

(11) 特許出願公開番号

特開2017-121663

(P2017-121663A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 C 9/10 (2006.01)	B 2 2 C 9/10 F	4 E 0 9 3
B 2 2 C 9/04 (2006.01)	B 2 2 C 9/04 A	
B 2 2 C 9/24 (2006.01)	B 2 2 C 9/10 J	
	B 2 2 C 9/24 C	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-237195 (P2016-237195)
 (22) 出願日 平成28年12月7日 (2016.12.7)
 (31) 優先権主張番号 14/973,250
 (32) 優先日 平成27年12月17日 (2015.12.17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
45、スケネクタディ、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

(74) 代理人 100113974
弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

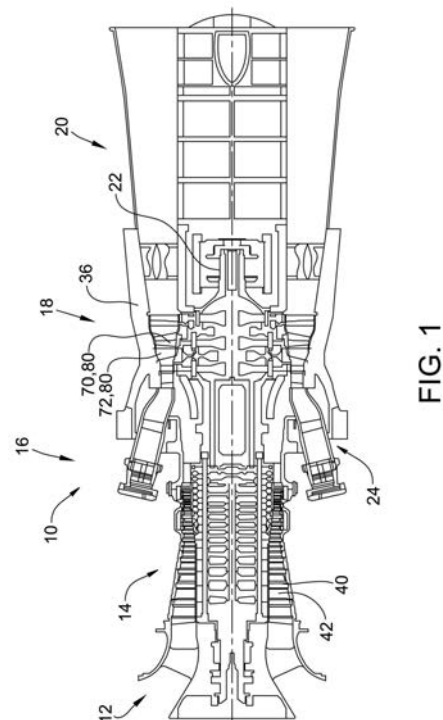
(54) 【発明の名称】 ジャケット付きコアを使用して内部流路を有する構成要素を形成するための方法及びアセンブリ

(57) 【要約】

【課題】 ジャケット付きコアを使用して内部流路を有する構成要素を形成するための方法及びアセンブリを提供する。

【解決手段】内部流路（８２）が画成される構成要素（８０）を形成するのに使用するための金型アセンブリ（３０１）が、金型キャビティ（３０４）が画成される金型（３００）と、金型に対して位置付けられるジャケット付きコア（３１０）とを含む。ジャケット付きコアは、中空構造（３２０）と、溶融状態の構成要素材料（７８）が金型キャビティに導入され、冷却されて構成要素を形成する場合に、中空構造内に配置され、構成要素内の内部流路を画成するよう位置決めされる内部コア（３２４）とを含む。ジャケット付きコアはまた、中空構造と内部コアとの間に配置された第１のコーティング層（３６２）を含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部流路（８２）が画成される構成要素（８０）を形成するのに使用するための金型アセンブリ（３０１）であって、金型アセンブリ（３０１）は、

金型キャビティ（３０４）が画成される金型（３００）と、

金型（３００）に対して位置付けられるジャケット付きコア（３１０）とを備え、ジャケット付きコア（３１０）は、

中空構造（３２０）と、

溶融状態の構成要素材料（７８）がキャビティ（３０４）に導入されて構成要素（８０）を形成するために冷却される場合に、中空構造（３２０）内に配置され、内部流路（８２）を画成するよう位置付けられる内部コア（３２４）と、

中空構造（３２０）と内部コア（３２４）との間に配置される第１のコーティング層（３６２）とを備える、

金型アセンブリ（３０１）。

【請求項 2】

第１のコーティング層（３６２）が、中空構造（３２０）の内部部分（３６０）の少なくとも一部に配置される、請求項 1 に記載の金型アセンブリ（３０１）。

【請求項 3】

第１のコーティング層（３６２）が、構成要素（８０）が形成される場合に内部流路（８２）の性能を修正するよう選択される第１のコーティング材料（３６６）から形成される、請求項 1 に記載の金型アセンブリ（３０１）。

【請求項 4】

第１のコーティング材料（３６６）が、（i）酸化防止材料、（ii）腐食防止材料、（iii）炭素堆積防止材料、（iv）熱障壁材料、（v）水蒸気障壁材料、及び（vi）摩耗防止材料のうちの１つから選択される、請求項 3 に記載の金型アセンブリ（３０１）。

【請求項 5】

内部流路（８２）が画成される構成要素（８０）を形成する方法（７００）であって、方法（７００）は、

ジャケット付きコア（３１０）を金型（３００）に対して位置決めするステップ（７０２）であって、ジャケット付きコア（３１０）が、

中空構造（３２０）と、

中空構造（３２０）内に配置される内部コア（３２４）と、

中空構造（３２０）と内部コア（３２４）との間に配置されて、第１のコーティング材料（３６６）から形成される、第１のコーティング層（３６２）を含む、

ステップ（７０２）と、

金型（３００）のキャビティに溶融状態の構成要素材料（７８）を導入するステップ（７０４）と、

構成要素（８０）を形成するためにキャビティ内で構成要素材料（７８）を冷却するステップ（７０６）であって、内部コア（３２４）が、構成要素（８０）内に内部流路（８２）を画成するよう位置決めされ、第１のコーティング材料（３６６）の少なくとも一部が、内部流路（８２）の少なくとも一部を裏打ちする、ステップ（７０６）と、

を備える、方法（７００）。

【請求項 6】

ジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７０２）は、中空構造（３２０）の内部部分（３６０）の少なくとも一部に配置された第１のコーティング層（３６２）を含むジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７０８）を備える、請求項 5 に記載の方法（７００）。

【請求項 7】

内部コアが、内部コア材料（３２６）から形成され、

10

20

30

40

50

第1のコーティング層を、中空構造の内部部分(360)に適用するステップ(720)と、

コーティングされた中空構造を、内部コア材料で充填するステップ(722)と、
によってジャケット付きコアを形成するステップ(718)をさらに備える、請求項5に記載の方法(700)。

【請求項8】

第1のコーティング層(362)を適用するステップ(720)が、第1のコーティング層(362)をバルクコーティング処理で中空構造(320)に適用するステップ(724)を備える、請求項7に記載の方法(700)。

【請求項9】

第1のコーティング層(362)を適用するステップ(720)が、第1のコーティング層(362)をスラリー注入処理及びスラリー浸漬処理の少なくとも一方で中空構造(320)の内部部分(360)に適用するステップ(728)を備える、請求項7に記載の方法(700)。

【請求項10】

第1のコーティング層(362)を適用するステップ(720)が、第1のコーティング層(362)を付加的な製造処理で適用するステップ(732)を備える、請求項7に記載の方法(700)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ジャケット付きコアを使用して内部流路を有する構成要素を形成するための方法及びアセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

本開示の分野は、一般に、内部流路が画成された構成要素に関し、より詳細には、内部流路がコーティングで裏打ちされた構成要素を形成することに関する。

【0003】

いくつかの構成要素は、例えば、意図された機能を実行するために、内部流路がそこに画成されることを必要とする。例えば、限定するわけではないが、ガスタービン的高温ガス流路構成要素などの、一部の構成要素は、高温にさらされる。少なくともいくつかのそのような構成要素は、冷却流体の流れを受けるように内部に画成された内部流路を有し、その結果、構成要素は、高温にさらに耐えることができる。別の例として、限定ではないが、いくつかの構成要素は、別の構成要素との界面で摩擦を受ける。少なくともいくつかのそのような構成要素は、潤滑油の流れを受けて摩擦低減を促進するよう画成される内部流路を有する。

【0004】

内部流路が画成された少なくともいくつかの既知の構成要素は、内部流路を画成する内壁にコーティングが施された後、意図された機能の性能が改善されたことを示す。例えば、限定するものではないが、そのような構成要素のいくつかは、酸化及び／又は腐食環境にさらされ、不都合なことに、内壁の酸化及び／又は腐食が、内部流路の流れ特性を変える。少なくともいくつかのそのような構成要素について、酸化及び／又は腐食を抑制する内壁のコーティングは、構成要素の性能及び／又は有用な耐用年数を向上させる。しかしながら、そのようなコーティングは、高度の非線形性、複雑な断面、及び／又は大きな長さ対直径比によって特徴づけられる内部流路などの、ある種の内部流路に完全に、及び／又は均一に適用することが困難であるか、又は費用がかかる可能性がある。

【発明の概要】

【0005】

一態様において、内部流路が画成された構成要素を形成するのに使用するための金型アセンブリが提供される。金型アセンブリは、金型キャビティを画成する金型と、金型に対

10

20

30

40

50

して位置決めされたジャケット付きコアとを含む。ジャケット付きコアは、中空構造と、溶融状態の構成要素材料が金型キャビティに導入され、冷却されて構成要素を形成する場合に、中空構造内に配置され、構成要素内の内部流路を画成するよう位置決めされる内部コアとを含む。ジャケット付きコアはまた、中空構造と内部コアとの間に配置された第1のコーティング層を含む。

【0006】

別の態様において、内部流路が画成された構成要素を形成する方法が提供される。本方法は、金型に対してジャケット付きコアを位置決めするステップを含む。ジャケット付きコアは、中空構造、中空構造内に配置された内部コア、及び中空構造と内部コアとの間に配置された第1のコーティング層を含む。第1のコーティング層は、第1のコーティング材料から形成される。本方法はまた、溶融状態の構成要素材料を金型のキャビティに導入するステップと、キャビティ内の構成要素材料を冷却して、構成要素を形成するステップとを含む。内部コアは、構成要素内の内部流路を画成するよう位置決めされ、第1のコーティング材料の少なくとも一部は、内部流路の少なくとも一部を裏打ちする。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】例示的な回転機械の概略図である。

【図2】図1に示す回転機械とともに使用する例示的な構成要素の概略透視図である。

【図3】図2に示す構成要素を製造するための例示的な金型アセンブリの概略透視図であり、金型アセンブリは、金型に対して位置決めされたジャケット付きコアを含む。

【図4】図3に示された金型アセンブリとともに使用するための例示的なジャケット付きコアの、図3に示した線4-4に沿った、概略断面図である。

【図5】図3に示された金型アセンブリとともに使用するための別の例示的なジャケット付きコアの、図3に示した線4-4に沿った、概略断面図である。

【図6】図2の構成要素の、図2に示した線6-6に沿った、断面図である。

【図7】図1に示す回転機械とともに使用するための構成要素などの、内部流路が画成された構成要素を形成する例示的な方法のフローダイアグラムである。

【図8】図7のフローダイアグラムの続きである。

【図9】図8のフローダイアグラムの続きである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下の明細書及び特許請求の範囲では、多くの用語を用いるが、以下の意味で定義される。

【0009】

単数形「1つの(a)」、「1つの(an)」、及び「この(the)」は、文脈上明らかに指示する場合を除き、複数形を含む。

【0010】

「オプションの」又は「任意選択的に」という用語は、その後に記載された状況の結果が起こってもよいし、又は起こらなくてもよく、及びその記載が、前記の結果又は状況が起こる場合並びにそれらが起こらない場合を包含することを意味する。

【0011】

本明細書及び特許請求の範囲の全範囲において用いられる場合、任意の近似的表現は、関連する基本的機能に変化をもたらさない範囲内で変動させることができる定量的表現を修飾するために用いることができる。したがって、「約」、「ほぼ」、及び「実質的に」などの1以上の用語によって修飾された値は、指定された精密な値に限定されない。少なくともいくつかの例において、近似的な用語は、その数値を測定する装置の精密さに対応させることができる。ここで、及び明細書及び特許請求の範囲を通して、範囲の制限を特定することができる。そのような範囲は、組合せる、及び／又は交換することができ、文脈上明らかに指示する場合を除き、そこに含まれるすべての部分範囲を含むことができる。

。

10

20

30

40

50

【0012】

本明細書で説明する例示的な構成要素及び方法は、コーティングされた内部流路が画成された構成要素を形成するための既知のアセンブリ及び方法と関連付けられた欠点の少なくともいくつかを克服する。本明細書で説明する実施形態は、金型に対して位置決めされたジャケット付きコアを提供する。ジャケット付きコアは、(i)中空構造、(ii)中空構造内に配置された内部コア、及び(iii)中空構造と内部コアとの間に配置された第1のコーティング層を含む。内部コアは、金型キャビティ内に延在して、金型内に形成される構成要素内の内部流路の位置を画成する。第1のコーティング層は、第1のコーティング材料を含む。溶融した構成要素材料が金型キャビティ内に導入され、冷却されて構成要素を形成した後、第1のコーティング材料の少なくとも一部は、内部流路の少なくとも一部を裏打ちする。

10

【0013】

図1は、本開示の実施形態を使用することができる構成要素を有する例示的な回転機械10の概略図である。例示的な実施形態では、回転機械10は、吸気部12と、吸気部12の下流に結合された圧縮部14と、圧縮部14の下流に結合された燃焼部16と、燃焼部16の下流に結合されたタービン部18と、タービン部18の下流に結合された排気部20とを含むガスタービンである。概ね管状のケーシング36は、吸気部12、圧縮部14、燃焼部16、タービン部18、及び排気部20のうちの1以上を少なくとも部分的に取り囲む。別の実施形態では、回転機械10は、本明細書に記載されているような内部流路を伴い構成された構成要素が適している任意の回転機械である。さらに、本開示の実施形態は、説明の目的で回転機械を用いて説明するが、本明細書で説明する実施形態は、そこに画成された内部流路が適切に形成された構成要素を含むあらゆる状況に適用可能である。

20

【0014】

例示的な実施形態では、タービン部18は、ロータシャフト22を介して圧縮部14に結合される。本明細書で使用される場合、「結合する」という用語は、構成要素間の直接的な機械的接続、電気的接続、及び／又は通信接続に限定されず、複数構成要素の間の間接的な機械的接続、電気的接続、及び／又は通信接続を含むことができることに留意されたい。

【0015】

ガスタービン10の動作の間、吸気部12は、圧縮部14に対して空気を流す。圧縮部14は、空気をより高い圧力及び温度に圧縮する。より具体的には、ロータシャフト22は、圧縮部14内のロータシャフト22に結合された1以上の円周方向列の圧縮機ブレード40に回転エネルギーを伝える。例示的な実施形態では、圧縮機ブレード40の各列の前に、空気流を圧縮機ブレード40内に導くケーシング36から半径方向内側に延在する圧縮機静翼42の円周方向列がある。圧縮機ブレード40の回転エネルギーは、空気の圧力及び温度を上昇させる。圧縮部14は、圧縮空気を燃焼部16に向けて排出する。

30

【0016】

燃焼部16では、圧縮空気が、燃料と混合され、点火されて、タービン部18に向けて伝えられる燃焼ガスを生成する。より具体的には、燃焼部16は、1以上の燃焼器24を含み、その中に、燃料、例えば、天然ガス及び／又は燃料油が空気流中に注入され、燃料-空気混合物が点火されて、タービン部18に向けて伝えられる高温燃焼ガスを生成する。

40

【0017】

タービン部18は、燃焼ガス流からの熱エネルギーを機械的回転エネルギーに変換する。より具体的には、燃焼ガスは、タービン部18内のロータシャフト22に結合された1以上の円周方向列のロータブレード70に回転エネルギーを伝える。例示的な実施形態では、ロータブレード70の各列の前に、燃焼ガスをロータブレード70内に導くケーシング36から半径方向内側に延在するタービン静翼72の円周方向列がある。ロータシャフト22は、限定するものではないが、発電機及び／又は機械的駆動装置のなどの、負荷（

50

図示せず)に結合することができる。排気された燃焼ガスは、タービン部18より下流に、排気部20に流れる。回転機械10の構成要素は、構成要素80として示されている。燃焼ガスの経路に近接する構成要素80は、回転機械10の動作中に高温にさらされる。さらに、又は或いは、構成要素80は、内部流路が画成されて形成された適切な任意の構成要素を含む。

【0018】

図2は、(図1に示す)回転機械10とともに使用するよう示された、例示的な構成要素80の概略透視図である。構成要素80は、内壁100によって内部に画成された1以上の内部流路82を含む。例えば、冷却流体は、回転機械10の動作中に内部流路82にもたらされ、構成要素80を、高温の燃焼ガスの温度未満に維持することを容易にする。内部流路82は1つだけが示されているが、構成要素80は、本明細書で説明するように形成された任意の適切な数の内部流路82を含むことを理解されたい。

10

【0019】

構成要素80は、構成要素材料78から形成される。例示的な実施形態では、構成要素材料78は、適切なニッケル基超合金である。代替実施形態では、構成要素材料78は、コバルト基超合金、鉄基合金、及びチタン基合金のうちの少なくとも1つである。他の代替実施形態では、構成要素材料78は、本明細書で説明されているように構成要素80を形成することを可能にする任意の適切な材料である。

【0020】

例示的な実施形態では、構成要素80は、ロータブレード70又は静翼72のうちの1つである。代替実施形態では、構成要素80は、本明細書で説明するような内部流路で形成することができる回転機械10の別の適切な構成要素である。さらに他の実施形態では、構成要素80は、内部流路が画成されて適切に形成された任意の適切な用途のための任意の構成要素である。

20

【0021】

例示的な実施形態では、ロータブレード70、或いは静翼72は、前進面74及び反対の後進面76を含む。前進面74及び後進面76のそれぞれは、前縁84から反対の後縁86まで延在している。さらに、ロータブレード70、又は静翼72は、末端88から反対側の先端90まで延在し、ブレード長96を画成する。代替実施形態では、ロータブレード70、又は静翼72は、本明細書で説明する内部流路で形成することができる任意の適切な構成を有する。

30

【0022】

特定の実施形態では、ブレード長96は、少なくとも約25.4センチメートル(cm)(10インチ)である。さらに、いくつかの実施形態では、ブレード長96は、少なくとも約50.8cm(20インチ)である。特定の実施形態では、ブレード長96は、約61cm(24インチ)から約101.6cm(40インチ)の範囲にある。代替実施形態では、ブレード長96は、約25.4cm(10インチ)未満である。例えば、いくつかの実施形態では、ブレード長96は、約2.54cm(1インチ)から約25.4cm(10インチ)の範囲内にある。他の代替実施形態では、ブレード長96は、約101.6cm(40インチ)より長い。

40

【0023】

例示的な実施形態では、内部流路82は、末端88から先端90まで延在している。代替実施形態では、内部流路82は、内部流路82が本明細書で説明するように形成されることを可能にする、任意の適切な方法で、任意の適切な程度に、構成要素80内に延在する。ある実施形態では、内部流路82は、非線形である。例えば、構成要素80は、末端88と先端90との間に画成された軸89に沿って所定の捻れを伴って形成され、内部流路82は、軸方向の捻れに対して相補的な湾曲形状を有する。いくつかの実施形態では、内部流路82は、内部流路82の長さに沿って前進面74から実質的に一定の距離94に位置付けられる。或いは、又はさらに、構成要素80の翼弦は、末端88と先端90との間でテーパ状に形成され、内部流路82は、テーパと非線形に相補的に延在しており、内

50

部流路 8 2 は、内部流路 8 2 の長さに沿って後縁 8 6 から実質的に一定の距離 9 2 に位置決めされる。代替実施形態では、内部流路 8 2 は、構成要素 8 0 の任意の適切な輪郭に相補的な非線形形状を有する。他の代替実施形態では、内部流路 8 2 は、非線形であり、構成要素 8 0 の輪郭に対して相補的ではない。いくつかの実施形態では、非線形形状を有する内部流路 8 2 は、構成要素 8 0 に対して予め選択された冷却基準を満たすことを容易にする。代替実施形態では、内部流路 8 2 は、直線的に延在する。

【0024】

いくつかの実施形態では、内部流路 8 2 は、実質的に円形の断面を有する。代替実施形態では、内部流路 8 2 は、実質的に卵形の断面を有する。他の代替実施形態では、内部流路 8 2 は、内部流路 8 2 が本明細書で説明するように形成されることを可能にする任意の適切な形状の断面を有する。さらに、ある実施形態では、内部流路 8 2 の断面の形状は、内部流路 8 2 の長さに沿って実質的に一定である。代替実施形態では、内部流路 8 2 の断面の形状は、内部流路 8 2 を本明細書で説明するように形成することを可能にする任意の適切な方法で、内部流路 8 2 の長さに沿って変化する。

【0025】

図 3 は、構成要素 8 0 (図 2 に示す) を作製するための金型アセンブリ 3 0 1 の概略透視図である。金型アセンブリ 3 0 1 は、金型 3 0 0 に対して位置決めされたジャケット付きコア 3 1 0 を含む。図 4 は、図 3 に示す線 4-4 に沿ったジャケット付きコア 3 1 0 の一実施形態の概略断面図である。図 2 から図 4 を参照すると、金型 3 0 0 の内壁 3 0 2 は、金型キャビティ 3 0 4 を画成する。内壁 3 0 2 は、溶融状態の構成要素材料 7 8 を金型キャビティ 3 0 4 に導入し、冷却して、構成要素 8 0 を形成することができるように、構成要素 8 0 の外形に対応する形状を画成する。例示的な実施形態における構成要素 8 0 は、ロータブレード 7 0 又は代替的に静翼 7 2 であるが、代替実施形態では、構成要素 8 0 は、本明細書で説明するような、内部流路を画成するよう適切に形成可能な任意の構成要素であることに留意されたい。

【0026】

ジャケット付きコア 3 1 0 は、ジャケット付きコア 3 1 0 の部分 3 1 5 が金型キャビティ 3 0 4 内に延在するように、金型 3 0 0 に対して位置付けられる。ジャケット付きコア 3 1 0 は、第 1 の材料 3 2 2 から形成される中空構造 3 2 0、中空構造 3 2 0 内に配置されて内部コア材料 3 2 6 から形成される内部コア 3 2 4、及び中空構造 3 2 0 と内部コア 3 2 4 との間に配置されて第 1 のコーティング材料 3 6 6 から形成される少なくとも第 1 のコーティング層 3 6 2 を含む。より具体的には、少なくとも第 1 のコーティング層 3 6 2 は、中空構造 3 2 0 の中心線に対して、中空構造 3 2 0 と内部コア 3 2 4 との間に放射状に配置される。内部コア 3 2 4 は、内部流路 8 2 の形状を画成する形状であり、金型キャビティ 3 0 4 内に位置付けられたジャケット付きコア 3 1 0 の部分 3 1 5 の内部コア 3 2 4 は、構成要素 8 0 内の内部流路 8 2 の位置を画成する。

【0027】

中空構造 3 2 0 は、内部コア 3 2 4 の長さに沿って内部コア 3 2 4 を実質的に囲む外壁 3 8 0 を含む。中空構造 3 2 0 の内部部分 3 6 0 は、内部コア 3 2 4 が中空構造 3 2 0 の内部部分 3 6 0 によって相補的に成形されるように、外壁 3 8 0 に対して内側に配置される。ある実施形態では、中空構造 3 2 0 は、ほぼ管状の形状を画成する。例えば、限定するものではないが、中空構造 3 2 0 は、最初に、内部コア 3 2 4 の、したがって、内部流路 8 2 の、選択された非線形形状を画成するために、必要に応じて、湾曲形状又は角度付き形状などの非線形形状に適切に操作される実質的に真っ直ぐな金属チューブから形成される。代替実施形態では、中空構造 3 2 0 は、内部コア 3 2 4 が、本明細書で説明するような内部流路 8 2 の形状を画成することを可能にする任意の適切な形状を画成する。

【0028】

例示的な実施形態では、中空構造 3 2 0 は、内部コア 3 2 4 の特徴的な幅 3 3 0 よりも薄い壁厚 3 2 8 を有する。特徴的な幅 3 3 0 は、本明細書では、内部コア 3 2 4 と同じ断面積を有する円の直径として定義される。代替実施形態では、中空構造 3 2 0 は、特徴的

な幅 330 未満以外の薄い壁厚 328 を有する。内部コア 324 の断面の形状は、図 3 及び図 4 に示す例示的な実施形態では円形である。或いは、内部コア 324 の断面の形状は、内部流路 82 が本明細書で説明するように機能することを可能にする内部流路 82 の断面の任意の適切な形状に対応する。

【0029】

また、例示的な実施形態では、第 1 のコーティング層 362 は、中空構造 320 の内部部分 360 の少なくとも一部、中空構造 320 と内部コア 324 との間に配置される。いくつかの実施形態では、第 1 のコーティング材料 366 は、本明細書で説明するように、構成要素 80 が形成された後の内部流路 82 の性能を変更するよう選択される。例えば、限定するものではないが、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿った構成要素材料 78 の酸化を抑制するよう選択される。さらに、又は或いは、限定するものではないが、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿った構成要素材料 78 の腐食を抑制するよう選択される。さらに、又は或いは、限定するものではないが、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿った構成要素材料 78 での炭素の堆積を抑制するよう選択される。さらに、又は或いは、限定するものではないが、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿った構成要素材料 78 に対して熱障壁を提供するよう選択される。さらに、又は或いは、限定するものではないが、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿った構成要素材料 78 に対して水蒸気障壁を提供するよう選択される。さらに、又は或いは、限定するものではないが、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿った構成要素材料 78 の摩耗（浸食に限定しない）を抑制するよう選択される。さらに、又は或いは、第 1 のコーティング材料 366 は、内壁 100 に沿って配置された場合に内部流路 82 の他の任意の選択された特性を提供又は促進する任意の適切な材料であるように選択される。

【0030】

ある実施形態では、第 1 のコーティング層 362 は、中空構造 320 と内部コア 324 との間に配置された複数のコーティング層の 1 つである。例えば、図 5 は、図 3 に示す線 4-4 に沿ったジャケット付きコア 310 の別の実施形態の概略断面図である。例示的な実施形態では、ジャケット付きコア 310 は、少なくとも、中空構造 320 の内部部分 360 の少なくとも一部に配置され、第 2 のコーティング材料 376 から形成される、第 2 のコーティング層 372 と、第 2 のコーティング層 372 及び内部コア 324 の間に放射状に配置される第 1 のコーティング層 362 とを含む。いくつかの実施形態では、第 1 のコーティング層 362 は、(i) 酸化防止材料、(ii) 腐食防止材料、(iii) 炭素堆積防止材料、(iv) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び (vi) 摩耗防止材料からの少なくとも 1 つから選択される第 1 のコーティング材料 366 から形成され、第 2 のコーティング材料 376 は、(i) 酸化防止材料、(ii) 腐食防止材料、(iii) 炭素堆積防止材料、(iv) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び (vi) 摩耗防止材料の第 1 のコーティング材料 366 で選択したものとは別のものから選択される。代替実施形態では、第 2 のコーティング材料 376 は、第 1 の材料 322 及び構成要素材料 78 の少なくとも 1 つに対する第 1 のコーティング材料 366 の結合を容易にするボンディングコート材料である。他の代替実施形態では、第 2 のコーティング材料 376 は、ジャケット付きコア 310 が本明細書で説明するように機能することを可能にする任意の適切な材料である。

【0031】

図 2 から図 5 を参照すると、金型 300 は金型材料 306 から形成される。例示的な実施形態では、金型材料 306 は、構成要素 80 を形成するために使用される構成要素材料 78 の溶融状態と関連付けられた高温環境に耐えるように選択された耐熱セラミック材料である。代替実施形態では、金型材料 306 は、本明細書で説明されているように構成要素 80 を形成することを可能にする任意の適切な材料である。さらに、例示的な実施形態では、金型 300 は、適切なインベストメント鑄造処理によって形成される。例えば、限定するものではないが、適切なパターン材料、例えば、ワックスを、適切なパターンダイ

に注入して、構成要素 80 のパターン（図示せず）を形成し、パターンは、金型材料 306 のスラリーに繰り返し浸漬され、金型材料 306 のシェルを作り出すために硬化され、シェルは、金型 300 を形成するために、脱ろうされ、焼成される。代替実施形態では、金型 300 は、本明細書で説明するように、金型 300 が機能することを可能にする任意の適切な方法によって形成される。

【0032】

ある実施形態では、ジャケット付きコア 310 は、構成要素 80 を形成する処理の間、ジャケット付きコア 310 が金型 300 に対して固定されたままであるように、金型 300 に対して固定される。例えば、ジャケット付きコア 310 は、ジャケット付きコア 310 の位置が、ジャケット付きコア 310 を取り囲む金型キャビティ 304 への溶融構成要素材料 78 の導入中にずれないように固定される。いくつかの実施形態では、ジャケット付きコア 310 は、金型 300 に直接結合される。例えば、例示的な実施形態では、ジャケット付きコア 310 の先端 312 は、金型 300 の先端 314 内にしっかりと収容される。さらに、又は或いは、ジャケット付きコア 310 の末端 316 は、先端 314 に対向する金型 300 の末端 318 にしっかりと収容される。例えば、限定するものではないが、金型 300 は、上述のようなインベストメント鑄造によって形成され、ジャケット付きコア 310 は、先端 312 及び末端 316 がパターンダイから延在するよう適切なパターンダイにしっかりと結合され、一方、部分 315 は、ダイのキャビティ内に延在する。パターン材料は、部分 315 がパターン内に延在するようにジャケット付きコア 310 の周囲のダイに注入される。インベストメント鑄造により、金型 300 は、先端 312 及び／又は末端 316 を包む。さらに、又は或いは、ジャケット付きコア 310 は、金型 300 に対するジャケット付きコア 310 の位置を、構成要素 80 を形成する処理の間に固定されたままにすることを可能にする任意の他の適切な方法で金型 300 に対して固定される。

【0033】

第 1 の材料 322 は、溶融構成要素材料 78 によって少なくとも部分的に吸収可能となるように選択される。ある実施形態では、構成要素材料 78 は合金であり、第 1 の材料 322 は合金の 1 以上の構成材料である。例えば、例示的な実施形態では、構成要素材料 78 は、ニッケル基超合金であり、第 1 の材料 322 は、実質的にニッケルであり、溶融状態の構成要素材料 78 が金型キャビティ 304 に導入された場合に、第 1 の材料 322 が構成要素材料 78 によって実質的に吸収可能になる。代替実施形態では、構成要素材料 78 は、任意の適切な合金であり、第 1 の材料 322 は、溶融合金によって少なくとも部分的に吸収可能な 1 以上の材料である。例えば、構成要素材料 78 は、コバルト基超合金であり、第 1 の材料 322 は、実質的にコバルトである。別の例では、構成要素材料 78 は、鉄基合金であり、第 1 の材料 322 は、実質的に鉄である。別の例では、構成要素材料 78 は、チタン基合金であり、第 1 の材料 322 は、実質的にチタンである。

【0034】

ある実施形態では、壁厚 328 は、ジャケット付きコア 310 の部分 315 の第 1 の材料 322、すなわち、金型キャビティ 304 内に延在する部分が、溶融状態の構成要素材料 78 が金型キャビティ 304 に導入された場合に、構成要素材料 78 によって実質的に吸収されるよう、充分薄い。例えば、いくつかのそのような実施形態では、第 1 の材料 322 は、構成要素材料 78 によって実質的に吸収され、構成要素材料 78 が冷却された後、中空構造 320 を構成要素材料 78 から分離する境界がない。さらに、いくつかのそのような実施形態では、第 1 の材料 322 が実質的に吸収されて、構成要素材料 78 が冷却された後、第 1 の材料 322 が構成要素材料 78 内に実質的に均一に分布する。例えば、内部コア 324 に近接する第 1 の材料 322 の濃度は、構成要素 80 内の他の位置における第 1 の材料 322 の濃度よりも高く検出されることはない。例えば、限定するものではないが、第 1 の材料 322 はニッケルであり、構成要素材料 78 はニッケル基超合金であり、検出可能なより高いニッケル濃度は、構成要素材料 78 が冷却された後に内部コア 324 に近接したままではなく、形成された構成要素 80 のニッケル基超合金全体にわたって実質的に均一であるニッケルの分布をもたらす。

【0035】

代替実施形態では、壁厚328は、第1の材料322が構成要素材料78によって実質的に吸収されないよう選択される。例えば、いくつかの実施形態では、構成要素材料78が冷却された後、第1の材料322は、構成要素材料78内に実質的に均一に分布されない。例えば、内部コア324に近接する第1の材料322の濃度は、構成要素80内の他の位置における第1の材料322の濃度よりも高く検出される。いくつかのそのような実施形態では、第1の材料322は、構成要素材料78によって部分的に吸収され、構成要素材料78が冷却された後、中空構造320を構成要素材料78から分離する境界が存在する。さらに、いくつかのそのような実施形態では、第1の材料322は、構成要素材料78によって部分的に吸収され、構成要素材料78が冷却された後に、中空構造320の少なくとも一部が内部コア324に近接したままとなる。

【0036】

いくつかの実施形態では、第1のコーティング材料366はまた、溶融状態の構成要素材料78が金型キャビティ304に導入された場合、構成要素材料78によって少なくとも部分的に吸収される。いくつかのそのような実施形態では、第1のコーティング層362の厚さは、内部コア324に近接する第1のコーティング材料366の濃度が、構成要素80内の他の位置における第1のコーティング材料366の濃度よりも高く検出されるよう選択される。したがって、内部コア324が構成要素80から除去されて内部流路82が形成されると、内壁100に近接する第1のコーティング材料366の濃度は、構成要素80内の他の位置における第1のコーティング材料366の濃度よりも高く検出される。さらに、いくつかのそのような実施形態では、第1のコーティング材料366の少なくとも一部は、内部流路82を画成する内壁100の少なくとも一部を裏打ちする。

【0037】

例えば、図6は、図2に示した線6-6に沿った構成要素80の断面図であり、内壁100に近接する第1のコーティング材料366の勾配分布を模式的に示す。いくつかのそのような実施形態では、内壁100に近接する第1のコーティング材料366の濃度は、第1のコーティング材料366の少なくとも一部が、内部流路82を画成する内壁100の少なくとも一部を裏打ちするのに充分である。例えば、内壁100に近接する第1のコーティング材料366の濃度は、内壁100に沿った第1のコーティング材料366と関連付けられた材料特性を確立するのに充分である。したがって、ジャケット付きコア310の第1のコーティング層362は、構成要素80の鋳造中に第1のコーティング材料366を内部流路82に効率的に適用される。

【0038】

さらに、第1のコーティング層362がジャケット付きコア310の複数のコーティング層の1つである特定の実施形態では、これに限定するものではないが、第2のコーティング材料376などのさらなるコーティング材料が、同様の方式で、内壁100に近接して分配される。例えば、内壁100に近接する第2のコーティング材料376の濃度は、第2のコーティング材料376の少なくとも一部が、内部流路82を画成する内壁100の少なくとも一部を裏打ちするのに充分である。別の例では、第2のコーティング材料376は、ボンディングコート材料であり、内壁100に近接する第2のコーティング材料376の濃度は、第1のコーティング材料366を、内壁100に近接する構成要素材料78及び／又は第1の材料322に接合するのに充分である。

【0039】

さらに、図2から図5を参照すると、いくつかの実施形態では、第1のコーティング層362は、構成要素材料78によって部分的に吸収され、構成要素材料78が冷却された後、第1のコーティング材料366を構成要素材料78から分離する境界が存在する。さらに、いくつかのそのような実施形態では、第1のコーティング層362は、構成要素材料78によって部分的に吸収され、構成要素材料78が冷却された後に、第1のコーティング層362の少なくとも一部が内部コア324に近接したまま残る。したがって、内部コア324が構成要素80から除去されて内部流路82が形成されると、第1のコーティ

ング材料 366 の少なくとも一部が、内壁 100 の少なくとも一部を裏打ちする。この場合も、ジャケット付きコア 310 の第 1 のコーティング層 362 は、構成要素 80 の casting 中に第 1 のコーティング材料 366 を内部流路 82 に効率的に適用する。

【0040】

さらに、第 1 のコーティング層 362 がジャケット付きコア 310 の複数のコーティング層の 1 つである特定の実施形態では、これに限定するものではないが、第 2 のコーティング材料 376 などのさらなるコーティング材料が、離散的境界によって輪郭が描かれ、同様の方式で、内壁 100 に近接したままとなる。例えば、第 2 のコーティング材料 376 は、ボンディングコート材料であり、第 2 のコーティング層 372 の一部は、そのまま第 1 のコーティング材料 366 を、内壁 100 に近接する構成要素材料 78 及び／又は第 1 の材料 322 に接合する。

10

【0041】

例示的な実施形態では、内部コア材料 326 は、構成要素 80 を形成するために使用される構成要素材料 78 の溶融状態と関連付けられた高温環境に耐えるように選択された耐熱セラミック材料である。例えば、限定するものではないが、内部コア材料 326 は、シリカ、アルミナ、及びムライトの少なくとも 1 つを含む。さらに、例示的な実施形態では、内部コア材料 326 は、内部流路 82 を形成するよう構成要素 80 から選択的に除去可能である。例えば、限定するものではないが、内部コア材料 326 は、限定するものではないが、適切な化学的浸出処理などの構成要素材料 78 を実質的に劣化させない適切な処理によって構成要素 80 から除去可能である。ある実施形態では、内部コア材料 326 は、構成要素材料 78 との適合性及び／又は除去可能性に基づいて選択される。代替実施形態では、内部コア材料 326 は、本明細書で説明するように構成要素 80 を形成することを可能にする任意の適切な材料である。

20

【0042】

いくつかの実施形態では、少なくとも第 1 のコーティング層 362 を中空構造 320 の内部部分 360 に塗布し、次に、コーティングされた中空構造 320 を内部コア材料 326 で充填することによって、ジャケット付きコア 310 を形成する。例えば、ある実施形態では、バルクコーティング処理（例えば、これらに限定するものではないが、気相堆積処理又は化学気相堆積処理など）において、少なくとも第 1 のコーティング層 362 が中空構造 320 に塗布される。いくつかのそのような実施形態では、中空構造 320 の外壁 380 は、中空構造 320 の内部部分 360 のみがコーティングされるようにマスクされる。或いは、外壁 380 及び内部部分 360 の両方がコーティングされ、外壁 380 のコーティングは、例えば、構成要素 80 が casting される場合に、構成要素材料 78 に拡散される。いくつかのそのような実施形態では、コーティングを中空構造 320 に単独で適用することにより、構成要素 80 の全体を堆積チャンバ内に配置し、構成要素 80 の外面全体をマスクし、及び／又は構成要素 80 の大きな外面領域を不必要にコーティングする必要なく、バルク堆積処理を使用することが可能となり、それにより、構成要素 80 が構成された後に構成要素 80 内の内部流路 82 にコーティングを適用することに比べて、少なくとも第 1 のコーティング層 362 を適用するのに要求される時間とコストを低減する。

30

【0043】

さらに、又は或いは、いくつかの実施形態では、少なくとも第 1 のコーティング層 362 が、限定するものではないが、中空構造 320 に、第 1 のコーティング材料 366 を含むスラリー及び／又はその前駆体を注入するなどのスラリー注入処理で中空構造 320 の内部部分 360 に適用され、第 1 のコーティング層 362 を生成するためにスラリーを熱処理し、次いで、残留スラリーを中空構造 320 から除去する。いくつかのそのような実施形態では、コーティングを中空構造 320 に単独で適用することにより、熱処理中に構成要素 80 の全体を連続的に配向させて均一な厚さの第 1 のコーティング層 362 を生成する必要なくスラリー堆積処理を使用することが可能となる。

40

【0044】

さらに、又は或いは、いくつかの実施形態では、少なくとも第 1 のコーティング層 36

50

2が、限定するものではないが、少なくとも第1のコーティング材料366及び／又はその前駆体を含むスラリーに中空構造320の全体を浸すなどの、スラリー浸漬処理で中空構造320の内部部分360に適用される。いくつかのそのような実施形態では、中空構造320の外壁380は、中空構造320の内部部分360のみがコーティングされるようにマスクされる。或いは、外壁380及び内部部分360の両方がコーティングされ、外壁380のコーティングは、例えば、構成要素80が鋳造される場合に、構成要素材料78に拡散される。

【0045】

さらに、いくつかの実施形態では、中空構造320は、付加的な製造処理によって、又は後に一緒に接合されるセクションなどで、段階的に形成される。いくつかのそのような実施形態では、少なくとも第1のコーティング層362が、上述の適用処理のいずれかなどの適切な適用処理を使用して、中空構造320の増分部分に適用される。例えば、限定するものではないが、スラリー注入処理が使用され、中空構造320の増分部分に対する比較的厚いスラリーの注入及び除去は、構成要素80が特に、これだけではないが、高度の非線形性、複雑な断面、及び／又は大きな長さ対直径の比を特徴とする内部流路82に対して形成された後で、構成要素80内の内部流路82の全体への比較的厚いスラリーの注入及び除去と比較してより効率的である。

【0046】

さらに、又は或いは、いくつかの実施形態では、少なくとも第1のコーティング層362が、付加的な製造処理において中空構造320の内部部分360に一体的に適用される。例えば、図7も参照すると、少なくとも第1のコーティング層362が適用された中空構造320のコンピュータ設計モデルは、第1の端部350と第2の端部352との間の一連の薄い平行な平面にスライスされ、各平面内の第1の材料322及び第1のコーティング材料366の分布が定義される。コンピュータ数値制御（CNC）機械は、第1の材料322及び第1のコーティング材料366の連続層を、モデルスライスに従って、第1の端部350から第2の端部352に堆積させて、中空構造320を形成する。例えば、付加的な製造処理は、複数の金属並びに／又は金属及びセラミック材料のそれぞれを交互堆積するために適切に構成され、交互堆積は、コンピュータ設計モデルに従って適切に制御され、各層において、第1の材料322と第1のコーティング材料366との定義通りに分布させる。そのような3つの代表的な層は、層364、368、及び370として示されている。いくつかの実施形態では、第1の材料322及び第1のコーティング材料366をそれぞれ含む連続層は、直接金属レーザ溶融（DMLM）処理、直接金属レーザ焼結（DMLS）処理、選択的レーザ焼結（SLS）処理、電子ビーム溶融（EBM）処理、選択的レーザ溶融処理（SLM）、及びロボキャスト押出型付加処理の少なくとも1つを使用して堆積される。さらに、又は或いは、第1の材料322及び第1のコーティング材料366の連続層は、中空構造320が、本明細書で説明するように形成されることを可能にする、任意の適切な処理を用いて堆積される。

【0047】

いくつかの実施形態では、付加的な製造処理による中空構造320及び第1のコーティング層362の形成は、中空構造320を、第1のコーティング層362を中空構造320に適用する他の方法によって製造することが困難である、及び／又は比較的多くのコストがかかる、第1のコーティング材料366の均一で繰り返し可能な分布で、中空構造320を形成することを可能にする。それに対応して、付加的な製造処理により中空構造320を形成することは、金型300での構成要素80の初期形成後、別々の処理で、内部流路82に適用することが困難であり、及び／又は比較的多くのコストがかかる、内壁100に近接する第1のコーティング材料366の一体型分布（例えば、図6に示す）で構成要素80が形成されることを可能にする。

【0048】

代替実施形態では、少なくとも第1のコーティング層362は、ジャケット付きコア310が本明細書で説明するよう機能することを可能にする他の任意の適切な方法で、中空

10

20

30

40

50

構造 3 2 0 に適用される。さらに、第 1 のコーティング層 3 6 2 がジャケット付きコア 3 1 0 の複数のコーティング層の 1 つである特定の実施形態では、限定するものではないが、第 2 のコーティング層 3 7 2 などの、追加コーティング層が、第 1 のコーティング層 3 6 2 に対して上記した処理のいずれかで、及び／又はジャケット付きコア 3 1 0 が本明細書で説明するように機能することを可能にする他の任意の適切な方法で、中空構造 3 2 0 に適用される。

【0049】

少なくとも第 1 のコーティング層 3 6 2 が中空構造 3 2 0 に適用された後、いくつかの実施形態では、内部コア材料 3 2 6 がスラリーとして中空構造 3 2 0 に注入され、内部コア材料 3 2 6 が中空構造 3 2 0 内で乾燥され、ジャケット付きコア 3 1 0 を形成する。さらに、ある実施形態では、中空構造 3 2 0 は、内部コア 3 2 4 を実質的に構造的に補強し、したがって、いくつかの実施形態では、構成要素 8 0 を形成するために、補強されていない内部コア 3 2 4 の製造、取り扱い、及び使用と関連した潜在的な問題を低減する。例えば、ある実施形態では、内部コア 3 2 4 は、比較的脆いセラミック材料であり、破損、亀裂、及び／又は他の損傷のリスクが比較的高い。したがって、いくつかのそのような実施形態では、ジャケット付きコア 3 1 0 を形成し搬送することは、ジャケット無しの内部コア 3 2 4 を使用することと比較して、内部コア 3 2 4 への損傷のリスクをはるかに低くする。同様に、いくつかのそのような実施形態では、ジャケット付きコア 3 1 0 の周りのパターンダイにワックスパターン材料を注入するなどして、金型 3 0 0 のインベストメント鑄造に使用するジャケット付きコア 3 1 0 の周りに適切なパターンを形成することは、ジャケット無しの内部コア 3 2 4 を使用することと比較して、内部コア 3 2 4 への損傷のリスクをはるかに低くする。したがって、ある実施形態では、ジャケット付きコア 3 1 0 を使用することは、ジャケット付きコア 3 1 0 ではなくジャケット無しの内部コア 3 2 4 を使用して実行される場合と同じステップと比較して、内部流路 8 2 が画成される許容可能な構成要素 8 0 を生成することに対する失敗のリスクをはるかに低くする。したがって、ジャケット付きコア 3 1 0 は、内部コア 3 2 4 と関連する脆弱性の問題を低減又は排除しながら、内部流路 8 2 を画成するために、金型 3 0 0 に対する内部コア 3 2 4 の位置決めと関連する利点を得ることを容易にする。

【0050】

例えば、限定するものではないが、構成要素 8 0 がロータブレード 7 0 である実施形態などの特定の実施形態では、内部コア 3 2 4 の特性幅 3 3 0 は、約 0.050 cm (0.020 インチ) から約 1.016 cm (0.400 インチ) の範囲内であり、中空構造 3 2 0 の壁厚 3 2 8 は、約 0.013 cm (0.005 インチ) から約 0.254 cm (0.100 インチ) の範囲内になるよう選択される。より詳しくは、いくつかのそのような実施形態では、特性幅 3 3 0 は、約 0.102 cm (0.040 インチ) から約 0.508 cm (0.200 インチ) の範囲内にあり、壁厚 3 2 8 は、約 0.013 cm (0.005 インチ) から約 0.038 cm (0.015 インチ) の範囲内になるよう選択される。別の例では、限定するものではないが、構成要素 8 0 が、これに限定されないが、静翼 7 2 などの固定部品である実施形態などのいくつかの実施形態では、内部コア 3 2 4 の特性幅 3 3 0 は、約 1.016 cm (0.400 インチ) より大きく、及び／又は壁厚 3 2 8 は、約 0.254 cm (0.100 インチ) よりも大きくなるように選択される。代替実施形態では、特性幅 3 3 0 は、結果的に得られる内部流路 8 2 が、その意図された機能を実行することを可能にする、任意の適切な値であり、壁厚 3 2 8 は、ジャケット付きコア 3 1 0 が、本明細書で説明するように機能することを可能にする、任意の適切な値となるよう選択される。

【0051】

さらに、ある実施形態では、ジャケット付きコア 3 1 0 を形成するために中空構造 3 2 0 内に内部コア材料 3 2 6 を導入する前に、内部流路 8 2 の選択された非線形形状に対応するよう、中空構造 3 2 0 が予め形成される。例えば、第 1 の材料 3 2 2 は、内部コア材料 3 2 6 で充填する前に比較的容易に成形される金属材料であり、したがって、内部コア

3 2 4 を非線形形状に別々に形成及び／又は機械加工する必要性が低減又は排除される。さらに、いくつかのそのような実施形態では、中空構造 3 2 0 によって提供される構造的補強により、ジャケット無し内部コア 3 2 4 としての形成及び取り扱いが困難な非直線形状での内部コア 3 2 4 のその後の形成及び取り扱いが可能になる。したがって、ジャケット付きコア 3 1 0 は、湾曲及び／又は非線形形状の複雑性が増した、並びに／もしくは時間及びコストが低減された、内部流路 8 2 の形成を容易にする。ある実施形態では、中空構造 3 2 0 は、構成要素 8 0 の輪郭に相補的な内部流路 8 2 の非線形形状に対応するように、予め形成される。例えば、限定するものではないが、構成要素 8 0 は、ロータブレード 7 0 及び静翼 7 2 のうちの 1 つであり、中空構造 3 2 0 は、上述のように、構成要素 8 0 の軸方向の捻れ及びテーパの少なくとも一方と相補的な形状で予め形成される。

10

【0052】

内部流路 8 2 などの内部流路が画成された、構成要素 8 0 などの構成要素を形成する例示的方法 7 0 0 を、図 7 及び図 8 のフローダイアグラムに示す。図 1 から図 6 も参照すると、例示的方法 7 0 0 は、金型 3 0 0 などの金型に対して、ジャケット付きコア 3 1 0 などのジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 0 2 を含む。ジャケット付きコアは、中空構造 3 2 0 などの中空構造と、中空構造内に配置される内部コア 3 2 4 などの内部コアとを含む。ジャケット付きコアはまた、中空構造と内部コアとの間に配置された、第 1 のコーティング層 3 6 2 などの、第 1 のコーティング層を含む。第 1 のコーティング層は、第 1 のコーティング材料 3 6 6 などの、第 1 のコーティング材料から形成される。方法 7 0 0 はまた、溶融状態の、構成要素材料 7 8 などの構成要素材料を、金型キャビティ 3 0 4 などの金型のキャビティに導入するステップ 7 0 4 と、構成要素を形成するためにキャビティ内の構成要素材料を冷却するステップ 7 0 6 とを含む。内部コアは、構成要素内の内部流路を画成するように位置決めされ、第 1 のコーティング材料の少なくとも一部は、内部流路の少なくとも一部を裏打ちする。

20

【0053】

いくつかの実施形態では、ジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 0 2 は、内部部分 3 6 0 などの、中空構造の内部部分の少なくとも一部に配置された第 1 のコーティング層を含むジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 0 8 を含む。

【0054】

ある実施形態では、ジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 0 2 は、(i) 酸化防止材料、(i i) 腐食防止材料、(i i i) 炭素堆積防止材料、(i v) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び(v i) 摩耗防止材料のうちの 1 つから選択される第 1 のコーティング材料を含むジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 1 0 を含む。

30

【0055】

いくつかの実施形態では、ジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 0 2 は、中空構造と内部コアとの間に配置された複数のコーティング層のうちの 1 つである第 1 のコーティング層を含むジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 1 2 を含む。いくつかのそのような実施形態では、ジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 1 2 は、(i) 酸化防止材料、(i i) 腐食防止材料、(i i i) 炭素堆積防止材料、(i v) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び(v i) 摩耗防止材料の 1 つから選択される第 1 のコーティング材料を含むジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 1 4 を含み、第 2 のコーティング層 3 7 2 などの第 2 の複数のコーティング層は、(i) 酸化防止材料、(i i) 腐食防止材料、(i i i) 炭素堆積防止材料、(i v) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び(v i) 摩耗防止材料の第 1 のコーティング材料 3 6 6 で選択したものとは別のものから選択される、第 2 のコーティング材料 3 7 6 などの第 2 のコーティング材料から形成される。或いは、ジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 1 2 は、ボンディングコート材料を含む第 2 のコーティング材料から形成される第 2 のコーティング層を含むジャケット付きコアを位置決めするステップ 7 1 6 を含む。

40

【0056】

ある実施形態では、方法 7 0 0 はまた、ジャケット付きコアを形成するステップ 7 1 8

50

を含む。いくつかのそのような実施形態では、内部コアは、内部コア材料 3 2 6 などの内部コア材料から形成され、ジャケット付きコアを形成するステップ 7 1 8 は、第 1 のコーティング層を、内部部分 3 6 0 などの中空構造の内部部分に適用するステップ 7 2 0 と、コーティングされた中空構造を内部コア材料で充填するステップ 7 2 2 とを含む。

【0057】

いくつかの実施形態では、第 1 のコーティング層を適用するステップ 7 2 0 は、第 1 のコーティング層をバルクコーティング処理で中空構造に適用するステップ 7 2 4 を含む。いくつかのそのような実施形態では、第 1 のコーティング層を適用するステップ 7 2 4 は、気相堆積処理及び化学気相堆積処理のうちの少なくとも 1 つで、第 1 のコーティング層を中空構造に適用するステップ 7 2 6 を含む。

10

【0058】

ある実施形態では、第 1 のコーティング層を適用するステップ 7 2 0 は、スラリー注入処理及びスラリー浸漬処理のうちの 1 つで、第 1 のコーティング層を中空構造の内部部分に適用するステップ 7 2 8 を含む。

【0059】

いくつかの実施形態では、中空構造が徐々に形成され、第 1 のコーティング層を適用するステップ 7 2 8 が、第 1 のコーティング層を中空構造の複数の増分部分に適用するステップ 7 3 0 を含む。

【0060】

ある実施形態では、第 1 のコーティング層を適用するステップ 7 2 0 は、付加的な製造処理で、第 1 のコーティング層を中空構造の内部部分に適用するステップ 7 3 2 を含む。

20

【0061】

いくつかの実施形態では、コーティングされた中空構造を内部コア材料で充填するステップ 7 2 2 は、内部コア材料をスラリーとして中空構造に注入するステップ 7 3 4 を含む。

【0062】

本明細書で説明する例示的な構成要素及び方法は、コーティングされた内部流路が画成された構成要素を形成するための既知のアセンブリ及び方法と関連付けられた欠点の少なくともいくつかを克服する。本明細書で説明する実施形態は、金型に対して位置決めされたジャケット付きコアを提供する。ジャケット付きコアは、(i) 中空構造、(i i) 中空構造内に配置された内部コア、及び (i i i) 中空構造と内部コアとの間に配置された第 1 のコーティング層を含む。第 1 のコーティング層は、第 1 のコーティング材料を含み、第 1 のコーティング材料の少なくとも一部は、溶融構成要素材料が金型キャビティに導入され、冷却されて構成要素を形成した後、内部流路の少なくとも一部を裏打ちする。

30

【0063】

上述のジャケット付きコアは、コーティングされた内部流路、特に、限定するものではないが、高度の非線形性、複雑な断面、及び／又は大きな長さ対直径比によって特徴づけられる内部流路が画成された構成要素を形成する費用効果の高い方法を提供する。具体的には、ジャケット付きコアは、(i) 中空構造、(i i) 中空構造内に配置された内部コア、及び (i i i) 中空構造と内部コアとの間に配置された第 1 のコーティング層を含む。内部コアは、金型キャビティ内に延在して、金型内に形成される構成要素内の内部流路の位置を画成する。溶融した構成要素材料が金型キャビティ内に導入され、構成要素を形成した後、第 1 のコーティング材料の少なくとも一部は、内部流路の少なくとも一部を裏打ちする。したがって、ジャケット付きコアの一部として形成された第 1 のコーティング層は、構成要素が鋳造される場合に、第 1 のコーティング材料を内部流路に効果的に適用する。

40

【0064】

また、具体的には、ある実施形態では、ジャケット付きコアの一部として形成される第 1 のコーティング層により、構成要素の全体を堆積チャンバ内に配置し、構成要素の外面全体をマスクし、及び／又は構成要素の大きな外面領域を不必要にコーティングする必要

50

なく、バルク堆積処理でコーティングを適用することが可能となり、それにより、構成要素が構成された後に構成要素内の内部流路にコーティングを適用することに比べて、コーティングを適用するのに要求される時間とコストを低減する。或いは、いくつかの実施形態では、ジャケット付きコアの一部として形成された第1のコーティング層は、熱処理中に構成要素の全体を連続的に配向させる必要なしに、スラリー堆積処理でコーティングを適用し、均一なコーティング厚を生成することを可能にする。

【0065】

本明細書で説明する方法、システム、及び装置の例示的な技術的效果は、(a) 内部流路が画成される構成要素を形成するのに使用されるコアの形成、取り扱い、搬送、及び／又は保管に関連した脆弱性の問題を低減又は削除すること、(b) 構成要素に対する内部流路を形成するための従来のコアと比較して、より長く、重く、薄く、及び／又は複雑なコアの使用を可能にすること、及び(c) 内部流路、特に、限定するものではないが、高度な非線形性、複雑な断面、及び／又は大きな長さ対直径比によって特徴づけられる内部流路のコーティングを、均一性を増し、及び／又はコストを低減して、可能にすること、の少なくとも1つを含む。

【0066】

ジャケット付きコアの例示的な実施形態は、上記で詳細に説明されている。ジャケット付きコア、並びにそのようなジャケット付きコアを使用する方法及びシステムは、本明細書で説明した特定の実施形態に限定されないが、システムの構成要素及び／又は本方法のステップは、本明細書で説明した他の構成要素及び／又はステップから独立及び分離して使用してもよい。例えば、例示的な実施形態は、金型アセンブリ内でコアを使用するよう現在構成されている他の多くの用途と関連して実現され、利用され得る。

【0067】

本開示のさまざまな実施形態の具体的な特徴を、一部の図面では示し、他の図面では示さない可能性があるが、これは単に便宜上のものである。本開示の原理によれば、図面の任意の特徴は、他の任意の図面の任意の特徴と組合せて参照及び／又は主張してもよい。

【0068】

本明細書は最良の形態を含む実施形態を開示するため、及び、あらゆるデバイス又はシステムを製作し、並びに使用し、及びあらゆる組込方法を実行することを含む任意の当業者が実施形態を実施することを可能にするための例を用いる。開示の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到するその他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、特許請求の範囲の文言との差がない構造要素を有する場合、又は特許請求の範囲の文言との実質的な差がない等価の構造要素を含む場合、特許請求の範囲内にある。

[実施態様1]

内部流路(82)が画成される構成要素(80)を形成するのに使用するための金型アセンブリ(301)であって、金型アセンブリ(301)は、

金型キャビティ(304)が画成される金型(300)と、

金型(300)に対して位置付けられるジャケット付きコア(310)とを備え、ジャケット付きコア(310)は、

中空構造(320)と、

溶融状態の構成要素材料(78)が金型キャビティ(304)に導入されて構成要素(80)を形成するために冷却される場合に、中空構造(320)内に配置され、内部流路(82)を画成するよう位置付けられる内部コア(324)と、

中空構造(320)と内部コア(324)との間に配置される第1のコーティング層(362)とを備える、

金型アセンブリ(301)。

[実施態様2]

第1のコーティング層(362)が、中空構造(320)の内部部分(360)の少なくとも一部に配置される、実施態様1に記載の金型アセンブリ(301)。

〔実施態様 3〕

第 1 のコーティング層 (362) が、構成要素 (80) が形成される場合に内部流路 (82) の性能を修正するよう選択される第 1 のコーティング材料 (366) から形成される、実施態様 1 に記載の金型アセンブリ (301)。

〔実施態様 4〕

第 1 のコーティング材料 (366) が、(i) 酸化防止材料、(ii) 腐食防止材料、(iii) 炭素堆積防止材料、(iv) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び (vi) 摩耗防止材料のうちの 1 つから選択される、実施態様 3 に記載の金型アセンブリ (301)。

〔実施態様 5〕

第 1 のコーティング層 (362) が、中空構造 (320) と内部コア (324) との間に配置される複数のコーティング層の 1 つである、実施態様 1 に記載の金型アセンブリ (301)。

〔実施態様 6〕

第 1 のコーティング材料 (366) は、(i) 酸化防止材料、(ii) 腐食防止材料、(iii) 炭素堆積防止材料、(iv) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び (vi) 摩耗防止材料から選択され、第 2 の複数のコーティング層は、(i) 酸化防止材料、(ii) 腐食防止材料、(iii) 炭素堆積防止材料、(iv) 熱障壁材料、(v) 水蒸気障壁材料、及び (vi) 摩耗防止材料の第 1 のコーティング材料 (366) で選択したものとは別のものから選択される第 2 のコーティング材料 (376) を備える、実施態様 5

〔実施態様 7〕

第 2 の複数のコーティング層が、第 2 のコーティング材料 (376) を備え、第 2 のコーティング材料 (376) が、ボンディングコート材料を備える、実施態様 5 に記載の金型アセンブリ (301)。

〔実施態様 8〕

内部流路 (82) が画成される構成要素 (80) を形成する方法 (700) であって、方法 (700) は、

ジャケット付きコア (310) を金型 (300) に対して位置決めするステップ (702) であって、ジャケット付きコア (310) が、

中空構造 (320) と、

中空構造 (320) 内に配置される内部コア (324) と、

中空構造 (320) と内部コア (324) との間に配置されて、第 1 のコーティング材料 (366) から形成される、第 1 のコーティング層 (362) とを含む、

ステップ (702) と、

金型 (300) のキャビティに溶融状態の構成要素材料 (78) を導入するステップ (704) と、

構成要素 (80) を形成するためにキャビティ内で構成要素材料 (78) を冷却するステップ (706) であって、内部コア (324) が、構成要素 (80) 内に内部流路 (82) を画成するよう位置決めされ、第 1 のコーティング材料 (366) の少なくとも一部が、内部流路 (82) の少なくとも一部を裏打ちする、ステップ (706) と、

を備える、方法 (700)。

〔実施態様 9〕

ジャケット付きコア (310) を位置決めするステップ (702) は、中空構造 (320) の内部部分 (360) の少なくとも一部に配置された第 1 のコーティング層 (362) を含むジャケット付きコア (310) を位置決めするステップ (708) を備える、実施態様 8 に記載の方法 (700)。

〔実施態様 10〕

ジャケット付きコア (310) を位置決めするステップ (702) は、(i) 酸化防止材料、(ii) 腐食防止材料、(iii) 炭素堆積防止材料、(iv) 熱障壁材料、(v

10

20

30

40

50

）水蒸気障壁材料、及び（v i）摩耗防止材料のうちの１つから選択される第１のコーティング材料（３６６）を含むジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７１０）を備える、実施態様８に記載の方法（７００）。

〔実施態様１１〕

ジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７０２）は、中空構造（３２０）と内部コア（３２４）との間に配置される複数のコーティング層のうちの１つである第１のコーティング層を含むジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７１２）を備える、実施態様８に記載の方法（７００）。

〔実施態様１２〕

ジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７１２）は、（i）酸化防止材料、（i i）腐食防止材料、（i i i）炭素堆積防止材料、（i v）熱障壁材料、（v）水蒸気障壁材料、及び（v i）摩耗防止材料の１つから選択される第１のコーティング材料（３６６）を含むジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７１４）を備え、第２の複数のコーティング層は、（i）酸化防止材料、（i i）腐食防止材料、（i i i）炭素堆積防止材料、（i v）熱障壁材料、（v）水蒸気障壁材料、及び（v i）摩耗防止材料の第１のコーティング材料（３６６）で選択したものとは別のものから選択される、第２のコーティング材料（３７６）から形成される、実施態様１１に記載の方法（７００）。

〔実施態様１３〕

ジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７１２）が、ボンディングコート材料から形成される第２の複数のコーティング層を含むジャケット付きコア（３１０）を位置決めするステップ（７１６）をさらに備える、実施態様１１に記載の方法（７００）。

〔実施態様１４〕

ジャケット付きコア（３１０）を形成するステップ（７１８）をさらに備える、実施態様８に記載の方法（７００）。

〔実施態様１５〕

内部コア（３２４）が、内部コア材料（３２６）から形成され、ジャケット付きコア（３１０）を形成するステップ（７１８）が、

第１のコーティング層（３６２）を、中空構造（３２０）の内部部分（３６０）に適用するステップ（７２０）と、

コーティングされた中空構造（３２０）を、内部コア材料（３２６）で充填するステップ（７２２）と、

を備える、実施態様１４に記載の方法（７００）。

〔実施態様１６〕

第１のコーティング層（３６２）を適用するステップ（７２０）が、第１のコーティング層（３６２）をバルクコーティング処理で中空構造（３２０）に適用するステップ（７２４）を備える、実施態様１５に記載の方法（７００）。

〔実施態様１７〕

第１のコーティング層（３６２）を適用するステップ（７２４）が、気相堆積処理及び化学気相堆積処理のうちの少なくとも一方で、第１のコーティング層（３６２）を中空構造（３２０）に適用するステップ（７２６）を備える、実施態様１６に記載の方法（７００）。

〔実施態様１８〕

第１のコーティング層（３６２）を適用するステップ（７２０）が、第１のコーティング層（３６２）をスラリー注入処理及びスラリー浸漬処理の少なくとも一方で中空構造（３２０）の内部部分（３６０）に適用するステップ（７２８）を備える、実施態様１５に記載の方法（７００）。

〔実施態様１９〕

中空構造（３２０）が徐々に形成され、第１のコーティング層（３６２）を適用するス

10

20

30

40

50

テップ（７２８）が、第１のコーティング層（３６２）を中空構造（３２０）の複数の増分部分に適用するステップ（７３０）を備える、実施態様１５に記載の方法（７００）。

〔実施態様２０〕

第１のコーティング層（３６２）を適用するステップ（７２０）が、第１のコーティング層（３６２）を付加的な製造処理で適用するステップ（７３２）を備える、実施態様１５に記載の方法（７００）。

〔実施態様２１〕

コーティングされた中空構造（３２０）を内部コア材料（３２６）で充填するステップ（７２２）が、内部コア材料（３２６）をスラリーとして中空構造（３２０）に注入するステップ（７３４）を備える、実施態様１５に記載の方法（７００）。

10

【符号の説明】

【００６９】

１０ 回転機械

１２ 吸気部

１４ 圧縮部

１６ 燃焼部

１８ タービン部

２０ 排気部

２２ ロータシャフト

２４ １つの燃焼器

３６ ケーシング

４０ 圧縮機ブレード

４２ 圧縮機静翼

７０ ロータブレード

７２ 静翼

７４ 前進面

７６ 後進面

７８ 構成要素材料

８０ 構成要素

８２ 内部流路

８４ 前縁

８６ 後縁

８８ 末端

８９ 軸

９０ 先端

９２ 一定距離

９４ 一定距離

９６ ブレード長

１００ 内壁

３００ 金型

３０１ 金型アセンブリ

３０２ 内壁

３０４ 金型キャビティ

３０６ 金型材料

３１０ ジャケット付きコア

３１２ 先端

３１４ 先端

３１５ 部分

３１６ 末端

３１８ 末端

20

30

40

50

- 3 2 0 中空構造
- 3 2 2 第 1 の材料
- 3 2 4 内部コア
- 3 2 6 内部コア材料
- 3 2 8 壁厚
- 3 3 0 特性幅
- 3 6 0 内部部分
- 3 6 2 第 1 のコーティング層
- 3 6 6 第 1 のコーティング材料
- 3 7 2 第 2 のコーティング層
- 3 7 6 第 2 のコーティング材料
- 3 8 0 外壁

【図 1】

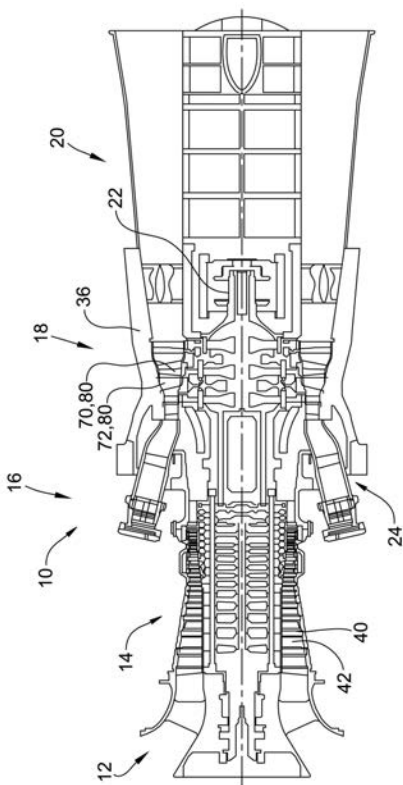


FIG. 1

【図 2】

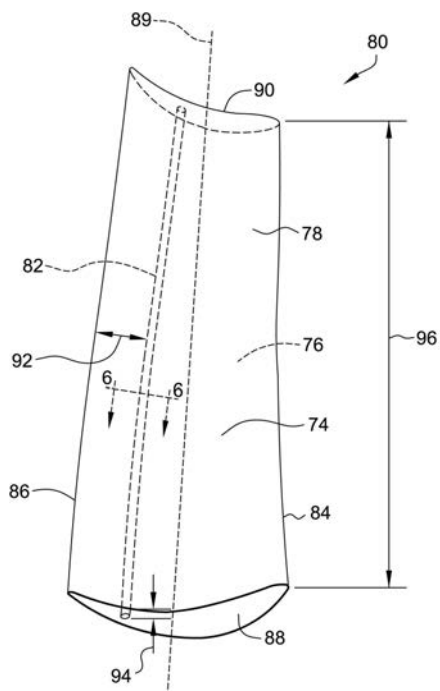


FIG. 2

【図 3】

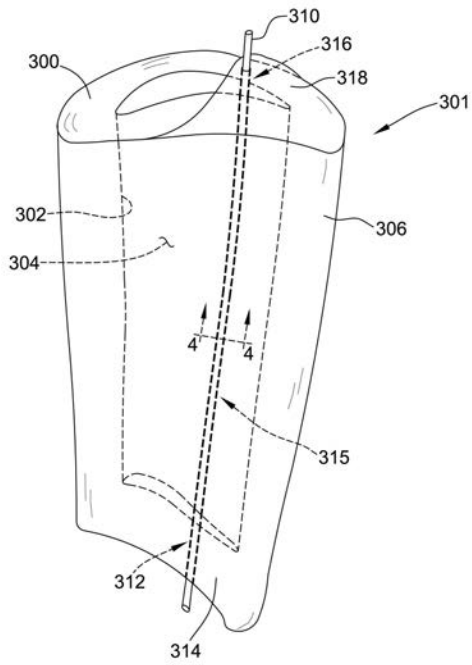


FIG. 3

【図 4】

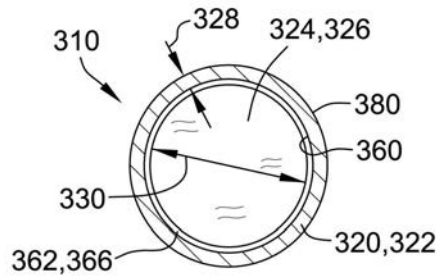


FIG. 4

【図 5】

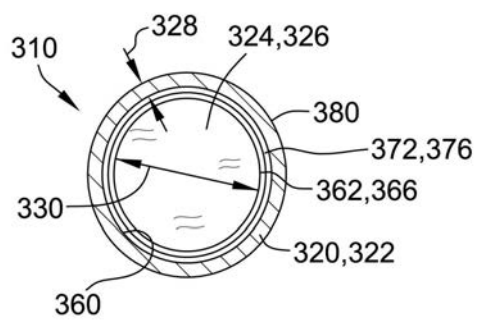


FIG. 5

【図 6】

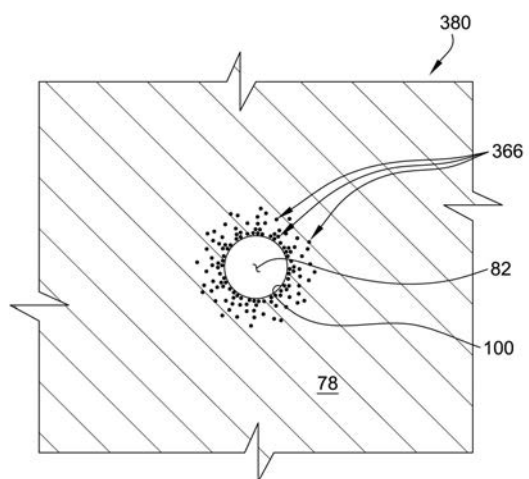


FIG. 6

【図 7】

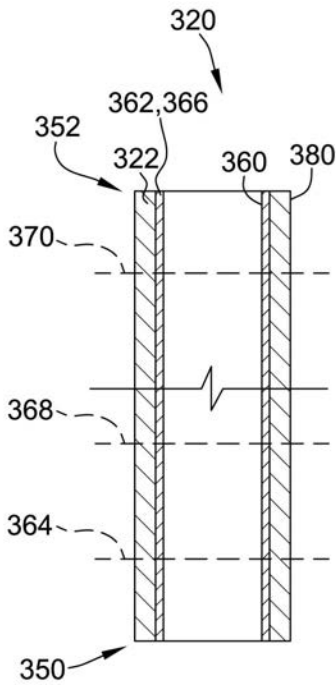


FIG. 7

【図 8】

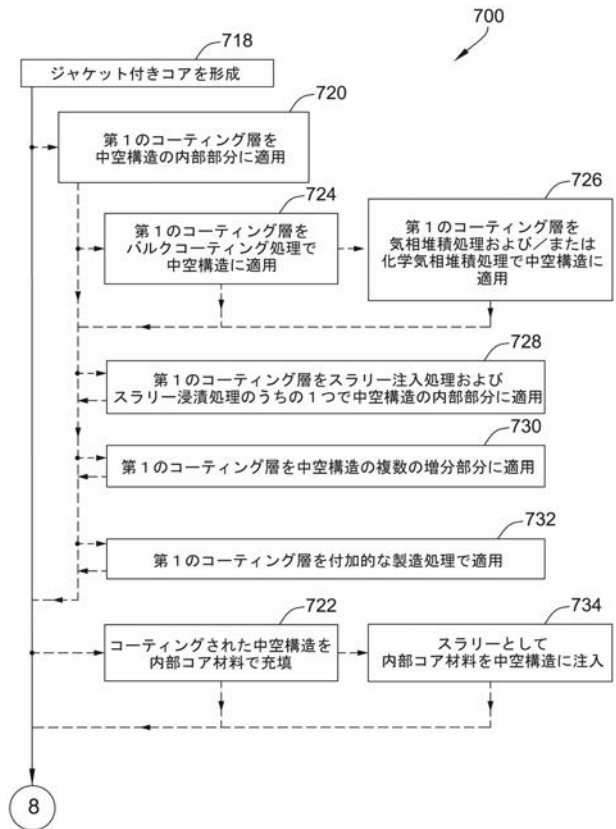


FIG. 8

【図 9】

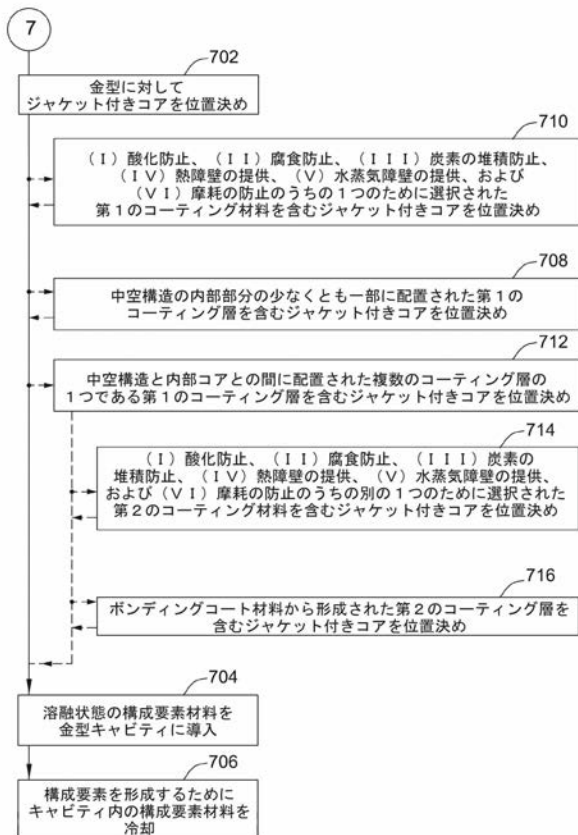


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 カナン・ウスルー・ハードウィック
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンビル、ビルディング・マリオン、ガー
ーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 スタンレイ・フランク・シンプソン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンビル、ガーリングトン・ロード、3
00番
- (72)発明者 ジョセフ・レオナルド・モロソー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンビル、ガーリングトン・ロード、3
00
- Fターム(参考) 4E093 QA00 QB08

【外国語明細書】
2017121663000001.pdf