項３記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項５】

前記結合剤は、ポリ四フッ化エチレン、ポリエチレン、ウレタン、ポリアクリレート、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択されることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項６】

前記ハロゲン化物活性剤は、フッ化アルミニウム、フッ化ナトリウム、フッ化アンモニウム、フッ化カリウム、臭化カリウム、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択されることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項７】

前記アルミニウム供給源は、コバルトアルミニウム、クロムアルミニウム、鉄アルミニウム、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択されたアルミニウム化合物であることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項８】

前記不活性セラミック材料は、酸化アルミニウムであることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項９】

前記被膜材は、被膜テープの形状であることを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項１０】

前記被膜材は、クロム、コバルト、ニッケル、チタン、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択された抑制剤を含むことを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。

【請求項１１】

金属物品の上に低活性アルミニウム化合物局所的被膜を形成する方法であって、

ａ．結合剤、ハロゲン化物、アルミニウム供給源、及び不活性セラミック材料をそれぞれ含んだ被膜材を、前記物品の一部の上に配置するステップと、

ｂ．前記被膜材及び前記物品を不活性雰囲気内で１８００°Ｆ（９８２℃）から２０５０°Ｆ（１１２１℃）で４時間から７時間熱し、それにより、内側拡散領域と、２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含む外側領域と、の二つの異なる領域をそれぞれ含んだ、外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜ミクロ構造を有する低活性アルミニウム化合物局所的被膜を形成するステップと、

を有し、上記ステップｂの前に前記被膜材の上に配置されるフォイル状の材料を含むことを特徴とする方法。

【請求項１２】

前記内側拡散領域の厚みは、前記被膜全体の厚みの半分であることを特徴とする請求項１１記載の方法。

【請求項１３】

前記金属物品は、ニッケルを主金属とする超合金であることを特徴とする請求項１１記載の方法。

【請求項１４】

前記外側領域は、２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含むニッケルアルミニウムより実質的に構成され、前記外側領域と前記内側領域とを合わせた厚みは、０．００１インチ（０．０２５ｍｍ）から０．００３インチ（０．０７６ｍｍ）であることを特徴とする請求項１３記載の方法。

【請求項１５】

前記結合剤は、ポリ四フッ化エチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ウレタン、ポリアクリレート、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択されることを特徴とする

請求項１１記載の方法。
【請求項１６】
前記ハロゲン化物活性剤は、フッ化アルミニウム、フッ化ナトリウム、フッ化アンモニウム、フッ化カリウム、臭化カリウム、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択されることを特徴とする請求項１１記載の方法。
【請求項１７】
前記アルミニウム供給源は、コバルトアルミニウム、クロムアルミニウム、鉄アルミニウム、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択されたアルミニウム化合物であることを特徴とする請求項１１記載の方法。
【請求項１８】
前記不活性セラミック材料は、酸化アルミニウムであることを特徴とする請求項１１記載の方法。
【請求項１９】
前記被膜材は、被膜テープの形状であることを特徴とする請求項１１記載の方法。
【請求項２０】
前記被膜材は、クロム、コバルト、ニッケル、及びそれらの混合物から成る群から任意に選択される抑制剤を含むことを特徴とする請求項１１記載の方法。
【請求項２１】
前記金属物品は、プラットフォームを備えたタービンブレードであり、被膜材を配置するステップは、少なくとも該タービンブレードのプラットフォームの底面に被膜材を配置することを含むことを特徴とする請求項１記載の低活性アルミニウム化合物局所的被膜。
【請求項２２】
前記金属物品は、プラットフォームを備えたタービンブレードであり、被膜材を配置するステップは、少なくとも該タービンブレードのプラットフォームの底面に被膜材を配置することを含むことを特徴とする請求項１１記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、アルミニウム化合物被膜全般に関し、特に酸化による劣化及び熱疲労による亀裂に耐え得るアルミニウム化合物被膜に関する。
【０００２】
【従来の技術】
アルミニウム化合物被膜がガスタービンエンジンで使用されているブレードやベーン等の超合金物品を酸化及び腐食から保護するために使用されていることは周知である。このような被膜は、経済的かつ軽量なのでガスタービンエンジン産業において好んで使用されている。
【０００３】
アルミニウム化合物被膜は、不活性材料、アルミニウム供給源、及びハロゲン化物活性剤を含む粉末混合物を使用したパック工程によって形成することができる。被膜を施す必要のある超合金は、被膜ボックスに挿入されて粉末混合物即ちパックで覆われる。被膜ボックスは、レトルト内に配置され、還元ガス又は不活性ガスがレトルト内を通るように流される。被膜工程の間、ハロゲン化物活性剤は、アルミニウム供給源と反応して超合金物品の表面上を循環するアルミニウムーハロゲン化物蒸気を発生させる。超合金物品の面に接触すると、気体は分解して超合金表面にアルミニウムを付着させ、それにより、ハロゲン化物は放出されて再びアルミニウム供給源と接触し、化学反応が引き続き行われる。付着したアルミニウムは、超合金表面のニッケルと結合し、それにより、アルミニウムが豊富に含まれる表面層即ち被膜が超合金物品上に形成される。このパック工程を使用することは、超合金物品の表面全体に被膜を施すことが望ましい時に有効である。しかし、細かいマスキング技術を使用しないで物品の選択された部分のみに被膜を施すことは困難である。

【０００４】
超合金物品にアルミニウムが豊富に含まれる表面層を形成するための他の周知技術には、気相アルミニウム化合物処理がある。この処理では一般的に、超合金物品は、上記のように粉末混合物内に埋め込まれずに、上記説明の粉末混合物と接触しない状態で吊される。しかし、気相アルミニウム化合物処理の方法のいくつかには、問題もある。例えば、被膜自体の内部及び元の基体に望ましからざる酸化物が形成されるおそれがある。これらの酸化物は、被膜の質を低下させるおそれがあるので望ましくないのである。
【０００５】
ジョセフに付与された米国特許第３，１０２，０４４号には、超合金物品にアルミニウムが豊富に含まれる表面層を形成するもう一つの方法が開示されている。この方法では、アルミニウムが豊富に含まれるスラリーが超合金物品の表面に施され、アルミニウム化合物の保護膜を形成するために熱処理が行われる。このようにアルミニウムが豊富に含まれるスラリーを用いた技術は、超合金の表面にアルミニウム化合物の保護膜を形成するのに有効であるが、この方法で超合金物品全体に被膜を施すことは、大変労働集約的であり、かつ時間がかかる。また、物品表面の一箇所から他の箇所へ均一に被膜を施すことは困難となり得る。更に、エンジンの運転中又は製造工程中に損傷を受けた小さな領域等の物品の一部のみに被膜を施したい場合には、被膜を必要とするこれらの領域のみにスラリーを施すことには注意が必要である。従って、細かいマスキング技術が必要となるおそれがある。
【０００６】
ラファティ等に付与された米国特許第５，３３４，４１７号には、アルミニウム化合物被膜を形成するための更に他の方法が開示されている。ラファティ等は、具体的には、被膜テープによって金属表面にパック・セメンテーション被膜を形成する方法を開示している。このテープは、金属元素、充てん材、ハロゲンキャリア組成、及び具体的にはフィブリル化されたポリ四フッ化エチレンである結合剤を含む。ラファティ等によると、これらの成分は、鍛造できるテープ状に形成されて所望の寸法に切断される。パック・セメンテーション被膜を形成するには、テープを物品表面に配置し、その物品を炉に入れて約１２５０°Ｆ（６７７℃）から１３５０°Ｆ（７３２℃）までの温度で０．５時間から約３時間熱する。一般的な加熱時間は、約１．５時間である。この工程によって、フッ化化合物又は塩化化合物が分解してハロゲン化物イオンを形成し、形成されたハロゲン化物イオンが金属（又は金属合金）原子と反応して金属ハロゲン化物化合物を形成するという化学反応が引き起こされる。金属ハロゲン化物が主金属表面と接触すると、金属ハロゲン化化合物内の金属は、主金属と合金を形成することができる金属元素に還元される。より具体的には、アルミニウム、バナジウム、又はクロム等の金属イオンは、主金属内のニッケル、鉄、又はコバルトと反応してアルミニウム化合物、ニッケルバナジウム、又はニッケルクロムの組成を形成する。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
ラファティ等は、ガスタービンエンジン物品の選択された部分に効率的に被膜を施す方法の必要性を説明しているようであるが、上記で説明した被膜は、十分に拡散した被膜のようには見受けられない。従って、上記被膜は脆性であり、例えば取り扱い中又はエンジンの運転中に物品より剥がれてしまうおそれがある。
【０００８】
アルミニウム化合物の分野では、かなりの進歩があったにもかかわらず、本出願人の被譲渡人の指導下にある科学者及びエンジニアは、アルミニウム化合物被膜を開発する試みを引き続き行っている。これらの被膜は、経済的で特にガスタービンエンジン物品の選択された箇所に容易に施すことができるとともに、酸化や腐食に対して優れた耐性を有しなければならず、特に熱疲労に対して耐性を有する必要がある。
【０００９】
【課題を解決するための手段】

本発明によると、低活性アルミニウム化合物局所的被膜（low activity localized aluminide coating）及びその製造方法が開示されている。本発明の重要な特徴は、形成される被膜が熱疲労による亀裂とともに酸化による劣化に対する耐性に関する所望特性を満たす、外向きに拡散するタイプのアルミニウム化合物被膜ミクロ構造を有することである。

【００１０】

本発明の一つの形態は、物品の一部に望ましくはテープ状の被膜材を配置することによって形成される金属物品用の低活性アルミニウム化合物局所的被膜を含む。上記被膜材は、結合剤、ハロゲン化物活性剤、アルミニウム供給源、及び不活性セラミック材料をそれぞれ含む。被膜材及び物品は、不活性雰囲気内で約１８００°Ｆ（９８２℃）から約２０５０°Ｆ（１１２１℃）で約４時間から約７時間熱せられる。それにより、内側拡散領域と、約２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含む外側領域と、の二つの異なる領域を特徴とする外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜ミクロ構造を有する低活性アルミニウム化合物局所的被膜が形成される。

【００１１】

本発明の他の形態は、金属物品上に低活性アルミニウム化合物局所的被膜を形成する方法を含む。この方法は、上記の被膜材を物品の一部上に配置し、被膜材及び物品を不活性雰囲気内で約１８００°Ｆ（９８２℃）から約２０５０°Ｆ（１１２１℃）で約４時間から約７時間熱し、それにより、内側拡散領域と、約２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含む外側領域と、の二つの異なる領域を特徴とする外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜ミクロ構造を有する低活性アルミニウム化合物局所的被膜を形成するステップを含む。

【００１２】

本発明によって形成される被膜は、酸化による劣化とともに熱疲労による亀裂に対する優れた耐性を有する。従って、本発明は、ガスタービンエンジン産業においてかなり有用である。本発明に係る他の特徴及び利点は、以下の説明によって当業者に理解されるであろう。

【００１３】

【発明の実施の形態】

本出願人は、特にガスタービンエンジンの過酷な運転環境に適した低活性で外向きに拡散するアルミニウム化合物局所的被膜を開発した。外向きに（表面側に）拡散するアルミニウム化合物被膜は、被膜を施すパラメータ（実質的な温度及びアルミニウム活性）の値がアルミニウムを基体内へ拡散するように促し、基体元素を基体表面に向かって外向きに拡散するように促す値である時に形成される。ここで局部とは、望ましくは被膜テープによって被膜材が基体の選択された部分に施されることをいう。しかし、当業者なら分かるように、被膜材は、基体の選択された部分に施すのに適当な他の形状であってもよい。

【００１４】

本発明の主要な形態は、熱処理後の被膜が、酸化による劣化及び熱疲労による亀裂に耐え得る所望の特性を有する二つの異なる領域を特徴とする、外側に拡散するタイプの拡散アルミニウム化合物被膜ミクロ構造を有することである。

【００１５】

本発明に係る低活性アルミニウム化合物局所的被膜テープは、種々の金属性基体に施すことができる。しかし、このテープは、ガスタービンブレード及びベーン等のニッケルを主金属とする超合金物品に特に適している。

【００１６】

被膜テープを施す前に、物品の表面を洗浄することが望ましい。例えば、従来の酸化アルミニウムグリットブラストを使用して物品表面を洗浄することができる。

【００１７】

本発明に係る低活性アルミニウム化合物局所的被膜テープは、結合剤と、ハロゲン化物活性剤と、アルミニウム供給源と、残部不活性セラミック充てん材を含む。被膜テープの成分に関する詳細は、以下で説明する。

【００１８】
結合剤は、被膜テープの強度を高めるために使用されており、被膜テープの特性及び超合金物品の特性に有害に干渉しない材料であれば、通常上記の成分をつなぎ合わせることができるどのような材料であってもよい。しかし、結合剤は、熱処理によって望ましくない残留物を残さないで蒸発する材料でなければならない。適当な結合剤としては、ポリ四フッ化エチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ウレタン、ポリアクリレート、及びそれらの混合物等が含まれる。また、結合剤は、ドイツ、ウィルミントン(Wilmington, DE)のデュポン社(Du Pont)によって販売されている、高分子量のポリマのポリ四フッ化エチレンであるテフロン（登録商標）６Ｃ(Teflon 6C)であることが望ましい。使用される結合剤の量は、約１重量％から約１５重量％の範囲であり、約６重量％から約９重量％であることが望ましい。

【００１９】
結合剤に加えて、ハロゲン化物活性剤が使用される。ハロゲン化物活性剤は、被膜を施す物品の表面までアルミニウムを運ぶ運搬体即ちキャリアとして機能する。ハロゲン化物活性剤は、数種のハロゲン化物化合物のうちのどの化合物でもよい。これらの化合物には、例えば、トリフッ化アルミニウム(aluminum tri-fluoride)、フッ化ナトリウム、フッ化リチウム、フッ化アンモニウム、塩化アンモニウム、フッ化カリウム、臭化カリウム、及びそれらの混合物が含まれる。ハロゲン化物活性剤は、約０．２５重量％から約５重量％のトリフッ化アルミニウムであることが望ましく、約１重量％の粉末トリフッ化アルミニウムであることが最も望ましい。

【００２０】
結合剤及びハロゲン化物活性剤に加えて、アルミニウム供給源も被膜の成分に含まれる。このアルミニウム供給源は、続く被膜拡散のための熱処理において溶解しない適当な高融点アルミニウム化合物のうちのいずれでもよい。例えば、コバルトアルミニウム、クロムアルミニウム、鉄アルミニウム、及びこれらの組み合わせを使用することができる。約５重量％から約５０重量％のアルミニウム化合物を使用することが望ましく、約３０重量％のクロムアルミニウム（－４８Ｍ．／＋３２５Ｍ．）を使用することが最も望ましい。しかし、アルミニウム供給源としてアルミニウム元素及びアルミニウムケイ素(aluminum silicon)は、低活性で二つの領域を有する外向きに拡散する所望のミクロ構造を形成することができないので、使用してはならない。

【００２１】
結合剤、ハロゲン化物活性剤、及びアルミニウム供給源に加えて、不活性セラミック充てん材も本発明に含まれる。不活性セラミック充てん材は、処理過程で要素が焼結するのを防止することができるどのような材料でもよい。望ましい充てん材は、焼成(calcined)酸化アルミニウム（－１２０Ｍ．／＋３２５Ｍ．）である。通常、約３０重量％から９０重量％の酸化アルミニウムを使用することができる。約６９重量％の酸化アルミニウムを使用することが望ましい。

【００２２】
形成された被膜の活性を低下させる必要があれば、クロム、コバルト、ニッケル、チタン、及びそれらの混合物等の抑制剤を成分として使用することもできる。この抑制剤は、“アルミニウム取得”の働き即ちアルミニウムが付着することができる他の位置を提供して、それにより、超合金基体に付着するアルミニウムの量を減少させ、付着速度を遅くする。約５重量％から約２０重量％の抑制剤を使用することができる。形成された被膜の活性を低下させて、所望の二つのマイクロ構造を達成することが必要である場合、好ましくは、約５重量％～約１０重量％のクロム（－３２５Ｍ．）が、抑制剤として用いられる。このマイクロ構造を決定するには、従来の冶金分析技術を用いることが可能である。

【００２３】
上記成分を結合させてテープ状に形成することが望ましい。成分をテープ状に形成することは、従来技術であり、米国特許第５，３３４，４１７号に開示されている製造技術を含む。通常、成分は混合される。形成された混合物は、所望のテープ厚まで伸ばされる。テ

ープ厚は、約０．０１５インチ（０．０３８ｃｍ）から約０．０９０インチ（０．２２９ｃｍ）であることが望ましく、約０．０３０インチ（０．０７６ｃｍ）から約０．０６０インチ（０．１５２ｃｍ）であることが最も望ましい。

【００２４】

テープは、被膜を施すことが必要な領域の大きさによって所望の形状及び大きさに切断される。次に、少なくとも一層のテープが物品に施される。しかし、形成される被膜の所望の厚さによって複数の層を施してもよい。

【００２５】

テープは、適当な接着剤を使用して物品に施されることが望ましい。接着剤は従来技術であり、使用される接着剤は、テープを物品に付着させることのできるものであればどのような接着剤でもよい。例えば、従来の学校用の糊（Elmer's school glue）も使用された。他の適当な接着剤には、ミシガン州マディソンハイツ(Madison Heights, MI)のウォール・コルモノイ・コーポレイション(Wall Colmonoy Corp.)製造のニクロブラズ３００及びニクロブラズ・セメント・エス等のニクロブラズ（登録商標）(Nicrobraz)製品も含まれる。しかし、使用される接着剤は、被膜工程を妨げないものであり、続いて施される熱処理工程で有害な残留物を残さないで蒸発することのできるものでなければならない。帯即ちストリップを剥がすことでテープ裏面の接着剤を露出させて物品にテープを付着させることができるように、製造工程においてテープ裏面に接着剤を付着させることが望ましい。

【００２６】

上記したように、物品にテープを固定するために使用される接着剤は、続いて行われる熱処理工程で完全に蒸発する。このため、例えば物品の底面、側面、及び先端部分等の領域に被膜を施す場合には、被膜テープが熱処理工程の完了前に剥がれないことを確実とするために、いくつかのステップを加えて行う必要がある。

【００２７】

我々は、接着剤が蒸発した後でもテープを物品に固定することのできる新規な方法を開発した。この方法は、（接着剤で物品に固定された）テープ及びその隣接領域にニッケルフォイルを巻き付けることを含む。ニッケルフォイルを使用することが望ましいが、巻き付けるのに適当な他の材料にはステンレス鋼も含まれる。

【００２８】

ニッケルフォイルは従来技術であり、約０．００１インチ（０．０２５ｍｍ）から０．００２インチ（０．０５１ｍｍ）の厚みであることが望ましい。使用されるニッケルフォイルの大きさは、被膜を施す必要のある領域の大きさによる。ニッケルフォイルも、上記被膜テープと同様に裏面に接着剤が付着していることが望ましい。このことは望ましいが、ニッケルフォイルの効果的使用に必要な事項ではない。適当なニッケルフォイルには、テレダイン－ロッドニー・メタルズ社(Teledyne-Rodney Metals)によってアドヘッシブ－バックドニッケル２００フォイル(Adhesive-Backed Nickel 200 Foil) の名称で販売されているものが含まれる。

【００２９】

上記したように、フォイルは、テープ及びその隣接領域に巻き付けられる。このように重ねて巻くことによって、フォイルは、接着剤が蒸発する温度においても確実に固定された状態で適切に保たれる。

【００３０】

また、ニッケルフォイルを使用する利点には、テープを熱処理工程の間適切な位置に効果的に保つことができる点も含まれる。この実施例は、タービンブレードのプラットフォーム底面に及び同時にタービンエアフォイルの両面に被膜を施す時に特に有益である。この方法は、新規であり、続いて行われる熱処理工程においてテープが固定された状態で確実に保たれるようにするコスト効率及び時間効率のよい方法である。更に、続いて行われる熱処理工程において被膜蒸気が生じるが、上記フォイルを使用することによって被膜蒸気を封じ込めることができ、それにより、空気汚染とともに所望でない部分に被膜を施すこ

とが防止される。

【００３１】

被膜テープが被膜が必要な超合金物品の一部に配置又は固定された後に、物品は、レトルト内に配置されてドライアルゴン(dry argon)又は水素内で約１８００°Ｆ（９８２℃）から約２０５０°Ｆ（１１２１℃）で４時間から７時間処理される。約１９５０°Ｆ（１０６６℃）から約２０００°Ｆ（１０９３℃）で４時間から７時間処理されることが望ましい。

【００３２】

この工程の間（ニッケルを主金属とする超合金物品の場合）ニッケルを主金属とする超合金からニッケルがアルミニウムと結合するためにゆっくりと物品表面へ外向きに拡散し、それにより、実質的に純粋なニッケルアルミニウム（ＮｉＡｌ）の層が形成される。この結果形成される被膜は、二つの領域を有して外向きに拡散する約０．００１インチ（０．０２５ｍｍ）から約０．００３インチ（０．０７６ｍｍ）の厚さのアルミニウム化合物被膜である。この被膜は、厚みが被膜全体の約半分である拡散領域を有する。

【００３３】

熱処理工程の後、残存するニッケルフォイルは除去され、被膜領域の周辺に残る残留物を除去するために固いブラシを用いた軽い洗浄処理又は装飾用研磨材(cosmetic abrasive)のグリットブラストを行うことができる。

【００３４】

結果として形成される本発明に係る低活性アルミニウム化合物局所的被膜は、高活性で内側に向かって拡散するアルミニウム化合物局所的被膜よりも優れた熱疲労耐性を有する。高活性で内側に向かって拡散するアルミニウム化合物被膜は、三つの領域を有するミクロ構造（沈殿領域、純位相領域、拡散領域）を特徴とする。ニッケルを主金属とする基体の場合、ニッケルアルミニウムが豊富に含まれる外側領域には、かなりの量の位相沈殿が含まれる。この被膜の高いアルミニウム活性によって、基体内へのアルミニウムの拡散が速くなり、その結果として、外側の沈殿領域のアルミニウム含量が多くなる。上記外側領域におけるアルミニウム含量が多いために、ニッケルを主金属とする基体と合金を成す成分が溶解した状態を保てなくなり、それにより、金属間粒子が形成される。このようなタイプの被膜は、酸化に対する耐性が高い一方で、かなり厚みがあり、外向きに拡散するタイプのアルミニウム化合物被膜と比較して延性及び熱疲労に対する耐性が低い。

【００３５】

従って、本発明に係る被膜は、ガスタービンエンジンの超合金物品で亀裂が生じるおそれを低減させるために被膜を施す場合等において、高活性で内側に向かって拡散するアルミニウム化合物被膜よりも望ましい。

【００３６】

本発明は、発明を限定するものではなく発明を例示するために示す続く実施例によって更に理解することができる。

【００３７】

実施例

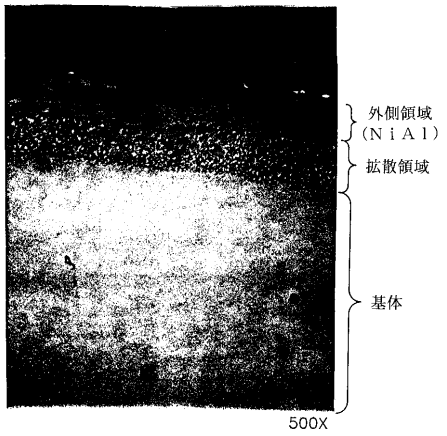
低活性の外向きに拡散するアルミニウム化合物局所的被膜は、以下のように形成された。まず最初に、酸化アルミニウム６５．１重量％、クロムアルミニウム２８．２重量％、トリフッ化アルミニウム０．９重量％、及びポリ四フッ化エチレン５．７重量％が混合されてテープ状に形成された。テープの厚みは、０．０３０インチ（０．０７６ｃｍ）であった。

【００３８】

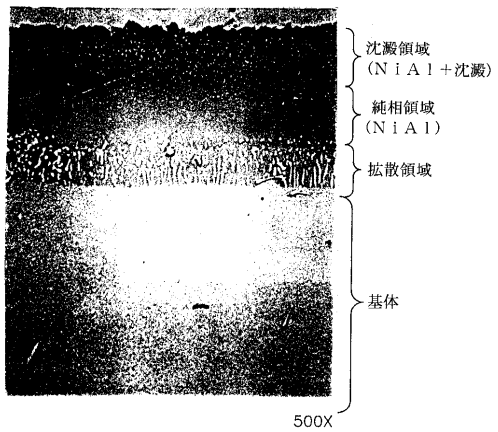
このテープは、所望の形状及び大きさに切断されて、PWA１４８４として知られるニッケルを主金属とする単結晶の超合金材料より製造された高圧タービンブレードのプラットフォームの底部に施された。超合金基体にテープを固定するのに従来の糊が使用された。ブレードは、アルゴン雰囲気内で１９７５°Ｆ（１０７９℃）で６．５時間の熱処理が施された。

【００３９】
図１は、結果として形成された低活性で外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜のミクロ構造を示している。この被膜は、約０．００１５インチ（０．０３８ｍｍ）の厚さであり、被膜の約半分の厚さである内側拡散領域を含む。実質的に純粋なニッケルアルミニウムである外側領域は、約２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含む。
【００４０】
図２は、比較のためにニッケルを主金属とする基体に施された内側に向かって拡散する従来のアルミニウム化合物被膜を示している。図２に示すように、結果として形成される被膜は、三つの領域（沈殿領域、純相領域、拡散領域）を有するミクロ構造が特徴となっており、ニッケルアルミニウムが豊富に含まれる外側領域には、かなりの量の位相沈殿が含まれている。
【００４１】
本発明に係る低活性で外向きに（outwardly）拡散するアルミニウム化合物局所的被膜は、酸化による劣化とともに熱疲労による亀裂に対して優れた耐性を有する。これらの被膜は、高活性で内側に（inwardly）向かって拡散するアルミニウム化合物局所的被膜よりもかなり薄く施すことができる。また、本発明に係る被膜は、高活性で内側に向かって拡散するアルミニウム化合物局所的被膜よりも熱疲労に対する耐性が高い。従って、本発明に係る被膜は、ガスタービンエンジンの超合金物品で亀裂が生じるおそれを低減させるために被膜を施す場合等においてより望ましい。
【００４２】
本発明の他の利点には、取り扱い中又は長期に渡るエンジンの運転中に損傷したガスタービンエンジン物品の一部を修理するために使用することができる点が挙げられる。例えば、本発明は、ガスタービンブレードの先端を修理するために使用することができる。
【００４３】
本発明のまた他の利点には、所望の二つの領域を有するミクロ構造を一つのステップの熱処理で形成することができる点がある。このことは、コスト及び時間に関する重要な利点である。
【００４４】
当業者は、上記の説明によって容易に本発明の本質的な特性を把握することができ、また、本発明の趣旨及び範囲から離れない範囲で、様々な使用目的や状況に応じて本発明に種々の変更及び改良を行うことができる。
【００４５】
要約すると、本発明は、物品の一部に望ましくはテープ形状の被膜材を配置することによって形成される金属物品用の低活性アルミニウム化合物局所的被膜を含む。上記被膜材は、結合剤、ハロゲン化物活性剤、アルミニウム供給源、及び不活性セラミック材料をそれぞれ含む。被膜材及び物品は、不活性雰囲気内で約１８００°Ｆ（９８２℃）から約２０５０°Ｆ（１１２１℃）で約４時間から約７時間熱せられる。それにより、内側拡散領域と、約２０～２８重量パーセントのアルミニウムを含む外側領域と、の二つの異なる領域を含むことを特徴とする外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜ミクロ構造を有する低活性アルミニウム化→合物局所的被膜が形成される。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る低活性で外向きに拡散するアルミニウム化合物被膜の金属組織の顕微鏡写真。
【図２】従来の高活性で内側に向かって拡散するアルミニウム化合物被膜の金属組織の顕微鏡写真。

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(72)発明者 ウォールター イー. オルソン
アメリカ合衆国, コネチカット, ヴァーノン, ウインディング ブルック トレイル ４６
(72)発明者 ノルマン ピエトルスカ
アメリカ合衆国, コネチカット, ダーハム, パートリッジ レイン ３
(72)発明者 ピーター ジョン ドラーギ
アメリカ合衆国, コネチカット, シムズベリー, グリムス ブルック プレイス ３３

審査官 市枝 信之

(56)参考文献 国際公開第９４／０１０３５７（WO, Ａ１）
特開平０３－０４４４８４（ＪＰ, Ａ）
特開昭６３－１９０１５８（ＪＰ, Ａ）
特開昭５０－１２４８４２（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
C23C 8/00 ～ 12/02
C23C 24/00 ～ 30/00
B29D 9/00
B32B 1/00 ～ 35/00
B05D 1/00 ～ 7/26