

(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2007-254893

(P2007-254893A)

(43) 公開日 平成19年10月4日(2007.10.4)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
C23C 28/00 (2006.01)	C 23 C 28/00 B	3 G O O 2
C23C 14/16 (2006.01)	C 23 C 14/16 B	4 K O 2 9
C23C 14/14 (2006.01)	C 23 C 14/14 D	4 K O 4 4
C23C 14/24 (2006.01)	C 23 C 14/24 F	
F O 2 C 7/00 (2006.01)	F O 2 C 7/00 C	
審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-75951 (P2007-75951)
 (22) 出願日 平成19年3月23日 (2007.3.23)
 (31) 優先権主張番号 11/391,766
 (32) 優先日 平成18年3月24日 (2006.3.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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 0610
 1, 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
 (72) 発明者 マイケル ジェイ. マロニー
 アメリカ合衆国, コネチカット, モールバ
 ラ, エドストロム ロード 129
 最終頁に続く

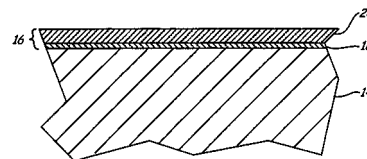
(54) 【発明の名称】 コーティングおよび断熱コーティング系を形成する方法

(57) 【要約】

【課題】断熱コーティング系(16)でボンドコート(18)として使用するのに適した、低いアルミニウム含有量を含むコーティングを提供する。

【解決手段】断熱コーティング系(16)用のボンドコート(18)として使用するのに適したコーティングは、約5～約10重量%のアルミニウム(Al)と、約10～約18重量%のコバルト(Co)と、約4～約8重量%のクロム(Cr)と、約0～約1重量%のハフニウム(Hf)と、約0～約1重量%のケイ素(Si)と、約0～約1重量%のイットリウム(Y)と、約1.5～約2.5重量%のモリブデン(Mo)と、約2～約4重量%のレニウム(Re)と、約5～約10重量%のタンタル(Ta)と、約5～約8重量%のタングステン(W)と、約0～約1重量%のジルコニウム(Zr)と、残部ニッケル(Ni)と、を含む。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

約 5 ～ 約 10 重量 % のアルミニウムと、
約 10 ～ 約 18 重量 % のコバルトと、
約 4 ～ 約 8 重量 % のクロムと、
約 0 ～ 約 1 重量 % のハフニウムと、
約 0 ～ 約 1 重量 % のケイ素と、
約 0 ～ 約 1 重量 % のイットリウムと、
約 1.5 ～ 約 2.5 重量 % のモリブデンと、
約 2 ～ 約 4 重量 % のレニウムと、
約 5 ～ 約 10 重量 % のタンタルと、
約 5 ～ 約 8 重量 % のタングステンと、
約 0 ～ 約 1 重量 % のジルコニウムと、
残部ニッケルと、

10

から本質的になるコーティング。

【請求項 2】

約 7.5 重量 % のアルミニウムと、
約 1.4 重量 % のコバルトと、
約 6 重量 % のクロムと、
約 0.5 重量 % のハフニウムと、
約 0.5 重量 % のケイ素と、
約 0.5 重量 % のイットリウムと、
約 2.0 重量 % のモリブデンと、
約 3.0 重量 % のレニウムと、
約 7.5 重量 % のタンタルと、
約 6.5 重量 % のタングステンと、
約 0.5 重量 % のジルコニウムと、
約 51.5 重量 % のニッケルと、

20

から本質的になる請求項 1 に記載のコーティング。

【請求項 3】

約 10 ～ 約 40 重量 % の貴金属をさらに含む請求項 1 に記載のコーティング。

30

【請求項 4】

前記貴金属が、白金、パラジウム、イリジウム、およびそれらの組合せからなる群から選択される請求項 3 に記載のコーティング。

【請求項 5】

約 7.5 重量 % のアルミニウムと、
約 1.4 重量 % のコバルトと、
約 6 重量 % のクロムと、
約 0.5 重量 % のハフニウムと、
約 0.5 重量 % のケイ素と、
約 0.5 重量 % のイットリウムと、
約 2.0 重量 % のモリブデンと、
約 3.0 重量 % のレニウムと、
約 7.5 重量 % のタンタルと、
約 6.5 重量 % のタングステンと、
約 0.5 重量 % のジルコニウムと、

40

約 10 ～ 約 25 重量 % の、白金、パラジウム、イリジウム、またはそれらの組合せのうちの少なくとも 1 つと、

約 26.5 ～ 約 41.5 重量 % のニッケルと、

から本質的になる請求項 4 に記載のコーティング。

50

【請求項 6】

超合金基材上に断熱コーティング系を形成する方法であって、
約 5 ～ 約 10 重量 % のアルミニウムと、
約 10 ～ 約 18 重量 % のコバルトと、
約 4 ～ 約 8 重量 % のクロムと、
約 0 ～ 約 1 重量 % のハフニウムと、
約 0 ～ 約 1 重量 % のケイ素と、
約 0 ～ 約 1 重量 % のイットリウムと、
約 1.5 ～ 約 2.5 重量 % のモリブデンと、
約 2 ～ 約 4 重量 % のレニウムと、
約 5 ～ 約 10 重量 % のタンタルと、
約 5 ～ 約 8 重量 % のタングステンと、
約 0 ～ 約 1 重量 % のジルコニウムと、
残部ニッケルと、を含むボンドコートの前記超合金基材上に堆積させ、
前記ボンドコートの少なくとも一部を覆って断熱コーティングを堆積させることを含む方法。

10

【請求項 7】

前記断熱コーティングが、イットリアで安定化されたジルコニア、ガドリニアで安定化されたジルコニア、セリアで安定化されたジルコニア、スカンジウムで安定化されたジルコニア、およびそれらの組合せからなる群から選択される請求項 6 に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記ボンドコートが、溶射、物理蒸着、および化学蒸着からなる群から選択される技術を用いて堆積される請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ボンドコートが、溶射技術を用いて堆積され、前記溶射技術が、
約 13.33 kPa ～ 約 40 kPa の範囲の堆積チャンバ圧力と、
約 400 A ～ 約 900 A の範囲のプラズマトーチ電流と、
約 50 V ～ 約 85 V の範囲のプラズマトーチ電圧と、
を含む真空プラズマ溶射技術である請求項 8 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記ボンドコートが、物理蒸着技術を用いて堆積され、前記物理蒸着技術が、
約 0.133 kPa ～ 約 13.33 kPa の範囲の堆積チャンバ圧力と、
約 300 A ～ 約 650 A の範囲のアーク電流と、
前記超合金基材にかけられる約 30 V ～ 約 100 V の範囲の負バイアスと、
を含む陰極アーク蒸着技術である請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ボンドコートが、約 0.0127 mm ～ 約 0.254 mm の厚さで超合金基材上に堆積される請求項 6 に記載の方法。

【請求項 12】

前記ボンドコートが、
約 7.5 重量 % のアルミニウムと、
約 14 重量 % のコバルトと、
約 6 重量 % のクロムと、
約 0.5 重量 % のハフニウムと、
約 0.5 重量 % のケイ素と、
約 0.5 重量 % のイットリウムと、
約 2.0 重量 % のモリブデンと、
約 3.0 重量 % のレニウムと、
約 7.5 重量 % のタンタルと、
約 6.5 重量 % のタングステンと、

40

50

約 0.5 重量%のジルコニウムと、
約 51.5 重量%のニッケルと、
から本質的になる請求項 6 に記載の方法。

【請求項 13】

前記ボンドコートが、約 10～約 40 重量%の貴金属をさらに含む請求項 6 に記載の方法。

【請求項 14】

前記貴金属が、白金、パラジウム、イリジウム、およびそれらの組合せからなる群から選択される請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

超合金基材と、
前記超合金基材の少なくとも一部の上に位置するボンドコートと、
を備える構成部品であって、前記ボンドコートが、
約 5～約 10 重量%のアルミニウムと、
約 10～約 18 重量%のコバルトと、
約 4～約 8 重量%のクロムと、
約 0～約 1 重量%のハフニウムと、
約 0～約 1 重量%のケイ素と、
約 0～約 1 重量%のイットリウムと、
約 1.5～約 2.5 重量%のモリブデンと、
約 2～約 4 重量%のレニウムと、
約 5～約 10 重量%のタンタルと、
約 5～約 8 重量%のタングステンと、
約 0～約 1 重量%のジルコニウムと、
残部ニッケルと、
を含む構成部品。

【請求項 16】

前記ボンドコートの少なくとも一部の上に位置する断熱コーティングをさらに備え、前記断熱コーティングが、イットリアで安定化されたジルコニア、ガドリニアで安定化されたジルコニア、セリアで安定化されたジルコニア、スカンジウムで安定化されたジルコニア、およびそれらの組合せからなる群から選択される請求項 15 に記載の構成部品。

【請求項 17】

前記超合金基材が、タービンのブレードまたはペーンである請求項 15 に記載の構成部品。

【請求項 18】

前記超合金基材が、第 4 世代単結晶超合金基材である請求項 15 に記載の構成部品。

【請求項 19】

前記ボンドコートの厚さが、約 0.0127mm～約 0.254mm の範囲である、請求項 15 に記載の構成部品。

【請求項 20】

前記ボンドコートが、
約 7.5 重量%のアルミニウムと、
約 14 重量%のコバルトと、
約 6 重量%のクロムと、
約 0.5 重量%のハフニウムと、
約 0.5 重量%のケイ素と、
約 0.5 重量%のイットリウムと、
約 2.0 重量%のモリブデンと、
約 3.0 重量%のレニウムと、
約 7.5 重量%のタンタルと、

10

20

30

40

50

約 6.5 重量 % のタングステンと、
約 0.5 重量 % のジルコニウムと、
約 51.5 重量 % のニッケルと、
から本質的になる請求項 15 に記載の構成部品。

【請求項 21】

前記ボンドコートが、約 10 ～ 約 40 重量 % の貴金属をさらに含む請求項 15 に記載の構成部品。

【請求項 22】

前記貴金属が、白金、パラジウム、イリジウム、およびそれらの組合せからなる群から選択される請求項 21 に記載の構成部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、ガスタービンエンジン構成部品（例えばブレード、ベーンなど）など高温にさらされる構成部品用の断熱コーティング系に関する。より詳細には、本発明は、断熱コーティング系でボンドコートとして使用するのに適した、低いアルミニウム含有量を含むコーティングに関する。

【背景技術】

【0002】

ブレード先端部、ブレード後縁、ブレードプラットフォーム、ベーン後縁、ベーンプラットフォームなどのガスタービンエンジン構成部品（「構成部品」）は、通常、高温および高応力の環境にさらされる。高温環境は、特に超合金構成部品で問題になることがある。すなわち、高温によって超合金が酸化されることがあり、そうすると構成部品の寿命が縮まる。構成部品の寿命を延ばすために、断熱コーティング系（thermal barrier coating system TBC系）が、超合金構成部品全体、または高温および他の厳しい動作状態にさらされる超合金構成部品の表面などの選択的表面に施用されてよい。TBC系は、下にある材料（一般的に「基材」とも呼ばれる）の温度を下げ、基材に対する酸化、腐食、浸食および他の環境的損傷を抑制する助けとなる。TBC系の望ましい特性は、低熱伝導性および下の基材への強い密着性を含む。

【0003】

TBC系は、通常、金属性ボンドコートおよびセラミックトップコート（すなわち断熱コーティングまたはTBCトップコート）を含む。ボンドコートは、基材に施用され、通常は酸化アルミニウム（ Al_2O_3 、すなわち「アルミナ」）である熱成長酸化物（thermally grown oxide TGO）層の成長を助ける。具体的には、TBCトップコートのボンドコート上への堆積前または堆積中に、ボンドコートの露出された表面が酸化されて、アルミナTGO層が形成されることができる。TGOは、トップコートおよびボンドコートの両方に対する強力な結合を形成し、その結果、TGO層はTBCトップコートをボンドコートに密着させる助けとなる。TGOとトップコートの間の結合は、通常、TBCトップコートとボンドコートの間に直接形成される結合よりも強い。TGOはまた、耐酸化層または「酸化障壁」として、下の基材を酸化による損傷から保護する助けとなる働きをする。

【0004】

TGOは、ガスタービンエンジン内での使用中、アルミニウムがボンドコートからTGO中に拡散し、酸素がタービンガス経路内の燃焼生成物および冷却空気からTGO中に拡散し、反応してより多くのアルミナTGOを形成するので、その厚さが増す。TGOの厚さが増すにつれて、それに比例してTBC系に生じる応力のより大きな部分がそれにかかる。最終的には、応力のこの部分がTGOの強度を超え、破損を招く。TGOが破損してしまうと、密着力を与えるTGOが殆ど乃至全く存在しなくなるので、TBCトップコートがボンドコートからはく離する。

【0005】

10

20

30

40

50

殆どのボンドコートは、TGOのゆっくりした成長を維持し、TGOが純アルミナから構成されることを保証するように設計される。ボンドコートからTGOへ拡散するアルミニウムの量が、純アルミナの成長を持続するのに十分でない場合、スピネル酸化物が形成されることがある。スピネル酸化物は、酸化障壁として働かないので、早く成長する。スピネル酸化物は純アルミナほど強くないので、スピネル酸化物を含むTGOは、純アルミナTGOより著しく短い寿命を有する。

【0006】

TBCトップコートは、安定化材料としてイットリアを含むジルコニア材料からなってもよい。TBCトップコートの主な役割は、断熱をもたらし、それによってボンドコートおよび基材の温度を低下させることである。したがって、TBCセラミックストップコートは、低い熱伝導性を有するように設計される。TBCトップコートを構成部品に施用する技術には、空気プラズマ溶射法、蒸着法および高速フレイム溶射法などの溶射法を含めて、様々なものが存在する。

10

【0007】

ボンドコートは、TBC系の寿命にとって重要である。ボンドコートが破損した場合、TBCトップコートがはく離することがあり、その後TBC系はすぐに劣化する。TBCトップコートがはく離すると、ボンドコートが、タービンガス経路の高温の酸化環境に、また燃料内の不純物、ならびに取り込まれた微粒子または汚染物質から生じる、ガス経路内にある腐食性化学種にさらされる。温度が高くなり、汚染物質が堆積すると、ボンドコートの酸化または腐食が加速し、最終的にはボンドコートを消滅させる。ボンドコートが消滅すると、厳しい環境が下の基材を攻撃する。劣化したTBC系は、構成部品の寿命を縮めることがあり、最低限でも、TBC系を修理するために構成部品の使用を中止する必要があるので、望ましくない。可能ならいつでも、下の基材が劣化しないことを保証するために、TBC系は、完全に破損する前に取り除かれ、取り替えられる。

20

【0008】

基材を酸化および腐食から保護する役割に加えて、ボンドコートは、最小限の反応および相互拡散で基材によく密着することが好ましい。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、断熱コーティング系でボンドコートとして使用するのに適した、低いアルミニウム含有量を含むコーティングを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、超合金ガスタービンエンジンの構成部品と共に使用するのに適したボンドコートである。一実施形態では、ボンドコートは、約5～約10重量%のアルミニウム(Al)と、約10～約18重量%のコバルト(Co)と、約4～約8重量%のクロム(Cr)と、約0～約1重量%のハフニウム(Hf)と、約0～約1重量%のケイ素(Si)と、約0～約1重量%のイットリウム(Y)と、約1.5～約2.5重量%のモリブデン(Mo)と、約2～約4重量%のレニウム(Re)と、約5～約10重量%のタンタル(Ta)と、約5～約8重量%のタングステン(W)と、約0～約1重量%のジルコニウム(Zr)と、残部ニッケル(Ni)と、を含む。

40

【0011】

別の実施形態では、ボンドコートは、約5～約10重量%のAlと、約10～約18重量%のCoと、約4～約8重量%のCrと、約0～約1重量%のHfと、約0～約1重量%のSiと、約0～約1重量%のYと、約1.5～約2.5重量%のMoと、約2～約4重量%のReと、約5～約10重量%のTaと、約5～約8重量%のWと、約0～約1重量%のジルコニウムZrと、約10～約40重量%の白金(Pt)あるいはパラジウム(Pd)やイリジウム(Ir)など他の貴金属と、残部ニッケル(Ni)と、を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0012】

本発明は、断熱コーティング系でボンドコートとして使用するのに適したコーティングである。一実施形態では、本発明のコーティングの組成は、約5～約10重量%のAlと、約10～約18重量%のCoと、約4～約8重量%のCrと、約0～約1重量%のHfと、約0～約1重量%のSiと、約0～約1重量%のYと、約1.5～約2.5重量%のMoと、約2～約4重量%のReと、約5～約10重量%のTaと、約5～約8重量%のWと、約0～約1重量%のZrと、残部（すなわち残余）Niと、を含む。別の実施形態では、約10～約40重量%のPt、あるいはPd、Ir、またはそれらの組合せなどのその他の貴金属が、残部のNiのいくらかまたは全ての代わりに使用される。ボンドコートの正確な組成は、下の基材に適合する望ましい機械特性および化学特性を示すボンドコートを形成するために、上記の広い範囲内で変更されてよい。

【0013】

本発明のボンドコートは、基材を、厳しい動作環境に帰することのできる酸化、腐食、浸食、および他の有害な作用から保護するために、超合金ガスタービンエンジンの構成部品を含む適切な基材に施用（または「堆積」）されてよい。本発明のボンドコートは、「第4世代単結晶超合金」と一般に呼ばれる単結晶超合金から形成された構成部品と共に使用するのに特に適している。第4世代単結晶超合金は、高レベルのルテニウムおよびレニウムを含有し、他の単結晶合金に比べてより高いクリープ強度を示す。第4世代単結晶超合金の例は、米国特許第6007645号、名称「高強度でかつ高耐酸化性のクロム含有量が少ない高性能単結晶超合金組成」に記載されている。

【0014】

米国特許第6007645号に記載されている第4世代単結晶超合金基材に関連して使用されるとき、ボンドコートの1つの望ましい組成は、約7.5重量%のAl、約14重量%のCo、約6重量%のCr、約0.5重量%のHf、約0.5重量%のSi、約0.5重量%のY、約2.0重量%のMo、約3重量%のRe、約7.5重量%のTa、約6.5重量%のW、約0.5重量%のZr、および約51.5重量%のNiである。別の好ましい組成は、約7.5重量%のAl、約14重量%のCo、約6重量%のCr、約0.5重量%のHf、約0.5重量%のSi、約0.5重量%のY、約2.0重量%のMo、約3重量%のRe、約7.5重量%のTa、約6.5重量%のW、約0.5重量%のZr、約25重量%のPt（またはPdまたはIr）、および約26.5重量%のNiである。

【0015】

本発明のボンドコートは、TBC系用の耐酸化コーティングを提供する。上記で開示された範囲の組成物を有するボンドコートを、バーナ装置内で約1148.89℃（約2100°F）でサイクルを繰り返した後、100サイクルおよび100時間を超えた後に、酸化またはひび割れによるボンドコートの破損の形跡がなかったことが見出された。

【0016】

多くの既存のTBC系のボンドコートが、第4世代単結晶超合金基材などの単結晶超合金基材に施用されるとき、そのボンドコートは通常、超合金基材よりもアルミニウム含有量が高いので、アルミニウムがボンドコートから下の基材へと拡散することが見出されている。さらに、ニッケルおよびコバルトが、基材からボンドコートへ拡散する。純アルミナTGOの安定でかつゆっくりとした成長に利用可能なアルミニウムを最大にするために、この相互拡散を最小限に抑えることが望ましい。さらに、単結晶超合金基材が、レニウム（Re）、アルミニウム、ニッケル、コバルトなどの高融点金属を高い割合で含むとき、相互拡散によってボンドコート-基材の境界面近くに局所的な最密構造（topographically close packed TCP）の有害な相（すなわち相の不安定性）が形成される恐れがある。この相の不安定性が、超合金の機械的特性に悪影響を及ぼし、本質的に超合金基材を弱める。この有害な相は、通常、超合金基材との間で弱い高角度の粒界を形成するので、ひび割れが始まる部位として働く。相の不安定度が、構成部品を形成する基材のかなりの割合を占めるほど大きい場合、構成部品の完全性が損なわれることがある。

【0017】

本発明は、従来のボンドコートよりも低いアルミニウム含有量を含み、同時に高圧のタービンエンジン環境に対する十分な耐酸化性を示す、ボンドコートである。ボンドコート中のアルミニウム含有量がより低いことが、ボンドコートから超合金基材へのアルミニウムの拡散量がより低くなる一因となっている。その結果、本発明のボンドコートは、より高いアルミニウム含有量を有する既存の多くのボンドコートよりも、第4世代単結晶超合金基材および高融点金属を高い割合で含むその他の合金基材との適合性が高い。第4世代単結晶超合金基材がTCP相を形成する可能性は、本発明のボンドコートによって低減される。

【0018】

ボンドコート内に含まれるアルミニウムは、アルミナTGO層の形成を助ける。背景技術の項で述べたように、このTGO層は、少なくとも2つの目的に役立つ。第1に、酸化物層は、下の基材（例えば第4世代単結晶超合金）の酸化に対する障壁として働く。第2に、TBCトップコートは、酸化物層と化学的に結合する傾向がある。ある意味で、酸化物層はTBCトップコートをボンドコートに密着させる接着剤として働く。既存のボンドコートよりアルミニウム含有量が低いにもかかわらず、本発明のボンドコートは、酸化障壁として働くのに十分な厚さの酸化物層の成長を助けるのに十分な量のアルミニウムを含有する。アルミニウムは、本発明のボンドコートに含まれるイットリウムとあいまって、TBCトップコートへの、またボンドコートへの良好な密着性を有する、スピネル酸化物を含まない酸化物層のゆっくりとした成長を助ける。

【0019】

本発明のボンドコートが、約6.4ミクロン/インチ/°Fの熱膨張係数(CTE)を示すことが見出されている。この値は、第4世代超合金を含む最新技術の超合金のCTEに非常によく似ている。ボンドコートとボンドコートが施用される基材との間のCTE値の差が大きくなるにつれて、TBC系において、熱サイクルによって誘発されるボンドコートのひび割れまたは破損を起こす傾向が増大する。このため、CTE値の差を最小限に抑えることが好ましく、ボンドコートおよび基材のCTE値を同じにすることがより好ましい。

【0020】

断熱コーティング系でボンドコートとして使用されることに加えて、本発明のボンドコートは、耐酸化および耐腐食コーティングなど単独の耐環境性コーティングとしてもよい。

【0021】

図1は、ガスタービンエンジンのタービンプレード10の斜視図である。タービンプレード10は、プラットフォーム12および本体14を含む。タービンプレード10の本体14は、その特有の組成が約6.4ミクロン/インチ/°FのCTEを示す、米国特許第6007645号に記載の組成による第4世代単結晶超合金から形成される。タービンプレード10は、ガスタービンエンジンの動作中、高温および高圧にさらされる。タービンプレード10の寿命を延ばし、タービンプレード10を高応力の動作状態、およびその結果生じる酸化および腐食から保護するために、TBC系16（図2に示す）がタービンプレード10の本体14を覆って施用される。

【0022】

TBC系16の正確な位置は、使用されるタービンプレード10のタイプおよびタービンプレード10の最も応力がかかる状態にさらされている領域を含めて、多くの要因によって決まる。例えば、他の実施形態では、TBC系16が、本体14の外表面全体ではなく、本体14の外表面の一部を覆って施用されてよい。さらに、ボンドコート18は、単独の耐環境性コーティングでもよいので、本体14は、ボンドコート18で全体を覆い、セラミック層20で一部分だけ覆ってもよい。タービンプレード10が、内部冷却通路から本体14の外表面に通じる冷却孔を含む場合、TBC系16が、冷却孔の表面にも施用されてよい。

10

20

30

40

50

【0023】

タービンプレード10が、TBC系の使用を必要とするガスタービンエンジン構成部品の例として示される。しかし、本発明のボンドコートは、ガスタービンエンジン内の他の構成部品を含めて、その動作環境に対して保護することが望ましい適切などんな構成部品と共に使用されてもよい。

【0024】

図2は、図1の2-2線に沿った、タービンプレード10の断面図である。TBC系16が、本体14の外面に施用されている。TBC系16は、ボンドコート18およびセラミック層20を含む。ボンドコート18は、本体14の上に位置しこれと結合し、セラミック層20はボンドコート18の上に位置する。図2に示す実施形態では、ボンドコート18は、約0.0127mm(約0.5ミル)~約0.254mm(約10ミル)の厚さの範囲で本体14に施用される。セラミック層20は、アルミナを形成するボンドコートおよび/または、それだけには限定されないがイットリア(Y_2O_3)、ガドリニア(Gd_3O_3)、セリア(CeO_2)、スカンジウム(Sc_2O_3)、または他の酸化物などで安定化されたジルコニアなどの合金上での使用に適したいかなる断熱コーティング(すなわち「トップコート」)でもよい。セラミック層20は、ボンドコート18に要求される熱保護を提供するのに十分な厚さで堆積される。

【0025】

ボンドコート18は、約5~約10重量%のAlと、約10~約18重量%のCoと、約4~約8重量%のCrと、約0~約1重量%のHfと、約0~約1重量%のSiと、約0~約1重量%のYと、約1.5~約2.5重量%のMoと、約2~約4重量%のReと、約5~約10重量%のTaと、約5~約8重量%のWと、約0~約1重量%のZrと、残部Niと、から本質的になる。

【0026】

別の実施形態では、ボンドコート18は、約5~約10重量%のAlと、約10~約18重量%のCoと、約4~約8重量%のCrと、約0~約1重量%のHfと、約0~約1重量%のSiと、約0~約1重量%のYと、約1.5~約2.5重量%のMoと、約2~約4重量%のReと、約5~約10重量%のTaと、約5~約8重量%のWと、約0~約1重量%のZrと、約10~約40重量%のPtと、残部Niと、から本質的になる。あるいは、PdやIrなどの他の貴金属、またはそれらの組合せが、Ptの代わりに使用されてもよい。

【0027】

ボンドコート18は、従来のボンドコートに比べて低レベルのアルミニウムを含み、その結果、ボンドコート18から本体14へ拡散するアルミニウムが、より少なくなる。これは、ボンドコート18から本体14へのアルミニウムの拡散に帰することのできる、本体14内でのTCP相の形成を最小限に抑える助けとなる。前述したように、本体14は、約6.4ミクロン/インチ/ $^{\circ}F$ のCTEを示す超合金から形成される。ボンドコート18もまた、約6.4ミクロン/インチ/ $^{\circ}F$ のCTEを示す。ボンドコート18と本体14のCTE値が似ているので、熱サイクルによって誘発されるボンドコート18のひび割れまたは破損の傾向が、低減される。

【0028】

本発明によるボンドコート18は、溶射プロセス(例えば、プラズマ溶射、または高速フレイム溶射(HVOF))、物理蒸着(例えば陰極アーク蒸着)、または化学蒸着を含めた、適切などんな技術を用いて本体14(または、他の実施形態では別の基材)に施用されてもよい。一実施形態では、真空プラズマ溶射法が、ボンドコート18を本体14に施用するために使用される。当該技術で知られているように、真空プラズマ溶射法は、真空チャンバ内で実施される溶射プロセスである。粉体の形態のコーティングを基材上へ施用する、プラズマ溶射トーチは通常、アルゴンなどの不活性ガスの低圧環境で動作する。プラズマ溶射トーチは通常、トーチを基材に対して少なくとも1つの方向へ動かすことができる制御機構によって操作される。

10

20

30

40

50

【0029】

ボンドコート18を本体14に施用する一方法では、真空プラズマ溶射プロセスが使用され、このプロセスは、約13.33kPa（約100トル）～約40kPa（約300トル）の範囲の堆積チャンバ圧力、約400A～約900Aまでの範囲のプラズマトーチ電流、および約50V～約85Vの範囲のプラズマトーチ電圧を利用する。プラズマ溶射トーチは、トーチを本体14から約15.24cm（約6インチ）～約50.8cm（約20インチ）のところに位置決めする、3～5軸ロボットによって制御される。堆積プロセス中、本体14は、約815.56℃（約1500°F）～約982.22℃（約1800°F）の範囲の温度を示す。他の実施形態では、異なるパラメータを含む真空プラズマ溶射法が使用されてよい。

10

【0030】

別の実施形態では、物理蒸着の一種である陰極アーク蒸着法が、ボンドコート18を本体14に施用するために使用される。当該技術で知られているように、陰極アーク蒸着法では、原材料およびコーティング対象の基材が、減圧された堆積チャンバ内に配設される。陰極アーク蒸着の実施形態では、堆積チャンバ圧力は、約0.133kPa（約1トル）～約13.33kPa（約100トル）の範囲である。約100sccm～約500sccmの速度で流れるアルゴンガスが、チャンバ圧力を所望の範囲に維持する。約300A～約650Aの範囲のアーク電流が確立され、約30V～約100Vの負バイアスが本体14にかけられる。他の実施形態では、異なるパラメータを含む陰極アーク蒸着法が使用されてよい。

20

【0031】

本明細書で使用される用語は、限定ではなく、説明のためのものである。好ましい実施形態を参照して本発明を説明してきたが、本発明の趣旨および範囲を逸脱することなく、形態および細部に変更を加えることができることが、当業者は認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】タービンプレードの斜視図である。

【図2】タービンプレードの本体の上に位置するTBC系を示す、図1のタービンプレードの2-2線に沿った断面図である。

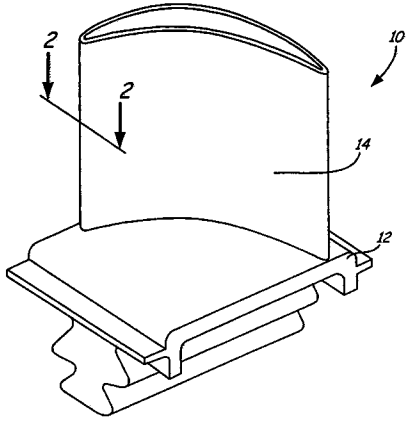
【符号の説明】

30

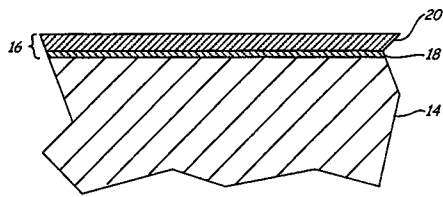
【0033】

- 14…本体
- 16…断熱コーティング系
- 18…ボンドコート
- 20…セラミック層

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
F O 1 D 5/28 (2006.01) F O 1 D 5/28

(72)発明者 ディビット エー. リットン
アメリカ合衆国, コネチカット, ロッキー ヒル, ロビンソン ロード 5ビー

(72)発明者 ベンカタラマ ケー. シーサーラマン
アメリカ合衆国, コネチカット, ロッキー ヒル, ホーリー ヒル ドライブ 502

Fターム(参考) 3G002 EA05 EA06 EA08
4K029 BA25 BC00 BD03 CA13 DD06 EA03 EA09
4K044 AA06 AB10 BA02 BA06 BA08 BA10 BA12 BA19 BB03 BC02
BC11 BC12 CA11 CA13 CA14