

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6633700号
(P6633700)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 9 C 64/40	(2017.01)	B 2 9 C 64/40
B 2 9 C 64/106	(2017.01)	B 2 9 C 64/106
C O 8 L 91/06	(2006.01)	C O 8 L 91/06
C O 8 L 23/26	(2006.01)	C O 8 L 23/26
C O 8 L 93/04	(2006.01)	C O 8 L 93/04

請求項の数 16 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-154366 (P2018-154366)	(73) 特許権者	597013711
(22) 出願日	平成30年8月21日 (2018. 8. 21)		スリーディー システムズ インコーポレ ーテッド
(62) 分割の表示	特願2016-568382 (P2016-568382) の分割		アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 7 3 0 ロック ヒル スリー ディー システムズ サークル 3 3 3
原出願日	平成27年5月29日 (2015. 5. 29)	(74) 代理人	100139723
(65) 公開番号	特開2018-187940 (P2018-187940A)		弁理士 樋口 洋
(43) 公開日	平成30年11月29日 (2018. 11. 29)	(72) 発明者	ボー ウー
審査請求日	平成30年8月22日 (2018. 8. 22)		アメリカ合衆国 オレゴン州 9 7 0 7 0 ウィルソンヴィル エスタヴリュウ モ ーニングサイド アヴェニュー 2 8 6 0 8
(31) 優先権主張番号	62/005, 210		
(32) 優先日	平成26年5月30日 (2014. 5. 30)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3Dプリント用の水分散性支持材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

三次元物品をプリントする方法であって、
流体の構築材料の層を選択的に堆積させて、基体上に前記三次元物品を形成する工程、
および

前記構築材料の層の少なくとも1つを支持材料で支持する工程、
を有してなり、

前記支持材料は、相変化ワックス成分および式 $H - (C H_2)_m - (O C H_2 C H_2)_n - O H$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、 m は 2 2 から 6 0 の整数であり、 n は 2 から 2 0 0 の整数であり、

前記相変化ワックス成分が、前記支持材料中に、該支持材料の総質量に基づいて、4 0 ~ 6 0 質量%の量で存在し、

前記エトキシ化ポリエチレンが、前記支持材料中に、該支持材料の総質量に基づいて、4 0 ~ 6 0 質量%の量で存在する、
方法。

【請求項2】

前記支持材料を 2 0 ~ 3 0 の温度の水と接触させることにより、前記構築材料から該支持材料を除去する工程をさらに含む、請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記相変化ワックス成分が、ケトンワックス、エステルワックス、アルコールワックス

、アミドワックス、ウレタンワックス、もしくはそれらの混合物または組合せを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記相変化ワックス成分がケトンワックスを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

前記相変化ワックス成分がアルコールワックスを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記相変化ワックス成分が、40 から 110 を中心とする融点を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

m が 30 から 40 の整数である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項記載の方法。

10

【請求項 8】

n が 10 から 100 の整数である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

前記エトキシ化ポリエチレンが、70 ~ 95 の温度で、ケトンワックス、エステルワックス、アルコールワックス、およびアミドワックスの少なくとも 2 つと混和性である、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

前記エトキシ化ポリエチレンおよび前記相変化ワックス成分が、70 ~ 95 の温度で混和性である、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項記載の方法。

20

【請求項 11】

前記支持材料が、該支持材料の総質量に基づいて、5 ~ 25 質量%の粘着付与剤をさらに含む、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 12】

前記粘着付与剤が、ロジンエステル、ロジンアルコール、もしくはそれらの混合物または組合せを含む、請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

前記支持材料が、該支持材料の総重量に基づいて、10 質量%までの重合防止剤または酸化防止剤をさらに含む、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 14】

前記支持材料が非硬化性である、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項記載の方法。

30

【請求項 15】

m が 30 から 40 の整数であり、

n が 10 から 100 の整数であり、

前記相変化ワックス成分が、ケトンワックスまたはアルコールワックスを含み、

前記支持材料が 20 ~ 30 の温度で水中に分散性である、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 16】

構築材料および支持材料を含む三次元プリント物品を構成する組成物であって、前記支持材料は、前記支持材料の総質量に基づいて 40 ~ 60 質量%の量の相変化ワックス成分、前記支持材料の総質量に基づいて 40 ~ 60 質量%の量の式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレン、および前記支持材料の総質量に基づいて 5 ~ 25 質量%の粘着付与剤を含み、式中、m は 22 から 60 の整数であり、n は 2 から 200 の整数である、組成物。

40

【発明の詳細な説明】

【関連出願の説明】

【0001】

本出願は、ここに全て引用される、2014年5月30日に出願された米国仮特許出願第 62 / 005210 号の米国法典第 35 編第 119 条に従う優先権を主張するものである。

50

【技術分野】

【0002】

本発明は、支持材料に関し、特に、三次元（3D）プリントシステムに使用するための水分散性支持材料に関する。

【背景技術】

【0003】

サウスカロライナ州、ロックヒル所在の3D Systems社により製造されているProJet（商標）3D Printerなどの市販の3Dプリンタは、様々な3D物体または部品を形成するために液体としてプリントヘッドを通じて噴射される、構築材料としても知られているインクを使用する。他の3Dプリントシステムも、プリントヘッドを通じて噴射されるインクまたは構築材料を使用する。ある場合には、構築材料は、周囲温度で固体であり、高温の噴射温度で液体に転化する。他の場合には、構築材料は、周囲温度で液体である。

10

【0004】

さらに、3Dプリントシステムにおける3D部品の製造には、大抵、構築材料と共に支持材料を使用する必要がある。この支持材料も、液体としてプリントヘッドを通じて噴射され、続いて固化される。しかしながら、構築材料とは異なり、支持材料は、その後、完成3D部品を提供するために除去される。

【0005】

支持材料の除去は、構築材料から支持材料を十分に除去するための適切な有機溶媒の使用と共に、支持材料をその融点より高い温度に加熱することを含むいくつかの過程により施行することができる。ある場合には、有機溶媒は、完成した3D部品上に望ましくない油性残留物を堆積させる。さらに、ある状況下で、適切な有機溶媒に加え、高温の使用は、完成した3D部品の機械的完全性を損ない、部品の変形または破損をもたらす得る。他の場合、3D部品から支持材料を除去するために、石鹼または洗剤を使用することがあり、これは高温での使用を含む。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、より簡易な様式で除去できる支持材料を含む、3Dプリントのための改善された支持材料が必要とされている。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

1つの態様で、いくつかの実施の形態において、従来の支持材料を上回る利点を1つ以上提示するであろう、3Dプリンタに使用するための支持材料が、ここに記載されている。いくつかの実施の形態において、例えば、ここに記載された支持材料は、構築材料および/またはプリントパッドまたは他の3Dプリント基体への良好な接着を提供する。ここに記載された支持材料は、室温でまたはほぼ室温を含む温度で、水分散性または水溶性でもあり得る。さらに、ある場合には、ここに記載された支持材料は、石鹼または洗剤を使用せずに完成部品から除去できる。

40

【0008】

いくつかの実施の形態において、ここに記載された3Dプリントシステムに使用するための支持材料は、相変化ワックス成分および式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、 m は22から60または30から40の整数であり、 n は2から200または10から100の整数である。ある場合には、相変化ワックス成分およびエトキシ化ポリエチレンの各々は、支持材料中に、その支持材料の総質量に基づいて、約20～80質量%または40～60質量%の量で存在する。さらに、ある場合には、ここに記載された支持材料の相変化ワックス成分は、ケトンワックス、エステルワックス、アルコールワックス、アミドワックス、ウレタンワックス、もしくはそれらの混合物または組合せを含む。それに加え、いくつかの実施の形態において

50

、ここに記載された支持材料は、支持材料の総質量に基づいて、約2～30質量%の粘着付与剤をさらに含む。粘着付与剤は、ある場合には、ロジンエステル、ロジンアルコール、もしくはそれらの混合物または組合せを含み得る。さらに、ある場合には、ここに記載された支持材料は、約10質量%までの防止剤および/または安定剤をさらに含む。その上、いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料は、非硬化性であり得る。

【0009】

別の態様において、組成物がここに記載されている。ある場合には、ここに記載された組成物は、構築材料および支持材料を含む三次元プリント物品を構成し、この支持材料は、先に記載された支持材料を含む。例えば、ある場合には、この支持材料は、相変化ワックス成分および式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、 m および n は、先に記載された値を有する整数である。

10

【0010】

さらに別の態様において、3D物品をプリントする方法がここに記載されている。ここに記載された3D物品をプリントする方法は、いくつかの実施の形態において、流体の構築材料の層を選択的に堆積させて、基体上に3D物品を形成する工程、および構築材料の層の少なくとも1つを支持材料で支持する工程を有してなり、この支持材料は、先に記載された支持材料を含む。ある場合には、例えば、その支持材料は、ワックス成分および式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、 m は22から60の整数であり、 n は2から200の整数である。さらに、いくつかの実施の形態において、構築材料の層は、コンピュータ支援設計(CAD)フォーマットなどのコンピュータ可読フォーマットの3D物品の画像にしたがって堆積される。その上、ある場合には、ここに記載された方法は、構築材料を硬化させる工程をさらに有する。さらに、いくつかの実施の形態において、ここに記載された方法は、支持材料を、室温またはほぼ室温の水を含む水と接触させることにより、構築材料から支持材料を除去する工程をさらに有する。

20

【0011】

これらと他の実施の形態が、以下の詳細な説明に、より詳しく記載されている。

【発明を実施するための形態】

【0012】

ここに記載された実施の形態は、以下の詳細な説明および実施例を参照することにより、より容易に理解できる。しかしながら、ここに記載された要素、装置および方法は、その詳細な説明および実施例に提示された特定の実施の形態に制限されない。これらの実施の形態は、本発明の原理の実例にすぎないことを認識すべきである。本発明の精神および範囲から逸脱せずに、数多くの改変および適用が当業者に容易に明白となるであろう。

30

【0013】

その上、ここに開示された全ての範囲は、その中に含まれる任意の全ての部分的範囲を包含することを理解すべきである。例えば、「1.0から10.0」と述べられた範囲は、1.0以上の最小値で始まり、10.0以下の最大値で終わる任意の全ての部分的範囲、例えば、1.0から5.3、または4.7から10.0、または3.6から7.9を含むと考えるべきである。

40

【0014】

ここに開示された全ての範囲は、特に明記のない限り、その範囲の端点を含むものと考えべきである。例えば、「5と10の間」の範囲は、一般に、端点の5および10を含むと考えるべきである。

【0015】

さらに、「まで」という句が、量または数量と共に使用されている場合、その量は、少なくとも検出可能な量または数量であると理解すべきである。例えば、特定の量「まで」の量で存在する材料は、検出可能な量から、特定の量を含むそれまでの量で存在し得る。

【0016】

50

「三次元プリントシステム」、「三次元プリンタ」、「プリント」などの用語は、広く、選択的堆積、噴射、溶融堆積モデル形成、マルチジェットモデル形成、および三次元物体、部品、または物品を製造するための構築材料またはインクを使用する、現在当該技術分野で公知の、または将来知られるであろう、他の技法により、三次元物品または物体を製造するための様々な固体自由形状製造技法を記述する。

【0017】

I. 支持材料

1つの態様において、3Dプリントシステムに使用するための支持材料が、ここに記載されている。いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料は、相変化ワックス成分および式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、 m は22から60の整数であり、 n は2から200の整数である。ある場合には、ここに記載された支持材料は、粘着付与剤をさらに含む。その上、いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料は、防止剤および/または安定剤をさらに含む。

10

【0018】

ここで、支持材料の特定の成分のことを考えると、ここに記載された支持材料は、相変化ワックス成分を含む。相変化ワックス成分は、いくつかの実施の形態において、支持材料がその材料の凝固点に、またはそれより低い温度に冷却されたときに、支持材料の固화를支援または促進するように機能する。ある場合には、相変化ワックス成分は、はっきりした凝固点または狭い温度範囲に亘る凝固点を有する。いくつかの実施の形態において、例えば、相変化ワックス成分は、約1 から約5 または約1 から約3 の温度範囲に亘り凝固または固化する。ある場合には、はっきりした凝固点を有する相変化ワックス成分は、 $X \pm 0.5$ の温度範囲に亘り凝固または固化する、ここで、 X は、凝固点の中心の温度(例えば、 $X = 45$)である。

20

【0019】

本開示の目的に矛盾しないどの相変化ワックス成分を、ここに記載された支持材料に使用してもよい。いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料の相変化ワックス成分は、ケトンワックス、エステルワックス、アルコールワックス、アミドワックス、ウレタンワックス、もしくはそれらの混合物または組合せを含む。

【0020】

ケトンワックスとしては、ある場合において、アルキルアルキルケトン、アルキルアリアルケトン、アリアルアリアルケトン、アリアルアリアルアルキルケトン、アリアルアルキルアリアルケトン、アリアルアルキルアリアルアルキルケトン、アリアルアルキルアルキルアリアルケトン、もしくは上述したものの2つ以上の組合せまたは混合物が挙げられる。例えば、いくつかの実施の形態において、ここに記載された相変化ワックス成分のケトンワックスは、一般式 $R - (C=O) - R'$ を有するアルキルアルキルケトンを含み、式中、 R および R' の少なくとも一方が、少なくとも4の炭素原子を有するアルキル基であるという条件で、 R および R' の各々は、独立して、1と36の間の炭素原子を有するアルキル基である。ある場合には、そのようなアルキル基は線状である。ここに記載されたケトンワックスのアルキル基は、分岐、環状、飽和、不飽和、置換、または非置換であって差し支えない。ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したアルキルアルキルケトンの非限定的例としては、 n -オクチル- n -プロピルケトン、 n -オクチル- n -ブチルケトン、 n -デシル- n -エチルケトン、 n -ウンデシル- n -プロピルケトン、 n -ドデシル- n -エチルケトン、 j - n -ヘキシルケトン、 j - n -ヘプチルケトン、 j - n -オクチルケトン、 j - n -ノニルケトン、 j - n -デシルケトン、 j - n -ウンデシルケトン、 j - n -トリデシルケトン、 j - n -ヘプタデシルケトン、 j - n -オクタデシルケトン、およびそれらの混合物または組合せが挙げられる。他のアルキルアルキルケトンも使用してよい。

30

40

【0021】

50

さらに、ここに記載された相変化ワックス成分のケトンワックスは、一般式 $R - (C = O) - Ar$ を有するアルキルアリアルケトンも含み得、式中、 R は、アルキルアルキルケトンについて先に記載したようなアルキル基であり、 Ar は、6 から 36 の炭素原子を有するアリアル基である。このアリアル基は、ある場合には、置換または非置換フェニル、ナフチル、またはアントリル基を含む。ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したアルキルアリアルケトンの非限定的例としては、 n - オクチルフェニルケトン、 n - ウンデシルフェニルケトン、 n - ペンタデシルフェニルケトン、 n - オクタデシルフェニルケトン、およびそれらの混合物または組合せが挙げられる。他のアルキルアリアルケトンも使用してよい。

【0022】

10

その上、いくつかの実施の形態において、ここに記載された相変化ワックス成分のケトンワックスは、一般式 $Ar - (C = O) - Ar'$ を有するアリアルアリアルケトンを含み、式中、 Ar および Ar' の各々は、独立して、アルキルアリアルケトンについて先に記載したようなアリアル基である。ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したアリアルアリアルケトンの非限定的例としては、ジフェニルアセトン、2 - ナフチルフェニルケトン、およびそれらの混合物または組合せが挙げられる。他のアリアルアリアルケトンも使用してよい。

【0023】

さらに、ここに記載された相変化ワックス成分のケトンワックスは、一般式 $Ar - (C = O) - Ar' R$ または $Ar - (C = O) - R Ar'$ を有するアリアルアリアルアルキルケトンまたはアリアルアルキルアリアルケトンも含み得、式中、 R は、アルキルアルキルケトンについて先に記載したようなアルキル基であり、 Ar および Ar' の各々は、独立して、アリアルアリアルケトンについて先に記載したようなアリアル基である。ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したアリアルアルキルアリアルケトンの1つの非限定的例は、ベンジルフェニルケトンである。他のアリアルアリアルアルキルケトンまたはアリアルアルキルアリアルケトンも使用してよい。

20

【0024】

その上、いくつかの実施の形態において、ここに記載された相変化ワックス成分のケトンワックスは、一般式 $R Ar - (C = O) - Ar' R$ 、 $R Ar - (C = O) - R' Ar'$ 、または $Ar R - (C = O) - R' Ar'$ を有するアリアルアルキルアリアルアルキルケトン、アリアルアルキルアルキルアリアルケトン、またはアルキルアリアルアルキルアリアルケトンを含み、式中、 Ar および Ar' の各々は、独立して、先に記載したアリアル基であり、 R および R' の各々は、独立して、先に記載したアルキル基である。そのようなケトンの1つの非限定的例は、ジ - n - ベンジルケトンである。他のそのようなケトンも使用してよい。

30

【0025】

さらに、ここに記載されたケトンワックスが、置換されたアルキル、アリアル、アルキルアリアル、またはアリアルアルキル基を含む場合、その置換された基の1つ以上の置換基は、ある場合には、ヒドロキシ基、アミン基、イミン基、アンモニウム基、ピリジン基、ピリジニウム基、エーテル基、エステル基、アミド基、カルボニル基、チオカルボニル基、硫酸基、スルホン酸基、スルフィド基、スルホキシド基、ホスフィン基、ホスホニウム基、リン酸基、メルカプト基、ニトロソ基、スルホン基、アシル基、酸無水物基、またはアジド基を含んで差し支えない。

40

【0026】

ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したケトンワックスの追加の例としては、 $T - 1$ (花王株式会社) ; $KL B - 766$ ($C_{21} - (C = O) - C_{21}$ ケトン) (花王株式会社) ; および $KL B - 770$ ($C_{17} - (C = O) - C_{17}$ ケトン) (花王株式会社) などのステアロン、および/または $LAURONE$ (関東化学株式会社) などのラウロンが挙げられる。

【0027】

50

エステルワックスとしては、いくつかの実施の形態において、アルキルアルキルエステル、アルキルアリールエステル、アリールアリールエステル、アリールアリールアルキルエステル、アリールアルキルアリールエステル、アリールアルキルアリールアルキルエステル、もしくは上述したものの2つ以上の組合せまたは混合物が挙げられる。例えば、ある場合には、ここに記載された相変化ワックス成分のエステルワックスは、一般式 $R - (C = O) - OR'$ を有するエステルを含み、式中、RおよびR'の少なくとも一方が、少なくとも4の炭素原子を有するアルキル基であるという条件で、RおよびR'の各々は、独立して、1と36の間の炭素原子を有するアルキル基などの、ケトンワックスについて先に記載したアルキル基である。ある場合には、そのようなアルキル基は線状である。ここに記載されたエステルワックスのアルキル基は、分岐、環状、飽和、不飽和、置換、または非置換であって差し支えない。エステルワックスは、一般式 $R - (C = O) - OAr$ 、 $RO - (C = O) - Ar$ 、 $Ar - (C = O) - OAr'$ 、 $ArO - (C = O) - RAr'$ 、 $Ar - (C = O) - ORAr'$ 、 $ArO - (C = O) - Ar'R$ 、 $Ar - (C = O) - OAr'R$ 、 $ArR - (C = O) - OAr'R$ 、 $ArR - (C = O) - OR'Ar'$ 、または $RAr - (C = O) - OR'Ar'$ も有し得、式中、ArおよびAr'の各々は、独立して、先に記載したアリール基であり、RおよびR'の各々は、独立して、先に記載したアルキル基である。例えば、いくつかの実施の形態において、ArおよびAr'の各々は、6から36の炭素原子を有するアリール基である。ここに記載されたいくつかの実施の形態に使用するのに適したエステルワックスの1つの非限定的例は、ベヘン酸メチル ($CH_3O - (C = O) - CH_2(CH_2)_{20}CH_3$) である。他のエステルワックスも使用してよい。

【0028】

さらに、ここに記載されたエステルワックスが置換されたアルキル、アリール、アルキルアリール、またはアリールアルキル基を含む場合、置換された基の1つ以上の置換基は、ある場合には、置換されたケトンワックスについて先に記載された置換基を含んで差し支えない。

【0029】

アルコールワックスは、ある場合には、脂肪アルコールを含む。本開示の目的に矛盾しないどのような脂肪アルコールを使用してもよい。ある場合には、脂肪アルコールは、一般式 $C_nH_{2n+1}OH$ を有し、式中、nは6から36または8から28の整数である。いくつかの実施の形態において、例えば、脂肪アルコールとしては、デカノール ($C_{10}H_{21}OH$)、ドデカノール ($C_{12}H_{25}OH$)、テトラデカノール ($C_{14}H_{29}OH$)、ヘキサデカノール ($C_{16}H_{33}OH$)、オクタデカノール ($C_{18}H_{37}OH$)、エイコサノール ($C_{20}H_{41}OH$) またはドコサノール ($C_{22}H_{45}OH$)、もしくはそれらの混合物または組合せが挙げられる。さらに、ここに記載された脂肪アルコールは、ある場合には、ステアリルアルコールまたはベヘニルアルコールなどの第一級アルコールであって差し支えない。他の脂肪アルコールも使用してよい。

【0030】

さらに、ここに記載されたアルコールワックスは、合成鎖アルコール、またはヒドロキシル末端ポリエチレンなどのヒドロキシル末端疎水性高分子も含み得る。例えば、ある場合には、ここに記載されたアルコールワックスは、UNILIN 350、UNILIN 425、UNILIN 550、および/またはUNILIN 700を含む。

【0031】

アミドワックスとしては、いくつかの実施の形態において、アルキルアルキルアミドまたはビス(アミド)、アルキルアリールアミドまたはビス(アミド)、アリールアリールアミドまたはビス(アミド)、アリールアリールアルキルアミドまたはビス(アミド)、アリールアルキルアリールアミドまたはビス(アミド)、アリールアルキルアリールアルキルアミドまたはビス(アミド)、アリールアルキルアルキルアリールアミドまたはビス(アミド)、もしくは

10

20

30

40

50

上述したものの2つ以上の組合せまたは混合物が挙げられる。例えば、ある場合には、ここに記載された相変化ワックス成分のアミドワックスは、エチレンビス(ステアラミド)(EBS)を含む。他の場合には、アミドは、一般式 $R - (C=O) - NHR'$ を有し、式中、RおよびR'の少なくとも一方が少なくとも4つの炭素原子を有するアルキル基であるという条件で、RおよびR'の各々は、独立して、1と36の間の炭素原子を有するアルキル基などの、先に記載したアルキル基である。ある場合には、そのようなアルキル基は線状である。ここに記載されたアミドワックスのアルキル基は、分岐、環状、飽和、不飽和、置換、または非置換であって差し支えない。アミドワックスは、一般式 $R - (C=O) - NR''Ar$ 、 $RNR'' - (C=O) - Ar$ 、 $Ar - (C=O) - NR''Ar'$ 、 $ArNR'' - (C=O) - RAr'$ 、 $Ar - (C=O) - NR''RAR'$ 、 $ArNR'' - (C=O) - Ar'R$ 、 $Ar - (C=O) - NR''Ar'R$ 、 $ArR - (C=O) - NR''Ar'R$ 、 $ArR - (C=O) - NR''R'Ar'$ 、または $RAr - (C=O) - NR''R'Ar'$ を有し得、式中、ArおよびAr'の各々は、独立して、先に記載したアリアル基であり、RおよびR'の各々は、独立して、先に記載したアルキル基であり、R''は、水素または先に記載したアルキル基である。例えば、いくつかの実施の形態において、ArおよびAr'の各々は、3から36の炭素原子を有するアリアル基である。ここに記載されたいくつかの実施の形態に使用するのに適したアミドワックスの1つの非限定的例は、ステアリルステアラミド($CH_3(CH_2)_{17} - (C=O) - NH(CH_2)_{17}CH_3$)である。他のアミドワックスも使用してよい。

【0032】

ウレタンワックスは、いくつかの実施の形態において、一般化学式 $C_{18}H_{37}NRCOO C_xH_{(2x+1)}$ を有する不活性線状ウレタンワックスの部類から選択され、式中、xは4から16または4から22の整数であり、RはHまたはC1~C20アルキルである。ある場合には、RはHである。いくつかの実施の形態において、RはC1~C6アルキル、C1~C10アルキル、またはC1~C20アルキルである。あるいは、他の場合には、ウレタンワックスは、式 $C_xH_{(2x+1)}NRC(O)OC_yH_{2y}OC(O)C(CH_3)=CH_2$ を有する反応性線状ウレタンワックスの部類から選択され、式中、xは12から18の整数であり、yは2から12の整数であり、RはHまたはC1~C20アルキルである。いくつかの実施の形態において、RはHである。他の場合には、RはC1~C6アルキル、C1~C10アルキル、またはC1~C20アルキルである。ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したウレタンワックスの非限定的例としては、1-ドデシル-N-オクタデシルカルバメート($CH_3(CH_2)_{17}NHCOO(CH_2)_{11}CH_3$)、および1-ヘキサデシル-N-オクタデシルカルバメート($CH_3(CH_2)_{17}NHCOO(CH_2)_{15}CH_3$)が挙げられる。他のウレタンワックスも使用してよい。

【0033】

ここに記載された支持材料の相変化ワックス成分の化学組成は、相変化ワックス成分および/または相変化ワックス成分を含む支持材料の1つ以上の所望の性質に基づいて選択して差し支えない。例えば、ある場合には、相変化ワックス成分の化学組成は、その相変化ワックス成分が、1気圧の圧力で、40 から110 または60 から90 を中心とする融点を有するように選択される。他の場合には、相変化ワックス成分の化学組成は、その相変化ワックス成分が、下記にさらに記載されるように、支持材料のエトキシル化ポリエチレンと混和性であるように選択される。

【0034】

さらに、ここに記載された支持材料の相変化ワックス成分は、本開示の目的と矛盾しないいくらの量で支持材料中に存在しても差し支えない。ある場合には、例えば、相変化ワックス成分は、支持材料の総質量に基づいて、20~80質量%、30~70質量%、40~60質量%、または45~55質量%の量で存在する。

【0035】

ここに記載された支持材料はエトキシル化ポリエチレン成分も含み、そのエトキシル化ポリエチレンは、式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有し、式中、mは22

10

20

30

40

50

から60の整数であり、nは2から200の整数である。ある場合には、mは30から40の整数であるおよび/またはnは10から100または60から90の整数である。mおよびnのそのような値を選択することにより、いくつかの実施の形態において、支持材料の1種類以上の相変化ワックス成分などの、支持材料の1種類以上の他の成分とのエトキシ化ポリエチレンの混和性もしくは他の化学的または物理的適合性が可能になる。

【0036】

例えば、ある場合には、ここに記載された支持材料のエトキシ化ポリエチレンは、70~95の温度および1気圧の圧力で、ケトンワックス、エステルワックス、アルコールワックス、およびアミドワックスの少なくとも2つ、少なくとも3つ、または少なくとも4つと混和性である。いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料のエトキシ化ポリエチレンおよび相変化ワックス成分は、70~95の温度および1気圧の圧力で混和性である。互いに「混和性」である材料は、複数の分離相を形成するのとは対照的に、混合されたときに、単相を形成できる。

10

【0037】

ここに記載された支持材料のいくつかの実施の形態に使用するのに適したエトキシ化ポリエチレンの非限定的例としては、UNITHOX 450、UNITHOX 480、UNITHOX 550、およびUNITHOX 750が挙げられる。

【0038】

さらに、エトキシ化ポリエチレンは、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で、ここに記載された支持材料中に存在しても差し支えない。ある場合には、例えば、エトキシ化ポリエチレンは、支持材料の総質量に基づいて、20~80質量%、30~70質量%、40~60質量%、または45~55質量%の量で存在する。

20

【0039】

さらに、ある場合には、ここに記載されたエトキシ化ポリエチレンは、支持材料において、エトキシ化ポリエチレン以外の1種類以上の水分散性または水溶性高分子などの1種類以上の他の種と少なくとも部分的に置換され得る。いくつかの実施の形態において、例えば、エトキシ化ポリエチレンは、ポリエチレングリコール(PEG)と少なくとも部分的に置換される。さらに、「水分散性」高分子は、ある場合には、20~30の温度などの、室温(25)またはそれに近い温度での水を含む、水中に分散され得るの親水性または両親媒性高分子も含み得る。

30

【0040】

ここに記載された支持材料は、いくつかの実施の形態において、粘着付与剤をさらに含む。「粘着付与剤」を含有すると、ある場合には、下記にさらに記載されるように、支持材料のプリント基体および/または構築材料への接着性を増加させることができる。本開示の目的に矛盾しないどの粘着付与剤を使用してもよい。いくつかの実施の形態において、例えば、粘着付与剤は、ロジンエステル、ロジンアルコール、もしくはそれらの混合物または組合せを含む。本開示の目的に矛盾しないどのロジンエステルまたはロジンアルコールを使用してもよい。

【0041】

いくつかの実施の形態において、ロジンエステルは、アルコールと樹脂酸との反応生成物を含む。そのアルコールとしては、いくつかの実施の形態において、メタノール、グリセロール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、および/またはペンタエリトリールが挙げられる。樹脂酸は、ある場合には、アビエチン酸、ネオアビエチン酸、デヒドロアビエチン酸、パルストリン酸、ピマル酸、イソピマル酸、レボピマル酸、およびサンダラコピマル酸の1種類以上を含む。さらに、ある場合には、ロジンエステルは、少なくとも部分的に水素化されている。

40

【0042】

ロジンアルコールは、いくつかの実施の形態において、先に記載された樹脂酸を含む、1種類以上の樹脂酸の水素化の反応生成物を含む。さらに、ある場合には、ロジンアルコールとしては、ヒドロアビエチルアルコールなどの第一級アルコールが挙げられる。

50

【0043】

粘着付与剤は、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で、ここに記載された支持材料中に存在しても差し支えない。ある場合には、例えば、粘着付与剤は、支持材料の総質量に基づいて、2～30質量%、5～25質量%、または10～20質量%の量で存在する。

【0044】

ここに記載された支持材料は、いくつかの実施の形態において、防止剤または安定剤をさらに含む。防止剤または安定剤は、ある場合には、ここに記載された支持材料の1つ以上の成分の重合、酸化、もしくは他の反応または分解を防ぐまたは阻害することができる。本開示の目的に矛盾しないどの防止剤または安定剤を使用してもよい。ある場合には、防止剤または安定剤は、1種類以上の酸化防止剤を含む。ある場合には、例えば、防止剤または安定剤としては、ブチル化ヒドロキシトルエン（BHT）などのアリール化合物が挙げられる。他の防止剤または安定剤も使用してよい。

10

【0045】

防止剤または安定剤は、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で、ここに記載された支持材料中に存在しても差し支えない。いくつかの実施の形態において、防止剤または安定剤は、支持材料中に、その支持材料の総質量に基づいて、約10質量%までまたは約5質量%までの量で存在する。ある場合には、防止剤または安定剤は、支持材料中に、その支持材料の総質量に基づいて、約0.1質量%から約10質量%、約0.1質量%から約5質量%、または約0.5質量%から約4質量%に及ぶ量で存在する。

【0046】

ここに記載された組成を有する支持材料は、水分散性または水溶性であり得る。「水分散性」支持材料は、ある場合には、水を攪拌してもしなくても、水中に浸漬されたときに、18時間以内、8時間以内、2時間以内、1時間以内、30分以内、15分以内、5分以内、3分以内、2分以内、または1分以内で、水中に完全にまたは実質的に完全に分散され得る。水中に「実質的に分散」される支持材料は、いくつかの実施の形態において、支持材料の総質量に基づいて、少なくとも約80質量%、少なくとも約90質量%、少なくとも約95質量%、または少なくとも約99質量%の量で、溶媒和化学種として、および/またはコロイドまたは懸濁粒子として、水中に存在する。さらに、いくつかの実施の形態において、水は、25の温度などの20～30の温度である。

20

【0047】

さらに、いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料は、水または連続水相と接触したときに、自己乳化性である。その上、ある場合には、ここに記載された支持材料の水分散液は、廃水処理システムに入る前に、さらに化学的および/または物理的処理を行わずに、廃水処理システム中に直接処分することができる。ある場合には、例えば、ここに記載された支持材料の水分散液は、地方自治体の廃水処理システムに入る前に、さらに化学的および/または物理的処理または処置を行わずに、地方自治体の廃水処理システム中に処分することができる。その上、ある場合には、ここに記載された支持材料は生分解性である。

30

【0048】

さらに、ここに記載された支持材料は、いくつかの実施の形態において、1つ以上の3Dプリントシステムの温度パラメータに調和する融点または凝固点を有し得る。ある場合には、支持材料の融点は、約45から約95、約45から約70、約50から約65、約55から約63、または約60から約62に及ぶ。さらに、いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料の凝固点は、約45から約55、約47から約52、または約49から約51に及ぶ。

40

【0049】

さらに、ある場合には、ここに記載された支持材料は、1つ以上の3Dプリントシステムの要件およびパラメータに調和する粘度を有する。ある場合には、例えば、ここに記載された支持材料の粘度は、ASTM規格D2983（例えば、Brookfield Model DV-II+Viscometerを使用して）にしたがって測定した場合、

50

約 65 の温度で、約 9.0 センチポアズ (cP) から約 14.0 cP に及ぶ。いくつかの実施の形態において、支持材料の粘度は、約 65 の温度で、約 9.5 cP から約 12.0 cP または約 10.0 cP から 11.0 cP に及ぶ。他の場合には、ここに記載された支持材料の粘度は、約 80 の温度で、約 10.0 cP から約 19.0 cP、約 11.0 cP から約 14.0 cP、約 11.5 cP から約 13.5 cP、または約 12.0 cP から約 13.0 cP に及ぶ。

【0050】

その上、いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料は、非硬化性である、またはフリーラジカル重合に使用される電磁放射線が照射されたときに、重合または実質的に重合しない。ある場合には、ここに記載された支持材料は、1種類以上のアクリレート、メタクリレート、またはビニル種などの、1種類以上のエチレン不飽和部分を有する化学種を含まない。いくつかの実施の形態において、そのような化学種は、ここに記載された支持材料中に、その支持材料の総質量に基づいて、約 5 質量% 以下、約 1 質量% 以下、約 0.5 質量% 以下、または約 0.1 質量% 以下の量しか存在しない。

10

【0051】

ここに記載された支持材料の様々な成分は、本開示の目的に矛盾しないいかなる比率で組み合わせられても、または混合されても差し支えない。成分の適切な比率を確立するための一般指針は、3D プリントシステムに使用するための支持材料に十分な機械的完全性を提供しながら、または 3D プリントシステムの 1 つ以上の特定の噴射温度または堆積速度にとって支持材料の所望の粘度を提供しながら、支持材料の水分散性を維持することを含み得る。

20

【0052】

ここに記載された支持材料は、本開示の目的に矛盾しないいかなる方法で製造しても差し支えない。ある場合には、例えば、ここに記載された支持材料を調製する方法は、支持材料の成分を混合する工程、その混合物を溶解させる工程、および溶解した混合物を濾過する工程を有してなる。混合物の溶解は、いくつかの実施の形態において、約 55 の温度または約 40 から約 110 の範囲の温度で行われる。いくつかの実施の形態において、ここに記載された支持材料は、反応槽内に支持材料の全ての成分を入れ、得られた混合物を、攪拌しながら、約 40 から約 110 に及ぶ温度に加熱することにより、製造される。その加熱と攪拌は、混合物が実質的に均質な溶解状態に達するまで続けられる。一般に、溶解した混合物は、噴射と干渉するかもしれないどのような大きい望ましくない粒子も除去するために、流動性状態にある間に、濾過することができる。

30

【0053】

II. 組成物

別の態様において、組成物がここに記載されている。いくつかの実施の形態において、組成物は、構築材料および支持材料を含む三次元プリント物品を構成し、この支持材料は、項目 I において先に記載された支持材料を含む。ここに記載された組成物に、項目 I に記載されたどの支持材料を使用してもよい。例えば、ある場合には、支持材料は、ワックス成分および式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、 m は 22 から 60 または 30 から 40 の整数であり、 n は 2 から 200 または 10 から 100 の整数である。それに加え、ある場合には、相変化ワックス成分およびエトキシ化ポリエチレンの各々は、支持材料中に、その支持材料の総質量に基づいて、20 ~ 80 質量% または 40 ~ 60 質量% の量で存在する。さらに、いくつかの実施の形態において、ここに記載された組成物の支持材料は、ロジンエステル、ロジンアルコール、もしくはそれらの混合物または組合せなどの粘着付与剤をさらに含む。さらに、ここに記載された組成物の支持材料は、20 ~ 30 の温度の水に浸漬されたまたは水と接触したときを含む場合に、水分散性であり得る。

40

【0054】

ここに記載された組成物は、構築材料も含む。ここに与えられるように、三次元プリント物品の支持材料は、その物品の製造に使用される構築材料の 1 つ以上の層を支持する。

50

本開示の目的に矛盾しないいかなる構築材料を使用してもよい。いくつかの実施の形態において、構築材料は硬化性材料を含む。その硬化性材料は、構築材料中に、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で存在しても差し支えない。ある場合には、硬化性材料は、構築材料の総質量に基づいて、約99質量%まで、約95質量%まで、約90質量%まで、または約80質量%までの量で存在する。ある場合には、ここに記載された構築材料は、その構築材料の総質量に基づいて、約10～95質量%の硬化性材料を含む。いくつかの実施の形態において、構築材料は、約20～80質量%の硬化性材料、約30～70質量%の構築材料、または約70～90質量%の硬化性材料を含む。

【0055】

その上、本開示の目的に矛盾しないいかなる硬化性材料を使用してもよい。ある場合には、硬化性材料は、1種類以上の重合性成分を含む。ここでの参照目的の「重合性成分」は、プリントされた3D物品または物体を提供するために重合または硬化できる成分を含む。重合または硬化は、本開示の目的に矛盾しないいかなる様式で行っても差し支えない。いくつかの実施の形態において、例えば、重合または硬化は、重合または架橋反応を開始するのに十分なエネルギーを有する電磁放射線を照射する工程を含む。例えば、いくつかの実施の形態において、紫外線(UV)放射を使用しても差し支えない。

【0056】

さらに、本開示の目的に矛盾しないいかなる重合性成分を使用してもよい。いくつかの実施の形態において、重合性成分は、1種類以上の官能基または部分であって、重合反応などにおいて、別の単量体化学種の同じまたは異なる官能基または部分と反応して、1つ以上の共有結合を形成することができる1種類以上の官能基または部分を有する化学種などの、単量体化学種を含む。重合反応は、いくつかの実施の形態において、エチレン不飽和の地点を含む、不飽和の地点のものなどの、フリーラジカル重合を含む。いくつかの実施の形態において、重合性成分は、ビニル基またはアリル基などの、少なくとも1つのエチレン不飽和部分を含む。ある場合には、重合性成分は、ここに記載されたような不飽和の1つ以上の地点などにより、追加の重合を経ることができるオリゴマー化学種を含む。いくつかの実施の形態において、重合性成分は、ここに記載された、1種類以上の単量体化学種および1種類以上のオリゴマー化学種を含む。ここに記載された、単量体化学種および/またはオリゴマー化学種は、1つの重合性部分または複数の重合性部分を有し得る。

【0057】

いくつかの実施の形態において、重合性成分は、1種類以上の光重合性または光硬化性化学種を含む。光重合性化学種は、いくつかの実施の形態において、UV硬化性化学種を含む。いくつかの実施の形態において、重合性成分は、約300nmから約400nmに及ぶ波長で、光重合性または光硬化性である。あるいは、いくつかの実施の形態において、重合性成分は、電磁スペクトルの可視波長で、光重合性である。

【0058】

ある場合には、ここに記載された重合性成分は、1種類以上の(メタ)アクリレート種を含む。ここに用いたように、「(メタ)アクリレート」という用語は、アクリレートまたはメタアクリレートもしくはそれらの混合物または組合せを含む。ある場合には、重合性成分は、脂肪族ポリエステルウレタンアクリレートオリゴマー、ウレタン(メタ)アクリレート樹脂、および/またはアクリレートアミンオリゴマー樹脂を含む。いくつかの実施の形態において、UV重合性または硬化性樹脂またはオリゴマーは、フリーラジカル光開始剤の存在下で重合する、噴射温度で露出状態において少なくとも1週間に亘り、かつ密閉状態において少なくとも4週間に亘り、熱安定性である、および/または噴射温度より高い沸点を有する、どのメタアクリレートまたはアクリレート樹脂も含み得る。その上、ある場合には、重合性成分は、噴射温度より高い引火点を有する。

【0059】

ここに記載された構築材料に使用するのに適したウレタン(メタ)アクリレートは、いくつかの実施の形態において、公知の様式で、典型的には、ヒドロキシル末端ウレタンを

10

20

30

40

50

アクリル酸またはメタクリル酸と反応させて、対応するウレタン(メタ)アクリレートを得ることにより、もしくはイソシアネート末端プレポリマーをヒドロキシアルキルアクリレートまたはメタクリレートと反応させて、ウレタン(メタ)アクリレートを得ることにより、調製できる。適切なプロセスが、特に、欧州特許出願公開第114982号および同第133908号の各明細書に開示されている。そのような(メタ)アクリレートオリゴマーの重量平均分子量は、概して、約400から10,000、または約500から7,000の範囲にある。ウレタン(メタ)アクリレートは、製品名CN980、CN981、CN975およびCN2901でSARTOMER Companyから、または製品名BR-741でBomar Specialties Co. (コネティカット州、ウinstedd所在)から、市販もされている。ここに記載されたいくつかの実施の形態において、ウレタン(メタ)アクリレートオリゴマーの粘度は、ASTM D2983に準拠した様式で測定した場合、約50 で、約140,000 cPから約160,000 cP、または約50 で、約125,000 cPから約175,000 cPに及ぶ。ここに記載されたいくつかの実施の形態において、ウレタン(メタ)アクリレートオリゴマーの粘度は、ASTM D2983に準拠した様式で測定した場合、約50 で、約100,000 cPから約200,000 cP、または約50 で、約10,000 cPから約300,000 cPに及ぶ。

【0060】

いくつかの実施の形態において、重合性成分は、様々な組合せで使用できる、メタクリレート、ジメタクリレート、トリアクリレート、およびジアクリレートなどの1種類以上の低分子量材料を含む、いくつかの実施の形態において、例えば、重合性成分は、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレート、2-フェノキシエチルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート、トリシクロデカンジメタノールジアクリレート、2-フェノキシエチルアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、単官能性脂肪族ウレタンアクリレート、ポリプロピレングリコールモノメタクリレート、ポリエチレングリコールモノメタクリレート、シクロヘキサンジメタノールジアクリレート、およびトリデシルメタクリレートの1種類以上を含む。

【0061】

さらに、ある場合には、重合性成分は、1,3-または1,4-ブタンジオール、ネオペンチルグリコール、1,6-ヘキサジオール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、テトラエチレングリコール、ポリエチレングリコール、トリプロピレングリコール、エトキシ化またはプロポキシ化ネオペンチルグリコール、1,4-ジヒドロキシメチルシクロヘキサン、2,2-ビス(4-ヒドロキシシクロヘキシル)プロパンまたはビス(4-ヒドロキシシクロヘキシル)メタン、ヒドロキノン、4,4'-ジヒドロキシビフェニル、ビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールS、エトキシ化またはプロポキシ化ビスフェノールA、エトキシ化またはプロポキシ化ビスフェノールF、もしくはエトキシ化またはプロポキシ化ビスフェノールSを含む、脂肪族、脂環式または芳香族ジオールのジアクリレートおよび/またはジメタクリレートエステルを含む。

【0062】

その上、重合性成分は、いくつかの実施の形態において、1,1-トリメチロールプロパントリアクリレートまたはメタクリレート、エトキシ化またはプロポキシ化1,1,1-トリメチロールプロパントリアクリレートまたはメタクリレート、エトキシ化またはプロポキシ化グリセロールトリアクリレート、ペンタエリトリールモノヒドロキシトリアクリレートまたはメタクリレート、および/またはトリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレートトリアクリレートなどの1種類以上のトリ(メタ)アクリレートを含む。ここに記載された構築材料の重合性成分は、ジペンタエリトリールモノヒドロキシペンタアクリレートまたはビス(トリメチロールプロパン)テトラアクリレートなどの、1種類以上の高級官能性アクリレートまたはメタクリレートも含み得る。いくつかの実

10

20

30

40

50

施の形態において、構築材料の(メタ)アクリレートの分子量は、約250から700に及ぶ。

【0063】

ある場合には、重合性成分としては、アリルアクリレート、アリルメタクリレート、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、n-プロピル(メタ)アクリレート、n-ブチル(メタ)アクリレート、イソブチル(メタ)アクリレート、n-ヘキシル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、n-オクチル(メタ)アクリレート、n-デシル(メタ)アクリレートおよびn-ドデシル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、2-および3-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、2-メトキシエチル(メタ)アクリレート、2-エトキシエチル(メタ)アクリレートおよび2-または3-エトキシプロピル(メタ)アクリレート、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、2-(2-エトキシエトキシ)エチルアクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、2-フェノキシエチルアクリレート、グリシジルアクリレート、イソデシルアクリレート、またはそれらの組合せが挙げられる。

10

【0064】

ここに記載されたいくつかの実施の形態に有用な重合性成分の種の追加の非限定的例に以下がある：商標名SR506AでSARTOMERから市販されている、イソボルニルアクリレート(IBOA)；商標名SR423AでSARTOMERから市販されている、イソボルニルメタクリレート；および商標名SR205でSARTOMERから市販されている、トリエチレングリコールジメタクリレート。

20

【0065】

ここに記載された構築材料は、いくつかの実施の形態において、光開始剤、防止剤、安定剤、増感剤、およびそれらの組合せからなる群より選択される1種類以上の添加剤などの1種類以上の添加剤をさらに含んで差し支えない。例えば、いくつかの実施の形態において、構築材料は、1種類以上の光開始剤をさらに含む。本開示の目的に矛盾しないいかなる光開始剤を使用しても差し支えない。いくつかの実施の形態において、光開始剤は、フリーラジカルを生じるために、好ましくは約250nmと約400nmの間、または約300nmと約385nmの間の光を吸収するように働く、アルファ開裂型(単分子分解過程)光開始剤、または水素引き抜き増感剤-第三級アミン相乗効果剤を含む。

30

【0066】

アルファ開裂型光開始剤の例に、Irgacure 184(CAS 947-19-3)、Irgacure 369(CAS 119313-12-1)、およびIrgacure 819(CAS 162881-26-7)がある。増感剤-アミンの組合せの例に、Darocur BP(CAS 119-61-9)のジエチルアミノエチルメタクリレートとの組合せがある。

【0067】

いくつかの実施の形態において、適切な光開始剤としては、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾイルエチルエーテルおよびベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾインフェニルエーテルなどのベンゾイルエーテル類、および酢酸ベンゾインを含むベンゾイン類、アセトフェノン、2,2-ジメトキシアセトフェノンおよび1,1-ジクロロアセトフェノンを含むアセトフェノン類、ベンジル、ベンジルジメチルケタールおよびベンジルジエチルケタールなどのベンジルケタール類、2-メチルアントラキノン、2-エチルアントラキノン、2-tert-ブチルアントラキノン、1-クロロアントラキノンおよび2-アミルアントラキノンを含むアントラキノン類、トリフェニルホスフィン、ベンゾイルホスフィンオキシド類、例えば、2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド(Lucirin TPO)、ベンゾフェノンおよび4,4'-ビス(N,N'-ジメチルアミノ)ベンゾフェノン、チオキサントンおよびキサントンなどのベンゾフェノン類、アクリジン誘導体、フェナジン誘導体、キノキサリン誘導体または1-フェニル-1,2-プロパンジオン、2-O-ベンゾイルオキシム、1-アミノフェニルケトンまたは1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、フェニル1-ヒドロキシ

40

50

イソプロピルケトンおよび4-イソプロピルフェニル1-ヒドロキシイソプロピルケトンなどの1-ヒドロキシフェニルケトンが挙げられる。

【0068】

いくつかの実施の形態において、適切な光開始剤としては、アセトフェノン、2,2-ジアルコキシベンゾフェノンおよび1-ヒドロキシクロヘキシルフェニルケトンまたは2-ヒドロキシイソプロピルフェニルケトン(=2-ヒドロキシ-2,2-ジメチルアセトフェノン)などの1-ヒドロキシフェニルケトンを含む、HeCdレーザ線源に使用するのに働くことのできるものが挙げられる。それに加え、いくつかの実施の形態において、適切な光開始剤としては、ベンジルジメチルケタールなどのベンジルケタールを含む、Arレーザ線源に使用するのに働くことのできるものが挙げられる。ある場合には、光開始剤としては、1-ヒドロキシフェニルケトン、ベンジルジメチルケタールまたは2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシドもしくはそれらの混合物が挙げられる。

10

【0069】

適切な光開始剤の別の部類は、ある場合には、化学線を吸収し、重合開始のためのフリーラジカルを生成できるイオン性染料-対イオン化合物を含む。いくつかの実施の形態において、イオン性染料-対イオン化合物を含有する構築材料は、約400nmから約700nmの調節可能な波長範囲内の可視光で、より可変的に硬化させられる。イオン性染料-対イオン化合物およびその作動様式が、欧州特許出願公開第0223587号、並びに米国特許第4751102号、同第4772530号、および同第4772541号の各明細書に開示されている。

20

【0070】

光開始剤は、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で、ここに記載された構築材料中に存在しても差し支えない。いくつかの実施の形態において、光開始剤は、構築材料中に、その構築材料の総質量に基づいて、約5質量%までの量で存在する。いくつかの実施の形態において、光開始剤は、約0.1質量%から約5質量%に及ぶ量で存在する。

【0071】

いくつかの実施の形態において、構築材料は、1種類以上の増感剤をさらに含む。増感剤は、存在することもある1種類以上の光開始剤の有効性を増加させるために、構築材料に加えることができる。本開示の目的に矛盾しないいかなる増感剤を使用してもよい。いくつかの実施の形態において、増感剤は、イソプロピルチオキサントン(ITX)を含む。他の場合には、増感剤は、2-クロロチオキサントン(CTX)を含む。

30

【0072】

増感剤は、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で構築材料中に存在しても差し支えない。いくつかの実施の形態において、増感剤は、構築材料の総質量に基づいて、約0.1質量%から約2質量%、または約0.5質量%から約1質量%に及ぶ量で存在する。

【0073】

ここに記載された組成物の構築材料は、いくつかの実施の形態において、1種類以上の重合防止剤または安定剤をさらに含む。この組成物に追加の熱安定性を与えるために、構築材料に重合防止剤を加えても差し支えない。本開示の目的に矛盾しないいかなる重合防止剤を使用してもよい。いくつかの実施の形態において、重合防止剤は、メトキシヒドロキノン(MEHQ)を含む。上述したように、安定剤は、アリール化合物、例えば、BHTなどの、酸化防止剤を1種類以上含んで差し支えない。

40

【0074】

重合防止剤および/または安定剤は、本開示の目的に矛盾しないいかなる量で構築材料中に存在しても差し支えない。いくつかの実施の形態において、重合防止剤または安定剤は、構築材料の総質量に基づいて、約0.1質量%から約5質量%、約0.1質量%から約2質量%、約0.5質量%から1質量%、または約0.5質量%から約4質量%に及ぶ量で存在する。

【0075】

50

ここに記載された構築材料は、様々な他の望ましい性質も示すことができる。例えば、ここに記載された構築材料は、本開示の目的に矛盾しないいかなる凝固点、融点、および/または他の相転移温度を示すこともできる。いくつかの実施の形態において、構築材料は、相変化構築材料に使用するために設計された3Dプリントシステムを含む、いくつかの3Dプリントシステムに使用される温度に合う凝固点または融点を有する。いくつかの実施の形態において、構築材料の凝固点は、約40 超である。ある場合には、例えば、構築材料の凝固点は、約45 から約55 または約50 から約80 に及ぶ温度を中心とする。他の例において、構築材料の凝固点は、約40 未満または約30 未満である。

【0076】

さらに、ここに記載されたいくつかの実施の形態において、構築材料は、はっきりした凝固点または他の相転移を示す。ある場合には、構築材料は、約1 から約10 、約1 から約8 、または約1 から約5 の温度範囲などの、狭い温度範囲で凝固する。いくつかの実施の形態において、はっきりした凝固点を有する構築材料は、 $X \pm 2.5$ の温度範囲で凝固し、式中、 X は、凝固点の中心である温度（例えば、 $X = 65$ ）である。

【0077】

その上、ここに記載された構築材料は、いくつかの実施の形態において、3Dプリントシステムで経験する噴射温度で流体である。さらに、ある場合には、構築材料は、三次元プリント物品または物体の製造中に、表面上に一旦堆積されたら、固化する。あるいは、他の実施の形態において、構築材料は、表面上に堆積された際に、実質的に流体のままである。構築材料の固化は、ある場合には、凝固などの、その構築材料の相変化により起こる。相変化は、いくつかの実施の形態において、液体から固体への相変化、または液体から半固体への相変化を含む。いくつかの実施の形態において、構築材料の固化は、さらに下記に記載されるように、低粘度状態から高粘度状態への粘度の増加などの、粘度の増加を含む。

【0078】

さらに、ここに記載された構築材料は、1つ以上の3Dプリントシステムの要件およびパラメータに調和する粘度プロファイルを有し得る。いくつかの実施の形態において、例えば、ここに記載された構築材料の粘度は、ASTM規格D2983にしたがって測定した場合、約65 の温度で、約8.0 cPから約19.0 cP、約8.0から約13.5 cP、または約11.0 cPから約14.0 cPに及ぶ。他の場合には、ここに記載された構築材料の粘度は、約80 の温度で、約8.0 cPから約14.0 cP、約9.5 cPから約12.5 cP、または約10.5 cPから約12.5 cPに及ぶ。ある場合には、構築材料の粘度は、約85 ~ 87 の温度で、約8.0 cPから約10.0 cPに及ぶ。

【0079】

さらに、ここに記載された構築材料は、いくつかの実施の形態において、1つ以上の所望の特徴の組合せを示す。ある場合には、例えば、非硬化状態の構築材料は、以下の性質の1つ以上を有する：

1. 約30 と約65 の間の凝固点；
2. 70 ~ 95 での約8 cPから約16 cPの噴射粘度；および
3. 噴射温度での少なくとも3日間に亘る熱安定性。

粘度は、ASTM D2983（例えば、Brookfield Model DV-III + Viscometerを使用して）にしたがって測定できる。その上、ここにおける参照目的のために、熱安定性材料は、規定期間（例えば、3日間）に亘り、その期間の初めと終わりで規定温度（例えば、85 の噴射温度）で測定した場合、35パーセント以下しか粘度の変化を示さない。いくつかの実施の形態において、粘度変化は、約30パーセント以下または約20パーセント以下、もしくは約10パーセントと約20パーセントの間または約25パーセントと約30パーセントの間である。さらに、いくつかの実施の

10

20

30

40

50

形態において、粘度変化は、粘度の上昇である。

【0080】

さらに、硬化状態におけるここに記載された構築材料は、いくつかの実施の形態において、1つ以上の所望の性質を示すことができる。硬化状態における構築材料は、ある場合には、少なくとも部分的に重合したおよび/または架橋した硬化性材料または重合性成分を含む構築材料を含む。例えば、いくつかの実施の形態において、硬化した構築材料は、少なくとも約10%重合または架橋している、もしくは少なくとも約30%重合または架橋している。ある場合には、硬化した構築材料は、少なくとも約50%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、または少なくとも約90%重合または架橋している。いくつかの実施の形態において、硬化した構築材料は、約10%と約99%の間の割合で重合または架橋している。ある場合には、ここに記載された構築材料は、硬化状態にあるときに、以下の性質の1つ以上を有し得る：

1. 少なくとも2,000 psi (約13.8 MPa) の引張強度；
2. 少なくとも100,000 psi (約約690 MPa) の引張係数；
3. 少なくとも9%の引張伸び；
4. 少なくとも60のショアD硬度；
5. 少なくとも0.2 ft-lb/in (約10.6 J/m) (アイゾッドノッチ付き) の衝撃強度；
6. 少なくとも1,500 psi (約10.3 MPa) の曲げ強度；および
7. 少なくとも2,500 psi (約17.2 MPa) の曲げ弾性率。

【0081】

ここに記載された構築材料は、いくつかの実施の形態において、本開示の目的に矛盾しないいかなる様式で製造しても差し支えない。ある場合には、例えば、ここに記載された構築材料を調製する方法は、構築材料の成分を混合する工程、その混合物を溶解させる工程、および溶解した混合物を濾過する工程を有してなる。混合物を溶解させる工程は、いくつかの実施の形態において、約75 の温度または約75 から約85 の範囲の温度で行われる。いくつかの実施の形態において、ここに記載された構築材料は、反応槽内に構築材料の全ての成分を入れ、得られた混合物を、攪拌しながら、約75 から約85 に及ぶ温度に加熱することにより、製造される。その加熱と攪拌は、混合物が実質的に均質な溶解状態に達するまで続けられる。一般に、溶解した混合物は、噴射と干渉するかもしれないどのような大きい望ましくない粒子も除去するために、流動性状態にある間に、濾過することができる。次いで、濾過された混合物は、3Dプリンタ内で加熱されるまで、周囲温度に冷却される。

【0082】

ここに記載された三次元プリント物品は、いくつかの実施の形態において、構築材料の複数の層から作られ、その構築材料の層は、コンピュータ可読フォーマットのデータにしたがって堆積される。さらに、構築材料の堆積層の少なくとも1つは、ここに記載された支持材料により支持されている。この支持材料は、前記組成物の三次元プリント物品または物体の製造を完了するために、除去可能である。

【0083】

III. 3D物品をプリントする方法

別の態様において、3D物品または物体をプリントする方法がここに記載されている。いくつかの実施の形態において、3D物品をプリントする方法は、流体の構築材料の層を選択的に堆積させて、基体上に3D物品を形成する工程、および構築材料の少なくとも1つの層を、項目Iにおいて先に記載された支持材料を含む支持材料で支持する工程を有してなる。ここに記載された方法に、項目Iに記載されたどの支持材料を使用してもよい。例えば、ある場合には、支持材料は、ワックス成分および式 $H - (CH_2)_m - (OCH_2CH_2)_n - OH$ を有するエトキシ化ポリエチレンを含み、式中、mは22から60または30から40の整数であり、nは2から200または10から100の整数である。それに加え、いくつかの実施の形態において、相変化ワックス成分およびエトキシ化ポリ

エチレンの各々は、支持材料中に、その支持材料の総質量に基づいて、20～80質量%または40～60質量%の量で存在する。さらに、ある場合には、ここに記載された方法の支持材料は、ロジンエステル、ロジンアルコール、もしくはそれらの混合物または組合せなどの粘着付与剤をさらに含む。ここに記載された方法の支持材料は、ある場合には、20～30の温度の水に浸漬されたまたは水と接触したときを含む場合に、水分散性であり得る。さらに、3D物品をプリントする方法のいくつかの実施の形態において、構築材料は、項目IIにおいて先に記載された構築材料のどの実施の形態を含んでも差し支えない。

【0084】

その上、ここに記載された3D物品をプリントする方法は、構築材料を硬化させる工程をさらに含む。例えば、いくつかの実施の形態において、この方法は、構築材料を硬化させるのに十分な波長および強度の電磁照射線にその構築材料を曝す工程をさらに含む。堆積された構築材料の層は、ある場合には、構築材料の別の層または隣接する層の堆積の前に硬化される。

【0085】

いくつかの実施の形態において、ここに記載された構築材料の事前に選択された量が、適切な温度に加熱され、インクジェット3Dプリンタなどの適切な3Dプリンタのプリントヘッドまたは複数のプリントヘッドを通じて噴射されて、構築槽内の構築支持台上に層を形成する。構築材料の各層は、事前に選択されたコンピュータ支援設計(CAD)パラメータにしたがって堆積させることができる。構築材料を堆積させるための適切なプリントヘッドは、1つの実施の形態において、圧電Z850プリントヘッドである。ここに記載された構築材料および支持材料を堆積させるための追加の適切なプリントヘッドは、様々なインクジェットプリント装置の製造業者から市販されている。例えば、XeroxプリントヘッドまたはRicohプリントヘッドも使用してよい。

【0086】

いくつかの実施の形態において、構築環境の温度は、構築材料の噴射された液滴が受容面と接触した際に固化するように制御することができる。他の場合には、構築材料の噴射された液滴は、受容面と接触した際に固化せず、実質的に流体状態のままである。いくつかの実施の形態において、各層が堆積された後、堆積した材料は、次の層の堆積前に、平坦化され、電磁(例えば、UV)照射線により硬化される。必要に応じて、平坦化および硬化前に、いくつかの層を堆積しても差し支えない、または多数の層を堆積し、硬化させ、続いて、1つ以上の層を堆積し、次いで、硬化させずに平坦化しても差し支えない。平坦化により、分配された材料を平らにして、過剰な材料を除去し、プリンタの支持台上に均一に滑らかな露出されたまたは平らな上向きの表面を作り出すことにより、材料を硬化させる前に、1つ以上の層の厚さを補正することができる。いくつかの実施の形態において、平坦化は、1つ以上のプリント方向で逆回転するが、1つ以上の他のプリント方向で逆回転しないことがある、ローラなどのワイパー装置により行われる。いくつかの実施の形態において、このワイパー装置は、ローラおよびこのローラから過剰な材料を除去するワイパーを備えている。いくつかの実施の形態において、ワイパー装置は加熱されている。さらに、硬化前の噴射された構築材料の粘稠度は、その形状を維持するのに十分であり、平坦化装置からの過剰な粘性抵抗に曝され得ないことに留意すべきである。上述の過程は、完成した3D物品が調製されるまで続けることができる。

【0087】

さらに、支持材料は、いくつかの実施の形態において、構築材料についてここに記載された様式に準拠する様式で堆積させることができる。支持材料は、例えば、支持材料が構築材料の1つ以上の層に隣接するまたは続くように、事前に選択されたCADパラメータにしたがって堆積させることができる。支持材料の噴射された液滴は、いくつかの実施の形態において、先に記載されたように、受容面と接触した際に、固化または凝固する。その上、ある場合には、堆積された支持材料にも、平坦化が行われる。構築材料および支持材料の層化堆積は、3D物品が形成されるまで繰り返すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

さらに、いくつかの実施の形態において、ここに記載された 3 D 物品をプリントする方法は、構築材料から支持材料を除去する工程をさらに含む。ここに記載された支持材料は、水分散性および/または少なくとも部分的に水溶性であるので、構築材料から支持材料を除去する工程は、いくつかの実施の形態において、支持材料を水中に分散させる工程を含む。支持材料を水中に分散させる工程は、ある場合には、支持材料を流水と接触させる工程を含む。他の場合には、支持材料を水中に分散させる工程は、3 D 物品を水浴中に少なくとも部分的に浸漬させる工程を含む。いくつかの実施の形態において、その水浴は、3 D プリント物品の浸漬中に、攪拌される、または超音波処理される、もしくは他の様式でかき混ぜられる。さらに、支持材料の除去に使用される水は、本開示の目的に矛盾しないいかなる所望の温度であって差し支えない。いくつかの実施の形態において、支持材料の除去のための水は、3 D プリント物品の構築材料の構造を変形させないまたは実質的に変形させない、もしくは損なわないいかなる温度に加熱しても差し支えない。いくつかの実施の形態において、例えば、支持材料の除去のための水は、約 4 0 から約 7 0 に及ぶ温度に加熱される。あるいは、他の場合には、支持材料の除去に使用される水を加熱する必要はない。いくつかの実施の形態において、例えば、支持材料の除去のための水は、約 2 0 から約 3 5 または約 2 0 から約 3 0 に及ぶ温度などの、室温または室温に近い温度である。

10

【 0 0 8 9 】

その上、ある場合には、構築材料から支持材料を除去するために使用される水に、1 種類以上の界面活性剤または洗剤を加えても差し支えない。あるいは、他の実施の形態において、その水に、界面活性剤または洗剤は、意図的に加えられない。

20

【 0 0 9 0 】

さらに、いくつかの実施の形態において、ここに記載された 3 D 物品をプリントする方法は、水中に分散されたおよび/または少なくとも部分的に溶解した支持材料を、さらに処理せずに処分する工程をさらに含む。ある場合には、ここに記載された支持材料の水分散液は、廃水処理システムに入る前に、さらに化学的および/または物理的処理を行わずに、廃水処理システム中に処分することができる。いくつかの実施の形態において、例えば、ここに記載された支持材料の水分散液は、地方自治体の廃水処理システムに入る前に、さらに化学的および/または物理的処理または処置を行わずに、地方自治体の廃水処理システム中に処分することができる。

30

【 0 0 9 1 】

ここに記載されたいくつかの実施の形態を、以下の非限定的例にさらに説明する。

【実施例】

【 0 0 9 2 】

支持材料

ここに記載されたいくつかの実施の形態による支持材料を以下のように調製した。詳しくは、下記の表 I の支持材料 1 から 1 0 を、各支持材料の成分をビーカーに入れ、その後、それらの成分を 1 1 0 で溶解させ攪拌することにより、調製した。表 I の全ての量は、グラム (g) で表された特定成分の質量である。表 I I には、支持材料 1 ~ 1 0 のいくつかの性質が与えられている。表 I I の「 D S C 」は、示差走査熱量測定法を称する。

40

【 0 0 9 3 】

【表 1】

表 I. 支持材料の組成

支持材料	成分							
	ステアリル アルコール ¹	ヘヘニル アルコール ²	ケトンワックス ³	エステルワックス ⁴	エトキシシル化 ポリエチレン ⁵	ロジン エステル ⁶	ロジン アルコール ⁷	防止剤 ⁸
1	45.0				45.0	10.0		
2		98.0			98.0			4.0
3		88.0			88.0	20.0		4.0
4		44.0			44.0		10.0	2.0
5			98.0		98.0			4.0
6			88.0		88.0	20.0		4.0
7			44.0		44.0		10.0	2.0
8				98.0	98.0			4.0
9				88.0	88.0	20.0		4.0
10				44.0	44.0	10.0		2.0

¹ Sigma-Aldrich (ウィスコンシン州、ミルウォーキー)より 1-オクタデカノールとして提供。

² Sasol North America, Inc. (テキサス州、オースチン)より商標名 NACOL 22-98 で提供。

³ 花王株式会社 (日本国)より商標名 T-1 で提供。

⁴ Phoenix Chemical, Inc. (ニュージャージー州、サマービル)より商標名 PELEMOL BB で提供。

⁵ Baker Petrolite (オクラホマ州、ハーツフィールド)より商標名 UNITHOX で提供。

⁶ 荒川化学工業株式会社 (日本国)より商標名 PINECRYSTAL KE-100 で提供。

⁷ Eastman (ネブラス州、キングズポート)より商標名 ARBITOL E で提供。

⁸ Sigma-Aldrich (ウィスコンシン州、ミルウォーキー)よりブチル化ヒドロキシトルエン(BHT)として提供。

【 0 0 9 4 】

【表 2】

表 I I. 支持材料の性質

支持材料	110°C での 粘度 (cPs)	DSC による ピーク融点 (°C)	DSC による ピーク凝固点 (°C)	適切な噴射温度(°C)
1	7.97	56.6	51	100
2	8.99	69.5	61.6, 57.0	103
3	8.64	68.7	61.7, 57.5	101
4	12.27	67.4	59.9, 56.7	107
5	8.92	79.7	71.30	102
6	9.75	78.8	71.2	105
7	12.27	77.3	69.4	107
8	11.53	70.1	60.7	113
9	12.27	68.4	60.5	116
10	12.33	68.5	61.00	117

【 0 0 9 5 】

表 I I に与えられた性質に加え、支持材料 1 ~ 10 のいくつかについて、接着および水分分散液試験を行った。支持材料をアルミニウム製平鍋内で溶解させ固化させ、次いで、剥離試験により接着強度を決定することによって、アルミニウムに対する支持材料の接着を評価した。詳しくは、各支持材料をアルミニウム製平鍋から剥離し、1 から 5 の得点を割

り当てた。ここで、1は比較的弱い接着に対応し、5は比較的強い接着に対応する。試験した支持材料の全てがアルミニウム製平鍋に接着し、その平鍋から「パツと剥がれ(pop off)」なかった。その上、支持材料1および2には3の接着得点が割り当てられ、一方で、支持材料8には4の得点が割り当てられた。

【0096】

攪拌を行わずに、もしくは洗浄剤または界面活性剤を使用せずに、室温の水中での支持材料の水分散性を評価するために、構築材料から形成された完成した3Dプリント部品を含むシリコン成形型内に支持材料組成物を注型することにより、試験サンプルを製造した。注型後、試験サンプルを、攪拌せずに数時間に亘りガラス瓶内の約25%の水中に浸漬した。次いで、試験サンプルを水から取り出し、検査して、どれだけの支持材料がプリント部品から除去され、水中に分散したかを決定した。支持材料1～10の各々が、このように評価した場合、先に記載された水分散性を示した。

10

【0097】

支持材料1～10のいくつかの水分散性を、攪拌によっても評価した。詳しくは、先に記載したものと類似の試験サンプルを調製し、次いで、93%のオープン内で加熱して、完成部品に接着した支持材料の大半を溶解させ、流した。次いで、得られたサンプルを25%の100mLの水中に浸漬し、支持材料の全てが完成部品から除去されるまで、30分毎に振盪し、評価した。支持材料を除去するのに必要な時間を記録した。支持材料2、5、6、および8は、このように評価した場合、2～4時間の除去時間を示した。

【0098】

20

それに加え、支持材料1～10のいくつかの水分散性を、超音波処理（超音波による）によりさらに評価した。詳しくは、完成した3Dプリント部品を溶解した支持材料中にさっと浸すことによって、試験サンプルを調製した。得られたサンプルを冷まし、次いで、水浴中で超音波処理して、支持材料を除去した。支持材料を除去するのに必要な時間を記録した。支持材料2、3、5、6、8、および9は、このように評価した場合、1～2時間の除去時間を示した。

【0099】

ここに参照された全ての特許文献は、その全てが引用される。本発明の様々な実施の形態を、本発明の様々な目的の達成のために記載した。これらの実施の形態は、本発明の原則の実例にすぎないことを認識すべきである。本発明の精神および範囲から逸脱せずに、様々な改変およびその適用が、当業者に容易に明白であろう。

30

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 3 Y 10/00 (2015.01) B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 70/00 (2020.01) B 3 3 Y 70/00

(72)発明者 ジュール ダヴリュウ トーマス ジュニア
アメリカ合衆国 オレゴン州 97068 ウェスト リン キラーニー ドライヴ 1750

審査官 来 田 優来

(56)参考文献 特許第6391713(JP, B2)
米国特許出願公開第2012/0213976(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 9 C 6 4 / 4 0 , 6 7 / 0 0
B 3 3 Y 7 0 / 0 0
C 0 8 L 1 / 0 0 - 1 0 1 / 1 4
C 0 8 K 3 / 0 0 - 1 3 / 0 8
C A P l u s / R e g i s t r y (S T N)