

(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2015-59084  
(P2015-59084A)

(43) 公開日 平成27年3月30日(2015.3.30)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>C04B 37/02</b> (2006.01)	C04B 37/02	Z 4 G 02 6
<b>B23K 1/20</b> (2006.01)	B23K 1/20	E
<b>B23K 1/19</b> (2006.01)	B23K 1/19	H
<b>B23K 1/14</b> (2006.01)	B23K 1/14	B
<b>B23K 31/02</b> (2006.01)	B23K 31/02	310B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L 外国語出願 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-191086 (P2014-191086)  
 (22) 出願日 平成26年9月19日 (2014.9.19)  
 (31) 優先権主張番号 13185347.5  
 (32) 優先日 平成25年9月20日 (2013.9.20)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 503416353  
 アルストム テクノロジー リミテッド  
 A L S T O M T e c h n o l o g y L  
 t d  
 スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ  
 シュトゥーレ 7  
 B r o w n B o v e r i S t r a s s  
 e 7, C H-5400 B a d e n,  
 S w i t z e r l a n d  
 (74) 代理人 100114890  
 弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ  
 ンハルト  
 (74) 代理人 100099483  
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】耐熱コンポーネントを熱露出コンポーネントの表面上に固定する方法

## (57) 【要約】

【課題】本発明は、熱露出コンポーネント(4)を耐熱コンポーネント(1)の表面に固定する方法において、周縁境界エッジ(7)によって制限される耐熱コンポーネント(1)の表面の少なくとも一部を、熱露出コンポーネント(4)の表面に、溶融ハンダ(3)を用いてろう付けするステップによる方法に関するものである。

【解決手段】第1の代替例は、周縁境界エッジ(7)を具えるエッジ領域を少なくとも除いて、耐熱コンポーネント(1)の表面を金属化するステップと、金属化表面(2)を、熱露出コンポーネント(4)の表面に対してろう付けするステップと、を含み、耐熱コンポーネント(1)の少なくとも表面は、濡れ性に関する物理化学的な特性を有するセラミック材料から成り、セラミック材料は、溶融ハンダ(3)による濡れ性がない、および/または、濡れ性に関する物理化学的な特性を有する金属または金属合金が、金属化ステップのために用いられ、金属化ステップは、溶融ハンダ(3)による濡れ性がある。

【選択図】図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

耐熱コンポーネント(1)を熱露出コンポーネント(4)の表面に固定する方法において、

周縁境界エッジ(7)によって制限される前記耐熱コンポーネント(1)の表面の少なくとも一部を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に、溶融ハンダ(3)を用いてろう付けするステップによる方法であって、前記方法は、

前記周縁境界エッジ(7)を具えるエッジ領域を少なくとも除いて、前記耐熱コンポーネント(1)の前記表面を金属化するステップと、

前記金属化表面(2)を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に對してろう付けするステップと、

を含み、

前記耐熱コンポーネント(1)の少なくとも前記表面は、濡れ性に関する物理化学的な特性を有するセラミック材料から成り、前記セラミック材料は、前記溶融ハンダ(3)による濡れ性がない、

および/または、

濡れ性に関する物理化学的な特性を有する金属または金属合金が、金属化ステップのために用いられ、前記金属化ステップは、前記溶融ハンダ(3)による濡れ性がある、方法。

## 【請求項 2】

熱露出コンポーネント(4)を耐熱コンポーネント(1)の表面に固定する方法において、

周縁境界エッジ(7)によって制限される前記耐熱コンポーネント(1)の表面の少なくとも一部を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に、溶融ハンダ(5)を用いてろう付けするステップによる方法であって、前記方法は、

前記耐熱コンポーネント(1)の前記周縁境界エッジ(7)を具える少なくともエッジ領域を、濡れ性に関する物理化学的な特性を有する距離層(6)によってコーティングするステップと、

濡れ性に関する物理化学的な特性を有する、前記耐熱コンポーネント(1)の前記表面を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に對してろう付けするステップと、

を含み、

前記距離層(6)は、前記溶融ハンダ(5)による濡れ性がなく、

前記表面は、前記溶融ハンダ(5)による濡れ性がある、方法。

## 【請求項 3】

ろう付けステップは、保護空気下で、すなわち、酸素なし、または、減少した量の酸素で実施され、

ろう付けステップの後、前記周縁境界エッジ(7)を具える少なくとも前記エッジ領域をカバーしている前記距離層(6)が空気雰囲気下で燃焼される燃焼ステップが続く、請求項2に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記耐熱コンポーネント(1)の少なくとも前記表面は、セラミック材料から成り、

前記距離層(6)は、炭素またはポリマー材料から成り、

前記溶融ハンダ(5)は、金属または金属合金から成る、請求項2または3に記載の方法。

## 【請求項 5】

耐熱コンポーネント(1)を熱露出コンポーネント(4)の表面に固定する方法において、

周縁境界エッジ(7)によって制限される前記耐熱コンポーネント(1)の接触面を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に溶融ハンダ(5)を用いてろう付けするス

10

20

30

40

50

ステップによる方法であって、または、請求項 4 ~ 6 のいずれかに記載の方法であって、前記方法は、

前記耐熱コンポーネント(1)の前記接触面および/または前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面を構造化するステップであって、両方の表面を接触させた後に、前記周縁境界エッジ(7)を具える前記耐熱コンポーネント(1)のエッジ領域が前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に接触しないように構造化するステップと、

各々濡れ性に関する物理化学的な特性を有する、前記表面をろう付けするステップと、を含み、

前記表面は、前記溶融ハンダ(5)による濡れ性がある。

#### 【請求項 6】

構造化ステップは、ろう付けステップの後、前記耐熱コンポーネント(1)の前記周縁境界エッジが、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面とともにフリー・ギャップ(g)を包囲するように実行される、

請求項 5 に記載の方法。

#### 【請求項 7】

前記溶融ハンダ(3、5)は、ろう付け金属合金である、  
請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項 8】

前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面は、濡れ性に関する物理化学的な特性を有する金属材料であり、前記金属材料は、前記溶融ハンダ(3、5)による濡れ性がある、  
請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項 9】

前記耐熱コンポーネント(1)は、セラミック材料のプレート状コンポーネントであり、  
1 mm 以上 10 mm 以下のプレート厚を、好ましくは 6 mm のプレート厚を有し、  
0.5 cm<sup>2</sup> 以上 10 cm<sup>2</sup> 以下のプレート表面サイズを有する、

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、熱露出コンポーネントを耐熱コンポーネントの表面に固定する方法において、周縁境界エッジによって制限される耐熱コンポーネントの表面の少なくとも一部を、熱露出コンポーネントの表面に、溶融ハンダを用いてろう付けするステップによる方法に関するものである。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

現在の遮熱コーティング(TBC)は、高度に進歩したガス・タービンにおける適用限界に達することがありうる。なぜなら、プロセス・パラメータから微細構造を制御する能力が限定されているため、および、熱プラズマ噴霧に適している材料の選択肢が減少しているためである。これらの限界を克服する1つの方法は、TBCコーティングから離れて、異なる固定技術を用いて、熱露出コンポーネントの表面に固定可能ないわゆるセラミックタイルに置換することである。

#### 【0003】

U.S. 7,198,860 B2 には、ガス・タービン・コンポーネントの熱露出表面に結合される多数のセラミックタイルを有するガス・タービン・コンポーネント用のセラミックタイル絶縁が開示されている。個々のセラミックタイルの第1層は、セラミック材料であるガス・タービン・コンポーネントの表面に結合される。個々のタイルの第2層は、第1層の上に結合される。

#### 【0004】

セラミックタイルは、おそらく、各タイルの裏、基板の表面、または、その両方に接着

10

20

30

40

50

剤を適用することによって結合される。個々のタイルの各々は、基板の表面上へ押圧され、永久的な結合は、1200までの高い温度で乾燥および焼成することによって達成される。タイルは、結合ジョイントに対向する表面全体にわたり基板に結合される。

#### 【0005】

E P 0 3 9 6 0 2 6 A 1 には、セラミックおよび金属から作成される部分がハンダ付けによって互いに結合される構成が開示され、膨張要素が、セラミック材料と金属材料との間に配置され、前記膨張要素は、前記両材料に一体的に結合され、膨張要素は、ハンダ付けによって両材料に結合され、膨張要素は、金属材料上にワンピースで成形され、セラミック材料にハンダ付けによって結合される。この文献は、一方では金属部分に、他方ではセラミック部分に接続される膨張要素を使用する。

10

#### 【0006】

U S 4 6 9 0 7 9 3 A には、プラズマ粒子を囲むための新規な真空容器を備えた核融合炉が開示され、プラズマ粒子に露出される炉壁は、パイアル構造を有する。複数の耐熱セラミックタイルは、冷却手段を有する金属ベースの本体にろう付け材料により冶金学的に結合される。セラミックタイルは、好ましくは、高密度の焼結炭化ケイ素から成り、わずかな酸化ベリリウムを結晶粒の境界間に含む。これは、本願の請求項1に近い。

#### 【0007】

J P 2 0 0 2 3 7 3 9 5 5 A には、パワー・モジュール基板が開示され、セラミック基材基両面に形成された金属化パターン層を介して、一方の表面上にヒートシンク・プレートが、他方の表面上に、回路が形成されたまたは形成される銅板が、金属ろう付け材料を用いて結合されている。セラミック基材は、セラミック基材の外周端部から両表面の内側まで延在する非結合領域を有する。

20

#### 【0008】

J P 1 9 8 5 0 2 0 7 1 6 2 A には、金属化表面層を有するセラミックと金属部品とをろう付け充填材を用いて結合する方法が開示され、金属層のエッジ部分に対向する金属部分に、凹面部分が形成される。ろう付け充填材は、金属層と金属部分との間に配置される。

#### 【0009】

J P 2 0 0 8 3 1 1 2 9 6 A には、金属層や回路層それぞれの配置領域の外周縁を含む外側に該外周縁に沿って形成された粗面部を備えたセラミック基板が開示されている。平滑部は、配置領域において粗面部によって囲まれ、粗面部よりも平滑である。

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0010】

【特許文献1】U S 7 1 9 8 8 6 0 B 2

【特許文献2】E P 0 3 9 6 0 2 6 A 1

【特許文献3】U S 4 6 9 0 7 9 3 A

【特許文献4】J P 2 0 0 2 3 7 3 9 5 5 A

【特許文献5】J P 1 9 8 5 0 2 0 7 1 6 2 A

【特許文献6】J P 2 0 0 8 3 1 1 2 9 6 A

40

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

本発明の目的は、周縁境界エッジによって各々制限される、好ましくはプレート状セラミックタイルの形状の耐熱コンポーネントを、熱露出コンポーネントの表面に、溶融ハンダを用いて固定する強化された方法を提供することにあり、この方法により、耐熱コンポーネントを、確実かつ永続的な方法で、特に熱応力なく、表面に固定することができる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

この目的は、独立請求項1、2および5の特徴全体によって達成される。本発明は、従

50

属請求項において、および、特に好適実施形態を参照する以下の説明において開示される特徴によって有利に変更可能である。

【0013】

発明者は、セラミックタイル内のセラミック耐熱コンポーネントと、ターピン羽根のような熱露出コンポーネントの金属面と、の間のジョイントについて集中的な調査を行い、この調査によって、個々のセラミックタイルのエッジが金属基板に結合されない場合、セラミックタイルは熱に露出された条件下で応力がないままであることが判明した。逆の場合、すなわち、セラミックタイルがエッジまで金属面に完全に結合されている場合、大きい応力が生じ、個々のタイルの層間剥離が発生しうる。

【0014】

上述したような、個々のセラミックタイルが熱露出コンポーネントの金属面から層間剥離するのを回避するために、本発明では、エッジを、好ましくは、セラミックタイルの周縁境界エッジの少なくとも一部を、熱露出コンポーネントの表面に結合するのを回避するという代替方法が提案される。本発明の方法の背景となる技術的課題は、製造中の寸法公差を与えず、セラミックタイルと熱露出コンポーネントとの間の欠陥がなく、適切な結合を保証するロバストな方法を探究することにあった。

【0015】

セラミックタイルのような耐熱コンポーネントを熱露出コンポーネントの表面に固定する第1の代替方法は、周縁境界エッジによって制限されるセラミックタイルの表面の少なくとも一部を、熱露出コンポーネントの表面に溶融ハンダを用いてろう付けすることによる方法であって、セラミックタイルの周縁境界エッジを具えるエッジ領域を少なくとも除いて、セラミックタイルの表面を金属化するステップによって特徴付けられるものである。金属化ステップの後、セラミックタイルの金属化表面は、熱露出コンポーネントの表面にろう付けされ、セラミックタイルの周縁境界エッジは、はんだジョイントすなわちろう付けジョイントから除外されて残る。

【0016】

ろう付け中の溶融ハンダが、セラミックタイルの周縁境界エッジに沿うセラミック表面領域をカバーせず、従って、濡らさないことを確実にするために、特に濡れ性に関する物理化学的特性を考慮して、溶融ハンダが、セラミックタイルのセラミック表面を濡らす親和性を有さないように、セラミックタイルのセラミック材料およびハンダ材料の両方は選択される。

【0017】

耐熱コンポーネントのセラミック表面が金属化されない限り、この種の表面を濡らさないハンダ材料としてろう付け金属合金を用いることが提案される。それゆえ、ろう付け領域すなわちはんだ領域は、ジョイント領域に対応し、金属化プロセスによって形状およびサイズが定義され、金属化プロセス中に、金属層は、本発明で要求されるように、セラミックタイルの表面の所定領域でコーティングされる。

【0018】

本発明では、上述した方法の代替として、セラミックタイルの周縁境界エッジを具える少なくともエッジ領域を、濡れ性に関する物理化学的性質を有する距離層によってコーティングし、距離層が溶融ハンダによって濡らされないことが提案される。この場合、溶融ハンダがセラミックタイルのセラミック表面を濡らすための高い親和性を有し、セラミックタイルと熱露出コンポーネントの金属面との間の直接のはんだジョイントを、金属化ステップを必要とせずに形成することができるよう、タイルのセラミック材料およびハンダ材料は選択される。距離層が、セラミックタイルのエッジ領域をカバーし、距離層によって、セラミックタイルの周縁境界エッジを具える少なくともエッジ領域を溶融ハンダが濡らすのを防止することは重要である。

【0019】

ろう付けステップは、1200までのプロセス温度で、保護空気下で、すなわち、酸素なしまたは減少した量の酸素で実行されるので、距離層は、いかなる損傷も負わない。

10

20

30

40

50

ろう付けステップの後、周縁境界エッジを具える少なくともエッジ領域をカバーしている距離層が空気雰囲気下で酸化の方法で燃焼される付加的な燃焼ステップが続く。

【0020】

好ましくは、距離層は、耐熱コンポーネントの周縁境界エッジの少なくとも一部を、好ましくは、全体を具えるエッジ領域に適用される炭素またはポリマーフィルム層として実現され、耐熱コンポーネントは、好ましくはセラミックタイルのようなプレート状コンポーネントの形状である。炭素またはポリマーフィルムは、保護空気下でろう付けプロセスに耐えることができるので、溶融ハンダが、セラミックタイルのエッジ領域をカバーすることはありえない。ろう付けステップの後、炭素またはポリマーフィルムは、空气中で酸化の方法で燃焼可能であり、熱露出コンポーネントの金属面とともにフリー・ギャップを包囲するフリー・スタンディング・エッジを確実にする。フリー・ギャップは、燃焼された距離層の厚さのギャップ寸法を有する。

10

【0021】

セラミックタイルを熱露出コンポーネントの表面に固定するための第3の本発明の代替方法は、セラミックタイルの接触面および/または熱露出コンポーネントの表面を構造化するステップであって、この両方の表面を接触させた後に、周縁境界エッジを具えるセラミックタイルのエッジ領域が熱露出コンポーネントの表面に接触しないように構造化するステップを提供する。このような場合、両表面は、濡れ性に関する物理化学的性質を有するので、両表面は、溶融ハンダによる濡れ性がある。

20

【0022】

ろう付けによって結合される2つの表面のうちの少なくとも1つを適切に構造化するステップのため、ろう付けステップの後、セラミックタイルの周縁境界エッジは、熱露出コンポーネントの表面とともにフリー・ギャップを包囲する。構造化ステップの好適実施形態の1つは、図3に示されている。

【0023】

第3の代替方法を、上述した第1および第2の代替方法に組み合わせることも可能である。

【0024】

好適なハンダ材料すなわちろう付け材料は、上述した本発明の第1の方法の場合、熱露出コンポーネントの表面およびセラミックタイルの金属化表面である金属面上の良好なぬれ特性を有するろう付け金属合金である。

30

【0025】

好適実施形態において、上述した耐熱コンポーネントは、モノリシックセラミックまたは多層構造を有するセラミックまたはセラミック・マトリックス・コンポジットとができるセラミックタイルである。セラミックタイルは、1mm以上10mm以下のプレート厚を有し、好ましくは6mmのプレート厚を有し、0.5cm<sup>2</sup>以上10cm<sup>2</sup>以下のプレート表面サイズを有する。「耐熱コンポーネント」との用語は、セラミックタイルに限定されるものではなく、むしろ、熱露出コンポーネントの表面上に適用可能なすべてのセラミック体、特に、燃焼室またはガス・タービンまたは蒸気タービン装置のタービンの金属コンポーネントが考えられる。

40

【0026】

以下、本発明は、図面を参照して、例示的な実施形態に基づいてさらに詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】セラミックタイルと金属基板との間の金属層を用いたジョイントによる断面図である。

【図2】セラミックタイルと金属基板との間の距離層を用いたジョイントによる断面図である。

【図3】構造化セラミックタイルと金属基板との間のジョイントの断面図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0028】

図1は、タイル形状のセラミック材料から作製された耐熱コンポーネント1と、金属面を与える熱露出コンポーネント4との間のジョイントの断面図を示す。熱露出コンポーネント4は、好ましくは、ガスまたは蒸気タービン装置の金属コンポーネント、例えば、燃焼室の燃焼ライナー、翼、羽根、または、タービンの熱シールド要素である。

## 【0029】

熱露出コンポーネント4の耐熱性を強化するために、セラミックタイル1は、熱露出コンポーネント4の金属面に結合される。セラミックタイル1内の重大な熱応力を回避するために、セラミックタイル1のエッジ7は、フリーであり、両方のコンポーネント1、4間の結合ジョイントから除外されている。周縁境界エッジ7と熱露出コンポーネント4の金属面との間のギャップgを実現するために、セラミックタイル1を、熱露出コンポーネント4に対向する表面で結合する前に、第1のステップにおいて金属化する。周縁境界エッジ7を具えるエッジ領域が金属化から除外され、周縁境界エッジ7に沿ったリム領域rがセラミック表面として残るように金属化を実行する。金属化の後、金属層2は、熱露出コンポーネント4の金属面に対向するセラミックタイル1の表面の一部をカバーする。

## 【0030】

次のステップにおいて、熱露出コンポーネント4の金属面を、溶融ハンダ3を用いて、金属化表面2上にろう付けする。溶融ハンダ3は、金属化面2の表面のみを濡らし、周縁境界エッジ7を具えるエッジ領域のセラミックタイル1のリム領域rにおけるフリー・セラミック面を濡らすことはできない。

## 【0031】

ろう付けステップの後、周縁境界エッジ7付近のギャップgは、セラミックタイル1と熱露出コンポーネント4との間に残る。

## 【0032】

図2は、セラミックタイル1の周縁境界エッジ7を具えるエッジ領域と熱露出コンポーネント4との間のギャップgを作成するための代替実施形態を示す。

## 【0033】

図2の場合、周縁境界エッジ7を具えるエッジ領域は、最初、距離層6でコーティングされ、距離層6は、溶融ハンダがセラミックタイル1のセラミック表面全体に延在するのを防止するための物理的障壁として作用する。好ましくは炭素またはポリマー材料である距離層6によって、溶融ハンダは、周縁境界エッジ7を具えるエッジ領域を濡らすことが確実にできなくなる。溶融ハンダが、熱露出コンポーネント4の金属面と同様にセラミックタイル1のセラミック表面を十分に濡らすことができるように、セラミックタイル1のセラミック表面の濡れ性および溶融ハンダ材料は選択される。ろう付けプロセスは保護空気条件下で実行されるので、距離層6は、損傷なくろう付けステップを終えることができる。図2は、ろう付けステップ後の結果を示す。距離層6を取り除くために、空気条件下のさらなる燃焼プロセスが必要であり、燃焼プロセスでは、エッジ領域と熱露出コンポーネント4の金属面との間にフリー・ギャップを作成するための酸化プロセスによって距離層6を燃焼する。

## 【0034】

図3aおよび図3bは、セラミックタイル1の形状の耐熱コンポーネントを、熱露出コンポーネント4の金属面上にろう付けによって固定するためのさらなる代替方法を示す。ろう付けされる表面同士が平面形状である図1および図2の実施形態と異なり、セラミックタイル1の表面は、波状に構造化され、周縁境界エッジ7は、セラミックタイル1の構造化面の波の頂点8に対して凹状に配置されている。

## 【0035】

さらに、溶融ハンダ5が、熱露出コンポーネント4の金属面と同様に、セラミックタイル1のセラミック構造化面をも濡らすように、ろう付け材料すなわちハンダ材料5は選択される。ハンダ材料5の層厚および表面寸法は、タイル1の構造化セラミック表面の凹部

10

20

30

40

50

容積に対応するので、溶融ハンダ材料5は、セラミックタイル1および熱露出コンポーネント4の、互いに接触している両表面によって包囲される空間9に充填される。

【0036】

図3bは、空間9が完全にハンダ材料5で充填された、ろう付けステップ後のジョイントを示す。さらに、ハンダ材料5は、周縁境界エッジ7を具えるエッジ領域と熱露出コンポーネント4の金属面との間のギャップg内には存在しない。

【0037】

図3aおよび図3bに示されるセラミックタイル1の表面を構造化することの代わりに、あるいは、これと組み合わせて熱露出コンポーネント4の金属面を構造化することも可能である。さらに、図3aおよび図3bのような表面の構造化を、図1および図2に示した実施形態に適用することも考えられる。

10

20

【符号の説明】

【0038】

- 1 耐熱コンポーネント
- 2 金属層
- 3 溶融ハンダ
- 4 热露出コンポーネント
- 5 溶融ハンダ
- 6 距離層
- 7 周縁境界エッジ
- 8 波の頂点
- 9 空間
- g ギャップ
- r リム領域

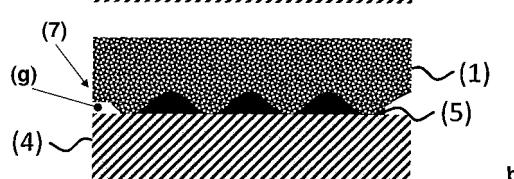
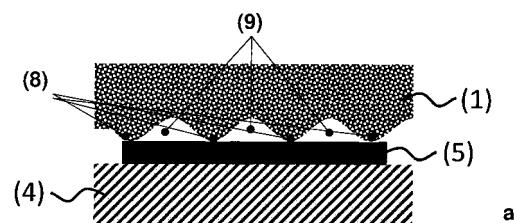
【図1】



【図2】



【図3】



**【手続補正書】**

【提出日】平成26年10月10日(2014.10.10)

**【手続補正1】**

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

**【補正の内容】**

【特許請求の範囲】

**【請求項1】**

耐熱コンポーネント(1)を熱露出コンポーネント(4)の表面に固定する方法において、

周縁境界エッジ(7)によって制限される前記耐熱コンポーネント(1)の表面の少なくとも一部を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に、溶融ハンダ(3)を用いてろう付けするステップによる方法であって、前記方法は、

前記周縁境界エッジ(7)を具えるエッジ領域を少なくとも除いて、前記耐熱コンポーネント(1)の前記表面を金属化するステップと、

前記金属化表面(2)を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に對してろう付けするステップと、

を含み、

前記耐熱コンポーネント(1)の少なくとも前記表面は、濡れ性に関する物理化学的な特性を有するセラミック材料から成り、前記セラミック材料は、前記溶融ハンダ(3)による濡れ性がない、および/または、

濡れ性に関する物理化学的な特性を有する金属または金属合金が、金属化ステップのために用いられ、前記金属または金属合金は、前記溶融ハンダ(3)による濡れ性がある、方法。

**【請求項2】**

耐熱コンポーネント(1)を熱露出コンポーネント(4)の表面に固定する方法において、

周縁境界エッジ(7)によって制限される前記耐熱コンポーネント(1)の表面の少なくとも一部を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に、溶融ハンダ(5)を用いてろう付けするステップによる方法であって、前記方法は、

前記耐熱コンポーネント(1)の前記周縁境界エッジ(7)を具える少なくともエッジ領域を、濡れ性に関する物理化学的な特性を有する距離層(6)によってコーティングするステップと、

濡れ性に関する物理化学的な特性を有する、前記耐熱コンポーネント(1)の前記表面を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に對してろう付けするステップと、を含み、

前記距離層(6)は、前記溶融ハンダ(5)による濡れ性がなく、

前記表面は、前記溶融ハンダ(5)による濡れ性がある、方法。

**【請求項3】**

ろう付けステップは、保護空気下で、すなわち、酸素なし、または、減少した量の酸素で実施され、

ろう付けステップの後、前記周縁境界エッジ(7)を具える少なくとも前記エッジ領域をカバーしている前記距離層(6)が空気雰囲気下で燃焼される燃焼ステップが続く、請求項2に記載の方法。

**【請求項4】**

前記耐熱コンポーネント(1)の少なくとも前記表面は、セラミック材料から成り、

前記距離層(6)は、炭素またはポリマー材料から成り、

前記溶融ハンダ(5)は、金属または金属合金から成る、  
請求項2または3に記載の方法。

【請求項5】

耐熱コンポーネント(1)を熱露出コンポーネント(4)の表面に固定する方法において、

周縁境界エッジ(7)によって制限される前記耐熱コンポーネント(1)の表面を、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に溶融ハンダ(5)を用いてろう付けするステップによる方法であって、前記方法は、

前記耐熱コンポーネント(1)の前記表面および／または前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面を構造化するステップであって、両方の表面を接触させた後に、前記周縁境界エッジ(7)を具える前記耐熱コンポーネント(1)のエッジ領域が前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面に接触しないように構造化するステップと、

各々濡れ性に関する物理化学的な特性を有する、前記両方の表面をろう付けするステップと、

を含み、

前記両方の表面は、前記溶融ハンダ(5)による濡れ性がある、方法。

【請求項6】

構造化ステップは、ろう付けステップの後、前記耐熱コンポーネント(1)の前記周縁境界エッジが、前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面とともにフリー・ギャップ(g)を包囲するように実行される、

請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記溶融ハンダ(3、5)は、ろう付け金属合金である、

請求項1～6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】

前記熱露出コンポーネント(4)の前記表面は、濡れ性に関する物理化学的な特性を有する金属材料であり、前記金属材料は、前記溶融ハンダ(3、5)による濡れ性がある、  
請求項1～7のいずれかに記載の方法。

【請求項9】

前記耐熱コンポーネント(1)は、セラミック材料のプレート状コンポーネントであり、

1mm以上10mm以下のプレート厚を、または、6mmのプレート厚を有し、  
0.5cm<sup>2</sup>以上10cm<sup>2</sup>以下のプレート表面サイズを有する、  
請求項1～8のいずれかに記載の方法。

## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
B 23 K 1/00 (2006.01) B 23 K 1/00 330 P

(72)発明者 ミヒヤエル シュテューア  
スイス国 ニーダーローラドルフ ホルツリュティシュトラーセ 6 ツェー

(72)発明者 マチュー エスケール  
スイス国 ノイエンホーフ ツュアヒヤーシュトラーセ 122

(72)発明者 ハンス - ペーター ボスマン  
ドイツ連邦共和国 ラオホーリンゲン オイレボーデンシュトラーセ 10

F ターム(参考) 4G026 BA01 BB21 BC01 BD02 BE04 BF11 BG02 BG26 BH02

【外国語明細書】

## **Method for fixing heat resistant component on a surface of a heat exposed component**

### **Technical Field**

The invention relates to a method for fixing a heat resistant component on a surface of a heat exposed component, by brazing of at least a part of a surface of the heat resistant component limited by a peripheral boundary edge on the surface of the heat exposed component using a molten solder.

### **Background of the Invention**

The current thermal barrier coatings (TBCs) may reach their application limits in high advanced gas turbines due to the limited capacities to control their micro-structure from the process parameters and the reduced choice of materials suitable for thermal plasma spraying. One way to overcome these limitations is to move away from the TBC coatings and replace them with so called ceramic tiles which can be fixed on the surface of the heat exposed component with different fastening technologies.

The document US 7,198,860 B2 discloses a ceramic tile insulation for gas turbine components with a multitude of ceramic tiles which are bonded to a heat exposed surface of a gas turbine component. A first layer of individual ceramic tiles are bonded to the surface of the gas turbine component which is of ceramic material. A second layer of individual tiles is bonded on top of the first layer.

The ceramic tiles maybe bonded by applying adhesive to the back of each tile, to the surface of the substrate or to both. Each individual tile is than pressed onto the sur-

face of the substrate and a permanent bond is achieved by drying and firing at an elevated temperature up to 1200 °C. The tiles are bonded to the substrate over their complete surface facing the bond joint.

EP 0 396 026 A1 discloses a composition in which parts made of ceramic and metal are joined to one another by soldering, wherein an expansion element is arranged between the ceramic and metallic materials, wherein said expansion element being integrally joined to said materials, wherein the expansion element is joined to the materials by soldering, wherein the expansion element is molded in one piece on the metallic material and joined to the ceramic material by soldering. This document uses an expansion element which is connected on the one side with the metallic part and on the other side with the ceramic part.

US 4 690 793 A discloses a nuclear fusion reactor with a new vacuum vessel for enclosing plasma particles where a reactor wall exposed to the above plasma particles has a piled structure. A plurality of heat-resisting ceramic tiles are metallurgically bonded to a metal-base body having a cooling means through a brazing material. The ceramic tiles are preferably composed of sintered silicon carbide of high density and containing a little beryllium oxide between the bound-aries of crystal grains. It is our claim 1 very close.

JP 2002 373955 A discloses a power module substrate where a heat sink plate is formed on one surface and a circuit is formed on the other surface through metallization pattern layers formed on the opposite sides of a ceramic basic material or a copper plate to be formed is bonded using metallic brazing materials. The ceramic basic material has non bonded regions extending from the outer circumferential end part of the ceramic basic material to the inside of the opposite surfaces.

JP 1985 0207162 A discloses joining ceramics having a metallized surface layer and metal parts using brazing filler material, where on the metal part which faces the

edge portion of the metallized layer, concave portions are formed. Brazing filler material is interposed between the metallized layer and the metal part.

JP 2008 311296 A discloses a ceramic substrate which is provided with rough-surface sections including the outer edge of the respective arrangement areas of the metal layer or a circuit layer along their outer edges. Smooth sections are surrounded by the rough-surface sections in the arrangement areas and are smoother than the rough-surface sections.

### **Summary of the Invention**

It is an object of the invention to provide an enhanced method for fixing heat resistant components, preferably in shape of plate-like ceramic tiles each limited by a peripheral boundary edge, on the surface of a heat exposed component using a molten solder, which enables that the heat resistant components are fastened on the surface in a solid and durable way and in particular free from thermal stresses.

The object is achieved by the sum total of the features in the independent claims 1, 2 and 5. The invention can be modified advantageously by the features disclosed in the sub claims as well in the following description especially referring to preferred embodiments.

Intensive investigations carried out by the inventors on joints between ceramic heat resistant components, in the following ceramic tiles, and a metallic surface of a heat exposed component, like turbine blades, showed that if edges of individual ceramic tiles are not bonded to the metal substrate, the ceramic tile will remain largely stress free under heat exposed conditions. In the opposite case, if the ceramic tiles are fully bonded up to their edges on the metallic surface large stresses can be develop causing a delamination of the individual tiles.

To avoid the before described delaminations of individual ceramic tiles from the metallic surface of the heat exposed component alternative methods are proposed inventively to avoid bonding the edges, preferably at least a part of the peripheral boundary edge of a ceramic tile on the surface of the heat exposed component. The technical problem behind the inventive methods was the quest for a robust method that would not impose any dimensional tolerances during production to ensure a defect free and proper joining between the ceramic tile and the heat exposed component.

According to a first alternative a method for fixing a heat resistant component, like a ceramic tile, on a surface of a heat exposed component by means of brazing of at least a part of a surface of the ceramic tile limited by a peripheral boundary edge on the surface of the heat exposed component using a molten solder it characterized inventively by metallizing the surface of the ceramic tile at least with the exception of an edge area comprising the peripheral boundary edge of the ceramic tile. After metallizing step the metallized surface of the ceramic tile is brazed to the surface of the heat exposed component in which the peripheral boundary edge of the ceramic tile remains excluded from the braze joint respectively solder joint.

To ensure that the molten solder during brazing does not cover and accordingly wet the ceramic surface area along the peripheral boundary edge of the ceramic tile both the ceramic material of the ceramic tile and the solder material are chosen in view of their physical-chemical properties in particular concerning wettability such that the molten solder doesn't have the affinity to wet the ceramic surface of the ceramic tile.

It is proposed to work with a braze metal alloy as solder material which does not wet the ceramic surface of the heat resistant component unless such surface has undergone metallization before. Thus the braze area respectively solder area, which corresponds to the joint area, can be defined in shape and size by the metallization process during which a metal layer is be coated onto a defined area of the surface of the ceramic tile as inventively required.

Alternatively to the before described method it is proposed inventively to coat at least an edge area comprising the peripheral boundary edge of the ceramic tile with a distance layer having a physical-chemical property concerning wettability such that the distance layer will not be wetted by the molten solder. In this case the ceramic material of the tile and the solder material are chosen such that the molten solder has a high affinity to wet the ceramic surface of the ceramic tile so that it is possible to create a direct solder joint between the ceramic tile and the metallic surface of the heat exposed component without the need of a metallization step. It is important that the distance layer covers the edge area of the ceramic tile so that the distance layer prevents the molten solder to wet at least the edge area comprising the peripheral boundary edge of the ceramic tile.

The brazing step is carried out under a protective atmosphere at process temperatures up to 1200 °C, i.e. without oxygen or at a reduced amount of oxygen, so that the distance layer will not suffer any damage. After brazing an additional burning step follows in which the distance layer covering at least the edge area comprising the peripheral boundary edge is burned out in way of oxidation under air atmosphere.

Preferably the distance layer is realized as a carbon or polymeric film layer which is applied on the edge area comprising at least a part, preferably the complete peripheral boundary edge of the heat resistant component which is preferably in shape of a plate-like component like a ceramic tile. The carbon or polymeric film can withstand the brazing process under a protective atmosphere so that it is ensured that the molten solder can not cover the edge area of the ceramic tile. After the brazing step the carbon or polymeric film can be burned out in air in way of oxidation ensuring a free standing edge which encloses a free gap together with the metal surface of the heat exposed component. The free gap has a gap measure in the dimension of the thickness of the burned out distance layer.

A third inventive alternative method for fixing a ceramic tile a surface of a heat ex-

posed component proposes a structuring of the contact surface of the ceramic tile and/or the surface of the heat exposed component such that an edge area of the ceramic tile comprising the peripheral boundary edge does not have a contact to the surface of the heat exposed component after contacting both surfaces. In such case both surfaces have a physical-chemical property concerning wettability such that the surfaces are wettable by the molten solder.

Due to suitable structuring of at least one of the two surfaces to be joined by brazing the peripheral boundary edge of the ceramic tile encloses a free gap with the surface of the heat exposed component after brazing. One preferred embodiment for structuring will be illustrated in one of the following figures.

It is also possible to combine the third alternative method with the first and second alternative methods described before.

A preferred solder material respectively braze material is a braze metal alloy which has good wettability properties on metallic surfaces which are in case of the first inventive method described before the surface of the heat exposed component and the metallized surface of the ceramic tile.

The heat resistant component as mentioned before is in a preferred embodiment a ceramic tile which can be either a monolithic ceramic or ceramics with a multilayer structure or a ceramic matrix composite. The ceramic tile preferably has a plate thickness between 1 mm and 10 mm preferably 6 mm and a plate surface size between  $0.5 \text{ cm}^2$  and  $10 \text{ cm}^2$ . The expression "heat resistant component" is not limited to a ceramic tile, rather all ceramic bodies which are suitable for applying onto the surface of a heat exposed component in particular metal components of a combustor or turbine of a gas turbine or steam turbine arrangement are conceivable.

### **Brief Description of the Figures**

The invention shall subsequently be explained in more detail based on exemplary embodiments in conjunction with the drawing. In the drawing

- Fig. 1 cross section view through a joint between a ceramic tile and a metallic substrate using metallization,
- Fig. 2 cross section view through a joint between a ceramic tile and a metallic substrate using a distance layer, and
- Fig. 3a,b cross section views of a joint between a structured ceramic tile and a metallic substrate.

### **Detailed Description of exemplary Embodiments**

Fig. 1 shows a cross section view of a joint between a heat resistant component 1 made of ceramic material which is in shape of a tile, and a heat exposed component 4 providing a metallic surface. The heat exposed component 4 preferably is a metallic component of a gas or steam turbine arrangement, for example a combustion liner of a combustor, a blade, vane or heat shield element of a turbine.

To enhance the heat resistant of the heat exposed component 4 the ceramic tile 1 is bonded onto the metallic surface of the heat exposed component 4. To avoid significant thermal stresses in ceramic tile 1 the edges 7 of the ceramic tile 1 are free and excluded from the bond joint between both components 1 and 4. To realize the gap g between the peripheral boundary edge 7 and the metallic surface of the heat exposed component 4 the ceramic tile 1 is metallized in a first step before joining at the surface facing the heat exposed component 4. Metallization is performed such that the edge area comprising the peripheral boundary edge 7 is excluded from metalliza-

tion so that a rim area  $r$  along the peripheral boundary edge 7 will remain as ceramic surface. After metallization a metallic layer 2 covers a part of the surface of the ceramic tile 1 facing the metallic surface of the heat exposed component 4.

In a following step the metallic surface of the heat exposed component 4 is brazed onto the metallized surface 2 using a molten solder 3 which wets the surface of the metallized surface 2 only but which is not able to wet the free ceramic surface at the rim area  $r$  of the ceramic tile 1 in the edge area comprising the peripheral boundary edge 7.

After brazing a gap  $g$  near the peripheral boundary edge 7 will remain between the ceramic tile 1 and the heat exposed component 4.

Fig. 2 shows an alternative embodiment for creating a gap  $g$  between the edge area comprising the peripheral bound edge 7 of the ceramic tile 1 and the heat exposed component 4.

In case of figure 2 the edge area comprising the peripheral boundary edge 7 is coated first with a distance layer 6 which acts as a physical barrier preventing the molten solder from spreading over the whole ceramic surface of the ceramic tile 1. The distance layer 6, preferably is of carbon or polymeric material, ensures that molten solder cannot wet the edge area comprising the peripheral boundary edge 7. The wettability of the ceramic surface of the ceramic tile 1 and the molten solder material are chosen such that the molten solder is able to wet the ceramic surface of the ceramic tile 1 as well the metallic surface of the heat exposed component 4. The brazing process will be carried out under protective atmosphere conditions so that the distance layer 6 can get through the brazing step without damage. Figure 2 shows the result after the brazing step. To remove the distance layer 6 a further burning process under air conditions is necessary to burn out the distance layer 6 by oxidation processes to create the free gap between the edge area and the metallic surface of the heat exposed component 4.

Figure 3a and b show a further alternative method for fixing a heat resistant component in shape of a ceramic tile 1 on a metallic surface of a heat exposed component 4 by brazing. In difference to the embodiments described in connection with figures 1 and 2 in which the surfaces to be brazed together are of plane shape, the surface of the ceramic tile 1 is structured wave-like so that the peripheral boundary edge 7 is disposed recessed relative to wave-crest points 8 of the structured surface of the ceramic tile 1.

Further the braze respectively solder material 5 is chosen such that the molten solder 5 wets the ceramic structured surface of the ceramic tile 1 as well the metallic surface of the heat exposed component 4. The layer thickness and the surface dimension of the solder material 5 correspond with the recess volume of the structured ceramic surface of the tile 1 so that the molten solder material 5 fills out the space 9 which is enclosed by both surfaces of the ceramic tile 1 and heat exposed components 1, 4 being in contact with each other.

Figure 3b shows the joint after brazing in which the space 9 is filled completely with solder material 5. Further no solder material 5 is in the gap g between the edge area comprising the peripheral boundary edge 7 and the metal surface of the heat exposed component 4.

It is also possible to structure the metallic surface of the heat exposed component 4 alternatively or in combination with structuring the surface of the ceramic tile 1 shown in figures 3a and b. Further is conceivable to apply structuring of the surfaces like in case of fig. 3a, b also in the embodiments shown in figures 1 and 2.

**List of References Numerous**

- 1 heat resistant component
- 2 metallizing
- 3 molten solder
- 4 heat exposed component
- 5 molten solder
- 6 distance layer
- 7 peripheral boundary edge
- 8 crest-points
- 9 space
- g gap
- r rim area

## Claims

1. Method for fixing a heat resistant component (1) on a surface of a heat exposed component (4), by brazing of at least a part of a surface of the heat resistant component (1) limited by a peripheral boundary edge (7) on the surface of the heat exposed component (4) using a molten solder (3), comprising:

- metallizing the surface of the heat resistant component (1) at least with the exception of an edge area comprising the peripheral boundary edge (7) and
  - brazing said metallized surface (2) to the surface of the heat exposed component (4), characterized in that
- 
- at least the surface of the heat resistant component (1) consists of a ceramic material which has a physico-chemical property concerning wettability such that the ceramic material is not wettable by the molten solder (3), and/or
  - a metal or a metal alloy is used for metallizing which has a physico-chemical property concerning wettability such that the metallizing is wettable by the molten solder (3).

2. Method for fixing heat resistant component (1) on a surface of a heat exposed component by brazing of at least a part of a surface of the heat resistant component (1) limited by a peripheral boundary edge (7) on the surface of the heat exposed component (4) using a molten solder (5), characterized by

- coating at least an edge area comprising the peripheral boundary edge (7) of the heat resistant component (1) with a distance layer (6) having a physico-chemical property concerning wettability such that the distance layer (6) is not wettable by the molten solder (5) and
- brazing the surface of the heat resistant component (1), having a physico-chemical property concerning wettability such that the surface is wettable by the molten solder (5), to the surface of the heat exposed component (4).

3. Method according to claim 2, characterized in that brazing is carried out under a protective atmosphere, i.e. without oxygen or a reduced amount of oxygen, and that after brazing a burning step follows in which the distance layer (6) covering at least the edge area comprising the peripheral boundary edge (7) is burned out under air atmosphere.
4. Method according to claims 2 or 3, characterized in that at least the surface of the heat resistant component (1) consists of a ceramic material, the distance layer (6) consists of carbon or a polymeric material and the solder (5) consists of a metal or metal alloy.
5. Method for fixing a heat resistant component (1) on a surface of a heat exposed component (4), by brazing a contact surface of the heat resistant component (1) limited by a peripheral boundary edge (7) on the surface of the heat exposed component (4) using a molten solder (5) or according to one of the claims 4 to 6, characterized by
  - structuring the contact surface of the heat resistant component (1) and/or the surface of the heat exposed component (4) such that an edge area of the heat resistant component comprising the peripheral boundary edge (7) does not have a contact to the surface of the heat exposed component (4) after contacting both surfaces and
  - brazing said surfaces, each having a physico-chemical property concerning wettability such that the surfaces are wettable by the molten solder (5).
6. Method according to claim 5, characterized in that structuring is performed such that after brazing the peripheral boundary edge of the heat resistant component (1) enclosing a free gap (g) with the surface of the heat exposed component (4).

7. Method according to one of the claims 1 to 6, characterized in that the solder is a braze metal alloy.
8. Method according to one of the claims 1 to 7, characterized in that the surface of the heat exposed component (4) is of metallic material which has a physico-chemical property concerning wettability such that the metal is wettable by the molten solder (5).
9. Method according to one of the claims 1 to 8, characterized in that the heat resistant component (1) is a plate-like component of ceramic material having a plate thickness between 1 mm and 10 mm, preferably 6 mm and a plate surface size between 0.5 cm<sup>2</sup> and 10 cm<sup>2</sup>.

## Abstract

The invention refers to a method for fixing a heat resistant component on (1) a surface of a heat exposed component (4), by brazing of at least a part of a surface of the heat resistant component (1) limited by a peripheral boundary edge (7) on the surface of the heat exposed component (4) using a molten solder (3).

A first alternative comprises the following steps:

- metallizing the surface of the heat resistant component (1) at least with the exception of an edge area comprising the peripheral boundary edge (7) and
- brazing said metallized surface (2) to the surface of the heat exposed component (4), wherein at least the surface of the heat resistant component (1) consists of a ceramic material which has a physico-chemical property concerning wettability such that the ceramic material is not wettable by the molten solder (3), and/or a metal or a metal alloy is used for metallizing which has a physico-chemical property concerning wettability such that the metallizing is wettable by the molten solder (3).

Fig. 1

