

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5572278号
(P5572278)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int.Cl.

F 1

C04B	41/87	(2006.01)
F02C	7/00	(2006.01)
F01D	5/28	(2006.01)
F02K	1/12	(2006.01)
F01D	25/00	(2006.01)

C04B	41/87	M
C04B	41/87	R
F02C	7/00	C
F02C	7/00	D
F01D	5/28	

請求項の数 7 外国語出願 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2006-262709 (P2006-262709)

(22) 出願日

平成18年9月27日 (2006.9.27)

(65) 公開番号

特開2007-91585 (P2007-91585A)

(43) 公開日

平成19年4月12日 (2007.4.12)

審査請求日 平成21年9月4日 (2009.9.4)

(31) 優先権主張番号 0509880

(32) 優先日 平成17年9月28日 (2005.9.28)

(33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 505277691

スネクマ

フランス国、75015・パリ、ブルーバー・ドユ・ジエナラル・マルシイアル・バラン、2

(74) 代理人 110001173

特許業務法人川口國際特許事務所

(74) 代理人 100114188

弁理士 小野 誠

(74) 代理人 100140523

弁理士 渡邊 千尋

(74) 代理人 100119253

弁理士 金山 賢教

(74) 代理人 100103920

弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セラミック母材の複合材料で作られたCMC熱構造部品を磨耗から保護する方法、ならびにこの方法によって得られるコーティングおよび部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セラミック母材の複合材料で作られた熱構造部品を磨耗から保護する方法であって、コーティングが、

- a) コロイド状シリカ、シリカ - アルミナおよび / またはアルミナの粉末状耐熱セラミック材料、ならびに水を含む混合物を用意するステップと、
- b) 該混合物からなる少なくとも1つの層を、部品上に塗布するステップと、
- c) 該層を乾燥させるステップと、
- d) 該部品を1000 を超える温度に配置して、該層を焼成してエナメルコーティングを形成するステップと、

によって設けられ、前記コーティングが約200 μm の厚さを有していることを特徴とする、方法。

【請求項2】

該混合物が、該部品の炭化ケイ素(SiC)および / または炭化ホウ素(BC)を含んでいる表面層へと塗布されることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

該混合物中の耐熱セラミック材料が、アルミナケイ酸塩、アルミニウムケイ酸塩、およびアルミナからなる族に属していることを特徴とする、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

該混合物中の耐熱セラミック材料が、ムライトであることを特徴とする、請求項1から

10

20

3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

該混合物が、さらにオルトリン酸を含んでいることを特徴とする、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

ステップd)に先立って、チッ化ホウ素を含んでいる研磨用媒体で研磨を行なうステップをさらに含んでいることを特徴とする、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

セラミック母材の複合材料で作られた熱構造部品のための耐磨耗保護用コーティングであって、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法によって製造されることを特徴とする、コーティング。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セラミック母材の複合材料で作られた熱構造部品を磨耗から保護する方法、保護用のコーティング、およびこの方法によって得られる部品に関する。

【背景技術】

【0002】

熱構造複合材料は、構造部品の構成に適した機械的特性を有するとともに、それら機械的特性が高温においても維持されることを特徴とする。それらは、繊維補強材を、繊維材料の空隙を少なくとも部分的に満たす耐熱材料の母材によって圧縮強化して構成されている。繊維および母材として選択される材料は、典型的には、カーボンおよびセラミックから選ばれる。 20

【0003】

熱構造複合材料として、以下の例を挙げることができる。すなわち、カーボン／カーボン(C/C)複合材料、およびC/SiCまたはSiC/SiC(炭化ケイ素母材を有する炭素繊維またはSiC補強材)などのセラミック母材複合材料(CMC)、あるいはC/C-SiC(炭素繊維補強材およびカーボンと炭化ケイ素との混合物からなる母材)、またはC/SiB-C(炭素繊維補強材および自己修復性の母材)、もしくは実際にはC/C-SiC-Si(Siとの反応によってケイ化物化されたC/C複合材料)である。 30

【0004】

本発明は、セラミック母材の複合(CMC)材料、特に炭化ケイ素を含んでいるCMC材料について、摩擦および高温(500から1000の範囲、またはそれ以上)に起因する磨耗に対して耐性を向上させるための保護用コーティングの製造に関する。

【0005】

特に、そのようなCMC材料について、現在のところ、高温での摩擦による磨耗に対する耐性が、特にターボジェットの排気ノズルの主可動フラップ(被駆動または従動フラップ)としての用途など、特定の用途において限定的であることが明らかになっている。

【0006】

母材および/または繊維の組成の変更、あるいは材料の構造変更によってCMC材料を改良する試みは、充分な改善をもたらしていない。 40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、CMC材料からなる熱構造部品を磨耗から保護する方法であって、従来技術の欠点を克服することが可能であり、特に高い効果をもたらす方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によれば、この目的が、コーティングを、 50

a) コロイド状シリカ、シリカ-アルミナおよび／またはアルミナの粉末状耐熱セラミック材料、ならびに水を含む混合物を用意するステップと、
 b) 上記混合物からなる少なくとも1つの層を、部品上に塗布するステップと、
 c) 上記層を乾燥させるステップと、
 d) 上記部品を1000℃を超える温度に配置し、上記層を焼成してエナメルコーティングを形成するステップと、
 によって製造することを特徴とする方法によって、達成される。

【0009】

すなわち、単に水を主体とする混合物を塗布し、乾燥させ、高温で焼成するだけで、高温での摩擦磨耗に対して保護をもたらすエナメルコーティングがなされる。 10

【0010】

この解決策は、実施がきわめて容易であって、低コストで工業化が可能であるというさらなる利点も提供する。

【0011】

さらに、この本発明による方法によれば、高温における摩擦磨耗に耐えるコーティングをもたらすことができるだけでなく、放射特性を変更する目的で選択された添加剤および／またはフィラーを添加することによって、被覆領域の放射特性を変更すべく使用できるコーティングをもたらすことができることが見出されている。例えば、フラップの内面（軸に面する表面）に被覆を設ける場合、エンジンの内部からの反射を減らすべく放射率を高めるフィラーを使用するように決定することができる。これに代え、あるいはこれに加えて、フラップの外面に被覆を設ける場合には、同様にジェットの赤外の痕跡を少なくする目的で、放射率および見かけ上の温度を低下させるフィラーを使用するように決定することができる。 20

【0012】

全体として、本発明の課題解決策によって、高温での摩擦磨耗に耐える特性を強化するという目的で、任意のCMC部品へとエナメル状のコーティングを提供することができる。

【0013】

特に、部品の表面層が炭化ケイ素（SiC）および／または炭化ホウ素（B₄C）を含んでいるときに、そのような表面層へと混合物を塗布した場合に、顕著に改善された結果を得ることができる。 30

【0014】

意図する用途に応じて、部品の外表面のすべてに混合物を塗布してもよく、あるいは外表面の一部に塗布してもよいことに、気が付くべきである。例えば、スラスターノズルの発散部分について、混合物を摩擦にさらされる表面のみに塗布することができ、特に発散部分の可動フラップの外表面または内表面のみに塗布することができる。

【0015】

混合物において、耐熱セラミック材料は、好ましくは、アルミナケイ酸塩（特にムライトであるが、シリマナイトも）、アルミニウムケイ酸塩（例えば、カニアナイト）、およびアルミナからなる族に属している。 40

【0016】

耐熱セラミック材料は、好ましくはムライトであり、混合物が、さらにオルトリン酸H₃PO₄を含んでいる。

【0017】

好都合には、層が、乾燥後に約200マイクロメートル（μm）の厚さを呈している。

【0018】

本発明の方法は、好ましくは、ステップd)に先立ち、平滑な表面の達成およびコーティング表面上での摺動の改善のために、チッ化ホウ素を含んでいる研磨用媒体で研磨を行なうステップをさらに含んでいる。

【0019】

10

20

30

40

50

さらに本発明は、C M C 材料熱構造部品を磨耗から保護するためのコーティングであつて、上述の方法を使用して製造されるコーティングを提供する。

【0020】

特に、本発明は、C M C 材料熱構造部品を磨耗から保護するためのコーティングであつて、シリカ-アルミナおよび/またはアルミナ耐熱材料を含んでいるエナメルを形成することを特徴とするコーティングをさらに提供する。

【0021】

さらに、本発明は、シリカ-アルミナおよび/またはアルミナ耐熱材料を含んでいるエナメルによって構成された耐磨耗保護用コーティングを備えていることを特徴とするC M C 材料熱構造部品を提供する。

10

【0022】

上述の2つの状況のいずれにおいても、コーティングの下方に位置する部品の表面層は、好ましくは、炭化ケイ素(SiC)および/または炭化ホウ素(BC)を含んでいる。

【0023】

例えば、本発明の部品は、スロットルによって可変である部位のターボジェット排気ノズルの排気用可動フラップを構成することができ、このフラップの表面(外表面および/または内表面)の少なくとも一部に、磨耗に対する保護用コーティングが設けられる。

【0024】

本発明の他の利点および特徴は、実施例および添付の図面を参照しつつ行なわれる以下の説明を検討することによって明らかになるが、本発明が以下の説明に限定されるわけではない。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

(実施例)

以下の原料から混合物を製造した。

- ・1グラム当たり200平方メートル(m^2/g)から300 m^2/g の比表面積を有するコロイド状シリカ、

- ・40 μm 未満の直径を有する粒子の形態のムライト($2SiO_2$ 、 $3Al_2O_3$)、

- ・水、および

- ・オルトリン酸 H_3PO_4

30

これらの原料を混合して均一な懸濁液を得、塊または凝塊を除くため50マイクロメートルでふるいにかけた。

【0026】

下記の表1のムライト系コーティング組成物を与える特性を有する混合物が得られた。

【表1】

コーティングの種類	組成(重量%)			
	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	H_3PO_4
ムライト	33.5 ($\pm 10\%$)	31.5 ($\pm 10\%$)	27.3 ($\pm 10\%$)	7.7 ($\pm 10\%$)
マーゴット	33.8 ($\pm 10\%$)	44 ($\pm 10\%$)	22.2 ($\pm 10\%$)	--
アルミナ	20 ($\pm 10\%$)	50 ($\pm 10\%$)	30 ($\pm 10\%$)	--

40

【0027】

混合物は、スプレーガン、塗布ブラシ、または実際にはパッドを使用し、および/または浸漬(ディッピング)によるなど、幾多のやり方で1つ以上の層として堆積させることができる水溶液を形成している。

【0028】

混合物は、時間とともに濃くなるため、調製後きわめて速やかに(調製の開始後、10

50

分(min)から 15 分以内に) 塗布を行なわなければならない。

【 0029 】

スプレーガンを使用し、2 bar の圧力を使用して、スプレーガンのノズルを部品から 25 ミリメートル(mm)から 35 mm の距離に位置させて噴霧を行なった。

【 0030 】

C M C ノズルラップへの具体的適用においては、良好な厚さは、1 層または 2 層での塗布で 200 マイクロメートル(乾燥後の厚さ)である。過剰な厚さが割れにつながる一方で、厚さが不充分であると、部品を構成している素材の粗さを隠すことができない。

【 0031 】

この段階において、欠陥を呈する堆積物を単に洗浄することによって取り除くことができ、乾燥後に新たな層を塗布することができることに、気付くべきである。 10

【 0032 】

さらに、混合物をただ 1 つの厚い層として塗布した後に乾燥作業を実行するのではなく、混合物を、間に乾燥工程をはさんで 2 つ(または、それ以上)の微細な層として塗布することができる。なぜならば、これが、コーティングの割れの恐れを回避するうえで役に立つからである。

【 0033 】

ひとたび堆積物が部品へと塗布されると、ストーブにおいて 60 度 30 分間、乾燥が行なわれる。

【 0034 】

乾燥の際に、粒子がお互いに向かって移動し、混合物が、シリカが粒状のフィラーであってムライトがセメントである一種のモルタルを形成する。 20

【 0035 】

乾燥後、堆積物の表面が、チッ化ホウ素でコートされた研磨紙を使用して仕上げされ、研磨される。これは、コーティングの摺動特性を向上させるため、堆積物の表面を削り取ることによって堆積物の厚さをより均一にするうえで役に立つ(チッ化アルミナまたはチッ化ケイ素など、他のチッ化物を使用することも可能である)。

【 0036 】

このようにして、焼成に先立って表面がより平滑になり、焼成は、1000 超(特に、1100)の炉内に、部品の質量に応じて 5 分から 15 分の期間にわたり、部品を直接配置することからなる。 30

【 0037 】

磨耗耐性テストを実行するために、40 mm × 50 mm の寸法を有するトラックトラックを形成しているプレート、および 30 mm の長さおよび 8 mm の幅を有するペグという 2 つの部品の全表面について、これらの工程を実行した。

【 0038 】

磨耗耐性テストは、ペグを静止した状態に保持し、トラックをペグの端部に接触させ、平行移動で往復直線運動を加えることによって行なった。

【 0039 】

図 2 が、標準的な C M C 材料(具体的には、C / S i C)およびムライト系のコーティングによって覆われた同じ材料について、完全に同一のテスト条件における磨耗の結果を示している。 40

【 0040 】

この図は、棒グラフの形式であって、基準として使用される標準的な C M C 材料のトラックが被る磨耗に基づいて、正規化されている。

【 0041 】

これらの結果から、磨耗に対する保護用コーティングを加えて磨耗テストを実行した場合に、トラックの磨耗が顕著に低減され、特に半分未満に低減されたことを、見て取ることができる。ペグの磨耗も、コーティングの存在下においてより小さくなつた。この比較的小さな差も、テスト条件によって説明することができる。 50

【0042】

磨耗に対する保護を提供するための本発明の方法について、考えられる用途の1つを説明するため、図1を参照することができ、収束コーンを形成すべく最も密に閉じられた状態で示されているノズル10を見て取ることができる。

【0043】

ノズル10は、基本的には、特に制御レバー18を有する制御システム16によって動かされる被駆動フラップ12および従動フラップ14を有している。

【0044】

特に、図1に示されているノズル10は、CMC材料製の被駆動フラップ12と、金属製の従動フラップ14とを備えることができる。このような状況において、磨耗は、金属製の従動フラップ14に摩擦接触する被駆動フラップ12の表面において、もっとも顕著に観察される。10

【0045】

しかしながら、ノズル10が、どちらもCMC材料で作られた被駆動フラップ12および従動フラップ14を有してもかまわない。

【0046】

ジェットエンジンがアフターバーナーを備える場合、これらのフラップは、主たる流れの出口において、温度が700から950の範囲にある高温の流れの中に位置する。

【0047】

このような状況において、磨耗に対する本発明の保護用コーティングは、両方の種類のフラップ12および14の全表面積を覆って、あるいは被駆動フラップ12の内表面および従動フラップ14の外表面のみを覆って、あるいは実際には上記表面のうちの考えられる種々の位置において互いに接する領域のみへと、上述のやり方で設けられる。20

【0048】

耐熱材料は、当然ながら、当該コーティングが設けられる部品のセラミック母材複合材料の膨張係数と実質的に同一な膨張係数を呈するように、選択される。

【0049】

保護しようとする部品がC/C複合材料で作られている場合には、混合物をこの部品へと直接塗布してもよく、あるいは耐熱アンダーコート、特にSiCアンダーコートを形成した後に、塗布してもよい。30

【0050】

当然ながら、本発明は、ノズルのフラップには限定されず、特にSiCを含むCMC材料熱構造部品であるが、表面の全体または一部分にわたって摩擦による磨耗を受けなければならぬあらゆるCMC材料熱構造部品へと、適用可能である。特に、本発明は、燃焼室、ケーシング、アフターバーナーアーム、などの壁面に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】後方からの投影にて眺めたターボジェットの一部分の図である。

【図2】磨耗テストの結果を示している。

【符号の説明】

【0052】

10 ノズル

12 被駆動フラップ

14 従動フラップ

16 制御システム

18 制御レバー

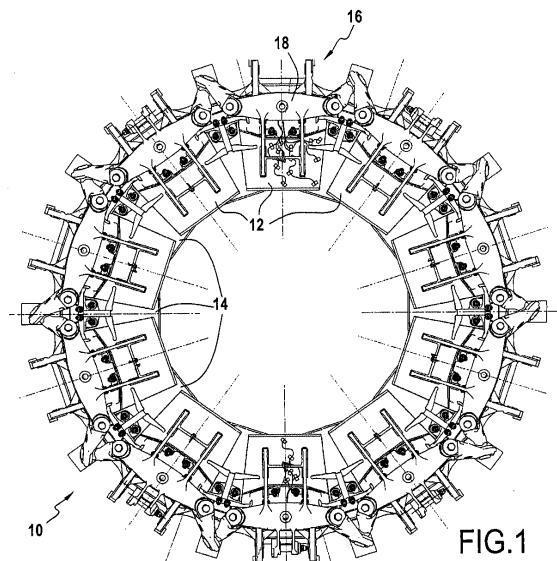
10

20

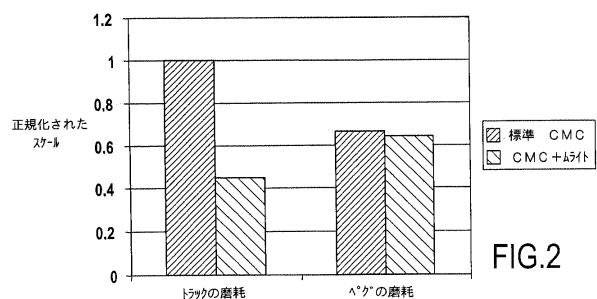
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 K 1/12

F 0 1 D 25/00

X

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 テイボー・アルノール

フランス国、77300・フォンテンブロー、リュ・デ・ボワ・20

(72)発明者 ジョエル・ブノワ

フランス国、77240・セソン・ラ・フォレ、スクワール・ドウ・レラン・5

(72)発明者 アルノー・ビランパン

フランス国、75012・パリ、ブルーバール・スル・69

(72)発明者 クリストヤン・マルティ

フランス国、92100・プローニュ、スクワール・ドユ・ポン・ドウ・セーブル・10

審査官 菊地 則義

(56)参考文献 特開2000-351683(JP,A)

特開2000-086361(JP,A)

特開平03-285885(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 4 B 4 1 / 8 7

F 0 2 C 7 / 0 0

F 0 1 D 5 / 2 8

F 0 2 K 1 / 1 2

C 0 4 B 4 1 / 8 6

C 0 4 B 3 5 / 8 0

C 0 4 B 3 5 / 8 4