

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7229993号  
(P7229993)

(45)発行日 令和5年2月28日(2023.2.28)

(24)登録日 令和5年2月17日(2023.2.17)

(51)国際特許分類

B 2 2 F	1/10 (2022.01)	B 2 2 F	1/10
C 2 2 C	19/03 (2006.01)	C 2 2 C	19/03
B 2 2 F	7/08 (2006.01)	C 2 2 C	19/03
B 2 2 F	1/00 (2022.01)	B 2 2 F	7/08
B 2 3 K	35/30 (2006.01)	B 2 2 F	1/00

F I

請求項の数 10 (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-503270(P2020-503270)  
 (86)(22)出願日 平成30年8月2日(2018.8.2)  
 (65)公表番号 特表2020-530065(P2020-530065)  
 A)  
 (43)公表日 令和2年10月15日(2020.10.15)  
 (86)国際出願番号 PCT/US2018/044953  
 (87)国際公開番号 WO2019/032364  
 (87)国際公開日 平成31年2月14日(2019.2.14)  
 審査請求日 令和3年7月26日(2021.7.26)  
 (31)優先権主張番号 15/670,520  
 (32)優先日 平成29年8月7日(2017.8.7)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 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 12  
 345、スケネクタディ、リバーロード  
 、1番  
 (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 ツイ、ヤン  
 アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2  
 9615 グリーンビル, ガーリントン  
 ロード 300  
 (72)発明者 コッティリングガム、スリカンス シャン  
 ドウルドウ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハイブリッド予備焼結プリフォーム、グリーンプリフォーム、およびプロセス

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

コア合金の少なくとも1つのコア(10)をろう付け結合剤(14)と一緒に攪拌して、前記ろう付け結合剤(14)の第1の層でコーティングされた前記少なくとも1つのコア(10)を含む、少なくとも1つの被覆コア(22)を形成することと、前記少なくとも1つの被覆コア(22)を、第1の合金の第1の金属粉末及び第2の合金の第2の金属粉末を含む粉末組成物(34)と一緒に攪拌して、前記第1の合金及び前記第2の合金の第1の粉末(30)の組成物層を有するグリーンプリフォーム(40)を形成することと、

前記グリーンプリフォーム(40)を焼結して、少なくとも1つのハイブリッド予備焼結プリフォーム(PSP)(60)を形成することとを含む、プロセス。

## 【請求項2】

前記第1の合金が少なくとも $2400^{\circ}\text{F}$ の第1の融点を有し、前記第2の合金が $2350^{\circ}\text{F}$ 未満の第2の融点を有する、請求項1に記載のプロセス。

## 【請求項3】

前記ろう付け結合剤(14)がろう付け結合剤(14)のゲルである、請求項1に記載のプロセス。

## 【請求項4】

前記グリーンプリフォーム(40)を前記ろう付け結合剤(14)と一緒に攪拌して、

ろう付け結合剤被覆グリーンプリフォームを形成し、前記ろう付け結合剤被覆グリーンプリフォームを前記第1の金属粉末及び前記第2の金属粉末と一緒に攪拌して、粉末被覆グリーンプリフォーム(50)を形成することをさらに含み、前記焼結が前記粉末被覆グリーンプリフォーム(50)の焼結である、請求項1に記載のプロセス。

【請求項5】

前記少なくとも1つのコア(10)が球状である、請求項1に記載のプロセス。

【請求項6】

前記第1の金属粉末及び前記第2の金属粉末が、90:10から45:55の範囲の重量比で前記粉末組成物(34)の中に存在する、請求項1に記載のプロセス。

【請求項7】

コア合金の少なくとも1つのコア(10)をろう付け結合剤(14)と一緒に前記攪拌し、前記少なくとも1つの被覆コア(22)を第1の合金の第1の金属粉末及び第2の合金の第2の金属粉末から構成される粉末組成物(34)と一緒に前記攪拌することが、三次元シェーカーミキサ(20)によって実行される、請求項1に記載のプロセス。

10

【請求項8】

コア合金のコア(10)と、

前記コア(10)上にコーティングされたろう付け結合剤(14)の第1の層と、前記第1の層にコーティングされた第1の合金の第1の金属粉末及び第2の合金の第2の金属粉末を含む粉末組成物(34)であって、前記第1の合金が少なくとも $2400^{\circ}\text{F}$ の第1の融点を有し、前記第2の合金が $2350^{\circ}\text{F}$ 未満の第2の融点を有する、粉末組成物(34)と

を含む、グリーンプリフォーム(40)。

20

【請求項9】

前記第1の金属粉末及び前記第2の金属粉末の前記粉末組成物(34)上にコーティングされた前記ろう付け結合剤(14)の第2の層と、前記第2の層にコーティングされた前記第1の合金の前記第1の金属粉末及び前記第2の合金の前記第2の金属粉末の前記粉末組成物(34)とをさらに含む、請求項8に記載のグリーンプリフォーム(40)。

【請求項10】

コア合金のコア(10)と、

前記コア(10)に焼結された第1の層であって、前記第1の層が第1の金属粉末からの第1の合金及び第2の金属粉末からの第2の合金を含む焼結粉末組成物(62)であり、前記第1の合金が少なくとも $2400^{\circ}\text{F}$ の第1の融点を有し、前記第2の合金が $2350^{\circ}\text{F}$ 未満の第2の融点を有する、第1の層と

を含む、ハイブリッド予備焼結プリフォーム(60)。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、グリーンプリフォーム、予備焼結プリフォーム、および予備焼結プリフォームを形成し使用するプロセスに関する。より詳細には、本実施形態は、第1の合金のコアおよびコア上の粉末組成物を有するハイブリッドグリーンプリフォーム、第1の合金のコアおよびコアの表面上の予備焼結プリフォームを有するハイブリッド予備焼結プリフォーム、ならびにそのようなプリフォームを形成し使用するプロセスに関する。

40

【背景技術】

【0002】

ろう付けは、2つの部品または材料と一緒に結合するのに役立つプロセスである。しかしながら、ろう付けプロセスは、ろう付けペーストなどの特殊材料に依存する場合がある。ろう付けペースト自体の保管寿命は短い場合があり、たとえば、ペーストのろう付け場所へのアクセスが制限されている場合は特に、ろう付けペーストの粘稠度、量、および場所を制御することが難しい場合がある。ろう付けペーストが加えられる量が少なすぎる場

50

合、部品の再加工が必要になる可能性がある。ろう付けペーストが加えられる量が多すぎる場合、ろう付けペーストが部品の望ましくない領域に流れ込む可能性がある。加えて、ろう付けペーストを使用すると、ろう付けプロセスに不整合が生じ、その結果、製造中または修理中の部品が不均一になる可能性がある。

### 【0003】

より詳細には、タービン部品は、特定の状況では、もはや必要でないかまたは製造後に有利に密封もしくは遮断される開口部または通路を備えて製造されることが多い。ガスタービンシステムの例には、先端プラグ、プレナム穴、およびボールシュー<sup>ト</sup>が含まれる。これらの開口部は、密封または遮断するためにアクセスするのが難しい場合がある。従来、そのような開口部は、予備焼結されたプリフォームボールまたはハステロイXなどの超合金の金属ボールのいずれかをろう付けペーストと一緒にろう付けすることによって密封または遮断される。予備焼結プリフォームベンダの数は限られているので、ベンダから、予備焼結プリフォーム、特にカスタマイズされた予備焼結プリフォームを入手するには時間がかかり、費用がかかる場合がある。

10

### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

### 【0004】

#### 【文献】米国特許出願公開第2014/0154082号明細書

#### 【発明の概要】

### 【0005】

20

一実施形態では、プロセスは、コア合金の少なくとも1つのコアをろう付け結合剤と一緒に攪拌して、ろう付け結合剤の第1の層でコーティングされた少なくとも1つのコアを含む、少なくとも1つの被覆コアを形成することを含む。プロセスはまた、少なくとも1つの被覆コアを、第1の合金の第1の金属粉末および第2の合金の第2の金属粉末を含む粉末組成物と一緒に攪拌して、第1の合金および第2の合金の第1の粉末の組成物層を有するグリーンプリフォームを形成することを含む。プロセスはさらに、グリーンプリフォームを焼結して、少なくとも1つのハイブリッド予備焼結プリフォームを形成することを含む。

### 【0006】

別の実施形態では、グリーンプリフォームは、コア合金のコア、コア上にコーティングされたろう付け結合剤の第1の層、ならびに第1の層にコーティングされた第1の合金の第1の金属粉末および第2の合金の第2の金属粉末を含む粉末組成物を含む。第1の合金は少なくとも約2400°Fの第1の融点を有し、第2の合金は約2350°F未満の第2の融点を有する。

30

### 【0007】

さらに別の実施形態では、ハイブリッド予備焼結プリフォームは、コア合金のコア、およびコアに焼結された第1の層を含む。第1の層は、第1の金属粉末からの第1の合金および第2の金属粉末からの第2の合金を含む焼結粉末組成物である。第1の合金は少なくとも約2400°Fの第1の融点を有し、第2の合金は約2350°F未満の第2の融点を有する。

40

### 【0008】

本発明の他の特徴および利点は、本発明の原理を例として示す添付の図面と併せて、以下のより詳細な説明から明らかになる。

#### 【図面の簡単な説明】

### 【0009】

【図1】ハイブリッド予備焼結プリフォームを形成するプロセスを概略的に示す図である。

【図2】ハイブリッド予備焼結プリフォームをろう付けするプロセスを概略的に示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

### 【0010】

50

可能な限り、同じ部品を表すために図面全体にわたって同じ参照数字が使用される。

【0011】

第1の合金のコアおよびコア上の粉末組成物を有するハイブリッドグリーンプリフォーム、第1の合金のコアおよびコアの表面上の予備焼結プリフォーム(PSP)を有するハイブリッド予備焼結プリフォーム、ならびにそのようなプリフォームを形成し使用するプロセスが提供される。

【0012】

本開示の実施形態は、たとえば、本明細書に開示される特徴のうちの1つまたは複数を含まない概念と比較して、ハイブリッドPSPを提供し、ハイブリッドPSPボールを提供し、著しく低いコストのハイブリッドPSPを提供し、著しく低いコストのハイブリッドPSPボールを提供し、ハイブリッドPSPの製造のより簡単な制御を実現し、ハイブリッドPSPボールの製造のより簡単な制御を実現し、製造現場でのハイブリッドPSPの製造を可能にし、製造現場でのハイブリッドPSPボールの製造を可能にし、ターピンバケットボールシートの閉鎖のためのハイブリッドPSPボールを提供し、先端プラグの密封のためのハイブリッドPSPボールを提供し、プレナム穴の遮断のためのハイブリッドPSPボールを提供し、またはそれらの組合せである。

10

【0013】

本明細書で使用される「B93」は、重量で、約13.7%～約14.3%のクロム(Cr)、約9.0%～約10.0%のコバルト(Co)、約4.6%～約5.0%のチタン(Ti)、約4.5%～約4.8%のケイ素(Si)、約3.7%～約4.3%のモリブデン(Mo)、約3.7%～約4.0%のタングステン(W)、約2.8%～約3.2%のアルミニウム(Al)、約0.50%～約0.80%のホウ素(B)、約0.13%～約0.19%の炭素(C)、不可避不純物、および残部のニッケル(Ni)の組成物を含む合金を指す。B93は、たとえば、エリコンメトコ(ブフェフィコーン、スイス)から市販されている。

20

【0014】

本明細書で使用される「BNi-2」は、重量で、約7%のCr、約4.5%のSi、約3%のB、約3%の鉄(Fe)、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-2は、たとえば、ルーカスミルハウプト社(カダヒー、ウィスコンシン州)から市販されている。

30

【0015】

本明細書で使用される「BNi-3」は、重量で、約4.5%のSi、約3%のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-3は、たとえば、ルーカスミルハウプト社から市販されている。

【0016】

本明細書で使用される「BNi-5」は、重量で、約19%のCr、約10%のSi、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-5は、たとえば、ルーカスミルハウプト社から市販されている。

【0017】

本明細書で使用される「BNi-6」は、重量で、約11%のリン(P)、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-6は、たとえば、ルーカスミルハウプト社から市販されている。

40

【0018】

本明細書で使用される「BNi-7」は、重量で、約14%のCr、約10%のP、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-7は、たとえば、ルーカスミルハウプト社から市販されている。

【0019】

本明細書で使用される「BNi-9」は、重量で、約15%のCr、約3%のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-9は、たとえば、ルーカスミルハウプト社から市販されている。

50

## 【0020】

本明細書で使用される「BNi-10」は、重量で、約16%のW、約11.5%のCr、約3.5%のSi、約3.5%のFe、約2.5%のB、約0.5%のC、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BNi-10は、たとえば、安徽華中溶接製造有限公司（合肥市、中国）から市販されている。

## 【0021】

本明細書で使用される「BRB」は、重量で、約13.0%～約14.0%のCr、約9.0%～約10.0%のCo、約3.5%～約3.8%のAl、約2.25%～約2.75%のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。BRBは、たとえば、エリコンメトコから市販されている。

10

## 【0022】

本明細書で使用される「D15」は、重量で、約14.8%～約15.8%のCr、約9.5%～約11.0%のCo、約3.2%～約3.7%のAl、約3.0%～約3.8%のタンタル（Ta）、約2.1%～約2.5%のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。D15は、たとえば、エリコンメトコから市販されている。

## 【0023】

本明細書で使用される「DF4B」は、重量で、約13.0%～約15%のCr、約9.0%～約11.0%のCo、約3.25%～約3.75%のAl、約2.25%～約2.75%のTa、約2.5%～約3.0%のB、約0.01%～約0.10%のイットリウム（Y）、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。DF4Bは、たとえば、エリコンメトコから市販されている。

20

## 【0024】

本明細書で使用される「GTD111」は、重量で、約13.70%～約14.30%のCr、約9.0%～約10.0%のCo、約4.7%～約5.1%のTi、約3.5%～約4.1%のW、約2.8%～約3.2%のAl、約2.4%～約3.1%のTa、約1.4%～約1.7%のMo、約0.35%のFe、約0.3%のSi、約0.15%のニオブ（Nb）、約0.08%～約0.12%のC、約0.1%のマンガン（Mn）、約0.1%の銅（Cu）、約0.04%のジルコニウム（Zr）、約0.005%～約0.020%のB、約0.015%のP、約0.005%の硫黄（S）、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

30

## 【0025】

本明細書で使用される「GTD444」は、重量で、約9.75%のCr、約7.5%のCo、約4.2%のAl、約3.5%のTi、約4.8%のTa、約6%のW、約1.5%のMo、約0.5%以下のNb、約0.2%以下のFe、約0.2%以下のSi、約0.15%以下のハフニウム（Hf）、約0.08%以下のC、約0.009%以下のZr、約0.009%以下のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

## 【0026】

本明細書で使用される「ハステロイX」は、重量で、約8%～約10%のMo、約20.5%～約23%のCr、約17%～約20%のFe、約0.2%～約1%のW、約0.5%～約2.5%のCo、約0.05%～約0.15%のC、約1%以下のSi、約1%以下のMn、約0.01%以下のB、約0.04%以下のP、約0.03%以下のS、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

40

## 【0027】

本明細書で使用される「ヘインズ188」は、重量で、約21%～約23%のCr、約20%～約24%のNi、約13%～約15%のW、約3%以下のFe、約1.25%以下のMn、約0.2%～約0.5%のSi、約0.05%～約0.15%のC、約0.03%～約0.12%のラントン（La）、約0.02%以下のP、約0.015%以下のB、約0.015%以下のS、不可避不純物、および残部のCoの組成物を含む合金を指す。

50

## 【0028】

本明細書で使用される「ヘインズ230」は、重量で、約22%のCr、約2%のMo、約0.5%のMn、約0.4%のSi、約14%のW、約0.3%のAl、約0.1%のC、約0.02%のLa、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

## 【0029】

本明細書で使用される「インコネル738」は、重量で、約15.7%～約16.3%のCr、約8.0%～約9.0%のCo、約3.2%～約3.7%のTi、約3.2%～約3.7%のAl、約2.4%～約2.8%のW、約1.5%～約2.0%のTa、約1.5%～約2.0%のMo、約0.6%～約1.1%のNb、約0.5%以下のFe、約0.3%以下のSi、約0.2%以下のMn、約0.15%～約0.20%のC、約0.05%～約0.15%のZr、約0.015%以下のS、約0.005%～約0.015%のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

10

## 【0030】

本明細書で使用される「L605」は、重量で、約19%～約21%のCr、約14%～約16%のW、約9%～約11%のNi、約3%以下のFe、約1%～約2%のMn、約0.05%～約0.15%のC、約0.4%以下のSi、約0.04%以下のP、約0.03%以下のS、不可避不純物、および残部のCoの組成物を含む合金を指す。

## 【0031】

本明細書で使用される「MarM247」は、重量で、約9.3%～約9.7%のW、約9.0%～約9.5%のCo、約8.0%～約8.5%のCr、約5.4%～約5.7%のAl、場合によっては約3.2%のTa、場合によっては約1.4%のHf、約0.25%以下のSi、約0.1%以下のMn、約0.06%～約0.09%のC、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

20

## 【0032】

本明細書で使用される「MarM509」は、重量で、約22.5%～約24.25%のCr、約9%～約11%のNi、約6.5%～約7.5%のW、約3%～約4%のTa、約0.3%以下のTi（たとえば、約0.15%～約0.3%のTi）、約0.65%以下のC（たとえば、約0.55%～約0.65%のC）、約0.55%以下のZr（たとえば、約0.45%～約0.55%のZr）、不可避不純物、および残部のCoの組成物を含む合金を指す。

30

## 【0033】

本明細書で使用される「MarM509B」は、重量で、約22.00%～約24.75%のCr、約9.0%～約11.0%のNi、約6.5%～約7.6%のW、約3.0%～約4.0%のTa、約2.6%～約3.16%のB、約0.55%～約0.64%のC、約0.30%～約0.60%のZr、約0.15%～約0.30%のTi、約1.30%以下のFe、約0.40%以下のSi、約0.10%以下のMn、約0.02%以下のS、不可避不純物、および残部のCoの組成物を含む合金を指す。MM509Bは、たとえば、WESGO Ceramicsから市販されている。

## 【0034】

本明細書で使用される「René108」は、重量で、約9%～約10%のCo、約9.3%～約9.7%のW、約8.0%～約8.7%のCr、約5.25%～約5.75%のAl、約2.8%～約3.3%のTa、約1.3%～約1.7%のHf、約0.9%以下のTi（たとえば、約0.6%～約0.9%のTi）、約0.6%以下のMo（たとえば、約0.4%～約0.6%のMo）、約0.2%以下のFe、約0.12%以下のSi、約0.1%以下のMn、約0.1%以下のCu、約0.1%以下のC（たとえば、約0.07%～約0.1%のC）、約0.1%以下のNb、約0.02%以下のZr（たとえば、約0.005%～約0.02%のZr）、約0.02%以下のB（たとえば、約0.01%～約0.02%のB）、約0.01%以下のP、約0.004%以下のS、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

40

## 【0035】

50

本明細書で使用される「Rene 142」は、重量で、約12%のCo、約6.8%のCr、約6.4%のTa、約6.1%のAl、約4.9%のW、約2.8%のレニウム(Re)、約1.5%のMo、約1.5%のHf、約0.12%のC、約0.02%のZr、約0.015%のB、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

#### 【0036】

本明細書で使用される「Rene 195」は、重量で、約7.6%のCr、約3.1%のCo、約7.8%のAl、約5.5%のTa、約0.1%のMo、約3.9%のW、約1.7%のRe、約0.15%のHf、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

#### 【0037】

本明細書で使用される「Rene N2」は、重量で、約13%のCr、約7.5%のCo、約6.6%のAl、約5%のTa、約3.8%のW、約1.6%のRe、約0.15%のHf、不可避不純物、および残部のNiの組成物を含む合金を指す。

#### 【0038】

本明細書で使用される「T800」は、重量で、約27.0%～約30.0%のMo、約16.5%～約18.5%のCr、約3.0%～3.8%のSi、約1.5%以下のFe、約1.5%以下のNi、約0.15%以下の酸素(O)、約0.08%以下のC、約0.03%以下のP、約0.03%以下のS、不可避不純物、および残部のCoの組成物を含む合金を指す。T800は、たとえば、Deloro Stellite Inc.によって製造され、たとえば、WESGO Ceramicsから市販されている。

#### 【0039】

図1を参照すると、プロセスは、ろう付け結合剤14とともに容器12内にコア合金のコア10を置くことを含む。図1のコア10は球状である。図1の容器12は、キャップ付きプラスチックボトルである。容器12はミキサ20内に置かれ、ミキサ20は容器12を振ってコア10およびろう付け結合剤14を攪拌し、各々がろう付け結合剤14の層でコーティングされるコア10の被覆コア22を形成する。

#### 【0040】

さらに図1を参照すると、第1の合金の第1の粉末30は、第2の合金の第2の粉末32と混合されて、粉末組成物34を形成する。第1の合金および第2の合金は、異なる融解温度を有する。粉末組成物34および被覆コア22は容器12内に置かれる。図1の被覆コア22および粉末組成物34用の容器12は、コア10およびろう付け結合剤14用の容器12と同様または同一のキャップ付きプラスチックボトルであるが、好ましくは、同じ容器12ではない。容器12はミキサ20内に置かれ、ミキサ20は容器12を振って被覆コア22および粉末組成物34を攪拌して、各々がろう付け結合剤14の層に付着した未焼結状態のろう付け結合剤14および粉末組成物34の層でコーティングされた、コア10のグリーンプリフォーム40を形成する。同じミキサ20または異なるミキサ20が2つの攪拌に使用されてよい。

#### 【0041】

さらに図1を参照すると、ろう付け結合剤14の層を塗布し、粉末組成物34を塗布する交互のステップは、粉末被覆グリーンプリフォーム50を形成するのに十分な量の粉末組成物34がコア10に塗布されるまで何度でも繰り返されてよい。図1では、粉末被覆グリーンプリフォーム50は、2層のろう付け結合剤14および2層の粉末組成物34を有するが、粉末被覆グリーンプリフォーム50は、代替として、グリーンプリフォーム40と同じであってもよく、追加の層からの追加の粉末組成物34を有してもよい。粉末被覆グリーンプリフォーム50は、次いで、焼結炉52内で焼結されて、焼結粉末組成物62でコーティングされたコア10のハイブリッド予備焼結プリフォーム60を形成する。いくつかの実施形態では、焼結炉52は真空炉である。いくつかの実施形態では、焼結は真空炉内で行われる。いくつかの実施形態では、焼結の温度は、約1150（約2100°F）から約1290（約2350°F）の範囲内である。ろう付け結合剤14は焼結中に燃え尽きる。

10

20

30

40

50

## 【0042】

いくつかの実施形態では、ハイブリッド予備焼結プリフォーム60は、いかなる追加の処理ステップもなしに焼結直後にろう付けの準備ができている。他の実施形態では、ハイブリッド予備焼結プリフォーム60は、焼結の後だが、ろう付けまたは製造での使用の前に、表面組織または形状を変えるために研磨されてよい。いくつかの実施形態では、研磨により、ハイブリッド予備焼結プリフォーム60の外面上に滑らかな表面形状が生成される。いくつかの実施形態では、研磨により、代替または追加として、ハイブリッド予備焼結プリフォーム60の外面上に丸い形状が生成される。

## 【0043】

図2を参照すると、プロセスは、コア10および焼結粉末組成物62を含むハイブリッド予備焼結プリフォーム60を、部品70の通路80内のコア10の周りに置くことを含む。ハイブリッド予備焼結プリフォーム60は、次いで、部品の通路80内で部品70にろう付けされる。いくつかの実施形態では、ろう付けの温度は、約1150（約2100°F）から約1290（約2350°F）の範囲内である。いくつかの実施形態では、ろう付けの時間は、約10分から約30分の範囲内である。コア10、ろう付け接合部90、部品70、および通路80はすべて、図2の最後の画像で見ることができ、コア10の直径は約5.7mm（約0.23インチ）である。

10

## 【0044】

コア10は、約2.5mm（約0.1インチ）から約19.1mm（約0.75インチ）、あるいは約12.7mm（約0.5インチ）から約19.1mm（約0.75インチ）、あるいは約2.5mm（約0.1インチ）から約12.7mm（約0.5インチ）、あるいは約3.8mm（約0.15インチ）から約10.2mm（約0.4インチ）、あるいは約5.1mm（約0.2インチ）から約7.6mm（約0.3インチ）、あるいは約5.1mm（約0.2インチ）から約6.4mm（約0.25インチ）の範囲、またはその間の任意の値、範囲、もしくはサブ範囲の最大長さ寸法（球形の場合は直径）を有してよい。

20

## 【0045】

いくつかの実施形態では、コア10のコア合金は超合金である。コア合金には、1つもしくは複数の耐熱合金、超合金、ニッケル基超合金、コバルト基超合金、鉄基超合金、チタン-アルミニウム超合金、鉄基合金、鋼合金、ステンレス鋼合金、コバルト基合金、ニッケル基合金、チタン基合金、ハステロイX、ヘインズ188、ヘインズ230、またはそれらの組合せが含まれてよい。いくつかの実施形態では、コア合金は予備焼結プリフォームではない。

30

## 【0046】

ろう付け結合剤14は、コア10上にコーティング層を形成する任意の結合剤組成物であってよく、ろう付けの前にコア10上に粉末組成物34を保持し、ろう付けステップ中に燃え尽きる。ろう付け結合剤14は、溶媒内に結合剤成分を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、ろう付け結合剤14はゲルの粘稠度を有する。いくつかの実施形態では、ろう付け結合剤14は結合剤のゲルである。いくつかの実施形態では、結合剤のゲルは従来の結合剤のゲルである。いくつかの実施形態では、ろう付け結合剤はいかなるろう付け金属または合金も含まない。

40

## 【0047】

いくつかの実施形態では、粉末組成物34は、別個の相として互いに混合された第1の合金および第2の合金を含む。第1の合金は第2の合金よりも高い融解温度をもつ。第1の合金は高融点合金粉末であり、少なくとも約1320°C（約2400°F）の第1の融点を含む場合があり、第2の合金は低融点合金粉末であり、約1290°C（約2350°F）未満の第2の融点を含む場合がある。

## 【0048】

第1の合金には、1つもしくは複数の耐熱合金、超合金、ニッケル基超合金、コバルト基超合金、鉄基超合金、チタン-アルミニウム超合金、鉄基合金、鋼合金、ステンレス鋼

50

合金、コバルト基合金、ニッケル基合金、チタン基合金、T 8 0 0、G T D 1 1 1、G T D 4 4 4、ヘインズ 1 8 8、ヘインズ 2 3 0、インコネル 7 3 8、L 6 0 5、Mar M 2 4 7、Mar M 5 0 9、Ren e 1 0 8、Ren e 1 4 2、Ren e 1 9 5、Ren e N 2、またはそれらの組合せが含まれてよい。

【0049】

第2の合金には、1つもしくは複数のろう付け合金、鉄基合金、鋼合金、ステンレス鋼合金、コバルト基合金、ニッケル基合金、チタン基合金、D F 4 B、D 1 5、Mar M 5 0 9 B、B 9 3、B N i - 2、B N i - 3、B N i - 5、B N i - 6、B N i - 7、B N i - 9、B N i - 1 0、B R B、またはそれらの組合せが含まれてよい。

【0050】

いくつかの実施形態では、粉末組成物 3 4 は、限定はしないが、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、炭化タンゲステン、窒化チタン、炭窒化チタン、炭化チタン、またはそれらの組合せなどの、1つまたは複数のセラミック添加剤をさらに含む。

【0051】

いくつかの実施形態では、粉末組成物 3 4 は、約 9 0 重量% の第1の合金と約 1 0 重量% の第2の合金、あるいは約 8 0 重量% の第1の合金と約 2 0 重量% の第2の合金、あるいは約 7 0 重量% の第1の合金と約 3 0 重量% の第2の合金、あるいは約 6 0 重量% の第1の合金と約 4 0 重量% の第2の合金、あるいは約 5 0 重量% の第1の合金と約 5 0 重量% の第2の合金、あるいは約 4 5 重量% の第1の合金と約 5 5 重量% の第2の合金、またはそれらの間の任意の値、範囲、もしくはサブ範囲の混合を含む。いくつかの実施形態では、第1の合金は Mar M 2 4 7 である。いくつかの実施形態では、第2の合金は D F 4 B である。

【0052】

いくつかの実施形態では、ろう付け結合剤 1 4 の各層は、ろう付け結合剤 1 4 のあらゆる他の層と同じ組成を有する。いくつかの実施形態では、粉末組成物 3 4 の各コーティングは、粉末組成物 3 4 のあらゆる他のコーティングと同じ組成を有する。いくつかの実施形態では、粉末組成物 3 4 のコーティングの少なくとも 1 つの組成は、粉末組成物 3 4 の少なくとも 1 つの他のコーティングの組成とは異なる。いくつかの実施形態では、第1の合金または第2の合金は、コーティングの少なくとも 1 つが異なる。いくつかの実施形態では、第1の合金はコーティングのすべてで同じであり、第2の合金はコーティングのすべてで同じであるが、第1の合金と第2の合金の相対量は異なる。いくつかの実施形態では、コーティングは、最も内側のコーティングから最も外側のコーティングまでのコーティングの中の第1の合金と第2の合金の相対量に勾配を提供する。いくつかの実施形態では、第1の合金の第2の合金に対する比は、最も内側のコーティングから最も外側のコーティングまで減少する。

【0053】

コア 1 0 は図面では球体として示されているが、コア 1 0 は、限定はしないが、球形、卵形、円筒形、円錐形、立方形、長方形、またはテーパを含む、通路内に置かれ、開口部を密封する助けとなる、任意の形状を有することができる。

【0054】

容器 1 2 は、任意のサイズおよび形状を有することができ、ろう付け結合剤 1 4 または粉末組成物 3 4 の均一または実質的に均一なコーティングがコア 1 0 の外面に塗布されるように、攪拌ステップ中にコア 1 0 およびろう付け結合剤 1 4 または粉末組成物 3 4 のいずれかを含むことができる任意の材料から作られてよい。

【0055】

コア 1 0 に対するろう付け結合剤 1 4 の比および量は、好ましくは、1回目 / 奇数回目の攪拌によってコア 1 0 上にろう付け結合剤 1 4 の均一または実質的に均一な層を被覆コア 2 2 に提供するように選択される。

【0056】

同様に、被覆コア 2 2 に対する粉末組成物 3 4 の比および量は、好ましくは、2回目 /

10

20

30

40

50

偶数回目の攪拌によってグリーンプリフォーム 4 0 上の粉末組成物 3 4 の均一または実質的に均一なコーティングをグリーンプリフォーム 4 0 に提供するように選択される。

【 0 0 5 7 】

攪拌は手動で行われてもよいが、自動化されることが好ましい。攪拌は、コア 1 0 と塗布されたろう付け結合剤 1 4 または粉末組成物 3 4 との混合をもたらす容器 1 2 の任意の振動運動を含んでよい。いくつかの実施形態では、攪拌は三次元シェーカーミキサ内で行われる。いくつかの実施形態では、シェーカーミキサは、T U R B U L A (登録商標) シエーカーミキサ (W i l l y A . B a c h o f e n A G、バーゼル、スイス) である。いくつかの実施形態では、攪拌は二次元シェーカーテーブル上で行われる。

【 0 0 5 8 】

焼結の後、ハイブリッド予備焼結プリフォーム 6 0 は、ろう付け処理機内で直ちに使用されてもよく、ろう付けまたは製造での使用の前に研磨されてもよい。

【 0 0 5 9 】

1 つまたは複数の実施形態を参照して本発明が記載されたが、本発明の範囲から逸脱することなく、それらの要素に対して様々な変更が行われてよく、均等物が置き換えられてよいことが当業者なら理解されよう。加えて、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく、特定の状況または材料を本発明の教示に適応させるために、多くの修正が行われてよい。したがって、本発明は、本発明の遂行について考えられる最良の形態として開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明は、添付の特許請求の範囲内に入るすべての実施形態を含むことが意図される。加えて、発明を実施するための形態において識別されたすべての数値は、あたかも正確な値および近似値が両方とも明示的に識別されたものとして解釈されるべきである。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

1 0 コア

1 2 容器

1 4 ろう付け結合剤

2 0 ミキサ

2 2 被覆コア

3 0 第 1 の粉末

3 2 第 2 の粉末

3 4 粉末組成物

4 0 グリーンプリフォーム

5 0 粉末被覆グリーンプリフォーム

5 2 焼結炉

6 0 ハイブリッド予備焼結プリフォーム

6 2 焼結粉末組成物

7 0 部品

8 0 通路

9 0 ろう付け接合部

10

20

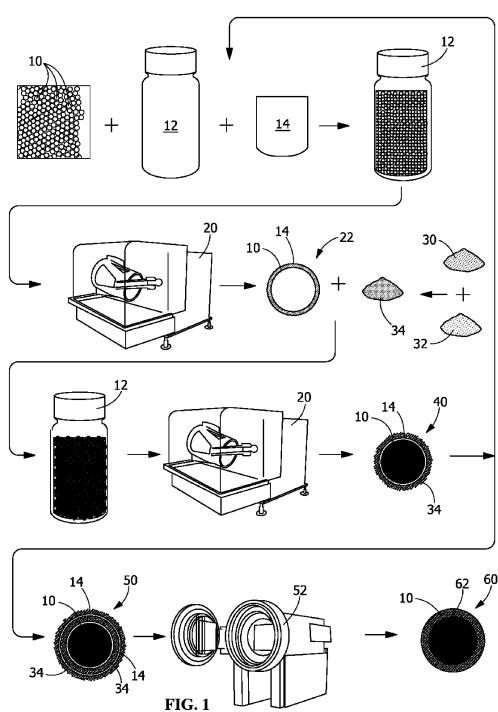
30

40

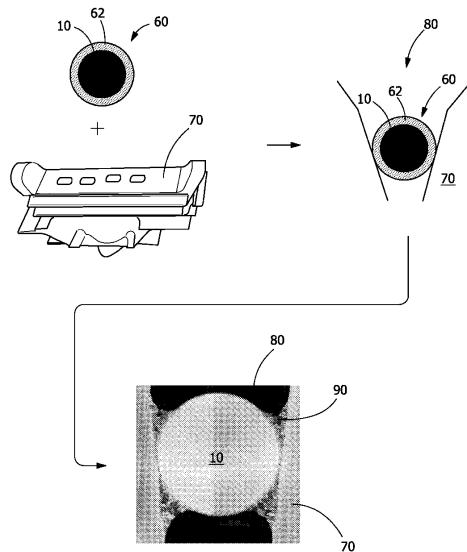
50

## 【図面】

## 【図1】



## 【図2】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I  
B 2 3 K 35/30 3 1 0 D

アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンビル, ガーリントン ロード 3 0 0

(72)発明者 トリッソン、ブライアン リー

アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンビル, ガーリントン ロード 3 0 0

(72)発明者 ヘンダーソン、ブライアン レスリー

アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンビル, ガーリントン ロード 3 0 0

審査官 松岡 徹

(56)参考文献 特開2 0 1 4 - 1 2 2 4 2 3 (JP, A)

特表2 0 1 6 - 5 1 0 3 7 2 (JP, A)

米国特許出願公開第2 0 1 1 / 0 0 7 0 1 1 9 (US, A 1)

特開2 0 1 4 - 1 5 1 3 6 7 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 2 2 F 1 / 0 0

B 2 2 F 7 / 0 0