

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6821431号
(P6821431)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月8日(2021.1.8)

(51) Int.Cl.	F 1
CO4B 41/90	(2006.01)
FO1D 5/28	(2006.01)
FO1D 9/04	(2006.01)
FO1D 25/00	(2006.01)
FO2C 7/00	(2006.01)
CO4B 41/90	Z
FO1D 5/28	9/04
FO1D 25/00	L
FO1D 25/00	X

請求項の数 11 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-526267 (P2016-526267)	(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(86) (22) 出願日	平成26年8月19日(2014.8.19)	(74) 代理人	100188558 弁理士 飯田 雅人
(65) 公表番号	特表2016-538216 (P2016-538216A)	(74) 代理人	100154922 弁理士 崔 允辰
(43) 公表日	平成28年12月8日(2016.12.8)	(74) 代理人	100207158 弁理士 田中 研二
(86) 國際出願番号	PCT/US2014/051574	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(87) 國際公開番号	W02015/073082	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(87) 國際公開日	平成27年5月21日(2015.5.21)		
審査請求日	平成29年8月14日(2017.8.14)		
審判番号	不服2019-3008 (P2019-3008/J1)		
審判請求日	平成31年3月5日(2019.3.5)		
(31) 優先権主張番号	14/068,693		
(32) 優先日	平成25年10月31日(2013.10.31)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高温荷重下でのクリープ滑り耐性を向上させる加工表面を有するシリカ賦形物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物品であって、

基材であって、炭化ケイ素、窒化ケイ素、ケイ化物及び/又はケイ素を強化相及び/又はマトリックス相として含む基材と、

基材上に設けられたボンドコートであって、(i)元素態ケイ素、(ii)1以上の追加のセラミック相とケイ素、並びに/或いは(iii)1種以上のケイ素合金又はケイ素化合物を含む材料で形成されているボンドコートと、

ボンドコートの表面上に設けられた1以上の外側層であって、稀土類ケイ酸塩及び/又はアルミノケイ酸塩を含む1以上の外側層と、

ボンドコートの表面上に設けられ、ボンドコートと1以上の外側層との間でそれらと接する構成層と

を含んでおり、構成層がボンドコートの構成成分によって形成されていて物品の作動環境でクリープを受け易く、ボンドコートが、1以上の外側層に形成された複数の溝部と係する複数の隆条部と複数の溝部とを画成していて、1以上の外側層を構成層を介してボンドコートと物理的に係合せしめ、隆条部が50~200μmの高さ、250~1000μmの波長、0.2~0.8の各隆条部の幅と隆条部の波長との比を有し、構成層の厚さが4~40μmである、物品。

【請求項2】

隆条部が75~125μmの高さを有する、請求項1記載の物品。

10

20

【請求項 3】

ボンドコートが元素態ケイ素からなる、請求項 1 又は請求項 2 記載の物品。

【請求項 4】

ボンドコートが、炭化ケイ素及び窒化ケイ素からなる群から選択される 1 以上の追加のセラミック相とケイ素から基本的になる、請求項 1 又は請求項 2 記載の物品。

【請求項 5】

アルミノケイ酸塩が、ムライト及び / 又はアルカリ土類アルミノケイ酸塩を含む、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載の物品。

【請求項 6】

アルカリ土類アルミノケイ酸塩が B S A S (b a r i u m - s t r o n t i u m a l u m i n o s i l i c a t e (バリウムストロンチウムアルミノケイ酸塩)) を含む、請求項 5 記載の物品。 10

【請求項 7】

基材が、炭化ケイ素を強化相及び / 又はマトリックス相として含むセラミックマトリックス複合材料である、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の物品。

【請求項 8】

ケイ化物が、高融点金属ケイ化物又は遷移金属ケイ化物である、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載の物品。

【請求項 9】

構成層が、非晶質シリカ又は結晶質シリカ又はそれらの混合物を含む、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項記載の物品。 20

【請求項 10】

物品がタービンエンジンの回転部品であって、隆条部が、物品の回転時に物品に加わる剪断荷重と実質的に直角をなす方向に延在している、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項記載の物品。

【請求項 11】

構成層の厚さが、剪断荷重の加わる方向に関して、前縁厚から後縁厚まで変化する、請求項 10 記載の物品。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0 0 0 1】

本技術は、一般に、タービンエンジンの苛酷な熱環境のような高温環境に暴露される部品を保護するのに適した皮膜系及びコーティング法に関する。特に、本技術は、部品のケイ素含有領域上の耐環境皮膜 (E B C) 、並びに昇温下で剪断荷重に付されたときの E B C のクリープ変位を防ぐためのケイ素含有領域での表面特徴部の導入に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

タービンエンジンに関しては、その効率を向上させるため作動温度を高めることが絶えず求められている。鉄基、ニッケル基及びコバルト基超合金の処方によって高温性能は大幅な進展を遂げてきたが、代替材料の研究が進められている。現在、燃焼器ライナ、ベーン、シュラウド、ブレードその他タービンエンジンの高温セクションの部品のような高温用途について、セラミック複合材料が検討されている。セラミック複合材料の幾つかの具体例として、ケイ素系複合材、例えば、ケイ素、炭化ケイ素 (S i C) 、窒化ケイ素 (S i ₃ N ₄) 及び / 又はケイ化物が、強化相及び / 又はマトリックス相として機能する複合材料が挙げられる。 40

【0 0 0 3】

多くの高温用途で、 S i 含有材料には保護皮膜が有益であるか或いは必要とされる。かかる皮膜は、含水環境下での S i 含有材料の劣化、つまり揮発性水酸化ケイ素 (例えば S i (O H) ₄) 生成物の形成に関する主要な機構を阻害することによって、環境保護をもたらす。このような機能をもつ皮膜系を、以下、耐環境皮膜 (E B C) 系と呼ぶ。皮膜材 50

料に望まれる性質として、Si含有基材材料と適合する熱膨張率(CTE)、酸化性物質に対する低い透過性、低い熱伝導率、安定性及びSi含有材料との化学適合性が挙げられる。

【0004】

ケイ素含有ボンドコートのケイ素分は、高温で酸素と反応して主に非晶質シリカ(SiO₂)スケールを形成するが、酸化生成物の一部は、結晶質シリカ又はボンドコート及び/又はEBCの他の構成成分の酸化物となることがある。非晶質シリカ生成物は、低い酸素透過性を示す。その結果、ケイ素含有ボンドコートと共に、ボンドコート上で熱成長するシリカ生成物が保護障壁層を形成することができる。

【0005】

供用時にケイ素含有ボンドコート上に形成される非晶質シリカ生成物は比較的低粘度であり、そのため剪断荷重下でのクリープ速度が高い。タービンエンジンのブレード(パケット)のような可動部分の高速回転に起因するg力(例えば約10000~約100000g)によって、高い剪断荷重(例えば約0.1~10MPa)が加わる可能性がある。かかる剪断荷重は、ボンドコート及び基材に対するEBCのクリープ変位を生じて、多大なEBC損傷とその下の基材に対するEBC保護の損失をもたらすおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2014/092916号

20

【発明の概要】

【0007】

本技術は、ケイ素含有材料が強化相及び/又はマトリックス相として機能するセラミックマトリックス複合材(CMC)のようなケイ素含有材料で形成される物品上の耐環境皮膜(EBC)系及びその製造方法を提供する。EBC系及び方法は、タービンエンジンの苛酷な熱環境を始めとする高温に暴露されるケイ素含有物品の保護に特に適している。

【0008】

本技術の一実施例では、物品は、ケイ素含有領域と、ケイ素含有領域の表面上に設けられた1以上の外側層と、ケイ素含有領域の表面上に設けられ、ケイ素含有領域と1以上の外側層との間でそれらと接する構成層(すなわち、熱成長酸化物(TGO)層)とを含んでおり、構成層は、ケイ素含有領域の構成成分によって少なくとも部分的に形成されていて物品の作動環境でクリープを受け易く、ボンドコート及び/又は基材は、ケイ素含有領域に形成された複数の溝部と係合する複数の隆条部と複数の溝部とを画成していて、1以上の外側層を構成層を介してケイ素含有領域と物理的に係合させる。

30

【0009】

ケイ素含有領域を、耐環境皮膜系の最初の層と係合させることによって、構成層、例えば、ケイ素含有領域又は層上で熱成長するシリカ層のクリープに起因するEBCの変位が実質的に阻害され、もって耐環境皮膜系の構造的健全性及び高温用途で物品を保護する能力を促進する。本技術は、公知の耐環境皮膜材料で使用することができ、係合特徴部は様々な方法を用いて生じさせることができる。

40

【0010】

本技術の上記その他の特徴、態様及び利点は、以下の詳細な説明は、添付の図面を参照して読めば、よりよく理解されるであろう。図面の全体にわたって、同種の文字は同種の部を表す。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本技術の皮膜及び本技術の方法で被覆し得る物品又は部品の概略図である。

【図2】本技術の実施例に係る皮膜を含む図1の物品又は部品の部分概略図である。

【図3】本技術の一実施例に係る物品又は部品のボンドコートの加工表面の第1の状態における概略図である。

50

【図4】図3の加工表面の第2の状態における概略図である。

【図5】図3の加工表面の第3の状態における概略図である。

【図6】本技術の別の実施例に係る物品又は部品のボンドコートの加工表面の概略図である。

【図7】本技術の別の実施例に係る物品又は部品のボンドコートの加工表面の概略図である。

【図8】本技術の一実施例に係る物品又は部品の皮膜の熱成長酸化物層の厚さを表す図である。

【図9】本技術の一実施例に係る物品又は部品の基材の加工表面の概略図である。

【図10】24000時間にわたる種々の温度での大クリープ変位を抑制するのに必要とされるボンドコートの表面特徴部の振幅及び波長を表す図である。 10

【図11】本技術に係る加工表面の写真である。

【図12】本技術に係る加工表面の写真である。

【図13】本技術に係る加工表面の写真である。

【図14】本技術に係る加工表面の写真である。

【図15】本技術に係る加工表面の写真である。

【図16】本技術に係る加工表面の写真である。

【図17】本技術に係る加工表面の写真である。

【図18】本技術に係る加工表面の写真である。

【図19】本技術に係る加工表面の写真である。

【図20】本技術に係る加工表面の写真である。

【図21】本技術に係る加工表面の写真である。

【図22】本技術に係る加工表面の写真である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本技術は、概して、比較的高い温度、応力及び酸化によって特徴付けられる環境中で作動する部品に適用可能である。かかる部品の顕著な例として、タービンエンジンの高圧及び低圧タービンベーン（ノズル）及びブレード（バケット）、シュラウド、燃焼器ライナ、オーゲメンタハードウェアその他の高温セクション部品が挙げられるが、本技術は他の部品にも適用される。 30

【0013】

図1及び図2を参照して、物品又は部品2、例えばタービンバケット又はブレードが、耐環境皮膜（EBC）系22を備えて、高温の、化学的に反応性の環境中で作動する場合に、物品又は部品は保護され得る。部品2は、プラットフォーム6から延在する基材4、例えば翼型部を備えてよい。プラットフォーム6は、ローターのような回転要素（不図示）に部品を取り付けて固定するように構成される取付固定構造8を備えてよい。基材4は、ケイ素含有領域を備えてよい。ケイ素含有材料の例として、炭化ケイ素、窒化ケイ素、ケイ化物（例えば、限定されないが、例えばMo、Nb又はWケイ化物が挙げられる高融点金属又は遷移金属ケイ化物）及び/又はケイ素を、マトリックス相又は第2の相として有するものが挙げられる。更なる例として、炭化ケイ素を、強化相及び/又はマトリックス相として含有するセラミックマトリックス複合材（CMC）が挙げられる。 40

【0014】

図2のEBC系22は、様々なEBC系の1つを表し、基材4の表面に直接適用されることが示される。ケイ素含有ボンドコートが、例えば、米国特許第6299988号明細書に開示されている。ボンドコート10はさらに、基材4に第1のEBC層14を、そして場合によってはEBC系22の1以上の更なる層16、18、20を結合させることが表される。EBC系22は、基礎をなす基材4に環境保護を提供する。EBC系22はまた、部品2の作動温度を下げることができ、これによって、部品2は、普通の作動可能温度よりも高いガス温度で作動することが可能となる。図2は、部品2がケイ素含有ボンドコート10を備えることを表し、この場合、第1のEBC層14は、ボンドコート10に 50

よって形成されるケイ素含有表面領域の上に直接堆積する。本技術はまた、本明細書中に記載されるボンドコート 10 を備えない部品 2 にも適用可能であり、この場合、第 1 の EBC 層 14 は、基材 4 によって形成されるケイ素含有表面領域の上に直接堆積し得る。以下でより詳細に記載される構成層 12 又は構成層 12 の一部が、第 1 の EBC 層 14 の適用に先立って存在してよいと理解されるべきである。

【0015】

燃焼環境におけるケイ素含有材料の分解は、水蒸気との反応をもたらして、揮発性の水酸化ケイ素（例えば、 Si(OH)_4 ）生成物を形成する。EBC 系 22 は、ボンドコート 10 及び / 又は基材 4 の、水蒸気との化学反応による後退（recession）に耐えるように、部品 2 の作動温度を下げるような温度勾配を提供するように又は双方を達成するように機能し得る。本技術で使用し得る適切な EBC 系は、限定されないが、例えば、米国特許第 6296941 号明細書及び米国特許第 6410148 号明細書に開示されるものが挙げられる。EBC 系 22 は、シーリング、反応バリア、後退耐性及び / 又は遮熱の多数の機能を実行し得る。

【0016】

上記したように、ボンドコート 10 及び基材 4 はそれぞれ、ケイ素含有部品 2 の表面領域を画成し得る。例えば、ボンドコート 10 は、元素態ケイ素を含んでよく又は元素態ケイ素から本質的になってよい。或いはまた、ボンドコート 10 は、炭化ケイ素、窒化ケイ素、金属ケイ化物、元素態ケイ素、ケイ素合金又はそれらの混合物を含有してよい。ボンドコート 10 はさらに、酸化物相（シリカ、稀土類ケイ酸塩、稀土類アルミノケイ酸塩及び / 又はアルカリ土類アルミノケイ酸塩等）を含有してよい。ケイ素含有組成物をボンドコート 10 に用いると、基材 4 の酸化耐性が向上し、かつ基材 4 と第 1 の EBC 層 14 との結合が高まる。ボンドコート 10 のケイ素は、酸素と高温で反応して、大部分が非晶質シリカ（ SiO_2 ）の構成層 12 を表面上に熱成長させる（図 2 に概略的に表される）。得られる非晶質シリカの熱成長酸化物は、低い酸素透過性を示す。結果として、ケイ素含有ボンドコート 10 と共に、構成層 12 は、ボンドコート 10 及び基材 4 中への酸素の透過を阻止することができる。構成層 12 の成長中に、一部の非晶質シリカが、結晶質シリカに結晶化し、追加の不純物元素及び第 2 の相が、その中に組み込まれ得る。

【0017】

ケイ素含有ボンドコート 10 がない場合、EBC 系 22 の第 1 の層 14 は、基材 4 によって画成される部品 2 のケイ素含有表面領域上に直接堆積され、この場合、基材 4 は、酸素と高温で反応して、先に記載されるシリカリッチ構成層 12 を形成するのに、ケイ素含有量が十分である組成を有するように形成される。さらに、基材 4 の組成に応じて、この層は、大部分が非晶質シリカ生成物、シリカリッチガラス又は相の少なくとも 1 つがシリカリッチである多相混合物であってよい。便宜上、残りの開示は、ボンドコート 10 を備える実施形態（図 2 に表される）に言及することとするが、当該開示は、基材 4 の表面上に形成される構成層 12 に等しく当てはまると理解されるべきである。

【0018】

高温サービスの間に、ケイ素含有ボンドコート 10 又は別のケイ素含有表面領域（基材 4 等）上に形成される構成層 12 は、用途に応じて、最大約 50 μm 以上の厚さに成長し得る。構成層 12 は、粘性が比較的低くなり、そのため部品（タービンエンジンのブレード（パケット）等）の回転時に生じる g 力によって課され得る剪断荷重 下のクリープ速度が高くなり得る。構成層 12 のクリープの結果として、基材 4 に対する、オーバーレイ EBC 系 22 の変位が、約 1315（約 2400 °F）での 25000 時間のサービスにわたって、100 mm を上回り得る。かかる大きなクリープ変位は、EBC 系 22 に対する重度の損傷及び基礎をなす基材 4 の環境保護の直接的ロスをもたらし得る。

【0019】

図 3 ~ 図 7 を参照して、ケイ素含有ボンドコート 10 上に（又は、ボンドコート 10 がない場合、基材 4 の表面上に）形成される構成層 12 のクリープは、ボンドコート 10 の表面に、構成層 12 のクリープを軽減するように構成される表面又は特徴部 24 を提供す

10

20

30

40

50

ることによって、阻害され得る。図3に示されるように、表面特徴部は、本願出願人による係属中の米国出願〔代理人整理番号 265028-1〕(表題「METHODS OF MANUFACTURING SILICA-FORMING ARTICLES HAVING ENGINEERED SURFACES TO ENHANCE RESISTANCE TO CREEP SLIDING UNDER HIGH-TEMPERATURE LOADING」)(その開示内容は援用によって本明細書の内容の一部をなす。)に記載されるプロセスによって形成される隆条部24の形態をとつてよい。各隆条部24は、EBC系22の第1の層14と隆条部24との間に前縁溝部28を形成する前縁26を備えてよい。用語「前」及び「後」は、例えば物品2の回転によって、剪断荷重 がEBC系22に加わり得る方向に対する、エッジの相対的な関係を記載するための例示を目的としているだけであると理解されるべきである。

【0020】

10

各隆条部24はまた、EBC系22の第1の層14と隆条部24との間に後縁溝部32を画成する後縁34を備えてよい。各隆条部24はさらに、隆条部24とEBC系22の第1の層14との間に溝部30を画成する上縁44を備えてよい。用語「トップ」の使用は、例示を目的としているだけであり、基材4又は部品もしくは物品2に対するエッジ44の特定の任意の向きを意味することが意図されないと理解されるべきである。

【0021】

構成層12の形成又は成長により、ボンドコート10とEBC系22の第1の層14との間に溝部48が形成される。溝部48は、隆条部24の前縁26及び後縁34と、EBC系22の第1の層14との間にそれぞれ形成される前縁溝部28及び後縁溝部32を備えてよい。溝部48はさらに、前縁溝部28から後縁溝部32に延在する接続溝部30を備えてよく、これは、隆条部24の上縁44とEBC系22の第1の層14との間に画成される。

20

【0022】

図4に示されるように、例えば部品2の回転により、物品2に剪断荷重 が加わると、非晶質シリカ生成物、シリカリッチガラス又は相の1つがシリカリッチガラスである多相混合物であつてよい構成層12の粘性剪断(viscous shear)が生じ得る。構成層12の粘性剪断は、溝部48、28、30、32に沿う構成層12の流及び隆条部24の前縁26の酸化促進をもたらす。ガスタービンにおける部品の継続的な作動(すなわち回転)により、構成層12の継続的な成長、前縁26から溝部48、28、30、32を通る酸化物の粘性剪断及び流、並びにボンドコート10の隆条部24の前縁26の酸化がもたらされる。図5に示されるように、隆条部24の酸化前縁50及びEBC系22の第1の層14は、作動後にほぼ接触し、かつ溝部を狭めて、EBC系22のクリープを制限し得る。

30

【0023】

図6を参照して、ボンドコート10の隆条部24は、高さ又は振幅H及び波長Lを有し得る。1つの隆条部のみが図6に示されているが、図9を参照して、ボンドコート10は、回転/加速の軸と実質的に直角をなす方向に高さH及び波長Lの隆条部24を備えて、ボンドコート10及び/又は基材4を覆うEBC系22のクリープ滑りを軽減し得ると理解されるべきである。さらに議論されるように、隆条部の寸法は、スピニング部品についてサービスインターバル(例えば25000時間)を完了するのに必要とされる十分な滑り耐性を提供するように決定される。

40

【0024】

構成層12は、前縁厚 h_{lead} から後縁厚 h_{trail} に変化し得る厚さhを有してよい。構成層12の厚さ h_{con} は、部品の使用中に変化することとなる。これは、ボンドコート10が、タービンの作動中に酸化し続けるからである。作動中の構成層12の流は、分析モデル又は有限要素分析(FEA)を用いてモデル化され得る。モデルにおいて、力の平衡が、加わった剪断応力に対する溝部圧力に関連し、ポアズイユ流が、溝部圧力に対する溝部流速度に関連する。容量保存の原則が、EBC系22のスライド速度に対する溝部流速度に関連する。これらの原則が、スライド速度と加わった剪断応力との関係を提供する。

【0025】

50

モデルの結果が図 8 に示されており、示される条件及び $\sigma = 0.25 \text{ MPa}$ の剪断応力について、構成層 12 の前縁厚 h_{lead} 及び後縁厚 h_{trail} 、並びに、EBC 系 22 の得られる滑り変位 s (μm) を表す。図 8 に示されるように、EBC 系 22 の滑り変位 s は、 SiO_2 クリープ速度の制限に対立するものとしての酸化速度の制限となり、滑りは、隆条部壁上の酸化物厚について約半分の差異で密接に追跡している。図 10 に示されるように、構成層上の剪断の結果としての EBC 系のクリープは、最小の要件を満たすような表面特徴部 24 の振幅及び波長の双方を必要とする。

【0026】

図 9 を参照して、ボンドコート 10 (又は基材) の加工表面は、複数の隆条部 24 を備えてよく、これらは、剪断荷重 σ の方向と実質的に直角をなして提供される。隆条部 24 は波長 L 及び幅 W を有し、これらが W/L の比を成す。比は、約 0.1 ~ 約 0.9、例えば約 0.2 ~ 約 0.8、例えば約 0.4 ~ 約 0.6 であってよい。隆条部 24 は、断面が略正方形であり、かつ剪断荷重方向と実質的に直角をなして (すなわち、実質的に翼弦方向に) 延在するように示されているが、加工表面 (すなわち隆条部 24) は、他の断面形状、例えば矩形、台形又はあらゆる略正弦波形状もしくは波打った形状の構成を有してよいと理解されるべきである。実施例は、剪断応力と直角をなす特徴部 24 を示すが、特徴部は、剪断荷重方向に対してある角度をなして、例えば剪断荷重方向に対して最大約 45° の角度をなして、提供されてよい。加工表面は、周期的かつ連続的であるように示されているが、表面は、非周期的かつ / 又は非連続的であってよいことも理解されるべきである。さらに、加工表面は、最大 45° であってよい交差表面のセット (例えばダイヤモンド形状) として提供されてよいと理解されるべきである。

【0027】

図 3 ~ 図 7 及び図 9 は、本技術に係る加工表面を概略的に示す。図 11 ~ 図 22 は、本願出願人による係属中の米国出願 [代理人整理番号 265028-1] (表題「METHODS OF MANUFACTURING SILICA-FORMING ARTICLES HAVING ENGINEERED SURFACES TO ENHANCE RESISTANCE TO CREEP SLIDING UNDER HIGH-TEMPERATURE LOADING」) (その開示内容は援用によって本明細書の内容の一部をなす。) に開示されるプロセスに従って形成される、本技術に係る実際の加工表面を示す。

【0028】

隆条部 24 は、高さが約 10 ~ 約 250 μm 、例えば約 50 ~ 約 200 μm 、例えば約 75 ~ 約 1250 μm 、例えば約 100 μm であってよいが、寸法は、構成層 12 の最大予想厚及び特定の用途と関連する他の要因によって決まってよい。隆条部 24 は、波長 L が、約 20 ~ 約 10000 μm 、特に約 50 ~ 約 2000 μm 、例えば約 250 ~ 約 1000 μm であってよい。構成層厚 h_{con} は、約 4 ~ 約 40 μm であってよい。

【0029】

先に記載されるような目的又は利点の全てが必ずしも、特定の任意の実施例に従って達成され得るわけではないと理解されるべきである。ゆえに、例えば、当業者であれば、本明細書中に教示又は示唆され得る他の目的又は利点を必ずしも達成せずとも、本明細書中に教示される 1 つの利点又は利点の群を達成又は最適化するようにして、本明細書中に記載される系及び技術が実現又は実行され得ると認識するであろう。

【0030】

本技術のある一定の特徴のみが本明細書中に示され、かつ記載されてきたが、多くの修正及び変更が当業者に思い浮かぶであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、かかる全ての修正及び変更をカバーすることが意図されていると理解されるべきである。

【符号の説明】

【0031】

2 物品、部品

4 基材

6 プラットフォーム

8 取付固定構造

10

20

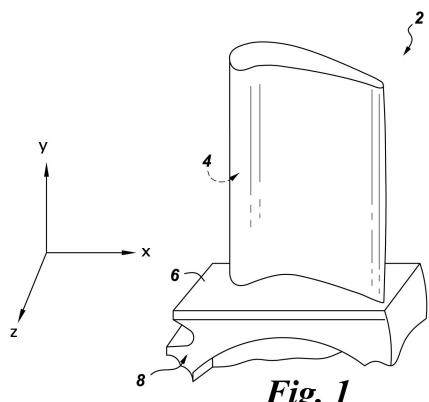
30

40

50

1 0	ボンドコート	
1 2	構成層	
1 4	第1のEBC層、第1の層	
1 6	層	
1 8	層	
2 0	層	
2 2	耐環境皮膜(EBC)系	
2 4	特徴部、隆条部	
2 6	前縁	
2 8	前縁溝部	10
3 0	接続溝部	
3 2	後縁溝部	
3 4	後縁	
4 4	上縁	
4 8	溝部	
5 0	酸化前縁	
H	振幅、高さ	
h	厚さ	
h_{lead}	前縁厚	
h_{trail}	後縁厚	20
h_{con}	構成層厚	
L	波長	
W	幅	
s	滑り変位	
	剪断荷重	

【図1】



【図2】

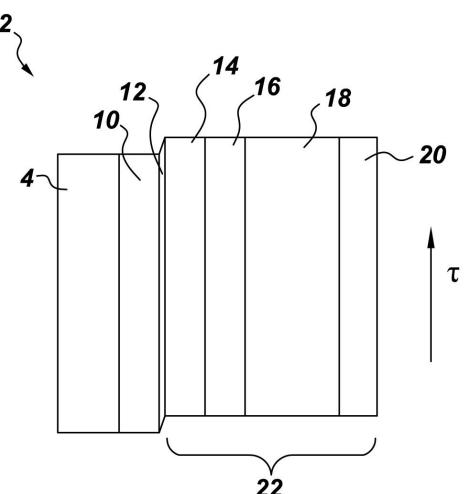


Fig. 2

【図3】

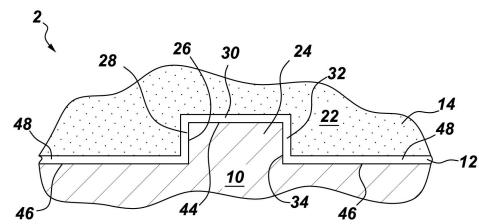


Fig. 3

【図5】

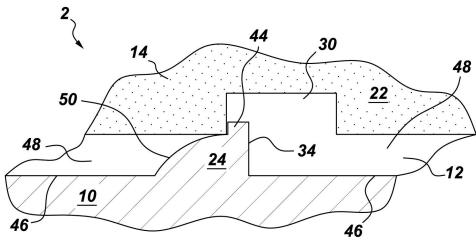


Fig. 5

【図4】

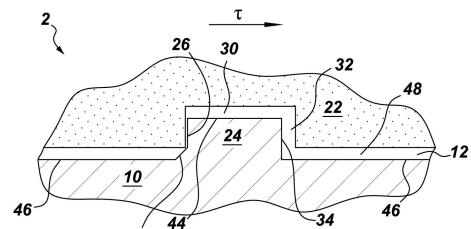


Fig. 4

【図6】

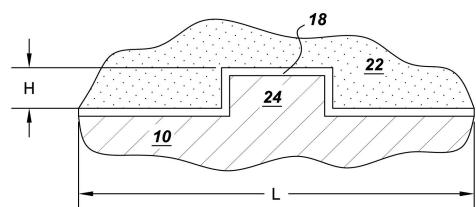


Fig. 6

【図7】

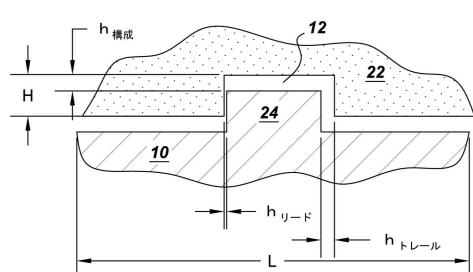


Fig. 7

【図9】

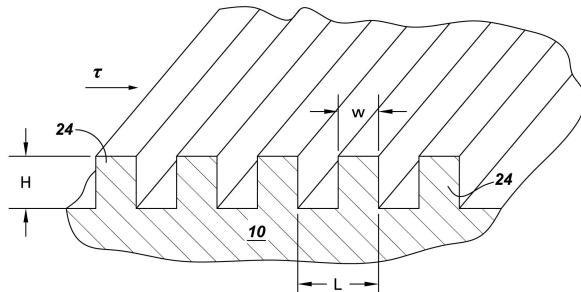


Fig. 9

【図8】

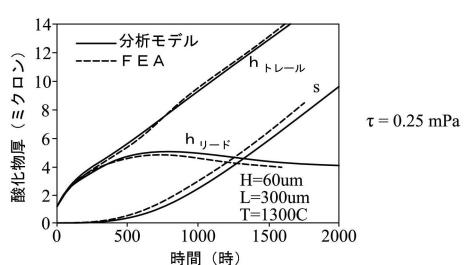


Fig. 8

【図10】

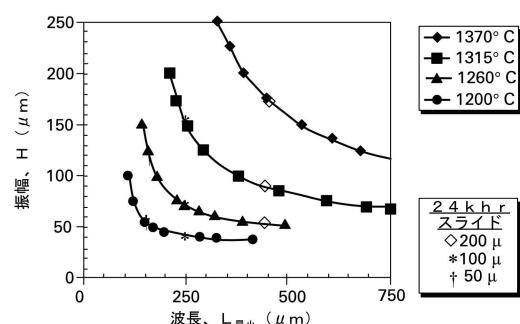
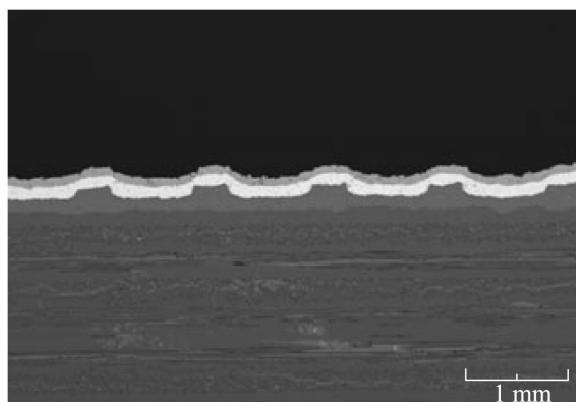
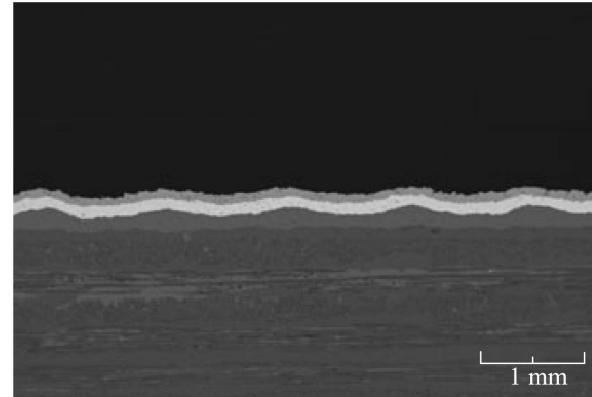


Fig. 10

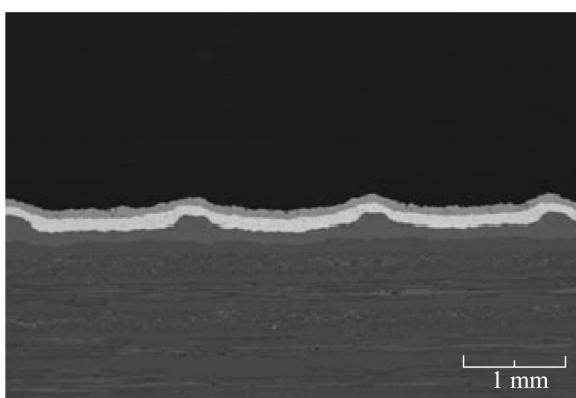
【図 1 1】

*Fig. 11*

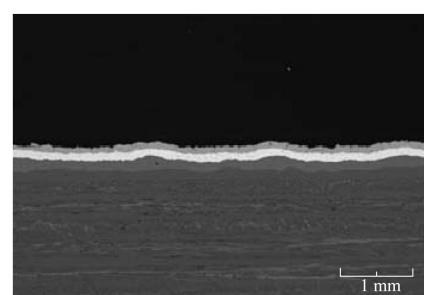
【図 1 2】

*Fig. 12*

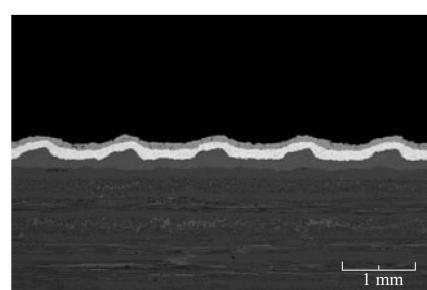
【図 1 3】

*Fig. 13*

【図 1 4】

*Fig. 14*

【図 1 5】

*Fig. 15*

【図16】

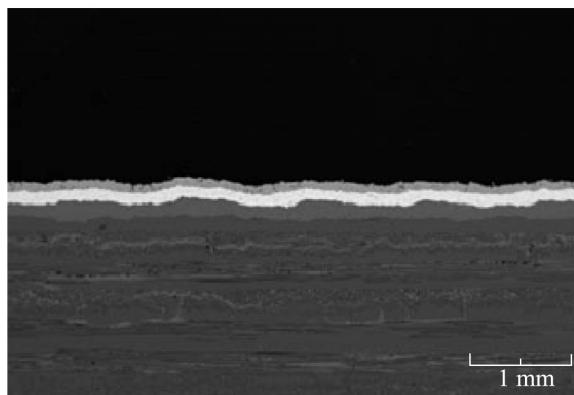


Fig. 16

【図17】

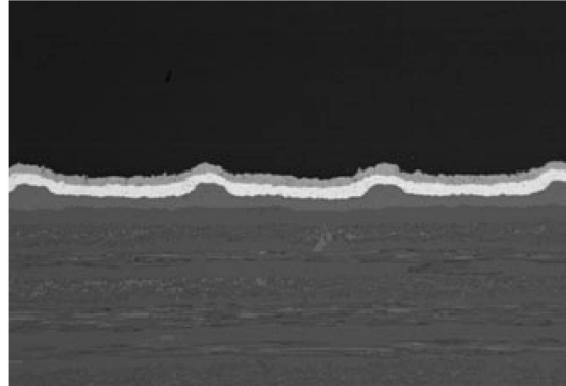


Fig. 17

【図18】

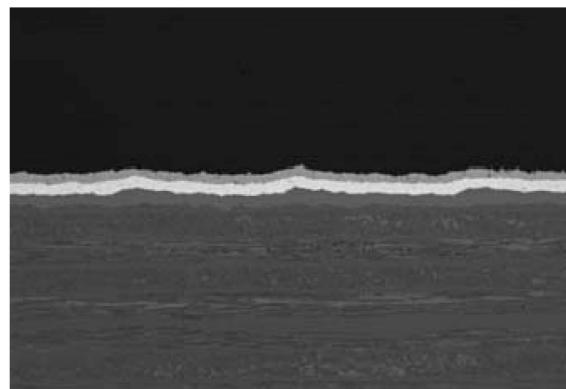


Fig. 18

【図20】

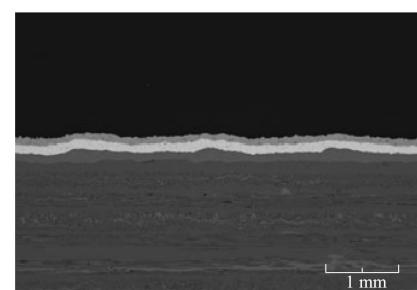


Fig. 20

【図19】

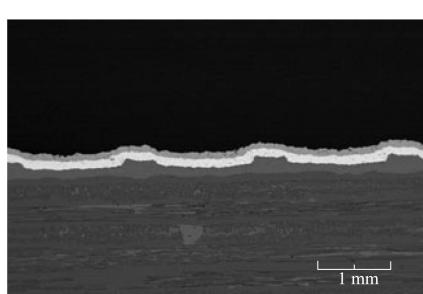


Fig. 19

【図21】

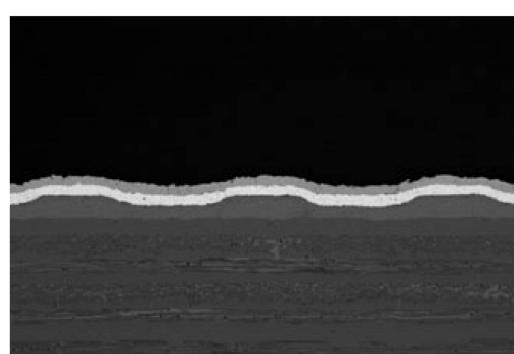


Fig. 21

【図22】

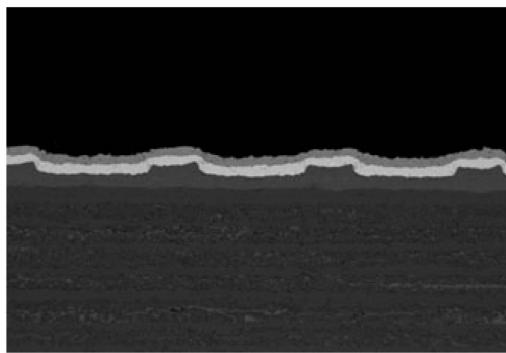


Fig. 22

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
F 2	3 R	3/42
		(2006.01)
		F 0 2 C 7/00 C
		F 0 2 C 7/00 D
		F 2 3 R 3/42 B
		F 2 3 R 3/42 C

(74)代理人 100113974

弁理士 田中 拓人

(72)発明者 リプキン, ドン・マーク

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル

(72)発明者 ジョンソン, カーティス・アラン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル

(72)発明者 メシュター, ピーター・ジョエル

アメリカ合衆国、テネシー州・37064、フランクリン、ウィンダーサークル、2279番

(72)発明者 サンダラム, サイラム

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル

(72)発明者 ワン, ジューリン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル

合議体

審判長 宮澤 尚之

審判官 金 公彦

審判官 後藤 政博

(56)参考文献 特表2013-516552 (JP, A)

特開2013-142387 (JP, A)

特表2002-511834 (JP, A)

米国特許第6296941 (US, B1)

米国特許第6410148 (US, B1)

米国特許出願公開第2015/0118444 (US, A1)

国際公開第2012/122373 (WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 41/90

F01D 25/00

F01D 5/28

F01D 9/04

F23R 3/42