

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5247990号
(P5247990)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月19日 (2013. 4. 19)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 2 F 3/105 (2006. 01)**F 0 2 C 7/00 (2006. 01)****F 0 1 D 25/00 (2006. 01)****B 2 2 F 3/10 (2006. 01)****B 2 2 F 5/04 (2006. 01)**

B 2 2 F 3/105

F 0 2 C 7/00

F 0 1 D 25/00

B 2 2 F 3/10

B 2 2 F 5/04

D

X

F

請求項の数 9 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-121521 (P2006-121521)
 (22) 出願日 平成18年4月26日 (2006. 4. 26)
 (65) 公開番号 特開2006-312782 (P2006-312782A)
 (43) 公開日 平成18年11月16日 (2006. 11. 16)
 審査請求日 平成21年4月10日 (2009. 4. 10)
 (31) 優先権主張番号 10/908, 293
 (32) 優先日 平成17年5月5日 (2005. 5. 5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(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、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (72) 発明者 トーマス・ジョセフ・ケリー
 アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナテ
 イ、ベニングトン・ドライブ、10185
 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属構成部品を製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属構成部品を製造する方法であって、
 第 1 の合金で作られた本体を準備する段階と、
 第 2 の合金で作られた金属粉末を含みかつ前記本体の延長部の形状に形成されたプリフォー
 ーム (3 6) を準備する段階と、
 前記プリフォーム (3 6) をマイクロ波エネルギーで加熱して、前記金属粉末を互いに焼
 結させかつ該プリフォーム (3 6) を前記本体に結合する段階と、
 を含み、
 前記プリフォーム (3 6) を準備する段階は、
 第 2 の合金の金属粉末と結合剤との混合物を準備する段階と、
 前記結合剤を溶融しかつ前記混合物を型具内に鑄造して該プリフォーム (3 6) を形成す
 る段階と、
 前記プリフォーム (3 6) を洗脱して余分の結合剤を除去する段階と
 によってプリフォーム (3 6) を製作することを含む、方法。

【請求項 2】

前記結合剤の大部分が、該結合剤を溶解するが前記金属粉末は溶解しないように選択され
 た溶剤で前記プリフォーム (3 6) を洗浄することによって除去される、請求項 1 記載の
 方法。

【請求項 3】

前記プリフォーム（３６）が、
第２の合金の金属粉末を準備する段階と、
前記金属粉末を型具内に圧力下で押し固めて該プリフォーム（３６）を形成する段階と、
によって製作される、請求項１記載の方法。

【請求項４】

前記金属構成部品が、湾曲した正圧側面と負圧側面、前記正圧側面と負圧側面の間でその半径方向外端部に配置された先端キャップ（２８）、並びに前記先端キャップ（２８）から半径方向外側に延びる部分高さのスキーラ先端（３０）を備え第１の合金から作られた翼形部（１２）本体であり、

前記第１の合金とは異なる第２の合金の金属粉末を含みかつ前記スキーラ先端（３０）の延長部の形状に形成されたプリフォーム（３６）を準備する段階と、

前記プリフォーム（３６）を前記スキーラ先端（３０）上に位置決めする段階と、

前記プリフォーム（３６）をマイクロ波エネルギーで加熱して、圧密化させたスキーラ先端延長部（３４）内で前記金属粉末を互いに焼結しかつ該スキーラ先端延長部（３４）を前記翼形部本体に結合する段階と、

を含む、請求項１記載の方法。

【請求項５】

前記プリフォーム（３６）が、

第２の合金の金属粉と結合剤との混合物を準備する段階と、

前記結合剤を溶融しかつ前記混合物を型具内に鑄造して該プリフォーム（３６）を形成段階と、

前記プリフォーム（３６）を洗脱して余分な結合剤を除去する段階と、

によって製作される、請求項４記載の方法。

【請求項６】

前記結合剤の大部分が、該結合剤を溶解するが前記金属粉末は溶解しないように選択された溶剤で前記プリフォーム（３６）を洗浄することによって除去される、請求項４又は請求項５記載の方法。

【請求項７】

前記プリフォーム（３６）が、

第２の合金の金属粉末を準備する段階と、

前記金属粉末を型具内に圧力下で押し固めて該プリフォーム（３６）を形成する段階と、

によって製作される、請求項４記載の方法。

【請求項８】

前記プリフォーム（３６）及び翼形部本体が、前記加熱する段階の間、制御された組成雰囲気を用意するチャンバ（３８）内に配置される、請求項４乃至請求項７のいずれか１項記載の方法。

【請求項９】

前記翼形部（１２）が、前記先端キャップ（２８）から半径方向外側に延びるスキーラ先端（３０）を有していて、当該方法が、

前記スキーラ先端（３０）の一部分をその半径方向高さを減少させるように除去する段階と、

前記スキーラ先端（３０）の延長部の形状に形成されたプリフォーム（３６）を準備する段階と、

前記プリフォーム（３６）を前記スキーラ先端（３０）の残りの部分に配置する段階と、

前記プリフォーム（３６）をマイクロ波エネルギーで加熱して、圧密化させたスキーラ先端延長部（３４）内で前記金属粉末を互いに焼結しかつ該スキーラ先端延長部（３４）を前記翼形部本体に結合する段階と、

を含む、請求項４記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、総括的にはガスタービンエンジン用の耐熱構成部品に関し、より具体的には、タービン翼形部に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

ガスタービンエンジン翼形部の前縁及び後縁並びに先端に加わる熱的及び機械的負荷は、翼形部の有効寿命に悪影響を及ぼす可能性がある。ガスタービンエンジンの翼形部は、その先端において、熱誘発応力による割れ並びに酸化及び摩擦による材料喪失の形態での耐久性の問題を受ける。この問題は、環境酸化及び腐食に対して高い耐性をもつ合金を使用することによって解決することができる。しかしながら、翼形部全体をより高い耐熱性及び耐酸化性の合金に改善することは、構成部品の費用及びおそらく重量を増加させるので、望ましくない。

10

【 0 0 0 3 】

従来型の超合金よりも優れた耐熱性能を有する材料は、入手可能である。しかしながら、従来型の超合金に比べてその密度及び費用が高いことが、完全なガスタービン構成部品を製造するのにこれらの材料を使用することを躊躇させ、従ってこれらの材料は通常、構成部品の皮膜又はごく一部分として使用される。これらの高い耐環境性の材料は、この耐環境性合金（より高い液相線及び固相線）と構成部品の合金（より低い液相線及び固相線）との間の液相線及び固相線温度における不一致により、基体の翼形部合金に付着させることが困難であることが判っている。この不一致は、耐環境性合金の固相線に達するまでに構成部品合金の液相線温度をはるかに越え、その結果構成部品の融解を生じるのに十分なほど大きい。ブレード合金を先端合金に接合するこれまでの処理法では、接合部に明確な中心線が形成される。このタイプの接合部は疲労又は破断のいずれかで破損し易いことが経験から予測される。

20

【 特許文献 1 】 米国特許公開第 2 0 0 3 0 0 1 2 6 7 7 号公報

【 特許文献 2 】 米国特許公開第 2 0 0 3 0 0 6 2 6 6 0 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

従って、耐環境性合金を従来型の超合金に付着させる方法に対する要求がある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

上述の要求は本発明によって満たされ、本発明は、1つの態様によると金属構成部品を製造する方法を提供し、本方法は、第1の合金で作られた本体を準備する段階と、第2の合金で作られた金属粉末を含みかつ本体の延長部の形状に形成されたプリフォームを準備する段階と、プリフォームをマイクロ波エネルギーで加熱して金属粉末を互いに焼結しかつ該プリフォームを本体に結合する段階とを含む。

【 0 0 0 6 】

本発明の別の態様によると、翼形部を製造する方法は、第1の合金で作られかつ湾曲した正圧及び負圧側面、正圧及び負圧側面間でその半径方向外端部に配置された先端キャップ、並びに先端キャップから半径方向外側に延びる部分高さのスキール先端を有する翼形部本体を準備する段階と、第1の合金とは異なる第2の合金の金属粉末を含みかつスキール先端の延長部の形状に形成されたプリフォームを準備する段階と、プリフォームをスキール先端上に位置決めする段階と、プリフォームをマイクロ波エネルギーで加熱して、圧密化させたスキール先端延長部内で金属粉末を互いに焼結しかつ該スキール先端延長部を本体に結合する段階とを含む。

40

【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様によると、翼形部を改造する方法は、第1の合金で作られかつ湾曲した正圧及び負圧側面、正圧及び負圧側面間でその半径方向外端部に配置された先端キャップ、並びに先端キャップから半径方向外側に延びているスキール先端を有する翼形部本体

50

を準備する段階と、スキーラ先端の一部分をその半径方向高さを減少させるように除去する段階と、第 1 の合金とは異なる第 2 の合金の金属粉末を含みかつスキーラ先端の延長部の形状に形成されたプリフォームを準備する段階と、プリフォームをスキーラ先端上に配置する段階と、プリフォームをマイクロ波エネルギーで加熱して、圧密化させたスキーラ先端延長部内で金属粉末を互いに焼結しかつ該スキーラ先端延長部を本体に結合する段階とを含む。

【 0 0 0 8 】

本発明は、添付図面の図に基づいて行った以下の説明を参照することによってよく理解することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【 0 0 0 9 】

複数の図につき同一の参照符号で同様の要素を表している図面を参照すると、図 1 は、ガスタービンエンジン用の例示的なタービンブレード 10 を示す。本発明は、固定タービンペーン、フレーム、燃焼器などのような他のタイプの金属構成部品の製作にも同様に適用可能である。タービンブレード 10 は、前縁 14、後縁 16、先端 18、プラットホーム 20、凸状負圧側壁 22 及び凹状正圧側壁 24 を有する翼形部 12 を含む。弓形内側プラットホーム 26 は、翼形部 12 のプラットホーム 20 に取付けられる。

【 0 0 1 0 】

翼形部 12 の製造において、正圧及び負圧側壁 24 及び 22、先端キャップ 28 並びに部分高さのスキーラ先端 30 は、単一部品の翼形部本体 32 として一体形に鋳造される。翼形部本体 32 は一般的に、対象とする作動条件に適した高温強度特性を有する公知のタイプのニッケル基又はコバルト基超合金で鋳造される。翼形部本体 32 を製作するための公知の材料の実施例には、RENE 77、RENE 80、RENE 142 並びに RENE N4 及び N5 ニッケル基合金が含まれる。

20

【 0 0 1 1 】

スキーラ先端延長部 34 は、部分高さのスキーラ先端 30 に結合される。スキーラ先端延長部 34 は、翼形部本体 32 の基体合金に比べて優れた耐高温酸化性を示す合金を含むのが好ましい。

【 0 0 1 2 】

この目的に適した材料の 1 つの実施例はロジウム基合金であり、このロジウム基合金は、約 3 原子百分率（原子％）～約 9 原子％の、ジルコニウム、ニオブウム、タンタル、チタン、ハフニウム及びそれらの混合物からなる群から選択された少なくとも 1 つの析出強化金属、最大約 4 原子％までの、モリブデン、タングステン、レニウム及びそれらの混合物からなる群から選択された少なくとも 1 つの溶体強化金属、約 1 原子％～約 5 原子％のルテニウム、最大約 10 原子％までのプラチナ、最大約 10 原子％までのパラジウム、並びに残部のロジウムを含み、この合金はさらに、面心立方相及び $L1_2$ 構造相を含む。

30

【 0 0 1 3 】

スキーラ先端延長部 34 に適した別の材料は、ロジウム、プラチナ及びパラジウムを含む第 2 のロジウム基合金であり、この場合、合金は、約 1000 よりも高い温度で本質的に $L1_2$ 構造相がない微細構造を含む。より具体的には、Pd は約 1 原子％～約 41 原子％の範囲の量で存在し、Pt は、パラジウムの量に応じた量で、例えば a) パラジウムの量が約 1 原子％～約 14 原子％の範囲にある場合には、プラチナは式 $(40 + X)$ 原子％（この式で、X は原子％で表したパラジウムの量である）によって定まるおよその量まで、b) パラジウムの量が約 15 原子％～約 41 原子％の範囲にある場合には、プラチナは最大約 54 原子％までの量で存在し、また残部はロジウムを含み、この場合、ロジウムは少なくとも 24 原子％の量で存在する。

40

【 0 0 1 4 】

不都合なことに、スキーラ先端延長部 34 と翼形部本体 32 との間の融点の不一致が、耐環境性合金の固相線に達するまでに翼形部本体合金の液相線温度をはるかに越え、その結果翼形部本体 32 の融解を生じるのに十分なほど大きくなる。

50

【 0 0 1 5 】

図 3 は、本発明で用いる、スキーラ先端延長部用のプリフォーム 3 6 を示す。プリフォーム 3 6 は実質的に、部分高さのスキーラ先端 3 0 の外周形状に一致し、半径方向高さ「H」を有する。半径方向高さ H は、使用する材料の量を最小にしながら、翼形部本体 3 2 に対して高温酸化からの適切な保護を与えるように選択される。半径方向高さ「H」は、約 0 . 1 2 7 mm (0 . 0 0 5 インチ) の薄くかつfoil状の寸法とするか、又はさらに実質的に厚くすることができる。図示した実施例では、半径方向高さ「H」は、約 1 . 2 7 mm (0 . 0 5 0 インチ) である。

【 0 0 1 6 】

プリフォーム 3 6 は、様々な方法で製作することができる。例えば、プリフォーム 3 6 は、金属粉末を潤滑剤と混合しかつ高圧力下で金型内に圧縮成形する公知の粉末冶金 (P M) 法によって調製することができる。それに代えて、プリフォーム 3 6 は、微細な金属粉末をプラスチック結合剤と混合しかつプラスチック成形装置を用いて所望の形状に押出す金属射出成形 (M I M) 法によって製作することができる。得られたプリフォームは、次の焼結工程の前に粉末からプラスチックの大部分を除去するように化学的に洗浄される。プリフォームを製作するに用いる処理法に関係なく、金属粉末の粒径は、以下で説明するマイクロ波焼結法との適合性を保証するために、その直径を約 1 0 0 マイクロメートルよりも小さくすべきである。

【 0 0 1 7 】

図 4 に、プリフォーム 3 6 を翼形部本体 3 2 に付着させる処理法を示す。プリフォーム 3 6 は、部分高さのスキーラ先端 3 0 上に配置される。必要に応じて、固定具を使用してプリフォーム 3 6 を所定の位置に一時的に保持することができる。翼形部本体 3 2 は次に、付着工程の間におけるプリフォーム 3 6 の望ましくない酸化又はその他の反応を防止するのに適した雰囲気を形成する手段を含むチャンバ 3 8 内に配置される。図示した実施例では、アルゴンのような不活性ガスの供給源 4 0 が、チャンバ 3 8 の内部に接続される。チャンバ 3 8 と伝達可能に、マイクロ波周波数帯域の出力を有する公知のタイプの空洞マグネトロンのようなマイクロ波源 4 2 が取付けられる。マイクロ波スペクトルは、約 1 G H z ~ 3 0 0 G H z の範囲にわたる。このスペクトルの範囲内で、約 2 . 4 G H z の出力周波数は、固体金属を貫通せずに金属粒子と結合しかつ該金属粒子を加熱することが知られている。

【 0 0 1 8 】

マイクロ波源 4 2 は、プリフォーム 3 6 を照射するように作動する。図示した実施例では、マイクロ波源 4 2 は、プリフォーム 3 6 全体への直視線を有するものとして示している。しかしながら、プリフォーム 3 6 が直接及び反射マイクロ波の組合せによって加熱されることとなるように、(一般的には金属製である)チャンバ 3 8 を構成することもまた可能である。プリフォーム 3 6 内の金属粒径が小さいので、マイクロ波は粒子と結合しかつこれらを加熱する。プリフォーム 3 6 は、金属粉末の液相線温度以下でかつ金属粉末粒子を互いに融着して圧密化するのに十分なほど高い温度に加熱される。高温はまた、あらゆる残留結合剤を融解しかつ駆逐する。マイクロ波エネルギーは、翼形部本体 3 2 のバルク材料に結合することはないので、翼形部本体 3 2 の加熱は、プリフォーム 3 6 を通しての伝導によってのみ発生することになる。このことにより、焼結工程の間に十分な熱が生成され、翼形部本体 3 2 は毛管作用によってそれ自体がプリフォーム 3 6 に口付けされることになる。

【 0 0 1 9 】

プリフォーム 3 6 は、圧密化されたスキーラ先端延長部 3 4 を形成しかつスキーラ先端延長部 3 4 を翼形部本体 3 2 にしっかりと結合するのに十分な長さを選択された時間にわたって、所望の温度に保持される。加熱速度(すなわち、マイクロ波源の出力ワット数)は、プリフォーム 3 6 の質量、チャンバ 3 8 の形状及び焼結工程の所望のサイクル時間のような変数に応じて選択される。

【 0 0 2 0 】

焼結サイクルが完了すると、タービンブレード１０は、チャンバ３８から取出して冷却することができる。必要であれば、タービンブレード１０は、公知の方法で最終機械加工、被覆、検査などの追加の処理を施すことができる。

【００２１】

図５は、プリフォーム３６'を製作する別の方法を示す。型具又はダム４３が、翼形部本体３２の半径方向外端部の周りに形成される。ダム４３内にコア４４を挿入して、内周部を定めることができる。プリフォーム３６'は次に、図示した押出装置４６を用いて金属射出成形（ＭＩＭ）法によって形成される。プリフォーム３６'を所定の位置に製作した後に、上述のようにプリフォーム３６'をマイクロ波焼結して、該プリフォーム３６'を圧密しかつ翼形部本体３２に結合させる。ダム４３をマイクロ波透過材料で製作した場合には、プリフォーム３６'は、ダム４３を除去せずに焼結することができる。

10

【００２２】

プリフォーム３６をどのように製作したかには関係なく、翼形部本体３２及びスキラ先端延長部３４は、スキラ先端延長部が実質的に１００％緻密化されるのを保証するために、公知の高温等方加圧（「ＨＩＰ」）法を用いて更なる圧密化を施すことができる。

【００２３】

スキラ先端延長部の上述の付着方法は、新たな製造及び既存の構成部品の修理又は改造の両方に同様に適用可能である。例えば、従来型のスキラ先端延長部３４を有するタービンブレードは、スキラ先端延長部を除去し次に上述のように新たなスキラ先端延長部を付着させることによって修理又は改善することができる。

20

【００２４】

上記では、翼形部先端の製造又は修理法を説明してきた。本発明の特定の実施形態を説明したが、本発明の技術思想及び技術的範囲から逸脱することなく、これらの実施形態に様々な変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。従って、本発明の好ましい実施形態及び本発明を実施するための最良の形態の前述の説明は、限定の目的ではなくて例示の目的としてのみ示したものであり、本発明は、特許請求の範囲によって定まる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】例示的な従来技術のタービンブレードの斜視図。

30

【図２】そのスキラ先端を示す、図１のタービンブレードの一部分の断面図。

【図３】スキラ先端用のプリフォームの斜視図。

【図４】マイクロ波チャンバ内でのプリフォームの概略断面図。

【図５】スキラ先端プリフォームを翼形部に付着させる別の処理法の概略側面図。

【符号の説明】

【００２６】

１０ タービンブレード

１２ 翼形部

１４ 前縁

１６ 後縁

40

１８ 先端

２０ プラットホーム

２２ 凸状負圧側面

２４ 凹状正圧側面

２６ 弓形内側プラットホーム

２８ 先端キャップ

３０ スキラ先端

３２ 翼形部本体

３４ スキラ先端延長部

３６ プリフォーム

50

- 3 8 チャンバ
- 4 0 供給源
- 4 2 マイクロ波源
- 4 3 ダム
- 4 4 コア

【図 1】

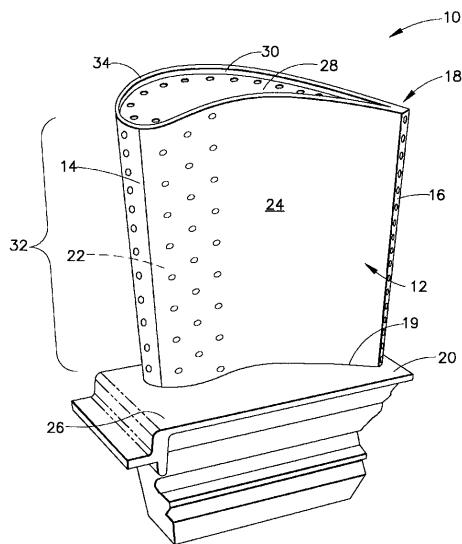


FIG. 1

【図 2】

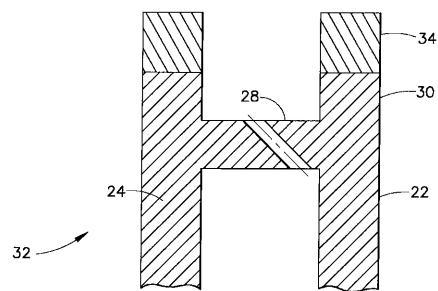


FIG. 2

【図 3】

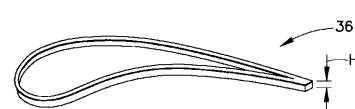


FIG. 3

【図 4】

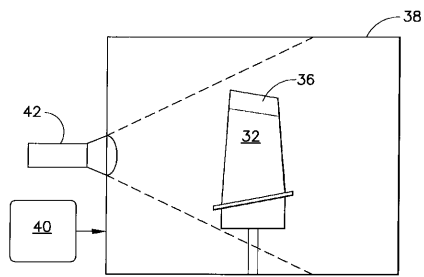


FIG. 4

【図 5】

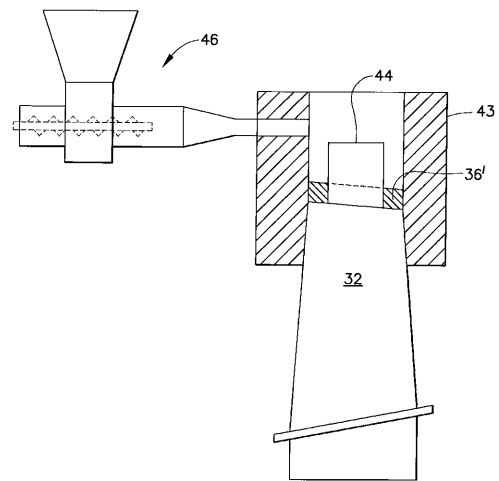


FIG. 5

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 2 F 7/08 (2006.01) B 2 2 F 7/08 E
C 2 2 C 5/04 (2006.01) C 2 2 C 5/04

審査官 米田 健志

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 6 8 4 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 2 F 1 / 0 0 ~ 8 / 0 0
C 2 2 C 1 / 0 4 , 1 / 0 5 , 3 3 / 0 2