

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-505230

(P2017-505230A)

(43) 公表日 平成29年2月16日(2017.2.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23K 1/14 (2006.01)	B23K 1/14 A	3C059
B23H 3/10 (2006.01)	B23H 3/10 A	4E168
B23H 9/10 (2006.01)	B23H 9/10	4K018
B23H 7/38 (2006.01)	B23H 7/38 Z	
B23K 3/06 (2006.01)	B23K 3/06 G	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-536608 (P2016-536608)
 (86) (22) 出願日 平成26年10月23日 (2014.10.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年8月2日 (2016.8.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/072744
 (87) 国際公開番号 W02015/082120
 (87) 国際公開日 平成27年6月11日 (2015.6.11)
 (31) 優先権主張番号 13195721.9
 (32) 優先日 平成25年12月4日 (2013.12.4)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 515322297
 ゼネラル エレクトリック テクノロジー
 ゲゼルシャフト ミット ベシュレンク
 テル ハフツング
 General Electric Te
 chnology GmbH
 スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
 シュトラッセ 7
 Brown Boveri Strass
 e 7, CH-5400 Baden,
 Switzerland
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アイゼル・フェリックス＝ライ
 ンハルト

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ろう付け接合間隙を形成する方法及びろう付け又ははんだ付けする方法

(57) 【要約】

ろう付け又ははんだ付けにより第1の部分と第2の部分に接続するためのろう付け接合間隙を形成する方法であって、ろう付け又ははんだ付けにより前記第2の部分に接続させたい前記第1の部分の第1の接続面にマイクロ構造エレメントを付加するステップと、前記第2の部分と、前記第1の部分、又は前記第1の接続面の輪郭と同じ工具輪郭を有する電極部分とを整列させるステップと、前記第1の部分又は前記電極部分を陰極として、前記第2の部分の第2の接続面を陽極として極性を持たせることにより、前記第2の部分の第2の接続面を電解加工 (ECM) 又は精密電解加工 (PECM) するステップと、を有する、ろう付け接合間隙を形成する方法。

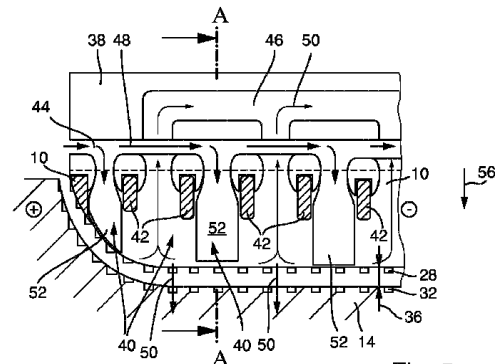


Fig. 5

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ろう付け又ははんだ付けにより第 1 の部分 (1 0) を第 2 の部分 (1 4) に接続するためのろう付け接合間隙 (3 6) を形成する方法であって、

ろう付け又ははんだ付けにより前記第 2 の部分 (1 4) に接続させたい前記第 1 の部分 (1 0) の第 1 の接続面 (1 8) にマイクロ構造エレメント (2 6 , 2 8 , 3 4) を付加するステップと、

前記第 2 の部分 (1 4) と、前記第 1 の部分 (1 0) 、又は前記第 1 の接続面 (1 8) の輪郭と同じ工具輪郭を有する電極部分とを整列させるステップと、

前記第 1 の部分 (1 0) 又は前記電極部分を陰極として、前記第 2 の部分 (1 4) を陽極として極性を持たせることにより、前記第 2 の部分の第 2 の接続面 (2 0) を電解加工 (E C M) 又は精密電解加工 (P E C M) するステップと、
を有する、ろう付け接合間隙 (3 6) を形成する方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 の部分 (1 0) に前記マイクロ構造エレメント (2 6 , 2 8 , 3 4) を付加するために、かつ / 又は前記第 1 の部分 (1 0) を製造するために、選択的レーザー溶融法 (S L M) を使用する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

突起又は凹部を、マイクロ構造エレメント (2 6 , 2 8 , 3 4) として前記第 1 の接続面 (1 8) 上に形成する、請求項 1 又は 2 記載の方法。

20

【請求項 4】

前記マイクロ構造エレメント (2 6 , 2 8 , 3 4) を、ルール、リブ、ジグザグ線又はスタガード線、実線、不連続線、破線の形態として設ける、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

電解液通路 (4 0) を前記第 1 の部分 (1 0) に組み込む、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の接続面 (1 8) と前記第 2 の接続面 (2 0) との間の前記間隙 (3 6) へと電解液を方向付けることができるように、プラスチック又は非導電性材料から成る、好適にはリッジの形態の上部フレーム (3 8) を、前記第 1 の部分 (1 0) の形状に適合させる、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の方法。

30

【請求項 7】

前記上部フレーム (3 8) を生成的製造法により製造する、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記整列を、形状的ツール、光学的ツール、数値的ツールを使用して達成する、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 の部分 (1 0) 及び前記第 2 の部分 (1 4) を固定するために機械的固定機器、好適には、クランプ、グリッパ、又はチャックを使用する、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の方法。

40

【請求項 10】

前記電解加工 (E C M) 法又は前記精密電解加工 (P E C M) 法をパルスプロセスとして行い、電源をパルスモードで動作させる、請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 11】

機械的振動を電源パルスに重畳させる、請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】

前記 E C M 法又は P E C M 法を行う前に前記第 2 の接続面 (2 0) の区分にマスキング材料 (5 8) を被着する、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載の方法。

50

【請求項 13】

第1の部分(10)と第2の部分(14)とを互いにろう付け又ははんだ付けする方法であって、

請求項1から12までのいずれか1項記載の方法を使用して、ろう付け接合間隙(36)を形成するステップと、

前記ろう付け接合間隙(36)をろう合金で充填する又はぬらすステップと、を有している、第1の部分(10)と第2の部分(14)とを互いにろう付け又ははんだ付けする方法。

【請求項 14】

前記充填プロセス又はぬらしプロセス前に、前記第1の部分(10)と前記第2の部分(14)とを、 $120\mu\text{m} \pm 30\mu\text{m}$ の間隙(36)を置いて、好適には $70\mu\text{m} \pm 20\mu\text{m}$ の間隙を置いて、平行に整列させる、請求項13記載のろう付け又ははんだ付けする方法。

10

【請求項 15】

ろう付けペースト及び/又はろう付け箔を、前記ろう付け接合間隙(36)を充填するために使用する、請求項13又は14記載のろう付け又ははんだ付けする方法。

【請求項 16】

ワイド間隙ろう付けペーストのビードを、特に高い粘性を有するワイド間隙ろう付けペーストを、前記ろう付け接合間隙(36)の外側の分割線(24)に塗布する、請求項13から15までのいずれか1項記載のろう付け又ははんだ付けする方法。

20

【請求項 17】

前記整列の前に、前記第1の部分(10)及び前記第2の部分(14)に通気孔(40)を設計する、請求項13から16までのいずれか1項記載のろう付け又ははんだ付けする方法。

【請求項 18】

前記第1の部分(10)及び前記第2の部分(14)を整列させるために機械的固定機器、好適には、クランプ、グリッパ、又はチャックを使用する、請求項13から17までのいずれか1項記載のろう付け又ははんだ付けする方法。

【請求項 19】

請求項13から18までのいずれか1項記載の方法を使用するろう付け又ははんだ付けにより接続された少なくとも2つの部分(10, 14)から成るワークピース(12)。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

説明

本発明は、ろう付け又ははんだ付けにより第1の部分(10)を第2の部分(14)に接続するためのろう付け接合間隙を形成する方法、及び第1の部分(10)と第2の部分(14)とを互いにはんだ付け又はろう付けする方法に関する。

【0002】

産業用ガスタービン(IGT)の技術分野では、このような産業用ガスタービンの個々の構成部分は、熱的及び機械的応力にさらされている。従って、しばしば産業用ガスタービンの部品を修理又は交換する必要がある。従って、このようなガスタービンの旧サービス部品、例えばガスタービンベーン又はガスタービンブレードを取り出し、腐食又は損傷を受けた部分を切り取ることが公知である。このような部分は次いで、通常、クーポンと呼ばれる新規のタービンブレード部分と交換される。このようなクーポンは通常、旧サービス構成部分を修理又は再概念化するために、又はモジュラー・ハイブリッド部品を製造するために、タービンブレード又はタービンベーンに接続される。この接続は通常、ろう付け又ははんだ付けプロセスにより達成される。しかしながら、タービンベーン又はブレードに対するクーポンの「クーポンろう付け」の際に、接続したい領域が異なる熱容量を有しているという事実起因して、ろう付け過程の加熱段階及び冷却段階において、IG

40

50

T 部品のベース部分とクーポンとの間に生じる相対運動により、再現性に関する品質の偏差が生じる恐れがある。

【 0 0 0 3 】

交換用クーポンはしばしば、3Dプリンティングのような生成的な製造方法により形成される、又は製造される。金属粉末の粒径の差により、及びろう付け接合間隙におけるろう合金分布と相互拡散が最適でないことにより、品質に大きな偏差を有する高分散が生じている。

【 0 0 0 4 】

タービンブレード又はタービンペーンの旧サービス構成部分にタービンブレード部分(クーポン)を接続する別の可能性は、2つのパーツを互いに溶接することである。しかしながら、肉薄かつ延伸された部分は、これらのパーツに必須である品質と再現性をもって接合することができないので、このようなやり方は適していない。さらに、溶接は単一ベースプロセスであるのに対し、ろう付け又ははんだ付けは、複数のパーツを同時に処理することができるパッチプロセスで行うことができる。従って、溶接は、ろう付け又ははんだ付けよりも著しく長い時間を要する。

【 0 0 0 5 】

従って、本発明の課題は、従来技術において公知の問題を克服し、ろう付け又ははんだ付けプロセス中の偏差及び品質問題を最小限にするろう付け接合間隙を形成する方法を提供することである。

【 0 0 0 6 】

この課題は、請求項1による、ろう付け又ははんだ付けにより第1の部分と第2の部分に接続するためのろう付け接合間隙を形成する方法により解決される。この方法は、ろう付け又ははんだ付けにより前記第2の部分に接続させたい前記第1の部分の第1の接続面にミクロ構造エレメントを付加するステップと、前記第2の部分と、前記第1の部分、又は前記第1の接続面の輪郭と同じ工具輪郭を有する電極部分とを整列させるステップと、前記第1の部分又は前記電極部分を陰極として、前記第2の部分を陽極として極性を持たせることにより、前記第2の部分の第2の接続面を電解加工(ECM)又は精密電解加工(PECM)するステップと、を有している。

【 0 0 0 7 】

電解加工(ECM)又は精密電解加工(PECM)は、工具電極が腐食されないので、放電加工(EDM)よりも好ましい。陰極として使用される第1の部分又は電極部分は、工具電極として機能する。ECM又はPECMの間は、酸化物スケール、又は表面のマイクロクラック、又はその他の機械的又は熱的影響を回避することができる。送り込み運動は第1の部分又は電極部分において行われ、第1の部分又は電極部分は第2の部分に向かって移動させられる。この場合、第2の部分から材料が腐食される。高電流が2つの電極間、即ち第1の部分又は電極部分と第2の部分との間に通される。電解液による材料除去プロセスが開始され、この場合、負帯電電極(陰極)と、導電性流体(電解液)と、導電性ワークピース(陽極)とが使用される。電極材料は、十分な導電性が得られるならば広範囲で変更可能である。電解液としては通常、NaCl水溶液又はNaNO₃水溶液又はこれらの任意の別の組み合わせが使用される。代替的な導電性水溶液が選択されてもよい。ECM/PECM法を使用することにより、マクロ及びミクロ構造を平行に形成することができる。ECM/PECMにより得られる誤差は±3µmであり、この場合、粗さはRa<0.05µmの範囲にある。ECM/PECM法を行うためには、金属、金属間合金、セラミックス、セラミックス基複合材料(CMCs)、又は金属基複合材料(MMCs)のような導電材料を使用することができる。

【 0 0 0 8 】

送り込み運動の移動速度は、0.1~2mm/分で継続的に変化させることができる。電解液濃度(pH及び導電率の値を含む)、流体温度、電流又は電圧のような全ての重要なプロセスパラメータは、全工程にわたって監視される。

【 0 0 0 9 】

ECM工具電極、即ち第1の部分又は電極部分を、第2の部分の近くであるが第2の部分に接触しない所望の経路に沿ってガイドすることができる。放電加工(EDM)とは異なり火花は形成されない。ECM又はPECMにより高い金属除去率が達成され、熱的応力又は機械的応力を回避できる。これらの応力はさもないと部品へと伝達される。高度な表面仕上げ品質を達成することもできる。

【0010】

好適には、接続したい部品は、産業用ガスタービンIGTのペーン又はブレードと、ペーン/ブレードの修理又は再構成のためのクーポン(タービンブレード部分)である。

【0011】

第1の部分に付加されるマイクロ構造エレメントは、好適には、機械加工、鋳造、焼結、又は付加的な製造法により加工される。整列(アライメント)は、第1の部分と第2の部分とが接続される予定の位置で行われる。ECM/PECM法が、第1の部分とは異なる別個の電極部分によって行われる場合、この電極部分は第1の接続面の輪郭と同じ輪郭を有している。従って、第1の接続面上に設けられるマイクロ構造エレメントが、電極部分の面上にも設けられている。好適には、マイクロ構造エレメントは、接続面に対して0°~90°の角度で方向付けられている。これらのマイクロ構造エレメントを設けることにより、ろう付け又ははんだ付けプロセスの間、接続すべき部分間の横方向及び/又は縦方向運動を回避することができる。マイクロ構造エレメントは好適には、ろう付け接合間隙のサイズ寸法で設けられており、即ちマイクロ構造エレメントは、第1の面から約30~200µmだけ延在している。

10

20

【0012】

ECM/PECM法は、溶接技術に対して付加的な利点を提供する。第1の部分が陰極として使用され、黒鉛電極のような付加的な電極部分を使用する必要がないならば、第1の部分の第1の接続面を工具面として使用することができる。製造行程中の第1の部分の向きに応じて生じる、又は生成的製造を行う場合に、粉末品質や選択的レーザー溶融(SLM)のプロセスパラメータに起因する、表面粗さを変化させる、残留応力に基づく幾何学的な歪みは、第1の部分及び第2の部分、第1の面及び第2の面と対応して製造することができるので、克服することができる。ECM又はPECMにより、互いに接続すべき2つの部分を適合させる際の小さな及び大きな偏差を克服することができる。電気力線は、比較的小さな間隙距離を有する領域の近くにあるので、初期状態における偏差を相殺し、均一なろう付け接合間隙を形成することができる。従って、異なる間隙距離を有する領域ではより多くの材料腐食かつ/又は異なる速度の材料溶解が起こる。

30

【0013】

好適には、前記第1の部分に前記マイクロ構造エレメントを付加するために、かつ/又は前記第1の部分を製造するために、選択的レーザー溶融法(SLM)が使用される。前記第1の部分を製造するとは、第1の部分を選択的レーザー溶融(SLM)を使用して製造すると同時にマイクロ構造エレメントを製造することもできることを意味している。第1の部分をフライスにより製造し、続く工程で選択的レーザー溶融(SLM)によりマイクロ構造エレメントを付加することも可能である。選択的レーザー溶融(SLM)は付加的な製造プロセスであって、この場合、微細な金属粉末を互いに融着することにより3次元的な金属部品を造形するために高出力のレーザービームが使用される。第1の部分の代わりに電極部分をECM/PECM法のために使用する場合、電極部分を黒鉛のような異なる材料で形成することができる。黒鉛から成る電極部分にも適用する必要があるマイクロ構造エレメントは、例えば切削、フライス加工、又は焼結によって機械加工することができる。しかしながら黒鉛電極のような別個の電極部分の使用は、ECM/PECM法の間第1の部分が電極として使用されないために、他の偏差を補償することができないので、接続すべき第1の部分と第2の部分とが明らかな幾何学的偏差を示さない場合にのみ可能である。

40

【0014】

方法の別の好適な態様は、突起又は凹部を、マイクロ構造エレメントとして前記第1の接

50

続面上に形成することを特徴とする。好適には、このような突起はポジ型のノ凸状のマイクロ構造エレメントを形成して、凹部はネガ型のノ凹状のマイクロ構造エレメントを形成している。

【0015】

前記マイクロ構造エレメントが、レール、リブ、ジグザグ線又はスタガード線、実線、不連続線、破線として設けられているならば特に好適である。

【0016】

別の特に好適な方法の態様では、電解液通路は第1の部分に組み込まれている。これらの電解液通路は、ECM/PECM法を行う前に第1の部分に組み込まれる。好適には前記通路は、電解液の流れが電極部分の設計に適合されるように、かつ電解液を第1の接続面と第2の接続面との間の間隙へと方向付けることができるように、設計されている。別個の電極部分がECM/PECM法のために使用される場合、電極部分の工具輪郭と第2の接続面との間にこのような間隙が形成されている。

10

【0017】

前記第1の接続面と前記第2の接続面との間の前記間隙へと電解液を方向付けることができるように、プラスチック又は非導電性材料から成る、好適にはリッジの形態の上部フレームを、前記第1の部分の形状に適合させるならば特に好適である。上部フレームは好適には電解液を方向付ける入口通路と出口通路とを有しており、入口通路は電解液を第1の面と第2の面との間の間隙へと方向付けており、出口通路はこの間隙から出る電解液を方向付けている。出口通路の直径は入口通路の直径よりも大きいと特に好適である。

20

【0018】

別の好適な方法の態様では、前記上部フレームを生成的製造法により製造する。このような生成的製造法はレーザー焼結であってよい。しかしながら、プラスチック製の上部フレームを使用する場合、上部フレームを製造するのに3Dプリンティングを使用すると特に好適である。

【0019】

別の好適な方法の態様では、前記整列を、形状的ツール、光学的ツール、数値的ツールを使用して達成する。第1の部分と第2の部分とを整列させるために光学的又は形状的測定を利用することができる。

【0020】

有利には、第1の部分及び第2の部分の固定のために機械的固定機器、好適には、クランプ、グリッパ、チャックを使用する。ECM/PECM法の間、陽極に向かう陰極の送り込み運動又はZ軸線に沿った重畳するパルス式の機械的な往復運動以外のいかなる相対運動をも阻止するために2つの部分には保持力が付与される。

30

【0021】

好適には、電解加工(ECM)法又は精密電解加工(PECM)法をパルスプロセスとして行い、電源をパルスモードで動作させる。

【0022】

機械的振動を電源パルスに重畳させるならば特に好適である。好適には陰極が振動させられている。振動と流体の最適な供給により、化学的に負荷された電解液の効果的な排出が得られる。

40

【0023】

別の好適な方法の態様では、前記ECM又はPECM法を行う前に前記第2の接続面の部分にマスキング材料を被着する。マスキング材料によるマスキング又はコーティング区分又は領域により、ECM/PECM法を行うべきではない領域のマスキングが達成され、コーティングされた又はマスキングされた領域におけるガルバニック材料除去を制御することができる。ECM/PECM法が行われる場合、このようなマスキングされた領域は腐食/溶解されない。

【0024】

前述の課題は、請求項13記載の第1の部分と第2の部分とを互いにろう付け又ははん

50

だ付けする方法によっても達成される。この方法は、請求項 1 から 1 2 までのいずれか 1 項記載の方法を使用して、ろう付け接合間隙を形成するステップを有している。この方法はさらに、前記ろう付け接合間隙をろう合金で充填する又はぬらすステップを有している。第 1 の部分に付加されたミクロ構造エレメント、及び第 2 の部分にネガ型として E C M 又は P E C M 法により付加されたミクロ構造エレメントは、接続すべき第 1 の部分及び第 2 の部分を連結するために利用することができる。ろう付け又ははんだ付けプロセスは好適にはバッチプロセスで行われ、接続すべき部分は加熱される。次いでろう合金は液化され、ろう付け接合間隙に充填するために使用される。加熱工程後、冷却工程が開始され、この際にろう合金は凝固する。E C M / P E C M 法により第 1 の面と第 2 の面とは常に互いに精密に結合されるので、上述したろう付け又ははんだ付けする方法は、長く広いろう付け接合にとって特に好適である。

10

【 0 0 2 5 】

好適には、前記充填プロセス又はぬらしプロセス前に、前記第 1 の部分と前記第 2 の部分とを、 $120\ \mu\text{m} \pm 30\ \mu\text{m}$ の間隙を置いて、好適には $70\ \mu\text{m} \pm 20\ \mu\text{m}$ の間隙を置いて、平行に整列させる。ろう付け中にろう合金による高度な充填性及び / 又はぬれ性を得るためには、 $70\ \mu\text{m} \pm 20\ \mu\text{m}$ の毛細管間隙が特に好適である。連続的なろう付け接合間隙により、改善された等温のろう付け凝固が達成される。何故ならば、ろう合金の溶融点降下元素の、接続すべき 2 つの面への相互拡散のための面が、ミクロ構造エレメントによって増大されるからである。これにより、ろう付け接合部内での残留共晶相とボイド形成のリスクが低下する。従って、良好な疲労寿命のような良好な機械的特性が達成される。より速い等温凝固によりさらに、冷却時に、接続すべき 2 つの面又は部分間でずれが生じる危険が減じられる。

20

【 0 0 2 6 】

ろう付け又ははんだ付けする方法の別の態様では、ろう付けペースト及び / 又はろう付け箔を、ろう付け接合間隙に充填するのに使用する。好適には、ろう付け箔は溶融紡糸ろう付け箔である。

【 0 0 2 7 】

ワイド間隙ろう付けペーストのビードを、特に、高い粘性を有するワイド間隙ろう付けペーストを、前記ろう付け接合間隙の外側の分割線に塗布すると特に好適である。ワイド間隙ろう付けペーストのビードは、この場合、漏れによる溶融ろう合金の材料損失を阻止するガスケットとして機能する。さらに、ワイド間隙ろう付けペーストのビードは、ボイド及び孔を充填するためのリザーバとして機能することができる。

30

【 0 0 2 8 】

さらなる好適な態様では、前記整列の前に、前記第 1 の部分及び前記第 2 の部分に通気孔が設計される。ろう付けペーストのバインダは、加熱工程中に気化させる必要がある。第 1 の部分及び第 2 の部分に通気孔又は冷却空気孔が設けられているならば、バインダはこれらの通気孔又は冷却空気孔を通して気化することができる。バインダの気化後、通気孔又は冷却空気孔は、毛細管作用によりろう合金によって充填することができる。従って、通気孔又は冷却空気孔を、好適には同じろう付け又ははんだ付けプロセス内で閉じることができる。

40

【 0 0 2 9 】

好適には、第 1 の部分及び第 2 の部分を整列させるために機械的固定機器、好適には、クランプ、グリッパ、又はチャックを使用する。固定機器は、接続すべき 2 つの隣接する部分 / 面の間に付加的な力を形成する。従って、ろう付けプロセス中に望ましくない相対的な移動は起こり得ない。固定機器は特に、例えば 3 D プリンティングにより、接続すべき部分に合わせて設計することができる。ろう付け接合間隙形成中又は形成直後にろう付け又ははんだ付けプロセスが行われると、特に好適である。E C M / P E C M 法のために整列させなければならない第 1 の部分及び第 2 の部分は、ろう付け又ははんだ付けプロセスの間、整列された位置に保持することができる。

【 0 0 3 0 】

50

上述した課題は、請求項 19 記載のワークピースによっても達成される。このワークピースは、請求項 13 から 18 までのいずれか 1 項記載の方法を使用するろう付け又ははんだ付けにより接続された少なくとも 2 つの部分から成る。

【0031】

産業用ガスタービン (IGT) の分野では、上述した全ての処置が、ろう付け接合の機械的特性を改善するために重要である。IGT 部分間でのろう付け接合部は通常、熱的及び機械的に高度に負荷される領域である。従って、上述した方法は特に、ろう付け接合部が付加的な機械的連結部なしに、熱的かつ/又は機械的全負荷を支持しなければならない全ての領域にとって特に重要となりえ、この場合、機械的連結も良好なオプションである。

10

【0032】

請求項に記載の発明のさらなる利点および詳細は、この後、図面および図面の説明に関連して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】タービンプレード部分を示した図である。

【図 2】タービンプレードの修理又は再概念化のためにタービンプレードベース部材上に配置されたタービンプレード部分を示した図である。

【図 3】図 1 によるタービンプレード部分の底面を示した図である。

【図 4】タービンプレード部分なしに図 2 に示したタービンプレードベース部材を示した図である。

20

【図 5】ECM/PECM法の間、タービンプレード部分を有したタービンプレードベース部材を示す縦断面図である。

【図 6】図 5 の A - A 線に沿った別の断面図である。

【図 7】異なるマイクロ構造エレメントを備えたタービンプレード部分の異なる態様を示した図である。

【図 8】異なる態様のマイクロ構造エレメントを備えたタービンプレード部分の異なる区分を示した図である。

【0034】

図 1 には、しばしばクーポンと呼ばれるタービンプレード部分 10 が示されている。このようなクーポン 10 は通常、産業用ガスタービン (IGT) の旧サービス部品の再概念化又は補修に使用される。産業用ガスタービンのベーン又はタービンプレードを補修するために、ベーン又はブレードは、損傷部分を除去し、新規の部分に置き換えるように機械加工される。即ち、タービンプレード部分 (クーポン) 10 は、損傷部分と置き換えるために使用される。

30

【0035】

図 2 には、タービンベーン/タービンプレード 12 の詳細が示されており、タービンプレード部分 10 はタービンベース部材 14 に取り外し可能に取り付けられている。タービンベース部材は、産業用ガスタービンにタービンプレード/タービンベーンを取り付けるための脚部材 16 を有している。タービンプレード部分 10 の第 1 の面 18 とタービンベース部材 14 の第 2 の面 20 とは、タービンプレード/タービンベーンが高温ガス露出外面 22 を有するように配置されている。しかしながら、タービンプレード部分 10 とタービンベース部材 14 とは、分割線 24 で分離されているので、2 つの別個の部分であることが判る。

40

【0036】

先端技術では、タービンプレード部分 (クーポン) 10 とタービンベース部材 14 とは、パーツのろう付け又ははんだ付け又は溶接により互いに取り付けられている。しかしながらタービンプレード部分 10 とタービンベース部材 14 とを接続する場合、ろう付けは高い精度を要する。ろう付け又ははんだ付けプロセスの冷却段階では、タービンプレード部分 10 とタービンベース部材 14 との間に相対運動が起こるといった問題がしばしば生じ

50

ている。タービンブレード部分 10 をタービンベース部材 14 に溶接する場合、肉薄の壁と延伸された部分とを、同じ品質と必要な再現性をもって接合することができない。さらには溶接により、構成部分に残留応力が生じる。

【0037】

従って、タービンブレード部分 10 をタービンベース部材 14 に接続するための新規の方法を説明する。図 1 ~ 図 8 に示した態様によれば、図 3 では底面を示したタービンブレード部分 10 は、第 1 の面 18 に形成された複数のマイクロ構造エレメントを有している。これらのマイクロ構造エレメントは好適にはエンボス線 26 又は立方体エンボス 28 として形成されている。マイクロ構造エレメント 26, 28 は好適には、第 1 の面 18 から 30 ~ 200 μm の高さで配置されている。

10

【0038】

これらのマイクロ構造エレメント 26, 28 は、ろう付けプロセスの向上のために、ろう付け又ははんだ付けプロセスに使用される。タービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 とを互いにろう付けするために、均一で連続的なろう付け接合間隙を形成するのが好適である。従って、タービンベース部材 14 の第 2 の面 20 に、第 1 の面 18 のネガ型を作製するのが好ましい。

【0039】

図 4 には、タービンベース部材 14 が示されており、この場合、第 2 の面 20 は既に、第 1 の面に適合されていて、第 1 の面 18 のネガ型を有している。第 2 の面 20 は、エンボス線 26 に対応する線状凹部 30 と、立方体エンボス 28 に対応する立方体状凹部 32 とを有している。

20

【0040】

別のエンボス線 26 又は立方体又はピラミッド型エンボスのようなマイクロ構造エレメントの別の好適な態様は図 7 及び図 8 に示されている。タービンブレード部分 10 は、エンボス線 26 だけを又は立方体エンボス 28 だけを有して良い。しかしながら両者の組み合わせも可能である。立方体エンボス 28 は、平行に整列されているピラミッド型又は屋根型エンボス 34 に置き換えられてもよい。図 8 に示したように、エンボス 28, 34 は、タービンブレード部分 10 の長手方向軸線に対して平行に整列させられてよい。立方体エンボス 28 又はピラミッド型エンボス 34 をタービンブレード部分 10 の長手方向軸線に対して垂直に配置することもできる。エンボス 28, 34 の数は、エンボス 28, 34 の構造に応じて変更することができる。

30

【0041】

図 3 に戻るが、マイクロ構造エレメントをなすエンボス線 26 と立方体エンボス 28 とは、好適には選択的レーザー溶融法 (SLM) により第 1 の面 18 に付加される。選択的レーザー溶融法 (SLM) は付加的な製造プロセスであって、この場合、微細な金属粉末を互いに融着することにより 3 次元的な金属部品を造形するために高出力のレーザービームが使用される。また、選択的レーザー溶融法 (SLM) によってタービンブレード部分 (クーポン) 10 全体を製造することもできる。選択的レーザー溶融法は、マイクロ構造エレメント 26, 28, 34 を製造するのに特に好適である。タービンベース部材 14 の第 2 の面 20 にマイクロ構造エレメントのネガ型、線状凹部 30、立方体状凹部 32 を造形するために、新規の方法を図 5 及び図 6 につき説明する。

40

【0042】

図 5 には、間隙 36 を置いて互いの上に配置されたタービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 の断面図が示されている。エンボス線 26 と立方体エンボス 28 のネガ型を造形するために、電解加工 (ECM) 法又は精密電解加工 (PECM) 法が行われる。タービンブレード部分 10 は陰極の極性を有し、タービンベース部材 14 は陽極の極性を有する。タービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 との間に高電流が通され、電解による材料除去プロセスが行われる。タービンブレード部分 10 は ECM / PECM 法のための工具として使用され、タービンベース部材 14 は機械加工され、タービンベース部材 14 から材料が除去される。導電性流体 (電解液)、好適には NaCl 水溶液又

50

は NaNO_3 水溶液又はこれらの任意の組み合わせが ECM/PECM 法のために使用される。電解液を間隙 36 へと方向付けるために、プラスチック又は非導電材料から成るリッジの形態の上部フレーム 38 が、タービンブレード部分 10 の形に適合されている。タービンブレード部分 10 は貫通孔 40 と補強リブ 42 を有している。部品設計により得られる構造が、間隙 36 へと電解液を方向付ける電解液流ガイドのための「通路」として利用される。上部フレーム 38 は、電解液を間隙 36 へと方向付ける入口通路 44 を有するように設計されていて、この場合、タービンベース部材 14 の第 2 の面 20 から材料が除去される。上部フレーム 38 はさらに、間隙から電解液を導出する出口通路 46 を有している。入口通路 44 における電解液流は矢印 48 で示されており、出口通路 46 における電解液流は矢印 50 で示されている。上部フレーム 38 は入口通路 44 に流体接続している流入カニューレ 52 と、出口通路 46 に流体接続している流出カニューレ 54 とを有している。図 5 では、流入カニューレ 52 と流出カニューレ 54 とは補強リブ 42 の間の貫通孔 40 内に配置されている。電解液は入口通路 44 と流入カニューレ 52 とを通過して間隙 36 へとガイドされ、次いで流出カニューレ 54 と出口通路 46 とを通過して導出される。ECM/PECM 法の間、陽極として極性を有するタービンベース部材 14 の材料は電解液内で溶かされると、矢印 56 で示したように、タービンブレード部分の送り込み運動が行われる。ECM/PECM 法により、エンボス 28 を有するタービンブレード部分 10 の第 1 の面 18 のネガ型が、タービンベース部材 14 に形成される。従って、立方体エンボス 28 に対応する立方体状凹部 32 が造形される。

10

20

【0043】

図 6 には、貫通孔 40 の領域における図 5 の A - A 線に沿った断面図が示されている。従って、図 6 の断面図には補強リブ 42 は示されていない。リッジ状の上部フレーム 38 はタービンブレード部分 10 の上部に取り付けられている。電解液流入カニューレ 52 は貫通孔 40 内に挿入されていて、矢印 48 で示したように電解液を間隙 36 へとガイドしている。電解液流入カニューレ 52 は、プラグ接続により上部フレーム 38 に接続されている。図 6 では、マスキング材料から成るマスキングプラグ 58 が、タービンベース部材 14 の第 2 の面 20 に取り付けられている。マスキングプラグ 58 は、ECM/PECM 法を行う前に取り付けられ、マスクされた領域の機械加工を防止し、電解液流を方向付ける。しかしながら、立方体エンボス 28 の区分にはこのようなマスキングプラグ 58 は設けられていない。従って、対応する第 2 の面 20 は ECM/PECM 法により機械加工され、立方体エンボス 28 に対応する立方体状凹部 32 が形成される。

30

40

【0044】

ECM/PECM により、エンボス 26, 22, 34 を有するタービンブレード部分 10 の第 1 の面 18 の正確なネガ型を造形することができる。得られる誤差は約 $\pm 3 \mu\text{m}$ であり、この場合、粗さ RA は $0.05 \mu\text{m}$ よりも小さい。図 5 の矢印 56 に沿った送り込み運動は、 $0.1 \sim 2 \text{ mm/分}$ で継続的に変化させることができる。ECM/PECM 法の間、電解液濃度、流体温度、電流又は電圧のような全ての重要なプロセスパラメータは監視される。ECM/PECM 法の間、工具の摩耗は極めて低いので、タービンブレード部分 10 のことである切削工具は腐食されていない。従って ECM/PECM 法の後、タービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 の双方は完璧な面を有しており、タービンブレード部分 10 の第 1 の面 18 上に形成されたマイクロ構造エレメント 26, 28, 34 は、タービンベース部材 14 の凹部 30, 32 に対応するように形成される。

【0045】

タービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 とを互いにろう付け又ははんだ付けする際には、タービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 とは、約 $120 \mu\text{m} \pm 30 \mu\text{m}$ の連続的なろう付け接合間隙をおいて配置される。ろう付け中にろう合金による高度な充填性又はぬれ性を得るためには、 $70 \mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$ の毛細管間隙が好適である。有利には、漏れによる溶融ろう合金の材料損失を阻止するために、かつボイドや孔を充填するリザーバとして機能するために、タービンブレード部分 10 とタービンベース部材 14 との間の外側の分割線 24 には、ワイド間隙ろう付けペーストのビードを、特に、

50

高い粘性を有するワイド間隙ろう付けペーストを塗布することができる。

【 0 0 4 6 】

ガルバニック材料除去を制御するために、電気絶縁性のトップコートを塗布することにより、陰極のクーポンのミクロ構造を局所的に絶縁することができる。

【 0 0 4 7 】

開示された接合法は、特に、長い及び／又は広い接合部を接合するために特に有益である。

【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

1 0	タービンブレード部分 (クーポン)	10
1 2	タービンベーンベース	
1 4	タービンベース部材	
1 6	脚部材	
1 8	第 1 の面	
2 0	第 2 の面	
2 2	外面	
2 4	分割線	
2 6	エンボス線	
2 8	立方体エンボス	
3 0	線状凹部	20
3 2	立方体状凹部	
3 4	屋根型エンボス	
3 6	間隙	
3 8	上部フレーム	
4 0	貫通孔	
4 2	補強リブ	
4 4	入口通路	
4 6	出口通路	
4 8	矢印	
5 0	矢印	30
5 2	流入カニューレ	
5 4	流出カニューレ	
5 6	矢印	
5 8	マスキングプラグ	

【 図 1 】

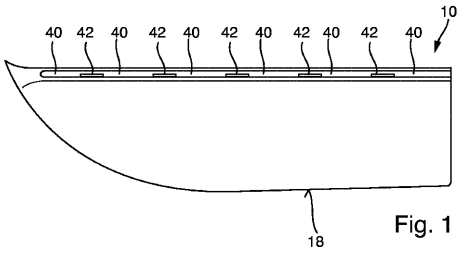


Fig. 1

【 図 4 】

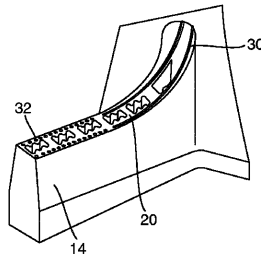


Fig. 4

【 図 2 】

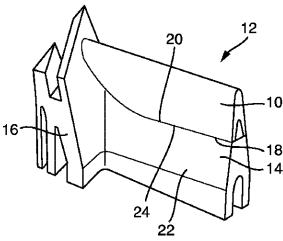


Fig. 2

【 図 5 】

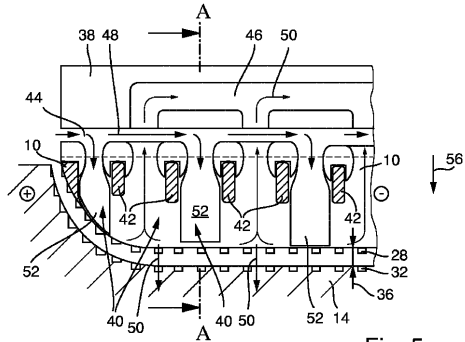


Fig. 5

【 図 3 】

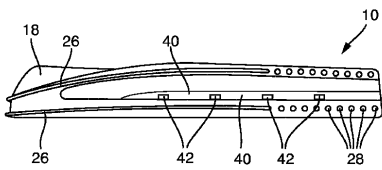


Fig. 3

【 図 7 】

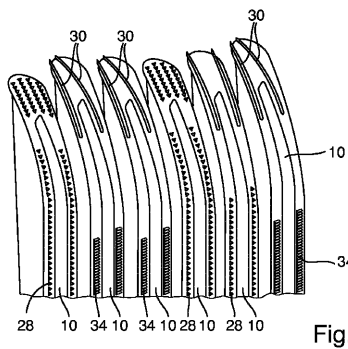


Fig. 7

【 図 6 】

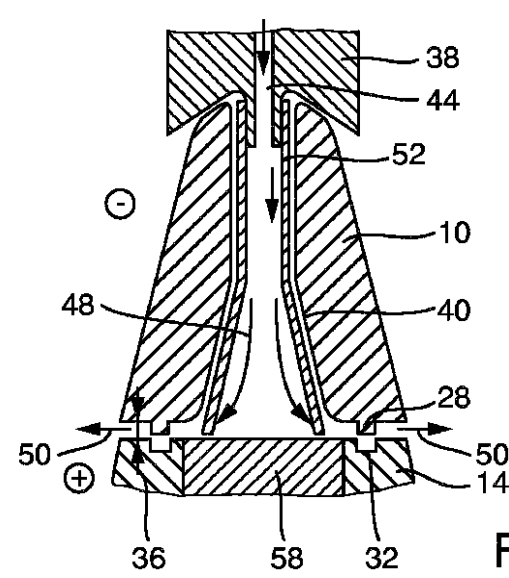


Fig. 6

【 図 8 】

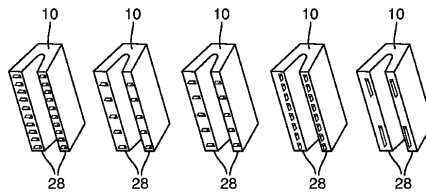


Fig. 8

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/072744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. B23H9/10	B23K1/00 B23K1/20 B23P6/00	
ADD. B23H3/00	B23K26/34	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23H B23K B23P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/198676 A1 (RICKENBACHER LUKAS EMANUEL [CH] ET AL) 9 August 2012 (2012-08-09) claims 21,25 paragraphs [0033], [0036] paragraphs [0051], [0052] -----	1-19
X	EP 2 317 075 A2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 4 May 2011 (2011-05-04) paragraphs [0039] - [0042] -----	1,2, 8-13,15, 19
A	EP 2 011 597 A2 (TURBOCAM INC [US]) 7 January 2009 (2009-01-07) figure 10 ----- -/--	10,11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
12 December 2014	22/12/2014	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jaeger, Hein	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/072744

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 005364 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 16 August 2007 (2007-08-16) abstract; figures -----	1,13,19
A	DE 199 63 714 A1 (ABB ALSTOM POWER CH AG [CH]) 5 July 2001 (2001-07-05) figure 2 -----	1,19

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/072744

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012198676 A1	09-08-2012	CA 2766423 A1 CH 704448 A1 EP 2484481 A1 TW 201235551 A US 2012198676 A1	03-08-2012 15-08-2012 08-08-2012 01-09-2012 09-08-2012
EP 2317075 A2	04-05-2011	CA 2717830 A1 EP 2317075 A2 ES 2402257 T3 US 2011099810 A1	30-04-2011 04-05-2011 30-04-2013 05-05-2011
EP 2011597 A2	07-01-2009	EP 2011597 A2 US 2009008264 A1	07-01-2009 08-01-2009
DE 102006005364 A1	16-08-2007	NONE	
DE 19963714 A1	05-07-2001	NONE	

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 2 3 K 3/00 (2006.01)	B 2 3 K 3/00	3 1 0 F
B 2 3 K 1/00 (2006.01)	B 2 3 K 1/00	3 3 0 P
B 2 3 K 26/21 (2014.01)	B 2 3 K 26/21	Z
B 2 3 K 26/34 (2014.01)	B 2 3 K 26/34	
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00	
B 3 3 Y 80/00 (2015.01)	B 3 3 Y 80/00	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74) 代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74) 代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74) 代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72) 発明者 アレクサンダー シュタンコヴスキ

スイス国 ヴューレンリンゲン ミッテルガッセ 17

(72) 発明者 ズィモーネ ヘーフェル

スイス国 レングナウ シュールシュトラッセ 24

Fターム(参考) 3C059 AA02 DC06 EA02 HA13

4E168 BA35 BA81 JB04

4K018 CA44 EA51 EA60