

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-540887  
(P2016-540887A)

(43) 公表日 平成28年12月28日(2016.12.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B22F 3/16</b> (2006.01)	B 22 F 3/16	4 K 018
<b>B22F 3/24</b> (2006.01)	B 22 F 3/24	1 O 2 Z 4 K 024
<b>B22F 3/15</b> (2006.01)	B 22 F 3/24	H
<b>B33Y 10/00</b> (2015.01)	B 22 F 3/15	G
<b>C25D 7/00</b> (2006.01)	B 33 Y 10/00	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-523314 (P2016-523314)	(71) 出願人	516046581 ザ エクスワン カンパニー
(86) (22) 出願日	平成26年10月15日 (2014.10.15)		アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 15 642 ノース・ハンティンドン インダ
(85) 翻訳文提出日	平成28年5月12日 (2016.5.12)		ストリー・ブルーヴィル 127
(86) 國際出願番号	PCT/US2014/060572	(74) 代理人	100091568
(87) 國際公開番号	W02015/057761		弁理士 市位 嘉宏
(87) 國際公開日	平成27年4月23日 (2015.4.23)	(72) 発明者	ルーカス、リック、ディー
(31) 優先権主張番号	61/892,078		アメリカ合衆国 オハイオ州 43718 ペルモント ストーン・リッジ・ドライ
(32) 優先日	平成25年10月17日 (2013.10.17)		ブ 65925
(33) 優先権主張国	米国(US)	(72) 発明者	キューン、ハワード、エー
			アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 16 002 バトラー グローマン・ロード 119

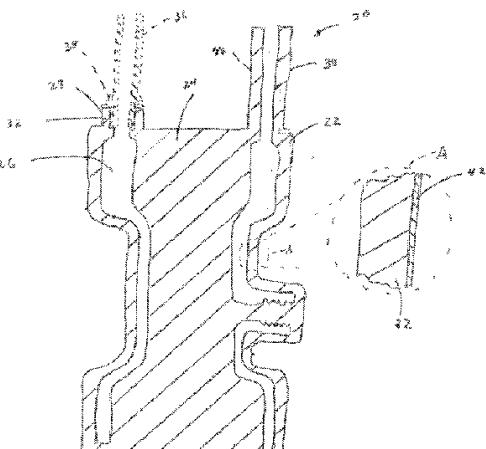
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元印刷された熱間静水圧加圧成形用容器及びその製造方法

## (57) 【要約】

粉末材料を熱間静水圧加圧成形することにより物品を形成するための熱間静水圧加圧成形用容器を製造する方法であって、造形粉末を以て当該容器を3次元印刷することから成り、当該容器は粉末材料を受容するための空洞と外側部を有し、当該空洞は表面を有し、当該空洞内に粉末材料がある状態で当該容器を熱間静水圧加圧成形すると当該物品が作り出されるような形状と大きさをしていることを特徴とする方法を開示する。当該容器を用いて熱間静水圧加圧成形品を製造する方法も開示する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

粉末材料を熱間静水圧加圧成形することにより物品(2)を形成するための容器(20)を製造する方法であって、

造形粉末を以て容器(20)を3次元印刷することから成り、当該容器は粉末材料を受容するための空洞(26)と外面のある外側部(22)を有しており、当該空洞は表面を有し、当該空洞(26)内に粉末材料がある状態で当該容器(20)を熱間静水圧加圧成形することにより、当該容器(20)に囲まれた当該物品(2)が作り出されるような形状と大きさをしている

ことを特徴とする方法。

10

**【請求項 2】**

当該物品(2)が内部通路(8)を有し、当該容器(20)を3次元印刷するステップが空洞(26)に隣接する中子(24)を形成することを含む、請求項1の方法。

**【請求項 3】**

さらに、少なくとも1層のガスを通さない被覆(42)により外面の少なくとも一部を気密被覆するステップを含む、請求項1の方法。

**【請求項 4】**

前記気密被覆するステップが、電気めっきと無電解めっきから成る群から選択される少なくとも1つにより前記ガスを通さない被覆(42)を施すことを含む、請求項3の方法。

20

**【請求項 5】**

前記ガスを通さない被覆(42)がニッケルから成る、請求項3の方法。

**【請求項 6】**

前記ガスを通さない被覆(42)の厚さが60～100ミクロンの範囲内にある、請求項3の方法。

**【請求項 7】**

当該気密被覆するステップが、当該被覆材から成る槽の中に前記容器(20)を浸すことにより前記ガスを通さない被覆(42)を施すことを含む、請求項3の方法。

**【請求項 8】**

当該気密被覆するステップが、プラズマ溶射付着により前記ガスを通さない被覆(42)を施すことを含む、請求項3の方法。

30

**【請求項 9】**

粉末材料と接触することになる前記空洞の表面の一部の不活性度を高めるステップをさらに含む、請求項1の方法。

**【請求項 10】**

前記不活性度を高めるステップが、前記空洞の表面を化学溶液及び懸濁液の少なくとも1つに接触させることを含む、請求項9の方法。

**【請求項 11】**

前記不活性度を高めるステップが、前記空洞の表面を所定の温度のガス又は複数のガスの組み合わせに曝すことを含む、請求項9の方法。

40

**【請求項 12】**

前記不活性度を高めるステップが、前記空洞の表面を不活性物質により被覆することを含む、請求項9の方法。

**【請求項 13】**

前記不活性物質として窒化ホウ素とアルミナから成る群から少なくとも1つが選択される、請求項12の方法。

**【請求項 14】**

前記造形粉末が鋼粉から成る請求項1の方法。

**【請求項 15】**

物品(2)を製造する方法であって、

50

造形粉末を以て熱間静水圧加圧成形用容器（20）を3次元印刷し、当該容器（20）は粉末材料を受容するための空洞（26）と外面のある外側部（22）を有し、当該空洞（26）は表面を有し、当該空洞（26）内に粉末材料がある状態で当該容器を熱間静水圧加圧成形することにより、当該容器（20）に囲まれた当該物品（2）が作り出されるような形状と大きさをしており、

当該粉末材料を当該空洞（26）の中に装填し、

当該空洞（26）内に当該粉末材料がある状態で当該容器（20）を熱間静水圧加圧成形する

ステップから成る方法。

【請求項16】

前記物品（2）が内部通路（8）を有し、前記容器（20）を3次元印刷するステップは前記空洞（26）に隣接する中子（24）を形成することを含む、請求項15の方法。

【請求項17】

さらに、ガスを通さない被覆（42）の少なくとも1層により前記外面の少なくとも一部を気密被覆するステップを含む、請求項15の方法。

【請求項18】

前記ガスを通さない被覆（42）がニッケルから成る、請求項17の方法。

【請求項19】

さらに、前記粉末材料と接触することになる前記空洞の表面の一部の不活性度を高めるステップを含む、請求項15の方法。

【請求項20】

前記造形粉末が鋼粉から成る請求項1の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間静水圧加圧成形に用いるための粉末容器を作成する方法、当該容器それ自体、及び熱間静水圧加圧成形されるパーツを製造するための当該容器の使用に関する。

【背景技術】

【0002】

熱間静水圧加圧成形（HIP）とは、圧力が物体に塑性変形を引き起こすに十分な温度において物体に静水圧を加えることを意味する。HIPは、鋳造、粉末冶金、及びセラミックプロセスによって製造されるパーツ内に残っている多孔質をふさぐ、又は大きさを縮小することにより、当該パーツの密度を高めるために一般に用いられる。

【0003】

HIPは、金属粉末を固めて直接密度の高い物体にするための手段としても用いられる。金属粉末は、HIP温度において可鍛性のある容器の中に入れられる。当該容器は、ガスを排気するために真空ポンプに取り付けられる。多くの場合、容器は、粉末粒子及び容器の表面から吸着ガスを除去する手段として真空ポンプが取り付けられた状態で、加熱される。その後容器は、例えば高温圧着により密閉され、続いて粉末の種類、容器の大きさ、及びHIPプロセスの目的に基づいて選択される時間、温度、圧力の組み合わせで熱間静水圧加圧成形が施される。HIP終了後、容器は、機械加工及び/又は化学溶解により当該パーツから取り外される。

【0004】

長年にわたり、容器に封入された粉末にHIPを施すために様々なバリエーションが開発してきた。一部のバリエーションは、内部に高圧がかけられる容器と組み合わせて補助的な炉を用いることによりスループット効率を改善することを目的としていた。他のバリエーションは、結果として得られるパーツの形状の複雑さを増すことを目的としていた。これらの形状に関するバリエーションの中には、例えば回転成形容器の使用など、容器の複雑さを増すことを目的とするものもあった。他のバリエーションでは、例えばロス

10

20

30

40

50

トワックス法によって製造されるセラミック鋳型などの変形可能な鋳型を容器内に置き、第2の加圧媒体によって取り囲んで用いるものがあった。しかしながら、これらのバリエーションにはそれぞれ制約と欠点がある。回転成形容器は、軸対称なパーツに関してのみ有用である。部分同士を溶接することによって容器を製造した場合には、溶接部におけるガスの漏えい、溶接部における不均一な強度及び変形、並びに溶接位置の制約という問題を生じる。第2の加圧媒体の使用は静水圧場を歪ませ、内部鋳型の使用は鋳型の設計及び作成、並びに充填物の均一性に問題を生じる。

#### 【0005】

熱間静水圧加圧成形に関する追加情報は、金属粉末産業連盟 (M P I F) により出版された A n i m e s h B o s e 及び W i l l i a m B . E i s e n による「 H o t C o n s o l i d a t i o n o f P o w d e r s a n d P a r t i c u l a t e s 」という書籍 (2003年、 I S B N 1 - 8 7 8 9 5 4 4 9 5 - 4 ) に記載されている。

10

#### 【発明の概要】

#### 【0006】

本発明は、 H I P に用いるための容器を作成する方法を提供する。本発明によれば、容器があるべき形状に造形粉末を3次元印刷することにより容器が作成され、その後当該容器は当該造形粉末の密度を高め、強度を増すために印刷されたパーツを熱処理することにより強固なものとされる。本発明のいくつかの実施態様において、当該容器は、 H I P パーツの中に通路を作るフィーチャーを内部に設けて印刷される。このような内部のフィーチャーは鋳造業で用いられる中子に似ているので、本明細書では中子と呼ぶこととする。

20

#### 【0007】

3次元印刷は、1990年代にマサチューセッツ工科大学で開発され、以下を含む数々の米国特許に記述されている。 S a c h s らの第 5 , 4 9 0 , 8 8 2 号、 C i m a らの第 5 , 4 9 0 , 9 6 2 号、 C i m a らの第 5 , 5 1 8 , 6 8 0 号、 B r e d t らの第 5 , 6 6 0 , 6 2 1 号、 S a c h s らの第 5 , 7 7 5 , 4 0 2 号、 S a c h s らの第 5 , 8 0 7 , 4 3 7 号、 S a c h s らの第 5 , 8 1 4 , 1 6 1 号、 B r e d t の第 5 , 8 5 1 , 4 6 5 号、 C i m a らの第 5 , 8 6 9 , 1 7 0 号、 S a c h s らの第 5 , 9 4 0 , 6 7 4 号、 S a c h s らの第 6 , 0 3 6 , 7 7 7 号、 S a c h s らの第 6 , 0 7 0 , 9 7 3 号、 S a c h s らの第 6 , 1 0 9 , 3 3 2 号、 S a c h s らの第 6 , 1 1 2 , 8 0 4 号、 V a c a n t i らの第 6 , 1 3 9 , 5 7 4 号、 S a c h s らの第 6 , 1 4 6 , 5 6 7 号、 V a c a n t i らの第 6 , 1 7 6 , 8 7 4 号、 G r i f f i t h らの第 6 , 1 9 7 , 5 7 5 号、 M o n k h o u s e らの第 6 , 2 8 0 , 7 7 1 号、 S a c h s らの第 6 , 3 5 4 , 3 6 1 号、 S a c h s らの第 6 , 3 9 7 , 7 2 2 号、 S h e r w o o d らの第 6 , 4 5 4 , 8 1 1 号、 Y o o らの第 6 , 4 7 1 , 9 9 2 号、 S a c h s らの第 6 , 5 0 8 , 9 8 0 号、 M o n k h o u s e らの第 6 , 5 1 4 , 5 1 8 号、 C i m a らの第 6 , 5 3 0 , 9 5 8 号、 S a c h s らの第 6 , 5 9 6 , 2 2 4 号、 S a c h s らの第 6 , 6 2 9 , 5 5 9 号、 T e u n g らの第 6 , 9 4 5 , 6 3 8 号、 S a c h s らの第 7 , 0 7 7 , 3 3 4 号、 S a c h s らの第 7 , 2 5 0 , 1 3 4 号、 P a y u m o らの第 7 , 2 7 6 , 2 5 2 号、 P r y c e らの第 7 , 3 0 0 , 6 6 8 号、 S e r d y らの第 7 , 8 1 5 , 8 2 6 号、 P r y c e らの第 7 , 8 2 0 , 2 0 1 号、 P a y u m o らの第 7 , 8 7 5 , 2 9 0 号、 P r y c e らの第 7 , 9 3 1 , 9 1 4 号、 W a n g らの第 8 , 0 8 8 , 4 1 5 号、 B r e d t らの第 8 , 2 1 1 , 2 2 6 号、及び W a n g らの第 8 , 4 6 5 , 7 7 7 号。基本的に、3次元印刷は、粒子状物質の層を塗布し、その後微粒子層の選択部分をつなぎ合わせるためにその層の上に流体を選択的にジェット印刷するものである。このシーケンスは、所望のパーツが作成されるまで、層を追加する度に繰り返される。微粒子層を構成する物質は「造形材料」と呼ばれることが多い。ジェット噴射される流体は「結合剤」と呼ばれることが多く、場合によっては「活性剤」と呼ばれることがある。3次元印刷された部分を強化するため、及び/又は密度を増すために、当該部分の後処理がしばしば必要になる。

30

#### 【0008】

本発明のいくつかの実施態様において、印刷される容器の圧密 ( C o n s o l i d a t

40

50

ion) は、印刷される容器の液体金属による浸潤を含む。本発明のいくつかの実施態様において、圧密印刷される容器はその外面を封止するために金属で覆われる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

本発明の特徴及び利点の重要性は、添付図を参照することにより理解が深まる。ただし、添付図は説明目的だけで作成されており、本発明の範囲を定義するものではないことを理解するべきである。

【0010】

【図1】一実施態様によって製造される弁体の概略斜視図であり、内部の通路を点線で示している。

10

【0011】

【図2】図1の弁体を製造するための一実施態様による容器の垂直中心面に沿った断面立面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の特徴及び利点の重要性は、添付図を参照することにより理解が深まる。ただし、添付図は説明目的だけで作成されており、本発明の範囲を定義するものではないことが理解されるべきである。本明細書又は添付の特許請求に値の範囲が記載される場合は常に、当該範囲には、両端点とその間にあるすべての点が、それらすべての点が明示的に記載されている如くに含まれることが理解されるべきである。他に明記しない限り、本明細書及び添付の特許請求の範囲で用いられる用語「約」は、その「約」という用語が修飾する値に関連する通常の計測及び/又は製造限度を意味するものとして解釈されるべきである。他に指定がない限り、「実施態様」という用語は、本明細書では本発明の実施態様を指すために用いられる。

30

【0013】

本発明は、HIP容器及びHIP容器を用いることにより得られるパーツを製造するための新しい有用な方法を提供する。図1は、金属粉末のHIP圧密により製造される弁体2の一例を示す。弁体2には、上部フランジ4と下部フランジ6があり、両フランジ間を延びる通路8がある。弁体2には、ハンドルポストを収容するための、雌ねじ部12を有するネック10もある。

30

【0014】

図2は、本発明に従って弁体2を製造するための第1HIP容器20の断面立面図を示す。この第1HIP容器20は、外側部22及び内側の中子24並びに両者の間にある空洞26を含む。空洞26の形状と大きさは、第1HIP容器20を用いて弁体2が製造されるようになっている。図示されている通り、第1HIP容器20には2つのポートがあり、HIPにより圧密された後で弁体2を構成することになる金属粉末を、第1ポート28と第2ポート30を介して空洞26の中に装填し、また、空洞26からガスを抽出することができる。空洞26での粉末の充填、及び/又は空洞26のガスの排出を行えるよう選択される設計特性に応じて、第1HIP容器20が单一又は任意の複数個のポートを含むことは、本発明の範囲内である。この典型的実施態様においては、ポート設計のバリエーションの一部が本発明に包含されることを示すために、第1ポート28と第2ポート30は異なる設計を有するものとして選択された。第1ポート28には、外側部22から突き出しているカラー32がある。カラー32は、真空ホースの取付けに適合するような長さと寸法を持つ溶接部38(破線で示す)によってカラー32に固定される圧着可能な管36(破線で示す)を受容するように適合している。第2ポート30は、真空ホースに適合するような長さと寸法を持つ圧着可能な管状の突起部40を含む。第1HIP容器20は、ガスを通さない被覆42も施すことができ、これは断面Aの拡大図に最もよく表されている。被覆42は、第1HIP容器20の外側を覆い、空洞30のガス排気時及び第1HIP容器20の熱間静水圧加圧成形時に空洞30へガスが漏えいするのを防ぐよう設計されている。被覆42のような被覆は、第1HIP容器20が相互に接続する多孔性であ

40

50

ることにより空洞 26 において真空漏れを引き起こす、又は第 1 HIP 容器 20 の熱間静水圧加圧成形時に空洞 26 にガスが入り込む可能性がある場合にのみ必要である。

#### 【0015】

第 1 HIP 容器 20 は、本発明に従い、3 次元印刷とその後の印刷後処理により製造される。第 1 HIP 容器 20 を 3 次元印刷するために用いられる造形粉末は、3 次元印刷プロセス、印刷された容器の印刷後処理、第 1 HIP 容器 20 の空洞 26 の中に含まれることになる金属粉末、及び HIP 条件に適合するよう選択される。例えば、造形粉末には、3 次元プリンターの中で拡散され易く、その後強固な一体（モノリシック）物に焼結される、又はプロンズに焼結・浸透して強固な複合（コンポジット）物になることができるような粉末の大きさと分布を有する低炭素鋼粉末を選択することができる。低炭素鋼はまた、粉末が空洞 26 の中に充填されて空洞 26 からガスが排気された後に真空気密シールを形成する高温圧着に適している。低炭素鋼は室温では強固だが、一般的な HIP 温度及び圧力条件の下では容易に流動するので、空洞 26 の中に含まれる金属粉末を固めて密度の高いパーツにすることができる。低炭素鋼はまた、空洞 26 の中の金属粉末を熱間静水圧加圧成形することにより作り出される弁体 2 から容易に機械で切削され、及び／又は化学的に除去される。

10

#### 【0016】

空洞 26 の中で圧密されることになる造形粉末と金属粉末の親和性は、造形粉末と接触することになる空洞 26 の表面部の性質を調整することにより高められてもよい。表面部の性質は、表面を相対的に不活性にする化学的手段によって当該表面を化学的に変化させることにより調整することができる。この調整は、表面を化学溶液、若しくは懸濁液に接触させる、表面を適切な温度で適切なガス、若しくは複数のガスの混合物に曝す、又はこれらの方法を組み合わせることにより行うことができる。表面の性質は、例えばアルミナや窒化ホウ素のような比較的不活性な物質によって当該表面を被覆することによっても調整することができる。この被覆は、適切な分散媒内で不活性物質の懸濁液に当該表面を曝すことにより施すことができる。表面の性質は、化学的手段の使用と被覆材の適用を組み合わせることにより調整することもできる。

20

#### 【0017】

オプションのガスを通さない被覆 42 は、使用される場合、第 1 HIP 容器 20 の基底面にしっかりと付着しなければならない。被覆 42 は、HIP 実施中の圧力と温度の下であっても気密シールを維持するために、当該基底面全体に広がって表面の多孔質を封止可能なものでなければならない。したがって、被覆 42 の厚さと材料特性はともに、注意を払って選択されなければならない。被覆 42 が単一の層、又は複数の層から成ることは、本発明の範囲内である。被覆 42 が複数の層から成る場合、それらの層は同じ材料である場合もあれば、異なる材料である場合もあり、後者の場合は、被覆 42 全体として上記の付着性と性能特性を有するように各材料が選択される。被覆 42 は、様々な方法、及び複数の方法の組み合わせによって施してよい。1 つの方法は、電気めっき、若しくは無電解めっき、又はそれらの組み合わせにより、被覆 42 を施すものである。そのような被覆の一例には、厚さ約 60 ~ 100 ミクロンのニッケルめっきした被覆がある。別の方法は、必要に応じて予熱及び望ましくない化学反応に対する任意の雰囲気保護を用いつつ、被覆材の溶融金属槽、又は 1 つ以上の被覆材の入った槽に第 1 HIP 容器 20 を相次いで浸すことにより、被覆 42 を施すものである。別の方法は、プラズマ溶射付着により被覆を施すものである。これらの方法を 2 つ以上組み合わせて、被覆 42 を形成してもよい。被覆 42 の施工時には、適切な洗浄、及び例えば表面粗さの調整、一時的な界面層の施工などの表面処理を行うべきである。被覆 42 の形成時には、空洞 26 及びその表面の所望の清浄度を達成するために予防措置を講じるべきである。いくつかの実施態様において、被覆 42 は、空洞 26 表面の一部を覆う場合もあれば、表面全体を覆う場合もある。被覆 42 を施すための手段に関する追加情報は、1994 年に ASM インターナショナルが出版した ASM の「Handbook Volume 5: Surface Engineering」（ISBN 978-0-87170-384-2）に記載されている。

30

40

50

## 【0018】

本発明を用いて、所望のパーツをH I Pによって製造することができる。容器には、熱間静水圧加圧成形される所望のパーツになるよう構成され、寸法取りされた空洞が設けられる。容器の外面は、空洞に歪みのない静水圧を加えるべく、空洞に合うように設計される。空洞と外面の間の容器の肉厚は、当該容器を構成する材料、当該容器の設計、並びに製造及び処理時の当該容器の構造健全性を維持する必要性を考慮に入れて、可能な限り薄くなるように選択することが好ましい。好ましくは、肉厚は、約0.01インチ(0.25ミリメートル)~0.5インチ(12.7ミリメートル)の範囲内である。

## 【0019】

造形粉末の焼結は、固相焼結、反応焼結、過渡液相焼結、又は液相焼結により行うことができる。焼結に関する追加情報は、1996年にJohn Wiley & Sonsにより出版されたRandall M. Germanによる「Sintering Theory and Practice」(ISP B 0-471-05785-X)に記載されている。

## 【0020】

本明細書で特定される米国のすべての特許及び特許出願、米国外のすべての特許及び特許出願、並びにその他すべての文書は、法の下で認められる最大限の範囲で、本明細書内に省略せずに記載されているかの如く、参照により本明細書に組み込まれる。

【図1】

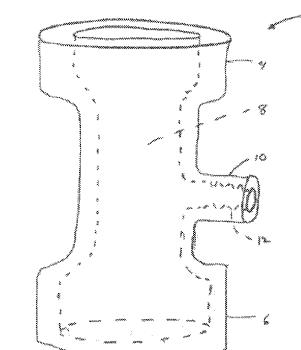


FIG. 1

【図2】

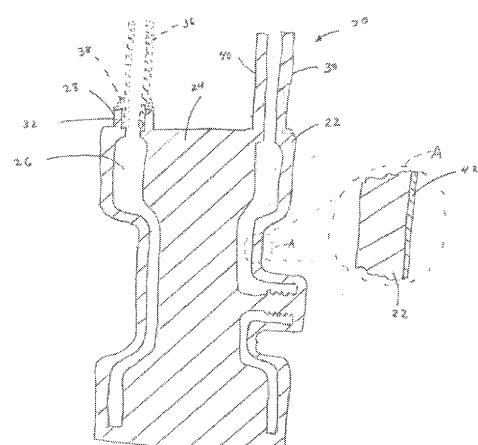


FIG. 2

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/060572
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - B22F 3/15 (2014.01) CPC - B22F 2003/153 (2014.11) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - B22F 3/15, 5/10 (2014.01) CPC - B22F 3/1258, 3/15, 2003/153 (2014.11) (keyword delimited)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 264/113, 125; 419/8, 49 (keyword delimited)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google Patents, Google Scholar Search terms used: HIP or hot isostatic press, powder, 3D, three-dimension, freeform, printing, container, mold, dia, passageway, seal coating, inert		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 1 557 744 (SPECIAL METALS CORPORATION) 12 December 1979 (12.12.1979) entire document	1-20
Y	US 2008/0237933 A1 (HOCHSMANN et al) 02 October 2008 (02.10.2008) entire document.	1-20
Y	US 5,818,090 A (HODGE et al) 06 October 1998 (06.10.1998) entire document.	3-8, 17, 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  14 December 2014	Date of mailing of the international search report  23 JAN 2015	
Name and mailing address of the ISA/US  Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774	

## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**B 2 2 F 3/105 (2006.01)** C 2 5 D 7/00 Z  
B 2 2 F 3/105

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, T, J, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, R, O, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, H, N, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 オレンジ、マイケル、ジェイ  
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 15650 ラトローブ ウッドローン・ドライブ 16  
15

(72) 発明者 リジ、トーマス  
アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 16037 ハーモニー レッド・ブラッシュ・トレイル  
107

F ターム(参考) 4K018 AA28 BA15 CA44 EA15 EA51 EA60 FA14 FA23 FA24 HA03  
KA01  
4K024 AA03 BB21 GA16