

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6457909号
(P6457909)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.	F 1
B 29 C 64/393	(2017.01) B 29 C 64/393
B 33 Y 30/00	(2015.01) B 33 Y 30/00
B 33 Y 10/00	(2015.01) B 33 Y 10/00
B 33 Y 50/02	(2015.01) B 33 Y 50/02

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-187925 (P2015-187925)
(22) 出願日	平成27年9月25日 (2015.9.25)
(65) 公開番号	特開2016-74210 (P2016-74210A)
(43) 公開日	平成28年5月12日 (2016.5.12)
審査請求日	平成30年9月21日 (2018.9.21)
(31) 優先権主張番号	14/509,827
(32) 優先日	平成26年10月8日 (2014.10.8)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	596170170 ゼロックス コーポレイション XEROX CORPORATION アメリカ合衆国 コネチカット州 068 51-1056 ノーウォーク メリット 7 201
(74) 代理人	110001210 特許業務法人 YKI 国際特許事務所
(72) 発明者	ハワード・エイ・ミーゼス アメリカ合衆国 ニューヨーク州 145 34 ピツツフォード ヒドゥン・スプリ ングス 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元物体印刷中のテストパターン形成のシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3次元物体プリンタであって、
3次元物体印刷プロセス中に造形材料及び支持材料を自身の表面上に受けるように構成された部材と、
前記部材に向かって前記造形材料の液滴を吐出するように構成された第1の複数の吐出装置を含む第1のプリントヘッドと、

前記部材上に前記支持材料を供給するように構成された支持材料ディスペンサと、
前記部材に形成された前記造形材料及び前記支持材料の走査画像データを生成するよう

に構成された画像センサと、

前記第1のプリントヘッド、前記支持材料ディスペンサ及び前記画像センサに対して動作可能に接続されたコントローラとを備え、前記コントローラが、

前記部材の表面のうちの、前記プリンタによって3次元物体が形成される領域とは異なる第1の領域上に、前記支持材料の第1の層を形成するように前記支持材料ディスペンサを動作させ、

第1のテストパターンの第1の部分を形成するために前記支持材料の前記第1の層上に前記造形材料の液滴の第1の所定のパターンの一部を吐出するように前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置を動作させ、

前記部材の前記第1の領域における前記支持材料の前記第1の層上の前記第1のテストパターンの前記第1の部分の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させ

10

20

、前記支持材料の前記第1の層及び前記第1のテストパターンの前記第1の部分にわたつて前記部材の前記第1の領域上に前記支持材料の積層層を形成するように前記支持材料ディスペンサを動作させ、

前記支持材料の前記積層層の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させ、

前記支持材料の前記積層層の前記走査画像データにおいて、前記支持材料の前記積層層から前記第1のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えるかどうかの判定を実施し、

前記判定によって、前記支持材料の前記積層層から前記第1のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えることが示された場合は、前記支持材料の前記積層層の上に前記支持材料から成る1つ以上の追加層を形成するように前記支持材料ディスペンサを動作させること、前記支持材料の前記積層層の上に設けられた前記支持材料から成る前記1つ以上の追加層の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させること、ならびに、前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層から前記第1のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えるかどうかを判定することを繰り返すステップを、前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層から前記第1のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えなくなるまで実施し、

前記第1のテストパターンの第2の部分を形成するために、前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層の全部のうちの最上層の上に前記造形材料の液滴の第2の所定のパターンの一部を吐出するように前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置を動作させ、

前記第1のテストパターンの前記第2の部分の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させ、

前記第1のテストパターンの前記第2の部分の走査画像データを生成した後に、前記第1のテストパターンの前記第1の部分の走査画像データ及び前記第1のテストパターンの前記第2の部分の走査画像データを用いて、前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置のうちの動作不良吐出装置を識別するステップを実施するように構成されている、3次元物体プリンタ。

【請求項2】

請求項1に記載の3次元物体プリンタであって、

前記第1の複数の吐出装置のうちの動作不良吐出装置を識別する前記ステップは、前記第1のテストパターンにおけるマークの欠如を認識することによって実施され、前記マークは、それを形成するはずであった前記第1のプリントヘッド内の各吐出装置に対応し、したがって、当該各吐出装置が前記第1のプリントヘッド内の欠落吐出装置に該当する、3次元物体プリンタ。

【請求項3】

請求項1に記載の3次元物体プリンタであって、

前記支持材料ディスペンサが、前記部材に向かって前記支持材料の液滴を吐出するように構成された第2の複数の吐出装置を備える第2のプリントヘッドであり、

前記コントローラが、さらに、

前記部材の前記第1の領域上に前記支持材料の前記第1の層を形成するために前記支持材料の液滴を吐出するように前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置を動作させ、

前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層の全部を形成するように前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置を動作させるように構成されている、3次元物体プリンタ。

【請求項4】

請求項3に記載の3次元物体プリンタであって、さらに、

前記部材に向かって前記造形材料の液滴を吐出するように構成された第3の複数の吐出

10

20

30

40

50

装置を含む第3のプリントヘッドを備え、

前記コントローラが、前記第3のプリントヘッドに動作可能に接続され、さらに、

前記第1のテストパターンの前記第1の部分の形成過程の一部として、前記支持材料の前記第1の層上に前記造形材料の液滴の前記第1の所定のパターンの他の一部を吐出するように前記第3のプリントヘッドにおける前記第3の複数の吐出装置を動作させ、

前記第1のテストパターンの前記第2の部分の形成過程の一部として、前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層の上に前記造形材料の液滴の前記第2の所定のパターンの他の一部を吐出するように前記第3のプリントヘッドにおける前記第3の複数の吐出装置を動作させ、

前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置のうちの動作不良吐出装置を識別する前記ステップを、前記第1のプリントヘッドによって形成された前記第1のテストパターンの第1の複数のマークと前記第3のプリントヘッドによって形成された前記第1のテストパターンの第2の複数のマークとの間のレジストレーション誤差を認識することによって実施するように構成されている、3次元物体プリンタ。10

【請求項5】

請求項3に記載の3次元物体プリンタであって、前記コントローラがさらに、

前記部材の表面のうちの、前記第1の領域および前記物体が形成される領域とは異なる第2の領域上に、前記造形材料の第1の層を形成するように前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置を動作させ、

第2のテストパターンの第1の部分を形成するために、前記部材の前記第2の領域上の前記造形材料の前記第1の層の上に前記支持材料の液滴の第3の所定のパターンの一部を吐出するように、前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置を動作させ、20

前記第2のテストパターンの前記第1の部分の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させ、

前記第2の領域上の前記造形材料の前記第1の層及び前記第2のテストパターンの前記第1の部分にわたって前記造形材料の積層層を形成するように前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置を動作させ、

前記造形材料の前記積層層の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させ、30

前記造形材料の前記積層層の前記走査画像データにおいて、前記造形材料の前記積層層から前記第2のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えるかどうかの判定を実施し、

前記判定によって、前記造形材料の前記積層層から前記第2のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えることが示された場合は、前記造形材料の前記積層層の上に前記造形材料から成る1つ以上の追加層を形成するように前記第1のプリントヘッドにおける前記第1の複数の吐出装置を動作させること、前記造形材料の前記積層層の上に設けられた前記造形材料から成る前記1つ以上の追加層の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させること、ならびに、前記造形材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層から前記第2のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えるかどうかを判定することを繰り返すステップを、前記造形材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層から前記第2のテストパターンの前記第1の部分が透き通して見えなくなるまで実施し、40

前記第2のテストパターンの第2の部分を形成するために、前記造形材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層の全部の上に前記支持材料の液滴の第4の所定のパターンの一部を吐出するように前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置を動作させ、

前記第2のテストパターンの前記第2の部分の走査画像データを生成するように前記画像センサを動作させ、

前記第2のテストパターンの前記第1の部分の走査画像データ及び前記第2のテストパ50

ターンの前記第2の部分の走査画像データを用いて、前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置のうちの動作不良吐出装置を識別するステップを実施するよう構成されている、3次元物体プリンタ。

【請求項6】

請求項5に記載の3次元物体プリンタであって、

前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置のうちの動作不良吐出装置を識別する前記ステップは、前記第2のテストパターンにおけるマークの欠如を認識することによって実施され、前記マークは、それを形成するはずであった前記第2のプリントヘッド内の各吐出装置に対応し、したがって、当該各吐出装置が前記第2のプリントヘッド内の欠落吐出装置に該当する、3次元物体プリンタ。

10

【請求項7】

請求項5に記載の3次元物体プリンタであって、さらに、

前記部材に向かって前記支持材料の液滴を吐出するように構成された第3の複数の吐出装置を含む第3のプリントヘッドを備え、

前記コントローラが、前記第3のプリントヘッドに動作可能に接続され、さらに、

前記第2のテストパターンの前記第1の部分の形成過程の一部として、前記造形材料の前記第1の層上に前記支持材料の液滴の前記第3の所定のパターンの他の一部を吐出するように前記第3のプリントヘッドにおける前記第3の複数の吐出装置を動作させ、

前記第2のテストパターンの前記第2の部分の形成過程の一部として、前記造形材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層の上に前記支持材料の液滴の前記第4の所定のパターンの他の一部を吐出するように前記第3のプリントヘッドにおける前記第3の複数の吐出装置を動作させ、

20

前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置のうちの動作不良吐出装置を識別する前記ステップを、前記第2のプリントヘッドによって形成された前記第2のテストパターンの第1の複数のマークと前記第3のプリントヘッドによって形成された前記第2のテストパターンの第2の複数のマークとの間のレジストレーション誤差を認識することによって実施するように構成されている、3次元物体プリンタ。

【請求項8】

請求項3に記載の3次元物体プリンタであって、前記コントローラがさらに、

前記部材の前記第1の領域上に前記支持材料の前記積層層または前記1つ以上の追加層を形成する過程の一部として、前記第1のテストパターンの前記第1の部分の複数のマーク間に前記支持材料の前記第1の層の一部が形成されている状態で、前記第2のプリントヘッドにおける前記第2の複数の吐出装置を動作させるように構成されている、3次元物体プリンタ。

30

【請求項9】

請求項1に記載の3次元物体プリンタであって、前記支持材料ディスペンサが、前記部材の前記第1の領域上に前記支持材料の前記第1の層ならびに前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層を形成するように構成された支持材料スプレッダである、3次元物体プリンタ。

【請求項10】

請求項9に記載の3次元物体プリンタであって、前記第1のプリントヘッドが、前記第1のテストパターンの前記第1の部分の形成過程の一部として前記支持材料の前記第1の層の第1の部分を硬化させ且つ前記第1のテストパターンの前記第2の部分の形成過程の一部として前記支持材料の前記積層層および前記1つ以上の追加層のうちの最上層の第2の部分を硬化させるバインダ造形材料として、前記造形材料の液滴を吐出するように構成されている、3次元物体プリンタ。

40

【請求項11】

請求項1に記載の3次元物体プリンタであって、前記コントローラがさらに、

前記第1のテストパターンの前記第1の部分の形成過程と前記第1のテストパターンの前記第2の部分の形成過程との間に前記物体の層を形成するように前記第1のプリントヘ

50

ツドおよび前記支持材料ディスペンサを動作させる、3次元物体プリンタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、3次元物体印刷システムに関し、より具体的には、3次元物体印刷システムの動作中にテストパターンを形成するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

積層造形としても知られている3次元印刷は、実質的に任意の形状のデジタルモデルから3次元固体物体を製造する方法である。多くの3次元印刷技術は、部分の連続層が前に堆積した層上に構築される積層プロセスを使用している。これらの技術のいくつかは、1つ以上のプリントヘッドが材料の連続層を吐出するインクジェット印刷を使用している。3次元印刷は、切削や孔あけなどのサブトラクティブプロセスによるワークピースからの材料の除去に大部分が依存する従来の物体形成技術とは区別される。

【0003】

これらのプリンタによる3次元物体の製造は、物体を製造するために数時間を、いくつかの物体によっては数日も必要とすることがある。3次元プリンタによって3次元物体を製造する際に生じる1つの問題は、物体を形成する材料の液滴を吐出するプリントヘッドにおける吐出装置の一貫した機能である。物体の印刷中にいて、1つ以上の吐出装置は、プリントヘッドに対して垂直よりもむしろ所定角度で材料を吐出して吐出装置が吐出すべきよりも小さい液滴を吐出することによって又は全く液滴を吐出しないことによって劣化することがある。これらの動作の欠陥のいずれかを被る吐出装置は、動作不良吐出装置として知られている。1つ以上の吐出装置の動作状態が物体の印刷中に劣化した場合、印刷動作が完了するまで、印刷物体の品質を評価することができない。その結果、多くの時間又は数日を要する印刷ジョブは、プリントヘッドにおける動作不良吐出装置のために仕様に適合しない物体を生成することがある。そのような物体が検出されると、印刷物体は廃棄され、吐出装置の機能を復元するために修復手順がプリントヘッドに適用され、印刷ジョブが繰り返される。したがって、部分的に印刷物体の損失を招くことなく、動作不良吐出装置の是正を可能とするように、印刷動作中において動作不良吐出装置の識別を可能とする3次元物体プリンタに対する改善が有益であろう。

【発明の概要】

【0004】

1つの実施形態において、3次元印刷動作中に造形材料の印刷テストパターンを形成する3次元物体プリンタが開発されている。3次元物体プリンタは、3次元物体印刷プロセス中に造形材料及び支持材料を受けるように構成された部材と、部材に向かって造形材料の液滴を吐出するように構成された第1の複数の吐出装置を含む第1のプリントヘッドと、部材上に支持材料を放出するように構成された支持材料ディスペンサと、部材に形成された造形材料及び支持材料の走査画像データを生成するように構成された画像センサと、第1のプリントヘッド、支持材料ディスペンサ及び画像センサに対して動作可能に接続されたコントローラとを含む。コントローラは、部材の第1の領域上に支持材料の第1の層を形成するように支持材料ディスペンサを動作させ、第1のテストパターンの第1の部分を形成するために支持材料の第1の層上に造形材料の液滴の第1の所定のパターンの一部を吐出するように第1のプリントヘッドにおける第1の複数の吐出装置を動作させ、第1のテストパターンの第1の部分の走査画像データを生成するように画像センサを動作させ、支持材料の第1の層及び第1のテストパターンの第1の部分にわたって部材の第1の領域上に支持材料の少なくとも1つの積層層を形成するように支持材料ディスペンサを動作させ、第1のテストパターンの第2の部分を形成するために少なくとも1つの積層層上に造形材料の液滴の第2の所定のパターンの一部を吐出するように第1のプリントヘッドにおける第1の複数の吐出装置を動作させ、テストパターンの第2の部分の走査画像データを生成するように画像センサを動作させ、第1のテストパターンの第1の部分の走査画像

10

20

30

40

50

データ及び第1のテストパターンの第2の部分の走査画像データを参照して、第1のプリントヘッドにおける少なくとも1つの動作不良吐出装置を識別するように構成されている。
。

【0005】

他の実施形態において、3次元印刷動作中に造形材料の印刷テストパターンを形成するように3次元物体プリンタを動作させる方法が開発されている。本方法は、部材の第1の領域上に支持材料の第1の層を形成するように支持材料ディスペンサをコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第1の部分を形成するために支持材料の第1の層上に造形材料の液滴の第1の所定のパターンの一部を吐出するように第1のプリントヘッドにおける第1の複数の吐出装置をコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第1の部分の走査画像データを生成するように画像センサをコントローラによって動作させることと、支持材料の第1の層にわたって部材の第1の領域上に支持材料の少なくとも1つの積層層を形成するように支持材料ディスペンサをコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第2の部分を形成するために少なくとも1つの積層層上に造形材料の液滴の第2の所定のパターンの一部を吐出するように第1のプリントヘッドにおける第1の複数の吐出装置をコントローラによって動作させることと、テストパターンの第2の部分の走査画像データを生成するように画像センサをコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第1の部分の走査画像データ及び第1のテストパターンの第2の部分の走査画像データを参照して、第1のプリントヘッドにおける少なくとも1つの動作不良吐出装置をコントローラによって識別することを含む。
10

【0006】

他の実施形態において、3次元物体プリンタを動作させる方法が開発されている。本方法は、部材の第1の領域上に第1の造形材料の第1の層を形成するように第1のプリントヘッドにおける第1の複数の吐出装置をコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第1の部分を形成するために第1の造形材料の第1の層上に第2の造形材料の液滴から形成された第1の所定のパターンの一部を吐出するように第2のプリントヘッドにおける第2の複数の吐出装置をコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第1の部分の走査画像データを生成するように画像センサをコントローラによって動作させることと、造形材料の第1の層及び第1のテストパターンの第1の部分にわたって部材の第1の領域上に第1の造形材料の少なくとも1つの積層層を形成するように第1のプリントヘッドにおける第1の複数の吐出装置をコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第2の部分を形成するために第1の造形材料の少なくとも1つの積層層上に第2の造形材料の液滴の第2の所定のパターンの一部を吐出するように第2のプリントヘッドにおける第2の複数の吐出装置をコントローラによって動作させることと、テストパターンの第2の部分の走査画像データを生成するように画像センサをコントローラによって動作させることと、第1のテストパターンの第1の部分の走査画像データ及び第1のテストパターンの第2の部分の走査画像データを参照して、第1のプリントヘッドにおける少なくとも1つの動作不良吐出装置をコントローラによって識別することを含む。
30

【0007】

3次元物体印刷中にテストパターンを形成する装置又はプリンタの上述した態様及び他の特徴は、添付図面と関連した以下の詳細な説明において説明される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、3次元物体プリンタの図である。

【図2】図2は、他の3次元物体プリンタの図である。

【図3】図3は、図1からの支持材料と造形材料の印刷テストパターンとの第1のスタックと、造形材料と支持材料の印刷パターンとの第2のスタックの図である。

【図4】図4は、複数のプリントヘッドにおける吐出装置によって形成されるマークの所
40

10

20

30

40

50

定のパターンを含むテストパターンの例示的な図である。

【図5】図5は、プリントヘッドが3次元印刷動作を実行しながら、テストパターンを形成してプリントヘッドにおける動作不良イジェクタを識別するように3次元物体プリンタを動作させるためのプロセスのブロック図である。

【図6】図6は、プリントヘッドが3次元印刷動作を実行しながら、テストパターンを形成してプリントヘッドにおける動作不良吐出装置を識別するように3次元物体プリンタを動作させるための他のプロセスのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本願明細書に開示された装置についての環境及び装置の詳細の一般的な理解のために、図面が参照される。図面において、同様の参照番号は同様の要素を指定している。

10

【0010】

本願明細書において使用される場合、用語「造形材料」は、3次元物体プリンタにおいて形成される物体における材料の層を形成するように1つ以上のプリントヘッドにおける複数の吐出装置から液滴の形態で吐出される材料を指す。造形材料の例は、これらに限定されるものではないが、1つ以上のプリントヘッドにおける吐出装置から液滴として吐出するために液化された後、積層3次元物体印刷プロセスを介して物体を形成する固体材料に硬化させることができる熱可塑性樹脂、UV硬化性ポリマ及びバインダを含む。いくつかの3次元物体プリンタの実施形態において、造形材料の複数の形態が物体を製造するために使用される。いくつかの実施形態において、変動する物理的又は化学的特性を有する異なる造形材料は、単一の物体を形成する。他の実施形態において、プリンタは、造形材料に含まれる染料又は他の着色剤によって異なる色を組み込んだ造形材料の単一種類の液滴を吐出するように構成される。3次元物体プリンタは、物体の表面において、変化する色と、必要に応じて印刷テキスト、グラフィックス又は他の単一及び複数の色パターンを有する物体を形成するために異なる色を有する造形材料の液滴の吐出を制御する。

20

【0011】

本願明細書において使用される場合、用語「支持材料」は、造形材料から形成された物体を安定化するために3次元物体印刷プロセス中にプリントヘッドから吐出された他の材料を指す。例えば、3次元物体プリンタが物体を形成するために造形材料の層を塗布するのにともない、プリンタにおける少なくとも1つのプリントヘッドはまた、物体の一部に関与する支持材料の層を吐出する。造形材料によって構築された物体が完全な物体となり且つそれが単一の物体であるために支持される前に、支持材料は、所定位置に造形材料の1つ以上のセクションを保持する。支持材料の使用の簡単な例は、3次元物体プリンタを使用した杖の構造を含む。杖のアーチ状部分は物体の上部にあり、支持材料は、杖におけるアーチの上部の完成前に取っ手の下向き部分についての支持を提供する。支持材料はまた、新たに形成された特徴が十分な造形材料が物体を一体に保持するために存在する前に壊れるのを防止し、完全に固化していない造形材料の一部が、硬化処理が完了する前の位置から流出するのを防止する。支持材料の例は、これらに限定されるものではないが、印刷プロセス中における物体の支持を提供し、印刷プロセスが完了した後に物体から容易に除去することができるワックス状の材料を含む。

30

【0012】

本願明細書において使用される場合、用語「プロセス方向」は、3次元物体の形成プロセス中に1つ以上のプリントヘッドを過ぎる支持部材の移動方向を指す。支持部材は、印刷プロセス中に3次元物体と付随する支持材料及び造形材料とを保持する。いくつかの実施形態においては、支持部材は、金属板などの平面部材である一方で、他の実施形態においては、支持部材は、3次元物体印刷プロセス中に物体の形成を支持する回転円筒部材又は他の形状を有する部材である。いくつかの実施形態において、プリントヘッドは、静止したままである一方で、支持部材及び物体は、プリントヘッドを通り過ぎる。他の実施形態において、プリントヘッドが移動する一方で、支持部材は静止したままである。さらに他の実施形態において、プリントヘッド及び支持部材は、双方とも移動する。

40

50

【0013】

本願明細書において使用される場合、用語「交差プロセス方向」は、プロセス方向に対して垂直であり且つ支持部材の面内にある方向を指す。2つ以上のプリントヘッドにおける吐出装置は、プリントヘッドのアレイが2次元平面領域にわたって造形材料及び支持材料の印刷パターンを形成するのを可能とするために交差プロセス方向にレジストレーションされる。3次元物体印刷プロセス中において、レジストレーションされたプリントヘッドから形成された造形材料及び支持材料の連続層は、3次元物体を形成する。

【0014】

本願明細書において使用される場合、用語「z方向」は、プロセス方向及び交差プロセス方向の双方に対して垂直であり且つ支持部材の面に対して垂直な方向を指す。3次元物体印刷プロセスの開始時において、z方向に沿った分離は、造形材料及び支持材料の層を形成する支持部材とプリントヘッドとの間の離隔距離を指す。プリントヘッドにおける吐出装置が造形材料及び支持材料の各層を形成するのにともない、プリンタは、印刷動作中においてプリントヘッドと物体の最上層との間の略一定の距離を維持するためにプリントヘッドと最上層との間のz方向の間隔を調整する。多くの3次元物体プリンタの実施形態において、プリントヘッドと印刷材料の最上層との間のz方向の分離は、造形材料及び支持材料の吐出された液滴の一貫した配置及び制御を可能とするために比較的狭い許容範囲内に維持される。いくつかの実施形態においては、支持部材は、z方向の分離を維持するために、印刷動作中にプリントヘッドから離れるように移動する一方で、他の実施形態においては、プリントヘッドは、z方向の分離を維持するために、印刷物体及び支持部材から部分的に離れるように移動する。

10

20

【0015】

本願明細書において使用される場合、用語「動作不良吐出装置」は、單一プリントヘッド及び複数プリントヘッドの双方に関連して使用される。單一プリントヘッドに言及する場合、用語「動作不良吐出装置」は、3次元物体印刷動作中に造形材料又は支持材料の液滴を部分的に又は完全に吐出することができない吐出装置を指す。いくつかの例において、動作不良吐出装置は詰まり、液滴を吐出することができないか又は間欠的にしか液滴を吐出しない。他の例において、吐出装置は、支持部材又は造形若しくは支持部材の他の層上の誤った位置に着弾する液滴を吐出する。2つ以上のプリントヘッドに言及する場合、用語「動作不良吐出装置」はまた、2つ以上のプリントヘッドの相対位置間のレジストレーション誤差を指す。本願明細書で使用される場合、用語「レジストレーション誤差」は、プリントヘッドが適切にレジストレーションされている場合、プリントヘッド間でオフセットされた所定のプロセス方向又は交差プロセス方向からずれたプロセス方向又は交差プロセス方向における2つ以上のプリントヘッドの位置のオフセットを指す。1つの構成において、2つの異なるプリントヘッドにおける対応する吐出装置は、プリントヘッドが適切にレジストレーションされている場合、液滴の交差プロセス方向位置における差異がなく（ゼロオフセット）、プロセス方向に延びる单一列において造形材料又は支持材料の液滴を吐出する。プリントヘッド間のレジストレーション誤差は、第2のプリントヘッドにおける対応する吐出装置との第1のプリントヘッドにおける各吐出装置からの材料の液滴間の交差プロセス方向オフセットを生成する。他の構成において、プリントヘッドは、物体受け面の異なる領域及びレジストレーション誤差が生じる所定のオフセットからの偏差をカバーするように交差プロセス方向に所定距離だけ互いにオフセットされる。以下においてより詳細に説明されるように、1つ以上のプリントヘッドアレイは、それぞれ、物体の層を形成して物体の層を支持するためにプリントヘッドが所定の位置に造形材料又は支持材料の液滴を吐出するのを可能とする所定のレジストレーションを有して交差プロセス方向に沿って配置された複数のプリントヘッドを含む。動作不良吐出装置は、2つ以上のプリントヘッドの相対的な位置に起因してレジストレーション誤差を生み出し、3次元プリンタにおいて形成された構造における誤差を生み出す。

30

40

【0016】

本願明細書において使用される場合、用語「ディスペンサ」は、3次元物体印刷プロセ

50

ス中に3次元物体プリンタにおける支持材料を放出する1つ以上の装置を指す。1つの実施形態において、ディスペンサは、複数の吐出装置を組み込んだ1つ以上のプリントヘッドを含む。吐出装置は、3次元物体印刷プロセス中に支持材料及び造形材料から形成された一連の2次元層の所定の位置に支持材料の液滴を放出する。他の実施形態において、ディスペンサは、粉末樹脂又は石膏材料などの支持材料の均一な層を放出するスプレッダ装置である。スプレッダ装置の実施形態において、造形材料は、3次元物体を形成するよう に粉末の一部を一体に接着するバインダである。バインダ材料を受けない粉末の他の一部は、印刷プロセスが完了した後に3次元物体から除去される。

【0017】

図1は、欠落吐出装置の検出及びプリントヘッドのレジストレーションを可能とするために、3次元物体形成動作中に印刷テストパターンを形成するようにプリントヘッドを動作させるように構成された3次元物体プリンタ100を示している。プリンタ100は、支持部材102と、プリントヘッド104A～104Cを含む第1の造形材料プリントヘッドアレイと、プリントヘッド106A～106Cを含む第2の造形材料プリントヘッドアレイと、プリントヘッド108A～108Bを含む任意の支持材料プリントヘッドアレイと、紫外線(UV)硬化装置112と、画像センサ116と、レベラ120と、コントローラ128とを含む。図1の例示的な実施形態において、3次元物体プリンタ100は、造形材料の複数の層から形成される三次元印刷物体156の形成中に示されている。支持材料160は、3次元物体形成プロセス中に物体156を安定化させるように複数の層162によって物体156を囲む。

10

【0018】

図1の実施形態において、支持部材102は、プロセス方向Pに移動する金属板などの平面部材である。レベラ120、プリントヘッドアレイ104A～104C、106A～106C及び108A～108C、UV硬化装置112及び画像センサ116は印刷ゾーン110を形成し、部材102は、プロセス方向Pにおける印刷ゾーン110を介して任意の前に形成された支持材料及び造形材料の層を担持する。印刷動作中において、支持部材102は、造形材料156、支持材料160並びにテストパターン層172及び176の連続層を形成するためにプリントヘッドを複数回通過する所定のプロセス方向経路に移動する。いくつかの実施形態において、部材102と同様の複数の部材がカルーセル又は同様の構成で印刷ゾーン110を通過する。1つ以上のアクチュエータは、プロセス方向Pにおいて印刷ゾーン110を介して部材102を移動させる。図1の実施形態において、アクチュエータはまた、造形及び支持材料の各層が支持部材に塗布された後、印刷ゾーン110における構成要素から離れるように方向Zに支持部材102を移動させる。アクチュエータは、物体156の最上層と印刷ゾーン110における構成要素との間の均一な分離を維持するようにZ方向に支持部材102を移動させる。印刷ゾーン110は、並列に3次元物体の複数のセットを形成するように、経路を通る各回路中において3次元印刷物体又は各部材上の物体に対して積層層を形成する。

20

30

【0019】

図1の構成において、プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cを含むプリントヘッドアレイは、物体156などの3次元印刷物体の層を形成するように支持部材102に向かって造形材料の液滴を吐出するように構成されている。プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cのそれぞれは、液化形態で造形材料を受け取って造形材料の液滴を吐出する複数の吐出装置を含む。1つの実施形態において、各吐出装置は、液体造形材料を受ける流体圧力チャンバーと、圧電アクチュエータなどのアクチュエータと、出口ノズルとを含む。圧電アクチュエータは、電気点火信号に応答して変形して部材102に向かって吐出される液滴としてノズルを介して液化した造形材料を付勢する。部材102が3次元物体の前に形成された層を支える場合、造形材料の吐出された液滴は、物体の積層層を形成する。プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cのそれぞれは、880個の吐出装置を含む例示的なプリントヘッドの実施形態により、吐出装置の2次元アレイを含む。動作中、コントローラ128は、物体156について

40

50

の造形材料の各層を形成するために異なる時間に選択された吐出装置を動作させるために電気点火信号の生成を制御する。以下においてより詳細に説明されるように、コントローラ 128 はまた、プリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C における吐出装置についての点火信号を生成し、動作不良吐出装置を識別するために使用される造形材料のテストパターンを印刷する。

【0020】

動作中、プリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C における 1 つ以上の吐出装置は、吐出装置が詰まっているか又は信頼性がある方法で造形材料の液滴を吐出することができない場合には欠落吐出装置となる。いくつかの状況において、欠落吐出装置は、間欠的にしか又は部材 102 若しくは物体 156 の上層の誤った位置にしか液滴を吐出しない。欠落吐出装置は、動作不良吐出装置の 1 つの種類である。後述するように、コントローラ 128 は、欠落吐出装置がテストパターンにおける所定の位置に印刷マークを形成しない場合に、テストパターンの走査画像データを参照して、欠落吐出装置を識別する。欠落吐出装置が識別されると、プリンタ 100 は、欠落吐出装置が洗浄又はページプロセスを介して動作可能状態に戻るまで印刷プロセスを停止することができ、又は、プリンタ 100 は、印刷動作を継続しながら欠落吐出装置を補償するために欠落吐出装置の周囲における隣接吐出装置を動作させる。

【0021】

図 1 に示されているように、2 つのプリントヘッドアレイ 104A～104C 及び 106A～106C は、物体 156 を形成するように造形材料の液滴を吐出する。プリントヘッドアレイ 104A～104C は、プリントヘッドアレイ 104A～104C における吐出装置が物体 156 の幅に交差する印刷パターンを形成するのを可能とするために、印刷ゾーン 110 における交差プロセス方向 CP において互い違いに配置された 3 つのプリントヘッドを含む。プリントヘッド 106A～106C は、同様に配置されている。図 1 には明確に示されていないが、プリントヘッドアレイ 104A～104C 及び 106A～106C のそれぞれは、交差プロセス方向軸 CP に沿ってプリントヘッドを移動させるステッピングモータなどの少なくとも 1 つのアクチュエータを含む。コントローラ 128 は、アクチュエータに動作可能に接続され、プリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C の交差プロセス方向位置を調整するためにアクチュエータを必要に応じて活性化する。

【0022】

1 つの構成において、プリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C は、2 つの異なる色を有する造形材料の液滴を吐出するか、又は、プリントヘッドアレイは、単一の物体を形成するために結合される異なる形態の造形材料を吐出する。図 1 は、2 つの造形材料色を吐出する 2 つのプリントヘッドアレイ 104A～104C 及び 106A～106C を示しているが、代替の構成は、異なる造形材料色又は異なる種類の造形材料を吐出する追加のプリントヘッドアレイを含む。プリントヘッド 104A における吐出装置のそれぞれは、プリントヘッド 106A における対応する吐出装置に対して交差プロセス方向 CP にレジストレーションされる。すなわち、プリントヘッド 104A における各吐出装置は、プリントヘッドがレジストレーションされている場合には、プリントヘッド 106A における対応する吐出装置と交差プロセス方向軸 CP に沿った同じ位置に造形材料の液滴を吐出する。プリントヘッド 104B 及び 104C は、同様に、それぞれ、プリントヘッド 106B 及び 106C とレジストレーションされる。他の構成において、プリントヘッドアレイは、物体 156 上に形成された造形材料液滴の幅の約半分に対応するオフセットされた交差プロセス方向にレジストレーションされる。効果的にオフセットされた交差プロセス方向は、印刷動作中におけるプリントヘッドアレイの解像度が倍である。例えば、プリントヘッドアレイ 104A～104C が交差プロセス方向軸 CP に沿ってインチあたり 300 個 (DPI) の液滴で造形材料の液滴を吐出する場合、プリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C の組み合わせは、600 DPI で造形材料の液滴を吐出する。

10

20

30

40

50

【0023】

プリンタ100の動作中、プリントヘッドは、これらに限定されるものではないが、熱膨張や振動を含む様々な理由のために理想的なレジストレーションから外れて移動することがある。プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cは、レジストレーション誤差の識別を可能とするテストパターンを形成するように造形材料の液滴を吐出す。上述したように、誤ったレジストレーションは、3次元物体印刷プロセス中に誤った位置に配置された造形材料の液滴をもたらすことから、プリントヘッド間のレジストレーション誤差は、動作不良吐出装置の1つの原因である。コントローラ128は、プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cの交差プロセス位置を調整してレジストレーション誤差を是正するようにプリントヘッドアレイアクチュエータのうちの1つ以上を動作させる。10

【0024】

プリンタ100において、プリントヘッドアレイ108A～108Cは、印刷動作中に支持材料の液滴を吐出するプリントヘッドを含む。プリンタ100の実施形態において、プリントヘッド108A～108Cは、それぞれ、吐出装置のアレイを含み、プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cにおける吐出装置が造形材料の液滴を吐出するのと同様に支持材料の液滴を吐出する。

【0025】

図1は、造形材料の液滴を吐出する2つのプリントヘッドアレイを示しているが、代替の実施形態は、追加の造形材料によって印刷物体を形成する3つ以上のプリントヘッドアレイを含むことができる。他の実施形態は、単一プリントヘッドアレイのみを含む。プリントヘッドアレイ104A～104C、106A～106C及び108A～108Cは、それぞれ、3つのプリントヘッドを含むものとして示されているが、代替の構成は、交差プロセス方向において異なるサイズを有する印刷ゾーンに対応するようにより少ないプリントヘッド又はより多数のプリントヘッドを含むことができる。さらに、ラスタライズされた3次元物体プリンタの実施形態において、1つ以上のプリントヘッドが印刷動作中に交差プロセス方向軸CPに沿って移動する。20

【0026】

プリンタ100において、UV硬化装置112は、交差プロセス方向CPにおいて印刷ゾーン110にわたってUV光を生成する紫外線光源である。UV硬化装置112からのUV光は、物体156の耐久性のある部分を形成するために物体156の最上層に形成された造形材料を硬化させる。UV硬化プロセスは、造形材料を固化し、いくつかの実施形態においては、周囲の支持材料160は、硬化プロセスが造形材料を固化する前の位置から造形材料が流出するのを防止する。30

【0027】

画像センサ116は、例えば、交差プロセス方向CPにおいて印刷ゾーン110にわたって配置された光検出器のアレイであり、部材102上に形成される造形材料及び支持材料からの反射光に対応するデジタル化された画像データを生成するように構成されている。1つの実施形態において、光検出器は、印刷支持材料及び印刷造形材料の最上層から各光検出器が受光した反射光のレベルに対応する合計で256階調（0から255）を有するグレースケール8ビットの画像データを生成する。他の実施形態において、画像センサ116は、赤、緑、青（RGB）センサ素子などのマルチスペクトル光検出素子を内蔵している。動作中、画像センサ116は、印刷支持材料及び造形材料の上面のセグメントに対応する複数の画像走査線を生成する。支持部材102が画像センサ116を通り過ぎるのにともない、画像センサ116は、一連の走査線から2次元の走査画像データを生成する。特に、画像センサ116は、基材の上層及び図1の支持材料基材172及び造形材料基材176上に形成されたテストパターンから走査画像データを生成する。コントローラ128は、走査画像データを受信し、動作不良吐出装置を識別するために印刷テストパターンを含む走査画像データのさらなる処理を行う。40

【0028】

レベラ 120 は、UV 硬化装置 112 が造形材料を硬化させる前に造形材料及び支持材料の各層の最上面に関与するように構成された部材である。平坦化器とも称されるレベラは、造形材料の積層層を受ける均一面を維持するために物体 156 の最上層を平滑化するように物体 156 に対して研磨面を適用する。印刷ゾーン 110 内の他の構成要素は、物体 156 から Z 方向において所定の距離にとどまる一方で、レベラ 120 は、最上層を平滑化するために物体 156 に関与するように構成されている。

【0029】

コントローラ 128 は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、特定用途向け集積回路 (ASIC) 又はプリンタ 100 を動作させるように構成されている任意の他のデジタル論理回路などのデジタル論理デバイスである。プリンタ 100 において、コントローラ 128 は、支持部材 102 の移動を制御する 1 つ以上のアクチュエータ、プリントヘッド 104A ~ 104C、106A ~ 106C 及び 108A ~ 108C を含むプリントヘッドアレイ、UV 硬化装置 112 及び画像センサ 116 に動作可能に接続されている。コントローラ 128 は、メモリ 132 に動作可能に接続されている。プリンタ 100 の実施形態において、メモリ 132 は、ランダムアクセスメモリ (RAM) デバイスなどの揮発性データ記憶装置と、ソリッドステートデータ記憶装置、磁気ディスク、光ディスクなどの不揮発性データ記憶装置、又は、任意の他の適切なデータ記憶装置を含む。メモリ 132 は、3D 物体画像データ 134 と、テストパターンデータ 136 と、記憶されたプログラム命令 138 とを記憶する。コントローラ 128 は、プリンタ 100 における構成要素を動作させるために記憶されたプログラム命令 138 を実行し、3 次元印刷物体 156 の形成及びプリントヘッドにおける動作不良吐出装置を識別するテストパターンの印刷の双方を行う。3D 物体画像データ 134 は、例えば、プリンタ 100 が 3 次元物体印刷プロセス中に形成する造形材料及び支持材料の各層に対応する複数の 2 次元画像データパターンを含む。コントローラ 128 は、物体 156 の各層を形成するように 2 次元画像データの各セットを参照してプリントヘッド 104A ~ 104C 及び 106A ~ 106C から造形材料の液滴を吐出する一方で、プリントヘッド 108A ~ 108C は、支持材料領域 160 を形成するように支持材料の液滴を吐出する。メモリ 132 はまた、プリントヘッドにおける吐出装置が、プリントヘッドにおける動作不良吐出装置を識別するために物体 156 とは別に支持部材 102 の領域上に形成するマークの所定のパターンに対応するテストパターンデータ 136 を記憶する。

【0030】

動作中、コントローラ 128 は、支持部材 102 上に造形材料の液滴を吐出するようにプリントヘッド 104A ~ 104C 及び 106A ~ 106C における吐出装置を動作させる。コントローラ 128 はまた、3 次元印刷物体を形成する造形材料を支持するために造形材料の領域の周囲の支持部材 102 上に支持材料の液滴を吐出するようにプリントヘッド 108A ~ 108C における吐出装置を動作させる。支持部材 102 は、支持材料 160 の複数層 162 によって支持された複数層の造形材料から物体 156 を形成するように印刷ゾーン 110 を複数回通過する。印刷動作中において、コントローラ 128 はまた、物体 156 が形成される領域から分離された支持部材 102 の他の領域上に支持材料の液滴を吐出するように支持材料プリントヘッド 108A ~ 108C を動作させる。支持材料は、プリントヘッド 104A ~ 104C 及び 106A ~ 106C のうちの 1 つ以上から所定のテストパターンの一部をその後に受ける基材層 172 を形成する。造形材料及び支持材料は、造形材料によって形成されたマークが支持材料層と区別可能な画像データを画像センサ 116 が生成するのを可能とするために、互いに光学的に非類似である。画像センサ 116 は、基材層及びテストパターンにおける印刷マークの走査画像データを生成する。

【0031】

1 つの実施形態において、テストパターンの一部のみが支持材料の単一層上に形成される。支持部材 102 のその後の通過中において、支持材料プリントヘッド 108A ~ 10

10

20

30

40

50

8 C は、前に印刷されたマークがもはや画像センサ 116 にとって視認可能でなくなるまで、前に印刷されたテストパターンをカバーする少なくとも 1 つの層を形成するように支持材料の液滴を吐出する。そして、コントローラ 128 は、テストパターンの他の一部を生成するようにプリントヘッド 104 A ~ 104 C 及び 106 A ~ 106 C を動作させ、画像センサ 116 は、次の部分の追加の走査画像データを生成する。走査画像データの 2 つ以上のセットからの完全なテストパターンの生成後に、コントローラ 128 は、印刷テストパターンにおけるレジストトレーリション誤差を生み出す欠落吐出装置又はプリントヘッドに基づいて動作不良吐出装置を識別する。

【0032】

図 1 の実施形態において、プリンタ 100 はまた、支持材料プリントヘッド 108 A ~ 108 C における動作不良吐出装置を識別する。コントローラ 128 は、物体 156 及び第 1 のテストパターンが形成された支持材料 172 の層の双方から分離された第 3 の領域において基材 102 上に造形材料 176 の層を形成するように造形材料プリントヘッド 104 A ~ 104 C 及び 106 A ~ 106 C のうちの 1 つ以上を動作させる。コントローラ 128 は、基材層 176 上に他のテストパターンの一部を形成するようにプリントヘッド 108 A ~ 108 C における吐出装置を動作させる。画像センサ 116 は、造形材料の層にわたって支持材料から形成されたテストパターンの一部の第 2 の走査画像データを生成する。コントローラ 128 は、第 2 の層 176 にわたって造形材料の積層層を形成するようにプリントヘッド 104 A ~ 104 C 及び 106 A ~ 106 C のうちの 1 つ以上を動作させ、プリントヘッド 108 A ~ 108 C における吐出装置からテストパターンにおける支持材料の追加部分を吐出する。

【0033】

図 1 におけるプリンタ 100 の代替の実施形態は、支持材料プリントヘッドアレイ 108 A ~ 108 C を省略しているか又は支持材料の代わりにプリントヘッド 108 A ~ 108 C に造形材料を供給する。いずれの構成においても、プリンタ 100 の代替の実施形態は、支持材料なしで 3 次元印刷物体を形成する。3 次元印刷物体を形成するために造形材料が追加の支持材料を必要としない場合及び追加の支持材料を必要としない形状を有する 3 次元印刷物体を形成するプリンタについては、支持材料プリントヘッドは省略可能である。

【0034】

図 2 は、欠落吐出装置の検出及びプリントヘッドのレジストトレーリションを可能とするために、3 次元物体形成動作中に印刷テストパターンを形成するためにプリントヘッドを動作させるように構成された 3 次元物体プリンタ 200 の他の実施形態を示している。プリンタ 200 は、図 1 のプリンタ 100 における対応する構成要素と同様である、支持部材 102 と、画像センサ 116 と、コントローラ 128 と、メモリ 132 とを含む。プリンタ 200 において、支持材料ディスペンサは、支持材料スプレッダ 240 として具現化される。プリンタ 200 は、光学的に透明なバインダ用（プリントヘッド 204 A ~ 204 C）、イエローバインダ用（プリントヘッド 206 A ~ 206 C）、マゼンタバインダ用（プリントヘッド 208 A ~ 208 C）及びシアンバインダ用（プリントヘッド 210 A ~ 210 C）の 4 つのプリントヘッドアレイを含む。支持材料スプレッダ 240、プリントヘッドアレイ及び画像センサ 116 は、プリンタ 200 における印刷ゾーン 212 を形成する。プリンタ 200 の実施形態において、スプレッダ 240 は、印刷ゾーン 212 においてプリントヘッドからのバインダと組み合わせた場合に視覚的に知覚可能な色を生成する第 1 の支持材料粉末の均一層を分配する。

【0035】

図 2 において、スプレッダ 240 は、プリントヘッド 206 A ~ 206 C、208 A ~ 208 C 及び 210 A ~ 210 C からのバインダ液滴の印刷テストパターンを受ける支持部材 102 の領域における層 220、222、224 及び 226 によって示されるような支持材料の層を分配する。スプレッダ 240 は、層 220 などの支持材料の 1 つの層を形成し、コントローラ 128 は、支持材料の層上にテストパターンの一部を形成するように

10

20

30

40

50

プリントヘッドにおける吐出装置を動作させる。そして、光学センサ 116 は、印刷テストパターンの一部の走査画像データを生成する。動作中、スプレッダ 240 は、プリントヘッド 206A～206C、208A～208C 及び 210A～210C が印刷テストパターンの他の一部を形成する前に、印刷テストパターンの一部にわたって支持材料の少なくとも 1 つの積層層を形成する。例えば、図 2 において、スプレッダ 240 は、層 224 上に印刷テストパターンの他の一部を形成するようにプリントヘッドの動作前に支持材料層 220 にわたって支持材料 222 及び 224 の 2 つの層を形成する。代替の構成において、支持材料の 1 つの中間層のみがテストパターンの各部を分離するか又は支持材料の 3 つ以上の層がテストパターンの一部を分離する。プリンタ 200 は、テストパターンの各部の走査画像データがテストパターンの前に印刷された部分からのアーチファクトを含まないことを保証するように支持材料の 1 つ以上の中間層を形成する。動作中、プリンタ 200 は、3 次元物体の形成を支持し且つ印刷テストパターンにおけるバインダ材料の印刷液滴についての画像受け面を提供するために支持材料の積層層を形成し続ける。10

【0036】

プリンタ 200 において、造形材料は、印刷ゾーン 212 においてプリントヘッドにおける吐出装置から吐出される液体バインダである。バインダの異なる組成物が支持材料の粉末層と反応し、異なる可視色を有して固化して硬化する。シアン / マゼンタ / イエロー / バインダの異なる組み合わせは、印刷パターン及び 3 次元印刷物体の表面上の広い範囲の色を生成することができる。印刷テストパターンを受ける印刷ゾーン 212 の一部は、画像センサ 116 によって生成された画像データに含まれるプリントヘッド 206A～206C、208A～208C 及び 210A～210C によって形成された印刷マークを含む。印刷プロセスの終わりにおいて、バインダによって固化しない支持材料粉末の一部は除去され、固化された部分は、3 次元印刷物体を形成する。20

【0037】

光学的に透明なバインダプリントヘッド 204A～204C はまた、支持材料の層上にバインダの液滴を吐出する。いくつかの実施形態において、光学的に透明なバインダは、表面からの光反射を変化させる支持材料の粒子の再構成を引き起こす。光学センサ 116 は、光学的に透明なバインダ材料を受けていない領域と区別可能な反射率レベルを有する光学的に透明なバインダを含む領域を含む画像データを生成する。他の実施形態において、プリンタにおけるプリントヘッドの他のセットは、光学的に透明なバインダと同じ層に吐出される着色バインダを吐出する。光学的に透明なバインダの存在は、それが存在する領域において着色バインダの流れを変更する。光学的に透明なバインダと着色バインダの組み合わせは、光学的な反射率変化を生み出し、コントローラ 128 は、走査画像データにおける光学的に透明なバインダを吐出する対応する吐出装置の位置を識別する。30

【0038】

動作中、コントローラ 128 は、3 次元印刷物体を形成するために印刷ゾーン 212 においてプリントヘッドを動作させる。コントローラ 128 はまた、支持材料の層を形成するようにスプレッダ 240 を動作させ、支持材料の少なくともいくつかの層上にテストパターンの一部を形成するように印刷ゾーン 212 においてプリントヘッドを動作させる。プリンタ 200 において、テストパターンの一部のみが支持材料の各層に形成される。スプレッダ 240 は、印刷プロセス中に支持材料の積層層を生成し、コントローラ 128 は、第 2 の基材材料の異なる層上に所定のテストパターンの一部を形成するようにプリントヘッド 206A～206C、208A～208C 及び 210A～210C における選択された吐出装置を動作させる。画像センサ 116 は、印刷テストパターンの各部の走査画像データを生成し、コントローラ 128 は、走査画像データを参照して印刷ゾーン 212 においてプリントヘッドにおける動作不良吐出装置を識別する。40

【0039】

上述したように、3 次元物体プリンタ 100 及び 200 は、プリントヘッドにおける動作不良吐出装置を識別して是正するためのプロセスの一部として支持材料の複数層にわたって印刷テストパターンを形成する。図 3 は、図 1 のスタック 172 及び 176 における50

印刷テストパターンにおける基材層及びマークの線 170 に沿って切断した図を示している。スタック 172 は、層 310、314 及び 318 を含む支持材料の複数層を含む。コントローラ 128 は、基材層 310 上の印刷マーク 308A～308D、基材層 314 上の印刷マーク 312A～312D 及び基材層 318 上の印刷マーク 316A～316D を含むいくつかの支持材料層の表面に印刷マークを形成するようにプリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C における吐出装置を動作させる。1 つの実施形態において、印刷マークは、プロセス方向に延びる造形材料の所定数の液滴（例えば、10 個の液滴）から形成されたダッシュであり、コントローラ 128 は、テストパターンにおいてダッシュの列を形成するために交差プロセス方向に所定間隔で互い違いに配置されている吐出装置を選択する。層 310 及び 314 などの中間基材層は、画像センサ 116 の視野からテストパターンの前に印刷された部分を遮断し、そのため、図 3 におけるマーク 308A～308D などの最上層におけるマークのみが画像センサ 116 に露出される。プリンタ 100 の 1 つの実施形態において、造形材料の印刷マークは、スタック 172 の次層に隆起部を生成することができる厚さを有する。コントローラ 128 は、画像センサ 116 がマークの走査画像データを生成した後にテストパターンにおける印刷マーク間のギャップを埋めるように支持材料プリントヘッド 108A～108C における吐出装置を動作させる。例えば、図 3 において、印刷マーク 308A 及び 308B の周囲の領域 330A 及び 330B は、支持材料の他の層が印刷マークをカバーする前に支持材料によって充填される。他の実施形態において、プリンタは、支持材料及び造形材料を同時に蒸着し、造形及び支持材料間の光学的コントラストは、コントローラ 128 が走査画像データにおける造形材料ダッシュを識別するのを可能とする。
10
20

【0040】

図 3 において、第 2 のスタック 176 は、スタック 172 と同様に形成されるが、コントローラ 128 は、造形材料から基材層を形成し、支持材料プリントヘッド 108A～108C における吐出装置を使用して印刷テストパターンにおけるマークを形成する。図 3 は、支持材料プリントヘッド 108A～108C についてのテストパターンの一部を形成する最上支持材料マーク 348A～348D を有する造形材料 350、354 及び 358 の層を示している。コントローラ 128 はまた、印刷支持材料マーク 348A 及び 348B の周囲の領域 352A 及び 352B における造形材料によって示されるように隆起部の形成を防止するために造形材料によって支持材料マーク間のギャップを埋める。他の実施形態において、材料は同時に蒸着される。
30

【0041】

プリンタ 200 の実施形態において、テストパターンは、バインダ材料の印刷マークを受ける支持材料の層を有する代替のスタックにおいていかなるバインダ材料もなしで支持材料の複数層上に形成されたテストパターンを有するスタック 172 と同様に形成される。プリンタ 200 は、支持材料を分配するためにスプレッダを使用することから、形成されたテストパターンのみが印刷ゾーン 212 において造形材料を吐出するプリントヘッドに対応する。画像センサ 116 は、印刷テストパターンの各部についての走査画像データを生成する。
40

【0042】

図 4 は、2 次元レイアウトに再配置されたテストパターン 400 の例を示している。テストパターン 400 は、印刷マークの複数列を含む。プリントヘッドのうちのいずれかにおける単一の吐出装置は、テストパターン 400 における異なるマークのそれぞれを形成する。図 4 において、テストパターン 400 は、シアン、イエロー、マゼンタ及び光学的に透明な造形材料によって形成されたマークを含むが、代替のテストパターンは、異なる数の造形材料色及びプリンタ 100 における支持材料テストパターンについての印刷マークと同様の配置を含む。テストパターン 400 は、図 4 においては列 404A～404N を含むマークの複数列によって形成され、各列は、交差プロセス方向において互いにオフセットされた複数のマークを含む。各列内では、マークは、プロセス方向 P に延びている。図 1 及び図 2 の実施形態において、テストパターンは、対応する支持材料又は造形材料
50

基材上に印刷されるテストパターンマークの単一列によって印刷される。それゆえに、図4において、プリンタが異なる基材層上に印刷マークの個々の列を形成することから、テストパターン400における複数列の配置はZ軸に沿って伸びている。代替の構成において、プリンタは、各基材層上にテストパターンの大部分を形成する。単一層上に各テストパターンの大部分を印刷することは、完全なテストパターンを形成するために必要とされる層数を削減するのみならず、物体を印刷するための代わりにテストパターンを印刷するために使用される支持部材上における領域の大きさを増加させる。

【0043】

プリンタ100及び200において、コントローラ128は、欠落吐出装置及びプリントヘッドのレジストレーション誤差の双方に起因する動作不良吐出装置を識別するために、テストパターン400などのテストパターンを形成する画像データを分析する。図4に示されるように、画像データの空白領域の周囲のボックス432は、プリントヘッドにおける欠落吐出装置によって形成される欠落マークを示している。コントローラ128は、動作不良吐出装置に対応する欠落マークを識別し、必要に応じて印刷プロセスを停止し、当該技術分野において公知の欠落吐出装置の補償技術を実行するか又は動作を復旧するために欠落吐出装置を洗浄若しくはページするように試みることができる。プリントヘッドのレジストレーションのために、コントローラ128は、プロセス方向及び交差プロセス方向におけるダッシュの位置を識別するために、異なるプリントヘッドにおける吐出装置によって形成された印刷マークの全列に対応する画像データのエッジ又は中央検出カーネルによってフィルタリング及び畳み込み演算を行う。2つ以上のプリントヘッドが位置ずれしているかどうかを識別するために、異なるプリントヘッドにおける異なる吐出装置間の交差プロセスオフセットが走査画像データの複数列にわたって測定される。すれば、所定のテストパターンに対応するマーク間の所定の交差プロセス方向間隔を識別する代わりに、異なるプリントヘッドにおける吐出装置に対応するマーク間の交差プロセス方向における不整合間隔として現れる。コントローラ128は、プリントヘッドの位置ずれをオペレータに警告するために印刷プロセスの動作を必要に応じて停止するか又は適切なレジストレーションにプリントヘッドを戻すためにプリントヘッドアレイアクチュエータのうちの1つ以上を動作させる。

【0044】

図5は、3次元物体プリンタにおいてテストパターンを形成して動作不良吐出装置の検出を実行するためのプロセス500を示している。プロセス500は、例示のために図1のプリンタ100及び図2のプリンタ200に関連して説明されている。以下の説明において、動作又は機能を実行するプロセス500への言及は、3次元物体プリンタにおける1つ以上の構成要素と関連するタスク又は機能を実行するために記憶されたプログラム命令を実行するためのコントローラ128などのコントローラの動作を指す。

【0045】

プリンタが1つ以上のプリントヘッドによって造形材料の液滴を吐出して支持部材の表面上に3次元印刷物体を形成するように支持材料ディスペンサによって支持材料を放出するのにともない、プロセス500が開始する(ブロック504)。プリンタ100において、プリントヘッド104A～104C及び106A～106Cは、支持部材102の第1の領域上に造形材料の液滴を吐出し、プリントヘッド108A～108Cは、造形材料に関与して支持するように第1の領域上に支持材料を吐出する。プリンタ200において、スプレッダ240は、支持部材102の第1の領域をカバーする層上に支持材料を放出する。プリンタ200において、スプレッダ240は、支持部材102の第1の領域をカバーする層上に支持材料を放出する。プリントヘッド204A～204C、206A～206C、208A～208C及び210A～210Cにおける吐出装置は、3次元印刷物体の1つの層を形成するように粉末支持材料層の選択された部分上に異なる色を有するバインダの液滴を吐出する。

【0046】

プリンタが3次元印刷物体を含む領域から分離された支持部材の領域上に支持材料を放

10

20

30

40

50

出するようにプロセス 500 は継続する（ブロック 508）。プリンタ 100 の実施形態において、プリントヘッド 108A～108C は、図 1 におけるスタック 172 によって示されるように支持材料の基材層を形成するように支持材料の液滴を吐出する。プリンタ 200において、スプレッダ 240 は、プリントヘッド 204A～204C、206A～206C、208A～208C 及び 210A～210C からの印刷テストパターンの一部を受ける層 220 などの支持材料の層を形成する。造形材料を吐出するプリントヘッドが必要に応じて 3 次元印刷物体が形成された領域から及び支持材料基材層が形成される領域から分離された支持部の他の領域上に造形材料の層を形成するように、プロセス 500 は継続する（ブロック 512）。プリンタ 100 において、プリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C のうちの一部又は全てがスタック 176 に示されている層を形成する。図 2 の実施形態において、プリンタ 200 は、プリンタ 200 が支持材料を放出するようにプリントヘッド及び吐出装置を使用しないことから、ブロック 508 に関して記載されている処理を実行しない。
10

【0047】

プロセス 500 中において、ブロック 504～512 の処理は、テストパターンの前に形成された一部がなおもテストパターンの任意の前に形成された一部から「透き通し」である場合に追加の基材層が形成されるように継続する（ブロック 516）。用語透き通しは、テストパターンの前に形成された一部が支持材料又は造形材料の 1 つ以上の中間層を介して画像センサ 116 にとって少なくとも部分的に視認可能なままである状況を指す。上述したように、プリンタ 100 の実施形態において、スタック 172 における支持材料の積層層はまた、テストパターンの一部に形成されたマーク間のギャップを埋め、スタック 176 における造形材料の積層層は、支持材料のマーク間のギャップを埋める。
20

【0048】

テストパターンを受けるように適切な表面を提供する支持材料又は造形材料の少なくとも 1 つの中間層が形成された後（ブロック 516）、造形材料を吐出するプリントヘッドアレイが支持材料の基材層にわたって支持部材の他の領域上に所定のテストパターンの一部を形成するようにプロセス 500 は継続する（ブロック 520）。プリンタ 100 において、コントローラ 128 は、支持材料スタック 172 の最上層にテストパターンマークを形成するために造形材料の液滴を吐出するようにプリントヘッド 104A～104C 及び 106A～106C における選択された吐出装置についての点火信号を生成する。プリンタ 200 は、それらの層が追加の支持材料によってカバーされる前に層 220 又は 224 などの支持材料の層上にバインダの液滴を吐出するように印刷ゾーン 212 においてプリントヘッドにおける選択された吐出装置についての点火信号を生成する。図 4 を参照して上述したように、いくつかの実施形態において、プリンタ 100 及び 200 は、造形材料の液滴を吐出するプリントヘッドに対応する第 1 のテストパターンの一部を形成するように大きなテストパターンからの単一列又は隣接列のセットを形成する。
30

【0049】

プロセス 500 中において、プリンタ 100 はまた、支持材料プリントヘッド 108A～108C における吐出装置についての第 2 のテストパターンの一部を形成するようにスタック 176 における造形材料の最上層にプリントヘッド 108A～108C から支持材料の液滴を必要に応じて吐出する（ブロック 524）。支持材料の第 2 のテストパターンは、造形材料の第 1 のテストパターンと同様であり、印刷マークの複数列を含む。コントローラ 128 は、スタック 176 における造形材料の最上層に第 2 のテストパターンの一部における 1 つ以上の列を形成するようにプリントヘッド 108A～108C における選択された吐出装置についての電気点火信号を生成する。
40

【0050】

プリンタ 100 の実施形態において、画像センサ 116 が造形材料から形成された第 1 のテストパターンの次の部分の走査画像データを生成し（ブロック 528）、支持材料から形成された第 2 のテストパターンの次の部分の追加の走査画像データを必要に応じて生成する（ブロック 532）ようにプロセス 500 は継続する。プリンタ 100 において、
50

画像センサ 116 は、スタック 172 における造形材料の印刷パターンの第 1 の走査画像データと、スタック 176 において印刷される支持材料の印刷パターンの第 2 の画像データとを生成する。プリンタ 200 において、画像センサ 116 は、支持材料の最上層に形成された造形材料のパターンの画像データを生成する。

【0051】

プリンタがテストパターンの完全なセットを形成して全テストパターンの画像データの 2 つ以上のセットを生成するまで (ブロック 536) 、ブロック 504 ~ 532 に関して上述した処理によってプロセス 500 は継続する。プリンタが完全なテストパターンを形成してテストパターンの各部の画像データのセットを生成すると (ブロック 536) 、コントローラ 128 が第 1 のテストパターンの画像データにおける造形材料を吐出するプリントヘッドから動作不良吐出装置を識別するようにプロセス 500 は継続する (ブロック 540) 。上述したように、コントローラ 128 は、テストパターン内の正しい位置に印刷マークを生成することができない欠落吐出装置及び造形材料を吐出するプリントヘッドのうちの 2 つ以上の間におけるレジストレーション誤差を識別するためにテストパターンの画像データを処理する。プリンタ 100 の実施形態において、コントローラ 128 はまた、必要に応じて、第 2 のテストパターンの画像データを参照して、支持材料を吐出するプリントヘッド 108A ~ 108C における動作不良吐出装置を識別する (ブロック 544) 。造形材料を吐出するプリントヘッドと同様に、コントローラ 128 は、欠落吐出装置であるか又は支持材料プリントヘッドアレイにおけるプリントヘッド間のレジストレーション誤差に起因して動作不良である動作不良吐出装置を識別する。

10

20

【0052】

プリンタ 100 又はプリンタ 200 におけるコントローラ 128 が 1 つ以上の動作不良吐出装置の識別に応じた是正措置を行うようにプロセス 500 は継続する (ブロック 548) 。上述したように、いくつかのプリンタの実施形態において、プリンタは、印刷プロセスを停止し、欠落吐出装置又はプリントヘッドのレジストレーション誤差の問題を是正するためにオペレータのための警告を生成する。他の実施形態において、プリンタは、是正動作を行い、印刷プロセスを継続する。例えば、欠落吐出装置が識別されると、コントローラ 128 は、欠落吐出装置を通常動作に復旧するためにプリントヘッドのページ又は洗浄プロセスを行う。印刷動作中に 2 つ以上のプリントヘッドがレジストレーション誤差を経験した場合、コントローラ 128 は、適切なレジストレーションにプリントヘッドを復旧するためにプリントヘッドアレイにおけるアクチュエータを動作させる。

30

【0053】

図 6 は、支持材料の使用を必要とせずに造形材料の層を使用する 3 次元物体プリンタにおいてテストパターンを形成して動作不良吐出装置の検出を実行するためのプロセス 600 を示している。プロセス 600 は、例示のために支持材料を使用しない構成において図 1 のプリンタ 100 に関する説明がされている。以下の説明において、動作又は機能を実行するプロセス 600 への言及は、3 次元物体プリンタにおける 1 つ以上の構成要素と関連するタスク又は機能を実行するために記憶されたプログラム命令を実行するためのコントローラ 128 などのコントローラの動作を指す。

【0054】

40

プリンタ 100 が支持部材上に 3 次元印刷物体の層を形成するように少なくとも第 1 の種類の造形材料の液滴を吐出するのにともない、プロセス 600 が開始する (ブロック 604) 。図 1 の例において、プリントヘッドアレイ 104A ~ 104C は、物体 156 の層を形成するように第 1 の種類の造形材料を吐出する。プリンタ 100 は、必要に応じて、物体 156 を形成するようにプリントヘッド 106A ~ 106C を使用して第 2 の種類の造形材料を吐出する。代替の実施形態において、3 次元物体プリンタは、物体 156 を形成するために 3 つ以上の種類の造形材料を使用する。プロセス 600 中において、プリンタ 100 は支持材料を吐出せず、プリンタ 100 は、図 1 には存在している支持材料 162 の層を形成しない。

【0055】

50

プロセス 600 の目的のために、異なる種類の造形材料のうちの少なくとも 2 つは光学的に区別される。すなわち、プリンタ 100 が第 2 の種類の造形材料から基材層を形成する場合、基材層に形成される第 1 の種類の造形材料の印刷パターンは、基材及び印刷パターンの走査画像データにおいて基材材料と区別可能であり、その逆も同様である。例えば、2 つの異なる着色剤を含むがそれ以外は実質的に同じ化学的及び物理的特性を有する 2 つの異なる造形材料は光学的に区別される。他の実施形態において、2 つの造形材料は、走査画像データにおいて光学的に区別される異なる化学的及び物理的特性並びに異なる色を有する。さらに他の実施形態において、2 つの造形材料は、同様の色を有しながら異なる化学的及び物理的特性を有する。第 1 の種類の造形材料の反射率レベルが走査画像データにおいて検出可能であるのに十分なマージンだけ第 2 の種類の造形材料と異なる場合には、2 つの種類の造形材料は光学的に区別される。

【 0056 】

プリンタ 100 が支持部材上に第 1 の基材層を形成するように第 2 の造形材料の液滴を吐出し（ブロック 604）、支持部材上に第 2 の基材層を形成するように第 1 の造形材料の液滴を必要に応じて吐出する（ブロック 608）ようにプロセス 600 は継続する。コントローラ 128 は、3 次元印刷物体 156 を支持する領域から分離された支持部材 102 の領域上に基材層を形成するようにプリントヘッド 106A～106C 及び必要に応じて 104A～104C を動作させる。図 1 及び図 3 に示されるように、プロセス 600 中において、プリンタ 100 は、基材層 172 及び 176 のスタックを形成する。スタック 172 は、第 1 の造形材料の印刷パターンを受けるように第 2 の造形材料から形成された基材層 310、314 及び 318 を含む。プリンタ 100 は、第 2 の造形材料の印刷パターンを受ける基材層 350、354 及び 358 を有するスタック 176 を必要に応じて形成する（ブロック 612）。

【 0057 】

プロセス 600 中において、プリンタ 100 は、基材層上にテストパターンの一部についての印刷マークを形成する前に支持部材 102 がプロセス方向 P において印刷ゾーン 110 を通り過ぎるのにともない少なくとも 1 つの基材層を形成し、光学的透き通しを防止するために必要に応じて追加の基材層を印刷し続ける（ブロック 616）。プリンタ 100 が十分な数の基材層を形成した後（ブロック 616）、プロセス 600 は、第 2 の造形材料から形成された基材上に第 1 の造形材料から第 1 の所定のテストパターンの一部を形成し（ブロック 620）、第 1 の造形材料から形成された基材上に第 2 の造形材料によって第 2 の所定のテストパターンの一部を必要に応じて形成する（ブロック 624）ことによって継続する。プリンタ 100 は、プリンタ 100 が基材層及び印刷テストパターンを形成するために造形材料及び支持材料を使用する代わりに第 1 及び第 2 の種類の造形材料を使用することを除いて、ブロック 520 及び 524 に関してそれぞれプロセス 500 において上述したテストパターン形成と同様に第 1 及び第 2 の印刷テストパターンの各部を形成する。

【 0058 】

プリンタ 100 が第 1 のテストパターンの次の部分の走査画像データを生成し（ブロック 628）、第 2 のテストパターンの次の部分の走査画像データを必要に応じて生成する（ブロック 632）ようにプロセス 600 は継続する。プリンタ 100 において、画像センサ 116 は、支持部材 112 がプロセス方向 P において画像センサ 116 を通り過ぎるのにともない最上基材層及び印刷テストパターンマークの各部の走査画像データを生成する。

【 0059 】

プロセス 600 は、プリンタ 100 が基材スタック及び第 1 のテストパターン及び必要に応じて第 2 のテストパターンの一部を形成するようにブロック 604～632 において上述した処理によって継続する。プリンタ 100 はまた、第 1 のテストパターンの一部の走査画像データを形成し、必要に応じて第 2 のテストパターンの一部の走査画像データを形成する。プリンタ 100 がテストパターンの形成及び走査を完了した場合（ブロック 6

10

20

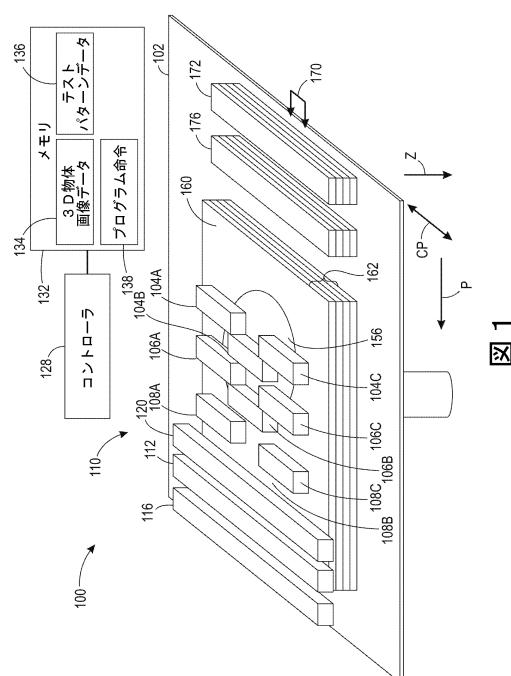
30

40

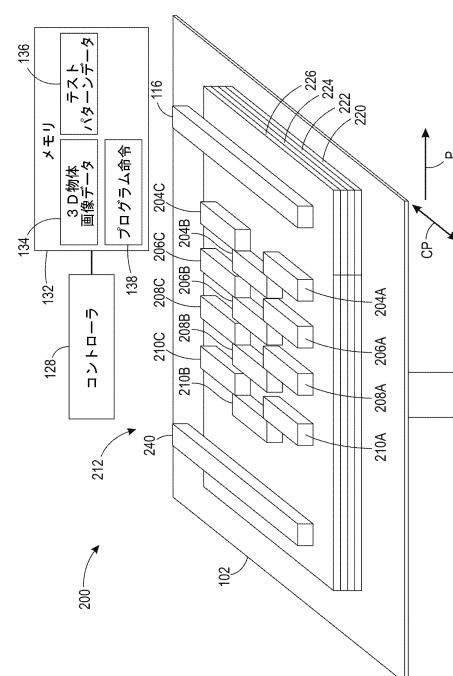
50

36)、プリンタ100が第1のテストパターンの走査画像データを使用して第1のプリントヘッドアレイ104A～104Cについてのプリントヘッドのレジストレーション及び欠落吐出装置の検出プロセスを実行するようにプロセス600は継続する(ブロック640)。プリンタ100は、必要に応じて、第2のテストパターンの走査画像データを使用して第2のプリントヘッドアレイ106A～106Cについてのプリントヘッドのレジストレーション及び欠落吐出装置の検出プロセスを実行する(ブロック644)。プリンタ100におけるコントローラ128は、その後にプリントヘッドのレジストレーションを調整し、プリントヘッドにおけるいかなる動作不良吐出装置も是正するために欠落吐出装置の是正又は動作補償を実行する(ブロック648)。

【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】

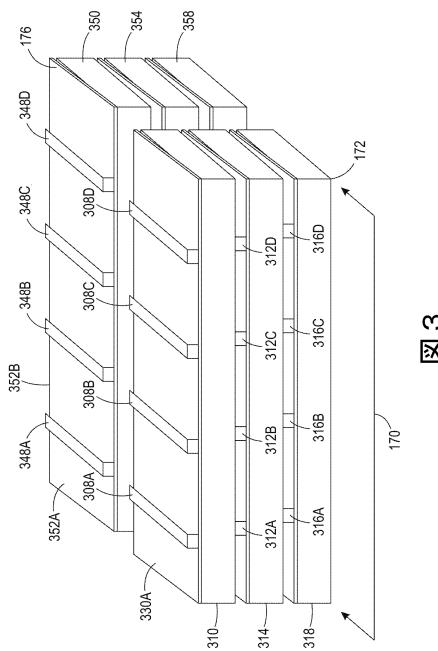


図3

【図4】

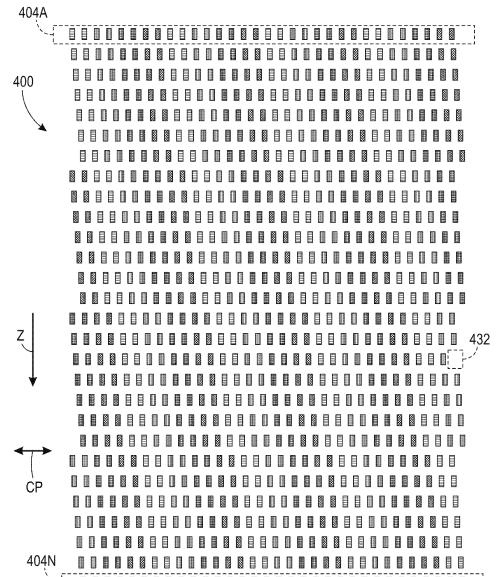


図4

【図5】

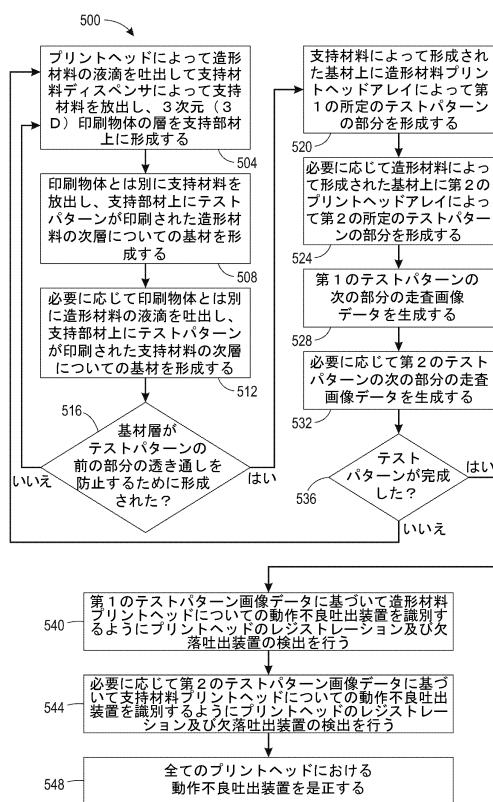


図5

【図6】

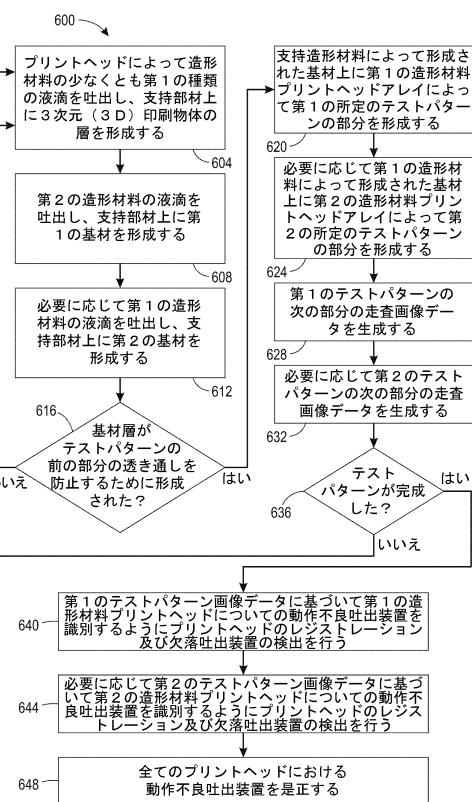


図6

フロントページの続き

(72)発明者 ブライアン・アール・コンロウ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14580 ウェブスター オードリー・エンド 701
(72)発明者 パトリシア・ジェイ・ドナルドソン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14534 ピットフォード マーシュ・ロード 1248
(72)発明者 ジエフリー・ジェイ・フォルキンス
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14625 ロチェスター ウィモウス・ドライブ 292
(72)発明者 ポール・エイ・ホージア
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14612 ロチェスター ウエスト・ベンド・ドライブ 9
4
(72)発明者 ロバート・ジェイ・クレックナー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14534 ピットフォード レイク・ラコマ・ドライブ
4

審査官 関口 貴夫

(56)参考文献 特開2010-241130(JP, A)
米国特許出願公開第2006/0114284(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 64/00 - 64/40
B33Y 10/00, 30/00, 50/02
B41J 29/00 - 29/70