(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2004-233044
(P2004-233044A)
(43)公開日　平成16年8月19日(2004.8.19)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
F28F 21/00	F28F	21/00	4E067
B23K 20/00	B23K	20/00　B	
B23K 20/16	B23K	20/00　310J	
// B23K 101:18	B23K	20/00　310L	
	B23K	20/00　310M	

審査請求 未請求　請求項の数 21　OL　（全 15 頁）　最終頁に続く

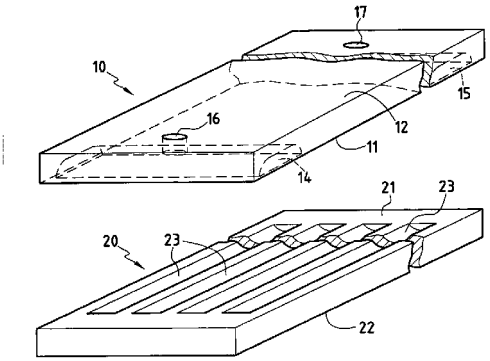
(21)出願番号　特願2004-23406 (P2004-23406)
(22)出願日　平成16年1月30日 (2004.1.30)
(31)優先権主張番号　0301040
(32)優先日　平成15年1月30日 (2003.1.30)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

(71)出願人　502202281
スネクマ・プロピュルシオン・ソリド
ＳＮＥＣＭＡ　ＰＲＯＰＵＬＳＩＯＮ　ＳＯＬＩＤＥ
フランス、エフ－３３１８７ル・アヤン・セデックス、ル・アヤン・レ・サンク・シュマン
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(74)代理人　100091351
弁理士　河野　哲
(74)代理人　100088683
弁理士　中村　誠
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱構造複合材料を使った能動冷却パネルの製造方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】パネルの内部通路内を流れる流体に対して効率的で、耐久性のある漏れを示さない熱構造複合材料を用いた能動冷却パネルの製造方法を提供する。
【解決手段】金属コーティングが、流路２３を形成する凹みが在る第１の熱構造複合材料部品２０の内側面と、第１の部品の内側面に対して適用するための第２の熱構造複合材料部品１０の内側面にも形成され、この第１及び第２の部品は、熱間圧縮、特には、熱間等静圧圧縮により前記内側面同士を向き合わせて結合することにより共に組立てられ、これにより一体化された流体流路を有する熱構造複合材料冷却パネルを得る。本発明は、航空機エンジンにおける燃焼室またはロケットエンジンの分岐部分、あるいは、核融合反応器におけるプラズマ閉込めチャンバの壁のような熱交換器壁を作製するために適用することができる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
流路を形成する凹みが在る内側面を有する熱構造複合材料の第１の部品を供給すること、前記第１の部品の前記内側面上に金属コーティングを形成すること、前記第１の部品の前記内側面上への適用のための内側面を有する熱構造複合材料の第２の部品を供給すること、前記第２の部品の前記内側面上に金属コーティングを形成すること、及び、前記第１及び第２の部品の前記内側面同士を向き合わせて結合することにより前記第１及び第２の部品を共に組立てること、これにより一体化された流体流路を有する熱構造複合材料の冷却パネルを得ることからなる工程を有し、
前記第１及び第２の部品が、熱間圧縮により前記第１及び第２の部品の前記内側面同士を向き合わせて結合することにより共に組立てられることを特徴とする能動冷却パネルの製造方法。
【請求項２】
前記結合が、熱間等静圧圧縮により実行されることを特徴とする請求項１記載の方法。
【請求項３】
前記結合が、ホットプレス中に前記第１及び第２の部品を加圧することにより実行されることを特徴とする請求項１記載の方法。
【請求項４】
熱間圧縮による前記結合が、前記第１及び第２の部品の前記内側面上に形成された前記金属コーティングの少なくとも一部を用いてなされることを特徴とする請求項１ないし３のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項５】
熱間圧縮による前記結合のために、金属コーティングが設けられた前記第１及び第２の部品の前記内側面の間に金属箔が挿入されることを特徴とする請求項１ないし４のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項６】
前記金属コーティングが、第１の堆積層及び第２の重ね合わせ堆積層を形成することにより形成され、前記第１の堆積層は、前記熱構造複合材料の成分と前記第２の重ね合わせ堆積層との間の反応バリアを形成する機能、及び／または、熱膨張を調整する機能を有し、前記第２の重ね合わせ堆積層は、熱間圧縮による前記部品間の結合に寄与することを特徴とする請求項１ないし５のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項７】
前記第１の堆積層が、レニウム、モリブデン、タングステン、ニオブ及びタンタルから選択されることを特徴とする請求項６記載の方法。
【請求項８】
共に組立てられる前記第１及び第２の部品が、シリコンを含む複合材料から作製され、前記第１の堆積層が、レニウムからなることを特徴とする請求項６記載の方法。
【請求項９】
熱間圧縮により結合することを可能にする前記金属層の前記金属が、ニッケル、銅、鉄、及びこれらのうちの少なくとも１またはそれ以上の合金から選択されることを特徴とする請求項４ないし８のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項１０】
熱間圧縮により結合することを可能にする前記金属が、ニッケル及びニッケル基合金から選択されることを特徴とする請求項４ないし８のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項１１】
前記金属コーティングが、少なくとも一部が物理蒸着により形成されることを特徴とする請求項１ないし１０のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項１２】
前記金属コーティングが、少なくとも一部がプラズマスパッタリングにより形成されることを特徴とする請求項１ないし１１のうちのいずれか１項記載の方法。

【請求項１３】
前記第１及び第２の部品の前記内側面に、金属箔を用いた熱間等静圧圧縮により前記金属コーティングが設けられることを特徴とする請求項１ないし５のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項１４】
前記第１の部品に、前記第１の部品の前記内側面の前記凹みに整合するように予め形作られた金属箔が組み合わせられることを特徴とする請求項１３記載の方法。
【請求項１５】
前記金属コーティングを形成する前記金属箔が、ニオブ、モリブデン、タングステン、タンタル及びレニウムから選択される金属からなることを特徴とする請求項１３または１４のいずれか一方記載の方法。
【請求項１６】
共に組立てられる前記第１及び第２の部品の前記内側面上に前記金属コーティングを形成する前に、少なくとも一方の前記内側面上の前記熱構造複合材料の表面多孔性を減少させる処理が行われることを特徴とする請求項１ないし１５のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項１７】
前記多孔性減少処理が、前記第１及び第２の部品の少なくとも一方の前記内側面に懸濁液をつけること、前記懸濁液は溶液中にセラミック粉末及びセラミック材料前駆体を含み、該前駆体をセラミック材料に変態させることを含むことを特徴とする請求項１６記載の方法。
【請求項１８】
前記セラミック材料前駆体が、熱処理により架橋され、セラミックへと変態するポリマーであることを特徴とする請求項１７記載の方法。
【請求項１９】
前記前駆体をセラミック材料へと変態させた後で、前記金属コーティングを形成する前に、セラミック堆積層が、共に組立てられる前記第１及び第２の部品の前記内側面上に化学蒸気溶浸または化学蒸着により作製されることを特徴とする請求項１７または１８のいずれか一方記載の方法。
【請求項２０】
共に組立てられる前記第１及び第２の部品が、セラミック基質複合材料から作製されることを特徴とする請求項１ないし１９のうちのいずれか１項記載の方法。
【請求項２１】
共に組立てられる前記第１及び第２の部品が、セラミック基質材料から作製され、前記基質は、少なくとも一部が炭化シリコンにより構成されていることを特徴とする請求項２０記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、熱構造複合材料を使った能動冷却パネルの製造に関する。
【背景技術】
【０００２】
本発明の背景
用語「能動冷却パネル（ａｃｔｉｖｅ　ｃｏｏｌｉｎｇ　ｐａｎｅｌ）」は、本明細書中においては、このパネルが高温あるいは高熱流束に曝されることにより受ける熱を取り去る目的で、この中を通過する冷却流体を有するパネルを意味するものとして使用される。
【０００３】
用語「熱構造複合材料（ｔｈｅｒｍｏｓｔｒｕｃｔｕｒａｌ　ｃｏｍｐｏｓｉｔｅ　ｍａｔｅｒｉａｌ）」は、本明細書中においては、複合材料を構造要素の構成のために好適

なものとする機械的性質を有し、高温でのこれらの機械的性質を一定に保つ能力を有する複合材料を意味するものとして使用される。熱構造複合材料は、典型的には、炭素の基質（ｍａｔｒｉｘ）により高密度化された炭素繊維からなる補強構造を含む炭素－炭素（Ｃ／Ｃ）型複合材料、及び、セラミック基質により高密度化された耐火繊維（特には、炭素繊維またはセラミック繊維）の補強構造を含むセラミック基質複合（ＣＭＣ）材料である。

【０００４】

本発明の用途は、特には、航空機エンジン内の燃焼室の壁、この壁はチャンバに注入される燃料により構成することができる冷却流体を伝達する、あるいは、同じく流体により冷却されるロケットエンジンの分岐部分（ｄｉｖｅｒｓｉｎｇ　ｐｏｒｔｉｏｎ）のための壁、この流体はこのロケットエンジンの燃焼室に注入される燃料成分とすることができる、あるいは、実際には、核融合反応器内のプラズマ閉込めチャンバの壁を構成することにある。このような適用において、このパネルは、高温または高熱流束に曝されるその面と、これが伝達する流体との間の熱交換器として働く。

【０００５】

そのような熱交換器壁において、熱構造複合材料からなる能動冷却パネルの使用は、そのような熱交換器を含むシステムの運転をより高温にまで広げることを可能にし、及び／または、そのようなシステムの寿命を延ばすことを可能にする。運転温度を上昇させることは、性能、特には、航空機または宇宙船エンジンにおける燃焼室あるいはノズルの効率を増加させることを可能にすることができ、また、航空機エンジンにより放出される汚染の量を低減させることもできる。

【０００６】

熱構造複合材料を使った部品（ｐａｒｔ）を作製する際には、一般的には、作製されるべき部品の形状に近い形状に調製された多孔質繊維プレフォームが必要であり、その後、このプレフォームは高密度化される。

【０００７】

高密度化は、液体技術あるいはガス技術により実行することができる。液体高密度化は、基質材料の前駆体である液体をプレフォームに含浸させることにあり、この前駆体は一般的には樹脂であり、さらに、通常は熱処理により、この前駆体を変態させることにある。ガス技術あるいは化学蒸気溶浸（ｃｈｅｍｉｃａｌ　ｖａｐｏｒ　ｉｎｆｉｌｔｒａｔｉｏｎ）（ＣＶＩ）は、囲いの中にプレフォームを配置し、反応ガスをこの囲いの中に入れることにあり、このガスは、圧力及び温度の限定された条件下でプレフォームの気孔の中に拡散し、このガスの１またはそれ以上の成分が分解あるいは共に反応することにより、この中に固体堆積物を形成する。両技術共に、液体またはＣＶＩを用いることがよく知られており、例えば、液体に続いてＣＶＩを用いてプレフォームの予備的高密度化（ｐｒｅｄｅｎｓｉｆｉｃａｔｉｏｎ）あるいは圧密化（ｃｏｎｓｏｌｉｄａｔｉｏｎ）を実施することにより、これらを併用することができる。

【０００８】

用いられる高密度化方法がどれであっても、熱構造複合材料は、残留する多孔性を示すため、内部の流体－伝達通路を有する冷却パネルを形成する際に、それだけで使用するためには不適当であり、これはそのような通路の壁は漏れが生ずるためである。

【０００９】

多くの解決法が、この困難を克服し、流れる流体を用いた能動冷却を多孔性の耐火材料の使用と併用させることを可能にするために提案されてきた。

【００１０】

第１の解決法は、高温に曝される側に黒鉛からなる前面プレートを有し、さらに、この中に作製された冷却流体を伝達するための流路を有する金属、特には鋼からなる背面プレートを有するパネルを作製することにある。この２つのプレートは、ろう付けにより共に組み立てられ、鋼及び黒鉛の異なる熱膨脹率を調整するために間に挿入される金属の層を有する。固体金属の存在は、冷却パネルの質量の点で不利になる。加えて、黒鉛プレート

及び金属プレートの中を熱がこれに沿って伝わる行路の長さは、露出した面を冷却する能力に制限を与える。

【００１１】

もう一つの解決法は、熱構造複合材料のブロック内に通路を形成し、例えば、銅からなる金属裏地をろう付けすることにより通路漏れのないことが保証された壁を作製することにある。

【００１２】

さらなる他の解決法は、熱構造複合材料を使った２つのプレートを作製することにあり、このプレートのうちの１つは、他のプレートに対面する面と結合される面に機械加工された流路があり、この組立てはろう付けにより実施される。

【００１３】

第２及び第３の解決法は、質量及び熱流行路長さの短縮の点では満足できるものであったが、非常に高温への繰り返される露出に続く金属裏地またはろう付けクラッキングが原因である漏出問題を生じることがある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１４】

本発明の目的及び要旨

本発明の目的は、パネルの内部通路内を流れる流体に対して効率的で、耐久性のある漏れを示さない熱構造複合材料を使った能動冷却パネルの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本発明の目的は、流路を形成する凹みが在る内側面を有する熱構造複合材料の第１の部品を供給すること、第１の部品の前記面上に金属コーティングを形成すること、第１の部品の前記内側面への適用のための内側面を有する熱構造複合材料の第２の部品を供給すること、第２の部品の前記内側面上に金属コーティングを形成すること、及び、これらの前記内側面同士を向き合わせて結合することにより第１及び第２の部品を共に組立てること、これにより一体化された流体流路を有する熱構造複合材料の冷却パネルを得ることからなる工程を含むタイプの方法により達成され、この方法において、本発明に従えば、これらの部品は、熱間圧縮によりこれらの前記内側面同士を向き合わせて結合することにより共に組立てられる。

【００１６】

結合は、これらの部品を熱間等静圧圧縮（ｈｏｔ　ｉｓｏｓｔａｔｉｃ　ｐｒｅｓｓｉｎｇ）するか、またはホットプレス中に加圧すること（ｐｒｅｓｓｉｎｇ）により実行することができる。

【００１７】

この種の結合は、ろう付けに必要とされるような液体の使用の回避の利点を示し、必要とされる温度は、ろう付けに必要とされるよりも低い。このように、金属コーティングの連続性は、より良好に保護される。

【００１８】

この方法の実行において、熱間圧縮による結合には、第１及び第２の部品の前記内側面上に形成される金属コーティングの少なくとも一部の使用がなされ、金属コーティングは、封止の提供及び結合の提供の両方に役立つ。

【００１９】

変形例において、あるいはこれに加えて、熱間圧縮による結合のために、共に組立てられる部品の少なくとも一方の内側面の上で、適した場所に、より良好な封止を保証するために、金属コーティングが設けられたこれらの部品の前記内側面の間に金属箔が挿入される。

【００２０】

この方法の特別な実行においては、金属コーティングは、第１の堆積層及び第２の重ね

合わせ堆積層（ｓｕｐｅｒｐｏｓｅｄ　ｄｅｐｏｓｉｔ）を形成することにより形成され、この第１の堆積層は、熱構造複合材料の成分と第２の堆積層との間の反応バリアを形成する機能、及び／または、膨張を調整する（ｍａｔｃｈｉｎｇ）機能を有し、第２の堆積層は、熱間圧縮による部品の間の結合に寄与する。

【００２１】

第１の堆積層は、レニウム、モリブデン、タングステン、ニオブ及びタンタルから選択することができる。共に組立てられるこれらの部品が、シリコンを含む複合材料から作製されるときには、第１の堆積層は、好ましくはレニウムからなる。

【００２２】

熱間圧縮による結合を可能にする金属層の金属は、ニッケル、銅、鉄、およびこれらのうちの少なくとも１またはそれ以上の合金から選択することができる。ニッケルまたはニッケル合金を使用することが好ましい。

【００２３】

金属コーティングは、好都合には、少なくとも一部が物理蒸着あるいはプラズマスパッタリングにより形成される。

【００２４】

この方法のもう一つの特別な実行においては、これらの部品の前記内側面に、金属箔を用いた熱間等静圧圧縮により金属コーティングが提供される。

【００２５】

その後、第１の部品に、第１の部品の内側面内の凹みの形状に整合するように予め形作られた金属箔を組み合わせることができる。

【００２６】

金属コーティングを形成するこの箔は、ニオブ、モリブデン、タングステン及びタンタルから選択される金属からなるようにすることができる。

【００２７】

本発明の有利な特徴に従えば、共に組立てられるこれらの部品の前記内側面上に金属コーティングを形成する前に、少なくとも１つの前記内側面上の熱構造複合材料の表面多孔性を減少させるための処理が行われる。

【００２８】

この多孔性における減少は、部品の少なくとも１つの前記内側面の表面に懸濁液をつけ、この懸濁液は溶液中にセラミック粉末及びセラミック材料前駆体を含み、さらに、この前駆体をセラミック材料に変態させることにより達成することができる。

【００２９】

このセラミック材料前駆体は、熱処理によりセラミックへと変態する前に架橋されるポリマーとすることができる。

【００３０】

セラミック材料前駆体が変態した後で、金属コーティングが形成される前に、共に組立てられるこれらの部品の前記内側面上に、これらの表面上にセラミックの薄く、連続的な層を形成するように、化学蒸気溶浸または化学蒸着によりセラミックを堆積させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３１】

本発明は、以下に与えられる本発明を限定するものではない記載及び付随の図面を読むことにより、より理解することができるであろう。

【００３２】

本発明の実行の詳細な記載

この方法の第１の工程は、熱構造複合材料で作製された２つの部品を提供することにあり、この２つの部品を共に組立てることにより冷却パネルを構築することができるように、このうちの少なくとも一方は、流路を構成するための凹みが形成された面を有する。

【００３３】

図１は、プレートの形態にある２つのそのような部品１０及び部品２０を示している。この部品１０及び部品２０は、合わせて組立てられる内側面１１，２１、及び、それらの内側面に対して反対側の外側面１２，２２がある。

【００３４】

この例示においては、実質的に半円形の断面の流路２３を形成する凹みが、部品２０の内側面２１に形成され、一方、部品１０の内側面１１は、いずれのそのような凹みも有してはいない。

【００３５】

変形例においては、この凹みが、好都合には、２つの向かい合う凹みを併合することにより各流路を構築することができるように見当を合わせて位置する区域に、内側面１１及び内側面２１の両方に形成されてもよい。

【００３６】

この流路が一方の形成品にのみ形成されるときには、冷却パネルの使用時に、その外側面が熱流束に曝される方の部品にこれらを形成することが好ましく、これは、前記曝される面と流路を流れる冷却流体との間の熱流行路の長さを短縮できるようにするためである。

【００３７】

この例示においては、流路２３は、部品２０の長さの大部分にわたって広がっており、それらの末端は、部品１０の内側面１１に形成された凹み１４，１５により形成されるマニホールドへと開口している。マニホールド及び部品１０の外側表面１２へと開口している穴１６，１７は、マニホールドを冷却流体を供給あるいは除去するための管路と連通させる、あるいは、カップリングを介して隣接する類似の冷却パネルと連通させることができる。部品１０は、壁厚さの過剰な局部的減少を避けることができるように、凹み１４，１５を超えた厚みであるとよい。

【００３８】

このマニホールドも同様に、部品１０及び部品２０の両方の内側面１１及び内側面２１に形成された凹みを併せることにより形成することができる。

【００３９】

変形例においては、流路２３は、部品２０の末端壁へと開口している少なくとも１つの末端をそれぞれ有することができる。冷却パネルが形成された後に、流路の開口末端を、カップリングを介してこのパネルの外側に配置されたマニホールドまたは隣接するパネルにおける類似の流路のいずれかに連結させることができる。

【００４０】

この図面では、４本の流路２３のみが示されているが、流路の数をより多くすることができる。

【００４１】

部品１０及び部品２０は、一般的には、矩形の平行配管（ｐａｒａｌｌｅｌｐｉｐｅｄｓ）の形態とすることができ、あるいは、これらは湾曲していてもよく、冷却パネルに対して望まれている最終的な形状に依存する。

【００４２】

この部品は、Ｃ／ＣまたはＣＭＣ熱構造複合材料から作製される。非常に高温の適用に対しては、特に酸化媒体においては、ＣＭＣの使用が好ましく、典型的には、ＳｉＣ基質または少なくとも外側相（ｏｕｔｅｒ　ｐｈａｓｅ）がＳｉＣから作製された基質を伴なう炭化シリコン（ＳｉＣ）繊維または炭素繊維により補強された複合材料が好ましい。この流路及びマニホールドは、機械加工により形成することができる。

【００４３】

使用される熱構造複合材料がどのようなものであっても、残留する多孔性、特には、図２に非常に概略的に示されているような表面多孔性が存在する。

【００４４】

このため、これらの部品を共に組立てる前に、内側表面を漏れがないようにすることが

有効である。

【００４５】

そのような封止を行う前に、共に組立てられるこれらの部品の内側面の表面多孔性を減少させることが好都合である。この多孔性の減少は、封止に対する要求が他方の内側面に対するものよりも厳しくない範囲においては、内側面のうちの一方にのみ行えばよい。これは、使用される冷却流体が燃料であり、燃焼室側を通りぬける漏出がある程度まで許容され得るときには、燃焼室壁のための能動冷却パネルに適用することができる。

【００４６】

多孔性の減少は、一方または両方の部品の内側面に懸濁液を適用することを含むことができ、この懸濁液は、溶液中でセラミック粉末及びセラミック前駆体の形態にある固体充填材を含有し、このセラミック材料前駆体は、その後変態される。この前駆体は、熱処理により架橋され、その後、セラミックへと変態するポリマーとすることができる。例としては、前駆体として、ＳｉＣのための前駆体を構成するポリカルボシラン（ｐｏｌｙｃａｒｂｏｓｉｌａｎｅ）（ＰＣＳ）またはポリチタノカルボシラン（ｐｏｌｙｔｉｔａｎｏｃａｒｂｏｓｉｌａｎｅ）（ＰＴＣＳ）を使用することができ、これは、例えば、キシレンといった溶媒における溶液中に入れられる。セラミック粉末は、表面孔が効率的に塞がれることを確実にするために寄与する。例えば、ＳｉＣ粉末を使用することができる。

【００４７】

液体成分は、ハケやスプレーガンを用いて適用することができ、溶媒の量は、適用を容易にし、液体成分が表面孔へと染み込むのを促進させるように選択される。

【００４８】

液体成分が適用され、溶媒を除去することにより乾燥された後に、前駆体ポリマーは架橋され、その後セラミックへと変態される。例えば、ＰＣＳを使用するときには、架橋は、約３５０℃まで温度を上げることにより実行することができ、セラミック化（ｃｅｒａｍｉｚａｔｉｏｎ）は、約９００℃まで温度を上げることにより実行することができる。

【００４９】

セラミック化の後、部品を初めの形状に戻すためにこの表面を削ることができる。

【００５０】

図３の詳細図は、非常に概略的に、どのようにセラミック化の残留物及びセラミック粉末を含む材料３１が孔を塞ぐかを示している。

【００５１】

また好都合には、この孔は、化学蒸気溶浸により、例えばＳｉＣといったセラミックの堆積物を形成することによりさらに塞ぐことができ、これにより、均一で、連続的なコーティング３２を得て、複合材料に固定させることができる（図３）。表面多孔性の減少に加えて、そのような連続的なコーティングは、引き続き形成される金属堆積層と、複合材料の成分、特には、繊維が炭素繊維であるときにはその補強繊維との間のいかなる相互作用をも抑制することができる反応バリアを構成することができる。

【００５２】

セラミック粉末及びセラミック前駆体ポリマーを含有する懸濁液を付着させ、この前駆体をセラミックに変態させ、削り、その後、ＣＶＩによりセラミックコーティングを形成することにより孔を塞ぐ方法が、本願出願人の名前で、「熱構造複合材料部品のための表面処理方法、及び、熱構造複合材料部品のろう付けのためのその応用（A method of surface treatment for a thermostructural composite material part, and its application to brazing thermostructural composite material parts）」という表題の特許出願に記述されていることを述べなければならない。

【００５３】

この表面多孔性が前述したように塞がれた後に、そのような充塞が実行されたところである部品の内側面上に、金属コーティングが形成される。

【００５４】

この金属コーティングは、特には、封止を提供するために役立つ。好都合には、これは

部品間の結合にも寄与する。

【００５５】

この方法の第１の実施において、この金属コーティングは、好都合には、下地層材料との化学反応に対する障壁を提供する機能、及び／または、熱膨張を調整する機能を有する金属の第１の層３４、及び、熱間圧縮により結合される能力を有する第２の金属層３５を含む（図４）。

【００５６】

第２の層は、ニッケル、銅、鉄、またはこれらの少なくとも１つの合金から選択される金属とすることができる。ニッケル（Ｎｉ）またはニッケル合金は、優れた熱伝導性、熱間圧縮による結合のための優れた適応力、及び、結合が熱間圧縮により実行されている間の液体状態へのいかなる変化（ｐａｓｓａｇｅ）をも回避する高い融解温度の利点を示す。

【００５７】

第１の層は、レニウム、モリブデン、タングステン、ニオブ及びタンタルから選択される金属とすることができる。ＳｉＣ基質、及び、炭素繊維補強材またはＳｉＣ繊維補強材を有する熱構造複合材料については、及び／または、ＳｉＣコーティングがすでに形成されているときには、レニウムがＳｉＣと反応しないという利点を示す。またこれは、優れた延性を示し、高い融解温度も有するため、これにより、引き続く熱間圧縮下での結合の間に液体状態になることを回避する。レニウムはまた、ＳｉＣとＮｉとの間の中間である膨張率も有することから、第２の金属層が少なくとも部分的にＮｉにより構成されるときに、機械的な調整層（ｍａｔｃｈｉｎｇ　ｌａｙｅｒ）を構成することもできる。

【００５８】

第１及び第２の金属層は、連続して堆積される。物理蒸着タイプまたはプラズマスパッタリングタイプの既知の堆積方法を使用することができる。

【００５９】

熱間圧縮によりこれらの部品を共に結合する前に、金属箔３６（図５）をこれらの部品の向かい合う内側面の間に挿入することができる。この例示においては、金属箔は、漏れ止め金属コーティングが提供される部品１０の内側面に対して適用されている。好ましくは箔３６は、例えばＮｉといった金属コーティングの封止用第２の金属層と同じ材料から作製される。

【００６０】

例えば、０．０５ミリメートル（ｍｍ）から０．２ｍｍまでの範囲にある厚さの箔３６の存在は、絶対的な封止が望まれている場合の部品１０の内側面１１の優れた漏れ止めを保証する。これは、冷却パネルが冷却流体として働く燃料を伝達する燃焼室壁パネルであり、部品１０がパネルの後側部分である、すなわち、燃焼室から遠く離れた部分である場合になされ得る。

【００６１】

これらの部品は、おそらくこの箔３６がしかるべき場所に配置された後に、熱間圧縮により共に結合される。

【００６２】

熱間等静圧圧縮（ＨＩＰ）組立て方法またはホットプレス中にこれらの部品を合わせて加圧する方法のような既知の方法を使用することができる。

【００６３】

熱間等静圧圧縮を用いる結合は、共に組立てられるこれらの部品を、これらの部品を漏れ止めカバー３７の中に入れる際に、囲いの中に互いに向かい合わせて配置することにより実行される（図６）。その後、実質的に均一な方法で、この囲いの内側の温度及び圧力を上げる。結合は、金属コーティングの第２の金属層の間、あるいは、箔が挿入されるようなときにはコーティングと金属箔との間の互いによく混じり合う金属により達成される。これらの部品を入れる漏れ止めカバーは、例えば、ニオブ箔、または、ニッケル、鉄もしくはこれらの合金から作製される箔のような金属箔３７により構成される。このカバー

は、既知の方法でこの箔を溶接することにより封止することができ、この箔自体は、多数の合わせて溶接された部分から構築することができる。熱間等静圧圧縮が原因で、金属箔３７が前記表層中に埋没し、前記表層上の箔の金属の存在が、結果として生じる冷却パネルに対して有害なものとなるのを避けるように、黒鉛プレート３８，３９のような成形型要素（ｔｏｏｌｉｎｇ　ｅｌｅｍｅｎｔ）が、箔３７と部品１０，２０の外側表面との間に挿入されてもよい。

【００６４】

ホットプレス中にこれらの部品を加圧することによりこれらを共に結合することは、共に組立てられるこれらの部品の温度を上げ、圧縮中にこれらの外側面に働く圧力により一方を他方に対して加圧することにある。

【００６５】

熱間圧縮による結合に対して使用される圧力は、例えば、８０メガパスカル（ＭＰａ）から１２０ＭＰａまでの範囲にある。温度は、部品間の結合のために使用される金属層の性質との相関関係である。これは、前記金属層の金属の融解温度よりも低ければよく、典型的には、融解温度の６０％から８０％までの範囲にある。

【００６６】

接触している金属層がニッケルからなる場合には、この温度は、さらに特には、熱間等静圧圧縮に対しても、ホットプレス中に部品を加圧することによる結合に対しても、９００℃から１１００℃までの範囲にあるように選択される。

【００６７】

図７は、結果として作製される冷却パネル４０を示している。熱間圧縮により結合されなかった領域において、部品１０の内側面が完全に漏れを生じないことを保証するために箔３６が有効であることを観察することができる。

【００６８】

結合が熱間圧縮により行われている間に、金属コーティングが液体状態に変化しないため、流路２３の壁の上も含めて、これらの金属コーティングはこれらの連続性を維持する。

【００６９】

この方法の第２の実施においては、部品１０及び部品２０の内側面には、おそらくは前述した方法で表面孔が塞がれた後に、熱間等静圧圧縮により金属コーティングが提供される。

【００７０】

この目的で、図８に示されているように、部品１０及び部品２０は、内側表面１１，２１上の金属コーティングを形成するために選択された金属から作製されたそれぞれの漏れ止め金属カバー４２，４４に入れられている。非常に厚みの小さい、典型的には、０．１ｍｍから０．５ｍｍまでの範囲にある箔にされるのに好適な金属が使用される。この金属もまた、溶接に好適でなければならず、これは、部品を封止された様式（ｓｅａｌｅｄ　ｍａｎｎｅｒ）に入れることができるようにするためにであり、熱間等静圧圧縮による結合を容易にするのに役立つように延性がなければならない。冷却パネルは通常、高温の適用における使用に対するものであるため、耐火金属、例えば、ニオブ、モリブデン、タングステン、タンタル及びレニウムから選択される金属を選択することが好ましい。

【００７１】

所望により、金属コーティングの形成を内側面１１，２１に限定するために、部品１０及び部品２０の外側にある他の表面には、前記外側にある他の表面とカバー４２，４４との間に挿入される黒鉛プレート４５，４６，４７，４８のような成形型要素が提供されてもよい。

【００７２】

このように包まれた部品１０，２０は、熱間等静圧圧縮により内側面１１，２１と金属箔の向かい合う部分とを共に結合するように、進行的に、圧力及び温度が上げられるところである囲いの中に収容される。上述したように、使用される圧力は、例えば、８０ＭＰ

ａから１２０ＭＰａまでの範囲にあり、温度は、例えば、カバー４２，４４の金属の融解温度の６０％から８０％までの範囲にある。

【００７３】

熱間等静圧圧縮の間に、カバー４４の箔は、流路２３の形状に適合するように変形する。これは、流路２３の壁へと組立てられる区域におけるこの箔の厚みの減少を導く。この箔の厚みの減少を回避するため、及び、流路２３の縁により形成される隅角部での応力の発生の可能性を回避するために、部品２０の内側面２１に向かって配置されるカバー４４の部分を、流路２３の凹みに合うように予備成形された箔により構成することができる。

【００７４】

このように、内側面上に金属コーティング５０，５２が提供された部品１０，２０が、それらの内側面同士を向き合わせて結合させることにより共に組立てられる。

【００７５】

結合は、熱間等静圧圧縮により行うことができる。この手順は、図６を参照して上述したようにすることができ、ここでは、金属カバー５４（図９）の中で、例えば、ニオブ、または、ニッケル、鉄もしくはこれらの合金から作製された箔に包まれた部品のうちの一方をもう一方と向い合わせて配置する。黒鉛プレート５５，５６のような成形型要素を、部品１０，２０の外側表面とカバー５４との間に挿入してもよい。

【００７６】

例えば、ニオブといった金属箔を、図６のように金属コーティング５０，５２の間に挿入してもよい。

【００７７】

変形例においては、結合は、ホットプレス中に互いに向かってこれらの部品を加圧することにより行うことができる。

【００７８】

熱間等静圧圧縮またはホットプレス中の加圧のために使用される圧力及び温度は、上述したようにすることができる。

【００７９】

図１０は、結果として作製される冷却パネル６０を示しており、ここでは、金属コーティング５０，５２が、流路を漏れ止めすること及びこれらの部品を共に結合することに寄与している。

【００８０】

［実施例］

図１に示されているものと同種の部品１０及び部品２０をＣ／ＳｉＣ熱構造複合材料から作製した。ここで、流路及びマニホールドは機械加工により形成した。

【００８１】

キシレンにおけるＰＣＳ溶液中に約９ミクロン（μｍ）と同等の平均粒子サイズのＳｉＣ粉末を含有する混合物をこの上にはけ塗りすることにより部品の内側表面の多孔性を減少させた。空気中の乾燥の後、ＰＣＳを約３５０℃で架橋し、その後、約９００℃まで温度を上げることによりＳｉＣに変態させた。その後、約１００μｍの厚みを有するＳｉＣの薄いコーティングを化学蒸気溶浸により堆積させ、これらの部品の内側面にわたってだけでなく、部品１０，２０のそれぞれの外側表面全体にわたってコーティングを形成した。ＳｉＣ粉末に付随してＰＣＳのセラミック化の残留物を併用することにより、ＳｉＣコーティングは多孔性の効果的な減少の達成に寄与する。

【００８２】

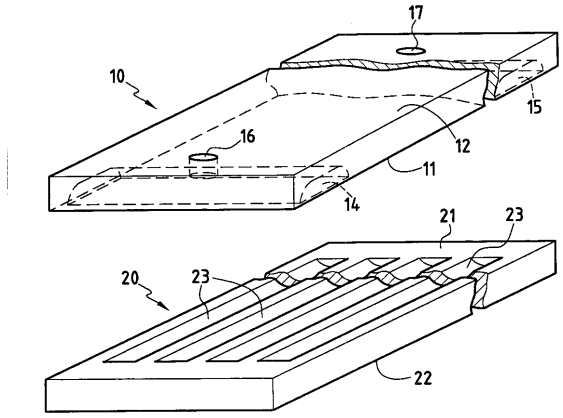
レニウムの金属堆積層およびその後のニッケルの金属堆積層を、部品の内側表面上に物理蒸着により連続して形成した。各金属堆積層は、約５０μｍの厚みとした。

【００８３】

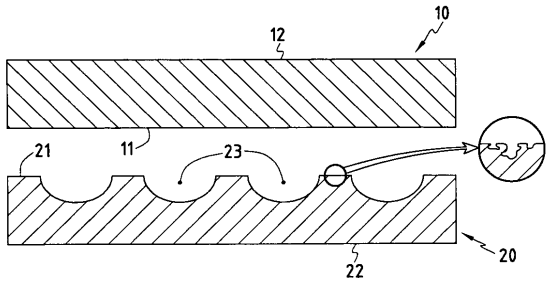
これらの部品を熱間等静圧圧縮により共に結合した。この目的のために、これらの部品を、これらの内側面を接触させて配置し、部品の外側表面とニオブ箔との間に挿入される黒鉛のプレートと共に０．５ｍｍと同等の厚みのニオブ箔で包んだ。

【００８４】
熱間等静圧圧縮を約９０ＭＰａの圧力で、かつ約１０００℃の温度で行った。
【００８５】
試験を行ったところ、流路壁の非常に優れた漏れ止め及び部品の間の優れた品質の結合が証明され、この結合の破壊強さは、せん断においては約７０ＭＰａであり、引張りにおいては３０ＭＰａであった。
【図面の簡単な説明】
【００８６】
【図１】図１は、能動冷却パネルを形成するための２つの部品の透視図。
【図２】図２は、図１の部品に適用された本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図３】図３は、図１の部品に適用された本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図４】図４は、図１の部品に適用された本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図５】図５は、図１の部品に適用された本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図６】図６は、図１の部品に適用された本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図７】図７は、図１の部品に適用された本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図８】図８は、もう一つの本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図９】図９は、もう一つの本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【図１０】図１０は、もう一つの本発明の方法の実行における連続工程を示す非常に概略的な断面図。
【符号の説明】
【００８７】
１０，２０…部品、１１，２１…内側面、１２，２２…外側面、
１４，１５…凹み、１６，１７…穴、
２３…流路、
３１…材料、３２…コーティング、３４…金属の第１の層、３５…第２の金属層、
３６…金属箔、３７…漏れ止めカバー（金属箔）、
３８，３９，４５，４６，４７，４８，５５，５６…黒鉛プレート、
４０…冷却パネル、４２，４４…漏れ止め金属カバー、
５０，５２…金属コーティング、５４…金属カバー、
６０…冷却パネル。

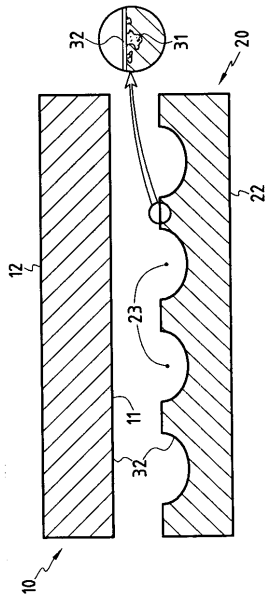
【図１】



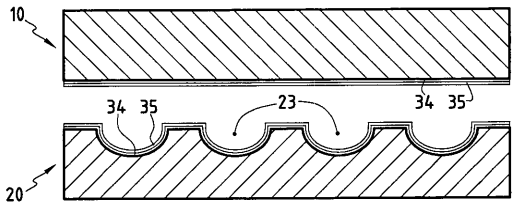
【図２】



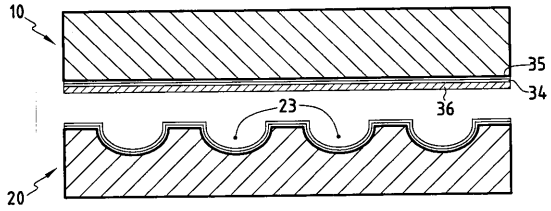
【図３】



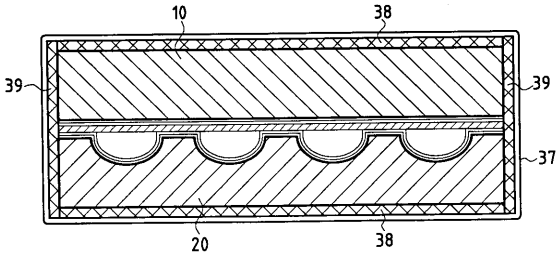
【図４】



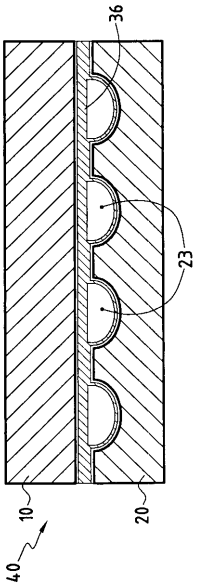
【図５】



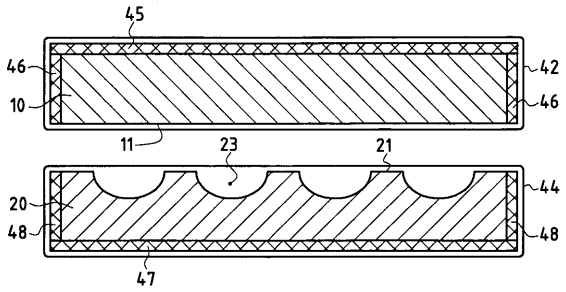
【図６】



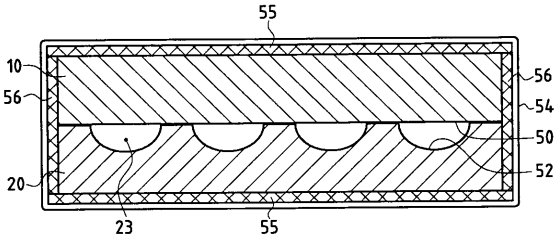
【図７】



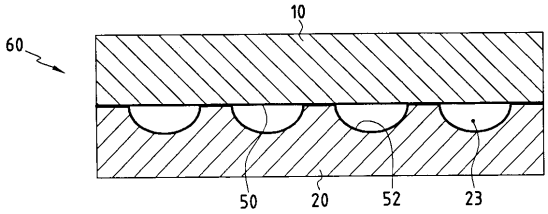
【図８】


45
46
10
42
46
11
23
21
20
48
44
48
47

【図９】


55
10
56
56
54
50
52
20
23
55

【図１０】


10
60
50
20
52
23

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	FI	テーマコード（参考）
	Ｂ２３Ｋ 20/00 ３４０	
	Ｂ２３Ｋ 20/16	
	Ｂ２３Ｋ 101:18	

(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(72)発明者 ジャン－ミシェル・ラーリュー
フランス国、３３４６０ マコ、リュ・ピエルロット １
(72)発明者 ジル・ユーリグ
フランス国、３３１１５ ピラ・シュール・ムール、アレ・ブルネール ３
(72)発明者 ジャック・テボル
フランス国、３３２００ ボルドー、リュ・エトシュニク １００
(72)発明者 クレマン・ブーケ
フランス国、３３０００ ボルドー、クール・アルサス・ロレイヌ ７４

Ｆターム(参考) 4E067 AA09 AA18 AA20 AB01 AB02 AB04 AB05 AD03 AD10 AD11
BA01 BA06 DA05