

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6846433号
(P6846433)

(45) 発行日 令和3年3月24日 (2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月3日 (2021.3.3)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 9 C 64/393 (2017.01)	B 2 9 C 64/393
B 2 9 C 64/10 (2017.01)	B 2 9 C 64/10
B 2 9 C 64/20 (2017.01)	B 2 9 C 64/20
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00

請求項の数 15 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-550360 (P2018-550360)
(86) (22) 出願日	平成29年2月16日 (2017.2.16)
(65) 公表番号	特表2019-509917 (P2019-509917A)
(43) 公表日	平成31年4月11日 (2019.4.11)
(86) 国際出願番号	PCT/GB2017/050402
(87) 国際公開番号	W02017/163000
(87) 国際公開日	平成29年9月28日 (2017.9.28)
審査請求日	令和1年11月29日 (2019.11.29)
(31) 優先権主張番号	1604950.4
(32) 優先日	平成28年3月23日 (2016.3.23)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	英国 (GB)

(73) 特許権者	310021766 株式会社ソニー・インタラクティブエンタ テインメント 東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
(72) 発明者	スターキー、ロバート クリストファー イギリス国 ダブリュ1エフ 7エルピー ロンドン グレート マールボロ スト リート 10、ソニー インタラクティブ エンタテインメント ヨーロッパ リミ テッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3D印刷システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

3D印刷システムであって、
3Dオブジェクトを印刷するように動作可能な3D印刷装置と、
赤外線カメラによって取り込まれた画像を分析して、印刷されるオブジェクトの状態を
検出するように動作可能な処理ユニットと、

3D印刷プロセスの間に3D印刷オブジェクトが付着される基板と、
前記3Dオブジェクトが前記基板に付着されていない場合に赤外光の全内部反射を前記
基板に生じさせるように、前記基板を照明するように構成された赤外線光源とを備え、前
記基板は、前記赤外線光源によって放射される赤外光の少なくとも特定の周波数に対して
透明または半透明であり、

前記赤外線カメラは、前記3Dオブジェクトが印刷される面とは反対の前記基板の表面
を観察して前記3Dオブジェクトが前記基板に正しく付着された場合に前記3Dオブジェ
クトの画像を取り込むことができるように構成されており、

前記処理ユニットは、前記3Dオブジェクトが前記基板に正しく付着されているかどう
かを検出するために、前記取り込まれた画像を分析するように動作可能である、3D印刷
システム。

【請求項2】

前記3D印刷装置によって印刷される前記3Dオブジェクトの画像を取り込むように動
作可能な赤外線カメラアレイを含む、請求項1に記載の3D印刷システム。

10

20

【請求項 3】

前記処理ユニットは、前記赤外線カメラアレイによって取り込まれた前記 3 D オブジェクトの画像の分析を利用して、前記 3 D 印刷プロセスにおけるエラーを識別するように構成される、請求項 2 に記載の 3 D 印刷システム。

【請求項 4】

前記処理ユニットは、前記赤外線カメラアレイによって取り込まれた前記 3 D オブジェクトの画像の分析を利用して、前記 3 D 印刷プロセスの完了を識別するように構成される、請求項 2 に記載の 3 D 印刷システム。

【請求項 5】

前記赤外線カメラは、立体画像を取り込むように構成される、請求項 2 に記載の 3 D 印刷システム。 10

【請求項 6】

前記取り込まれた画像の分析は、取り込まれた画像と前記 3 D オブジェクトのモデルとの比較を含む、請求項 2 に記載の 3 D 印刷システム。

【請求項 7】

前記 3 D オブジェクトのモデルは、部分的に完成した 3 D オブジェクトのモデルである、請求項 6 に記載の 3 D 印刷システム。

【請求項 8】

前記取り込まれた画像の分析は、取り込まれた画像と前記 3 D オブジェクトを印刷するための印刷命令とを比較することを含む、請求項 6 に記載の 3 D 印刷システム。 20

【請求項 9】

前記 3 D 印刷プロセスにおけるエラーが識別された場合、前記 3 D 印刷プロセスがやり直される、請求項 1 に記載の 3 D 印刷システム。

【請求項 10】

前記 3 D 印刷装置の動作パラメータは、前記取り込まれた画像の分析に応答して調整される、請求項 2 に記載の 3 D 印刷システム。

【請求項 11】

3 D 印刷システムで使用するための 3 D 印刷方法であって、

3 D プリンタを使用して 3 D オブジェクトの一部を印刷するステップと、

3 D 印刷プロセスの間に 3 D 印刷オブジェクトが付着される基板を提供するステップと 30

、
前記 3 D オブジェクトが基板に付着されていない場合に赤外光の全内部反射を前記基板に生じさせるように、前記基板を照明する赤外線光源を配置するステップであって、前記基板は、前記赤外線光源によって放射される赤外光の少なくとも特定の周波数に対して透明または半透明である、配置するステップと、

赤外線カメラを用いて前記 3 D オブジェクトが印刷される面とは反対の前記基板の表面を観察して前記 3 D オブジェクトが前記基板に正しく付着された場合に前記カメラが前記 3 D オブジェクトの画像を取り込むことができるようにするステップと、

前記 3 D オブジェクトが前記基板に正しく付着されているかどうかを検出するために、前記取り込まれた画像を分析するステップとを含む、3 D 印刷方法。 40

【請求項 12】

赤外線カメラアレイを使用して印刷される前記 3 D オブジェクトの画像を取り込むステップと、

前記 3 D オブジェクトの取り込まれた画像を分析して前記 3 D オブジェクトの状態を検出するステップとを含む、請求項 11 に記載の 3 D 印刷方法。

【請求項 13】

前記取り込まれた画像の分析に応答して前記 3 D プリンタの動作パラメータを調整するステップを含む、請求項 12 に記載の 3 D 印刷方法。

【請求項 14】

コンピュータによって実行されると、請求項 11 から 13 のいずれかに記載の方法を前 50

記コンピュータに実行させるコンピュータソフトウェア。

【請求項 15】

請求項 14 に記載のコンピュータソフトウェアを格納した機械読み取り可能な非一過性記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、3D印刷システムに関する。

【背景技術】

【0002】

3D印刷のための多数の技術があり、これらの技術は、モデルを作成するために層がどのように構築されるかによって典型的には区別されることが理解されよう。一つの技術は選択的レーザ焼結（SLS）として知られており、粉末の層がレーザによって選択的に融合されて固体領域が生成され、次に新しいパウダー層を上置き、このプロセスを繰り返すことでモデルを構築する。別の技術はステレオリソグラフィとして知られており、光反応性液体を1つ以上のレーザと共に使用して定められた点で液体を硬化させ、これにより、典型的にはこれもまた層状にモデルを構築する。これらの技術の両方は、本発明の実施の形態の範囲内で想定されているが、強力なレーザとモデルの周りの粉末または液体の形態の大量のマトリックス材料の両方が必要になるという欠点を有するため、家庭的利用に対しては実用性が低くなる。その結果、別の技術として熱溶解積層法（FDM）がある。このアプローチは、モデルの連続する層の上を移動するプリンタヘッド内のプラスチックを溶融させ、用紙上のインクジェットプリンタによるインクの液滴の堆積と同様の方法で各層の選択位置にプラスチックの液滴を堆積させる。これは、レーザまたはモデルによって使用される原材料の周囲のマトリックス材料の必要性を回避する。それで理解のために、FDM方式の3Dプリンタを添付図面の図1Aおよび図1Bを参照して以下簡単に説明する。

【0003】

図1Aは単純なFDM方式3Dプリンタ100の側面図を概略的に示し、図1Bは同じFDM方式3Dプリンタの平面図を概略的に示す。プリンタ100は、印刷されたモデルの組立のための作業面を提供するベース構造110と、プリンタフレーム120を上げ下げ可能な支持ストラット102とを備える。3Dプリンタ100の操作領域は、3Dモデルが印刷されるビルドチャンバを規定する。

【0004】

例示的な機構では、モータ112Yは、ネジ山を含む駆動バー104に結合される。プリンタフレーム120は、ネジ穴と平滑穴とを有する連結部を備え、ネジ穴は駆動バーと係合し、平滑穴は支持ストラットの一つに係合する。プリンタドライバからの指示のもとで、モータ112Yが駆動バーを時計回りまたは反時計回りに回転させると、プリンタフレームが駆動バーおよび支持ストラットを上または下に（すなわちy軸に沿って）移動し、そのため、プリンタフレームに取り付けられたプリンタキャリッジ130を上昇または下降させる。

【0005】

図1Bから分かるように、プリンタフレーム120は、典型的には4つの支持ストラット102に取り付けられる。任意であるが、第2のモータ、駆動バーおよび連結部は、フレームおよびモータの歪みを低減するために、フレームの対向する角部に設けられてもよい。

【0006】

プリンタフレーム120は、プリンタキャリッジ130を支持する。モータ112Xは、固定デバイス／装置124によってプリンタキャリッジ130に固定された駆動バンド122に連結される。プリンタドライバからの指示のもとで、モータ112Xが駆動バンドを時計回りまたは反時計回りに回転させると、プリンタキャリッジ130はプリンタフ

10

20

30

40

50

レーム 120 に沿って右または左に（すなわち x 軸に沿って）移動し、そのため、取り付けられたプリンタ機構 140 を横に移動させる。

【0007】

プリンタキャリッジ 130 は、プリンタ機構 140 を支持する。モータ 112 Z は、固定デバイス／装置 134 によってプリンタ機構 140 に固定された駆動バンド 132 に連結される。プリンタドライバからの指示のもとで、モータ 112 Z が駆動バンドを時計回りまたは反時計回りに回転させると、プリンタ機構 140 は奥行き方向の前後に（すなわち、z 軸に沿って）動かされる。

【0008】

プリンタ機構 140 自体は、当該機構に供給される一つ以上のプラスチック糸の端部（図示せず）を加熱するため、または当該機構上のホッパーから得られたプラスチック粉末の粒子（図示せず）を加熱するためのヒーターを備える。プラスチックの加熱または加熱されたプラスチックの放出は、プリンタドライバからの指示によって制御される。次いで、得られたビードすなわち溶融プラスチックの液滴は、プリンタヘッドまたはノズル 142 を介して、プリンタの作業面 110 または適用可能であれば部分的に構築されたモデル（図示せず）上に堆積される。

【0009】

このようにして、プリンタドライバからの適切な指示の下で、モータ 112 X、Y、Z を使用してプリンタヘッドを 3D プリンタの作業容積内のどこにでも配置することができ、プラスチックの液滴をその位置に堆積させることができ、その液滴は冷却、硬化して 3D モデルのボクセルを形成する。プリンタヘッドを連続的に移動させ、プラスチック液滴を選択的に溶融または放出することにより、完成した 3D モデルをそのような複数のボクセルから構築することができる。

【0010】

典型的には、プリンタドライバ自体は、3D モデルを記述するモデルジオメトリを受け取るコンピュータ支援の設計システム内のソフトウェアモジュールである。プリンタドライバは、y 方向の各レイヤに対して一つのボクセル厚さの 3D モデルの薄いスライスを生成し、そのレイヤ内の各ボクセルの x、z 座標を決定する。次に、プリンタドライバは、一連の命令をプリンタ 100 に出力して、層 y 内の各ボクセルのそれぞれの x、z 座標にプリンタヘッド 142 を移動させる。ここで、プリンタ機構は、プラスチックの液滴を加熱および／または放出してその位置にボクセルを形成するように指示される。このようにして、デジタル 3D モデルは、3D プリンタによって物理モデルとして再構築される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

このようなシステムを使用して 3D モデルを製作する場合、多くの問題が発生する可能性がある。これらの問題は（生産されたモデルの量に関して）生産規模が増大するにつれて特に顕著になる。

【0012】

遭遇する一つの問題は、持続的な監督の必要性である。3D モデルを作成する際、製造プロセスがさらに進展する前に印刷プロセスにおける間違いを識別して、不良モデルを作成するのに浪費される時間と材料を減らすために、生産を観察できれば有益である。オペレータがモデルを観察し、印刷プロセスが完了する時点を判定し、完成されたモデルを除去し、製造プロセスを再び開始して新しいモデルを作成することができるようにすることもまた有益である。しかし、監督者にとっては持続的な監督が面倒であるばかりでなく、プリンタを監督するために人を雇用することになる大規模な製造業者にとっては費用がかかり、代替案があることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本開示は、請求項 1 によって定義される。

10

20

30

40

50

【0014】

本開示のさらなる態様および特徴は、添付の特許請求の範囲において定義される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

本開示の実施形態を、添付の図面を参照して説明する。

【0016】

【図1A】簡単なFDMプリンタを概略的に示す図である。

【図1B】簡単なFDMプリンタを概略的に示す図である。

【図2】FDMプリンタの構成を概略的に示す図である。

【図3A】基板内の全内部反射を概略的に示す図である。

10

【図3B】基板内の漏れ全内部反射を概略的に示す図である。

【図4】3D印刷プロセスを実行するための方法を概略的に示す図である。

【図5】3D印刷システムを概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図2は、オブジェクト200を製造するために使用される図1Aおよび図1Bのプリンタ100のようなFDMプリンタを含むFDMプリンタ構成を概略的に示す。FDMプリンタ100のいくつかの要素（すでに説明した要素を含む）は、明瞭化のためにこの図から省略されている。この構成では、作業面（本開示では基板とも呼ばれる）230は、赤外線（IR）光源210によって放射される赤外線光の少なくとも特定の周波数に対して透明または半透明なガラス（一例）からなる加熱される基板である。この光源は、典型的にはLEDとして形成されるが、電球、レーザまたは他の適切な光源として実現されてもよい。この構成はまた、IR光に感応する複数のカメラ220a、220bおよび220cを備える。カメラ220aおよび220bは、オブジェクト200の実質的に遮られていない視界を取り込むことができるように配置され、カメラ220cは、オブジェクト200を観察する視界の経路に基板230を有するように配置される。

20

【0018】

カメラ220aおよび220bは、加熱されたプラスチックが製造プロセスの一部としてオブジェクトに加えられると、IR放射が放出されるので、オブジェクト200が製造されるときにオブジェクト200を撮像することができる。実質的なエラーが生じていないことを確認するために、製造プロセス中のオブジェクト200の画像を、製造プロセスを記述するモデルと比較してもよい。このような監視および比較の方法については、以下でより詳細に説明する。

30

【0019】

図3Aは、光線300が基板を透過している基板230の一部を概略的に示しており、光線300上の矢印は移動方向を示している。破線320は、基板—空気界面の法線を示し、法線は基板内に伸びている。光線300は、図2のIR光源210によって放射される。基板230が形成される材料の選択は（周辺材料、例えば基板230の周囲の空気特性と関連して）、全内部反射が生じる臨界入射角を規定する。ここで入射角は、光線300が基板230の境界（ここで基板230の境界が2つの媒体間の界面、例えば基板／空気界面を画定する）に当たる角度を指す。臨界角は、光線がもはや2つの媒体間の界面を通過して伝達されない入射角として定義され、スネルの法則を用いて次のように計算される。

40

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$$

ここで n_1 は、光線が進行する媒体（ここでは、基板230）の屈折率であり、 θ_i は、2つの媒質間の界面への光線の入射角であり、 n_2 は、界面の他方の側（ここでは、基板230を取り囲む空気）の媒体の屈折率であり、 θ_t は、2つの媒質間の界面を離れる光線の角度（透過角）である。全反射は、透過角度が 90° でその正弦（ $\sin$ ）が1のときに発生します。したがって、臨界角 θ_c は、以下のように定義される。

$$\theta_c = \theta_i = \sin^{-1} (n_2 / n_1)$$

50

【0020】

この方程式から明らかなように、2つの媒質の界面に対する臨界角は、2つの媒質の相対屈折率に依存して変化する。

【0021】

上記の構成において、全内部反射は、光線300が基板230から周囲の空気に透過することができないことを意味する。したがって、光線300は効果的に「トラップ」され、結果としてカメラ220cによって検出されない。

【0022】

図3Bは、オブジェクト200の第1の（すなわち底部）層が基板に適切に付着された場合の対応する状況を概略的に示す。基板の第1の層が基板に正しく付着されると、基板／モデル界面が生成され、オブジェクト200の位置に以前存在していた基板／空気界面を置き換える。これにより、臨界角及び反射角が上記の式に従って変化し、全内部反射が妨げられる。これが起こり得る一つの方法は、「漏れ全内部反射（frustrated total internal reflection）」と呼ばれ、オブジェクト200が基板230に十分に近い（光線の波長のオーダーの距離）場合に、境界線を横切る光線300のエネルギーの透過が生じる。これにより、光線300（または光線300のいくつかの成分）が、周囲の空気の屈折率とは異なる屈折率を有するオブジェクト200と相互作用することが可能になる。これにより、光線300は、オブジェクト200が存在しない界面における角度とは異なる角度で反射される。オブジェクト200は一般に周囲空気よりも高い屈折率を有するので、新しい反射角はより小さくなり、したがって全内部反射が基板230内で起こるための角度要求をもはや満足しなくなる。したがって、光線300がもはや全内部反射が発生するための角度条件を満たさないので、光線300がカメラ220cによって検出されることが可能になり、このようにして光線300は、図3Bに概略的に示されるように、基板230から抜け出るようになる。

【0023】

このような構成では、カメラ200cは、オブジェクト200が基板230に正しく付着された場合に光源210からの光のみを受光すると考えられる。これは、漏れ全内部反射が起こる可能性が高いからである。したがって、カメラ220cおよび光源210の使用によって、オブジェクト200の基板230への付着（オブジェクト200を印刷する際の一つの重要なステップ）が正しく実行されたことを確認する能力が現在の装置に提供されるとともに、基板200上にオブジェクト200を配置する能力が提供される。付着が正確に行われなかったこと、または印刷プロセス中にオブジェクト200が取り外されたことの検出にตอบสนองして、印刷プロセスをやり直すか、または他の適切な処置を取ってもよい。オブジェクト200が予測された位置において基板230に正しく付着されていないことの検出にตอบสนองして、例えば、印刷プロセスに補正を適用するか、または印刷処理をやりなおすために、実際の位置に関する情報をプリンタに提供してもよい。

【0024】

図4は、印刷プロセス全体にわたって印刷されるモデルの画像を欠陥について検査する3D印刷プロセスの実行の方法を概略的に示す。

【0025】

本方法は、印刷プロセスが開始されるステップ400で始まる。このステップは、印刷されるべき3Dモデルを決定し、ビルドチャンバの温度および圧力のような3D印刷装置の動作パラメータを設定することを含むか、またはこれらのことが先に行われてもよい。ステップ400は、3Dプリンタを使用して3Dオブジェクトの一部を印刷するステップを含んでもよい。

【0026】

ステップ410において、印刷されるオブジェクトのIR画像が、上述のようにIRカメラ220a、220bおよび220cのアレイによって取り込まれる。オブジェクトを印刷するために加熱されたプラスチックが使用される結果として、オブジェクト200はIR放射を放出する。オブジェクトの最新の印刷部分とオブジェクトの以前の印刷部分と

の間に温度差があるおかげで、新しく追加された材料が熱シグニチャによって撮影画像内で容易に識別され得るので、印刷の進行を追跡するのが容易になる。立体カメラまたはカメラの適切なアレイを使用することによって、印刷されるオブジェクトの位置を三次元で決定することができる。

【0027】

ステップ420において、これらの撮影画像は、3Dオブジェクトの状態を検出し、例えば、印刷プロセスにおけるエラーの識別および／または印刷プロセスの完了の識別をするために分析される。この分析は任意の適切な形態をとることができ、例えば、印刷されるオブジェクトの形状を印刷されるデザインのモデルと比較することができる。比較のためのモデルは、印刷されるオブジェクトの完全なモデルであってもよく、それに代えて（またはそれに加えて）3D印刷プロセスの部分的完了の異なるレベルに対応する一つまたは複数の部分モデルが、印刷結果を比較できる一連のチェックポイントとして機能するように提供されてもよい。

10

【0028】

これに代えてまたはこれに加えて、制御ソフトウェアが、3D印刷装置に提供する命令を印刷されるモデルの撮影画像と比較するリアルタイムプロセスを実行することができる。上述したように画像内の最新の印刷領域を識別することが可能であり、これらの領域に関する情報を3D印刷プロセスに対する印刷命令と比較して、印刷が所定の閾値基準を満たすほど十分に正確であるか否かを決定してもよい。

【0029】

ステップ420で取り込まれた画像を分析した結果、許容できない印刷エラーがないと判定された場合、本方法はステップ430に進み、印刷プロセスは続行されるか、実行されるべき印刷がこれ以上ないなら終了する。印刷が続行される場合、方法はステップ410に戻り、印刷されるオブジェクトのさらなるIR画像が取り込まれる。

20

【0030】

許容できない印刷エラーの例には、3Dオブジェクトが印刷の現在の段階で予想される形状を有さないことや、3Dオブジェクトが印刷される基板に正しく付着していないことが含まれる。このようなエラーに対する3D印刷装置の許容は、3Dオブジェクト自体の意図した用途に応じて選択することができる。例えば、おもちゃは、科学実験に使用されることを意図した3Dオブジェクトに比べて、エラーに対する大きな許容または任意の他の適切なファクタを有するであろう。エラーの許容範囲は、エラーの場所に応じて変化することもある。表面的のみである3Dオブジェクトの上部の小さなエラーは、3Dオブジェクトの基部の同様のエラーよりも受け入れやすい。後者は、構造的な問題、すなわち層を正しく上に積むためには3Dオブジェクトのより低い部分が正しく印刷されなければならないという依存関係があることからさらなる間違いを引き起こす。

30

【0031】

ステップ420で取り込まれた画像の分析の結果、許容できない印刷エラーがあると判定された場合、ステップ440で印刷プロセスをやり直すことができる。これは、部分的に印刷されたオブジェクトをプリンタから取り除き、ステップ400から印刷プロセスを開始することを含む。あるいは、エラーが補正可能である場合、印刷プロセスに調整を施してから、ステップ430に進み、オブジェクトの印刷を続けることができる。

40

【0032】

いずれの場合も、ステップ440において、3Dプリンタの任意の数の動作パラメータが、オブジェクトの印刷において検出されたエラーに応答して変化し得る。これらの変更は、現在の印刷プロセスを続行する前または新しい印刷プロセスを開始する前に実施することができる。3Dプリンタの動作パラメータの変動は、以下のリストのうちの一つ以上を含んでもよい。

- ・印刷プロセスに適用されるアクティブ冷却のレベルを、たとえばファン速度を変えることによって調整すること

- ・ビルドチャンバの大気条件、例えば温度または湿度を調整すること

50

- ・印刷されるオブジェクトに適用されるプラスチックの温度を調節すること
- ・印刷速度を調整すること
- ・層の高さ、線の太さ、強度または任意の他の印刷パラメータを調整すること
- ・基板温度を調整すること。これはまた、機能性を維持するために対応する光源強度の調整が必要となるかもしれない。

【0033】

この動作パラメータのリストは網羅的なものではなく、3Dプリンタの動作パラメータの変動には他の適切な動作パラメータの調整が含まれてもよい。これに代えてまたはこれに加えて、3D印刷プロセスに関して他の適切な処置を講ずることに加えて、動作パラメータの独立した評価および／または調整を行うように操作者に警告を送ってもよい。

10

【0034】

上記の調整のうちのどれを行うかの選択は、取り込まれた画像の分析の結果に基づいて決定してもよい。例えば、予想よりも大きい量のIR放射がオブジェクトの基部から捕捉され、かつ／またはオブジェクトの底部の形状が崩れているなら、基板が熱すぎるということが明らかであり、温度を下げるべきである。適切な調整は、このようにして検出された何らかの画像特徴に対応してもよく、検出された問題は、上に列挙した複数の調整のうちの一つ以上を実施することによって修正することができる場合もある。たとえば、印刷されたオブジェクトに適用されるアクティブ冷却のレベルを増加させることは、ビルドチャンバの温度を下げることに匹敵する効果をもたらす。

【0035】

20

調整を適用することは、調整が連続的に実施される反復プロセスであってもよい。これは、例えば、必要な温度の正確な変化を直ちに計算できるのではなく、1℃の調整をいくつか行なって適切な温度に収束するというように、適用すべき調整の規模を確立することである。あるいは、これは、3Dプリンタの動作パラメータの変化が複雑系の調整であるからであり、その結果、3D印刷プロセスに対する適切な補正を達成するために他の動作パラメータを変更する必要があるかもしれない。例えば、基板の温度を下げることは、3Dオブジェクトの基部の温度が高すぎるという問題を解決することができるが、これはビルドチャンバの冷却をもたらし、これによって印刷プロセスにおける他の問題を引き起こすことがある。したがってこのことを考慮に入れて他の動作パラメータを個別に調整する必要がある。

30

【0036】

このような方法を実施することにより、印刷プロセスは大部分が自動化されるので、人間の介入は、それがあってもまれにしか必要とされない。

【0037】

図5は、3D印刷システムを概略的に示す。このシステムは、3Dプリンタ500と、プロセッサ510と、カメラアレイ520とを備える。任意であるがIR光源210も設けられる。

【0038】

いくつかの実施の形態では、3Dプリンタ500は、図1Aおよび図1Bに示す3Dプリンタ100と同じであってもよい。しかしながら、図1Aおよび図1Bを参照して説明した構成にはない様々な特徴、たとえば図2を参照して説明した基板230などを有してもよい。3Dプリンタ500は、3Dオブジェクトを印刷するように動作可能な3D印刷装置の一例である。

40

【0039】

オプションのIR光源210は、図2を参照して上述したように、3Dプリンタ500と相互作用するように配置される。IR光源210が設けられる実施の形態では、3Dオブジェクトが基板230に付着されない場合に基板230に赤外光の全内部反射を生じさせるようにIR光源210が3Dプリンタ500の基板230を照明するように構成される。IR光源210が設けられる実施の形態では、カメラアレイ520の一つのカメラは、3Dオブジェクトが印刷される面とは反対の基板230の表面を観察するために配置さ

50

れる。

【0040】

プロセッサ510は、赤外線カメラのアレイによって取り込まれた3Dオブジェクトの画像を分析して、印刷されるオブジェクトの状態を検出するように動作可能である。言い換えれば、プロセッサ510は、カメラアレイ520を制御し（かつカメラアレイ520からデータを受信し）、カメラアレイ520によって取り込まれた画像の分析を実行するように動作可能である。カメラアレイ520によって取り込まれた3Dオブジェクトの画像のこの分析は、プロセッサ510による3D印刷プロセスにおけるエラーの識別を含んでもよい。これに代えてまたはこれに加えて、カメラアレイ520によって取り込まれた3Dオブジェクトの画像の分析は、3D印刷プロセスの完了を識別するために使用される。プロセッサ510は次に、この分析の結果に応答して3Dプリンタに命令を与えてもよい。

10

【0041】

プロセッサ510によって実行される分析は、図4を参照して上で説明されている。この分析は、撮影画像を3Dオブジェクトのモデルまたは3Dオブジェクトの一部のモデルと比較することを含んでもよい。これに代えてまたはこれに加えて、部分的に完成した3Dオブジェクトのモデルに関して比較を行ってもよい。いくつかの実施の形態では、撮影画像の分析は、撮影画像と3Dオブジェクトを印刷するための印刷命令とを比較することを含み、これは3Dオブジェクトのモデルとの比較の代わりに、またはそれと併せて実行してもよい。

20

【0042】

カメラアレイ520は、図2の220a、220bおよび220cのような一つまたは複数のIRカメラを備える。カメラアレイ520は、3Dプリンタ500によって印刷される3Dオブジェクトの画像を取り込むように動作可能であり、これらの画像を分析のためにプロセッサ510に提供する。カメラアレイ520内のカメラはそれぞれ、本開示の実施の形態において立体画像を取り込んでもよい。

【0043】

上述の技術は、ハードウェア、ソフトウェア、またはこれらの組み合わせで実施されてもよい。ソフトウェアで制御されるデータ処理装置を用いて実施の形態の一つ以上の特徴を実現する場合、そのようなソフトウェア、およびそのようなソフトウェアが提供される非一過性の機械読み取り可能な格納媒体などの格納または伝送媒体もまた本開示の実施の形態とみなされる。

30

【図 1 A】

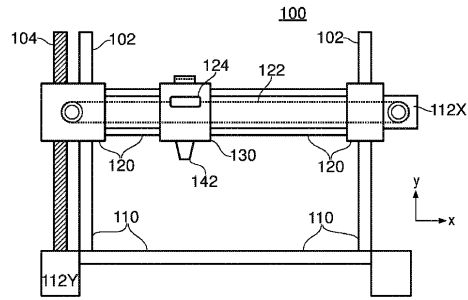


FIG. 1A

【図 1 B】

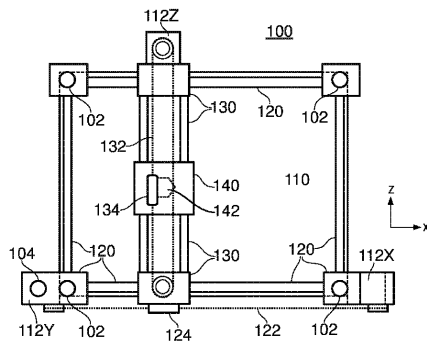


FIG. 1B

【図 3 B】

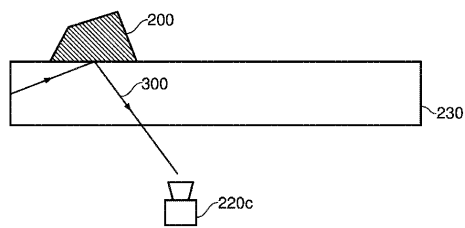


FIG. 3B

【図 2】

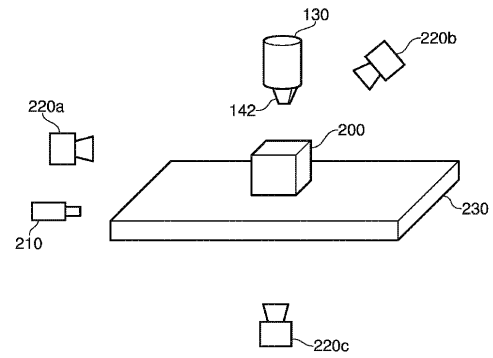


FIG. 2

【図 3 A】

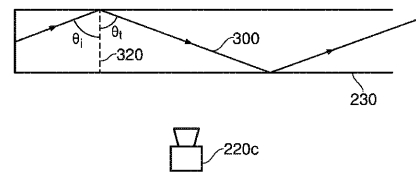
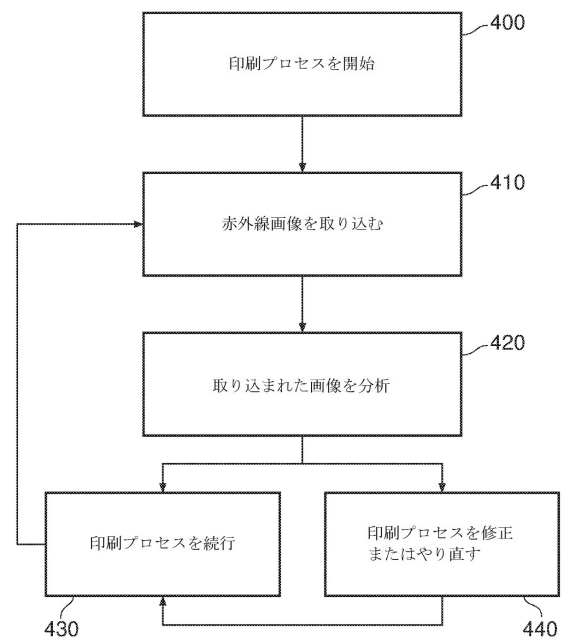
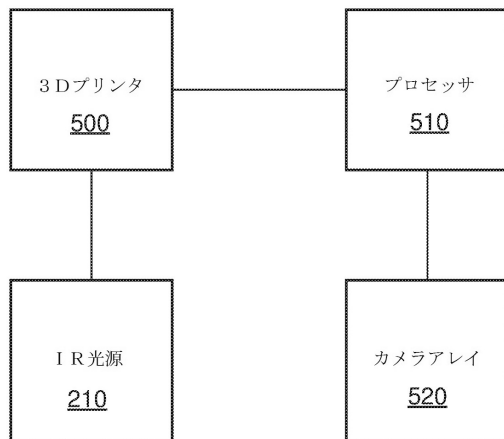


FIG. 3A

【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 3 Y 50/00 (2015.01) B 3 3 Y 50/00

(72)発明者 バンジワラ、ローハン パンカジ
イギリス国 ダブリュ1エフ 7エルピー ロンドン グレート マールボロ ストリート 10
、ソニー インタラクティブ エンタテインメント ヨーロッパ リミテッド内

審査官 正 知晃

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0117575 (US, A1)
米国特許出願公開第2006/0160250 (US, A1)
米国特許出願公開第2009/0128499 (US, A1)
特開2015-196382 (JP, A)
特表2010-520091 (JP, A)
特開2008-215976 (JP, A)
特表2004-537721 (JP, A)

(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
B 3 3 Y 3 0 / 0 0
B 3 3 Y 5 0 / 0 0