

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5437573号
(P5437573)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int. Cl.	F 1		
C 22 C 19/00	(2006.01)	C 22 C 19/00	L
C 22 C 30/00	(2006.01)	C 22 C 30/00	
B 23 K 35/30	(2006.01)	B 23 K 35/30	3 4 O L
F 01 D 5/28	(2006.01)	B 23 K 35/30	3 4 O M
F 02 C 7/00	(2006.01)	F 01 D 5/28	

請求項の数 5 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-338452 (P2007-338452)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成19年12月28日 (2007.12.28)	ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ	
(65) 公開番号	特開2008-169481 (P2008-169481A)	アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ	
(43) 公開日	平成20年7月24日 (2008.7.24)	クタディ、リバーロード、1番	
審査請求日	平成22年12月8日 (2010.12.8)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	11/621, 309	弁理士	荒川 智志
(32) 優先日	平成19年1月9日 (2007.1.9)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)	弁理士	小倉 博
		(74) 代理人	100129779
		弁理士	黒川 俊久
		(72) 発明者	キャナン・ウスル・ハードウィック
			アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シ
			ンプソンヴィル、ウィンター・ブルック・
			レーン、204番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合金組成物及びそれを含む物品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

組成物の総質量を基準にして、
10 ~ 60 質量 % のコバルト、
20 ~ 40 質量 % のニッケル、
15 ~ 25 質量 % のクロム、
7 ~ 15 質量 % のアルミニウム、
0.1 ~ 1 質量 % のイットリウム、
0.1 ~ 1 質量 % のハフニウム又はハフニウムとジルコニウム及び/又はチタンとの組合せ、
0.3 ~ 1 質量 % のガドリニウム、及び
0.5 ~ 4 質量 % のケイ素及び/又はゲルマニウム
の混合物からなる組成物。

【請求項 2】

組成物の総質量を基準にして、ニッケルの量が 25 ~ 35 質量 % であり、コバルトの量が 16 ~ 40 質量 % である、請求項 1 記載の組成物。

【請求項 3】

組成物の総質量を基準にして、
16 ~ 50 質量 % のコバルト、
20 ~ 35 質量 % のニッケル、

10

20

15 ~ 25 質量 % のクロム、
 7 ~ 15 質量 % のアルミニウム、
 0.1 ~ 1 質量 % のイットリウム、
 0.2 ~ 1 質量 % のハフニウム、
 0.3 ~ 1 質量 % のガドリニウム、及び
 0.5 ~ 4 質量 % のケイ素
 の混合物からなる組成物。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載の組成物を含む物品であって、前記組成物が
 物品の表面に成膜されており、前記表面が物品の裸の表面であるか、或いは予め設けられ
 た組成物を含む表面である、物品。
 10

【請求項 5】

当該物品がガスタービン部品である、請求項 4 記載の物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ガスタービンエンジンのオーバーレイ皮膜及び / 又はボンドコートとして使用
 できる合金組成物に関する。
 20

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンの高温領域に使用される合金表面の保護は、オーバーレイ皮膜及び / 又はボンドコート上に設けられる遮熱コーティング (TBC) の使用によって影響を受け得る。オーバーレイ皮膜及び TBC はその下にある合金基材を熱及び高温ガスの腐食性環境から保護する。通例 TBC やオーバーレイ皮膜で被覆されるガスタービン部品には、高熱及び腐食性ガスの条件に付されるタービン動翼及び静翼、ガス混合管、タービンシユラウド、パケット、ノズル、燃焼ライナー及びデフレクター、並びにその他の部品のような可動及び固定の両方の部品がある。TBC 及びオーバーレイ皮膜は通例、これらの部品の外側部分又は表面からなる。TBC 及び / 又はオーバーレイ皮膜が存在することにより、高温の燃焼ガスと合金基材との間に遮熱障壁を与えて、基材に起こり得る熱及び / 又は酸化により誘発される損傷を防止、緩和又は低減することができる。
 30

【0003】

合金タービン部品の保護に最も効果的な皮膜は MCrAlY 皮膜として知られているものであり、ここで M は通例コバルト、ニッケル、鉄又はこれらの組合せである。これらの皮膜はオーバーレイ皮膜又はボンドコートの両方として有用である。

【0004】

合金組成物中に存在するアルミニウムは合金基材中に拡散し得るが、これは望ましくない。かかる拡散により合金組成物中のアルミニウム含有量が低下するが、アルミニウムは保護性の酸化アルミニウム表面の形成を可能にするのに必要である。表面皮膜中及び基材中のニッケル、コバルト、又はクロムのような他の元素の交差拡散も起こり、同様に望ましくない。
 40

【0005】

この合金組成物は、とりわけ、TBC と合金基材との間のボンドコートとして有用である。TBC はガスタービンの作動中に剥離や剥落を起こし易い。剥落及び剥離は、TBC とボンドコート界面との間の界面に形成され得る熱成長酸化物層 (TGO) の存在を含めて幾つかの要因によって起こり得る。TGO の形成は、ボンドコートのアルミニウムの酸化の結果であり得、アルミニウムがボンドコートから TBC 中に拡散してボンドコートの構造に変化を起こすのを促進し得、これがさらに TBC とボンドコートとの間の歪みの不整合を生じ得る。TBC が剥落した後、その系の酸化は、ボンドコート中に含有されていて酸化アルミニウム保護性層を形成するアルミニウムによって保護される。
 50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、ボンドコートとオーバーレイコートに使用するのに改良された拡散特性を有する合金組成物に対するニーズがある。改良された拡散を示すボンドコートは望ましくはTBCの剥落と剥離の始まりを遅くするか又は遅らせることができる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

当技術分野における上記欠点は、一実施形態では、MCrAlY組成物、ランタン、セリウム、プラセオジム、ネオジム、プロメチウム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム及びこれらのラントニドの1種以上を含む組合せからなる群から選択されるラントニド、並びにハフニウム、ジルコニウム、チタン及びこれらの組合せからなる群から選択される第4族金属を含む組成物によって軽減される。ただし、Mはニッケル、又はニッケルと、コバルト、鉄、及びコバルトと鉄の組合せからなる群から選択される金属との組合せであり、Crはクロムであり、Alはアルミニウムであり、Yはイットリウムである。別の実施形態では、この組成物はさらに、ケイ素、ゲルマニウム及びこれらの組合せからなる群から選択される第14族元素を含む。

10

【0008】

さらに別の実施形態では、組成物は、約16～約50重量%のコバルト、約20～約35重量%のニッケル、約15～約25重量%のクロム、約7～約15重量%のアルミニウム、約0.1～約1重量%のイットリウム、約0.2～約1重量%のハフニウム、約0.5～約1重量%のガドリニウム、及び約0.5～約4重量%のケイ素からなる。ここで、重量%は組成物の総重量を基準にしている。

20

【0009】

別の実施形態では、物品は上記組成物を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

驚くべきことに、約0.1～約5重量%のラントニドを、MCrAlY組成物及び約0.05～約5重量%の第4族金属、具体的にはハフニウム、ジルコニウム、チタン又はこれらの組合せからなる組成物に添加すると、アルミニウム成分の拡散が遅い組成物が得られることが判明した。この組成物は、さらに、約0.1～約8重量%の第14族元素、具体的にはケイ素及び/又はゲルマニウムを含むことができ、その存在によりアルミニウムの拡散をさらに遅くすることができる。かかる組成物はボンドコート及びオーバーレイ皮膜として使用するのに有利である。

30

【0011】

本明細書に開示された組成物は、MCrAlY組成物、ハフニウム、ジルコニウム、チタン又はこれらの組合せから選択される第4族金属、ラントニド、並びに第14族元素、具体的にはケイ素及び/又はゲルマニウムを含む。本明細書で使用する場合、「MCrAlY」とは、クロム、アルミニウム、イットリウム、並びにニッケル、又はニッケルとコバルト及び/又は鉄との組合せから選択される金属Mを含む組成物をいい、「ラントニド」とは、ランタン、セリウム、プラセオジム、ネオジム、プロメチウム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウムを含むラントニド又はラントノイド元素をいう。また、ラントニド又はラントノイド元素にはルテチウムも包含される。

40

【0012】

金属Mは、ニッケル、又はニッケルとコバルト及び/又は鉄との組合せから選択され、組成物の総重量を基準にして、約10～約80重量%の量で、具体的には約12～約75重量%の量で、より具体的には約14～約70重量%の量で、さらにより具体的には約16～約65重量%の量で、組成物中に存在する。一実施形態では、Mはニッケルである。

50

別の実施形態では、Mはニッケルとコバルトの組合せである。別の実施形態では、Mはニッケルと鉄の組合せである。さらに別の実施形態では、Mはニッケル、鉄及びコバルトの組合せである。

【0013】

Mがニッケルである場合、ニッケルは、組成物の総重量を基準にして、約20～約80重量%で、具体的には約30～約75重量%で、より具体的には約40～約70重量%で、組成物中に存在する。Mがニッケルと鉄及び／又はコバルトの組合せである場合、ニッケルは、組成物の総重量を基準にして約20～約40重量%、具体的には約22～約38重量%、より具体的には約25～約35重量%の量で存在し、一方、組成物中のコバルトと鉄は合わせて、組成物の総重量を基準にして約10～約60重量%、具体的には約12～約53重量%、より具体的には約14～約45重量%、さらにより具体的には約16～約40重量%である。

【0014】

クロムは、組成物の総重量を基準にして約5～約30重量%、具体的には約10～約28重量%、より具体的には約15～約25重量%の量で存在する。

【0015】

組成物はまた、組成物の総重量を基準にして約5～約20重量%、具体的には約6～約18重量%、より具体的には約7～約15重量%の量でアルミニウムも含んでいる。

【0016】

組成物は、組成物の総重量を基準にして約0.05～約5重量%、具体的には約0.1～約2重量%、より具体的には約0.1～約1重量%の量でイットリウムを含む。

【0017】

また、組成物は、ハフニウム、ジルコニウム、チタン及びこれらの組合せからなる群から選択される第4族金属も含んでいる。第4族金属は、組成物の総重量を基準にして約0.05～約5重量%、具体的には約0.1～約3重量%、より具体的には約0.1～約1重量%の量で組成物中に存在する。特定の実施形態では、使用する第4族金属はハフニウムである。別の特定の実施形態では、使用する第4族金属はジルコニウムである。さらに別の特定の実施形態では、使用する第4族金属はチタンである。一実施形態では、ハフニウムとジルコニウム及び／又はチタンとの組合せを使用する。一実施形態では、組成物はジルコニウムとチタンを実質的に含まない。本明細書で使用する場合、組成物がある成分を「実質的に含まない」というときは、特記しない限り、組成物の総重量を基準にして0.04重量%未満、具体的には0.01重量%未満、より具体的には0.001重量%未満を有することを意味する。

【0018】

組成物はさらに、ラントニドを含む。一実施形態では、ラントニドは、ラントン、セリウム、プラセオジム、ネオジム、プロメチウム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム及びこれらのラントニドの1種以上を含む組合せからなる群から選択される。別の実施形態では、ラントニドは、ラントン、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、エルビウム、ルテチウム及びこれらのラントニドの1種以上を含む組合せからなる群から選択される。ある特定の実施形態では、ラントニドとしてガドリニウムを使用するのが有利である。ラントニドは、組成物の総重量を基準にして約0.1～約5重量%、具体的には約0.15～約4重量%、より具体的には約0.2～約3重量%、さらにより具体的には約0.25～約2重量%、さらに一層具体的には約0.3～約1重量%の量で組成物中に存在する。一実施形態では、組成物は約0.3～約1重量%のガドリニウムを含む。ある特定の実施形態では、ガドリニウムを含む組成物は他のラントニドを実質的に含まない。

【0019】

組成物はさらに、添加量の第14族元素、具体的にはケイ素及び／又はゲルマニウムを含んでいてもよい。存在する場合、ケイ素及び／又はゲルマニウムは、組成物の総重量を

10

20

30

40

50

基準にして約 0.1 ~ 約 8 重量%、具体的には約 0.2 ~ 約 6 重量%、より具体的には約 0.4 ~ 約 5 重量%、さらにより具体的には約 0.5 ~ 約 4 重量% の量で含まれることができる。一実施形態では、ケイ素は組成物の重量を基準にして約 0.5 ~ 約 4 重量% の量で存在する。別の実施形態では、組成物はゲルマニウムを実質的に含まない。

【 0 0 2 0 】

使用する第 14 族元素の量は開示された範囲内に維持するのが有利である。過剰のケイ素を利用すると、かかる組成物から作成される皮膜はケイ化物の形成によりケイ素を失う。ケイ素のかかる喪失は皮膜の寿命の短縮を起こし得る。

【 0 0 2 1 】

本組成物はさらに、ルテニウム、レニウム、及び白金、パラジウム及び / 又はロジウムのような他の金属を含んでいてもよい。存在する場合、これら他の金属は組成物の総重量を基準にして各々約 2 重量% 未満の量である。 10

【 0 0 2 2 】

加えて、他の微量成分も、これらの成分の存在が組成物の所望の特性に大きな悪影響を及ぼさないことを条件として、少量、例えば、組成物の総重量の約 0.1 重量% 以下で存在することができる。一実施形態では、組成物は本質的にコバルト、鉄、ニッケル、クロム、アルミニウム、イットリウム、ガドリニウム、ハフニウム、及びケイ素からなる。別の実施形態では、組成物は本質的にコバルト、ニッケル、クロム、アルミニウム、イットリウム、ガドリニウム、ハフニウム、及びケイ素からなる。

【 0 0 2 3 】

ある特定の実施形態では、組成物は約 1.6 ~ 約 5.0 重量% のコバルト、約 2.0 ~ 約 3.5 重量% のニッケル、約 1.5 ~ 約 2.5 重量% のクロム、約 7 ~ 約 1.5 重量% のアルミニウム、約 0.1 ~ 約 1 重量% のイットリウム、約 0.2 ~ 約 1 重量% のハフニウム、約 0.3 ~ 約 1 重量% のガドリニウム、及び約 0.5 ~ 約 4 重量% のケイ素からなる。ここで、重量百分率は組成物の総重量を基準にしている。 20

【 0 0 2 4 】

別の特定の実施形態では、組成物は、約 2.0 ~ 約 8.0 重量% のニッケル、約 1.5 ~ 約 2.5 重量% のクロム、約 7 ~ 約 1.5 重量% のアルミニウム、約 0.1 ~ 約 1 重量% のイットリウム、約 0.2 ~ 約 1 重量% のハフニウム、約 0.3 ~ 約 1 重量% のガドリニウム、及び約 0.5 ~ 約 4 重量% のケイ素からなる。ここで、重量百分率は組成物の総重量を基準にしている。 30

【 0 0 2 5 】

組成物を基材に施工するために、組成物を溶融相でブレンドし、固化させ、その固体を粉末形態にすることができる。或いは、組成物の粉末形態の各成分を使用し、適切な方法、例えば粉末ミキサーを使用する混合により合わせて混合することができる。組成物は、限定されることは無いが、溶射、物理気相堆積法、プラズマ法、電子ビーム法、スパッタリング、スラリーコーティング、塗装、直接書き込み又はメッキを始めとする方法を用いて、基材上に設けることができる。

【 0 0 2 6 】

組成物の堆積に気相堆積法を使用する場合、单一又は複数供給源の蒸発法を使用して組成物を基材上に堆積させることができる。複数供給源堆積は、構成成分の蒸気圧が大きく変化する場合に使用することができる。例えば、ハフニウム、ガドリニウムなどの成分金属の蒸気圧は、本明細書に記載した他の成分より低いため、1 以上の供給源がハフニウム及び / 又はランタニド (例えば、ガドリニウム) 成分を含有し、1 以上の供給源が組成物の残りの成分を含有する複数供給源蒸発法を使用するのが有利である。 40

【 0 0 2 7 】

一実施形態では、組成物は、大気プラズマ溶射 (A P S) 、低圧プラズマ溶射 (L P P S) 、真空プラズマ溶射 (V P S) 及び高速フレーム溶射 (H V O F) のような溶射プロセスを用いて基材上に設けることができる。特定の実施形態では、 H V O F を使用するのが有利である。例えば、ノズルに取り付けた高圧冷却燃焼チャンバーに、例えば、ケロセ

10

20

30

40

50

ン、アセチレン、プロピレン、水素など及びこれらの組合せのような燃料を供給する。燃焼により高温高圧のフレームが生成し、これをノズルを通して引き出すことにより、その速度を増大させる。組成物は、高圧下粉末形態で燃焼チャンバー中に供給することもできるし、或いはノズル側面の入口を通して供給することもできる。HVOFプロセスは有利であり、パラメーターは当業者がその用途に応じて変更することができる。

【0028】

組成物は、あらゆる目的で、例えば、新たな層を形成するため、又は既存の層を修復するために基材上に設けることができ、この層はオーバーレイ皮膜又はボンドコートであることができる。組成物は金属基材のあらゆる表面上に設けることができ、基材の裸の表面上に直接設けることも、又は予め設けられた組成物を含む表面上に設けることもできる。本明細書で使用する場合、「裸の表面」とは、熱若しくは酸化に対する保護を提供するために表面上に設けられた皮膜を含まない基材表面をいう。本明細書で使用する場合、「予め設けられた」組成物を含む表面とは、その表面上に設けられた皮膜を含む表面をいう。有利な実施形態では、予め設けられた組成物を含むある物品の表面に組成物を施工することによってその物品を修復する。

【0029】

一実施形態では、超合金基材を本発明の組成物で被覆することができる。「超合金」は、本明細書では、高温用途に、すなわち約1200までの温度で使用するための金属の合金である。超合金は、化学的及び機械的安定性、酸化、並びに腐食が物品の耐用寿命に影響する場合、及びガスタービン用の部品のようにかなりの高温耐久性が要求される場合に、有用である。ある代表的な実施形態では、超合金はMCrAlY合金ができる、ここでMは鉄、コバルト、ニッケル又はこれらの組合せである。具体的には高Ni超合金（すなわち、MがNiからなる）が有用である。代表的な市販のNi含有超合金としては、例えば、商標Inconel（登録商標）、Nimonic（登録商標）、René（登録商標）、GTD-111（登録商標）、及びUdimet（登録商標）合金で販売されているものがある。あらゆる適切な方法で製造された超合金を使用して、本発明の組成物に対する基材を提供することができる。加えて、例えば、多結晶質柱状晶及び単結晶基材を始めとする鋳造超合金から製造された基材も、薄板金属部品のような鍛造基材と同様に、すべて本発明の組成物に対する基材として使用することができる。本発明の組成物が超合金基材上に設けられる場合、組成物の層が基材（被覆されていても被覆されていてもよい）の表面上に形成される。この層はオーバーレイ皮膜、ボンドコート、又はその他の皮膜であることができる。

【0030】

オーバーレイ皮膜又はボンドコートは、このオーバーレイ皮膜又はボンドコート層の、基材の環境に暴露される界面と反対側の表面にアルミナ含有層（すなわち、TGO）を連続的に形成し、環境と超合金基材との反応を最小にするということが判明した。このアルミナ含有層は数分子～数マイクロメートルの厚さを有することができ、オーバーレイ皮膜又はボンドコートが酸化性の高い環境条件に暴露され続けると厚くなる。ボンドコート中のアルミニウムの酸化又は反応によるアルミナ含有層の形成の結果として、ボンドコート自身がボンドコートの熱成長酸化物（TGO）に隣接する部分において特性の比例的变化を受け得る。一実施形態では、これらの環境条件としては、例えば、ガスタービンの高温及び燃焼領域で見られるもののような高温及び/又は腐食性の燃焼ガスを挙げることができる。熱サイクル中、アルミナとオーバーレイ皮膜との間に応力が発生し得る。アルミナはオーバーレイ皮膜と比べて脆性であり、今度は亀裂を起こし剥落し得、下にある皮膜の表面を大気に露出し、そのため新しいアルミナの層を形成し得る。ボンドコートの上に追加の層が設けられている場合、その追加の層（例えば、遮熱コーティング）とボンドコート及び基材との層間接着が弱められ、従ってその追加の層も亀裂を起こし剥落し易くなる可能性がある。

【0031】

ボンドコートは一般に遮熱コーティング（TBC）で覆われている。TBCはイットリ

10

20

30

40

50

ア安定化ジルコニアのようなセラミック皮膜であり、場合により他のランタニドのような他の金属の酸化物（例えば、酸化セリウム、酸化ユーロピウムなど）がドープされており、これらは熱流を低減する。TBCは、TBCとボンドコートとの間に生成し得る熱成長酸化物（TGO）の形成のため、高温で剥離及び剥落を起こし易い。TGOの成長特性はボンドコートから基材へのアルミニウムの拡散の影響を受け、ボンドコート内で相変化を引き起こし、これがボンドコートとTBCとの間の歪みの不整合を誘発する。

【0032】

理論に縛られたくないが、オーバーレイ皮膜及びボンドコートからのアルミニウムの連続的拡散がニッケル-アルミニウム相を枯渇させ得、また、ボンドコート又はオーバーレイ皮膜の環境表面に存在する拡散したアルミニウムがアルミナの形成を担っており、これが保護性障壁及び接着層としてのオーバーレイ皮膜の効力を低減すると考えられる。MCrAlYは、上に記載したように基材上に設けられているとき2つの相、すなわち主としてMCrを含む相と、主としてNiAlを含む相とを含む。相は上に記載したように表面にAlを供給することによって耐酸化性を基材に付与する。皮膜を過酷な環境で使用していると、Al含有相は皮膜のより高温の領域から枯渇し始め、最終的には相に変換される。これら2つの相は、断面金属組織学的標本を調製することにより検出すことができ、光学顕微鏡下で画像解析技術により定量することができる。一実施形態では、上記改変組成物を有するオーバーレイ皮膜では、1034（1900°F）で200時間の試験後約24～約45%のNiAl相が残存する。

【0033】

驚くべきことに、ランタニド、並びに第4族金属、及び第14族元素、具体的にはケイ素及び/又はゲルマニウムを添加すると、ボンドコート及び/又はオーバーレイ皮膜からのアルミニウムの拡散が効果的に遅くなる。このアルミニウムの遅くて低減した拡散は、亀裂及び/又は剥落の発生の低減、熱サイクル中の相への変態による相の喪失の低減、及びボンドコートからの遮熱コーティングの剥離に対する改良された抵抗性によって規定されるような秀でた品質を本発明の組成物に付与することが判明している。一実施形態では、この堆積組成物は、ランタニド、ケイ素及び/又はゲルマニウム、及び第4族金属を実質的に含まない類似の堆積組成物と比較したときに高温腐食に対する改良された抵抗性を示す。

【0034】

一実施形態では、物品は、基材と、基材上に少なくとも部分的に接触して設けられている組成物からなる皮膜とを含む。別の実施形態では、皮膜はボンドコート又はオーバーレイ皮膜である。皮膜がボンドコートである場合の別の実施形態では、物品はさらにボンドコートの基材と反対側の表面上に設けられた遮熱コーティングを含む。

【0035】

本組成物は、一実施形態では、超合金を含めて各種金属及び合金を含む金属又は金属-セラミック複合基材から形成された広範囲のタービンエンジン部品及び部材、特に高温で作動するか又は高温に暴露されるもの、殊にガスタービンエンジンの作動中に起こる高めの温度で使用する物品で、TBCと共に使用するためのボンドコートとして、又はオーバーレイ皮膜として使用することができる。これらのタービンエンジン部品及び部材としては、ガスタービンエンジンの動翼及び静翼のようなタービン翼形部、タービンシュラウド、タービンノズル、ライナー及びデフレクターのような燃焼器部品、オーグメンターハードウェアなどを挙げることができる。本発明の組成物は金属基材の全部又は一部を覆うことができる。

【実施例】

【0036】

以下の実施例及び比較例により本発明をさらに例示するが、これらの開示は代表的なものであり、これらに限定されるものと考えてはならない。

【0037】

以下の実施例で、本発明の組成物をオーバーレイコートとして用いたときに得られる改

10

20

30

40

50

良された特性を例証する。例 1、2，及び 2 は本発明の実施例であり、例 4 は比較例である。

【0038】

厚さ 3.18 mm (0.125 インチ)、直径 25.4 mm (1 インチ) のディスク状試験片を、GTD-111 (登録商標) (General Electric Co. から入手可能) 鋳造用スラブから機械加工した。これらの試験片は公称組成物が、試験片の総重量を基準にして 14 重量% のクロム、9 重量% のコバルト、3 重量% のアルミニウム、4.9 重量% のチタン、3 重量% のタンタル、3.7 重量% のタンゲステン、1.5 重量% のモリブデン及び 60.9 重量% のニッケルである。

【0039】

高速フレーム溶射 (HVOF) プロセスを用いて、各々が異なる組成を有する 3 つの異なるオーバーレイコートを約 0.25 mm (0.01 インチ) の厚さで個々の試験片上に設けた。これらの被覆した試験片を空気炉中約 1034 (1900 °F) 及び約 1093 (2000 °F) で 2000 時間まで試験した。

【0040】

表 1 に、実施例 1 ~ 3 の異なる成分を示す。成分の量はすべて組成物の総重量を基準にした重量%である。

【0041】

【表 1】

表 1.

10

20

30

40

成分	実施例 1	実施例 2	実施例 3	比較例 4
コバルト (wt%)	32.3	34.8	32.6	35.7
ニッケル (wt%)	32.0	32.0	32.0	32.0
クロム (wt%)	22.0	22.0	22.0	22.0
アルミニウム (wt%)	10.0	10.0	10.0	10.0
イットリウム (wt%)	0.3	0.3	0.3	0.3
ケイ素 (wt%)	2.5	--	2.5	--
ハフニウム (wt%)	0.3	0.3	0.3	--
ガドリニウム (wt%)	0.6	0.6	0.3	--

比較例 4 は、第 4 族金属、第 14 族元素、又はランタニドを添加していないベースライン組成物である。実施例 2 はランタニドとしてガドリニウムを、第 4 族金属としてハフニウムを含むが、ケイ素もゲルマニウムも含んでいない。実施例 1 と 2 は各々同量のケイ素とハフニウムを含むが、変化する量のランタニドガドリニウムを含む。比較例 4 はランタニド、第 4 族金属、及び第 14 族元素を含まない。

【0042】

NiAl 層及び相互拡散ゾーン厚さの評価。

50

【0043】

実施例1、実施例2、実施例3、及び比較例4を使用してオーバーレイ皮膜層を調製し、約0.25mm(0.01インチ)の厚さに被覆した。断面の光学的金属組織検査を実施して、画像解析を用いて図1の層X2に残存するNiAl相の百分率を決定した。結果を図2aに示す。また、上に記載したような空気炉での処理後の試料の相互拡散層厚さ(図1のX4)も決定した。結果を図2bに示す。

【0044】

図2から分かるように、ハフニウム、及びガドリニウムを有する皮膜(実施例1~3)はNiAl相の百分率の損失が少なめであり、ケイ素、ハフニウム、又はガドリニウムを含まない皮膜(比較例4)と比較して優れた酸化寿命を提供する。実施例1と2はまた、ガドリニウムを添加すると、基材拡散ゾーンが最小になり、また耐酸化性も改良されることを示している。理論に縛られることはないが、ガドリニウムをハフニウム、及びケイ素と組み合わせると、アルミニウムの拡散が遅くなり、その結果ボンドコート中のニッケル-アルミニウム相保持率が高くなり、かつニッケル-アルミニウム相から相への変態の割合が低くなると考えられる。このため、改良された耐用寿命を有する皮膜(例えば、ボンドコート、オーバーレイ皮膜)を得ることができる。

10

【0045】

用語「ボンドコート」は、本明細書で使用する場合、皮膜、例えば遮熱コーティング(TBC)の設置前に基材上に設けられる金属層である。

20

【0046】

用語「遮熱コーティング」は、「TBC」とも略記され、本明細書で使用する場合、その下にある物品の金属基材への熱流を低減する、すなわち、熱障壁を形成することができるセラミック皮膜をいう。

【0047】

「堆積」、「施工」、「設ける」、「上に設ける」などの用語は、基材又は他の層の上に層を形成することを記述するために使用されるとき、その層が前記基材又は他の層の上にあり少なくとも部分的に接触していることを意味している。

【0048】

単数形態は、前後関係から明らかに他の意味を示さない限り、複数も包含する。

30

【0049】

同一の特性について記載する範囲はすべて、それらの上下限が組合せ可能であり、記載した上下限を含む。

【0050】

例示の目的で典型的な実施形態を説明して来たが、以上の説明は本発明の範囲を限定するものではない。従って、当業者には本発明の思想と範囲から逸脱することなく様々な修正、適応、及び代替が明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0051】

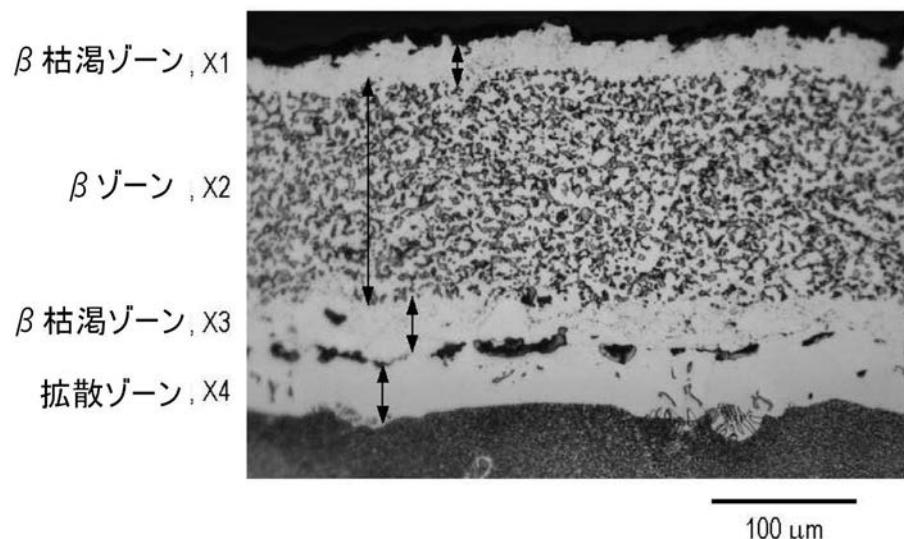
【図1】図1は、MCrAlY皮膜の-二相ミクロ組織を示す。

【図2】図2aと2bは、実施例1~3と比較例4で得られたボンドコートの比較を示す。

40

【図1】

FIG. 1



【図2】

FIG. 2A

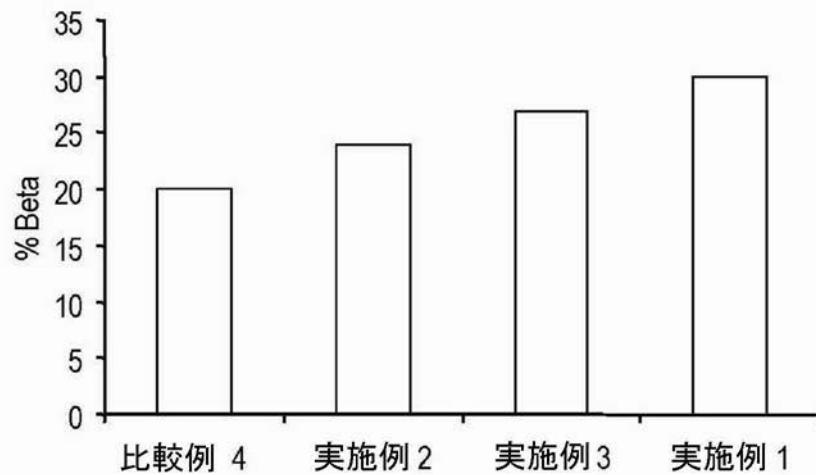
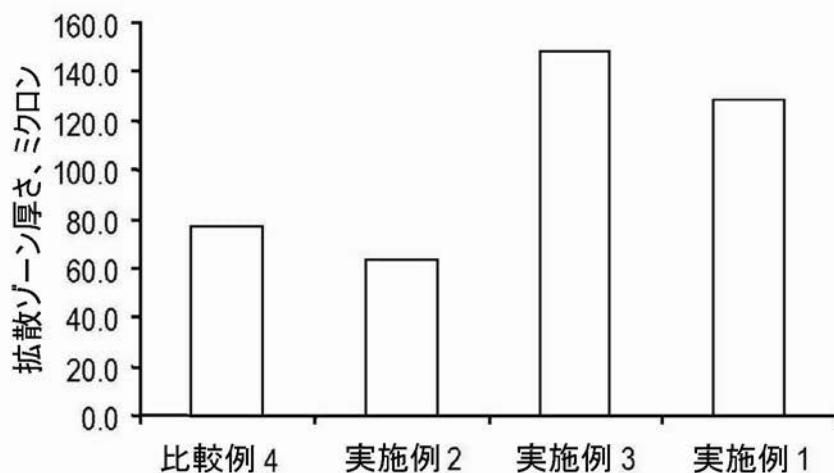


FIG. 2B



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 01D 25/00 (2006.01) F 02C 7/00 C
F 01D 25/00 L

(72)発明者 ガンジャン・フェン

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ブレッケンリッジ・コート、19番

(72)発明者 メルヴィン・ロバート・ジャクソン

アメリカ合衆国、メイン州、コリア、グランド・マーシュ・ベイ・ロード、458番

審査官 河野 一夫

(56)参考文献 特開2001-232447 (JP, A)

特表2001-521986 (JP, A)

特開平07-278721 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 22C 1 / 00 - 49 / 14
B 23K 35 / 30
F 01D 5 / 28
F 01D 25 / 00
F 02C 7 / 00