

(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2018-537587

(P2018-537587A)

(43) 公表日 平成30年12月20日 (2018. 12. 20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	4 K O 1 8
B 2 2 F 3/11 (2006.01)	B 2 2 F 3/11	C 4 K O 2 0
B 2 2 F 3/10 (2006.01)	B 2 2 F 3/10	1 O 1
B 2 2 F 7/04 (2006.01)	B 2 2 F 7/04	B
B 2 2 F 1/00 (2006.01)	B 2 2 F 1/00	N
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-526517 (P2018-526517)
 (86) (22) 出願日 平成28年11月16日 (2016. 11. 16)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年6月8日 (2018. 6. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/062356
 (87) 国際公開番号 W02017/087572
 (87) 国際公開日 平成29年5月26日 (2017. 5. 26)
 (31) 優先権主張番号 62/256, 436
 (32) 優先日 平成27年11月17日 (2015. 11. 17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 518172462
 インボッシブル オブジェクト, エルエル
 シー
 アメリカ合衆国, イリノイ州 60062
 , ノースブルック, 3455 コマーシャ
 ル アベニュー
 (74) 代理人 100114775
 弁理士 高岡 亮一
 (74) 代理人 100121511
 弁理士 小田 直
 (74) 代理人 100202751
 弁理士 岩堀 明代
 (74) 代理人 100191086
 弁理士 高橋 香元

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層造形された金属マトリックス複合体を生成する装置及び方法並びにその製造品

(57) 【要約】

金属で及び金属繊維混成物又は複合体で物体を生成する複合体ベース積層造形 (C B A M) を適用するための方法、製品、装置及び製造品を開示する。この取り組みには、多くの利点があり、それらは、フライス加工又は鋳造などの従来の方法に勝る複雑な幾何学形状を生成する能力、材料特性が改善すること、生産速度がより速いこと、複雑な固定具、複雑な工具経路及び工具交換が除去され、鋳造の場合はパターン及び工具の必要性が除去されることである。この取り組みは、3 Dモデルをスライスする工程と、モデルに基づいて各層につき基体材料のシート上に流体を選択的にプリントする工程と、プリントされた領域で流体が付着する粉末金属を基体上にあふれさせる工程と、被覆シートの積み重ねをクランプかつ整列させる工程と、積層されたシートを加熱して粉末金属を溶解させかつ基体の層を溶融させる工程と、過剰な粉末及び未溶融基体を除去する工程とによって機能する。

【選択図】 図 1

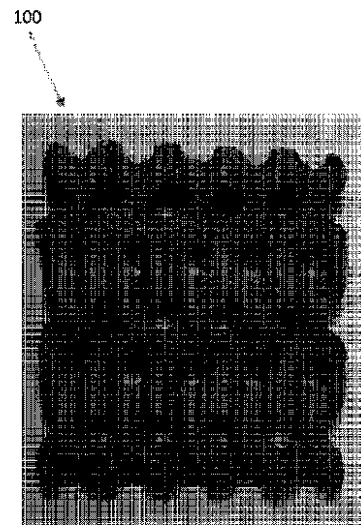


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物体を生成するための方法であって、
3D物体の層のファイルを得ることと、
各層につき基体材料のシート上に流体を選択的にプリントすることと、
前記選択的にプリントされた流体に付着する粉末金属を前記基体上にあふれさせることと、
過剰の粉末を除去することと、
複数のシートを積み重ねた位置合わせで加熱及び圧縮して、前記粉末金属を溶解させかつ前記基体の層を溶融させることと
を備える、方法。

10

【請求項 2】

前記基体シートの未溶融材料を除去することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記シートを位置合わせして積み重ねるために位置合わせ穴を使用する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記基体材料は、ガラス繊維、高温ガラス繊維、ホウ素繊維、又は炭素繊維を含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記粉末金属ははんだ粉末である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記粉末金属は、アルミニウム、銅、黄銅、チタン又は他の金属若しくは合金である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記過剰の粉末は、空気流、真空、振動、又は他の機械的手段によって除去される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記粉末金属は、還元剤として作用する粉末溶剤と混合される、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 9】

前記粉末金属は、還元雰囲気、真空又は不活性雰囲気炉中で溶解される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記加熱温度は、前記粉末の融点まで上昇される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

未溶融基体は、研磨材を用いるエアブラスト又は化学的手段によって除去される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 12】

前記基体材料は不織炭素繊維ベールである、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 13】

前記基体材料は金属被覆ベールである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記プリントは、主に脱イオン水、ピロリドン及びアルコールの溶液とともにインクジェットヘッドを用いて行なう、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記溶液は、グリコール及びピロリドンから成る群から選択された蒸発防止剤を有する、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

プロセスによって生成された製品であって、プロセスは、

50

３Ｄ物体の層のファイルを得ることと、
各層につき基体材料のシート上に流体を選択的にプリントすることと、
前記選択的にプリントされた流体に付着する粉末金属を前記基体上にあふれさせることと、

過剰の粉末を除去することと、

複数のシートを積み重ねた位置合わせで加熱及び圧縮して、前記粉末金属を溶解させかつ前記基体の層を溶融させることと
を備える、製品。

【請求項１７】

前記プロセスは、前記基体シートの未溶融材料を除去することをさらに備える、請求項１６に記載の製品。 10

【請求項１８】

前記シートを位置合わせして積み重ねるために位置合わせ穴を使用する、請求項１６に記載の製品。

【請求項１９】

前記基体材料は、ガラス繊維、高温ガラス繊維、ホウ素繊維、又は炭素繊維を含む、請求項１６に記載の製品。

【請求項２０】

前記粉末金属ははんだ粉末である、請求項１６に記載の製品。

【請求項２１】

前記粉末金属は、アルミニウム、銅、黄銅、チタン又は他の金属若しくは合金である、請求項１６に記載の製品。 20

【請求項２２】

前記過剰の粉末は、空気流、真空、振動、又は他の機械的手段によって除去される、請求項１６に記載の製品。

【請求項２３】

前記粉末金属は、還元剤として作用する粉末溶剤と混合される、請求項１６に記載の製品。

【請求項２４】

前記粉末金属は、還元性雰囲気、真空又は不活性雰囲気炉中で溶解される、請求項１６に記載の製品。 30

【請求項２５】

前記加熱温度は、前記粉末の融点まで上昇される、請求項１６に記載の製品。

【請求項２６】

未溶融基体は、研磨材を用いるエアブラスト又は化学的手段処理によって除去される、請求項１６に記載の製品。

【請求項２７】

前記基体材料は不織炭素繊維ベールである、請求項１６に記載の製品。

【請求項２８】

前記基体材料は金属被覆ベールである、請求項１６に記載の製品。 40

【請求項２９】

前記プリントは、主に脱イオン水、ピロリドン、及びアルコールの溶液とともにインクジェットヘッドを用いて行なう、請求項１６に記載の製品。

【請求項３０】

前記溶液は、グリコール及びピロリドンから成る群から選択された蒸発防止剤を有する、請求項２９に記載の製品。

【請求項３１】

物体を生成するための装置であって、

３Ｄ物体の層のファイルを得て、各層につき基体材料のシート上に流体を選択的にプリントするインクジェットプリンタと、 50

前記選択的にプリントされた流体に付着する粉末金属を前記基体上にあふれさせる塗布器と、

過剰の粉末を除去する除去装置と、

複数のシートを積み重ねた位置合わせで加熱及び圧縮して、前記粉末金属を溶解させかつ前記基体の層を溶融させる加熱及び圧縮装置とを備える、装置。

【請求項 3 2】

前記基体シートの未溶融材料を除去するための除去装置をさらに備える、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 3】

前記基体材料は、ガラス繊維、高温ガラス繊維、ホウ素繊維、又は炭素繊維を含む、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 4】

前記粉末金属ははんだ粉末である、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 5】

前記粉末金属は、アルミニウム、銅、黄銅、チタン又は他の金属若しくは合金である、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 6】

前記過剰の粉末は、空気流、真空、振動、又は他の機械的手段によって除去される、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 7】

前記粉末金属は、還元剤として作用する粉末溶剤と混合される、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 8】

前記粉末金属は、還元性雰囲気、真空又は不活性雰囲気炉中で溶解される、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 9】

前記加熱温度は、前記粉末の融点まで上昇される、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 4 0】

未溶融基体は、研磨材を用いるエアブラスト又は化学的手段によって除去される、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 4 1】

前記基体材料は不織炭素繊維ベールである、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 4 2】

前記基体材料は金属被覆ベールである、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 4 3】

前記プリントが、主に脱イオン水、ピロリドン及びアルコールの溶液とともにインクジェットヘッドを使用して行う、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 4 4】

前記溶液は、グリコール及びピロリドンから成る群から選択される蒸発防止剤を有する、請求項 4 3 に記載の装置。

【請求項 4 5】

硬化した金属材料が浸透し又は被覆しかつ互いに結合された複数の基体層を備える三次元製造品であって、各基体層は、実質的に平面又は平坦であり、摩滅し、摩滅ブラストし、又は化学的に除去することが可能な材料から作製されたシート状構造であり、前記基体層材料は、炭素繊維、セラミック繊維、重合体繊維、ガラス繊維及び金属繊維から成る群から選択される、三次元製造品。

【請求項 4 6】

前記硬化材料は、1つ又は複数の特性の組を呈し、前記組は、粉末が前記基体層上に配置され次いで少なくとも部分的に軟化され、続いて硬化する結果、前記硬化材料が形成さ

10

20

30

40

50

れたとして区別するに十分である、請求項 4 5 に記載の製造品。

【請求項 4 7】

前記金属材料は合金である、請求項 4 5 に記載の製造品。

【請求項 4 8】

前記金属材料は、フェライト又は金属粒子を含む、請求項 4 5 に記載の製造品。

【請求項 4 9】

前記物品は、向きが異なる複数の三次元の角度、曲線、又は平面を有する、請求項 4 5 に記載の三次元製造品。

【請求項 5 0】

硬化した金属材料が浸透し又は被覆しかつ互いに結合された複数の基体層を備える三次元製造品であって、各基体層は、実質的に平面又は平坦であり、摩滅し、摩滅ブラストし、又は化学的に除去することが可能な材料から作製されたシート状構造であり、前記硬化材料は、1 つ又は複数の特性の組を呈し、前記組は、粉末が前記基体層上に配置され次いで少なくとも部分的に軟化され、続いて硬化する結果、前記硬化材料が形成されたとして区別するに十分である、製造品。

10

【請求項 5 1】

前記物品は、向きが異なる複数の三次元の角度、曲線、又は平面を有する、請求項 5 0 に記載の三次元製造品。

【請求項 5 2】

前記基体層材料は、炭素繊維、セラミック繊維、重合体繊維、ガラス繊維及び金属繊維から成る群から選択される、請求項 5 0 に記載の三次元製造品。

20

【請求項 5 3】

前記粉末は 1 つ又は複数の金属で作製される、請求項 5 0 に記載の三次元製造品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

この出願は、2015 年 11 月 17 日に提出された米国特許仮出願第 62 / 256, 436 号の利益を主張する。この出願は、以下の出願（それらの図面を含む）、即ち米国出願第 61 / 528, 537 号、国際出願第 PCT / US 12 / 52946 号、米国出願第 13 / 582, 939 号、欧州出願第 20120828967 号、米国出願第 61 / 769, 724 号、国際出願第 PCT / US 14 / 18806 号、米国出願第 14 / 835, 685 号、米国出願第 14 / 835, 690 号、米国出願第 14 / 835, 697 号、米国出願第 14 / 703, 372 号、米国出願第 62 / 243, 590 号、米国出願第 61 / 773, 810 号、米国出願第 14 / 199, 603 号、米国出願第 61 / 914, 613 号及び米国出願第 14 / 566, 661 号を、参照により援用している。

30

【0 0 0 2】

本発明は、概して三次元製作に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

名称が「三次元複合体のための方法と装置」である国際公開第 2014 / 134224 A 2 号（国際出願第 PCT / US 14 / 18806 号に対応する）（同時に米国出願第 61 / 528, 537 号、国際出願第 PCT / US 12 / 52946 号、米国出願第 13 / 582, 939 号、欧州出願第 20120828967 号、米国出願第 61 / 769, 724 号、米国出願第 14 / 835, 685 号、米国出願第 14 / 835, 690 号、米国出願第 14 / 835, 697 号、米国出願第 14 / 703, 372 号、米国出願第 62 / 243, 590 号にも）は、「複合体ベース積層造形」又は CBAM と呼ばれる三次元物体を生成するための「積層式の」方法及び装置を記載しており、それは、一般に基体、典型的には繊維性基体及びポリマーを使用して三次元物体を生成する。本発明は、国際公開第 2014 / 134224 A 2 号を参照しており、国際公開に記載された技術の用途を金属で記載している。

40

50

【発明の概要】

【0004】

国際公開第2014/134224A2号に記載されたCBAM法は、三次元物体を作成するために、三次元プリントで利用できる材料の範囲を拡張する。最近まで、この技術に関する研究は、とりわけ炭素繊維、重合体ベース材料及び天然繊維を含む様々な基体と、結合剤としての様々な重合体とを使用することに集中してきた。この出願には、金属で、及び金属繊維混成物又は複合体で物体を生成するために、CBAM方法及び装置の用途が記載されている。この出願はまた、その製造品を記載している。

【0005】

この取り組みには、多くの利点があり、それらは、フライス加工又は鋳造などの従来の方法に勝る複雑な幾何学形状を生成する能力、材料特性が従来の金属よりも改善すること、生産速度がより速いこと、複雑な固定具、複雑な工具経路及び工具交換が除去され、鋳造の場合は、パターン及び工具の必要性が除去されることである。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本出願に記載された方法によって作製された金属片を示す図である。

【図2】本発明の教示に従って3D金属物体を生成する工程を例示するフローチャートである。

【図3】本発明の例示的な実施において、（粉末が付着する）液体を選択的に沈着させるために使用する装置を示す図である。

【図4】この発明の例示的な実施における、プロセッサのハイレベルブロック図である。

【図5】圧縮装置を示す図であり、多数の基体タイル（層）を圧縮装置内に置いた後、圧縮装置内で順に重ねている。タイルは、圧縮装置の位置合わせピンをそれぞれ各タイルの位置合わせ穴に挿入することによって整列される。

【図6】リングトラスの全ての「スライス」を持つ基体層が内部に挿入された後の、圧縮装置を示す図である。圧縮装置内のばねが、基体層を一緒に押圧する。

【図7】3D物体を製作するための装置の複数の構成部品を制御するプロセッサを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

技術の出力

図1には、この出願に記載された方法によって作製された金属片100が示されている。この金属片を作製する方法を以下に詳細に説明する。

【0008】

技術の説明

図2は、本発明の教示に従って3D金属物体を生成する工程を示すフローチャートである。

【0009】

1. CADモデルを生成し（工程102）、CADモデルは層にスライスされ（工程104）、スライスには（国際公開第2014/134224A2号、段落0055参照、米国特許出願第61/528,537号及び米国特許出願第61/769,724号も参照）に記載された、Netfabbのようなスライサープログラムを使用する。各スライスはまた位置合わせ穴を含み、位置合わせ穴は、完成した物体内の基体の各プリントされた層を正しい方向に正確に置くために使用される（国際公開第2014/134224A2号、段落00121参照）。

【0010】

2. スライサの出力は、例えばビットマップファイルであっても良く、インクジェットプリンタに送られる（工程106）。各層について、プリンタは、基体材料のシート上に流体を選択的にプリントする（工程108）（国際公開第2014/134224A2号、段落00113参照）。流体は、液体形態の結合剤自体であっても、又は粉末接着剤が

10

20

30

40

50

付着する液体であっても良い。基体は、ガラス繊維、高温ガラス繊維、ホウ素繊維、又は炭素繊維を含むことができる。

【0011】

3. 粉末結合剤を使用する場合、粉末結合剤は、プリントされた基体上にあふれさせる（国際公開第2014/134224A2号、段落0059参照）。粉体はプリントされた領域に付着する。余分な粉末が空気流、真空、振動、又は他の機械的手段の何れかによって除去される。

【0012】

4. 基体のコートシートをプレス又はクランプに積み重ね（工程110）（国際公開第2014/134224A2号、段落00124参照）、積み重ねにはスタック内で各シートのプリント部分同士を整列させるために、各層の位置合わせ孔を使用する（国際公開第2014/134224A2号、段落00106参照）。

【0013】

5. 次いで、組み立てたシートは、炉内で加熱され、場合により圧縮して、結合材料を溶解させかつ基体の層を溶融させて3D物体を形成する（工程112）（国際公開第2014/134224A2号、段落00149参照）。

【0014】

6. 次いで、3D物体の周りの未溶融基体が除去され（工程114）、除去には通常、研磨ブラスト材料又は化学的手段を用いる（国際公開第2014/134224A2号、段落0081参照）。

【0015】

技術に金属を使用する際の問題

この技術を金属とともに使用できることが発見されている。一例では、使用される基体は、Hollingsworth and Voseから入手可能な不織炭素繊維ベールである。金属被覆されたベールも使用することができる。ベール又は基体は、上述したようにインクジェットプリンタ上でプリントされ、プリントには、HP45サーマルインクジェットヘッドを、例えば、主に脱イオン水、ピロリドン及びアルコールの溶液とともに使用する。この溶液は、グリコール及びピロリドンを含む蒸発防止剤を有しても良い。この流体は、基体のうち物体の一部となる領域にプリントされ、すなわちプリント領域は、物体のための層形状に対応する。これは、以前の出願で説明したように各層に対して行なう。各層は、例えばはんだ粉末のような金属粉末であふれている。過剰の粉末は、可動部分、真空、振動又は圧縮空気、又はそのような方法の組み合わせによって除去される。これにより、はんだ粉末が選択的に堆積する。この種のプロセスにて金属粉末を用いる際の問題の1つは、粉末が酸化し、その融点まで加熱されたとき、粉末の粒子が一緒にはうまく溶融しないことである。この問題に対する多くの解決法が存在し、1つの解決策は、金属粉末を、還元剤として作用するロジンなどの粉末溶剤と混合することである。一般的な溶剤対金属粉末の比は、約50/50である。別の方法は、粉末を還元性、真空及び/又は不活性雰囲気炉中で溶解することである。このようにして、とりわけアルミニウム、銅、ステンレス鋼、銅、黄銅、及びチタンなどの他の金属又は合金を使用することができる。さらに、液体溶剤がプリント流体として、又はプリント流体と組み合わせて、インクジェットプリントのような選択的な沈着方法によって使用できる。

【0016】

一例として、金属粉末は、それを基体上に堆積する前に、粉末溶剤と混合することができる。次いで、以前の出願で説明したように物体の全ての層がプリントされ、位置合わせして積み重ねる。それらは、以前の出願で説明したように圧縮され及び加熱される。加熱温度は粉末の融点まで上昇させる。これらの層は一緒に溶融してビルドブロックを生成する。ビルドブロックは、圧縮治具から取り除いた後、研磨ブラストで吹き飛ばされ、粉末が付着していない領域、すなわち物体のうち金属で被覆されていなかった部分は研磨ブラストされ、被覆されていない炭素繊維は非常にもろい。残るのは、CADモデルによって表された部品の三次元炭素繊維金属複合体である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

図 3 は、本発明の例示的な実施において、（粉末が付着する）液体を選択的に沈着させるために使用する装置を示す。基体層 5 0 3 を適切に整列させるために、基体層 5 0 3 に位置合わせ案内ピン 5 0 1 が挿入される。電磁弁、又は 1 つ若しくは複数のインクジェットヘッド 5 0 5 を使用して、液体が液体リザーバ 5 0 7 からノズル 5 0 9 を通って基体層 5 0 3 に選択的に分配される。ノズル 5 0 9 は、基体層 5 0 3 と平行でかつその上にある二次元平面 5 1 0 内でラスタ走査され、その結果液体は、基体層 5 0 3 の所望の x 座標、y 座標に選択的に沈着し、基体層 5 0 3 のうち他の領域には沈着しない。このラスタ走査を達成するために、ステッパモータ 5 1 1 が 2 つのベルト（図示しない）を作動させ、それにより支持部材（図示しない）が x 軸と平行な方向に沿って 2 つのレール（図示しない）を移動させる。支持部材上に第 2 のステッパモータ（図示しない）及び第 3 のベルト（図示しない）が取り付けられて、ノズル支持体（図示しない）を y 軸と平行な方向に移動させるために使用する。ノズル 5 0 9 はノズル支持体に取り付けている。2 つのステッパモータは、協力してノズル 5 0 9 を、基体層の上で任意の所望の x 座標、y 座標に移動させることができる。ページワイドヘッドを使用することもできる。マイクロプロセッサ 5 1 3 が、ステッパモータ及び電磁弁又はインクジェットヘッドを制御し、以って液体がいつ及びどこで基体層 5 0 3 上に分配されるかを制御する。代わりに、ライン毎のパターンでラスタ走査するのではなく、ステッパモータは、1 つのノズル又は複数のノズル 5 0 9 を二次元平面内で他の二次元パターンで移動させて、液体を特定の x、y 座標に沈着させることができる。図 2 には、多層の基体を加熱及び加圧するための装置、又は過剰の基体を除去するための装置を図示していない。いくつかの実施では、基体層は、これらの工程が生じる前に異なる位置に移動される。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、本発明の例示的な実施におけるプロセッサのハイレベルブロック図である。所望の三次元物体の STL ファイル形式の CAD モデルが、遠隔プロセッサ 6 0 1 を用いて作成される。このプロセッサ 6 0 1 は、ソフトウェア（例えば Netfabb、RTM、Studio ソフトウェア）を使用して、機械特有のビルドファイルを作成する。機械特有のビルドファイルは、第 2 のプロセッサ 6 0 3 へデータ転送される。具体的な実施に応じて、この第 2 のプロセッサは、（1）液体を選択的に沈着させるインクジェットヘッド又は他の装置、（2）粉末を基体上に広げ次いで過剰の粉末を除去する振動のトラフ（及び/又は圧縮空気）の移動を含む作動を制御する。代わりに、本発明は、他の構成のプロセッサで実施されても良い。例えば、2 つ以上の遠隔プロセッサ及び 2 つ以上の搭載プロセッサを使用してもよく、上記の何れかのタスクは、これらの異なるプロセッサのうちの 1 つ又は複数のプロセッサによって処理しても良い。

【 0 0 1 9 】

図 5 は、内部に複数の基体層（例えば、8 0 1）が順序良く順に重ねて置かれた後の圧縮装置 8 0 3 を示している。

【 0 0 2 0 】

図 6 は、圧縮装置 9 0 3 内で基体層が圧縮されていることを示す。圧縮装置内のねじ 9 0 5、9 0 7、9 0 9、9 1 1、板材 9 1 3、9 1 5 及びばね 9 1 7 が圧力を加えるために使用される。

【 0 0 2 1 】

図 7 は、本発明で利用できるいくつかのハードウェアのハイレベルブロック図である。1 つ又は複数のプロセッサ 1 3 0 1 が、塗布器 1 3 0 3、加熱素子 1 3 0 5、アクチュエータ 1 3 0 7、人工圧力源 1 3 0 9、及び液体容器 1 3 1 1 内にある攪拌器を制御する。塗布器 1 3 0 3 は、基体層のうち凹の領域ではなく凸の領域に粉末を堆積させる。加熱素子 1 3 0 5 は、粉末を、流れた後固くなる物質に変換する。得られた硬化材料は、基体層に浸透する空間パターン内に配置される。人工圧力源 1 3 0 9 は、基体層を圧縮するためにプレス、クランプ、ばね、弾性素子、又は他の装置を備えることができる。攪拌器は、過剰な基体を除去するために用いる液体を攪拌するために使用できる。

【図 1】

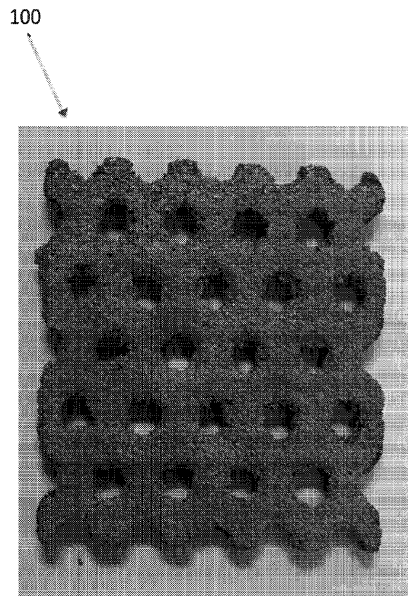
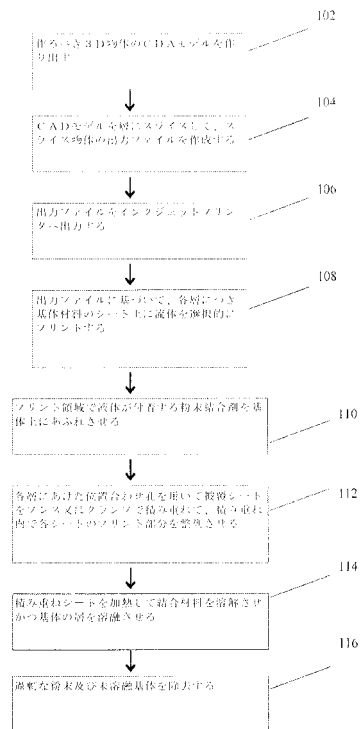


FIG. 1

【図 2】



【図 3】

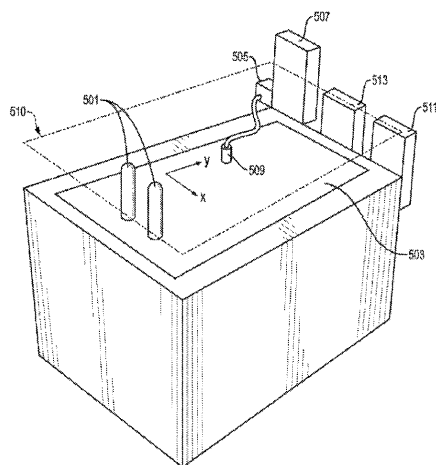
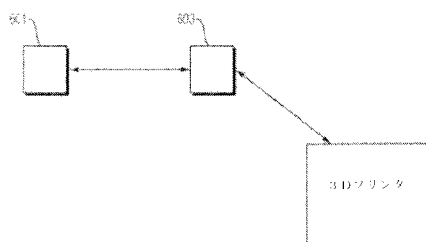


FIG. 3

【図 4】



【図 5】

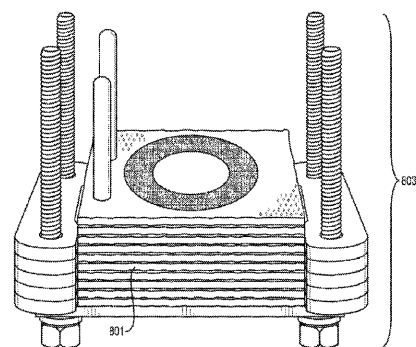


FIG. 5

【図 6】

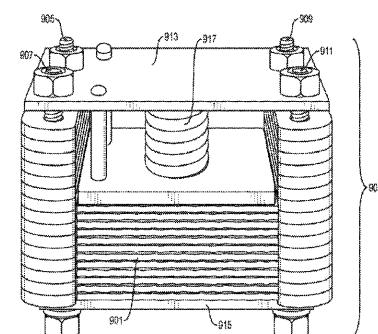


FIG. 6

【 図 7 】

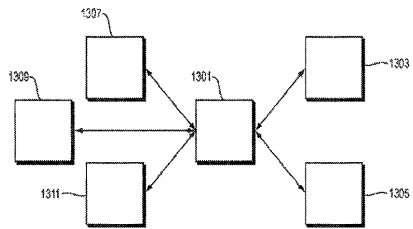


FIG. 7

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/062356
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - B22F 3/00; B22F 7/04; B29C 67/00; B29C 67/02; B29C 67/24 (2016.01) CPC - B22F 3/008; B22F 2998/00; B29C 67/0074; B29C 67/0077; B29C 67/0081; B33Y 10/00 (2016.11) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC - B22F 3/00; B22F 7/04; B29C 67/00; B29C 67/02; B29C 67/24 CPC - B22F 3/008; B22F 2998/00; B29C 67/0074; B29C 67/0077; B29C 67/0081; B33Y 10/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 156/58; 264/112; 428/188; 428/293.1; 428/546; 428/547; 428/548 ECLA - B22F 3/005; L22F 998/00 (keyword delimited) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Orbit, Google Patents, Google, Google Scholar, YouTube Search terms used: 3D printing, carbon fiber, metal powder, solution, melt, harden, airblast		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/134224 A2 (IMPOSSIBLE OBJECTS LLC) 04 September 2014 (04.09.2014) entire document	1-7, 9-12, 14-22, 24-27, 29-36, 38-41, 43-53
Y	US 6,780,368 B2 (LIU et al) 24 August 2004 (24.08.2004) entire document	1-7, 9-12, 14-22, 24-27, 29-36, 38-41, 43-53
Y	US 8,377,547 B2 (NOGUCHI et al) 19 February 2013 (19.02.2013) entire document	9, 24, 38
Y	CN 104150915 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 19 November 2014 (19.11.2014) see machine translation	14, 15, 29, 30, 43, 44
A	US 5,637,175 A (FEYGIN et al) 10 June 1997 (10.06.1997) entire document	1-53
A	US 5,340,656 A (SACHS et al) 23 August 1994 (23.08.1994) entire document	1-53
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* 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 "I" 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 02 January 2017		Date of mailing of the international search report 23 JAN 2017
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		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)
C 2 2 C 47/14 (2006.01)	B 2 2 F	1/00	L
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 2 2 F	1/00	R
B 3 3 Y 80/00 (2015.01)	B 2 2 F	1/00	S
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	C 2 2 C	47/14	
	B 3 3 Y	10/00	
	B 3 3 Y	80/00	
	B 3 3 Y	30/00	

(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, TJ, 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, RO, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, 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

(72)発明者 スワーツ, ロバート

アメリカ合衆国, イリノイ州 6 0 0 3 5, ハイランド パーク, 3 4 9 マーシュマン

(72)発明者 バイルドン, ジョン

アメリカ合衆国, イリノイ州 6 0 0 6 2, ノースブルック, 3 4 5 5 コマーシャル アベニュー

(72)発明者 クリスト, バックレー

アメリカ合衆国, イリノイ州 6 0 0 9 1, ウィルメット, 1 2 1 6 コルゲート ストリート

(72)発明者 ゴア, ユージーン

アメリカ合衆国, イリノイ州 6 0 0 1 6, デ プレーンス, 2 5 1 ダブリュー・ミラーズ ロード

F ターム(参考) 4K018 AA03 AA06 AA15 AA24 AA40 BA02 BA03 BA08 BA13 BA20
CA44 DA18 DA31 DA32 EA51 EA60 FA01 FA14 GA06 JA24
4K020 AA03 AA04 AA09 AC01 AC03 AC04 AC07 BA03 BB08 BC03