(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6951376号
(P6951376)

(45)発行日　令和3年10月20日(2021.10.20)　(24)登録日　令和3年9月28日(2021.9.28)

(51)Int.Cl.		F I	
B28B 1/30	(2006.01)	B28B	1/30
B33Y 10/00	(2015.01)	B33Y	10/00
B33Y 30/00	(2015.01)	B33Y	30/00
B33Y 70/00	(2020.01)	B33Y	70/00

請求項の数 7　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2019-88808(P2019-88808)
(22)出願日　令和1年5月9日(2019.5.9)
(65)公開番号　特開2019-196008(P2019-196008A)
(43)公開日　令和1年11月14日(2019.11.14)
審査請求日　令和3年5月31日(2021.5.31)
(31)優先権主張番号　15/976,626
(32)優先日　平成30年5月10日(2018.5.10)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者　504019881
ロッキード　マーティン　コーポレイション
ＬＯＣＫＨＥＥＤ　ＭＡＲＴＩＮ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，　メリーランド州　２０８１７，　ベセスダ　ロックレッジ　ドライブ　６８０１
６８０１　Ｒｏｃｋｌｅｄｇｅ　Ｄｒｉｖｅ，　Ｂｅｔｈｅｓｄａ，　ＭＤ　２０８１７，　Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　100094569
弁理士　田中　伸一郎
(74)代理人　100103610
弁理士　▲吉▼田　和彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ハロゲン化材料及び負の電子親和性ナノ粒子から成る原料におけるＵＶ誘起溶媒和電子からの直接付加合成

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
付加製造法であって、
３次元（３Ｄ）プリンタのプラテン上に、ハロゲン化溶液と負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む原料の薄膜を堆積させるステップと、
レーザーを用いて前記ナノ粒子を誘起して前記ハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させ、還元によってセラミックの層と二原子ハロゲンとを形成するステップと、を含み、
前記セラミックの各層は、物体の断面に対応する形状に形成され、
前記原料の薄膜は、前記セラミックの層が前記物体の形状を形成するまで堆積される、方法。
【請求項２】
前記ハロゲン化溶液は、四塩化炭素又は四臭化炭素の一方又は両方であり、
前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記ナノ粒子は、ダイヤモンドイド又は水素終端ナノダイヤモンドの一方又は両方であり、
前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記ハロゲン化溶液は、sp^3炭素寄与物質及びsp^1炭素寄与物質を含み、
前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、請求項１に記載の方法。

【請求項５】
前記ハロゲン化溶液は、ｓｐ^{2}炭素寄与物質及びｓｐ^{3}炭素寄与物質を含み、
前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項６】
前記ハロゲン化溶液は、ハロゲン化シリコン－炭素化合物であり、
前記ナノ粒子は、水素終端炭化ケイ素ナノ粒子である、請求項１に記載の方法。
【請求項７】
前記セラミックは、窯を使用せずに形成される、請求項１に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、一般に３次元（３Ｄ）印刷に関し、具体的には負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化材料を用いた３Ｄ印刷に関する。
【背景技術】
【０００２】
３次元（３Ｄ）印刷は、物体の「蓄積」によって物体の製造を可能にする付加製造工程である。物体の形状を形成するためにバルク材から材料を除去する機械加工などの減算法とは対照的に、３Ｄ印刷は、材料の連続層を蓄積させて物体の形状を形成する。３Ｄ印刷に使用される典型的な材料としては、プラスチック、セラミック及び金属を挙げることができる。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００３】
いくつかの実施形態によれば、システムが、３次元（３Ｄ）プリンタと、原料と、レーザーとを含む。３次元プリンタは、不活性金属を含むプラテンと、不活性雰囲気を含むエンクロージャとを含む。原料は、プラテン上に堆積するように構成される。原料は、ハロゲン化溶液と、負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む。レーザーは、ナノ粒子を誘起してハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させ、還元によってセラミックと二原子ハロゲンとを形成するように構成される。
【０００４】
他の実施形態では、付加製造法が、３次元（３Ｄ）プリンタのプラテン上に原料の薄膜を堆積させるステップを含む。原料は、ハロゲン化溶液と、負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む。この方法は、レーザーを用いてナノ粒子を誘起してハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出し、還元によってセラミックの層と二原子ハロゲンとを形成するステップも含む。各セラミックの層は、物体の断面に対応する形状に形成される。原料の薄膜は、セラミックの層が物体の形状を形成するまで堆積される。
【０００５】
さらに他の実施形態では、３次元（３Ｄ）プリンタが、不活性雰囲気と、プラテンと、制御ユニットとを含む。不活性雰囲気は、３次元（３Ｄ）プリンタ内に封入される。プラテンは、不活性金属を含み、上に原料を堆積させるように構成される。制御ユニットは、３次元（３Ｄ）プリンタのプラテン上に原料の薄膜を堆積させるようにさらに構成される。原料は、ハロゲン化溶液と、負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む。制御ユニットは、レーザーを用いてナノ粒子を誘起してハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させ、還元によってセラミックの層と二原子ハロゲンとを形成するようにさらに構成される。各セラミックの層は、物体の断面に対応する形状に形成される。原料の薄膜は、セラミックの層が物体の形状を形成するまで堆積される。
【０００６】
いくつかの実施形態の技術的利点として、負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いて、最終的なセラミックを形成するために窯を用いた加熱を必要とする生素地中間物（ｇｒｅｅｎｗａｒｅ　ｉｎｔｅｒｍｅｄｉａｒｙ）を伴わずにセラミック半導体を形

成する点を挙げることができる。いくつかの実施形態は、多結晶ダイヤモンドの形成を含むことができる。他の実施形態は、混合炭素混成軌道セラミック（ｍｉｘｅｄ　ｃａｒｂｏｎ　ｈｙｂｒｉｄ　ｏｒｂｉｔａｌ　ｃｅｒａｍｉｃ）の形成を含むことができる。さらに他の実施形態は、炭化ケイ素セラミックの形成を含むことができる。当業者には、以下の図、説明及び特許請求の範囲から他の技術的利点が容易に明らかになるであろう。さらに、上記では特定の利点を列挙したが、様々な実施形態は、列挙した利点の全部又は一部を含むことも、或いは全く含まないこともできる。

【０００７】

以下、開示する実施形態、並びにその特徴及び利点をさらに完全に理解できるように、添付図面と共に行う以下の説明を参照する。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】いくつかの実施形態による３Ｄプリンタの例を示す図である。

【図２Ａ】いくつかの実施形態による、負の電子親和性ナノ粒子の例であるアダマンタンダイヤモンドイドの化学構造を示す図である。

【図２Ｂ】いくつかの実施形態による、ハロゲン化溶液の例である四塩化炭素の化学構造を示す図である。

【図２Ｃ】いくつかの実施形態による、多結晶ダイヤモンドの化学構造を示す図である。

【図３】いくつかの実施形態による、負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いた３Ｄ物体の印刷方法を示す図である。

【図４】いくつかの実施形態による、図１の３Ｄプリンタを制御するために使用できるコンピュータシステム例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

本開示の実施形態及びその利点は、様々な図面の同様の及び対応する部分に同じ数字を使用する図１～図４を参照することによって最も良く理解される。

【００１０】

セラミックを３Ｄ印刷する最新技術では、プレセラミックポリマー又はセラミック粒子にバインダを加えたものを使用して生素地中間物を形成する必要がある。多くの場合、この生素地中間物は、窯を用いて加熱して焼入れ（ｔｈｅｒｍｏｌｙｚｅ）又は焼結して最終的なセラミックにする必要がある。生素地中間物を窯内で加熱すると収縮が生じ、製品の設計中にはこれを予測しておかなければならない。

【００１１】

窯内での加熱を必要とする生素地中間物を排除するために、本開示の実施形態は、ハロゲン化溶液中の負の電子親和性ナノ粒子を誘起して電子を放出させることによってセラミックを３Ｄ印刷し、還元されたハロゲン化合物（ｈａｌｏｃｏｍｐｏｕｎｄ）が核生成（ｎｕｃｌｅａｔｅｓ）して直接セラミックを形成することを含む。負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いてセラミックを３Ｄ印刷することにより、窯内での焼成又は焼結を必要とする生素地中間物を伴わずにセラミックを形成することができる。負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いた３Ｄ印刷では、ナノ粒子がセラミック生成物に直接組み込まれるので、触媒又はバインダの形の汚染物質を避けることもできる。本開示の実施形態は、任意の形状の３Ｄセラミックを室温又はそれ未満の温度で形成することを含むこともできる。

【００１２】

ダイヤモンドは、多くの固有の特性を有する元素である炭素の１つの形態である。ダイヤモンドは、既知の最も硬い材料の１つであり、融点及び沸点が高く、優れた熱導体であるとともに電気絶縁体でもある。ダイヤモンドから形成された物体は、これらの特性を利用することができる。例えば、ドリルビット、のこぎり又はナイフなどの、ダイヤモンドから形成されたツールは、ダイヤモンドの硬度に起因して、従来の材料で形成されたツールよりも高い耐久性を有することができる。ダイヤモンドは、ダイヤモンドナノ粒子の形

態の粉末として、及びプレセラミックポリマーの熱分解から、などの様々な方法で生産することができる。

【００１３】

本開示の教示は、負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いた３次元（３Ｄ）印刷技術を使用すれば、様々なセラミックで形成された様々な有用な形状の物体の作成を可能にできることを認識している。具体的には、負の電子親和性ナノ粒子（例えば、水素終端ナノダイヤモンド）及びハロゲン化溶液（例えば、四塩化炭素）を用いた３Ｄ印刷技術を使用すれば、様々な形状のダイヤモンド物体の作成を可能にすることができる。例えば、負の電子親和性ナノ粒子（例えば、ナノダイヤモンド）及びハロゲン化溶液（例えば、四塩化炭素）を用いた３Ｄ印刷を使用すれば、ほとんど全ての形状を有するダイヤモンドドリルビットの作成を可能にすることができる。他の例として、負の電子親和性ナノ粒子（例えば、ナノダイヤモンド）及びハロゲン化溶液（例えば、四塩化炭素）を用いた３Ｄ印刷を使用して、ブレーキパッドインサート、航空電子工学ボックス（ａｖｉｏｎｉｃｓ　ｂｏｘｅｓ）、軽量装甲（ｌｉｇｈｔｗｅｉｇｈｔ　ａｒｍｏｒ）、ダイヤモンド透析フィルタ、真空マイクロエレクトロニクス、又はその他のいずれかの適切な物体を印刷することもできる。

【００１４】

さらに、ナノダイヤモンド又は四塩化炭素とは別に又はこれに加えて異なる負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を使用することにより、印刷された物体の特性を様々な設計目的に合うように変化させることもできる。例えば、本開示の実施形態は、ダイヤモンド物体を形成することに加えて、炭化ケイ素、炭化チタン、炭化ハフニウム、炭化バナジウム又は炭化タングステンなどの他の炭化物で形成された物体を形成することもできる。本開示の実施形態は、窒化ホウ素で形成された物体を形成することもできる。本開示のさらに他の実施形態は、例えばカルビンドープダイヤモンドセラミック（sp^1－sp^3炭素セラミック）、黒鉛ドープダイヤモンド又はＱカーボン族セラミック（sp^2－sp^3炭素セラミック）、及び／又は三重結合混成軌道炭素セラミック（ｔｒｉ－ｈｙｂｒｉｄ－ｏｒｂｉｔａｌ－ｃａｒｂｏｎ　ｃｅｒａｍｉｃｓ）（sp^1－sp^2－sp^3炭素セラミック）などの、混合混成軌道炭素で形成された物体を形成することができる。

【００１５】

さらに、本開示の教示は、負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を使用して、窯又は炉を用いた加熱を必要とする生素地中間物を形成する必要なく最終的なセラミックを３Ｄ印刷することができると認識している。また、本開示の教示は、負の電子親和性ナノ粒子の使用が、３Ｄ印刷の完成後に回収又は抽出する必要がある触媒又はバインダを使用する必要なく、最終的なセラミックに組み込まれた疑似触媒として機能できることも認識している。以下、負の電子親和性ナノ粒及びハロゲン化溶液を用いた３Ｄ印刷方法及びシステムについて説明する。

【００１６】

図１～図４を用いてシステムをさらに詳細に説明する。図１には、いくつかの実施形態による３Ｄプリンタシステム１００の例を示す。図２Ａには、いくつかの実施形態による負の電子親和性ナノ粒子の例であるアダマンタンダイヤモンドイド２００の化学構造を示す。図２Ｂには、いくつかの実施形態によるハロゲン化溶液の例である四塩化炭素２０５の化学構造を示す。図２Ｃには、いくつかの実施形態によるセラミック生成物の例である多結晶ダイヤモンドの化学構造を示す。図３には、いくつかの実施形態による、負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いたセラミックの付加製造法を示す。図４には、いくつかの実施形態による、図１の３Ｄプリンタを制御するために使用できるコンピュータシステムの例を示す。

【００１７】

図１に、３Ｄプリンタシステム１００の例を示す。３Ｄプリンタシステム１００は、３Ｄプリンタ１１０及びレーザー１２０を含む。３Ｄプリンタ１１０は、プラテン１３０及びエンクロージャ１４０を含む。プラテン１３０は、不活性物質のプレートである。例え

ば、プラテン１３０は、プラチナを含むことができる。プラテン１３０上には、プラテン１３０と反応することなく原料１８０の層を堆積させることができる。原料１８０は、アダマンタンダイヤモンドイド２００などの負の電子親和性ナノ粒子と、四塩化炭素２０５などのハロゲン化溶液とを含む。エンクロージャ１４０は、プラテン１３０を取り囲んで不活性雰囲気１５０を封入する。不活性雰囲気１５０の例としては、窒素又はアルゴンガスが挙げられる。エンクロージャ１４０は、不活性３Ｄ印刷環境を維持することができる。

【００１８】

レーザー１２０は、プラテン１３０上に堆積した原料１８０をラスター走査して、アダマンタンダイヤモンドイド２００などの負の電子親和性ナノ粒子から溶媒和電子を誘起するように構成される。レーザー１２０は、ＵＶ範囲の波長を放出することができる。レーザー１２０は、可視光範囲の波長を放出することもできる。レーザー１２０は、原料１８０内の負の電子親和性ナノ粒子を誘起して、四塩化炭素２０５などのハロゲン化溶液中に電子を放出させることができる。これらの電子は、原料１８０のハロゲン化溶液を還元して、二原子ハロゲンガス又はその液体と、炭素原子などの原子とを形成することができる。炭素原子は、ダイヤモンドなどのセラミック内に核生成することができる。レーザー１２０は、特定の波長又は波長範囲に設定することができる。例えば、レーザー１２０は、２１３～２２３ｎｍの波長に設定することができる。別の例として、レーザー１２０は、５３２ｎｍの波長に設定することもできる。この波長又は波長範囲は、負の電子親和性ナノ粒子からの電子の放出を促すのに必要な波長とすることができる。

【００１９】

いくつかの実施形態では、３Ｄプリンタシステム１００が、制御ユニット１６０を含むことができる。制御ユニット１６０は、３Ｄプリンタ１１０に命令を与えることによって物体の印刷を制御するコンピュータシステムを含むことができる。制御ユニット１６０は、３Ｄプリンタ１１０の外部に存在することも、或いは３Ｄプリンタ１１０に組み込むこともできる。制御ユニット１６０のいくつかの実施形態については、以下で図５に関してさらに詳細に説明する。

【００２０】

いくつかの実施形態では、３Ｄプリンタシステム１００が、エンクロージャ１４０内の不活性雰囲気１５０をフラッシュしてエンクロージャ１４０内に放出された副生成物を回収するように構成されたフラッシュ機構１９０を含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、エンクロージャ１４０内にハロゲンガス副生成物が放出されることがある。フラッシュ機構１９０は、エンクロージャ１４０の不活性雰囲気１５０からハロゲンガス副生成物をフラッシュして、このハロゲンガス副生成物を安全に貯蔵することができる。このように、フラッシュ機構１９０は、ハロゲンガス副生成物が不活性雰囲気１５０を汚染しないことを確実にすることができる。また、このように、フラッシュ機構１９０は、ハロゲンガス副生成物が３Ｄ印刷システム１００から外部雰囲気内に放出されないことを確実にすることもできる。

【００２１】

フラッシュ機構１９０は、外部雰囲気内へのハロゲンガスの放出を防ぐようにしてエンクロージャ１４０からハロゲンガスを除去するために必要なあらゆる従来のフラッシング法を使用することができる。例えば、フラッシュ機構１９０は、エンクロージャ１４０にアルゴンガスを流した後に、フィルタ又は圧縮器などを用いてハロゲンガスを回収するためのいずれかの従来の機構に連続して流すことを伴うことができる。

【００２２】

いくつかの実施形態では、３Ｄプリンタシステム１００が、原料１８０を排出するように構成された排出機構１７０を含むことができる。例えば、物体の３Ｄ印刷が完了すると、プラテン１３０上に原料１８０が残ることがある。排出機構１７０は、プラテン１３０上に残った原料１８０を貯蔵タンク内に排出することができる。排出機構１７０は、プラテン１３０から原料１８０を除去するのに必要なあらゆる従来の排出方法を使用すること

ができる。

【００２３】

原料１８０は、四塩化炭素２０５などのハロゲン化溶液を含む。例えば、ハロゲン化溶液は、ハロゲンとしての臭素又は塩素を含むことができる。室温又は付加製造温度において液体であるハロゲン化溶液を使用することが望ましいと考えられる。例えば、多結晶ダイヤモンドセラミックを形成する実施形態では、四塩化炭素又は四臭化炭素が室温で液体になり得る。ハロゲン化溶液の選択における他の検討事項としては、二原子ハロゲン副生成物を回収できる容易さを挙げることもできる。いくつかの実施形態では、ハロゲン化溶液の他の原子がセラミック生成物を構成する原子と一致することが望ましいと考えられる。例えば、多結晶ダイヤモンドセラミックを形成する際には、ハロカーボンがハロゲン化溶液として望ましいと考えられる。

【００２４】

多結晶ダイヤモンドセラミックを形成する実施形態では、あらゆるハロカーボンをハロゲン化溶液として使用することができる。このような実施形態では、図２Ｂに示すような四塩化炭素２０５を使用することができる。別の例として、このような実施形態では、ハロゲン化溶液中に四臭化炭素を使用することもできる。窒化ホウ素セラミックを形成する他の実施形態では、ハロゲン化溶液として（ジクロロアミン）ジクロロボラン（NCl_2-BCl_2）を使用し、負の電子親和性ナノ粒子としてナノ粒子窒化ホウ素を使用することもできる。

【００２５】

金属炭化物セラミックを形成するさらに他の実施形態では、四塩化炭素２０５に金属又は半金属ハロゲンを添加することができる。例えば、炭化ケイ素セラミックを形成する実施形態では、炭素及びシリコンを含むトリメチルトリクロロシラン（すなわち、CCl_6Si）などのハロゲン化溶液を使用することができる。炭化ケイ素セラミックを形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、四塩化炭素２０５に四塩化ケイ素（すなわち、$SiCl_4$）を添加したものを含むことができる。炭化チタンセラミックを形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、四塩化炭素２０５及び四塩化チタン（すなわち、$TiCl_4$）を含むことができる。炭化ハフニウムセラミックを形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、四塩化炭素２０５及び四塩化ハフニウム（すなわち、$HfCl_4$）を含むことができる。炭化バナジウムを形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、四塩化炭素２０５及び四塩化バナジウム（すなわち、VCl_4）を含むことができる。炭化タングステンセラミックを形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、四塩化炭素２０５及び六塩化タングステン（すなわち、WCl_6）を含むことができる。

【００２６】

混合混成軌道炭素セラミックを形成するさらに他の実施形態では、ハロゲン化溶液が、sp^1炭素寄与物質（sp^1 carbon contributor）、sp^2炭素寄与物質及びsp^3炭素寄与物質のうちの２つ又は３つ以上を含むことができる。例えば、セラミックカルビンドープダイヤモンドセラミックなどのsp^1-sp^3炭素を形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、sp^3寄与物質として四塩化炭素２０５を、sp^1寄与物質としてジクロロアセチレン（すなわち、C_2Cl_2）を含むことができる。別の例として、黒鉛ドープダイヤモンド（Ｑカーボン族）などのsp^2-sp^3炭素セラミックを形成する実施形態では、ハロゲン化溶液が、sp^3寄与物質として四塩化炭素２０５を、sp^2寄与物質としてテトラクロロエチレン（すなわち、C_2Cl_4）を含むことができる。ハロゲン化溶液は、sp^1、sp^2及びsp^3寄与物質の３つ全てを含んで三重結合混成軌道炭素セラミックを形成することもできる。

【００２７】

原料１８０は、負の電子親和性ナノ粒子も含む。所望のセラミック生成物に応じて、レーザー１２０などのレーザーによる誘起時に溶媒和電子を発生させるのに適したあらゆる負の電子親和性ナノ粒子を使用することができる。負の電子親和性ナノ粒子は、電子を発生させてセラミック内に核生成する疑似触媒として機能することができる。

【００２８】
多結晶ダイヤモンドセラミックを形成する実施形態では、原料１８０の負の電子親和性ナノ粒子としてあらゆるダイヤモンドイド又は水素終端ナノダイヤモンドを使用することができる。例えば、このような実施形態では、図２Ａに示すようなアダマンタンダイヤモンドイド２００を使用することができる。多結晶ダイヤモンドセラミックの形成において使用できる他の負の電子親和性ナノ粒子の例としては、ジアマンタン及びテトラマンタンが挙げられる。ナノダイヤモンド又はダイヤモンドイドは、レーザー１２０などのレーザーによって照射されると電子を放出する。この時、還元されたハロカーボンが、ナノダイヤモンド又はダイヤモンドイド上に核生成してsp^3の形態のダイヤモンドを形成する。このようにして、中間生素地を使用せずに、また中間生素地を窯内で加熱して最終的なセラミックを形成する必要なく、多結晶ダイヤモンドセラミックが形成される。
【００２９】
炭化ケイ素セラミックを形成する実施形態では、負の電子親和性ナノ粒子の例が、水素終端炭化ケイ素ナノ粒子を含むことができる。窒化ホウ素セラミックを形成するさらに他の実施形態では、負の電子親和性窒化ホウ素ナノ粒子を使用することができる。
【００３０】
図２Ａに、多結晶ダイヤモンドを形成するいくつかの実施形態において原料１８０の負の電子親和性ナノ粒子として使用できるアダマンタンダイヤモンドイド２００（すなわち、$C_{10}H_{16}$）の化学構造を示す。
【００３１】
図２Ｂには、いくつかの実施形態による、ハロゲン化溶液として使用できる四塩化炭素２０５（すなわち、CCl_4）の化学構造を示す。
【００３２】
図２Ｃには、いくつかの実施形態による多結晶ダイヤモンド（すなわち、C_6）の化学構造を示す。多結晶ダイヤモンドは、いくつかの実施形態において形成されるセラミックの例である。他の実施形態では、炭化ケイ素セラミックを形成することができる。さらに他の実施形態では、混合炭素混成軌道セラミックを形成することができる。
【００３３】
図３に、負の電子親和性ナノ粒子及びハロゲン化溶液を用いた付加製造法３００を示す。方法３００は、３Ｄプリンタ１１０によって実行することができる。方法３００は、３Ｄプリンタ１１０のプラテン１３０上に原料１８０の薄膜を堆積させるステップ３０５から開始する。原料１８０は、ハロゲン化溶液と、負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む。
【００３４】
ステップ３１０において、レーザー１２０などのレーザーが、ナノ粒子を誘起してハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させてセラミックの層を形成する。ナノ粒子を誘起してハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させるレーザーは、二原子ハロゲンも形成する。
【００３５】
ステップ３１５において、物体を形成するのに必要なセラミックの層が全て堆積したら、３Ｄプリンタ１１０は、印刷すべき次の断面を選択し、ステップ３０５に戻って新たな薄膜層を堆積させる。ステップ３１０において、レーザーがナノ粒子を誘起してハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させて次のセラミックの層を形成する。
【００３６】
ステップ３１５において、物体を形成するのに必要なセラミックの層が全て印刷されると、方法３００は、もはやステップ３０５に戻って再開しなくなる。いくつかの実施形態では、過剰な原料１８０をプラテン１３０などのプラテンから貯蔵タンク又は廃棄タンク内に排出することができる。
【００３７】
印刷後、物体は、物体の使用準備を整えるためのさらなる処理ステップを受けることができる。印刷後処理の例は、物体を塗装するステップと、物体を磨くステップと、物体の

表面を処理して化学的に不活性化又は化学的に活性化させるステップと、複数の印刷された物体から別の物体又はデバイスを組み立てるステップとを含むことができる。

【００３８】

図３に示す方法３００には、修正、追加又は省略を行うこともできる。方法３００は、さらに多くのステップ、さらに少ないステップ、又は他のステップを含むこともできる。例えば、ステップは、同時に又はいずれかの好適な順番で実行することができる。システム１００の様々なコンポーネントがステップを実行するものとして説明したが、システム１００のいずれかの好適なコンポーネント又はコンポーネントの組み合わせが方法の１又は２以上のステップを実行することもできる。

【００３９】

図４に、いくつかの実施形態による、図１のシステムが使用できるコンピュータシステム４００の例を示す。１又は２以上のコンピュータシステム４００は、本明細書で説明又は図示した１又は２以上の方法の１又は２以上のステップを実行する。特定の実施形態では、１又は２以上のコンピュータシステム４００が、本明細書で説明又は図示した機能性を提供する。特定の実施形態では、１又は２以上のコンピュータシステム４００上で実行されるソフトウェアが、本明細書で説明又は図示した１又は２以上の方法の１又は２以上のステップを実行し、又は本明細書で説明又は図示した機能性を提供する。特定の実施形態は、１又は２以上のコンピュータシステム４００の１又は２以上の部分を含む。本明細書では、コンピュータシステムへの言及が、必要に応じてコンピュータ装置に及ぶこともでき、この逆も同様である。さらに、コンピュータシステムへの言及は、必要に応じて１又は２以上のコンピュータシステムに及ぶこともできる。

【００４０】

本開示は、あらゆる好適な数のコンピュータシステム４００を想定する。本開示は、コンピュータシステム４００があらゆる好適な物理的形態を取ることを想定する。限定ではなく一例として、コンピュータシステム４００は、埋め込みコンピュータシステム、システムオンチップ（ＳＯＣ）、（例えば、コンピュータオンモジュール（ＣＯＭ）又はシステム（ＳＯＭ）などの）シングルボードコンピュータシステム（ＳＢＣ）、デスクトップコンピュータシステム、ラップトップ又はノートブックコンピュータシステム、インタラクティブキオスク、メインフレーム、メッシュコンピュータシステム、携帯電話機、携帯情報端末（ＰＤＡ）、サーバ、タブレットコンピュータシステム、或いはこれらのうちの２つ又は３つ以上の組み合わせとすることができる。必要に応じて、コンピュータシステム４００は、１又は２以上のコンピュータシステム４００を含むことも、単体構造又は分散構造とすることも、複数箇所に及ぶことも、複数の機械に及ぶことも、複数のデータセンタに及ぶことも、或いは１又は２以上のネットワーク内の１又は２以上のクラウドコンポーネントを含むことができるクラウドに存在することもできる。必要に応じて、１又は２以上のコンピュータシステム４００は、本明細書で説明又は図示した１又は２以上の方法の１又は２以上のステップを、実質的な空間的又は時間的制限を伴わずに実行することができる。限定ではなく一例として、１又は２以上のコンピュータシステム４００は、本明細書で説明又は図示した１又は２以上の方法の１又は２以上のステップをリアルタイムで又はバッチモードで実行することができる。必要に応じて、１又は２以上のコンピュータシステム４００は、本明細書で説明又は図示した１又は２以上の方法の１又は２以上のステップを異なる時点又は異なる場所で実行することができる。

【００４１】

特定の実施形態では、コンピュータシステム４００が、プロセッサ４０２と、メモリ４０４と、ストレージ４０６と、入力／出力（Ｉ／Ｏ）インターフェイス４０８と、通信インターフェイス４１０と、バス４１２とを含む。本開示では、特定の構成の特定の数の特定のコンポーネントを有する特定のコンピュータシステムを図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適な構成のあらゆる好適な数のあらゆる好適なコンポーネントを有するあらゆる好適なコンピュータシステムを想定する。

【００４２】

特定の実施形態では、プロセッサ４０２が、コンピュータプログラムを構成する命令などの命令を実行するハードウェアを含む。限定ではなく一例として、プロセッサ４０２は、命令を実行するために、内部レジスタ、内部キャッシュ、メモリ４０４又はストレージ４０６から命令を検索（又はフェッチ）し、これらを復号して実行し、その後に内部レジスタ、内部キャッシュ、メモリ４０４又はストレージ４０６に１又は２以上の結果を書き込むことができる。特定の実施形態では、プロセッサ４０２が、データ、命令又はアドレスのための１又は２以上の内部キャッシュを含むことができる。本開示は、プロセッサ４０２が必要に応じてあらゆる好適な数のあらゆる好適な内部キャッシュを含むことを想定する。限定ではなく一例として、プロセッサ４０２は、１又は２以上の命令キャッシュと、１又は２以上のデータキャッシュと、１又は２以上のトランスレーション・ルックアサイド・バッファ（ＴＬＢ）とを含むことができる。命令キャッシュ内の命令は、メモリ４０４又はストレージ４０６内の命令のコピーとすることができ、命令キャッシュは、プロセッサ４０２によるこれらの命令の検索を高速化することができる。データキャッシュ内のデータは、プロセッサ４０２において実行される命令の基礎となる、メモリ４０４又はストレージ４０６内のデータのコピー、プロセッサ４０２において実行される後続の命令によるアクセス、或いはメモリ４０４又はストレージ４０６への書き込みのための、プロセッサ４０２において実行された以前の命令の結果、又はその他の好適なデータとすることができる。データキャッシュは、プロセッサ４０２による読み込み又は書き込み動作を高速化することができる。ＴＬＢは、プロセッサ４０２の仮想アドレス変換を高速化することができる。特定の実施形態では、プロセッサ４０２が、データ、命令又はアドレスのための１又は２以上の内部レジスタを含むことができる。本開示は、プロセッサ４０２が必要に応じてあらゆる好適な数のあらゆる好適な内部レジスタを含むことを想定する。必要に応じて、プロセッサ４０２は、１又は２以上の算術論理演算ユニット（ＡＬＵ）を含むことも、マルチコアプロセッサとすることも、或いは１又は２以上のプロセッサ４０２を含むこともできる。本開示では、特定のプロセッサについて図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適なプロセッサを想定する。

【００４３】

特定の実施形態では、メモリ４０４が、プロセッサ４０２が実行するための命令、又はプロセッサ４０２の動作の基礎となるデータを記憶するメインメモリを含む。限定ではなく一例として、コンピュータシステム４００は、ストレージ４０６又は（例えば、別のコンピュータシステム４００などの）別のソースからメモリ４０４に命令をロードすることができる。その後、プロセッサ４０２は、メモリ４０４から内部レジスタ又は内部キャッシュに命令をロードすることができる。プロセッサ４０２は、命令を実行するために、内部レジスタ又は内部キャッシュから命令を検索して復号することができる。命令の実行中又は実行後、プロセッサ４０２は、内部レジスタ又は内部キャッシュに（中間結果又は最終結果とすることができる）１又は２以上の結果を書き込むことができる。その後、プロセッサ４０２は、これらの結果のうちの１つ又は２つ以上をメモリ４０４に書き込むことができる。特定の実施形態では、プロセッサ４０２が、（ストレージ４０６又は他の場所ではなく）１又は２以上の内部レジスタ、又は内部キャッシュ、又はメモリ４０４内の命令のみを実行し、（ストレージ４０６又は他の場所ではなく）１又は２以上の内部レジスタ、又は内部キャッシュ、又はメモリ４０４内のデータのみに基づいて動作する。（それぞれがアドレスバスとデータバスとを含む）１又は２以上のメモリバスが、プロセッサ４０２をメモリ４０４に結合することができる。後述するように、バス４１２は、１又は２以上のメモリバスを含むことができる。特定の実施形態では、プロセッサ４０２とメモリ４０４との間に１又は２以上のメモリ管理ユニット（ＭＭＵ）が存在して、プロセッサ４０２によって要求されたメモリ４０４へのアクセスを容易にする。特定の実施形態では、メモリ４０４が、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）を含む。このＲＡＭは、必要に応じて揮発性メモリとすることができる。必要に応じて、このＲＡＭは、ダイナミックＲＡＭ（ＤＲＡＭ）又はスタティックＲＡＭ（ＳＲＡＭ）とすることができる。さらに、必要に応じて、このＲＡＭは、シングルポートＲＡＭ又はマルチポートＲＡＭとすることができ

る。本開示は、あらゆる好適なＲＡＭを想定する。メモリ４０４は、必要に応じて１又は２以上のメモリ４０４を含むことができる。本開示では特定のメモリについて図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適なメモリを想定する。

【００４４】

特定の実施形態では、ストレージ４０６が、データ又は命令のための大容量ストレージを含む。限定ではなく一例として、ストレージ４０６は、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）、フロッピーディスクドライブ、フラッシュメモリ、光ディスク、光磁気ディスク、磁気テープ、又はユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）ドライブ、或いはこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせを含むことができる。ストレージ４０６は、必要に応じて取り外し可能媒体又は取り外し不可（固定）媒体を含むことができる。ストレージ４０６は、必要に応じてコンピュータシステム４００の内部又は外部に存在することができる。特定の実施形態では、ストレージ４０６が不揮発性固体メモリである。特定の実施形態では、ストレージ４０６がリードオンリメモリ（ＲＯＭ）を含む。必要に応じて、このＲＯＭは、マスクプログラムＲＯＭ、プログラマブルＲＯＭ（ＰＲＯＭ）、消去可能なＰＲＯＭ（ＥＰＲＯＭ）、電気的に消去可能なＰＲＯＭ（ＥＥＰＲＯＭ）、電気的に書き換え可能なＲＯＭ（ＥＡＲＯＭ）、又はフラッシュメモリ、或いはこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせとすることができる。本開示は、あらゆる好適な物理的形態の大容量ストレージ４０６を想定する。ストレージ４０６は、必要に応じて、プロセッサ４０２とストレージ４０６との間の通信を容易にする１又は２以上のストレージ制御ユニットを含むことができる。必要に応じて、ストレージ４０６は、１又は２以上のストレージ４０６を含むことができる。本開示では特定のストレージについて図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適なストレージを想定する。

【００４５】

特定の実施形態では、Ｉ／Ｏインターフェイス４０８が、コンピュータシステム４００と１又は２以上のＩ／Ｏ装置との間の通信のための１又は２以上のインターフェイスを提供するハードウェア、ソフトウェア、又はこれらの両方を含む。コンピュータシステム４００は、必要に応じてこれらのＩ／Ｏ装置のうちの１つ又は２つ以上を含むことができる。これらのＩ／Ｏ装置のうちの１つ又は２つ以上は、人間とコンピュータシステム４００との間の通信を可能にすることができる。限定ではなく一例として、Ｉ／Ｏ装置は、キーボード、キーパッド、マイク、モニタ、マウス、プリンタ、スキャナ、スピーカ、静止カメラ、スタイラスペン、タブレット、タッチ画面、トラックボール、ビデオカメラ、別の好適なＩ／Ｏ装置、又はこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせを含むことができる。Ｉ／Ｏ装置は、１又は２以上のセンサを含むことができる。本開示は、これらのためのあらゆる好適なＩ／Ｏ装置及びあらゆる好適なＩ／Ｏインターフェイス４０８を想定する。必要に応じて、Ｉ／Ｏインターフェイス４０８は、プロセッサ４０２がこれらのＩ／Ｏ装置のうちの１つ又は２つ以上を駆動できるようにする１又は２以上の装置又はソフトウェアドライバを含むことができる。Ｉ／Ｏインターフェイス４０８は、必要に応じて１又は２以上のＩ／Ｏインターフェイス４０８を含むことができる。本開示では特定のＩ／Ｏインターフェイスについて図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適なＩ／Ｏインターフェイスを想定する。

【００４６】

特定の実施形態では、通信インターフェイス４１０が、コンピュータシステム４００と１又は２以上の別のコンピュータシステム４００又は１又は２以上のネットワークとの間の（例えば、パケットベースの通信などの）通信のための１又は２以上のインターフェイスを提供するハードウェア、ソフトウェア、又はこれらの両方を含む。限定ではなく一例として、通信インターフェイス４１０は、イーサネット又は他の有線ベースのネットワークと通信するためのネットワークインターフェイスコントローラ（ＮＩＣ）又はネットワークアダプタ、或いはＷＩ－ＦＩネットワークなどの無線ネットワークと通信するための無線ＮＩＣ（ＷＮＩＣ）又は無線アダプタを含むことができる。本開示は、そのためのあらゆる好適なネットワーク及びあらゆる好適な通信インターフェイス４１０を想定する。

限定ではなく一例として、コンピュータシステム４００は、アドホックネットワーク、パーソナルエリアネットワーク（ＰＡＮ）、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、ワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）、メトロポリタンエリアネットワーク（ＭＡＮ）、又はインターネットの１又は２以上の部分、或いはこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせと通信することができる。これらのネットワークのうちの１つ又は２つ以上のネットワークの１又は２以上の部分は、有線又は無線とすることができる。一例として、コンピュータシステム４００は、（例えば、ＢＬＵＥＴＯＯＴＨ　ＷＰＡＮなどの）無線ＰＡＮ（ＷＰＡＮ）、ＷＩ－ＦＩネットワーク、ＷＩ－ＭＡＸネットワーク、（例えば、グローバル・システム・フォー・モバイル・コミュニケーション（ＧＳＭ）ネットワークなどの）携帯電話ネットワーク、又は他の好適な無線ネットワーク、或いはこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせと通信することができる。コンピュータシステム４００は、必要に応じてこれらのネットワークのうちのいずれかのためのあらゆる好適な通信インターフェイス４１０を含むことができる。通信インターフェイス４１０は、必要に応じて１又は２以上の通信インターフェイス４１０を含むことができる。本開示では特定の通信インターフェイスについて図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適な通信インターフェイスを想定する。

【００４７】

特定の実施形態では、バス４１２が、コンピュータシステム４００のコンポーネントを互いに結合するハードウェア、ソフトウェア、又はこれらの両方を含む。限定ではなく一例として、バス４１２は、アクセラレイティッド・グラフィックス・ポート（ＡＧＰ）又は他のグラフィックバス、高度業界標準アーキテクチャ（ＥＩＳＡ）バス、フロントサイドバス（ＦＳＢ）、ＨＹＰＥＲＴＲＡＮＳＰＯＲＴ（ＨＴ）相互接続部、業界標準アーキテクチャ（ＩＳＡ）バス、ＩＮＦＩＮＩＢＡＮＤ相互接続部、ｌｏｗ－ｐｉｎ－ｃｏｕｎｔバス、メモリバス、マイクロチャネルアーキテクチャ（ＭＣＡ）バス、周辺コンポーネント相互接続（ＰＣＩ）バス、ＰＣＩエクスプレス（ＰＣＩｅ）バス、Ｓｅｒｉａｌ　Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ　Ａｔｔａｃｈｍｅｎｔ（ＳＡＴＡ）バス、Ｖｉｄｅｏ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ　Ｓｔａｎｄａｒｄｓ　Ａｓｓｏｃｉａｔｉｏｎ　ｌｏｃａｌ（ＶＬＢ）バス、又は別の好適なバス、或いはこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせを含むことができる。バス４１２は、必要に応じて１又は２以上のバス４１２を含むことができる。本開示では特定のバスについて図示し説明しているが、本開示は、あらゆる好適なバス又は相互接続部を想定する。

【００４８】

コンピュータシステム４００のコンポーネントは、統合又は分離することができる。いくつかの実施形態では、コンピュータシステム４００のコンポーネントをそれぞれ単一のシャーシ内に収容することができる。コンピュータシステム４００の動作は、さらに多くの、さらに少ない、又は他のコンポーネントによって実行することもできる。また、コンピュータシステム４００の動作は、ソフトウェア、ハードウェア、他のロジック、又はこれらのあらゆる好適な組み合わせを含むことができるあらゆる好適なロジックを用いて実行することができる。

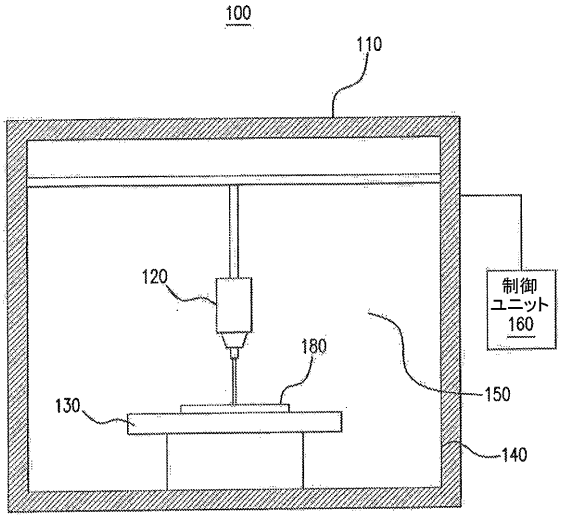
【００４９】

本明細書では、１又は複数の非一時的コンピュータ可読記憶媒体が、必要に応じて（例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）又は特定用途向けＩＣ（ＡＳＩＣ）などの）１又は２以上の半導体ベースの又はその他の集積回路（ＩＣ）、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）、ハイブリッドハードドライブ（ＨＨＤ）、光ディスク、光ディスクドライブ（ＯＤＤ）、光磁気ディスク、光磁気ドライブ、フロッピーディスケット、フロッピーディスクドライブ（ＦＤＤ）、磁気テープ、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）、ＲＡＭドライブ、ＳＥＣＵＲＥ　ＤＩＧＩＴＡＬカード又はドライブ、他のいずれかの好適な非一時的コンピュータ可読記憶媒体、又はこれらのうちの１つ又は２つ以上の組み合わせを含むことができる。非一時的コンピュータ可読記憶媒体は、必要に応じて揮発性、不揮発性、又は揮発性と不揮発性の組み合わせとすることができる。

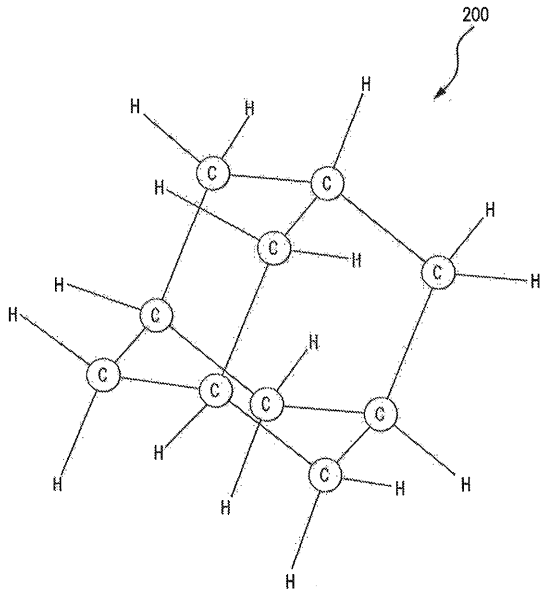
【００５０】
本開示は複数の実施形態を含むが、当業者には無数の変更、変形、改変、変換及び修正を進言することができ、本開示は、添付の特許請求の範囲に収まるこのような変更、変形、改変、変換及び修正を含むように意図される。以下に本発明の実施態様を記載する。
（実施態様１）システムであって、
不活性金属を含むプラテンと不活性雰囲気を含むエンクロージャとを含む３次元（３Ｄ）プリンタと、
ハロゲン化溶液と負の電子親和力を有するナノ粒子とを含み、前記プラテン上に堆積するように構成された原料と、
前記ナノ粒子を誘起して前記ハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させ、還元によってセラミックと二原子ハロゲンとを形成するように構成されたレーザーと、を備えるシステム。
（実施態様２）前記ハロゲン化溶液は、四塩化炭素又は四臭化炭素の一方又は両方であり、前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、実施態様１に記載のシステム。
（実施態様３）前記ナノ粒子は、ダイヤモンドイド又は水素終端ナノダイヤモンドの一方又は両方であり、前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、実施態様１に記載のシステム。
（実施態様４）前記ハロゲン化溶液は、sp^3炭素寄与物質及びsp^1炭素寄与物質を含み、前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、実施態様１に記載のシステム。
（実施態様５）前記ハロゲン化溶液は、sp^2炭素寄与物質及びsp^3炭素寄与物質を含み、前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、実施態様１に記載のシステム。
（実施態様６）前記ハロゲン化溶液は、ハロゲン化シリコン－炭素化合物であり、前記ナノ粒子は、水素終端炭化ケイ素ナノ粒子である、実施態様１に記載のシステム。
（実施態様７）前記セラミックは、窯を使用せずに形成される、実施態様１に記載のシステム。
（実施態様８）付加製造法であって、
３次元（３Ｄ）プリンタのプラテン上に、ハロゲン化溶液と負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む原料の薄膜を堆積させるステップと、
レーザーを用いて前記ナノ粒子を誘起して前記ハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させ、還元によってセラミックの層と二原子ハロゲンとを形成するステップと、を含み、
前記セラミックの各層は、物体の断面に対応する形状に形成され、
前記原料の薄膜は、前記セラミックの層が前記物体の形状を形成するまで堆積される、方法。
（実施態様９）前記ハロゲン化溶液は、四塩化炭素又は四臭化炭素の一方又は両方であり、前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、実施態様８に記載の方法。
（実施態様１０）前記ナノ粒子は、ダイヤモンドイド又は水素終端ナノダイヤモンドの一方又は両方であり、前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、実施態様８に記載の方法。
（実施態様１１）前記ハロゲン化溶液は、sp^3炭素寄与物質及びsp^1炭素寄与物質を含み、前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、実施態様８に記載の方法。
（実施態様１２）前記ハロゲン化溶液は、sp^2炭素寄与物質及びsp^3炭素寄与物質を含み、前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、実施態様８に記載の方法。
（実施態様１３）前記ハロゲン化溶液は、ハロゲン化シリコン－炭素化合物であり、前記ナノ粒子は、水素終端炭化ケイ素ナノ粒子である、実施態様８に記載の方法。
（実施態様１４）前記セラミックは、窯を使用せずに形成される、実施態様８に記載の方法。
（実施態様１５）３次元（３Ｄ）プリンタであって、
前記３次元（３Ｄ）プリンタ内に封入された不活性雰囲気と、

不活性金属を含み、上に原料を堆積させるように構成されたプラテンと、
制御ユニットと、を備え、
前記制御ユニットは、
前記３次元（３Ｄ）プリンタのプラテン上に、ハロゲン化溶液と負の電子親和力を有するナノ粒子とを含む原料の薄膜を堆積させ、
レーザーを用いて前記ナノ粒子を誘起して前記ハロゲン化溶液中に溶媒和電子を放出させ、還元によってセラミックの層と二原子ハロゲンとを形成する、ように構成され、
前記セラミックの各層は、物体の断面に対応する形状に形成され、
前記原料の薄膜は、前記セラミックの層が前記物体の形状を形成するまで堆積される、３次元（３Ｄ）プリンタ。
（実施態様１６）前記ハロゲン化溶液は、四塩化炭素又は四臭化炭素の一方又は両方であり、前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、実施態様１５に記載の３次元（３Ｄ）プリンタ。
（実施態様１７）前記ナノ粒子は、ダイヤモンドイド又は水素終端ナノダイヤモンドの一方又は両方であり、前記セラミックは、多結晶ダイヤモンドを含む、実施態様１５に記載の３次元（３Ｄ）プリンタ。
（実施態様１８）前記ハロゲン化溶液は、sp^3炭素寄与物質及びsp^1炭素寄与物質を含み、前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、実施態様１５に記載の３次元（３Ｄ）プリンタ。
（実施態様１９）前記ハロゲン化溶液は、sp^2炭素寄与物質及びsp^3炭素寄与物質を含み、前記セラミックは、混合炭素混成軌道セラミックを含む、実施態様１５に記載の３次元（３Ｄ）プリンタ。
（実施態様２０）前記ハロゲン化溶液は、ハロゲン化シリコン－炭素化合物であり、前記ナノ粒子は、水素終端炭化ケイ素ナノ粒子である、実施態様１５に記載の３次元（３Ｄ）プリンタ。

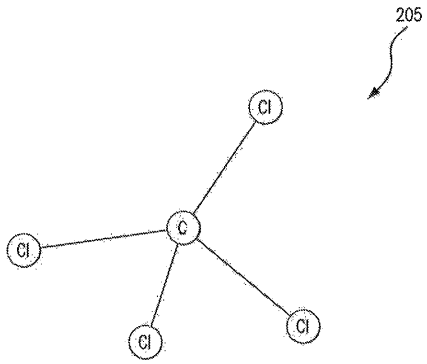
【図１】



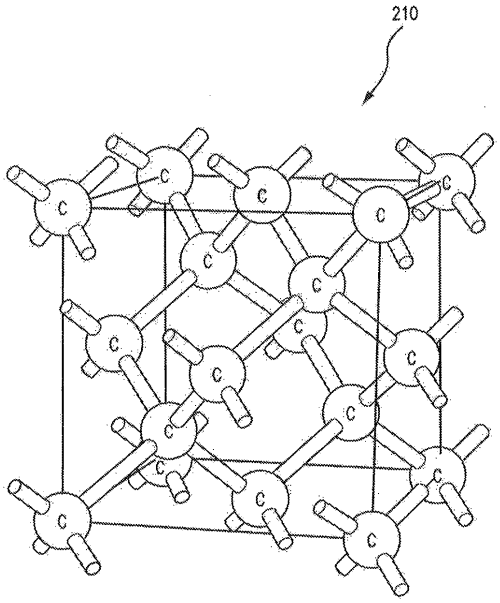
【図２Ａ】



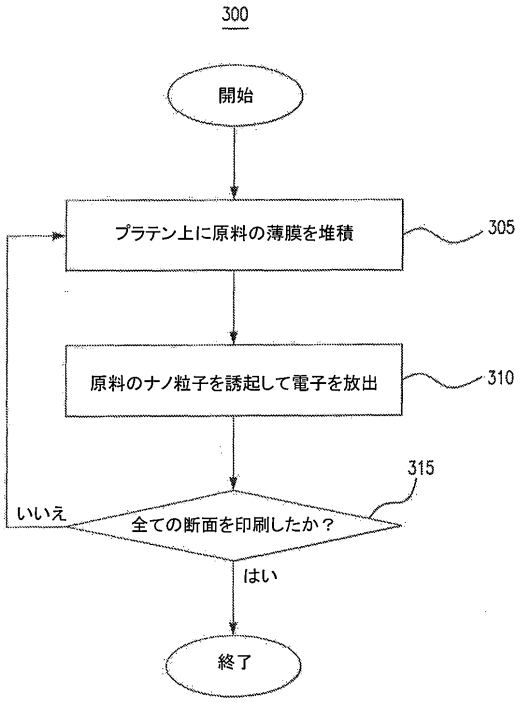
【図２Ｂ】


205
Cl
C
Cl
Cl
Cl

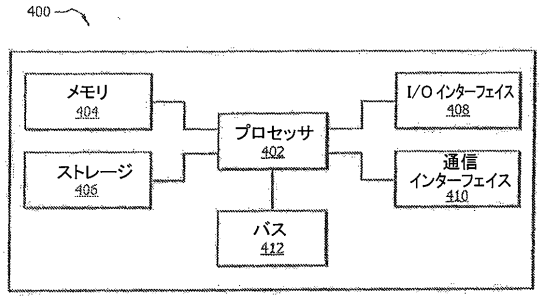
【図２Ｃ】


210
C

【図３】


300
開始
プラテン上に原料の薄膜を堆積
305
原料のナノ粒子を誘起して電子を放出
310
315
いいえ
全ての断面を印刷したか？
はい
終了

【図４】


400
メモリ
404
ストレージ
406
プロセッサ
402
バス
412
I/O インターフェイス
408
通信
インターフェイス
410

フロントページの続き

(74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
(74)代理人 100095898
弁理士 松下 満
(74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎
(74)代理人 100130937
弁理士 山本 泰史
(72)発明者 デイヴィッド グレン フィンドリー
アメリカ合衆国 テキサス州 ７６１０８ フォートワース プロスペクター コート １０１

審査官 内藤 康彰

(56)参考文献 特開２０１５－１６８２６３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５３２４３３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０３５０６４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２８Ｂ １／００－１／５４
Ｂ３３Ｙ １０／００－９９／００
Ｃ０１Ｂ ３２／００－３２／９９１