

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6799922号
(P6799922)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月26日(2020.11.26)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 9 C 64/112 (2017.01)	B 2 9 C 64/112
B 2 9 C 64/264 (2017.01)	B 2 9 C 64/264
B 2 9 C 64/393 (2017.01)	B 2 9 C 64/393
B 4 1 J 2/01 (2006.01)	B 4 1 J 2/01 1 0 9
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 4 1 J 2/01 1 2 9
請求項の数 9 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2016-25147 (P2016-25147)	(73) 特許権者	596170170
(22) 出願日	平成28年2月12日 (2016. 2. 12)		ゼロックス コーポレイション
(65) 公開番号	特開2016-159629 (P2016-159629A)		XEROX CORPORATION
(43) 公開日	平成28年9月5日 (2016. 9. 5)		アメリカ合衆国 コネチカット州 068
審査請求日	平成31年1月30日 (2019. 1. 30)		51-1056 ノーウォーク メリット
(31) 優先権主張番号	14/634, 821		7 2 0 1
(32) 優先日	平成27年2月28日 (2015. 2. 28)	(74) 代理人	110001210
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		特許業務法人YKI国際特許事務所
		(72) 発明者	クリストファー・アトウッド
			アメリカ合衆国 ニューヨーク州 145
			80 ウェブスター オークモント・ブールバード 1662
		審査官	菅原 洋平
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元 (3D) 印刷部品および構成要素のための紫外線 (UV) 光硬化可能インクのマルチレイヤアドレス可能硬化を実施するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

三次元 (3D) 印刷部品を生成するためのシステムであって、3D印刷部品を形成するために物体形成基板上に物体形成材料の層を堆積する材料堆積デバイスと、

前記3D印刷部品の形成時に取得された、前記3D印刷部品を形成する複数の堆積層についての層ごとの情報に基づいて、前記3D印刷部品の少なくとも一部分を硬化させるための硬化エネルギーのレベルを決定し、前記3D印刷部品の前記少なくとも一部分を硬化させるために、決定された前記レベルで硬化エネルギーを放出するアドレス可能硬化デバイスと、

を備えるシステム。

【請求項 2】

プロセス方向において、前記材料堆積デバイスと前記アドレス可能硬化デバイスとの間に置かれる基本硬化デバイスをさらに備え、

前記基本硬化デバイスは、前記3D印刷部品を形成するプロセスにおいて前記堆積層の1つまたは複数層を硬化させる、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記物体形成材料は紫外線 (UV) 硬化可能インク材料である、請求項1に記載のシステム。

【請求項 4】

複数の物体形成材料の硬化エネルギーレベルデータ、および、前記複数の物体形成材料

の個々の層の相互との構成を記憶するデータ記憶デバイスをさらに備え、

前記アドレス可能硬化デバイスは、前記 3 D 印刷部品の前記少なくとも一部分についての前記記憶されている硬化エネルギーレベルデータを参照することによって、前記硬化エネルギーのレベルを決定する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記アドレス可能硬化デバイスは、互いに異なるレベルの前記硬化エネルギーを放出する 1 つまたは複数の硬化エネルギー放出部を備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記アドレス可能硬化デバイスは、前記複数の個別部分の各々を硬化させるための前記硬化エネルギーのレベルを決定するために、前記複数の個別部分の前記各々をピクセルごと

10

とに分析する、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

3 D 印刷デバイスにおいて 3 D 印刷部品を生成するための方法であって、3 D 印刷部品を形成するために物体形成基板上に物体形成材料の層を堆積するステップと、

プロセッサを用いて、前記 3 D 印刷部品の少なくとも一部分の層履歴を開発するために、前記 3 D 印刷部品を形成する複数の堆積層についての層ごとの情報を収集するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記 3 D 印刷部品の前記少なくとも一部分の前記開発された層履歴に基づいて前記 3 D 印刷部品の前記少なくとも一部分を硬化させるための硬化エネルギーのレベルを自動的に決定するステップと、

20

前記プロセッサを用いて、前記決定されたレベルの硬化エネルギーを放出するように、アドレス可能強度硬化デバイスを制御するステップと、

前記 3 D 印刷部品の表面を、前記アドレス可能強度硬化デバイスから放出される前記決定されたレベルの硬化エネルギーに晒すことによって、前記 3 D 印刷部品の前記少なくとも一部分を硬化させるステップと、

を含む方法。

【請求項 8】

前記アドレス可能強度硬化デバイスは、互いに異なるレベルの前記硬化エネルギーを放出する 1 つまたは複数の硬化エネルギー放出部を備える、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

3 D プリンタにおいて 3 D 印刷部品を生成するための方法をプロセッサに実行させる命令を記憶している持続性コンピュータ可読媒体であって、

30

前記命令は、前記プロセッサに、

前記 3 D 印刷部品の少なくとも一部分の層履歴を開発するために、3 D 印刷部品を形成するための物体形成基板上の物体形成材料の複数の連続して堆積される層についての層ごとの情報を収集するステップと、

前記 3 D 印刷部品の前記少なくとも一部分の前記開発された層履歴に基づいて前記 3 D 印刷部品の前記少なくとも一部分を硬化させるための硬化エネルギーのレベルを自動的に決定するステップと、

前記 3 D 印刷部品の表面を、アドレス可能強度硬化デバイスから放出される前記決定されたレベルの硬化エネルギーに晒すために、前記決定されたレベルの硬化エネルギーを放出するように、前記アドレス可能強度硬化デバイスを制御するステップと、

40

を実行させることを特徴とする持続性コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、三次元（3D）印刷部品および構成要素、特に 3D インクジェット印刷システムにおいて形成されるそれらの部品および構成要素の形成および/または製造において紫外線（UV）光または光硬化可能インク層の調整可能硬化を実施するためのシステムおよび方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

三次元または3D印刷は一般的に、多くの場合、層ごとに材料を堆積するプロセスを通じて三次元部品、物体または構成要素（「3D印刷部品」）を製造するのに使用可能である広範なクラスの技法を指す（「材料積層造形」またはAM技法とも称される）。3D印刷技法は、多くの態様において、受像媒体基板上に二次元（2D）印刷画像を形成するための既知の相当するプロセスと同様と考えられる1つまたは複数のプロセスを利用する。3D印刷技法がゆるやかに関連する2D印刷プロセスから適応されている場合があるにもかかわらず、3D印刷技法によって生成される出力構造における顕著な差は、概して、（1）3Dプリンタから出力3D印刷部品を形成するのに使用される堆積材料の組成、および（2）堆積材料の連続する層を、出力3D印刷部品の形状に構築するための比較的多数のそれらの層の堆積において「印字」ヘッドによって為される多数の通過に基づく。高機能の3Dプリンタにおいて、たとえば、印刷装置が、ロボットアームの端部にあるような、複数の軸の間で移動することができることによって、3Dプリンタが、3Dモデルのコピーおよび/またはモデリング情報の詳細なデジタルデータソースファイルへの変換におけるコンピュータ制御に従って実質的にいかなる形状の3D印刷部品をも製造することができる。多数の材料積層造形または3D印刷プロセスが現在利用可能である。これらの多様な3D印刷プロセスの間での弁別的な基本的特性は、出力3D印刷部品を作成するために層が堆積される方法、および、出力3D印刷部品を形成するのに使用される材料にある。

10

20

【0003】

3D印刷技法のいくつかは、たとえば、選択的レーザ溶融または焼結のような技法を使用することによって材料を溶融または軟化して、層を生成する。他の3D印刷技法は、ステレオリソグラフィのような、液体材料を堆積するための技術を使用して、液体材料を硬化させる。これとは別に、たとえば、薄膜積層法においては、紙、ポリマーまたは金属の薄層が切断されて成形され、ともに接合されて、出力3D印刷部品が形成され得る。各方法は、これらの3D印刷技法のいくつかを特定の3D印刷部品造形シナリオにおいて多かれ少なかれ許容可能にする、一定の欠点によって相殺されることが多い一定の利点を有する。特定の3D印刷技法、および、その3D印刷技法を実行するためのシステムを選択するにあたっての主要な考慮事項は、物体生成の速度、デバイス費用、デバイス柔軟性、ならびに、たとえば、3D印刷部品が特定の色彩設計を提示するように意図されているときに利用可能な材料における色域を含む、3D印刷部品の生成のための構成材料の費用および選択を含む。いくつかの材料積層造形技法は、出力3D印刷部品の「印刷」または他の様態での構築の過程において複数の材料を使用することが可能である。これらの技法は、同時に複数の色および配色で印刷して、その後、概して追加の塗装/仕上げを必要としなくてもよい出力3D印刷部品を生成することが可能であることが多い。

30

【0004】

3Dプリンタは、概して、広範囲の異なる材料で印刷することができる。これらの材料は、たとえば、押出プラスチックおよびサーモプラスチック、高密度ポリエチレン、特定の金属（焼結金属、金属粉末および/または金属合金を含む）、接着粉末混合物、セラミック材料およびセラミック基複合材、モデリング粘土、石膏、ならびに、高濃度の固形成分を溶液中に含有する光硬化可能および/または紫外線（UV）光硬化可能インクを含む特定のインク状材料を含む。3Dプリンタは、さらには、調理において食料品を生成するための可食材料の組成物の層を堆積するのにも使用することができる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

開示されている方式は、基礎構造構成要素上に三次元（3D）出力物体を「構築」するために個々の層が噴射される、材料積層造形プロセスによって3D出力物体を生成するためのUV硬化可能噴射インク（様々なサイズの固形物粒子および顔料が透明なおよび/ま

50

たは着色懸濁液中に懸濁されている)に焦点を当てる。それゆえ、開示されている技法は、3D物体の生成に適合された、受像媒体基板上に2D画像を生成するのに使用可能である方式に、ゆるやかに基づく。

【0006】

開示されている方式において、3Dプリンタが、インクジェット様印刷プロセスおよび/または印字ヘッドを使用して積層造形プロセスにおいて先行して堆積された層上に印刷材料の個々の連続した層を拡散させることによって、出力物体を一度に一層ずつ作成する。このプロセスにおいて、層の堆積は、すべての層が印刷されるまで繰り返される。この技法は、先行して堆積された層を「覆い隠す」場合がある特定の張出し層から構成されるものを含む、すべての形状のフルカラー原型の印刷を可能にする。

10

【0007】

インクジェットプリンタシステムは、3D出力物体が完成されるまで、ビルドトレイ上に材料を極薄層(たとえば、16~30 μm)で噴霧する。各層は、噴射後に、取り扱いおよび使用する前に完成物体の後硬化処理を受けることなく、直に取り扱いおよび使用することができる、完全に硬化したモデルを生成する、UV光を含む光を当てることによって熱または光硬化可能であり得る。

【0008】

3D印刷部品の正確な硬化は、すべてのUVインク3Dプリンタが直面する課題である。3Dプリンタに利用可能な広範なUVインク色で、過硬化することなく十分徹底的に硬化することは困難である。アドレス可能硬化は、2D画像形成において、たとえば、形成された色画像を維持するのに重要である。一例として、クリアコートインクが過硬化されると、クリアコートインクは硬化プロセスにおいて黄色になる可能性がある。同様に、他の色も過硬化されると「変色」する可能性がある。これによって、受像媒体基板上に堆積される材料のランダムな変色に基づいて画像品質が低減する。硬化不足である場合、堆積される画像材料は、不鮮明、汚れなどになる可能性がある、それによって同じく、出力画像の画像品質に影響を及ぼす。

20

【0009】

3D印刷においては、さらなる問題がある。硬化不足または過硬化は3D出力物体の物理的特性に影響を及ぼす。これらの悪影響を受ける特性は、強度および硬度を含み得る。完成3D出力物体を表面硬化するのに失敗すると、結果として、完成したことになっている3D出力物体の単純な後処理の取り扱いおよび/または操作によって、完成3D出力物体の表面に欠陥がもたらされる場合がある。加えて、3D出力物体を生成するための堆積材料のいくつかは未硬化状態では必ずしも生物学的に安全でない場合があるため(たとえば、「このインクはあなたの健康を損なう可能性があります」)、完成3D出力物体の表面を完全に硬化することができなかったことによって、取り扱う人員に対して危険がもたらされる場合がある。

30

【0010】

後硬化コーティングプロセスを必要とすることなく、処理中の3D物体の内部層、および、完成3D出力物体の表面の適切な硬化をより良好に保証することができるシステム、方法、技法、プロセスおよび方式を提供することが有利であり得る。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本開示によるシステムおよび方法の例示的な実施形態は、3D印刷部品の生成に固有である硬化問題に対処するために、制御可能UV光を使用して、多層(マルチレイヤ)履歴および/または履歴プロファイルから特定のピクセルにUVインクを照射することができる。

【0012】

例示的な実施形態は、3D印刷物体が印刷されているときに、その物体内の個々の層を適切に硬化させるために、アドレス可能硬化をもたらすことができる。アドレス可能硬化の使用は、3D印刷物体内の個々の層状構成要素の色または厚さにかかわらず、個々の

50

層および/または層状構成要素の適切な硬化を保證するように意図されている。

【0013】

実施形態において、アドレス可能硬化は、各層内でピクセルごとに行われ得る。

【0014】

例示的な実施形態は、層ごとの履歴を利用することができ、それによって、アドレス可能硬化ユニットの強度を調整して、特定の層を過硬化することによって引き起こされる場合がある損傷効果をもたらすことなく、特定の層に対する完全な硬化をもたらす。UV光を含む、当てられる光は、硬化のために光によって貫通されるべきいくつかの層のうちの一つの層の構成および/または色に基づいて、いくつかの層を別様に貫通することになるため、この層ごとの履歴を参考にすることは適切であり得る。光は、たとえば、黒色または他の暗色のインクのいくつかの層のみを貫通しながら、20以上のクリアインクの層を貫通することができる。

10

【0015】

例示的な実施形態は、実質的にすべてのUVインク3Dプリンタが直面する、3D印刷部品を正確に硬化するという課題に対処することができる。実施形態において、過硬化することなく、3D出力物体を十分徹底的に硬化することに関する懸案事項は、3Dプリンタにおいて使用するのに利用可能な広範なUVインク色について対処される。

【0016】

例示的な実施形態は、UVインクの特定のピクセルを照射するために制御可能UV光(露光)を利用することができる。UV光露光量は、複数の3D印刷部品の各々に固有であるマルチレイヤインク堆積履歴を使用して制御することができる。

20

【0017】

本開示によるシステムおよび方法の例示的な実施形態は、3D印刷物体が印刷されているときに、その物体内の個々の層を適切に硬化させるために、アドレス可能硬化をもたらすことができる。アドレス可能硬化の使用は、3D物体内の個々の層状構成要素の色または厚さにかかわらず、個々の層および/または層状構成要素の適切な硬化を保證するように意図されている。

【0018】

実施形態において、アドレス可能硬化は、各層内でピクセルごとに行われ得る。これとは別に、たとえば、LEDベースの露光アレイ内の各発光ダイオード(LED)のような各露光ユニットは、いくつかの隣接するピクセルをカバーし、単一または複数の層内のいくつかの隣接するピクセルの平均ピグメントに基づいて硬化強度を適用することができる。

30

【0019】

例示的な実施形態は、層ごとの履歴を利用することができ、それによって、アドレス可能硬化ユニットの強度を調整して、特定の層を過硬化することによって引き起こされる場合がある損傷効果をもたらすことなく、特定の層に対する完全な硬化をもたらす。UV光を含む、当てられる光は、いくつかの層のうちの一つの層の構成および/または色に基づいて、いくつかの層を別様に貫通することになるため、この層ごとの履歴を参考にすることは適切である。光は、たとえば、黒色インクのいくつかの層のみを貫通しながら、20

40

【0020】

開示されているシステムおよび方法のこれらのおよび他の特徴および利点が、様々な例示的な実施形態の以下の詳細な説明に記載されており、またはその説明から明らかになる。

【0021】

本開示による、三次元(3D)印刷部品および構成要素、特に3Dインクジェット印刷システムにおいて形成されるそれらの部品および構成要素の形成および/または製造においてUV光または光硬化可能インク層の調整可能硬化を実施するための、開示されているシステムおよび方法の様々な例示的な実施形態は、以下の図面を参照して詳細に説明され

50

る。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、本開示によるアドレス可能硬化デバイスを含む例示的なインクジェット3D物体形成システムのブロック図である。

【図2】図2は、本開示によるアドレス可能硬化方式がこれに基づき得るマルチレイヤ履歴を構成し得る例示的な層の概要を示す図である。

【図3】図3は、本開示による、処理中の3D物体内の層のアドレス可能硬化を含む3D物体形成方式を実施するための例示的な制御システムのブロック図である。

【図4】図4は、本開示による、処理中の3D物体内の層のアドレス可能硬化を含む3D物体形成方式を実施するための例示的な方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本開示による、三次元(3D)印刷部品および構成要素、特に3Dインクジェット印刷システムにおいて形成されるそれらの部品および構成要素の形成および/または製造においてUV光または光硬化可能インク層の調整可能硬化を実施するためのシステムおよび方法は、概して、それらのシステムおよび方法の特定の利用形態を参照する。本開示において説明および図示されている例示的な実施形態は、3D物体形成システム、3D物体形成システム内の個々の材料堆積構成要素、または3D物体形成システムにおける3D物体形成を制御するための制御および/または処理構成要素の任意の特定の構成、ならびに、形成または製造中に処理中の3D物体の1つまたは複数の層を選択的に硬化するためのアドレス可能物体硬化構成要素を含むそのような3D物体形成システムの任意の特定の構成に特に限定されるものとして解釈されるべきではない。本開示において詳細に説明されるもののようなデバイスおよび方式を利用して、アドレス可能かつ/または選択的な個別の硬化を、処理中の3D物体の部分に適用するためのシステムおよび方法の任意の有利な使用は、開示されている例示的なシステムおよび方法の範囲内に含まれるものとして企図されていることが認識されるべきである。

【0024】

本開示によるシステムおよび方法は、3D物体の形成のためのプラットフォーム上に堆積される材料として噴射インクを利用する3Dプリンタにおける3D物体形成に対する使用に特に適合可能であるものとして説明される。これらの参照は、開示されているシステムおよび方法の単一の実世界の利用形態を提供するにあたっての例示としてのみ意図されており、任意の特定の製品またはデバイスの組み合わせに、または、説明および図示されているアドレス可能硬化デバイスおよび方式が有利に利用され得る任意の特定のタイプの3Dプリンタに開示されているシステムおよび方法を限定するものとして考えられるべきではない。任意の一般的に知られているプロセッサ制御3D物体形成デバイスであって、プロセッサが、本開示において説明されている特定の機能に従って適合され得る、処理中の3D物体の個別の部分の可変硬化を指示することができる、プロセッサ制御3D物体形成デバイスが企図される。

【0025】

開示されている実施形態は、他の目的の中でも、多くの3Dプリンタ、特にUV硬化可能インク3Dプリンタが従来から直面している課題に対処する、3Dプリンタにおいて形成される3D印刷部品の「正確な」硬化を可能にするように意図されている。目的は、3Dプリンタにおいて使用するために利用可能である広い様々な範囲のUV硬化可能インク色および組成にわたって、過硬化することなく3D物体のすべての構成要素を効果的に硬化するのに十分徹底的であるレベルの硬化を可能にすることである。開示されている方式、プロセス、方法および技法、ならびに、それらの実施をサポートするシステムおよびデバイスは有利には、3D印刷部品、構成要素および/または物体に固有であるように特定の個別の部分内に配置されているUV硬化可能インクのマルチレイヤ履歴から得られる情報に基づいて、UV硬化可能インクの個々のピクセルおよび/またはピクセルグループを

10

20

30

40

50

さえ照射するような詳細を含む、3Dプリンタによって形成される処理中の3D物体の特定の個別の部分照射するための制御可能UV光照射および/または露光をもたらすことができる。

【0026】

UV硬化可能インクを用いて印刷するとき、インクを正確に硬化させることは大いに重要である。硬化において不一致が大きくなることによって、UV硬化可能インクが依然として液体のままになるか、または、UV硬化可能インク層の個々の部分において正確な色域を呈することに問題を有することになる可能性がある。3D物体形成、3D印刷および/または積層造形において、硬化の度合いは、理想的な硬化および/または硬化露光量からのすべての明らかに小さい変動は、引張強度、衝撃強度、および硬度のような、形成される3D物体の物理的特性に悪影響を及ぼし得る。加えて、いくつかのUV硬化可能インク、インク成分および/またはインク溶液は生物学的または微生物学的に中性ではないため、形成される3D物体を適切に表面硬化できないことによって、結果として、十分に硬化しなかった物体を取り扱う人間に危険が生じる場合がある。

10

【0027】

そこで、開示されている方式は、マルチレイヤ履歴に従って、処理中の3D物体の識別可能な部分を、個々の層および層グループ内のピクセルごとのレベルにまで個別に正確に硬化することによって、この課題に対処する。一実施形態において、3D物体形成方式において噴射または他の状態で堆積される物体形成材料の個々の層について層ごとの履歴を蓄積することができる。この層ごとの履歴は、3D画像形成方式と関連付けられるメモリ構成要素に記憶することができる。処理中の3D物体の個別部分を識別することができる。それらの個別部分のマルチレイヤ履歴を分析することができる。個々のピクセルについて、適切なレベルのUV硬化放射または照射を決定することができる。LED UV硬化アレイを含む硬化アレイについて、UV硬化放射または照射の平均レベルは、UV硬化アレイの個々の要素によってカバーされる複数のピクセルの間で決定することができる。認識されるUV硬化放射は、3D物体内の複数の層を貫通することになる。

20

【0028】

図1は、本開示によるアドレス可能硬化デバイス150を含む例示的なインクジェット3D物体形成システム100のブロック図を示す。図1に示すように、例示的なシステム100は、堆積材料125を、1つまたは複数の個々の材料堆積構成要素120から何らかの様式の基部構成要素170に送達するための材料堆積デバイス110を含み得る。堆積材料125は、種々の色および組成のUV硬化可能インクの形態であり得る。1つまたは複数の個々の材料堆積構成要素120は、種々の色および組成のUV硬化可能インクを基部構成要素170上に噴射するためのインクジェットデバイスまたはヘッドの形態であり得る。

30

【0029】

基部構成要素170は、例示的なシステム100によって形成される処理中の3D物体130を、材料堆積位置176と硬化位置178との間で搬送するための何らかの可動プラットフォームの形態であり得る。図示のように、基部構成要素170は、1つまたは複数の駆動ローラまたは追従ローラ172、174の周囲の様々な位置の間で可動であり得る。処理中の3D物体130は、堆積材料125の連続した層が追加されるようにするために、個々の材料堆積構成要素、たとえば、印字ヘッドの下を進むようにされ得る。

40

【0030】

実施形態において、たとえば、低レベルUVランプによるUV硬化放射を含む、何らかの基本レベルの硬化放射145を与えるための基本硬化デバイス140が含まれ得る。たとえば、処理中の3D物体の個々の領域および/または処理中の3D物体を形成する層を、個々の領域の各々の中の個々の層のマルチレイヤ履歴に適切であるようなUV硬化放射の、なお制御される、より高い閾値レベルにするための、個々の個別に方向付けられる調整可能な硬化ヘッドまたはランプ160によるUV硬化放射を含む、個別的に独立して調整可能な硬化放射165を与えるためのアドレス可能硬化デバイス150が含まれ得る。

50

このように、個別的な硬化放射 165 は、個別的な硬化放射 165 によって露光および硬化されるべき処理中の 3D 物体の特定の領域内の最近印刷された層のマルチレイヤ履歴を適用することに基づいて調整することができる。実施形態において、処理中の 3D 物体 130 に当てられるすべての硬化放射は、アドレス可能硬化デバイス 150 によって与えることができ、いかなる基本硬化デバイス 140 も含む必要はない。実施形態において、アドレス可能硬化デバイス 150 と関連付けられる、個々の個別に方向付けられる調整可能硬化ヘッドまたはランプ 160 は、たとえば、発光ダイオード (LED) 構成要素もしくはアレイ、レーザータイプの硬化構成要素、または他の UV 硬化放射を与える構成要素の形態であってもよい。

【0031】

図 2 は、本開示によるアドレス可能硬化方式がこれに基づき得るマルチレイヤ履歴を構成し得る例示的な層の概要 200 を示す。図 2 に示すように、マルチレイヤ履歴を構成する 3D プリンタから印刷された 4 つのインク層 210 ~ 240 のサンプル断面が、例示的なマルチレイヤ履歴がその一区画を形成し得る処理中の 3D 物体の層の個別の部分に当てられるべき可変硬化放射 250 ~ 270 の正確なレベルの決定において 3D プリンタによって処理するために分析され、評価され、3D プリンタ内に記憶され得る。処理中の 3D 物体の定式化において、図示されているような、下方の 2 つまたは 3 つの層 220 ~ 240 が、複数の層 210 ~ 240 から構成される処理中の 3D 物体の個別の部分に方向付けられている 1 つまたは複数の硬化ランプによってすでに露光されて、部分的にまたは基本的に完全に硬化されたものであり得ると仮定することが分かりやすい。しかしながら、ち

【0032】

たとえば、可変放射レベル 250 によって作用されるべき図 2 の左の層の列は、多くの黒色の層がともに、硬化するためにもっとも大きい UV エネルギーを加えられる必要がある 1 つの極端な事例を示している。図示されているような様々な度合いにおいて、黒色がシアンの上に印刷されている層は必要とする合計エネルギーがわずかにより低く (放射レベル 255 参照)、黄色および / または白色を含むより明るい色の複数の層の上にシアンが印刷されている層が必要とする合計エネルギーはさらにより低く (放射レベル 260 参照)、同様に、黄色を含むより明るい色の複数の層の上に印刷されている 1 つまたは複数の透明層はエネルギーをさらに低減し (放射レベル 265 参照)、もう一方の極端な事例において、透明な複数の層がいくつかの層を貫通するのに必要とする UV エネルギーの量は最小である (放射レベル 270 参照)。図 2 に示す例示的な層の概要 200 には 4 つの層が図示されているが、この図示は例示のみを目的として行われていることが留意されるべきである。たとえば、アドレス可能硬化デバイスの放射レベルを設定するための開示されている方式に従って開発、分析および / または記憶されるマルチレイヤ履歴には実質的に制約はない。言い換えれば、開示されている方式は、たとえば、図示されているような 4 つの層には限定されない。3D プリンタにおいて使用されている、噴射インクを含むインクの物理的特性に応じて、UV 光は、種々の数の層を通じて伝播することができ、層ごとの分析は、処理中の 3D 物体の個別の部分に適切に硬化させるための、アドレス可能放射の設定値を提供するために、これらの物理的特性を正確に計上する。利用されるインクにおける特定の物理的特性を含むインク層の様々な組み合わせの硬化および層伝播効果の試験に基づいて、特定の設定パラメータが 3D プリンタに届けられ、記憶され得る。

【0033】

開示されている方式によれば、マルチレイヤ履歴制御と組み合わせてアドレス可能 UV 硬化デバイスを利用することによって、各処理中のまたは完成した 3D 印刷部品、物体ま

10

20

30

40

50

たは構成要素が、印刷されている各インクについて「正確な」量の総合硬化エネルギーで、3D印刷部品、物体または構成要素の内部で完全かつ均一に硬化されることが可能である。この結果として、粘着または接着層の不具合、および、処理中のまたは完成した3D印刷部品、物体または構成要素内の個別の部分またはポケットの不適切な部分的硬化に基づく他の有害効果を含むいくつかの不具合を最小限に抑えながら、3D印刷部品、物体または構成要素が、引張強度のような最適な物理的特性で生成され得る。

【0034】

簡潔に述べると、開示されている実施形態は、完成3D部品、物体または構成要素の構造的完全性および表面完全性を改善するために、形成または造形プロセス中に処理中の3D部品、物体または構成要素の個々の部分に、個別的にアドレス可能な硬化を適用することによって、3Dプリンタを含む、従来の3D部品、物体または構成要素形成/造形システムを改善する。開示されている実施形態は、マルチレイヤ履歴に基づいてUV硬化放射を増減させることができることに基づいてUV硬化に対する全体的な放射要件を最小限に抑え、それによって、概して処理中のまたは完成した3D部品、物体または構成要素の任意の特定の個別部分における過硬化または硬化不足を回避することによって、改善された機能的3Dプリンタを提供することができる。処理中の3D部品、物体または構成要素の任意の特定の個別部分における層のマルチレイヤ組成に基づいて、一定レベルのUV硬化放射はいくつかの暗色層のみを貫通し得るか、または、多くのより明るいもしくは透明な層を貫通し得ることを理解すると、そのような一定レベルのUV硬化放射を当てる結果として、処理中の3D部品、物体または構成要素の特定の個別部分のランダム可変硬化がもたらされるということになり得る。このランダム可変硬化は、完成3D部品、物体または構成要素の構造的特性に影響を与えることができるだけでなく、完成3D部品、物体または構成要素の様々な色特性を含む、完成3D部品、物体または構成要素の審美的特性にも影響を与えることができる。3D部品、物体または構成要素を形成する複数の堆積層のマルチレイヤ履歴の分析、ならびに、その分析によるアドレス可能硬化デバイスの自動調整によって、従来の3D印刷および物体硬化技法よりも優れたものになる。上記でキャプチャされているような、個別の色のインクに対する参照は、アドレス可能硬化デバイスによって操作されるべき開示されているインクの1つの例示的な特性を提供するように意図されている。マルチレイヤ履歴は、単色構成要素、および/または、一度に単色の堆積材料のみを堆積することが可能である3Dプリンタのための貫通方式のみを決定するために等しく適用可能であり得る。一例として、単色構成要素のみを生成することが可能である3Dプリンタにおいて、アドレス可能硬化デバイスは、透明インクのみを使用した別の印刷洗浄において同じ3Dプリンタによって印刷され得る3D部品、物体または構成要素の硬化と比較して、すべて黒色のインクを用いて印刷される3D部品、物体または構成要素の硬化のための硬化エネルギーを変化させることにおいて、依然として大幅な有用性を見出し得る。開示されている硬化方式の個別部分へのアドレス可能性はまた、特定の3D部品、物体または構成要素の比較的多数の層を含む、相対的により厚い(本体)部分、および、特定の3D部品、物体または構成要素の比較的少数の層を含む、相対的により薄い(端、縁またはフランジ)部分を適切に硬化させるためにも利用され得る。従来の硬化システムは、相対的により厚い部分を硬化不足にし得(構造的完全性に影響を与える)、一方で、相対的により薄い部分において、反りまたは他の歪みを誘発する程度まで、またはさらには、損傷もしくは構造的な不具合の程度まで、相対的により薄い部分を過硬化にし得る。また、噴射インク材料の特性に対する参照は、限定ではないが、たとえば、積層蛍光材料、積層真珠光沢材料、積層金属フレーク材料、積層磁気インク文字認識(MICR)材料、および、完成3D部品、物体または構成要素において特定の審美的特性を発現させるために使用可能であり得る他のインク積層材料を含んでもよい。

【0035】

図3は、本開示による、処理中の3D物体内の層のアドレス可能硬化を含む3D物体形成方式を実施するための例示的な制御システム300のブロック図を示す。図3に示すように、例示的な制御システム300は、3Dプリンタにおける3D物体形成動作を管理す

10

20

30

40

50

るのに使用可能である。

【0036】

例示的な制御システム300は、それによってユーザが例示的な制御システム300と通信することができる操作インターフェース310を含むことができる。操作インターフェース310は、3D物体形成デバイスと関連付けられているローカルアクセス可能ユーザインターフェースであってもよい。操作インターフェース310は、ユーザが例示的な制御システム300に情報を入力することを可能にすることができる制御デバイスおよび/またはコンピューティングデバイスに共通の1つまたは複数の従来のメカニズムとして構成されてもよい。操作インターフェース310は、たとえば、従来のキーボード、「ソフト」ボタンまたは互換性のあるスタイラスとともに使用するための様々な構成要素を有するタッチスクリーン、それによってユーザが、音声認識プログラムによって「翻訳」されるべき口頭命令を例示的な制御システム300に与えることができるマイクロフォン、または、それによってユーザが特定の操作命令を例示的な制御システム300に通信することができる他の同様のデバイスを含んでもよい。操作インターフェース310は、例示的な制御システム300が関連付けられる3D物体形成デバイス上に取り付けられている、当該デバイスに一体化されている、または、当該デバイスと関連付けられているグラフィカルユーザインターフェース(GUI)の機能の一部であってもよい。

10

【0037】

例示的な制御システム300は、例示的な制御システム300を個々に操作し、3D物体形成のための制御および動作機能を実行し、特に、アドレス可能硬化構成要素を利用して、例示的な制御システム300が関連付けられ得る3Dプリンタにおける3D物体形成のためのアドレス可能硬化方式を実施するための1つまたは複数のローカルプロセッサ320を含むことができる。プロセッサ(複数可)320は、例示的な制御システム300の特定の機能、および、例示的な制御システム300による3D物体形成プロセスの制御を指示するための命令を解釈および実行する少なくとも1つの従来のプロセッサまたはマイクロプロセッサを含むことができる。

20

【0038】

例示的な制御システム300は、1つまたは複数のデータ記憶デバイス330を含むことができる。そのようなデータ記憶デバイス(複数可)330は、例示的な制御システム300、特にプロセッサ(複数可)320によって使用されるべきデータまたは操作プログラムを記憶するのに使用することができる。データ記憶デバイス(複数可)330は、たとえば、開示されている方式に従って識別および分析することができる3D物体の個別部分内の複数の層の組成に基づいて、3Dプリンタによって印刷される処理中の3D物体に当てられるべき、3Dプリンタ内のアドレス可能硬化構成要素によって当てられるべき可変レベルの強度を含む硬化照射またはエネルギーにおける特定のレベルの強度に関する情報を記憶するのに使用することができる。記憶されている特定のレベルの強度は、3Dプリンタの製造元および/または供給元によって提供される試験データに基づくことができる。データ記憶デバイス(複数可)330は、代替的にまたは付加的に、3Dプリンタ内の基部構成要素上の3D物体形成材料の個々の層の堆積に関する層ごとの(またはマルチレイヤ)履歴に関する情報を記憶するのに使用されてもよい。本開示全体を通じて説明されているように、これは、3Dプリンタによって形成される処理中の3D物体の個別部分に対する硬化放射のアドレス可能強度を指定するための基礎を形成することができる、3Dプリンタ内の3D物体形成動作中にたとえ一時的にはあっても、データ記憶デバイス(複数可)330に記憶することができるマルチレイヤ履歴である。

30

40

【0039】

データ記憶デバイス(複数可)330は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、または、更新可能データベース情報を記憶することが可能であり、たとえば、プロセッサ(複数可)320によるシステム動作の実行のための命令を別個に記憶するための別のタイプの動的記憶デバイスを含んでもよい。データ記憶デバイス(複数可)330はまた、従来の読み出し専用メモリ(ROM)デバイス、または、静的情報およびプロセッサ(複数可)

50

320に対する命令を記憶する別のタイプの静的記憶デバイスを含んでもよいROMをも含んでもよい。さらに、データ記憶デバイス(複数可)330は、例示的な制御システム300に一体化されていてもよく、または、例示的な制御システム300の外部に設けられ、クラウドベースの記憶構成要素としても含め、当該制御システムと有線または無線通信してもよい。

【0040】

例示的な制御システム300は、限定ではないが、例示的な制御システム300が関連付けられ得る3D物体形成デバイスのGUI上の表示画面を含む、ユーザに情報を出力する1つまたは複数の従来のメカニズムとして構成されてもよい、少なくとも1つのデータ出力/表示デバイス340を含んでもよい。データ出力/表示デバイス340は、3Dプリンタによって形成されている処理中の3D物体に様々なレベルの硬化放射を当てるための、1つまたは複数の個々にアドレス可能な硬化構成要素、またはアドレス可能硬化デバイス全体の動作を含む、例示的な制御システム300が関連付けられ得る3Dプリンタの3D物体形成動作のステータスをユーザに指示するのに使用することができる。

10

【0041】

例示的な制御システム300は、それによって例示的な制御システム300が例示的な制御システム300の外部の構成要素と通信することができる1つまたは複数の別個の外部通信インターフェース350を含むことができる。外部通信インターフェース350の少なくとも1つは、たとえば、例示的な制御システム300が関連付けられ得る3Dプリンタのような3D物体形成デバイスへの接続および/または当該デバイスとの通信をサポートするための出力ポートとして構成することができる。例示的な制御システム300と外部および/または関連構成要素との間の有線または無線通信を提供するための任意の適切なデータ接続は、図示されている外部通信インターフェース350によって包含されることが意図されている。

20

【0042】

例示的な制御システム300は、処理中の3D物体を形成するために層内の材料の堆積を制御するのに使用することができる材料堆積制御ユニット360を含むことができる。材料堆積制御ユニット360は、例示的な制御システム300が関連付けられ得る3Dプリンタによって印刷されるべき3D物体に関する入力デジタルデータを受信することができる。受信される入力デジタルデータは、たとえば、外部通信インターフェース350を介して任意のデータソースから入来してもよい。プロセッサ320または材料堆積制御ユニット360自体のいずれかが、受信入力デジタルデータを、3Dプリンタ内の物体形成基部上に1つまたは複数の色またはタイプの物体形成材料を堆積するための層ごとの方式にパースすることができる。材料堆積制御ユニット360は、その後、材料堆積デバイス内の噴射インク材料堆積ヘッドまたはノズルから層内に噴射されるインクを含む、材料堆積デバイス内の特定の材料出力からの物体形成材料の堆積を指示することができる。

30

【0043】

例示的な制御システム300は、独立型構成要素としての、または、データ記憶デバイス330の1つまたは複数の中の構成要素、機能、または記憶空間としての、マルチレイヤ履歴記憶ユニットを含むことができる。マルチレイヤ履歴記憶ユニット370は、3Dプリンタ内の物体形成基部上に1つまたは複数の色またはタイプの物体形成材料を堆積するための層ごとの方式の記録を、少なくとも一時的に記憶するのに使用可能であり得る。この記憶されている記録は、プロセッサ320による追加の分析に利用可能であり得、または、後述する層分析および硬化制御ユニット380が、上記で詳細に説明したプロセスおよび技法に従って3Dプリンタ内のアドレス可能硬化デバイスからのアドレス可能放射エネルギー放射方式を実施するための制御入力を決定するために利用可能であり得る。

40

【0044】

例示的な制御システム300は、例示的な制御システムが関連付けられている3Dプリンタ内の処理中の3D物体を形成する物体形成材料の1つまたは複数の堆積層の、収集および/または記憶されているマルチレイヤ履歴を分析するための層分析および硬化制御ユ

50

ニット380を含むことができる。層分析および硬化制御ユニット380は、たとえば、1つまたは複数のデータ記憶デバイス330に結合されているプロセッサ320の一部として、または、例示的な制御システム300内の別個の独立型構成要素モジュールもしくは回路として動作することができる。

【0045】

図3に示されているような例示的な制御システム300の様々な構成要素のすべては1つまたは複数のデータ/制御バス390によって内部で、および、1つまたは複数の3D物体形成デバイスに接続することができる。これらのデータ/制御バス390は、例示的な制御システム300の様々な構成要素のすべてが、例示的な制御システム300が関連付けられ得る3D物体形成デバイスまたは3Dプリンタ内に一体的に収容されているか、
10
または、他の状態でその外部にあり、それに接続されているかにかかわらず、それらの構成要素間の有線または無線通信を提供することができる。

【0046】

図3においては一体型ユニットとして示されているが、例示的な制御システム300の様々な開示されている要素は、単一のユニットに対して一体的であるか、または、例示的な制御システム300の単一のユニットの外部にあり、当該ユニットと有線もしくは無線通信している、個々の構成要素または構成要素の組み合わせとしてのサブシステムの任意の組み合わせにおいて構成されてもよいことが諒解されるべきである。言い換えれば、図3の図示によっては、一体型ユニットとしての、または、サポートユニットとしての特定の構成が暗示されるべきではない。さらに、例示的な制御システム300に関する本開示
20
において提供されている詳細の理解を容易にするために、個々のユニットとして図示されているが、個々に図示されている構成要素のいずれかの説明されている機能は、たとえば、1つまたは複数のデータ記憶デバイス(複数可)330に接続されており、当該記憶デバイスと通信している1つまたは複数のプロセッサ320によって行われてもよいことが理解されるべきである。

【0047】

開示されている実施形態は、3D物体のマルチレイヤ履歴に基づいて層をアドレス可能に硬化することを含む、3D物体形成方式を実施するための例示的な方法を含み得る。図4は、そのような例示的な方法の流れ図を示す。図4に示すように、方法の動作は、ステップS4000において開始し、ステップS4100に進む。
30

【0048】

ステップS4100において、3D物体形成データが、3Dプリンタ内、または、3Dプリンタと関連付けられている制御構成要素内のデータソースから受信され得る。方法の動作はステップS4200に進む。

【0049】

ステップS4200において、受信された3D物体形成データが、3Dプリンタ内で処理中の3D物体を生成するために1つまたは複数の色および/またはタイプの物体形成材料を物体形成基部に堆積するための層ごとの堆積方式にパースまたは他の状態で変換され得る。方法の動作はステップS4300に進む。

【0050】

ステップS4300において、UV硬化インクの個々の層が、3Dプリンタ内で実行される層ごとの材料堆積方式に従って処理中の3D物体を形成するために、複数のインクジェットヘッドまたはノズルから堆積され得る。方法の動作はステップS4400に進む。
40

【0051】

ステップS4400において、層ごとの材料堆積方式に従って処理中の3D物体を形成するために複数のインクジェットヘッドまたはノズルから堆積されるUV硬化インクの個々の層のマルチレイヤ履歴が、たとえば、3Dプリンタ内のデータ記憶デバイス内に収集および維持され得る。方法の動作はステップS4500に進む。

【0052】

ステップS4500において、3Dプリンタ内で形成されている処理中の3D物体の個
50

々の個別部分が識別され得る。方法の動作はステップS 4 6 0 0に進む。

【0053】

ステップS 4 6 0 0において、識別された各個々の個別部分内の個々の層のマルチレイヤ履歴に従って堆積されている、処理中の3D物体の識別された各個々の個別部分内の個々の層の組成が評価され得る。この評価の目的は、ピクセルレベルまたはマルチピクセルレベルにおいて、処理中の3D物体の識別された各個々の個別部分を形成する層の構成を得ることである。方法の動作はステップS 4 7 0 0に進む。

【0054】

ステップS 4 7 0 0において、処理中の3D物体の各個々の個別部分に当てられるべき硬化エネルギーの強度が、処理中の3D物体の識別された各個々の個別部分内の個々の層の評価された組成に基づいて決定され得る。上記で詳細に説明したように、この決定は、処理中の3D物体の識別された各個々の個別部分内の堆積材料層の正確な硬化を可能にするために、UV硬化可能インクを含む、堆積材料の色および/または材料成分を含む、層内に堆積される材料の特性を考慮に入れることができる。方法の動作はステップS 4 8 0 0に進む。

10

【0055】

ステップS 4 8 0 0において、決定された強度の硬化エネルギーが、処理中の3D物体の識別された各個々の個別部分を正確に硬化するために、処理中の3D物体の識別された各個々の個別部分に当てられ得る。方法の動作はステップS 4 9 0 0に進む。

【0056】

20

ステップS 4 9 0 0は、3Dプリンタ内で3D物体を形成するための層ごとの材料堆積方式に従って、処理中の3D物体の層のすべてが堆積および硬化されているか否かが判定される判定ステップである。

【0057】

ステップS 4 9 0 0において、層ごとの材料堆積方式に従って、処理中の3D物体の層のすべてが堆積および硬化されていないと判定される場合、方法の動作はステップS 4 3 0 0に戻る。

【0058】

ステップS 4 9 0 0において、層ごとの材料堆積方式に従って、処理中の3D物体の層のすべてが堆積および硬化されていると判定される場合、方法の動作はステップS 5 0 0 0に進む。

30

【0059】

処理中の3D物体のすべての層が堆積されているが、すべての層が完全に硬化されていない場合があるという可能性がある。この事例において、方法は、3D物体形成動作が完全に完了する前に、1つまたは複数の最終的な硬化動作を提供するために、ステップS 4 4 0 0に戻ることができる。

【0060】

ステップS 5 0 0 0において、形成および硬化された3D物体が3Dプリンタから出力され得る。方法の動作はステップS 5 1 0 0に進み、方法の動作は終了する。

【0061】

40

上記で示したように、方法は、3Dプリンタ内で形成されている3D物体のすべての要素部分および/または個々の個別部分の正確な硬化の、以前は達成することができなかったレベルの制御を確実に可能にすることができる。

【0062】

開示されている実施形態は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに、上記で概説した方法のステップのすべてまたは少なくともいくつかを実行させることができる命令を記憶している持続性コンピュータ可読媒体を含むことができる。

【0063】

上述した例示的なシステムおよび方法は、よく知られるため、また、理解を容易にするために、本開示の主題を実装することができる適切な動作、製品処理および3D物体形成

50

または積層造形環境の簡潔で全般的な説明を提供するために、特定の従来構成要素を参照している。必須ではないが、本開示の実施形態は、少なくとも部分的に、説明されている特定の機能を実行するためのハードウェア回路、ファームウェア、またはソフトウェアコンピュータ実行可能命令の形態で提供されてもよい。これらは、プロセッサによって実行される個々のプログラムモジュールを含んでもよい。

【0064】

開示されている主題の他の実施形態は、多くの異なる構成の、3Dプリンタを含む積層造形デバイスにおいて実践されてもよいことを、当業者は諒解しよう。

【0065】

上記で示したように、本開示の範囲内の実施形態は、アドレス可能硬化を制御するために、1つまたは複数のプロセッサによって読み出し実行することができるコンピュータ実行可能命令またはデータ構造を記憶しているコンピュータ可読媒体を含んでもよい。そのようなコンピュータ可読媒体は、プロセッサ、汎用または専用コンピュータによってアクセスすることができる任意の利用可能な媒体とすることができる。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、フラッシュドライブ、データメモ리카ード、または、アクセス可能コンピュータ実行可能命令もしくはデータ構造の形態の所望のプログラム要素もしくはステップを担持もしくは記憶するのに使用することができる他のアナログもしくはデジタルデータ記憶デバイスを含むことができる。

10

【0066】

コンピュータ実行可能命令は、たとえば、プロセッサに、上記で示した機能のいくつかを個々にまたは様々な組み合わせで実施させるためにそれぞれ実行およびアクセスされ得る持続性命令およびデータを含む。コンピュータ実行可能命令はまた、プロセッサによるアクセスおよび実行のために遠隔して記憶されるプログラムモジュールをも含んでもよい。

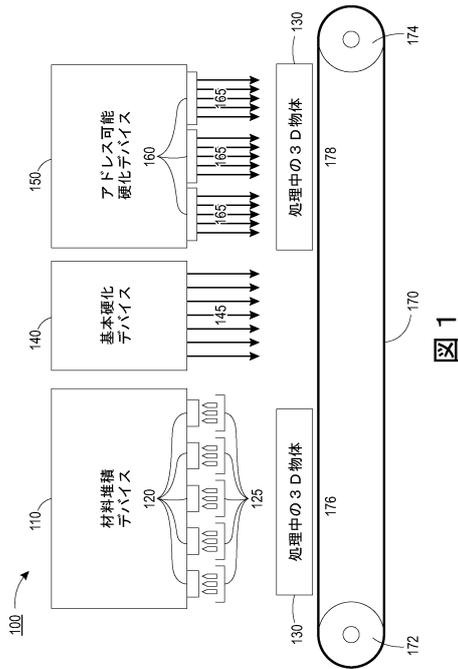
20

【0067】

図示されている例示的な一連の実行可能命令または関連データ構造は、上記で概説した例示的な方法のステップにおいて説明されている機能を実施するための対応する一連の動作の一例を表す。図示されている例示的なステップは、開示されている実施形態の目的を実行するために任意の妥当な順序で実行されてもよい。特定のステップが任意の他の方法ステップを実行するための必要な前提条件である場合を除き、方法の開示されているステップの特定の順序が必ずしも図4における図示によって暗示されているとは限らない。

30

【 図 1 】



【 図 2 】

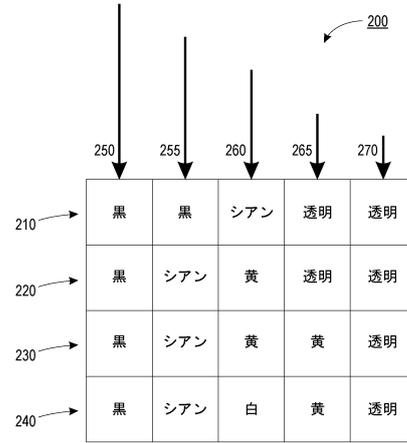


図 2

【 図 3 】

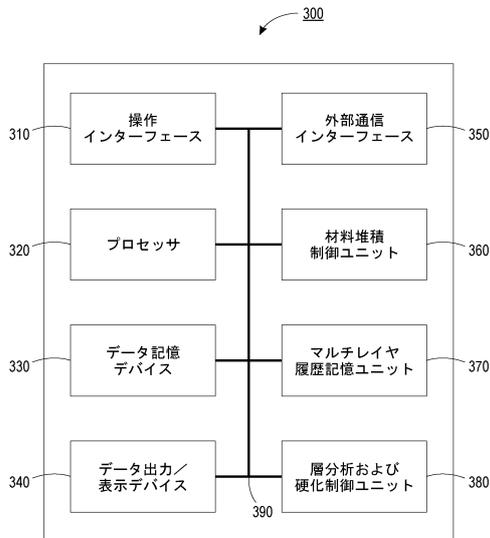


図 3

【 図 4 】

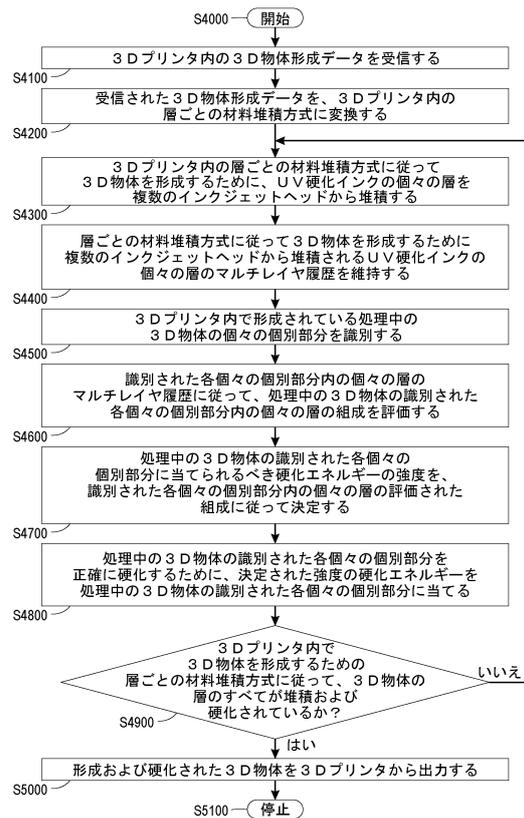


図 4

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 3 Y 50/02 (2015.01) B 4 1 J 2/01 5 0 1
B 3 3 Y 30/00
B 3 3 Y 50/02

(56)参考文献 特表2014-503384(JP,A)
特開2007-298990(JP,A)
特表2015-531707(JP,A)
米国特許第06200646(US,B1)
米国特許出願公開第2013/0302917(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0
B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0
B 2 9 C 6 7 / 0 0