

(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2017-140650
(P2017-140650A)

(43) 公開日 平成29年8月17日(2017.8.17)

(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	T	4 E 0 9 3		
F 0 1 D	25/00	(2006.01)	F 0 1 D	25/00	X			
F 0 2 C	7/00	(2006.01)	F 0 2 C	7/00	D			
B 2 2 C	9/24	(2006.01)	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 31 頁)

(21) 出願番号 特願2016-240795 (P2016-240795)
 (22) 出願日 平成28年12月13日(2016.12.13)
 (31) 優先権主張番号 14/973, 595
 (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・カンパニー
 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】 格子構造物を使用して内部通路を有する部品を形成するための方法及びアセンブリ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 エンジン組み込み用熱交換器の提供。

【解決手段】 内部に第1の内部通路が画成された部品形成用鋳型キャビティ304を内部に画成する鋳型300を備える鋳型アセンブリ301で、第1の材料322から形成され、一部分が鋳型キャビティ内に選択的に配置される格子構造物を更に備え、第1の材料が、熔融状態の部品材料により少なくとも部分的に吸収され、鋳型アセンブリ301が、格子構造物に結合した1以上のジョイントセグメントを含む第1の分割式コア310を更に備え、1以上の延長セグメントに、第1の中空構造体が画成される様順次流体連通し結合し、第1の内側コアが、部品が鋳型アセンブリ301において形成されるときに第1の内側コアの少なくとも一部分315によって第1の内部通路が画成される様、第1の中空構造体の内側に配置される鋳形アセンブリ。

【選択図】 図3

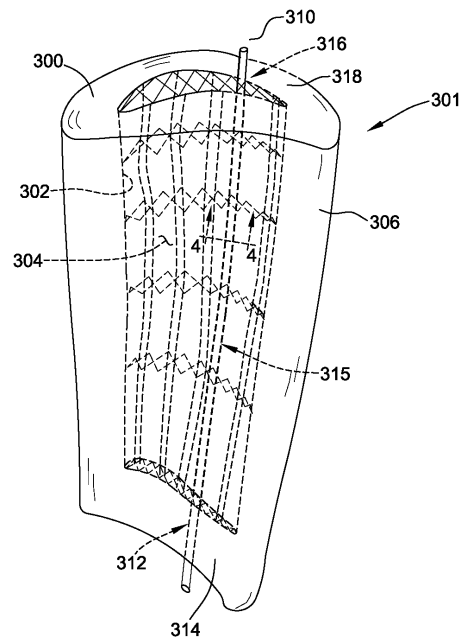


FIG. 3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

部品材料から形成され、内部に第 1 の内部通路が画成された部品の成形に使用するための鋳型アセンブリであって、当該鋳型アセンブリが、内部に鋳型キャビティを画成する鋳型と、溶融状態の部品材料によって少なくとも部分的に吸収できる第 1 の材料から形成され、少なくとも一部分が鋳型キャビティ内に選択的に配置される格子構造物と、格子構造物に結合した 1 以上のジョイントセグメントを備える第 1 の分割式コアとを備えており、第 1 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントは、第 1 の中空構造体が画成されるように 1 以上の延長セグメントと順次流体連通して結合しており、当該鋳型アセンブリ内で部品を成形する際に第 1 の内側コアの少なくとも一部分が第 1 の内部通路を画成するように第 1 の内側コアが第 1 の中空構造体の内側に配置される、鋳型アセンブリ。

10

【請求項 2】

鋳型が鋳型キャビティを画成する内壁を備え、格子構造物が周縁部を画成し、周縁部を内壁に結合させることによって格子構造物が鋳型キャビティ内に選択的に配置される、請求項 1 に記載の鋳型アセンブリ。

【請求項 3】

部品の内部に第 2 の内部通路が画成され、当該鋳型アセンブリは、格子構造物に結合した 1 以上のジョイントセグメントを備える第 2 の分割式コアをさらに備え、第 2 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントは、第 2 の中空構造体が画成されるように第 2 の分割式コアの 1 以上の延長セグメントと順次流体連通して結合しており、当該鋳型アセンブリ内で部品を成形する際に第 2 の内側コアの少なくとも一部分が第 2 の内部通路を画成するように第 2 の内側コアが第 2 の中空構造体の内側に配置される、請求項 1 に記載の鋳型アセンブリ。

20

【請求項 4】

格子構造物が、複数の細長い横断方向部材を備えており、1 以上のジョイントセグメントの各々が、細長い横断方向部材の対応するグループに結合する、請求項 1 に記載の鋳型アセンブリ。

【請求項 5】

1 以上の延長セグメントの内壁は、1 以上のジョイントセグメントの内壁と比べて比較的低い表面粗度を有する、請求項 1 に記載の鋳型アセンブリ。

30

【請求項 6】

内部に第 1 の内部通路が画成された部品を形成する方法であって、格子構造物を少なくとも部分的に鋳型のキャビティ内に選択的に配置する工程であって、格子構造物が、第 1 の材料から形成され、第 1 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントが格子構造物に結合し、第 1 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントが、第 1 の中空構造体が画成されるように第 1 の分割式コアの 1 以上の延長セグメントと順次流体連通して結合しており、第 1 の内側コアが、第 1 の中空構造体の内側に配置されている工程と、溶融状態の部品材料が格子構造物から第 1 の材料を少なくとも部分的に吸収するように、溶融状態の部品材料をキャビティ内に導入する工程と、キャビティ内で部品材料を冷却して、部品を形成する工程とを含んでおり、第 1 の内側コアの少なくとも一部分が、部品の内部の第 1 の内部通路を画成する、方法。

40

【請求項 7】

鋳型が、キャビティを画成する内壁を備え、格子構造物は、周縁部を画成し、格子構造物を選択的に配置する工程が、格子構造物の周縁部を鋳型の内壁に結合させる工程を含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

50

第2の分割式コアの1以上のジョイントセグメントが、格子構造物に結合し、第2の分割式コアの1以上のジョイントセグメントが、第2の中空構造体が画成されるように第2の分割式コアの1以上の延長セグメントと順次流体連通して結合しており、第2の内側コアが、第2の中空構造体の内側に配置され、キャビティ内で部品材料を冷却して、部品を形成する工程が、第2の内側コアの少なくとも一部分が部品の内部に第2の内部通路を画成するようにキャビティ内で部品材料を冷却する工程をさらに含む、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

格子構造物を選択的に配置する工程が、複数の細長い横断方向部材を備える格子構造物であって、各々の1以上のジョイントセグメントが細長い横断方向部材の対応するグループと結合した格子構造物を、選択的に配置する工程を含む、請求項6に記載の方法。

10

【請求項10】

格子構造物を選択的に配置する工程は、1以上の延長セグメントの内壁が1以上のジョイントセグメントの内壁と比べて比較的小さい表面粗度を有している格子構造物を、選択的に配置する工程を含む、請求項6に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の分野は、広くには、内部通路が画成された部品に関し、より詳しくは、内部通路を画成するコアを配置するために格子構造物を用いてかかる部品を形成するための鋳型アセンブリ及び方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

いくつかの部品は、例えば意図される機能を果たすために、そこに内部通路が画成されている必要がある。例えば、これに限られるわけではないが、ガスタービンの高温ガス経路部品など、いくつかの部品は、高い温度に曝される。少なくともいくつかのかかる部品には、それらの部品が高い温度により良好に耐えることができるように、冷却用流体の流れを受け入れるための内部通路が画成されている。別の例として、これに限られるわけではないが、いくつかの部品は、他の部品との界面において摩擦に曝される。少なくともいくつかのかかる部品には、摩擦の軽減を促進すべく潤滑剤の流れを受け入れるために、内部通路が画成されている。

30

【0003】

内部通路が画成された少なくともいくつかの公知の部品は、鋳型内で、セラミック材料からなるコアを内部通路のために選択される位置において鋳型キャビティ内に延在させつつ、形成される。溶融状態の金属合金がセラミックコアの周囲の鋳型キャビティ内に導入され、部品を形成するように冷まされた後で、セラミックコアは、内部通路を形成すべく化学的浸出などによって取り除かれる。しかしながら、少なくともいくつかの公知のコアは、鋳型キャビティ及びお互いに対して正確に配置することが難しく、形成された部品の歩留まり率の低下につながっている。例えば、かかる部品の成形に使用されるいくつかの鋳型は、インベストメント鋳造によって形成され、そこでは、インベストメント鋳造プロセスのための部品の原型(pattern)を形成するために、これに限られるわけではないがワックスなどの材料が使用され、少なくともいくつかの公知のコアは、原型の形成に使用される親ダイ(master die)のキャビティに対して正確に配置することが困難である。さらに、少なくともいくつかの公知のセラミックコアは壊れやすく、製造及び損傷を生じることのない取り扱いが困難かつ高価なコアとなっている。例えば、少なくともいくつかの公知のセラミックコアは、原型を形成するための原型材料の注入、鋳型を形成するための原型の繰り返しの浸漬、及び/又は溶融状態の金属合金の導入に確実に耐えるための十分な強度を欠いている。

40

【0004】

これに代え、或いはこれに加えて、内部通路が画成された少なくともいくつかの公知の

50

部品は、最初に内部通路を備えずに形成され、内部通路は後続のプロセスにおいて形成される。例えば、少なくともいくつかの公知の内部通路は、これに限られるわけではないが電気化学的な穿孔プロセスなどを使用して、部品に通路を穿孔することによって形成される。しかしながら、少なくとも一部のかかる穿孔プロセスは、比較的時間がかかり、高価である。さらに、少なくとも一部のかかる穿孔プロセスは、特定の部品の設計において必要とされる内部通路の湾曲を生み出すことができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第9079803号明細書

10

【発明の概要】

【0006】

一態様においては、内部に第1の内部通路が画成された部品の成形に使用するための鋳型アセンブリが提供される。部品は、部品材料から形成される。鋳型アセンブリは、内部に鋳型キャビティを画成する鋳型を備える。鋳型アセンブリは、第1の材料から形成されて少なくとも一部分が鋳型キャビティ内に選択的に配置される格子構造物をさらに備える。第1の材料は、熔融状態の部品材料によって少なくとも部分的に吸収されることができる。鋳型アセンブリは、格子構造物に結合した1以上のジョイントセグメントを含む第1の分割式コア(segmented core)をさらに備える。第1の分割式コアの1以上のジョイントセグメントは、1以上の延長セグメントと、第1の中空構造体が画成されるように順次流体連通して結合する。第1の内側コアが、部品が鋳型アセンブリにおいて形成されるときに第1の内側コアの少なくとも一部分によって第1の内部通路が画成されるように、第1の中空構造体の内側に配置される。

20

【0007】

別の態様においては、内部に第1の内部通路が画成された部品を形成する方法が提供される。本方法は、格子構造物を少なくとも部分的に鋳型のキャビティ内に選択的に配置する工程を含む。格子構造物は、第1の材料から形成される。第1の分割式コアの1以上のジョイントセグメントが、格子構造物に結合する。第1の分割式コアの1以上のジョイントセグメントは、第1の分割式コアの1以上の延長セグメントと、第1の中空構造体が画成されるように順次流体連通して結合する。第1の内側コアが、第1の中空構造体の内側に配置される。本方法は、熔融状態の部品材料を、熔融状態の部品材料が格子構造物から第1の材料を少なくとも部分的に吸収するようにキャビティ内に導入する工程をさらに含む。本方法は、部品を形成するために鋳型キャビティ内で部品材料を冷却する工程をさらに含む。第1の内側コアの少なくとも一部分が、部品内に第1の内部通路を画成する。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】典型的な回転機械の概略図である。

【図2】図1に示した回転機械において使用するための典型的な部品の概略の斜視図である。

【図3】図2に示した部品を製造するための典型的な鋳型アセンブリの概略の斜視図である。

40

【図4】図3に示した鋳型アセンブリにおいて使用するための典型的な分割式コアについて、図3に示した線4-4に沿って得た概略の断面である。

【図5】図3に示した鋳型アセンブリ及び図6に示される原型ダイアセンブリにおいて使用するための典型的な格子構造物に結合した典型的な分割式コアの概略の斜視図である。

【図6】図2に示した部品の原型であって、図3に示した鋳型アセンブリの製造に用いられる原型を製造するための典型的な原型ダイアセンブリの概略の斜視図である。

【図7】図5に示した典型的な格子構造物及び分割式コアの一部分の概略の斜視詳細図である。

【図8】図3に示した鋳型アセンブリ及び図6に示した原型ダイアセンブリにおいて使用

50

するための別の典型的な格子構造物に結合した 1 対の典型的な分割式コアの概略の斜視図である。

【図 9】図 8 に示した典型的な格子構造物及び 1 対の分割式コアの一部分の概略の斜視詳細図である。

【図 10】図 5 及び 7 に示した分割式コアの中空構造体を形成するために使用することができる典型的なジョイントセグメントと典型的な延長セグメントとの間の接合部の 3 つの典型的な実施形態の概略の断面図である。

【図 11】図 2 に示した部品などの内部通路が内部に画成された部品を形成する典型的な方法のフロー図である。

【図 12】図 11 からのフロー図の続きである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下の説明及び特許請求の範囲において、いくつかの用語への言及がなされるが、それらは以下の意味を有するように定義されるべきである。

【0010】

単数形「1つの(a)」、「1つの(an)」、及び「前記(the)」は、文脈からそのようでないことが明らかでない限り、指示対象が複数である場合を含む。

【0011】

「随意的」又は「随意による」は、この語に続けて記載される事象又は状況が生じても、生じなくてもよく、かかる事象が生じる事例及び生じない事例が説明に含まれることを意味する。

【0012】

本明細書及び特許請求の範囲の至る所において使用される近似の表現は、それが関与する基本機能に変化をもたらすことなく変動することが許され得る量的表現を修飾するために適用することができる。したがって、「約」、「おおよそ」、及び「実質的に」などの 1 つ以上の用語で修飾された値は、明記された厳密な値に限定されるものではない。少なくともいくつかの事例において、近似の表現は、その値を測定する計器の精度に対応することができる。ここで、本明細書及び特許請求の範囲の至る所において、範囲の限界が特定されることがある。かかる範囲は、組合せ及び/又は入れ替えが可能であり、文脈又は文言によってとくに示されない限り、かかる範囲に含まれるすべての部分範囲を含む。

【0013】

本明細書において説明される典型的な部品及び方法は、内部通路が画成された部品を形成するための公知のアセンブリ及び方法に関する欠点の少なくともいくつかを克服する。本明細書に記載の実施形態は、少なくとも一部分が鋳型キャビティ内に選択的に配置される格子構造物を提供する。格子構造物は、中空構造体の 1 以上のジョイントセグメントと結合する。中空構造体は、分割式コアを画成し、分割式コアは、格子構造物によって鋳型キャビティ内に配置される。中空構造体の残りの部分は、1 以上のジョイントセグメントから延在する 1 以上の延長セグメントから形成される。中空構造体の内側に配置される内側コアが、部品が鋳型において鋳造されるときに部品における内部通路の位置を画成する。格子構造物は、部品を形成するために鋳型キャビティ内に導入される部品材料によって吸収できるように選択される第 1 の材料から形成される。このようにして、コアの配置及び/又は支持に使用される格子構造物を、鋳型アセンブリにおける部品の鋳造に先立って鋳型アセンブリから除去する必要がない。特定の実施形態では、各々のジョイントセグメントは、格子構造物の対応する部分と一体に形成される。

【0014】

図 1 が、本開示の実施形態を使用することができる部品を有している典型的な回転機械 10 の概略図である。典型的な実施形態では、回転機械 10 は、取り入れ部 12 と、取り入れ部 12 の下流に結合した圧縮機部分 14 と、圧縮機部分 14 の下流に結合した燃焼器部分 16 と、燃焼器部分 16 の下流に結合したタービン部分 18 と、タービン部分 18 の下流に結合した排気部 20 とを備えるガスタービンである。おおむね管状のケーシング 3

10

20

30

40

50

6 が、取り入れ部 1 2、圧縮機部分 1 4、燃焼器部分 1 6、タービン部分 1 8、及び排気部 2 0 のうちの 1 つ以上を少なくとも部分的に囲んでいる。別の実施形態では、回転機械 1 0 は、本明細書に記載のとおり内部通路を備えて形成された部品が好適な任意の回転機械である。さらに、本開示の実施形態は、説明の目的のために回転機械の文脈において説明されるが、本明細書に記載の実施形態が、内部通路を画成しつつ適切に形成された部品に関係するあらゆる文脈において適用可能であることを、理解すべきである。

【0015】

典型的な実施形態では、タービン部分 1 8 は、ロータシャフト 2 2 を介して圧縮機部分 1 4 に結合する。本明細書において使用されるとき、用語「結合」が、構成要素間の直接の機械的結合、電気的結合、及び/又は通信結合に限られず、複数の構成要素の間の間接的な機械的結合、電気的結合、及び/又は通信結合も含み得ることを、注意すべきである。

10

【0016】

回転機械 1 0 の動作の際に、取り入れ部 1 2 は、圧縮機部分 1 4 に向かって空気を導く。圧縮機部分 1 4 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 2 2 が、圧縮機部分 1 4 においてロータシャフト 2 2 に結合した圧縮機ブレード 4 0 の 1 以上の周状の列に回転エネルギーを与える。典型的な実施形態では、圧縮機ブレード 4 0 の各列の前方に、空気の流れを圧縮機ブレード 4 0 に導くケーシング 3 6 から径方向内側に延在している圧縮機ステータベーン 4 2 の周状の列が位置している。圧縮機ブレード 4 0 の回転エネルギーが、空気の圧力及び温度を高める。圧縮機部分 1 4 は、圧縮された空気を燃焼器部分 1 6 に吐出する。

20

【0017】

燃焼器部分 1 6 において、圧縮された空気は、燃料と混合されて燃やされ、タービン部分 1 8 に導かれる燃焼ガスを生む。より具体的には、燃焼器部分 1 6 は、1 以上の燃焼器 2 4 を備え、燃焼器 2 4 において、例えば天然ガス及び/又は燃料油などの燃料が空気の流れに注入され、燃料 - 空気混合物が燃やされてタービン部分 1 8 に導かれる高温の燃焼ガスを生成する。

【0018】

タービン部分 1 8 は、燃焼ガスの流れからの熱エネルギーを、機械的な回転エネルギーに変換する。より具体的には、燃焼ガスが、タービン部分 1 8 においてロータシャフト 2 2 に結合したロータブレード 7 0 の 1 以上の周状の列に回転エネルギーを与える。典型的な実施形態では、ロータブレード 7 0 の各列の前方に、燃焼ガスをロータブレード 7 0 に導くケーシング 3 6 から径方向内側に延在しているタービンステータベーン 7 2 の周状の列が位置している。ロータシャフト 2 2 を、これらに限られるわけではないが発電機及び/又は機械的な駆動の用途などの負荷（図示せず）に結合させることができる。使い尽くされた燃焼ガスは、タービン部分 1 8 から排気部 2 0 に下流に流れる。回転機械 1 0 の構成部品が、部品 8 0 として示されている。燃焼ガスの経路に最も近い部品 8 0 は、回転機械 1 0 の動作の際に高温に曝される。これに加え、或いはこれに代えて、部品 8 0 は、内部通路を画成しつつ適切に形成されたあらゆる部品を含む。

30

【0019】

図 2 は、回転機械 1 0（図 1 に示す）における使用に関して例示される典型的な部品 8 0 の概略の斜視図である。部品 8 0 は、内部に画成された 1 以上の内部通路 8 2 を備える。例えば、冷却用流体が、部品 8 0 を高温の燃焼ガスよりも低い温度に保つうえで助けとなるように、回転機械 1 0 の動作の最中に内部通路 8 2 に供給される。ただ 1 つの内部通路 8 2 が示されているが、部品 8 0 が、本明細書に記載のとおり形成される任意の適切な数の内部通路 8 2 を含むことを、理解すべきである。

40

【0020】

部品 8 0 は、部品材料 7 8 から形成される。典型的な実施形態では、部品材料 7 8 は、適切なニッケル基超合金である。別の実施形態では、部品材料 7 8 は、コバルト基超合金、鉄基合金、及びチタニウム基合金のうちの少なくとも 1 つである。別の代案の実施形態

50

では、部品材料 78 は、部品 80 を本明細書に記載のとおり形成することができる任意の適切な材料である。

【0021】

典型的な実施形態では、部品 80 は、ロータブレード 70 又はステータベーン 72 の一方である。別の実施形態では、部品 80 は、本明細書に記載のとおり内部通路を備えて形成されることができる回転機械 10 の他の適切な部品である。さらに別の実施形態では、部品 80 は、内部に内部通路を画成しつつ適切に形成される任意の適切な用途のための任意の部品である。

【0022】

典型的な実施形態では、ロータブレード 70 又はステータベーン 72 は、圧力側 74 と反対側の吸い込み側 76 とを備える。圧力側 74 及び吸い込み側 76 の各々は、前縁 84 から反対側の後縁 86 まで延在している。加えて、ロータブレード 70 又はステータベーン 72 は、根元端 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。別の実施形態では、ロータブレード 70 又はステータベーン 72 は、本明細書に記載のとおり内部通路を備えて形成されることができる任意の適切な構成を有する。

【0023】

特定の実施形態では、ブレード長 96 は、少なくとも約 25.4 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 50.8 cm (20 インチ) である。特定の実施形態では、ブレード長 96 は、約 61 cm (24 インチ) ~ 約 101.6 cm (40 インチ) の範囲にある。別の実施形態では、ブレード長 96 は、約 25.4 cm (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 2.54 cm (1 インチ) ~ 約 25.4 cm (10 インチ) の範囲にある。別の代案の実施形態では、ブレード長 96 は、約 101.6 cm (40 インチ) よりも大きい。

【0024】

典型的な実施形態では、内部通路 82 は、根元端 88 から先端 90 まで延在する。別の実施形態では、内部通路 82 は、本明細書に記載のとおり内部通路 82 の形成を可能にする任意の適切なやり方で、任意の適切な範囲まで、部品 80 内を延在する。特定の実施形態では、内部通路 82 は、非直線である。例えば、部品 80 が、根元端 88 と先端 90 との間に画成されている軸 89 に沿った所定のねじりを備えて形成され、内部通路 82 が、軸ねじりに相補的な曲線状の形状を有する。いくつかの実施形態では、内部通路 82 は、内部通路 82 の長さに沿って圧力側 74 から実質的に一定の距離 94 に配置される。これに代え、或いはこれに加えて、部品 80 の弦は、根元端 88 と先端 90 との間で先細りであり、内部通路 82 は、内部通路 82 が内部通路 82 の長さに沿って後縁 86 から実質的に一定の距離 92 に位置するように、先細りに相補的に非直線にて延在する。別の実施形態では、内部通路 82 は、部品 80 の任意の適切な輪郭に相補的な非直線の形状を有する。別の代案の実施形態では、内部通路 82 は、非直線であり、部品 80 の輪郭に相補的でない。いくつかの実施形態では、非直線の形状を有する内部通路 82 は、部品 80 のための所定の冷却の基準を満足させることを容易にする。別の実施形態では、内部通路 82 は、直線的に延在する。

【0025】

いくつかの実施形態では、内部通路 82 は、実質的に円形の断面を有する。別の実施形態では、内部通路 82 は、実質的に卵形の断面を有する。別の代案の実施形態では、内部通路 82 は、本明細書に記載のとおり内部通路 82 の形成を可能にする任意の適切な形状の断面を有する。さらに、特定の実施形態では、内部通路 82 の断面の形状は、内部通路 82 の長さに沿って実質的に一定である。別の実施形態では、内部通路 82 の断面の形状は、本明細書に記載のとおり内部通路 82 の形成を可能にする任意の適切なやり方で内部通路 82 の長さに沿って変化する。

【0026】

図 3 が、部品 80 (図 2 に示す) を製造するための鋳型アセンブリ 301 の概略の斜視

10

20

30

40

50

図である。鋳型アセンブリ301は、鋳型300に対して選択的に配置される格子構造物340と、格子構造物340に結合した分割式コア310とを備える。図4が、図3に示した線4-4に沿って得た分割式コア310の概略の断面である。図5が、格子構造物340に結合した分割式コア310の概略の斜視図である。図6が、部品80(図2に示す)の原型(図示せず)を製造するための原型ダイアセンブリ501の概略の斜視図である。原型ダイアセンブリ501は、原型ダイ500に対して選択的に配置される格子構造物340と、格子構造物340に結合した分割式コア310とを備える。典型的な実施形態における部品80は、ロータブレード70又はステータベーン72であるが、他の実施形態では、部品80は、本明細書に記載のとおり、内部に内部通路を画成しつつ適切に形成されることが出来る任意の部品であることを、思い出すべきである。

10

【0027】

図2~図6を参照すると、原型ダイ500の内壁502が、ダイキャビティ504を画成する。格子構造物340の少なくとも一部分は、ダイキャビティ504内に配置される。内壁502は、流動可能な状態の原型材料(図示せず)をダイキャビティ504内に導入して固化させることで部品80の原型(図示せず)を形成できるように、部品80の外形に対応する形状を画成する。分割式コア310が、分割式コア310の一部分315がダイキャビティ504内を延在するように、原型ダイ500に対して格子構造物340によって配置される。このようにして、原型が原型ダイ500内に形成されるとき、格子構造物340及び分割式コア310は、原型によって包まれる。

【0028】

分割式コア310は、第1の材料322から形成された中空構造体320と、中空構造体320の内側に配置され、内側コア材料326から形成される内側コア324とを備える。内側コア324は、内部通路82の形状を画成するように形作られる。中空構造体320は、内側コア324の長さに沿って内側コア324を実質的に取り囲むように形作られる。特定の実施形態では、中空構造体320は、内側コア324(したがって、内部通路82)の選択される非直線の形状を画成するために必要なとおりに、曲がった形状又は角のある形状などの非直線の形状として適切に形成されたおおむね管状の形状を画成する。別の実施形態では、中空構造体320は、本明細書に記載のとおり内部通路82の形状を内側コア324によって画成することが出来る任意の適切な形状を画成する。

20

【0029】

格子構造物340は、格子構造物340に固定された分割式コア310の一部分315の内側コア324が、鋳型300(図3に示す)内で部品80が形成される際に部品80内の内部通路82を実質的に画成するように、ダイキャビティ504において所定の向きに選択的に配置される。いくつかの実施形態では、格子構造物340は、ダイキャビティ504内及び/又は鋳型300に画成された鋳型キャビティ304内に吊り下げられた分割式コア310を少なくとも部分的に支持する。

30

【0030】

特定の実施形態では、格子構造物340は、格子構造物340がダイキャビティ504内に選択的に配置されるように、内壁502に対して結合するように形作られた周縁部342を画成する。より詳しくは、周縁部342は、格子構造物340をダイキャビティ504に対して所定の向きに配置及び/又は維持するために、内壁502の形状に従う。これに加え、或いはこれに代えて、格子構造物340は、原型ダイアセンブリ501を本明細書に記載のとおり機能させることを可能にする任意の適切なやり方でダイキャビティ504において所定の向きに選択的に配置及び/又は維持される。例えば、これに限られるわけではないが、格子構造物340は、適切な外部取付具(図示せず)によってダイキャビティ504に対してしっかりと配置される。

40

【0031】

典型的な実施形態では、中空構造体320は、内側コア324の特徴幅330よりも小さい肉厚328を有する。特徴幅330は、本明細書において、内側コア324と同じ断面積を有する円の直径と定義される。別の実施形態では、中空構造体320は、特徴幅3

50

30未満ではない肉厚328を有する。内側コア324の断面の形状は、図3及び4に示される典型的な実施形態では、円形である。或いは、内側コア324の断面の形状は、内部通路82を本明細書に記載のとおり機能させることを可能にする内部通路82の断面の任意の適切な形状に対応する。

【0032】

典型的な実施形態では、内側コア材料326は、部品80の形成に使用される部品材料78の熔融状態に関係する高温環境に耐えるように選択される耐火セラミック材料である。例えば、これに限られるわけではないが、内側コア材料326は、シリカ、アルミナ、及びムライトのうち少なくとも1つを含む。さらに、典型的な実施形態では、内側コア材料326は、内部通路82を形成するために部品80から選択的に除去可能である。10
例えば、これに限られるわけではないが、内側コア材料326は、これに限られるわけではないが適切な化学的浸出プロセスなどの部品材料78を実質的に劣化させない適切なプロセスによって、部品80から除去可能である。特定の実施形態では、内側コア材料326は、部品材料78との適合性及び/又は部品材料78からの除去可能性にもとづいて選択される。別の実施形態では、内側コア材料326は、部品80を本明細書に記載のとおり形成することができる任意の適切な材料である。

【0033】

いくつかの実施形態では、分割式コア310は、中空構造体320を内側コア材料326で満たすことによって形成される。例えば、これに限られるわけではないが、内側コア材料326は、スラリーとして中空構造体320内に注入され、内側コア材料326は、20
中空構造体320の中で乾燥させられ、分割式コア310を形成する。さらに、特定の実施形態では、中空構造体320が、内側コア324を実質的に構造的に補強し、いくつかの実施形態では部品80を形成するための補強されていない内側コア324の製造、取り扱い、及び使用に関連すると考えられる問題の可能性を軽減する。例えば、特定の実施形態では、内側コア324は、割れ、亀裂、及び/又は他の損傷の比較的高いリスクを免れない比較的脆いセラミック材料である。このように、いくつかのかかる実施形態では、格子構造物340に結合した分割式コア310の形成及び操作は、被覆のない内側コア324の使用と比べて、内側コア324の損傷のリスクがはるかに低い。同様に、いくつかのかかる実施形態では、分割式コア310の周囲の原型ダイ内にワックス原型材料を注入することなどにより、鑄型300の形成に使用されるべき適切な原型を格子構造物34030
及び分割式コア310の周囲に形成することは、被覆のない内側コア324の使用と比べて、内側コア324の損傷のリスクがはるかに低い。このように、特定の実施形態では、格子構造物340に結合した分割式コア310の使用は、分割式コア310ではなくて被覆のない内側コア324を使用して実行される場合の同じ工程と比べて、内部通路82が画成された許容され得る部品80の製造において不具合のリスクがはるかに低い。このように、分割式コア310及び格子構造物340は、内部通路82を画成するための鑄型300に対する内側コア324の配置に関する利点を得ながら、内側コア324に関連する壊れやすさの問題の軽減又は解消を促進する。

【0034】

特定の実施形態では、格子構造物340は、複数の開放空間348を間に画成する複数の互いに結合された細長い部材346を備える。細長い部材346は、格子構造物340がダイキャピティ504内の所定の向きに配置されたときに、内側コア324が部品80内の内部通路82の位置を実質的に画成するための選択される向きに保たれるよう、構造的な強度及び剛性を有する格子構造物340をもたらすように配置される。いくつかの実施形態では、原型ダイアセンブリ501は、これに限られるわけではないが原型材料(図示せず)を、内側コア324の周囲のダイキャピティ504内に加える際に内側コア324を選択される向きに維持するように構成された適切な追加の構造物を含む。40

【0035】

典型的な実施形態では、細長い部材346は、細長い横断方向部材347を含む。細長い横断方向部材347は、グループ350にて配置される。細長い横断方向部材347の50

各グループ 350 は、分割式コア 310 と直接結合する。特定の実施形態では、各グループ 350 は、各グループ 350 を所定の向きに維持すべくダイキャピティ 504 の対応する断面に従うように形作られた周縁部 342 の各々の一断面部分を画成する。これに加え、或いはこれに代えて、細長い部材 346 は、細長い縦方向部材 352 を含み、各々の細長い縦方向部材 352 は、各グループ 350 の所定の向きへの配置及び / 又は維持を容易にするために、細長い横断方向部材 347 の 2 以上のグループ 350 の間を延在する。いくつかの実施形態では、細長い縦方向部材 352 は、内壁 502 に従う周縁部 342 をさらに画成する。これに加え、或いはこれに代えて、1 以上のグループ 350 は、これに限られるわけではないが外部取付具など、これに限られるわけではないが原型材料（図示せず）を内側コア 324 の周囲のダイキャピティ 504 に加える際にグループ 350 を所定の向きに維持するように構成された適切な追加の構造物に結合する。

10

【0036】

別の実施形態では、細長い部材 346 は、格子構造物 340 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切なやり方で配置される。例えば、細長い部材 346 は、非一様かつ / 又は繰り返してない配置にて配置される。他の代案の実施形態では、格子構造物 340 は、本明細書に記載のとおりのコア 324 の選択的な配置を可能にする任意の適切な構造物である。

【0037】

いくつかの実施形態では、複数の開放空間 348 は、格子構造物 340 の各領域が格子構造物 340 の実質的に各々の他の領域と流体連通するように配置される。このようにして、流動性の原型材料をダイキャピティ 504 に加える際に、格子構造物 340 は、原型材料が格子構造物 340 を通って格子構造物 340 の周囲を流れ、ダイキャピティ 504 を満たすことを可能にする。別の実施形態では、格子構造物 340 は、格子構造物 340 の 1 以上の領域が格子構造物 340 の 1 以上の他の領域に実質的に流体連通しないように配置される。例えば、これに限られるわけではないが、原型材料は、格子構造物 340 の周囲のダイキャピティ 504 の充てんを促進するために、複数の位置においてダイキャピティ 504 内に注入される。

20

【0038】

鋳型 300 は、鋳型材料 306 から形成される。典型的な実施形態では、鋳型材料 306 は、部品 80 の形成に使用される部品材料 78 の溶融状態に関係する高温環境に耐えるように選択される耐火セラミック材料である。別の実施形態では、鋳型材料 306 は、部品 80 を本明細書に記載のとおり形成することができる任意の適切な材料である。さらに、典型的な実施形態では、鋳型 300 は、適切なインベストメント鋳造プロセスによって原型ダイ 500 において製造された原型から形成される。例えば、これに限られるわけではないが、ワックスなどの適切な原型材料を格子構造物 340 及び分割式コア 310 の周囲の原型ダイ 500 内に注入することで、部品 80 の原型（図示せず）が形成され、この原型が鋳型材料 306 のスラリーに繰り返し浸され、鋳型材料 306 のスラリーを硬化させて鋳型材料 306 のシェルを生成でき、このシェルについてワックスの除去及び焼成を行うことで、鋳型 300 が形成される。ワックスの除去後に、格子構造物 340 及び分割式コア 310 は鋳型 300 の形成に用いられた原型に少なくとも部分的に包まれていたため、格子構造物 340 及び分割式コア 310 は、上述のように、鋳型アセンブリ 301 を形成すべく鋳型 300 に対して配置されたままである。別の実施形態では、鋳型 300 は、鋳型 300 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切な方法によって原型ダイ 500 において製造された原型から形成される。

30

40

【0039】

鋳型 300 の内壁 302 が、鋳型キャピティ 304 を画成する。鋳型 300 は、原型ダイアセンブリ 501 内で製造された原型から形成されるため、内壁 302 は、溶融状態の部品材料 78 を鋳型キャピティ 304 内に導入して冷却することによって部品 80 を形成できるよう、部品 80 の外形に対応する形状を画成する。典型的な実施形態における部品 80 は、ロータブレード 70 又はステータベーン 72 であるが、他の実施形態では、部品

50

80は、本明細書に記載のとおり、内部に内部通路を画成しつつ適切に形成されることができる任意の部品であることを、思い出すべきである。

【0040】

加えて、格子構造物340の少なくとも一部分が、鋳型キャビティ304内に選択的に配置される。より詳しくは、格子構造物340は、ダイキャビティ504に対する格子構造物340の所定の向きと実質的に同一な鋳型キャビティ304に対する所定の向きに配置される。加えて、所定の向きの格子構造物340は、分割式コア310の一部分315の内側コア324を、部品80が鋳型300(図3に示す)内で形成されるときに部品80内に内部通路82を画成するように向ける。

【0041】

種々の実施形態では、格子構造物340の実施形態のこれまでに説明した構成要素の少なくともいくつかは、対応する実施形態では上述したそれらの構成要素の原型ダイ500のダイキャビティ504に対する配置に対応するやり方で、鋳型キャビティ304に対して配置される。例えば、原型ダイ500において形成された原型にシェルを形成し、原材料を除去し、焼成を行って鋳型アセンブリ301を形成した後に、格子構造物340の実施形態の先に説明した構成要素の各々は、原型ダイ500のダイキャビティ504に対して位置していたとおりに鋳型キャビティ304に対して位置することを、理解すべきである。或いは、格子構造物340及び分割式コア310は、鋳型300の形成に用いられる原型に埋め込まれず、むしろ種々の実施形態では周縁部342、細長い部材346、細長い横断方向部材347、複数の開放空間348、細長い横断方向部材347のグループ350、及び/又は細長い縦方向部材352が、内壁502及びダイキャビティ504に対する上述の関係に相当する鋳型300の内壁302及び鋳型キャビティ304に対する関係に位置するように、鋳型300に対して後に配置されて鋳型アセンブリ301を形成する。

【0042】

したがって、特定の実施形態では、周縁部342は、格子構造物340を鋳型キャビティ304内に選択的に位置させるように内壁302に対して結合するように形作られ、より詳しくは、周縁部342は、格子構造物340を鋳型キャビティ304に対して所定の向きに位置させるために内壁302の形状に従う。これに加え、或いはこれに代えて、細長い部材346は、格子構造物340が鋳型キャビティ304内の所定の向きに配置されたときに、内側コア324が部品80内の内部通路82の位置を実質的に画成するための選択される向きに保たれるよう、格子構造物340に構造的な強度及び剛性をもたらすように配置される。これに加え、或いはこれに代えて、複数の開放空間348は、格子構造物340の各領域が格子構造物340の実質的に各々の他の領域と流体連通するように配置される。これに加え、或いはこれに代えて、細長い横断方向部材347のグループ350の各々は、分割式コア310に直接結合する。これに加え、或いはこれに代えて、各グループ350は、各グループ350を所定の向きに維持すべく鋳型キャビティ304の対応する断面に従うように形作られた周縁部342の各々の一断面部分を画成する。これに加え、或いはこれに代えて、細長い縦方向部材352の各々は、各グループ350の所定の向きへの配置及び/又は維持を容易にし、かつ/又は内壁302に従った周縁部342をさらに画成するために、細長い横断方向部材347の2以上のグループ350の間を延在する。これに加え、或いはこれに代えて、いくつかの実施形態では、1以上のグループ350は、これに限られるわけではないが外部取付具など、これに限られるわけではないが溶融状態の部品材料78を内側コア324の周囲の鋳型キャビティ304に加える際にグループ350を所定の向きに維持するように構成された適切な追加の構造物と結合する。

【0043】

特定の実施形態では、分割式コア310は、分割式コア310が部品80の形成のプロセスの際に鋳型300に対して固定されたままであるように、鋳型300に対してさらに固定される。例えば、分割式コア310は、分割式コア310を囲む鋳型キャビティ30

10

20

30

40

50

4 への溶融させた部品材料 7 8 の導入時の格子構造物 3 4 0 及び分割式コア 3 1 0 のずれを抑制するようにさらに固定される。いくつかの実施形態では、分割式コア 3 1 0 は、鋳型 3 0 0 に直接結合する。例えば、典型的な実施形態では、分割式コア 3 1 0 の先端部分 3 1 2 は、鋳型 3 0 0 の先端部分 3 1 4 に堅固に包み込まれる。これに加え、或いはこれに代えて、分割式コア 3 1 0 の根元部分 3 1 6 は、鋳型 3 0 0 の先端部分 3 1 4 の反対側の根元部分 3 1 8 に堅固に包み込まれる。例えば、これに限られるわけではないが、先端部分 3 1 2 及び / 又は根元部分 3 1 6 は、原型ダイ 5 0 0 のダイキャビティ 5 0 4 から突き出し、したがって原型ダイ 5 0 0 において形成される原型から突き出し、インベストメントプロセスによって、先端部分 3 1 2 及び / 又は根元部分 3 1 6 が鋳型 3 0 0 に包み込まれる。これに加え、或いはこれに代えて、分割式コア 3 1 0 は、分割式コア 3 1 0 を部品 8 0 の形成のプロセスの最中において固定されたままであるように鋳型 3 0 0 に対して配置することをさらに可能にする任意の他の適切なやり方で、鋳型 3 0 0 に対してさらに固定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

格子構造物 3 4 0 は、溶融状態の部品材料 7 8 によって少なくとも部分的に吸収できるように選択される第 1 の材料 3 2 2 から形成される。特定の実施形態では、第 1 の材料 3 2 2 は、溶融状態の部品材料 7 8 を鋳型キャビティ 3 0 4 に加えて、第 1 の材料 3 2 が溶融状態の部品材料 7 8 によって少なくとも部分的に吸収された後に、後の固形の状態における部品材料 7 8 の性能が低くなることのないように選択される。一例において、部品 8 0 はロータブレード 7 0 であり、格子構造物 3 4 0 からの第 1 の材料 3 2 2 の吸収は、回転機械 1 0 (図 1 に示す) の動作時のロータブレード 7 0 の性能を損なうことのないように、部品材料 7 8 の融点及び / 又は高温強度を実質的に下げることがない。

【 0 0 4 5 】

第 1 の材料 3 2 2 が、固形の状態の部品材料 7 8 の性能を実質的に損なうことのないように溶融状態の部品材料 7 8 によって少なくとも部分的に吸収できるため、格子構造物 3 4 0 を、鋳型キャビティ 3 0 4 への溶融状態の部品材料 7 8 の導入に先立って鋳型アセンブリ 3 0 1 から除去する必要がない。したがって、コアの配置用の構造物を機械的又は化学的に除去することを必要とする方法と比べて、原型ダイアセンブリ 5 0 1 において格子構造物 3 4 0 を使用することによって分割式コア 3 1 0 をダイキャビティ 5 0 4 に対して配置することは、プロセスの工程の数を減らし、したがって内部通路 8 2 を有する部品 8 0 の形成に必要な時間及びコストを削減する。

【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態では、部品材料 7 8 は合金であり、第 1 の材料 3 2 2 は、この合金の 1 以上の構成材料である。例えば、部品材料 7 8 が、ニッケル基超合金であり、第 1 の材料 3 2 2 は、溶融状態の部品材料 7 8 が鋳型キャビティ 3 0 4 内に導入されたときに第 1 の材料 3 2 2 が部品材料 7 8 によって実質的に吸収できるように、実質的にニッケルである。別の例において、第 1 の材料 3 2 2 は、比較的大量の第 1 の材料 3 2 2 を吸収することによる部品材料 7 8 の組成の局所的な変化が小さくなるように、超合金において見られる割合とおおむね同じ割合で存在する超合金の複数の構成物質を含む。

【 0 0 4 7 】

別の実施形態では、部品材料 7 8 は、任意の適切な合金であり、第 1 の材料 3 2 2 は、溶融状態の合金によって少なくとも部分的に吸収されることが出来る 1 以上の材料である。例えば、部品材料 7 8 は、コバルト基超合金であり、第 1 の材料 3 2 2 は、これに限られるわけではないがコバルトなど、コバルト基超合金の 1 以上の構成物質である。別の例において、部品材料 7 8 は、鉄基合金であり、第 1 の材料 3 2 2 は、これに限られるわけではないが鉄など、鉄基超合金の 1 以上の構成物質である。別の例において、部品材料 7 8 は、チタニウム基合金であり、第 1 の材料 3 2 2 は、これに限られるわけではないがチタニウムなど、チタニウム基超合金の 1 以上の構成物質である。

【 0 0 4 8 】

特定の実施形態では、格子構造物 3 4 0 は、溶融状態の部品材料 7 8 が鋳型キャビティ

304内に導入されたときに部品材料78によって実質的に吸収されるように構成される。例えば、細長い部材346の厚さが、鑄型キャビティ304内の格子構造物340の第1の材料322が、溶融状態の部品材料78が鑄型キャビティ304内に導入されたときに部品材料78によって実質的に吸収されるように、十分に小さくなるように選択される。いくつかのかかる実施形態では、第1の材料322は、部品材料78が冷めた後に格子構造物340を部品材料78から境界付ける不連続の境界が存在しないように、部品材料78によって実質的に吸収される。さらに、いくつかのかかる実施形態では、第1の材料322は、部品材料78が冷めた後に第1の材料322が部品材料78内に実質的に一様に分布するように、実質的に吸収される。例えば、格子構造物340の初期の位置の付近の第1の材料322の濃度が、部品80内の他の位置における第1の材料322の濃度と比べて、検知可能なほどには高くない。例えば、これに限られるわけではないが、第1の材料322がニッケルであり、部品材料78がニッケル基超合金であり、部品材料78が冷めた後に格子構造物340の初期の位置の付近により高いニッケル濃度が検出可能に残ることがなく、形成された部品80のニッケル基超合金の全体にわたって実質的に一様なニッケルの分布がもたらされる。

10

20

30

40

50

【0049】

別の実施形態では、細長い部材346の厚さは、第1の材料322が部品材料78によって実質的に吸収されるのではないように選択される。例えば、いくつかの実施形態では、部品材料78が冷めた後に、第1の材料322は、部品材料78内に実質的に一様に分布してはいない。例えば、格子構造物340の初期の位置の付近の第1の材料322の濃度が、部品80内の他の位置における第1の材料322の濃度と比べて、検知可能に高い。いくつかのかかる実施形態では、第1の材料322は、部品材料78が冷めた後に格子構造物340を部品材料78から境界付ける不連続の境界が存在するように、部品材料78によって部分的に吸収される。さらに、いくつかのかかる実施形態では、第1の材料322は、部品材料78が冷めた後に格子構造物340の少なくとも一部分がそのまま残るように、部品材料78によって部分的に吸収される。

【0050】

図7は、格子構造物340及び分割式コア310の一部分の概略の斜視詳細図である。図5及び7を参照すると、典型的な実施形態では、中空構造体320は、順次流体連通して互いに結合した複数の別々のセグメントから形成される。より具体的には、中空構造体320は、1以上のジョイントセグメント354を1以上の延長セグメント360と順次流体連通して結合させることによって画成されている。各々のジョイントセグメント354が、格子構造物340を鑄型キャビティ304内に選択的に配置することで、分割式コア310も鑄型キャビティ304内で選択的に向けられるように、格子構造物340と結合する。

【0051】

例えば、典型的な実施形態では、各々のジョイントセグメント354は、細長い横断方向部材347の対応するグループ350と結合する。別の実施形態では、1以上のジョイントセグメント354は、格子構造物340の任意の適切な部分に結合する。典型的な実施形態では、各々のジョイントセグメント354は、細長い横断方向部材347の対応するグループ350と一体に形成され、すなわち単一のユニットとして同じプロセスにおいて形成される。別の実施形態では、各々のジョイントセグメント354は、分割式コア310が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の他の適切なやり方で、細長い横断方向部材347の対応するグループ350又は格子構造物340の他の適切な部分と結合する。各々の延長セグメント360は、1対のジョイントセグメント354の間を流体連通可能に延在し、或いは中空構造体320の第1の端部321及び反対側の第2の端部323の一方とジョイントセグメント354との間を流体連通可能に延在する。

【0052】

より具体的には、ジョイントセグメント354及び延長セグメント360は、中空構造体320を第1の端部321及び第2の端部323の少なくとも一方からコア材料326

で満たすことによって内側コア 3 2 4 を形成できるように、順次流体連通して互いに結合する。例えば、これに限られるわけではないが、コア材料 3 2 6 が、順次流体連通して互いに結合したジョイントセグメント 3 5 4 及び延長セグメント 3 6 0 が内側コア材料 3 2 6 によって実質的に満たされるように、中空構造体 3 2 0 の第 1 の端部 3 2 1 及び第 2 の端部 3 2 3 の少なくとも一方にスラリーとして注入される。内側コア材料 3 2 6 が、中空構造体 3 2 0 の内側で乾燥させられ、内側コア 3 2 4 を形成する。別の実施形態では、内側コアは、分割式コア 3 1 0 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切なやり方で形成される。

【 0 0 5 3 】

いくつかの実施形態では、中空構造体 3 2 0 に沿った 1 以上のジョイントセグメント 3 5 4 の長手方向における位置は、中空構造体 3 2 0 の比較的きつい湾曲の領域 3 5 6 に対応する。これに加え、或いはこれに代えて、中空構造体 3 2 0 に沿った 1 以上のジョイントセグメント 3 5 4 の長手方向における位置は、中空構造体 3 2 0 が内部通路 8 2 の断面の流れの面積の変化を画成する領域 3 6 6 に対応する。これに加え、或いはこれに代えて、中空構造体 3 2 0 に沿った 1 以上のジョイントセグメント 3 5 4 の長手方向における位置は、格子構造物 3 4 0 からの構造的な支持が格子構造物 3 4 0、ダイキャピティ 5 0 4、及び/又は鋳型キャピティ 3 0 4 に結合した別の分割式コア 3 1 0 (図示せず) に対する分割式コア 3 1 0 の位置の安定化を促進する領域 3 5 8 に対応する。このようにして、特定の実施形態では、別々のジョイントセグメント 3 5 4 及び延長セグメント 3 6 0 からの分割式コア 3 1 0 の形成は、湾曲、内部断面の推移、並びに/或いは内部通路 8 2 のお互いに対する配置及び部品 8 0 内での配置の精度の要件を満たすための必要に応じた各々のジョイントセグメント 3 5 4 のきめ細かい形状付けと、ジョイントセグメント 3 5 4 に結合して中空構造体 3 2 0 を完成させる延長セグメント 3 6 0 の比較的迅速かつ安価な形状付けとを容易にする。

【 0 0 5 4 】

典型的な実施形態では、中空構造体 3 2 0 の各々のジョイントセグメント 3 5 4 及び延長セグメント 3 6 0 は、やはり溶融状態の部品材料 7 8 によって少なくとも部分的に吸収できるように選択される第 1 の材料 3 2 2 及び第 2 の材料 (図示せず) の少なくとも一方から形成される。したがって、格子構造物 3 4 0 と同様に、溶融状態の部品材料 7 8 が鋳型キャピティ 3 0 4 に加えられ、第 1 の材料 3 2 2 及び/又は第 2 の材料が溶融状態の部品材料 7 8 によって少なくとも部分的に吸収された後に、後の固形の状態における部品材料 7 8 の性能が、実質的に低くなることがない。第 1 の材料 3 2 2 及び/又は第 2 の材料が、固形の状態の部品材料 7 8 の性能を実質的に損なうことがないように溶融状態の部品材料 7 8 によって少なくとも部分的に吸収できるため、格中空構造体 3 2 0 を、鋳型キャピティ 3 0 4 への溶融状態の部品材料 7 8 の導入に先立って鋳型アセンブリ 3 0 1 から除去する必要がない。別の実施形態では、各々のジョイントセグメント 3 5 4 及び各々の延長セグメント 3 6 0 は、分割式コア 3 1 0 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切な材料から形成される。

【 0 0 5 5 】

特定の実施形態では、細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 は、適切な付加製造プロセスを使用して、中空構造体 3 2 0 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 と一体に形成される。例えば、細長い横断方向部材 3 4 7 のグループ 3 5 0 及びジョイントセグメント 3 5 4 のコンピュータ設計モデルが、第 1 の端部 3 7 1 と第 2 の端部 3 7 3 との間の一連の薄い平行な平面にスライスされる。コンピュータ数値制御 (CNC) 機械が、細長い横断方向部材 3 4 7 のグループ 3 5 0 及びジョイントセグメント 3 5 4 を同時に形成するために、モデルのスライスに従って第 1 の端部 3 7 1 から第 2 の端部 3 7 3 に第 1 の材料 3 2 2 の順次の層を堆積させる。いくつかの実施形態では、第 1 の材料 3 2 2 の順次の層は、直接金属レーザ溶融 (DMLM) プロセス、直接金属レーザ焼結 (DMLS) プロセス、及び選択的レーザ焼結 (SLM) プロセスのうちの少なくとも 1 つを使用して堆積する。これに加え、或いはこれに代えて、細長い横断方向部材 3 4 7 の 1 以上のグルー

10

20

30

40

50

ブ 3 5 0 及び対応するジョイントセグメント 3 5 4 は、別の適切な付加製造プロセスを使用して一体に形成される。

【 0 0 5 6 】

特定の実施形態では、1 以上の細長い縦方向部材 3 5 2 は、細長い横断方向部材 3 4 7 の 1 以上のグループ 3 5 0 と一体に形成される。これに加え、或いはこれに代えて、1 以上の細長い縦方向部材 3 5 2 は、細長い横断方向部材 3 4 7 の 2 以上の別々に形成されたグループ 3 5 0 の間に結合する。別の実施形態では、格子構造物は、細長い縦方向部材 3 5 2 を含まない。

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、各々の延長セグメント 3 6 0 は、最初に実質的に一直線の金属管から形成され、内側コア 3 2 4 の対応する部分、したがって内部通路 8 2 の対応する部分の選択される非直線の形状を画成するための必要に応じて、曲がった形状又は角のある形状などの非直線な形状へと適切に操作される。例えば、各々の延長セグメント 3 6 0 は、押し出し管セグメントから形成される。特定の実施形態では、各々の延長セグメント 3 6 0 は、標準的又は市販の特別仕立てではない管から形成され、中空構造体 3 2 0 の製造のコストを低くする。別の実施形態では、各々の延長セグメント 3 6 0 は、分割式コア 3 1 0 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切なやり方で形成される。

【 0 0 5 8 】

いくつかの実施形態では、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 と中空構造体 3 2 0 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 との一体形成は、格子構造物 3 4 0 とジョイントセグメント 3 5 4 との組合せを、他の方法では達成することができない構造的な複雑さ、精密さ、及び / 又は再現性を備えて形成することができる。さらに、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 と中空構造体 3 2 0 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 との一体形成は、ジョイントセグメント 3 5 4 を、対応する非直線の内部通路 8 2 を画成するために必要であれば高度の非直線性を備えて形成すると同時に、格子構造物 3 4 0 によって支持することを可能にし、非直線のコアを後続の別の工程において格子構造物 3 4 0 に挿入する必要性によって強いられる設計の制約を伴わない。したがって、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 と中空構造体 3 2 0 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 との

【 0 0 5 9 】

加えて、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 と中空構造体 3 2 0 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 との一体形成は、格子構造物 3 4 0 及びジョイントセグメント 3 5 4 を、上述のように、これらに限られるわけではないが部品材料 7 8 の複数の構成物質などの材料の組合せである第 1 の材料 3 2 2 を使用して形成することができる。例えば、付加製造プロセスは、複数の材料の各々の交互の堆積を含み、交互の堆積は、複数の構成物質の選択される比率を有する格子構造物 3 4 0 及びジョイントセグメント 3 5 4 を生むように適切に制御される。別の実施形態では、細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 及び対応するジョイントセグメント 3 5 4 は、格子構造物 3 4 0 及び中空構造体 3 2 0 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切なやり方で一緒に形成されて結合する。

【 0 0 6 0 】

特定の実施形態では、付加製造プロセスによって形成されるジョイントセグメント 3 5 4 の内面は、内側コア 3 2 4 及び内部通路 8 2 の対応する部分の比較的大きい表面粗度をもたらす比較的大きい表面粗度を有する。得られる内部通路 8 2 の比較的大きい表面粗度は、これに限られるわけではないが熱伝達特性など、ジョイントセグメント 3 5 4 によって画成されている部分に沿った内部通路 8 2 の特性を変化させる。いくつかのかかる実施

10

20

30

40

50

形態では、延長セグメント 360 は、これに限られるわけではないが管の押し出しプロセスなど、ジョイントセグメント 354 と比べたときに延長セグメント 360 の内壁の比較的低い表面粗度をもたらし、したがって内側コア 324 及び内部通路 82 の対応する部分の比較的低い表面粗度をもたらす非付加的なやり方で形成される。さらに、いくつかのかかる実施形態では、ジョイントセグメント 354 は、延長セグメント 360 と比べて、中空構造体 320 の全長のうちの比較的短い部分を構成する。したがって、いくつかの実施形態では、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 347 の各グループ 350 と中空構造体 320 の対応するジョイントセグメント 354 との一体形成は、非付加的に形成される延長セグメント 360 の使用との組合せにおいて、長さのうちの延長セグメント 360 によって画成されている部分について低い表面粗度を有する内壁によって画成されている内部通路 82 の形成を可能にしつつ、格子構造物 340 及びジョイントセグメント 354 の付加製造に関連した上述の利益を提供する。

【0061】

上述のように、図 2 には内部通路 82 が 1 つだけしか示されておらず、したがって図 3、5、及び 6 には分割式コア 310 が 1 つだけしか示されていないが、部品 80 が、本明細書に記載のとおり形成される任意の適切な数の内部通路 82 を含むことを、理解すべきである。例えば、図 8 は、格子構造物 340 に結合した 2 つの分割式コア 310 (説明の目的で、第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 とも称される) の概略の斜視図である。図 9 は、格子構造物 340 並びに第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の一部分の概略の斜視詳細図である。

【0062】

図 8 及び 9 を参照すると、種々の実施形態では、第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の各々は、分割式コア 310 の対応する実施形態に関して上述した特徴を有する。例えば、典型的な実施形態では、第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の各々の中空構造体 320 は、やはり順次流体連通して互いに結合した複数の別々のセグメントから形成される。より具体的には、各々の中空構造体 320 が、やはり 1 以上のジョイントセグメント 354 を 1 以上の延長セグメント 360 と順次流体連通して結合させて備える。各々のジョイントセグメント 354 は、1 以上のジョイントセグメント 354 が各々の分割式コア 801 又は 802 を格子構造物 340 と結合させるように、細長い横断方向部材 347 の対応するグループ 350 に例えば一体形成又は別の適切なやり方でやはり結合する。各々の中空構造体 320 の各々の延長セグメント 360 は、やはり各々の中空構造体 320 の 1 対のジョイントセグメント 354 の間を流体連通させるように延在し、或いは各々の中空構造体 320 の第 1 の端部 321 及び反対側の第 2 の端部 323 の一方に流体連通して延在する。第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の各々の内側コア 324 は、やはり各々の中空構造体 320 を第 1 の端部 321 及び第 2 の端部 323 の少なくとも一方からコア材料 326 で満たすことによって形成でき、或いは別の適切なやり方で形成できる。

【0063】

いくつかの実施形態では、1 以上のジョイントセグメント 354 の長手方向における位置は、第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の少なくとも一方の中空構造体 320 の比較的きつい湾曲の領域 356 に対応する。これに加え、或いはこれに代えて、1 以上のジョイントセグメント 354 の長手方向における位置は、第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の少なくとも一方の中空構造体 320 が各々の内部通路 82 の断面の流れの面積の変化を画成する領域 366 に対応する。これに加え、或いはこれに代えて、1 以上のジョイントセグメント 354 の長手方向における位置は、格子構造物 340 からの構造的な支持が第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の少なくとも一方の第 1 の分割式コア 801 及び第 2 の分割式コア 802 の他方に対する位置並びに / 或いはダイキャピティ 504 及び / 又は鑄型キャピティ 304 に対する位置の安定化を促進する領域 358 に対応する。このようにして、特定の実施形態では、別々のジョイントセグメント 354 及び延長セグメント 360 からの第 1 の分割式コア 801 及び

第2の分割式コア802の形成は、湾曲、内部断面の推移、並びにノ或いは内部通路82のお互いに対する配置及び部品80内での配置の精度の要件を満たすための必要に応じた各々のジョイントセグメント354のきめ細かい形状付けと、ジョイントセグメント354に結合して中空構造体320を完成させる延長セグメント360の比較的迅速かつ安価な形状付けとを、やはり容易にする。

【0064】

典型的な実施形態では、中空構造体320の各々のジョイントセグメント354及び延長セグメント360は、上述のように、やはり溶融状態の部品材料78によって少なくとも部分的に吸収できるように選択される第1の材料322及び第2の材料(図示せず)の少なくとも一方からやはり形成される。

10

【0065】

特定の実施形態では、細長い横断方向部材347の各グループ350は、やはり上述のように、適切な付加製造プロセスを使用して、中空構造体320の対応するジョイントセグメント354と一体に形成される。例えば、細長い横断方向部材347のグループ350並びに第1の分割式コア801及び第2の分割式コア802の各々のジョイントセグメント354のコンピュータ設計モデルが、第1の端部371と第2の端部373との間の一連の薄い平行な平面にスライスされる。コンピュータ数値制御(CNC)機械が、細長い横断方向部材347のグループ350及び各々のジョイントセグメント354を同時に形成するために、モデルのスライスに従って第1の端部371から第2の端部373に第1の材料322の順次の層を堆積させる。いくつかの実施形態では、第1の材料322の順次の層は、やはり直接金属レーザ溶融(DMLM)プロセス、直接金属レーザ焼結(DMLS)プロセス、選択的レーザ焼結(SLS)プロセス、又は他の適切な付加製造プロセスを使用して堆積する。

20

【0066】

やはり、特定の実施形態では、1以上の細長い縦方向部材352が、細長い横断方向部材347の1以上のグループ350と一体に形成される。これに加え、或いはこれに代えて、1以上の細長い縦方向部材352は、細長い横断方向部材347の2以上の別々に形成されたグループ350の間に結合する。別の実施形態では、格子構造物は、細長い縦方向部材352を含まない。

【0067】

いくつかの実施形態では、第1の分割式コア801及び第2の分割式コア802の各々の延長セグメント360の各々は、最初に実質的に一直線の金属管から形成され、各々の内側コア324の対応する部分、したがって各々の内部通路82の対応する部分の選択される非直線の形状を画成するために必要とおり、非直線な形状へと適切に操作される。

30

【0068】

いくつかの実施形態では、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材347の各グループ350と第1の分割式コア801及び第2の分割式コア802の対応するジョイントセグメント354との一体形成は、格子構造物340とジョイントセグメント354との組合せを、他の方法では達成することができない構造的な複雑さ、精密さ、及びノ又は再現性を備えて形成することができる。付加製造プロセスによる細長い横断方向部材347の各グループ350と第1の分割式コア801及び第2の分割式コア802の対応するジョイントセグメント354との一体形成は、ジョイントセグメント354を、対応する非直線の内部通路82を画成するために必要であれば高度の非直線性を備えて形成すると同時に、格子構造物340によって支持することを可能にし、複数の非直線のコアを後続の別の工程において格子構造物340に挿入する必要性によって強いられる設計の制約を伴わない。したがって、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材347の各グループ350と第1の分割式コア801及び第2の分割式コア802の対応するジョイントセグメント354との一体形成は、ジョイントセグメント354の形成及び配置、したがって第1の分割式コア801及び第2の分割式コア802によって画成されている各々の内側コ

40

50

ア 3 2 4 及び内部通路 8 2 の配置を、対応して高められた構造的な複雑さ、精密さ、及び / 又は再現性にて可能にする。

【 0 0 6 9 】

加えて、特定の実施形態では、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 と第 1 の分割式コア 8 0 1 及び第 2 の分割式コア 8 0 2 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 との一体形成は、格子構造物 3 4 0 及びジョイントセグメント 3 5 4 を、上述のように、これらに限られるわけではないが部品材料 7 8 の複数の構成物質などの材料の組合せである第 1 の材料 3 2 2 を使用して形成することをやはり可能にする。

【 0 0 7 0 】

やはり、いくつかの実施形態では、付加製造プロセスによる細長い横断方向部材 3 4 7 の各グループ 3 5 0 と第 1 の分割式コア 8 0 1 及び第 2 の分割式コア 8 0 2 の対応するジョイントセグメント 3 5 4 との一体形成は、非付加的に形成される延長セグメント 3 6 0 の使用との組合せにおいて、長さのうちの延長セグメント 3 6 0 によって画成されている部分について低い表面粗度を有する内壁によって画成されている各々の内部通路 8 2 の形成を可能にしつつ、格子構造物 3 4 0 及びジョイントセグメント 3 5 4 の付加製造に関連した上述の利益を提供する。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 が、分割式コア 3 1 0 の中空構造体 3 2 0 を形成するために使用することができるジョイントセグメント 3 5 4 と延長セグメント 3 6 0 との間の接合部 3 8 0 の 3 つの典型的な実施形態の概略の断面図である。図 5 及び 7 ~ 1 0 を参照すると、図 1 0 の左側に示す第 1 の実施形態では、接合部 3 8 0 は、ジョイントセグメント 3 5 4 と延長セグメント 3 6 0 との間の外側において面一 (flush) な接合部である。典型的な実施形態では、ジョイントセグメント 3 5 4 の内部幅 3 8 6 は、延長セグメント 3 6 0 の内部幅 3 8 8 よりも小さく、ジョイントセグメント 3 5 4 の接合端 3 8 2 の外部幅は、ジョイントセグメント 3 5 4 及び延長セグメント 3 6 0 の外面が面一になるように、延長セグメント 3 6 0 の接合端 3 8 4 の内部幅 3 8 8 内に受け入れられるように段差の様相で縮小されている。別の実施形態 (図示せず) においては、ジョイントセグメント 3 5 4 の内部幅 3 8 6 が、延長セグメント 3 6 0 の内部幅 3 8 8 に実質的に等しく、延長セグメント 3 6 0 の接合端 3 8 4 の内部幅 3 8 8 が、ジョイントセグメント 3 5 4 及び延長セグメント 3 6 0 の外面及び内面が面一となるように、段差の様相で拡大されている。別の典型的な実施形態 (図示せず) においては、ジョイントセグメント 3 5 4 の内部幅 3 8 6 が、延長セグメント 3 6 0 の内部幅 3 8 8 よりも大きく、延長セグメント 3 6 0 の接合端 3 8 4 の外部幅が、ジョイントセグメント 3 5 4 及び延長セグメント 3 6 0 の外面が面一になるように、ジョイントセグメント 3 5 4 の接合端 3 8 2 の内部幅 3 8 6 内に受け入れられるように段差の様相で縮小される。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 の中央に示す第 2 の実施形態では、接合部 3 8 0 が、ジョイントセグメント 3 5 4 と延長セグメント 3 6 0 との間の発散型の接合部である。典型的な実施形態では、ジョイントセグメント 3 5 4 の接合端 3 8 2 は、延長セグメント 3 6 0 の接合端 3 8 4 を内部に受け入れるように発散の様相で広げられている。別の実施形態 (図示せず) においては、延長セグメント 3 6 0 の接合端 3 8 4 が、ジョイントセグメント 3 5 4 の接合端 3 8 2 を内部に受け入れるように発散の様相で広げられる。典型的な実施形態では、ジョイントセグメント 3 5 4 の内部幅 3 8 6 は、延長セグメント 3 6 0 の内部幅 3 8 8 に実質的に等しい。別の実施形態 (図示せず) においては、ジョイントセグメント 3 5 4 の内部幅 3 8 6 が、延長セグメント 3 6 0 の内部幅 3 8 8 に実質的に等しくない。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 の右側に示す第 3 の実施形態では、接合部 3 8 0 が、ジョイントセグメント 3 5 4 と延長セグメント 3 6 0 との間の収束型の接合部である。典型的な実施形態では、ジョイントセグメント 3 5 4 の接合端 3 8 2 は、延長セグメント 3 6 0 の接合端 3 8 4 に受

10

20

30

40

50

け入れられるように収束の様相で細くされている。別の実施形態（図示せず）においては、延長セグメント 360 の接合端 384 が、ジョイントセグメント 354 の接合端 382 に受け入れられるように収束の様相で細くされる。典型的な実施形態では、ジョイントセグメント 354 の内部幅 386 は、延長セグメント 360 の内部幅 388 よりも大きい。別の実施形態（図示せず）においては、ジョイントセグメント 354 の内部幅 386 が、延長セグメント 360 の内部幅 388 に等しいか、それよりも小さい。

【0074】

別の実施形態では、ジョイントセグメント 354 及び延長セグメント 360 は、中空構造体 320 が本明細書に記載のとおり機能することができる任意の適切なやり方で接合される。

10

【0075】

内部通路 82 などの内部通路が内部に画成された部品 80 などの部品を形成する典型的な方法 900 が、図 11 及び 12 のフロー図に示す。さらに図 1 ~ 図 10 も参照すると、典型的な方法 900 は、格子構造物 340 などの格子構造物を、少なくとも部分的に鋳型 300 の鋳型キャビティ 304 などの鋳型のキャビティ内に選択的に配置する工程 902 を含む。格子構造物は、第 1 の材料 322 などの第 1 の材料から形成される。分割式コア 310 又は 801 などの第 1 の分割式コアのジョイントセグメント 354 などの 1 以上のジョイントセグメントが、格子構造物と結合する。1 以上のジョイントセグメントは、第 1 の分割式コアの延長セグメント 360 などの 1 以上の延長セグメントに、中空構造体 320 などの第 1 の中空構造体が画成されるように順次流体連通して結合する。内側コア 324 などの第 1 の内側コアが、第 1 の中空構造体の内側に配置される。

20

【0076】

方法 900 は、溶融状態の部品材料 78 などの部品材料を、溶融状態の部品材料が格子構造物から第 1 の材料を少なくとも部分的に吸収するように鋳型キャビティ内に導入する工程 904 をさらに含む。方法 900 は、部品を形成するために鋳型キャビティ内で部品材料を冷却する工程 906 をさらに含む。第 1 の内側コアの少なくとも一部分が、部品内に第 1 の内部通路を画成する。

【0077】

いくつかの実施形態では、鋳型は、キャビティを画成する鋳型 300 の内壁 302 などの内壁を備え、格子構造物が、周縁部 342 などの周縁部を画成し、格子構造物を選択的に配置する工程 902 は、格子構造物の周縁部を鋳型の内壁に対して結合させる工程 928 を含む。

30

【0078】

特定の実施形態では、第 2 の分割式コア 802 などの第 2 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントが、格子構造物に結合し、第 2 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントは、第 2 の分割式コアの 1 以上の延長セグメントに第 2 の中空構造体が画成されるように順次流体連通して結合させられ、第 2 の内側コアが、第 2 の中空構造体の内側に配置され、キャビティ内で部品材料を冷却して、部品を形成する工程 906 は、第 2 の内側コアの少なくとも一部分によって部品内に第 2 の内部通路が画成されるようにキャビティ内で部品材料を冷却する工程 930 をさらに含む。

40

【0079】

いくつかの実施形態では、格子構造物の周縁部を内壁に対して結合させる工程 928 は、細長い横断方向部材 347 などの複数の細長い横断方向部材を含む格子構造物の周縁部を結合させる工程 908 を含み、1 以上のジョイントセグメントの各々は、細長い横断方向部材のグループ 350 などの対応するグループと結合する。さらに、いくつかのかかる実施形態では、格子構造物の周縁部を内壁に対して結合させる工程 928 は、付加製造プロセスによって細長い横断方向部材の対応するグループと一体に形成された 1 以上のジョイントセグメントの各々を含む格子構造物の周縁部を結合させる工程 910 を含む。

【0080】

特定の実施形態では、格子構造物を選択的に配置する工程 902 は、1 以上の延長セグ

50

メントの内壁が1以上のジョイントセグメントの内壁と比べて比較的低い表面粗度を有している格子構造物を選択的に配置する工程912を含む。

【0081】

いくつかの実施形態では、格子構造物を選択的に配置する工程902は、1以上のジョイントセグメントの長手方向における位置が領域356などの第1の中空構造体の比較的きつい湾曲の領域に対応する格子構造物を選択的に配置する工程914を含む。これに加え、或いはこれに代えて、格子構造物を選択的に配置する工程902は、1以上のジョイントセグメントの長手方向における位置が、領域366などの第1の中空構造体が第1の内部通路の断面の流れの面積の変化を画成する領域に対応する格子構造物を選択的に配置する工程916を含む。これに加え、或いはこれに代えて、格子構造物を選択的に配置する工程902は、1以上のジョイントセグメントの長手方向における位置が、格子構造物からの構造的な支持が第1の分割式コアの位置の安定化を促進する領域に対応する格子構造物を選択的に配置する工程918を含む。

10

【0082】

特定の実施形態では、格子構造物を選択的に配置する工程902は、1以上の延長セグメントが1以上の押し出し管セグメントから形成されている格子構造物を選択的に配置する工程920を含む。

【0083】

いくつかの実施形態では、部品材料を導入する工程904は、固形の状態の部品材料の性能が第1の材料の少なくとも部分的な吸収によって低下することがないように部品材料を導入する工程922を含む。いくつかのかかる実施形態では、部品材料を導入する工程904は、熔融状態の合金を鋳型キャビティ内に導入する工程924を含み、第1の材料は、合金の1以上の構成材料を含む。

20

【0084】

特定の実施形態では、格子構造物を選択的に配置する工程902は、1以上のジョイントセグメント及び1以上の延長セグメントが図10の左側、真ん中、及び右側に各々示されている接合部380などの外側において面一な接合部、発散型の接合部、及び収束型の接合部のうちの少なくとも1つによって互いに結合させられている格子構造物926を選択的に配置する工程を含む。

【0085】

上述の格子構造物の実施形態は、内部通路が内部に画成された部品を形成するための原型ダイアセンブリ及び鋳型アセンブリにおいて使用されるセラミックコアを配置及び/又は支持するための費用効率に優れた方法を提供する。実施形態は、これに限られるわけではないが、非直線の形状及び/又は複雑な形状を有する内部通路を備えている部品の成形にとくに有用であり、すなわちコアに関する壊れやすさの問題の軽減又は解消にとくに有用である。具体的には、格子構造物は、少なくとも一部分が、部品の原型を形成するために使用される原型ダイ内を選択的に配置可能である。これに続き、或いはこれに代えて、格子構造物は、少なくとも一部分が、例えば原型のインベストメントによって形成される鋳型などの鋳型のキャビティ内を選択的に配置可能である。格子構造物は、分割式コアを画成する中空構造体の1以上のジョイントセグメントに、分割式コアが格子構造物によって鋳型キャビティ内に配置されるように結合する。中空構造体の残りの部分は、ジョイントセグメントから延在する延長セグメントから形成される。また、分割式コアは、部品が鋳型において鋳造されるときに部品における内部通路の位置を画成する中空構造体の内側に配置された内側コアをさらに含む。格子構造物は、部品を形成するために鋳型キャビティ内に導入される熔融状態の部品材料によって少なくとも部分的に吸収されることができ、かつ部品の構造的な特性又は性能特性を妨げず、或いは後の内部通路を形成するための部品からのコアの除去を妨げない材料から形成される。このようにして、格子構造物を使用することで、部品の鋳造に先立ってコアの支持構造物を除去し、さらには/或いは鋳型キャビティを清掃する必要がなくなる。

30

40

【0086】

50

加えて、中空構造体のジョイントセグメント及び延長セグメントを別々に形成することで、分割式コアの形成のコストを下げる事ができ、かつ分割式コアによって画成されている内部通路の性能を向上させることができる。詳しくは、特定の実施形態では、ジョイントセグメントが、中空構造体の格子構造物への結合の容易さ及び精度を高めるために、格子構造物の少なくとも一部分と一体に形成される一方で、延長セグメントは、より低コストなやり方で形成され、後にジョイントセグメントと結合する。やはり詳しくは、いくつかの実施形態では、ジョイントセグメントが付加製造によって形成され、延長セグメントが、押し出し管など、ジョイントセグメントと比べて比較的小さい表面粗度を生み出すやり方で形成され、内部通路を長さの大部分において小さい表面粗度を備えて形成することができる。さらに、詳しくは、セラミックコアが、組合せられた中空構造体の内部に配置されることで、中空構造体がコアに構造的な補強をもたらす、例えば、これに限られるわけではないが、内部通路が内部に画成された部品を形成するための従来からのコアと比べてより長く、より重く、より薄く、かつ/又はより複雑なコアの信頼できる取り扱い及び使用を可能にする。

10

20

30

40

50

【0087】

本明細書に記載の方法、システム、及び装置の典型的な技術的効果は、(a)内部通路が内部に画成された部品の成形に用いられるコアの形成、取り扱い、運搬、及び/又は保管に関する壊れやすさの問題を軽減又は解消すること、(b)部品の内部通路を形成するための従来からのコアと比べてより長く、より重く、より薄く、かつ/又はより複雑なコアの使用を可能にすること、(c)コアの他のコア、原型ダイ、及び/又は部品の成形に使用される鑄型に対する配置の速度及び精度を高めること、(d)コアによって画成されている内部通路について容認可能な表面粗度特性をもたらしつつ、付加製造に係る製造の複雑さ及び精度の利益を依然として得ること、並びに(e)部品の鑄造に使用される鑄型キャピティからコアの配置及び/又は支持構造を除去するために必要な時間及び労力を軽減し、或いは皆無にすること、のうちの少なくとも1つを含む。

【0088】

原型ダイアセンブリ及び鑄型アセンブリのための格子構造物及び分割式コアの典型的な実施形態を、詳しく上述した。格子構造物及び分割式コア、並びにかかる格子構造物及び分割式コアを使用する方法及びシステムは、本明細書に記載された特定の実施形態に限られず、むしろシステムの構成要素及び/又は方法の工程を、本明細書に記載の他の構成要素及び/又は工程から別個独立に利用することが可能である。例えば、典型的な実施形態は、現時点において原型ダイアセンブリ及び鑄型アセンブリ内でコアを使用するように構成されている多数の他の用途に関連して実行又は利用されてよい。

【0089】

本開示の種々の実施の形態の個々の特徴が、いくつかの図に示されていて、他の図には示されていないかもしれないが、これはあくまでも便宜上である。本開示の原理に従い、或る図の任意の特徴が、他の任意の図の任意の特徴と組合せて参照及び/又は請求される。

【0090】

本明細書は、最良の態様を含むいくつかの実施形態を開示するとともに、あらゆる装置又はシステムの製造及び使用並びにあらゆる関連の方法の実行を含む実施形態の実施を当業者にとって可能にするために、いくつかの実施例を使用している。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者であれば想到できる他の実施例も含むことができる。かかる他の実施例は、特許請求の範囲の文言から相違しない構成要素を有しており、或いは特許請求の範囲の文言から実質的に相違しない同等な構成要素を含むならば、特許請求の範囲の技術的範囲に包含される。

[実施態様1]

部品材料(78)から形成され、内部に第1の内部通路(82)が画成された部品(80)の形成に使用するための鑄型アセンブリ(301)であって、内部に鑄型キャピティ(304)を画成する鑄型(300)と、

溶融状態の部品材料(78)によって少なくとも部分的に吸収できる第1の材料(322)から形成され、少なくとも一部分が鋳型キャビティ(304)内に選択的に配置される格子構造物(340)と、格子構造物(340)に結合した1以上のジョイントセグメント(354)を備える第1の分割式コア(310)と

を備えており、

第1の分割式コア(310)の1以上のジョイントセグメント(354)は、第1の中空構造体(320)が画成されるように1以上の延長セグメント(360)と順次流体連通して結合しており、当該鋳型アセンブリ内(301)で部品(80)を成形する際に第1の内側コア(324)の少なくとも一部分が第1の内部通路(82)を画成するように第1の内側コア(324)が第1の中空構造体(320)の内側に配置される配置される、鋳型アセンブリ(301)。

10

[実施態様2]

鋳型(300)が鋳型キャビティ(304)を画成する内壁(302)を備え、格子構造物(340)が周縁部(342)を画成し、周縁部(342)を内壁(302)に結合させることによって格子構造物(340)が鋳型キャビティ(304)内に選択的に配置される、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

[実施態様3]

部品(80)の内部に第2の内部通路が画成され、

当該鋳型アセンブリ(301)は、格子構造物(340)に結合した1以上のジョイントセグメントを備える第2の分割式コアをさらに備え、第2の分割式コアの1以上のジョイントセグメントは、第2の中空構造体が画成されるように第2の分割式コアの1以上の延長セグメントと順次流体連通して結合しており、当該鋳型アセンブリ内(301)で部品(80)を成形する際に第2の内側コアの少なくとも一部分が第2の内部通路を画成するように第2の内側コアが第2の中空構造体の内側に配置される、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

20

[実施態様4]

格子構造物(340)は、複数の細長い横断方向部材(347)を備えており、1以上のジョイントセグメント(354)の各々は、細長い横断方向部材(347)の対応するグループ(350)に結合する、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

30

[実施態様5]

ジョイントセグメント(354)の各々は、付加製造プロセスによって細長い横断方向部材(347)対応するグループ(350)と一体に形成される、実施態様4に記載の鋳型アセンブリ(301)。

[実施態様6]

1以上の延長セグメント(360)の内壁は、1以上のジョイントセグメント(354)の内壁と比べて比較的低い表面粗度を有する、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

[実施態様7]

1以上のジョイントセグメント(354)の長手方向における位置は、中空構造体(320)の比較的きつい湾曲の領域(356)に対応する、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

40

[実施態様8]

1以上のジョイントセグメント(354)の長手方向における位置は、第1の中空構造体(320)が第1の内部通路(82)の断面の流れの面積の変化を画成する領域(366)に対応する、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

[実施態様9]

1以上のジョイントセグメント(354)の長手方向における位置は、格子構造物(340)からの構造的な支持が第1の分割式コア(310)の位置の安定化を促進する領域(358)に対応する、実施態様1に記載の鋳型アセンブリ(301)。

50

[実施態様 10]

1 以上の延長セグメント (3 6 0) は、1 以上の押し出し管セグメントから形成される、実施態様 1 に記載の鋳型アセンブリ (3 0 1) 。

[実施態様 11]

第 1 の材料 (3 2 2) は、固形の状態の部品材料 (7 8) の性能を低下させることがないように、熔融状態の部品材料 (7 8) によって少なくとも部分的に吸収できる、実施態様 1 に記載の鋳型アセンブリ (3 0 1) 。

[実施態様 12]

部品材料 (7 8) は、合金であり、第 1 の材料 (3 2 2) は、合金の 1 以上の構成材料を含む、実施態様 9 に記載の鋳型アセンブリ (3 0 1) 。

10

[実施態様 13]

1 以上のジョイントセグメント (3 5 4) 及び 1 以上の延長セグメント (3 6 0) は、外側において面一な接合部、発散型の接合部、及び収束型の接合部のうちの少なくとも 1 つによって互いに結合する、実施態様 1 に記載の鋳型アセンブリ (3 0 1) 。

[実施態様 14]

内部に第 1 の内部通路 (8 2) が画成された (8 0) を形成する方法であって、格子構造物 (3 4 0) を少なくとも部分的に鋳型 (3 0 0) のキャビティ (3 0 4) 内に選択的に配置する工程であって、

格子構造物 (3 4 0) は、第 1 の材料 (3 2 2) から形成され、

第 1 の分割式コア (3 1 0) の 1 以上のジョイントセグメント (3 5 4) が、格子構造物 (3 4 0) に結合し、

20

第 1 の分割式コア (3 1 0) の 1 以上のジョイントセグメント (3 5 4) は、第 1 の中空構造体 (3 2 0) が画成されるように第 1 の分割式コア (3 1 0) の 1 以上の延長セグメント (3 6 0) と順次流体連通して結合しており、

第 1 の内側コア (3 2 4) が、第 1 の中空構造体 (3 2 0) の内側に配置されている工程と、

熔融状態の部品材料 (7 8) をキャビティ (3 0 4) に、熔融状態の部品材料 (7 8) が格子構造物 (3 4 0) から第 1 の材料 (3 2 2) を少なくとも部分的に吸収するように導入する工程と、

部品 (8 0) を形成するためにキャビティ (3 0 4) において部品材料 (7 8) を冷却する工程と

30

を含んでおり、

第 1 の内側コア (3 2 4) の少なくとも一部分が、部品 (8 0) の内部の第 1 の内部通路 (8 2) を画成する方法。

[実施態様 15]

鋳型 (3 0 0) は、キャビティ (3 0 4) を画成する内壁 (3 0 2) を備え、格子構造物 (3 4 0) は、周縁部 (3 4 2) を画成し、格子構造物 (3 4 0) を選択的に配置する工程は、格子構造物 (3 4 0) の周縁部 (3 4 2) を鋳型 (3 0 0) の内壁 (3 0 2) に結合させる工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

[実施態様 16]

40

第 2 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントが、格子構造物 (3 4 0) に結合し、第 2 の分割式コアの 1 以上のジョイントセグメントは、第 2 の中空構造体が画成されるように第 2 の分割式コアの 1 以上の延長セグメントと順次流体連通して結合しており、第 2 の内側コアが、第 2 の中空構造体の内側に配置され、部品 (8 0) を形成するためにキャビティ (3 0 4) において部品材料 (7 8) を冷却する工程は、第 2 の内側コアの少なくとも一部分が部品 (8 0) の内部に第 2 の内部通路を画成するようにキャビティ (3 0 4) において部品材料 (7 8) を冷却する工程をさらに含む、実施態様 14 に記載の方法。

[実施態様 17]

格子構造物 (3 4 0) を選択的に配置する工程は、複数の細長い横断方向部材 (3 4 7

50

を備えており、各々の 1 以上のジョイントセグメント (354) が細長い横断方向部材 (347) の対応するグループ (350) と結合した格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

[実施態様 18]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、付加製造プロセスによって細長い横断方向部材 (347) の対応するグループ (350) と一体に形成された各々の 1 以上のジョイントセグメント (354) を含んでいる格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 17 に記載の方法。

[実施態様 19]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、1 以上の延長セグメント (360) の内壁が 1 以上のジョイントセグメント (354) の内壁と比べて比較的小さい表面粗度を有している格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

10

[実施態様 20]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、1 以上のジョイントセグメント (354) の長手方向における位置が第 1 の中空構造体 (320) の比較的きつい湾曲の領域 (356) に対応する格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

[実施態様 21]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、1 以上のジョイントセグメント (354) の長手方向における位置が、第 1 の中空構造体 (320) が第 1 の内部通路 (82) の断面の流れの面積の変化を画成する領域 (366) に対応する格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

20

[実施態様 22]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、1 以上のジョイントセグメント (354) の長手方向における位置が、格子構造物 (340) からの構造的な支持が第 1 の分割式コア (310) の位置の安定化を促進する領域 (358) に対応する格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

[実施態様 23]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、1 以上の延長セグメント (360) が 1 以上の押し出し管セグメントから形成されている格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

30

[実施態様 24]

溶融状態の部品材料 (78) をキャビティ (304) 内に導入する工程は、固形の状態の部品材料 (78) の性能が第 1 の材料 (322) の少なくとも部分的な吸収によって低下することがないように部品材料 (78) を導入する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

[実施態様 25]

溶融状態の部品材料 (78) をキャビティ (304) 内に導入する工程は、溶融状態の合金をキャビティ (304) 内に導入する工程を含み、第 1 の材料 (322) は、合金の 1 以上の構成材料を含む、実施態様 24 に記載の方法。

40

[実施態様 26]

格子構造物 (340) を選択的に配置する工程は、1 以上のジョイントセグメント (354) 及び 1 以上の延長セグメント (360) が外側において面一な接合部、発散型の接合部、及び収束型の接合部のうちの少なくとも 1 つによって互いに結合させられている格子構造物 (340) を、選択的に配置する工程を含む、実施態様 14 に記載の方法。

【符号の説明】

【0091】

10 回転機械

12 取り入れ部

50

1 4	圧縮機部分	
1 6	燃焼器部分	
1 8	タービン部分	
2 0	排気部	
2 2	ロータシャフト	
2 4	燃焼器	
3 6	ケーシング	
4 0	圧縮機ブレード	
4 2	圧縮機ステータベーン	
7 0	ロータブレード	10
7 2	ステータベーン	
7 4	圧力側	
7 6	吸い込み側	
7 8	部品材料	
8 0	部品	
8 2	内部通路	
8 4	前縁	
8 6	後縁	
8 8	根元端	
8 9	軸	20
9 0	先端	
9 2	距離	
9 4	距離	
9 6	ブレード長	
3 0 0	鋳型	
3 0 1	鋳型アセンブリ	
3 0 2	内壁	
3 0 4	鋳型キャビティ	
3 0 6	鋳型材料	
3 1 0	分割式コア	30
3 1 2	先端部	
3 1 4	先端部	
3 1 5	部分	
3 1 6	根元部分	
3 1 8	根元部分	
3 2 0	中空構造体	
3 2 1	第1の端部	
3 2 2	第1の材料	
3 2 3	第2の端部	
3 2 4	内側コア	40
3 2 6	内側コア材料	
3 2 8	肉厚	
3 3 0	特徴幅	
3 4 0	格子構造物	
3 4 2	周縁部	
3 4 6	細長い部材	
3 4 7	細長い横断方向部材	
3 4 8	開放空間	
3 5 0	グループ	
3 5 2	細長い縦方向部材	50

- 3 5 4 ジョイントセグメント
- 3 5 6 領域
- 3 5 8 領域
- 3 6 0 延長セグメント
- 3 6 6 領域
- 3 7 1 第 1 の 端 部
- 3 7 3 第 2 の 端 部
- 3 8 0 接 合 部
- 3 8 2 接 合 端
- 3 8 4 接 合 端
- 3 8 6 内 部 幅
- 3 8 8 内 部 幅
- 5 0 0 原 型 ダ イ
- 5 0 1 原 型 ダ イ ア セ ン プ リ
- 5 0 2 内 壁
- 5 0 4 ダ イ キ ャ ビ テ ィ
- 8 0 1 第 1 の 分 割 式 コ ア
- 8 0 2 第 2 の 分 割 式 コ ア

【 図 1 】

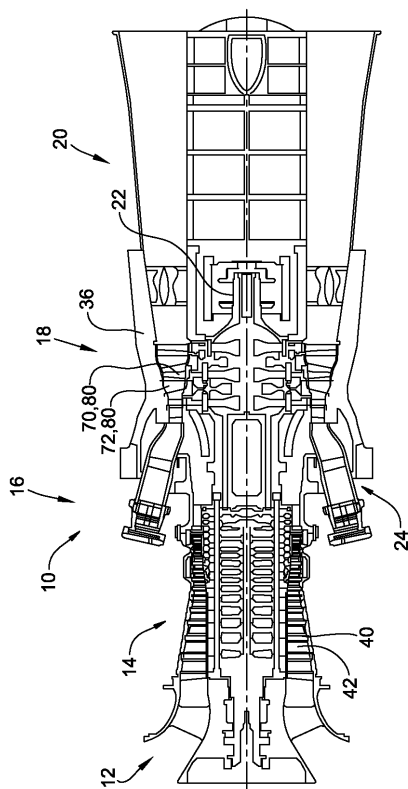


FIG. 1

【 図 2 】

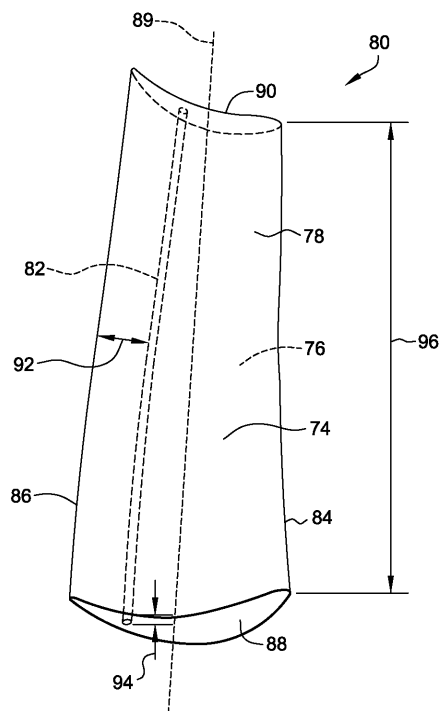


FIG. 2

【 図 3 】

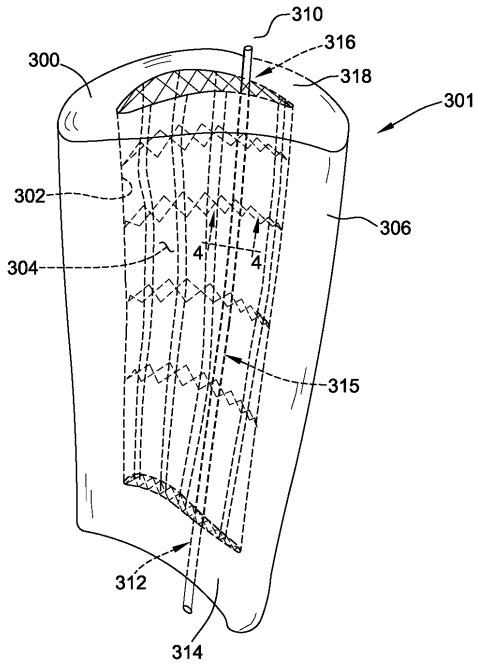


FIG. 3

【 図 4 】

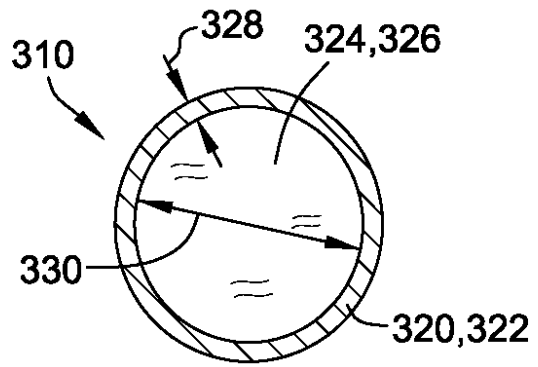


FIG. 4

【 図 5 】

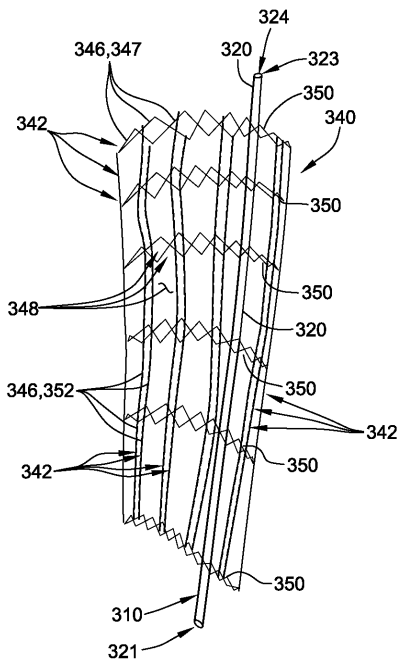


FIG. 5

【 図 6 】

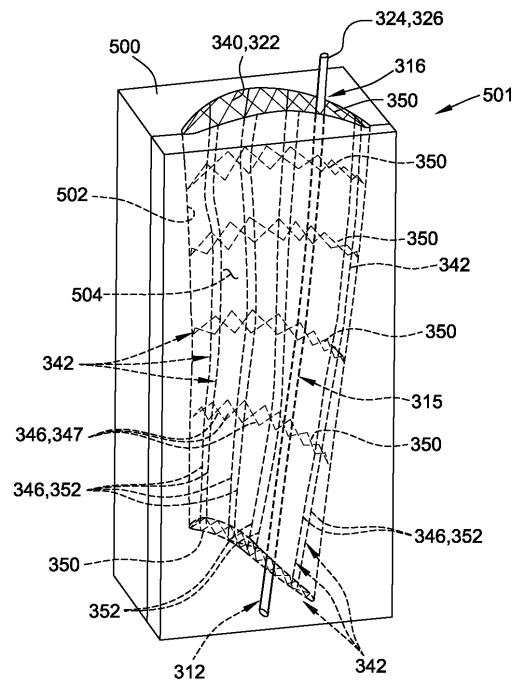


FIG. 6

【 図 7 】

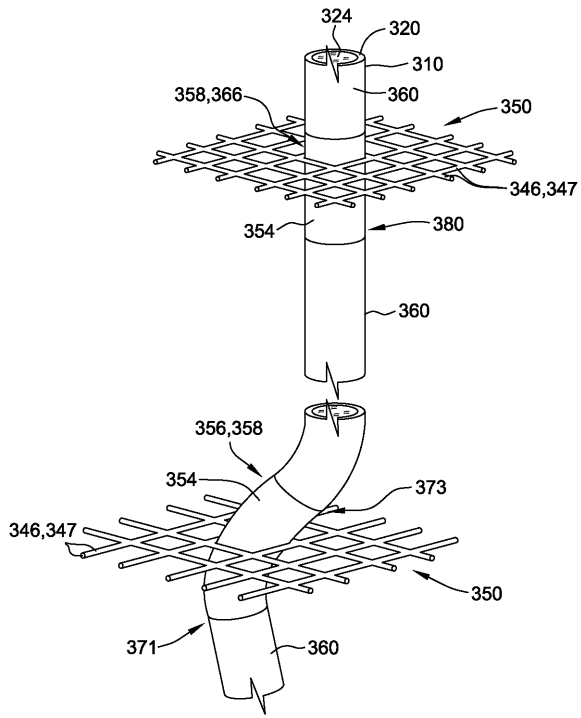


FIG. 7

【 図 8 】

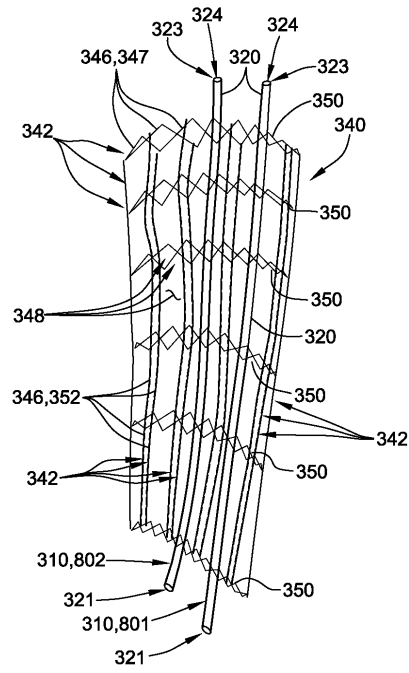


FIG. 8

【 図 9 】

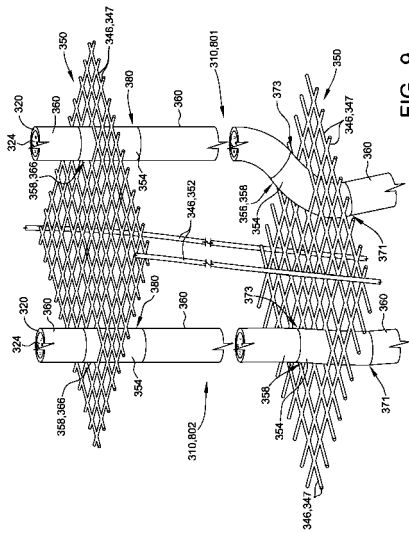


FIG. 9

【 図 10 】

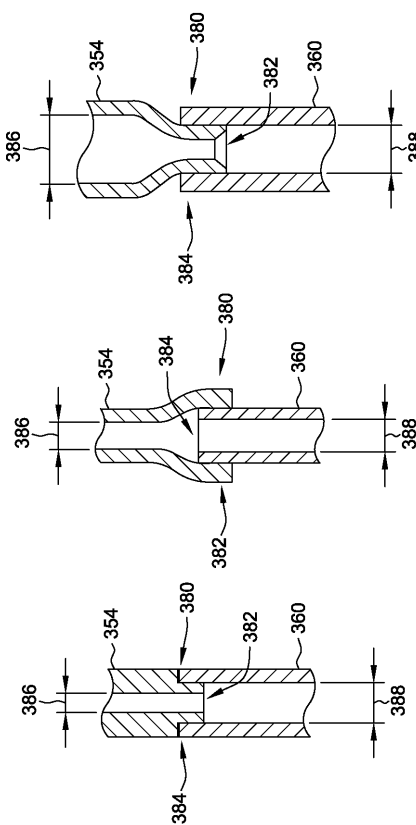


FIG. 10

【図 1 1】

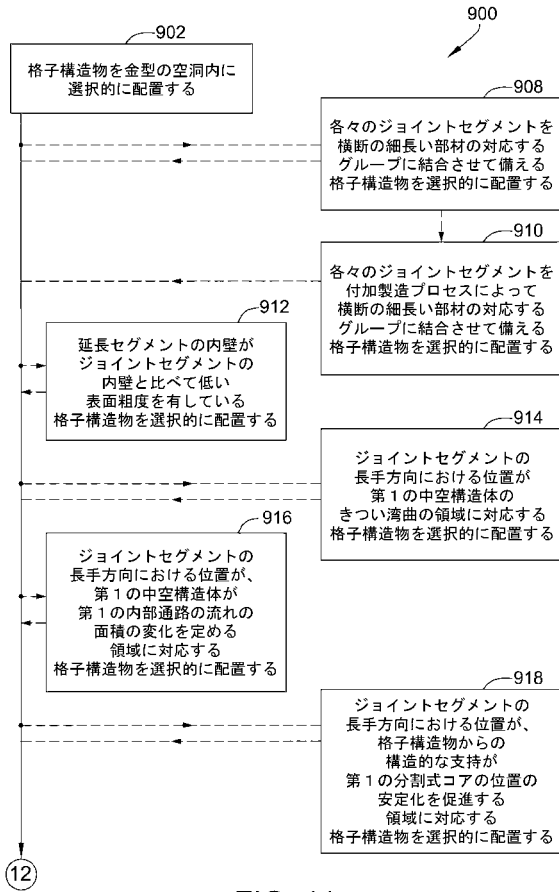


FIG. 11

【図 1 2】

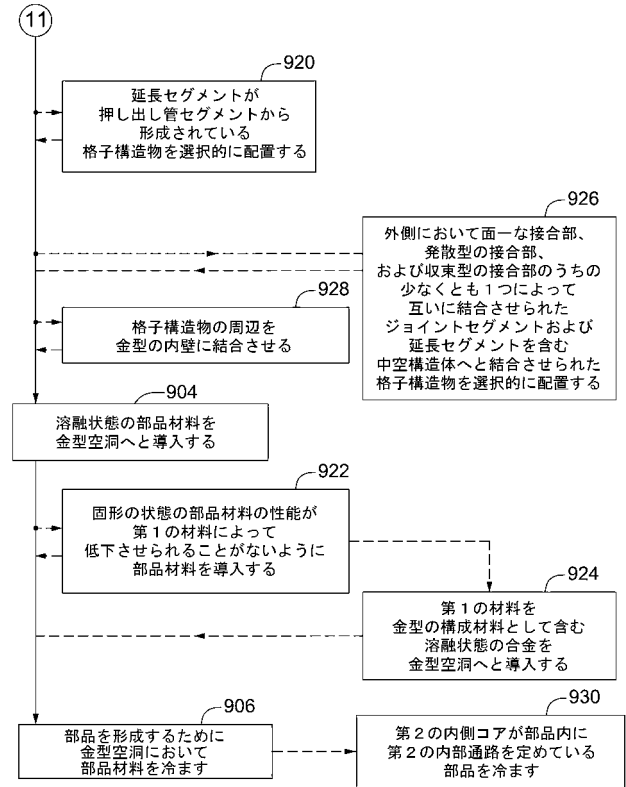


FIG. 12

フロントページの続き

(72)発明者 ジャコブ・ジョン・キトルソン

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
300番

Fターム(参考) 4E093 MB06 QA02 QB01 QB08 QD03 UC01

【外国語明細書】

2017140650000001.pdf