

(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2005-200764

(P2005-200764A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int.Cl.⁷

C23C 28/04
// F01D 5/28
F02C 7/00

F I

C 2 3 C 28/04
 F 0 1 D 5/28
 F 0 2 C 7/00
 F 0 2 C 7/00

テーマコード (参考)

3 G 0 0 2
 4 K 0 4 4

C

D

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-292255 (P2004-292255)
 (22) 出願日 平成16年10月5日 (2004. 10. 5)
 (31) 優先権主張番号 10/678, 813
 (32) 優先日 平成15年10月6日 (2003. 10. 6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

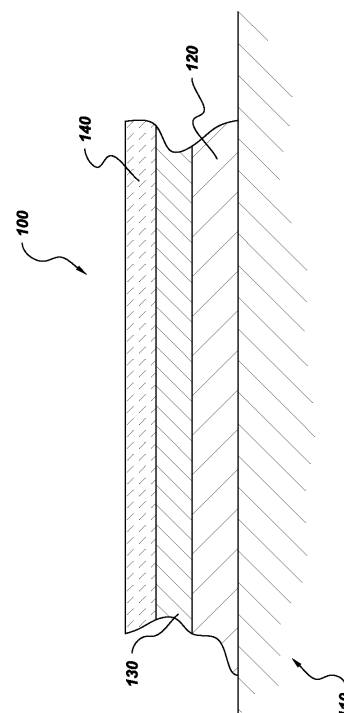
(54) 【発明の名称】 環境バリア皮膜

(57) 【要約】

【課題】 高温環境で用いられる材料などのケイ素系材料用の皮膜の提供。

【解決手段】 本発明では、ケイ素ボンドコートと中間コートとトップコートとの3層からなる環境バリア皮膜で、ケイ素含有基材を被覆する。中間コートは、アルミン酸タンタル、アルミン酸ニオブ又はこれら2種の混合物から構成できる。中間コートは、ボンドコート及びトップコートとの固体表面下反応を阻止し、高温でのシリカとの反応に実質的に不活性である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケイ素含有基材（１１０）と、
基材（１１０）上のケイ素含有ボンドコート（１２０）と、
ボンドコート（１２０）上の、アルミン酸タンタル及びアルミン酸ニオブの少なくとも一方を含有する中間コート（１３０）と、
中間コート（１３０）上のトップコート（１４０）と
を含む物品（１００）。

【請求項 2】

アルミン酸タンタル及びアルミン酸ニオブの少なくとも一方が中間コート（１３０）の約 10
95～100モル％を占める、請求項 1 記載の物品（１００）。

【請求項 3】

中間コート（１３０）がほぼアルミン酸タンタル及びアルミン酸ニオブの少なくとも一方のみからなる、請求項 1 記載の物品（１００）。

【請求項 4】

中間コート（１３０）が 1000 より高温で SiO_2 に実質的に不活性である、請求項 1 記載の物品（１００）。

【請求項 5】

トップコート（１４０）がアルミノケイ酸ストロンチウムバリウムを含有する、請求項 1
記載の物品（１００）。 20

【請求項 6】

基材（１１０）が炭化ケイ素及び窒化ケイ素の少なくとも一方を含有する、請求項 1 記載の物品（１００）。

【請求項 7】

基材（１１０）が炭化ケイ素及び窒化ケイ素の少なくとも一方をマトリックス材料に分散させた構成である、請求項 1 記載の物品（１００）。

【請求項 8】

さらにボンドコート（１２０）と中間コート（１３０）との間にシリカ層を含む、請求項 1 記載の物品（１００）。

【請求項 9】

ケイ素含有基材（１１０）上にケイ素含有ボンドコート（１２０）を設け、
ボンドコート（１２０）上に、アルミン酸タンタル及びアルミン酸ニオブの少なくとも一方を含有する中間コート（１３０）を設け、
中間コート（１３０）上にトップコート（１４０）を設ける
工程を含む物品（１００）の製造方法。 30

【請求項 10】

ケイ素含有基材（１１０）と、
基材（１１０）上のケイ素含有ボンドコート（１２０）と、
中間コート（１３０）と、
ボンドコート（１２０）及び中間コート（１３０）間に位置するシリカ含有層と、 40
中間コート（１３０）上のトップコート（１４０）とを含み、
前記中間コート（１３０）が中間コート（１３０）とシリカとの固体表面下反応を阻止する、
物品（１００）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バリア皮膜、特に高温の水性環境で用いるバリア皮膜に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジン、熱交換器、内燃機関などの高温用途に用いる構造体用に、ケイ素を含有するセラミック材料やケイ素を含有する合金が提案されている。これらの材料は、水性環境で高温で作動するガスタービンエンジンに特に有用である。

【0003】

このようなタービン用途の構成部品に望まれる寿命は、例えば1000より高温で数万時間である。しかし、部品は、高温水性環境にさらされるとかなりの表面へこみを生じることが知られている。約1000より高温で揮発性ケイ素系ガス種が生成し、これが原因で部品の表面が減退する。減退速度は、温度や燃焼ガス中の水蒸気濃度などの燃焼条件に応じて、例えば1000時間当たり0.254mm(0.010インチ)以上となる。この減退速度は、多くの部品の寿命要件に対して受け入れられないほど速い。

10

【0004】

この問題を解決する一つの提案として、米国特許第6387456号及び同第6410148号に記載されているような三層の環境バリア皮膜があり、これはケイ素ボンドコートと、ムライト及びアルミノケイ酸ストロンチウムバリウム(BSAS)の中間コートと、純BSASトップコートを含む。しかし、約1200より高温に長時間さらされると、減退速度は部品の長寿命要件に対して受け入れられないほど速くなり得る。さらに、化学反応が起こり、その結果ボンドコートと中間コートが費消され、このため部品の寿命が所望のレベルよりさらに短くなることがある。

【0005】

高温環境での使用中、ケイ素ボンドコートが酸化し、ボンドコートと中間コートの界面にシリカの界面層を生成する。このシリカ層と中間コートとの間に固体表面下反応が起こる。シリカ層と中間コートとの反応が進むにつれて、ケイ素ボンドコートの酸化が増進し、最終的にボンドコート及び中間コートを費消する。界面層が反応生成物の生成から成長する一方、ボンドコート及び中間コートは減退する。シリカと中間コートの反応生成物は通常不安定であり、ボンドコートと中間コートとの密着性の劣化を促進する。反応生成物は、多数の相に存在し、ボンドコート及び中間コートと不釣り合いな高い熱膨張などの他の望ましくない特性を持つおそれがある。

20

【0006】

中間コートが費消されると、トップコートと残っているボンドコートとの間にさらに化学反応が起こるおそれがあり、このためボンドコートがさらに費消される。ボンドコートが費消されると、基材が酸化され、そのため気泡の発生や多くの場合、環境バリア皮膜全体の剥落が生じる。環境バリア皮膜の保護がなくなると、基材は露出され、その結果基材の減退速度が速くなり、部品寿命が短くなる。

30

【0007】

公知のシステム及び方法にはこのような欠点がある。

【特許文献1】米国特許第6387456号明細書

【特許文献2】米国特許第6410148号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0008】

1実施形態では、本発明は、ケイ素含有基材と、基材上のケイ素含有ボンドコートと、ボンドコート上の、アルミン酸タンタル及びアルミン酸ニオブの少なくとも一方を含有する中間コートと、中間コート上のトップコートとを含む物品を提供する。

40

【0009】

別の実施形態では、本発明は、ケイ素含有基材上にケイ素含有ボンドコートを設け、ボンドコート上に、アルミン酸タンタル及びアルミン酸ニオブの少なくとも一方を含有する中間コートを設け、中間コート上にトップコートを設ける工程を含む物品の製造方法を提供する。

【0010】

他の実施形態では、本発明は、ケイ素含有基材と、基材上のケイ素含有ボンドコートと

50

、中間コートと、ボンドコート及び中間コート間に位置するシリカ含有層と、中間コート上のトップコートとを含み、前記中間コートが中間コートとシリカとの固体表面下反応を阻止することができる、物品を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の1つの実施形態は、例えばガスタービンエンジンの部品として用いられるような、ケイ素を含有する基材用の環境バリア皮膜に関する。高温水性環境などの高温環境で用いる場合、環境バリア皮膜のボンドコートとトップコートとの間の中間コートは、ボンドコート中の化学種とトップコート中の化学種との間に化学反応が起こるのを防止するか抑制することができる。中間コートは、トップコート、例えばBSASとの固体表面下反応を阻止することもある。中間コートはさらに、ボンドコート及び/又は(ボンドコート-中間コート界面に生成することのある)シリカに対して実質的に不活性とすることができる。ここで、「高温環境」とは、基材中のケイ素が気体状のSi-O及び/又はSi-O-H種を形成する温度を意味し、例えば約1000より高い温度を含む。「水性環境」とは、例えば、水、湿潤空気、水蒸気、燃焼ガス及び/又はスチームを含む環境を意味する。

10

【0012】

1実施形態では、環境バリア皮膜は、図1の物品に示すように、3層のコートをケイ素を含有する基材に設けた構成である。ケイ素を含有するボンドコート120を基材110上に設ける。中間コート130をボンドコート120上に設ける。トップコート140を中間コート130上に設ける。代表的には、中間コートを単層として形成する。しかし、所望に応じて、中間コート130を多数の層から構成することもできる。

20

【0013】

基材110は、ケイ素を含有する材料、例えばセラミック又は金属合金のいずれでもよい。具体的な実施形態では、基材110はセラミック材料、例えば炭化ケイ素、窒化ケイ素、炭窒化ケイ素、酸窒化ケイ素及び酸窒化アルミニウムケイ素から構成できる。他の具体的な実施形態では、基材110は、繊維、粒子などの強化材料を含有するマトリックス、さらに具体的には繊維で強化されたケイ素及び/又は炭化ケイ素を含有するマトリックスから構成できる。適当なセラミック基材には、例えば、炭化ケイ素繊維強化炭化ケイ素マトリックス、炭素繊維強化炭化ケイ素マトリックス及び炭化ケイ素繊維強化窒化ケイ素マトリックスがある。適当な炭化ケイ素繊維には、ケイ素及び炭素に加えて窒素、ホウ素及び酸素を含有することもあるポリマー由来の繊維がある。炭素対ケイ素比は、純粋な炭化ケイ素のそれとは異なってもよい。ポリマー由来の繊維の例には、ハイニカロン及びハイニカロンS繊維(日本カーボン製)及びチラノSA繊維(宇部興産製)がある。適当な炭化ケイ素繊維には、例えば、化学蒸着(CVD)により製造した炭化ケイ素モノフィラメントや、ポリマー加工以外の加工ルートにより製造した繊維トウ(束)もある。適当なケイ素-金属合金基材には、例えば、モリブデン-ケイ素合金、ニオブ-ケイ素合金、鉄-ケイ素合金がある。

30

【0014】

基材110はケイ素を含有するボンドコート120で被覆することができる。1実施形態によれば、ボンドコート120は、基材110に適用されたケイ素金属からなり、代表的には厚さ約0.0253~0.506mm(1~20ミル)、好ましくは約0.051~0.152mm(2~6ミル)である。或いは、基材110を予め酸化してシリカ(SiO₂)ボンドコートを形成してもよい。ボンドコート120は、下側の基材の酸化、そしてそれに伴うガス放出、気泡の形成、環境バリア皮膜の剥落を防止することができる。ボンドコート120は、中間コート130及びトップコート140など後で設けられるコートの密着性を向上することもできる。また、ボンドコート120は、中間コート130及びトップコート140の設層が下側の基材110を損なうおそれを軽減することができる。ボンドコート120は、固体皮膜を堆積する公知の方法、例えば溶射により基材110上に設けることができる。

40

50

【 0 0 1 5 】

例えば基材をガスタービンエンジンの部品として使用する場合などの作動中に、ボンドコート 1 2 0 中のケイ素は高温環境で酸化してボンドコート - 中間コート界面にシリカを形成する。或いは、ボンドコート 1 2 0 自体がシリカであってもよいし、またシリカの層をボンドコート 1 2 0 と中間コート 1 3 0 の間に設けてもよい。

【 0 0 1 6 】

中間コート 1 3 0 が、ボンドコート 1 2 0 及び / 又はシリカとの固体表面下反応を阻止するのが好ましい。また中間コート 1 3 0 が、トップコート 1 4 0 との固体表面下反応を阻止することもある。中間コート 1 3 0 は、1 0 0 0 より高温でもシリカに対して実質的に不活性であるのが好ましい。本発明の 1 実施形態において、環境バリア皮膜の中間コートは、アルミン酸タンタル ($TaAlO_4$)、アルミン酸ニオブ ($NbAlO_4$) 又はこれら 2 種の混合物を含有する。中間コートは、トップコートに発生する化学種がボンドコートに発生する化学種と反応するのを防止することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の 1 実施形態において、中間コート 1 3 0 を形成する出発材料は、(a) アルミナと (b) 酸化タンタル、酸化ニオブ又は酸化タンタル及び酸化ニオブの混合物との混合物を含有する。これらの材料を混合すると、酸化タンタル及び / 又は酸化ニオブとアルミナが反応して二元又は三元アルミン酸化合物を形成する。化学量論的割合で混合すると、出発材料が完全に反応して、中間コート 1 3 0 として用いる、ほぼアルミン酸タンタル及び / 又はアルミン酸ニオブのみからなる組成物を形成する。例えば、50 モル % の Ta_2O_5 及び 50 モル % の Al_2O_3 の出発材料から、ほぼ 100 モル % $TaAlO_4$ の生成物が得られる。

【 0 0 1 8 】

化学量論的割合が好ましいが、出発材料はこれらの割合から外れてもよく、過剰量の酸化ニオブもしくは酸化タンタルを含んでも、過剰量のアルミナを含んでもよく、これが中間コート 1 3 0 として用いる組成物中に残存してもよい。過剰量の酸化ニオブもしくは酸化タンタル又は過剰量のアルミナを使用する場合、最終生成物が約 95 ~ 99.9 モル % のアルミン酸タンタル又はアルミン酸ニオブ又はこれら 2 種の混合物であり、過剰の酸化ニオブもしくは酸化タンタル又はアルミナが約 0.1 ~ 5 モル % 存在するように、前記過剰量を制限するのが好ましい。得られる組成物をつぎに基材 1 1 0 上に中間コート 1 3 0 として設層することができる。中間コート 1 3 0 を基材 1 1 0 上に、基材 1 1 0 に最初に設けられるケイ素含有ボンドコート 1 2 0 と中間コート 1 3 0 に設けられるトップコート 1 4 0 との間で、設けるのが好ましい。

【 0 0 1 9 】

トップコート 1 4 0 は、中間コート 1 3 0 に密着することのできる皮膜であれば、どのような皮膜 (コーティング) でもよい。トップコート 1 4 0 は、代表的にはその熱膨張係数が中間コート 1 3 0 のその約 20 % 以内であり、また代表的にはその耐揮発性が中間コート 1 3 0 より高い。適当なトップコートは例えば B S A S である。

【 0 0 2 0 】

コート 1 2 0、1 3 0、1 4 0 は、固体皮膜を堆積する公知の方法のいずれで基材に設層してもよい。好適な設層方法は溶射である。

【 0 0 2 1 】

コートを設層する前に、ケイ素を含有する基材 1 1 0 を清浄化して基材製造から残存する汚染物を除去するのが好ましい。基材 1 1 0 は、例えばグリットブラスティングにより清浄化することができる。グリット粒子は、望ましくない汚染物を除去し、基材 1 1 0 の表面を粗くするのに十分な硬さを有するのが好ましい。グリット粒度は、基材への衝撃損傷を防止するのに十分な小ささであるのが好ましい。グリットブラスティング法の 1 例では、粒度 30 μm 以下のアルミナ粒子を約 150 ~ 200 m / s e c の速度で使用する。

【 0 0 2 2 】

ケイ素金属のボンドコート 1 2 0 を基材 1 1 0 に設ける場合、例えば基材 1 1 0 が約 2

10

20

30

40

50

00 ~ 300 の温度にあるときに基材 110 に溶射することにより、基材 110 のグリットブラスト済み表面にケイ素を直接適用してもよい。ボンドコート 120 は、基材 110 を完全に覆い裸のスポットを残さないで、薄い層として設けることができる。ボンドコート 120 の厚さは、代表的には約 0.0253 ~ 0.506 mm (1 ~ 20 ミル)、好ましくは約 0.051 ~ 0.152 mm (2 ~ 6 ミル) である。

【0023】

中間コート 130 及びトップコート 140 は、例えば基材温度約 100 ~ 400 で、溶射により設けることができる。これらのコートは、厚さ約 0.013 mm (0.5 ミル) 超え、好ましくは約 0.076 ~ 0.76 mm (3 ~ 30 ミル)、より好ましくは約 0.076 ~ 0.127 mm (3 ~ 5 ミル) に溶射することができる。

10

【0024】

溶射後、物品を熱処理して設層コートを結晶化及び/又は設層コート中の複数相を化学的に平衡化し、溶射物品から応力を除去し、コート同士の結合を強めることができる。一般に、この熱処理では物品を制御された態様で適当な時間加熱する。

【実施例】

【0025】

本発明の 1 態様による組成 (アルミン酸タンタル) を有する中間コート及び従来の組成 (アルミノケイ酸ストロンチウムバリウム、即ち B S A S) を有する中間コートに対応する組成物の焼結ペレットを製造し、試験した。これらのペレットを、ボンドコートの 1 例で見られるように、ケイ素で被覆し、ついで、例えばガスタービンエンジンで遭遇するよう

20

【0026】

アルミン酸タンタルは、50 モル%の Ta_2O_5 及び 50 モル%の Al_2O_3 の出発粉末混合物から製造した。両粉末は純度 99.99% で、粒度 - 325 メッシュであった。粉末は C e r a c 社 (米国ウィスコンシン州ミルウォーキー) から入手した。ポリエチレンボトル内で Al_2O_3 及び Ta_2O_5 粉末をエタノール及びジルコニア粉碎媒体と混合し、約 12 時間ボールミル処理した。混合物を 90 で乾燥し、100 メッシュふるいに通した。篩い分け粉末を、直径 22.23 mm (7/8 インチ) のダイで、 2.76×10^4 k P a (4 k p s i) にて冷間プレスし、ペレットにした。ペレットを、ラテックスチューブ

30

【0027】

B S A S ペレットは、H . C . S t a r c k 社 (米国マサチューセッツ州ニュートン) から市販の B S A S 粉末から同様の方法で製造した。粉末を冷間プレスし、等方圧プレスしてペレットとした。B S A S ペレットを空气中 1600 で 2 時間焼結した。ペレットの X 線回折によりバリウム長石系 B S A S の存在を確認した。

【0028】

アルミン酸タンタル及び B S A S 焼結ペレット両方の表面を、36 グリット S i C 媒体でのグリットブラस्टイングにより粗くした。つぎに表面をアルコール中で超音波洗浄した。アルミン酸タンタル及び B S A S ペレットそれぞれの 1 面にケイ素皮膜を空気プラズマ溶射した。つぎにケイ素被覆ペレットを空气中で温度 1315 に約 500 時間露呈し、例えばガスタービンエンジン内で遭遇するような高温酸化性環境を作り出した。この露呈後、アルミン酸タンタル及び B S A S サンプル両方について、ペレットとケイ素皮膜との間に界面層が存在することが確認された。これらの界面層をさらに分析してその組成を同定した。図 2 の走査顕微鏡写真から分かるように、B S A S ペレットとケイ素皮膜との間の界面層 210 は、幅約 10 μ m であり、図 3 の走査顕微鏡写真に示すアルミン酸タンタルペレットとケイ素皮膜との間の界面層 310 が幅約 1 μ m であるのに対して、ほぼ 1 桁厚い。さらに、図 2 に示す B S A S ペレットとケイ素皮膜との間の界面層 210 は、2 つの領域、即ち明るい区域 220 と暗い区域 230 を有する。アルミン酸タンタルサンプ

40

50

ル上の界面層 3 1 0 の厚さは、空気酸化性条件下でのケイ素上の純シリカの成長速度に基づいて予想される、シリカ層の厚さに匹敵し、このことはアルミン酸タンタルとシリカとの間に表面下反応が何ら起こらなかったことを示唆している。

【 0 0 2 9 】

B S A S ペレット上の著しく厚い界面層 2 1 0 は、B S A S とケイ素上に成長するシリカ層との有意な相互作用速度を示唆している。この表面下相互作用の結果として、アルミン酸タンタルペレットと接触しているケイ素上に成長する純シリカ層 3 1 0 の場合より急速にケイ素ボンドコートの費消が起こる。

【 0 0 3 0 】

図 4 及び図 5 は、B S A S サンプルの界面層の 2 つの相それぞれから得たエネルギー分散 X 線分光パターンである。これらの X 線スペクトルは、電子ビームに露呈されたときの種々の元素の X 線発光の相対強度を示す。y 軸上にとった強度は、所定の元素の原子割合 (%) と共に変化する。これらの図から、B S A S サンプルからの界面層の 2 つの相が発 B S A S とは異なる組成を有することが分かる。図 4 は、界面層の明るい相 2 2 0 についてのスペクトルを示し、この相のケイ素含有割合が、図 6 に示す初期 B S A S 相パターンより大きいことを示している。図 5 は、界面層の暗い相 2 3 0 についての分散 X 線パターンを示し、暗い相の組成は、初期 B S A S 相と比較して、アルミニウムの割合が極めて大きく、ケイ素の量が少ないことを示している。界面層 2 1 0 の両領域におけるケイ素 / アルミニウム比の大きな変化から、B S A S ペレットと表面下ケイ素酸化の生成物であるシリカとの間に固体化学反応が起こったことが確認される。

【 0 0 3 1 】

アルミン酸タンタルペレットの界面層に行ったエネルギー分散 X 線分析は、図 7 のスペクトルに示すように、界面層が大部分ケイ素であり、酸化タンタルやアルミナをほとんど含まないことを示している。図 7 では、8 k e V 付近に無視できる程度のタンタルピークが現れ、界面層中にタンタルが痕跡量しか存在しないことを示している。タンタルは、2 k e V 付近にケイ素エネルギーピークと重なる第 2 エネルギーピークを有するので、波長分散分光分析により電子マイクロプローブで定量的組成分析を行って、界面層の組成をさらに分析した。この追加の分析の結果を図 8 のグラフに示す。この追加分析から、界面層が約 3 5 原子 % のケイ素、0 . 2 5 原子 % のアルミニウム及び 0 . 0 6 原子 % のタンタルを含有することが確認された。このタンタルレベルは分析の雑音レベル (0 . 1 原子 %) より低い。これらの結果から、界面層では、アルミン酸タンタルペレットとケイ素の酸化から生じるシリカとの間で反応がほとんど又は全く起こっていないことが分かる。

【 0 0 3 2 】

アルミン酸タンタルサンプルと比較した B S A S サンプルにおける界面層の厚さ及び組成は、B S A S ペレットとシリカとの間には顕著な表面下化学反応が起こったことを示している。この反応は、アルミン酸タンタルサンプルでは認識可能な程度まで起こらず、このことから、ケイ素ボンドコートの劣化を防止するのに、B S A S がアルミン酸タンタルサンプル程有効ではないことが確認された。

【 0 0 3 3 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明し、具体例を示したが、本発明は開示した構成に限定されない。本発明は、発明の要旨又は本質的属性から逸脱することなく、他の特定形態で実施することができる。従って、本発明の範囲を示すものとしては、上述した詳細な説明ではなく、特許請求の範囲を参照すべきである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 4 】

【 図 1 】 本発明の 1 実施形態に係る物品の断面図である。

【 図 2 】 B S A S 中間コートを用いたボンドコート - 中間コート界面の顕微鏡写真である。

【 図 3 】 本発明の 1 実施形態に係るボンドコート - 中間コート界面の顕微鏡写真である。

【 図 4 】 B S A S 中間コートを用いたボンドコート - 中間コート界面層の 1 領域について

10

20

30

40

50

分析した組成のエネルギー分散Ｘ線スペクトル図である。

【図５】ＢＳＡＳ中間コートを用いたボンドコート－中間コート界面層の別の領域について分析した組成のエネルギー分散Ｘ線スペクトル図である。

【図６】ＢＳＡＳ中間コートの組成のエネルギー分散Ｘ線スペクトル図である。

【図７】本発明の１実施形態に係る中間コートを用いたボンドコート－中間コート界面層について分析した組成のエネルギー分散Ｘ線スペクトル図である。

【図８】本発明の１実施形態に係る中間コートを用いたボンドコート－中間コート界面層の波長分散分光分析パターンである。

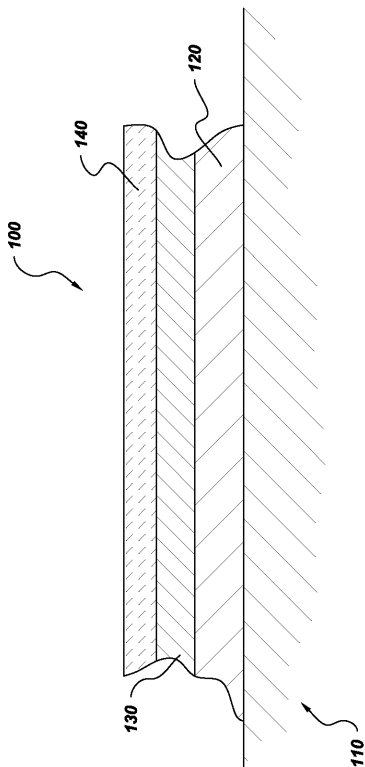
【符号の説明】

【００３５】

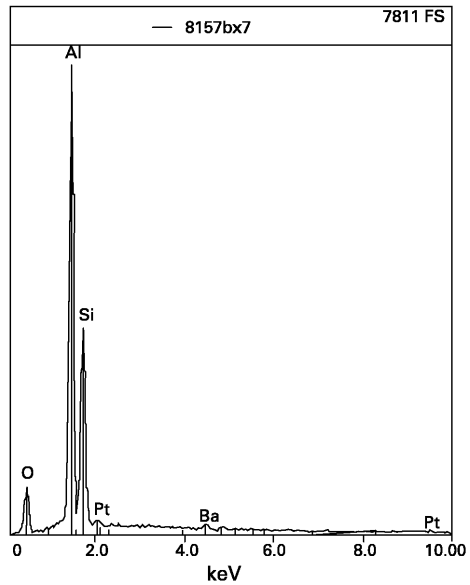
- １００ 物品
- １１０ 基材
- １２０ ボンドコート
- １３０ 中間コート
- １４０ トップコート

10

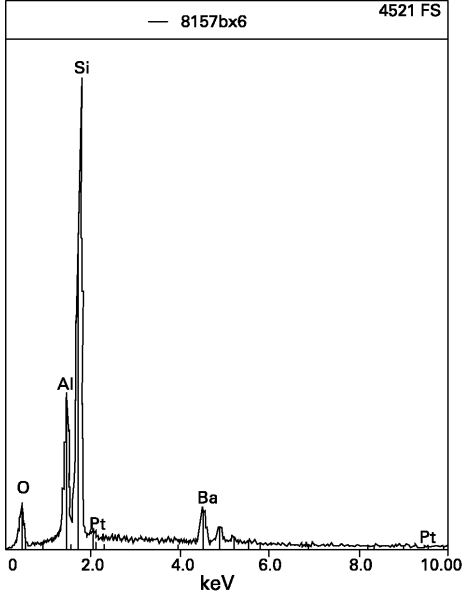
【図１】



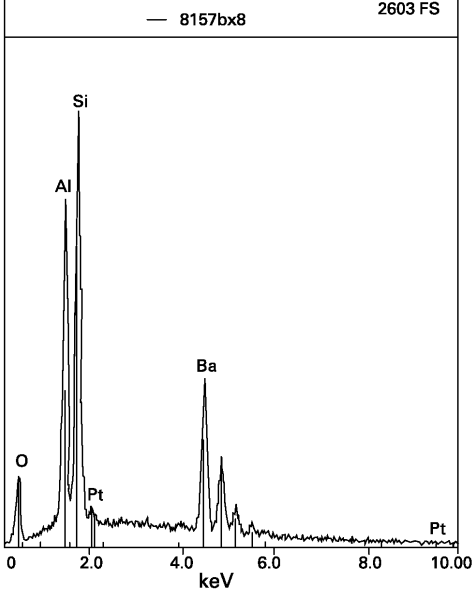
【図４】



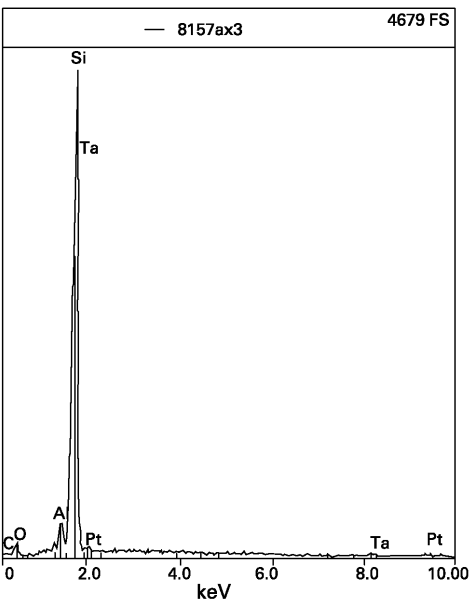
【 図 5 】



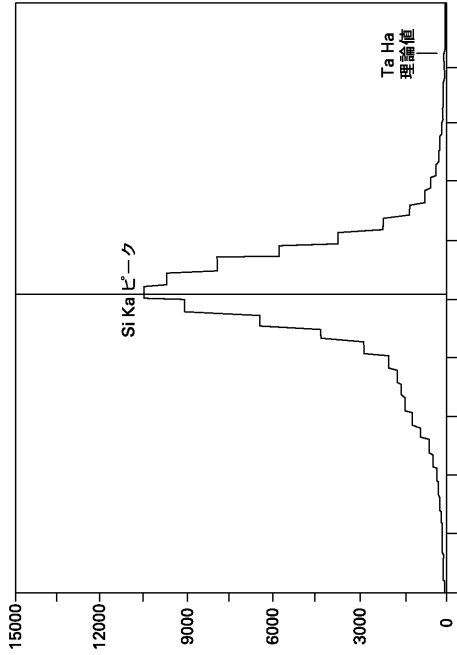
【 図 6 】



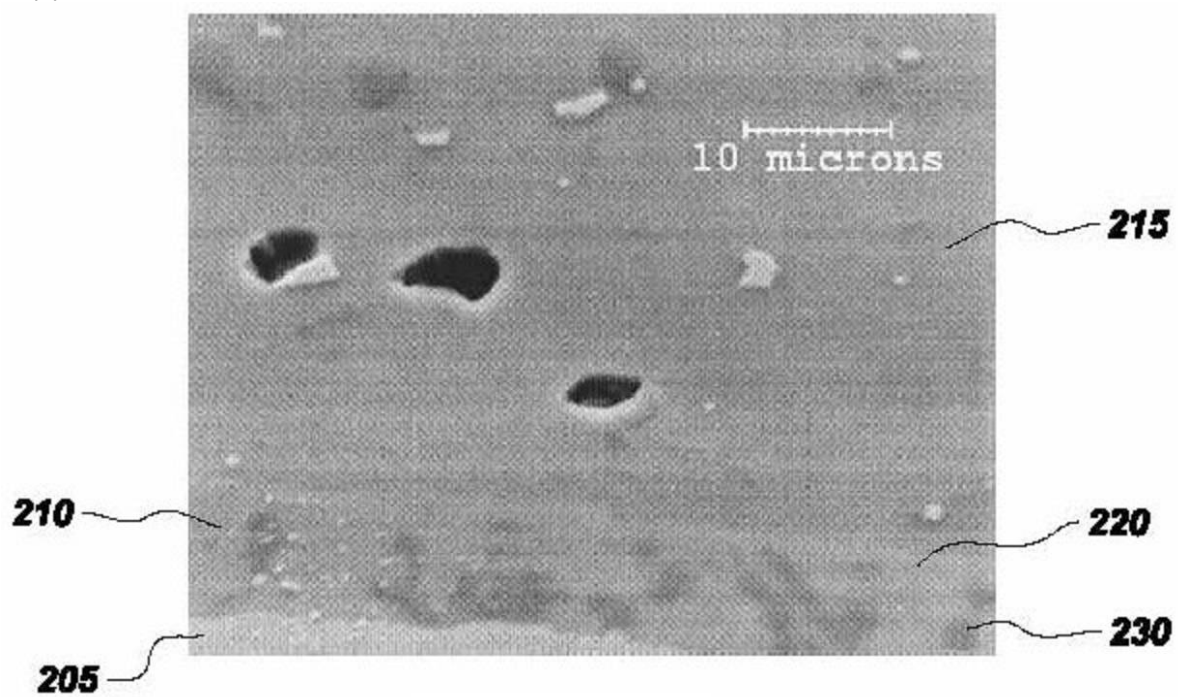
【 図 7 】



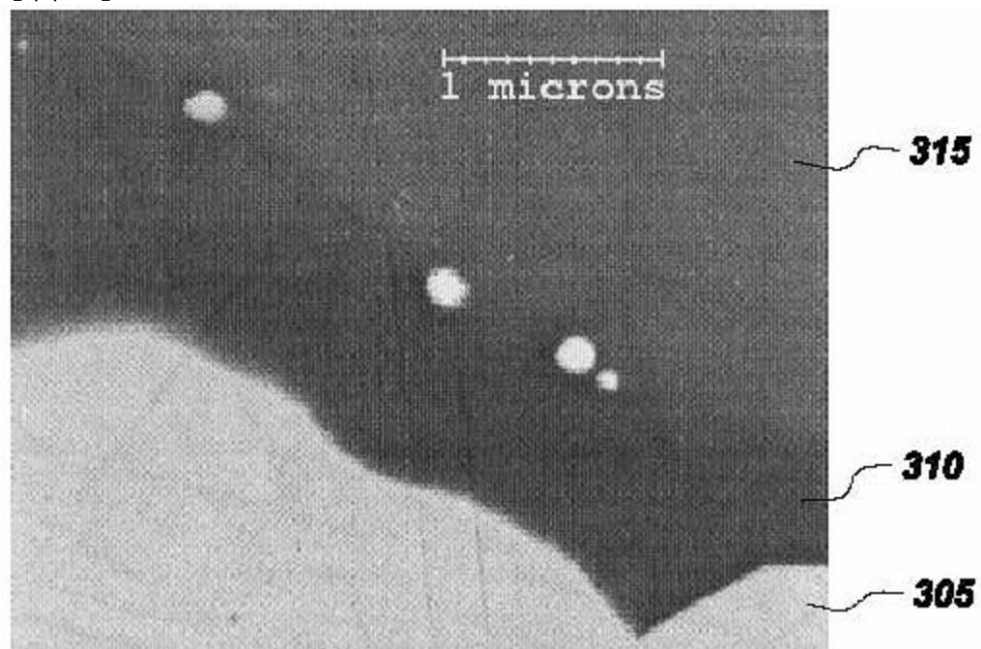
【 図 8 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジェニファー・スー・サアク
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、オーク・ブルック・コモنز、30番
- (72)発明者 ピーター・ジョエル・メッシャー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、パイン・リッジ・コート、2207番
- (72)発明者 デビッド・ジョセフ・ミッチェル
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、シェリダン・アベニュー、2301番
- (72)発明者 クリシャン・ラル・ルスラ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、レッド・オーク・ドライブ、780番
- Fターム(参考) 3G002 EA05 EA08
4K044 AA09 AA11 AB10 BA11 BA12 BA14 BB03 BB04 BC02 CA11
CA24

【外国語明細書】

2005200764000001.pdf