

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6351075号  
(P6351075)

(45) 発行日 平成30年7月4日 (2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日 (2018.6.15)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 9 C 64/112 (2017.01)

B 2 9 C 64/343 (2017.01)

B 2 9 C 64/393 (2017.01)

B 3 3 Y 10/00 (2015.01)

B 2 9 C 64/112

B 2 9 C 64/343

B 2 9 C 64/393

B 3 3 Y 10/00

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-154283 (P2015-154283)	(73) 特許権者	501198372
(22) 出願日	平成27年8月4日 (2015.8.4)		ストラタシス・リミテッド
(62) 分割の表示	特願2013-266244 (P2013-266244)		イスラエル国レホボト, カーヤット・ワイ
原出願日	平成12年2月29日 (2000.2.29)		ズマン・サイエンス・パーク, ビルディン
(65) 公開番号	特開2015-221576 (P2015-221576A)		グ 16
(43) 公開日	平成27年12月10日 (2015.12.10)		Kiryat Weizmann Sci
審査請求日	平成27年9月3日 (2015.9.3)		ence Park, Bldg. 16, R
(31) 優先権主張番号	09/259, 323	(74) 代理人	ehovot, Israel
(32) 優先日	平成11年3月1日 (1999.3.1)		100140109
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小野 新次郎
		(74) 代理人	100118902
			弁理士 山本 修
		(74) 代理人	100101373
			弁理士 竹内 茂雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元的印刷方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

層状の三次元的モデル ( 2 0 ) の三次元的印刷方法において、  
長手方向軸線に沿って少なくとも一列に配列された複数のインクジェットノズル ( 1 4 ) を有するプリンティングヘッド ( 1 2 ) を予め選んだ第一の位置に位置決めするステップと、  
前記プリンティングヘッド ( 1 2 ) から、硬化性材料 ( 1 6 ) を選択的に分配して第 1 のモデル層を形成するステップと、  
前記プリンティングヘッド ( 1 2 ) を前記長手方向軸線に沿って予め選んだ第二の位置に位置決めするステップと、  
第 2 のモデル層を形成するための硬化性材料 ( 1 6 ) を選択的に分配するステップであって、前記第 1 のモデル層を形成するためのプリンティングヘッド ( 1 2 ) の前記硬化性材料の分配前の位置に比して、前記第 2 のモデル層を形成するためのプリンティングヘッド ( 1 2 ) の前記硬化性材料の分配前の位置がずらされる、前記選択的に分配するステップと、  
前記複数のノズル ( 1 4 ) を校正するステップとを備え、  
前記校正するステップは、試験層を付着すると共に該試験層の高さを各ノズル点において測定し、該ノズル点の各々における高さの測定値に基づいて該ノズルの各々からの前記硬化性材料の分配を調節する、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法において、  
前記複数のノズル ( 1 4 ) の各々から分配された硬化性材料 ( 1 6 ) の量を制御し得るよう  
インクジェット式の前記複数のノズル ( 1 4 ) の各々からの吐出量を選択的に調節する  
ステップを更に備える、方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の方法において、  
前記較正するステップは、前記複数のノズル ( 1 4 ) の全てから硬化性材料 ( 1 6 ) を  
選択的に分配することにより前記試験層を付着するステップを備える、方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の方法において、  
前記硬化性材料 ( 1 6 ) がフォトリソ材料であり、付着した前記モデル層を紫外線又  
は赤外線の照射により硬化させるステップを更に備える、方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の方法において、  
後続のモデル層を付着する際にその前の複数のモデル層の一つにおける硬化性材料 ( 1  
6 ) の余剰及び不十分な付着を補償するステップを更に備え、  
前記硬化性材料 ( 1 6 ) の余剰及び不十分な付着を補償するステップは、前記後続のモ  
デル層において前記複数のノズル ( 1 4 ) の各々からの前記硬化性材料 ( 1 6 ) の分配を  
調整するステップを含む、方法。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法において、  
前記調整するステップは、各々の前記ノズル ( 1 4 ) に対して、余剰及び不十分な付着  
を補償するため、プラス又はマイナスの補償量を計算するステップを含む、方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の方法において、  
前記プリンティングヘッド ( 1 2 ) の位置は、前記第 2 のモデル層を形成するための複数の  
インクジェットノズル ( 1 4 ) のうちの所定のノズル位置が、前記第 1 のモデル層を形  
成するための複数のインクジェットノズル ( 1 4 ) のうちの異なるノズル位置の真上に来  
るように、ずらされる、方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の方法において、  
前記第 1 のモデル層は第 1 の通過において印刷され、且つ前記第 2 のモデル層は第 2 の  
通過において印刷される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全体として、三次元的印刷中、層の構成を制御する三次元的モデル作成方法及びその装置に関する。

【背景技術】

【0002】

部分を層に構成することで作用する三次元的 ( 3 - D ) 印刷は、三次元的モデルを構成するために使用される方法である。3 - D 印刷は、比較的速く且つ自由度があり、原型部分及び道具を、例えば CAD モデルから直接作成することを可能にする。

40

【0003】

3 - D 印刷を使用することは、道具よりも先に、任意の提案された製品の完全な 3 - D モデルを製造メーカーが作成することを許容し、これにより、道具の作成のコストを著しく削減し且つ設計と製造とを一層良く調和させることになる。製造コストが安く且つ製品の質を改良することも可能となる。

【0004】

コンピュータ利用の三次元的印刷用の色々な装置が開発されている。既知の装置は、合

50

焦させた紫外線レーザが光重合化可能な液体ポリマープラスチック材料の浴の頂部の上を走査する立体リソグラフィに基づいて作動する、米国カリフォルニア州の3D・システムズ・インコーポレーテッド(3D Systems Inc.)が開発した装置を含む。その浴の表面は、UVレーザと接触する状態で重合化され、その表面に又はその表面の丁度下方に、固体のプラスチック層を形成する。

【0005】

シーマ(Cima)らへの米国特許第5,387,380号には、粉体層を付着させ、次に、接着剤材料を選んだ領域に付着させてその選んだ領域に接着した粉体の層を形成することにより層状化した部分を提供するための技術が記載されている。これらのステップは連続的な層に対して繰り返されて所望の構成要素が形成される。熱処理後、製造した部分が残るように接着しなかった粉体を除去する。

10

【0006】

コーヘン(Cohen)らへの米国特許第5,287,435号には、層毎に、フォトリソグラフィ材料を選択可能な形態に付着させる装置、及び後続の層を付着する前に層の各々を硬化させる装置を含む三次元的モデルを作成する装置が記載されている。

【0007】

この装置の不利益な点は、層の各々に対し平坦で且つ均一な面を実現することが難しい点である。米国特許第5,287,435号は、余分な厚みを除去するために層の各々の表面をトリミングする機械加工装置を利用している。

【0008】

20

標準的な二次元的印刷においては、インクジェットプリンタがそのインクジェットヘッドの作動中、そのプリントヘッドを一方向に向けて基板に対して変位させることにより、平行なインクドット線を基板上に印刷する。

【0009】

所望の線分解能の像を印刷するためには、インクジェットヘッド同士の分離空隙と所望の線分解能との比率に等しい数のインクドット線を印刷することが必要とされる。実際には、このことは、プリントヘッドを、基板に対して1つ又はより多くのステップを通じて第一の方向に対して垂直な第二の方向に間欠的に前進させると共に、プリントヘッドを基板に対して第一の方向に変位させつつ、その新たな位置の各々にてインクジェットノズルを作動させることにより実現される。残念なことに、1つ又はより多くのノズルが詰まったならば、像は不完全となり、印刷されない帯域が残ることになる。

30

【0010】

イスラエルのイダニット・テクノロジーズ・リミテッド(Idanit Technologies

Ltd.)に譲渡された国際出願第97/31781号には、印刷される線に対し直角の方向に向けてプリントヘッドを基板に対して変位させる、線形列のノズルを有するインクジェットプリンタを作動させ且つその印刷ステップを繰り返す方法が記載されている。この方法は、プリントヘッドの動きにより、ノズルの詰まりに起因して非印刷帯域が生ずるという視覚上の効果を少なくするが、ノズルの詰まりを完全に補償するものではない。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第5,287,435号

【特許文献2】米国特許第5,387,380号

【特許文献3】国際出願第97/31781号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、硬化性材料を噴射する少なくとも1列のインクジェットノズルを有するプリントヘッドを使用して3-Dモデルを構成する3-D印刷装置を提供するものである。

50

## 【 0 0 1 3 】

本発明の更なる目的は、何れかのノズルの詰まりによる影響を受けない 3 - D モデルを印刷する方法を提供することである。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の更に別の目的は、何れかのノズルからの過剰及び不十分な付着を補償する装置及び方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 5 】

このように、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、三次元的モデルの三次元的印刷のための装置が提供される。この装置は、複数のノズルを有するプリンティングヘッドと、硬化性材料を層として選択的に分配すべくプリンティングヘッドに接続されたディスペンサと、付着させた層の各々を選択的に硬化させる硬化手段とを備えている。付着させた層の各々の深さは、複数のノズルの各々からの吐出量を選択的に調節することにより制御可能である。

10

## 【 0 0 1 6 】

更に、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、制御手段は、プリンティングヘッドに接続されたディスペンサと、プリンティングヘッドに接続されたプロセスコントローラと、該プロセスコントローラに接続されたコンピュータ支援設計 ( C A D ) 装置とを備えている。

20

## 【 0 0 1 7 】

更に、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、複数のノズルは、1 列のノズルを有している。

## 【 0 0 1 8 】

更に、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、該装置は、プロセスコントローラからの命令によりプリンティングヘッドを選択的に位置決めすべくプロセスコントローラに接続された位置決め装置を更に備えている。

## 【 0 0 1 9 】

更に、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、硬化性材料は、紫外線又は赤外線を照射することにより硬化可能なフォトリソグラーフ材料である。

30

## 【 0 0 2 0 】

更に、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、該装置は、プロセスコントローラに接続された基準センサと、センサを位置決めすべくプロセスコントローラに接続されたセンサの位置決め装置と、ノズルの各々からの付着層の高さの相違を計算する手段とを更に備えている。

## 【 0 0 2 1 】

このように、本発明によれば、三次元的モデルの三次元的印刷方法が提供される。この方法は、

長手方向軸線に沿って複数のノズルを有するプリンティングヘッドを第一の予め選んだ位置に位置決めするステップと、

硬化性材料をプリンティングヘッドから層状に選択的に分配するステップと、

プリンティングヘッドを第二の予め選んだ位置に再位置決めするステップと、

選択的に分配することを繰り返すステップと、を含む。

40

## 【 0 0 2 2 】

第二の予め選んだ位置は、第一の予め選んだ位置から長手方向軸線に沿って軸方向に変位させる。

## 【 0 0 2 3 】

更に、本発明の 1 つの好ましい実施の形態によれば、この方法は、

複数のノズルの各々から分配される硬化性材料の量を制御すべく複数のインクジェットノズルの各々からの吐出量を選択的に調節するステップを更に含む。

## 【 0 0 2 4 】

50

更に、本発明の１つの好ましい実施の形態によれば、硬化性材料はフォトポリマー材料であり、また、この方法は、紫外線又は赤外線を照射することにより付着した層を硬化させるステップを更に含む。

【００２５】

この方法は、ノズルを校正するステップを更に含む。

【００２６】

更に、本発明の１つの好ましい実施の形態によれば、この校正ステップは、硬化性材料を全てのノズルから選択的に分配することにより単一の層を付着するステップと、

ノズルの各々からの付着物の高さを基準レベルと比較するステップと、

基準レベルとの差を計算するステップと、

ノズルの各々からの硬化性材料の分配量を調節するステップと、を含む。

【００２７】

更に、本発明の１つの好ましい実施の形態によれば、この方法は、後続の層を付着させる前に、各々の層の相違を補償するステップを更に含む。

【００２８】

更に、この補償ステップは、

直近に付着した層の高さを基準レベルと比較するステップと、

基準レベルとの差を計算するステップと、

ノズルの各々からの硬化性材料の分配量を調節するステップと、を含む。

【００２９】

更に、本発明の１つの好ましい実施の形態によれば、補償するステップは、硬化性材料を全てのノズルから選択的に分配することにより基準壁を構成し、該基準壁が複数の基準層を有し、複数の基準層の各々が相応するモデル層を付着する過程に付着されるようにするステップを含む。

【００３０】

本発明は、添付図面に関する以下の詳細な説明からより完全に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】本発明の１つの好ましい実施の形態による構造及び作用可能とされた３－Ｄ印刷装置の概略図である。

【図２】図１の３－Ｄモデルの印刷及び硬化状態を示す概略図的な等角図である。

【図３Ａ】図１の３－Ｄ印刷装置と共に利用されるプリンティングヘッドの概略図的な平面図である。

【図３Ｂ】図３Ａのプリンティングヘッドにより作成される三次元的物体の一部の平面図である。

【図４】図１の三次元的印刷装置と共に利用される、ノズルマトリックスを有するプリンティングヘッドの代替的な実施の形態の詳細図である。

【図５Ａ】図１の３－Ｄモデルの構成状態を示すフローチャートである。

【図５Ｂ】図１の３－Ｄモデルの構成状態を示すフローチャートである。

【図６】三次元的印刷装置の更に好ましい実施の形態の概略図的な等角図である。

【図７Ａ】図６の三次元的印刷装置により構成される基準壁の層を示す拡大断面図である。

【図７Ｂ】図７Ａの基準壁の層を示す拡大断面図である。

【図７Ｃ】図７Ａの基準壁の層を示す拡大断面図である。

【図８】図６の三次元的印刷装置を構成するプリンティングヘッドのノズルマトリックスの校正状態を示すフローチャートである。

【図９】図６の三次元的モデルのオンラインの作動制御状態を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【0032】

本発明の1つの好ましい実施の形態による構造及び作用可能とされた三次元的印刷装置を全体として参照番号10で示す図1に関して説明する。

## 【0033】

三次元的印刷装置10は、硬化性材料16が噴射されるときに通る複数のインクジェットノズル14を有するプリンティングヘッド12と、参照番号20で示した三次元的構成要素を形成すべく硬化性材料16を硬化させる硬化装置18とを備えている。硬化性材料16はドイツ、タムのマラブヴェルケ GmbH & Co. (Marabuw erke GmbH & Co.) が製造するDI 7090透明被覆のようなフォトリソマーであることが好ましい。好ましくは、フォトリソマーは紫外線(UV)又は赤外線(IR)硬化性材料を含むことが好ましい。例えば、反応性アクリレート系の材料は、硬化装置18から紫外線を照射することにより紫外線硬化させ又は固化させるのに適している。三次元的構成要素20は層状に構成され、層の各々の深さは、複数のインクジェットノズル14の各々からの吐出量を選択的に調節することにより、制御可能である。

10

## 【0034】

本出願の明細書において、「インクジェットノズル」という語は、便宜上、当該技術分野で既知のインクジェットノズルと同様のノズルを含むべく使用するが、インクを噴射するノズルにのみ限定されるものではなく、三次元的モデルを構成する硬化性材料を噴射するノズルも含むものであることを理解すべきである。

## 【0035】

20

三次元的印刷装置10は、ディスペンサ22と、プロセスコントローラ24と、コンピュータ支援設計(CAD)装置26とを更に備えている。プロセスコントローラ24は、CAD装置26、硬化装置18及びプリンティングヘッド12に接続されている。

## 【0036】

硬化性材料16を含むディスペンサ22はプリンティングヘッド12に適宜に接続されている。

## 【0037】

好ましくは、三次元構成要素20は、位置決め装置(図示せず)によりX軸及びY軸に選択的に配置可能である支持面28の上に形成されるようにする。

## 【0038】

30

図2は、モデル20の印刷及び硬化状態を示す概略図的な等角図である。この実施の形態において、プリンティングヘッド12の各側部に一對の硬化装置18が配置されている。

## 【0039】

層の各々の品質及び均一さは、印刷の質に依存する一方、この印刷の質は複数のインクジェットノズル14の数及びその間隔に依存する。1つの好ましい実施の形態において、プリンティングヘッド12は少なくとも1列のノズル14を備えている。

## 【0040】

次に、図3A及び図3Bに関して説明する。図3Aは、1、2等の番号を付した1列のノズル14を有するプリンティングヘッド12の概略図的な平面図である。図3Bは、図3Aのプリンティングヘッド12により作成された三次元的物体の平面図である。

40

## 【0041】

プリンティングヘッド12が参照番号L1で示した外形線で示すように整合されたとき、インクジェットノズル1乃至18は、硬化性材料(列102)を付着するように作動され、ノズル1は最左側位置にある。プリンティングヘッド12の1回の通過の厚さは約10µである。図3Bに図示するように、ノズル9(例えば詰まる可能性がある)を除く全てのノズルが材料を付着している。材料を受け取った箇所はその番号で表示されており、材料を受け取らないノズル9はブランクで示してある。詰まったノズルの効率の低下を解消するため、プリンティングヘッド12は、次の通過の間ずらして、ノズル9の位置が別のノズルにより占められるようにする。例えば、図3Aを再度参照すると、プリンティン

50

グヘッド12は左方向に2つの間隔だけずらされており（外形線の位置L2）、ノズル3は、それ以前にノズル1が位置していた位置の真上に配置される最左側位置にある。この場合にも、18個のノズル（3乃至21の番号で表示）を作動させる。非効率的なノズル9はインクを付着せず、この時点で、ブランク箇所はそれ以前にインクを付着させた箇所7（列104）の上方にある。

【0042】

プリンティングヘッド12を不規則にずらすことにより、インクジェットノズルが通過する毎にこの過程を繰り返すことができる。例えば、ノズル6が最左側位置（列106）になるようにプリンティングヘッド12を位置L3までずらし、次に、ノズル2が最左側位置（列108）となるように位置L4までずらす。このようにして、その層の品質に影響を与えずに、1つ又はより多くのノズルの効率の悪さを補償することが可能である。

10

【0043】

1つの代替的な好ましい実施の形態において、プリンティングヘッド12（図4に図示）は、m個の横列及びn個の縦列を有するノズルマトリックスを備えている。これらのノズルは、参照番号 $M_1 N_1$ （左上方）からマトリックスの右下方まで $M_n N_n$ で表示してある。三次元的印刷に適した一例としてのプリンティングヘッドは $36 \times 12$ のノズルマトリックスを含む。

【0044】

第二の位置決め装置30（図1）に接続されたプリンティングヘッド12は、プロセスコントローラ24からの命令によりX軸及びY軸に選択的に位置決め可能である。

20

【0045】

次に、ノズル14のマトリックスを有するプリンティングヘッドを使用する三次元的構成要素20の構成を示すフローチャートである図5に関して説明する。作成すべきモデルのファイルはCAD装置26にダウンロードされ（ステップ202）、オペレータがそのモデルを見て且つ作動方法を制御することを可能にする。

【0046】

オペレータが選択可能な完成した製品を規定する幾つかの変数がある。最初に、オペレータはジェットヘッドの所望の分解能を選択する（ステップ204）。プリンティングヘッドの形態の選択に影響を与えるファクタの1つは、インチ当たりのドット数（dpi）により規定される所望の線の質である。線の質の典型的な工業的標準は、240乃至740 dpiである。このファクタは作成されるモデルに依存して加減可能であり、プリンティングヘッドの能力によってのみ制限される。例えば、10cmモデルの三次元的印刷のための典型的な許容公差は $100 \mu$ である。

30

【0047】

オペレータはまた、連続的なインクドット線同士の間所望の間隔を選び（ステップ206）且つモデルを構成するときに使用すべき層の数（h）も選ぶ（ステップ208）ことができる。

【0048】

次に、単一の層を印刷するために（x-y軸で）プリンティングヘッド12を変位させるステップの数（j）を計算し（ステップ210）、モデルを印刷するためのz軸における垂直方向ステップ（i）の数を計算する（ステップ212）。

40

【0049】

プリンティングヘッド12は、第一の層及び第一の層を印刷するときに作動させることを必要とするインクジェットノズル14の開始位置に配置する（ステップ214）。

【0050】

次に、プリンティングヘッド12を計算したように変位させ（ステップ210）、次に、変位ステップ（j）の各々に対しステップ214を繰り返す（ステップ216）。

【0051】

1つの層を完成した後、プリンティングヘッド12を次の層に対する開始位置に戻し且つ第一の層の上方の垂直位置（z軸）内に再度位置決めする（ステップ218）。1つの

50

層の厚さは約  $10\ \mu$  であるため、各層の後にプリンティングヘッドをモデルに対して再度位置決めすることは必須ではないが、このステップはオペレータの判断で遅らせてもよい。

#### 【0052】

次に、後続の層に対しステップ214、216を繰り返す(ステップ220)。モデルが完成する迄、後続の層の各々に対しステップ218、220を繰り返す(ステップ222)。層が完成する迄、各通過の後、プリンティングヘッドを変位させる(ステップ215)。層の各々に対し、その特定の層を印刷するのに必要なインクジェットノズル14のみを作動させる。

#### 【0053】

プロセスコントローラ24を使用して第二の位置決め装置30を位置決めすることにより、プリンティングヘッド12の位置決めが再度行われる。各層を付着した後に硬化を行うことが好ましい。しかし、これと代替的に、1つ以上の層を付着した後に硬化が生ずるように硬化を選択的に遅らせてもよい。

#### 【0054】

次に、三次元的モデル20を作成する更に好ましい実施の形態の概略図的な等角図である図6に関して説明する。この実施の形態において、三次元的印刷装置は、プロセスコントローラ24に接続されたモデルセンサ40と、基準センサ42とを更に備えている。三次元的印刷装置のオペレータの命令に従ってセンサ40、42を位置決め可能であるセンサ位置決め装置(図示せず)にセンサ40、42が接続される。

#### 【0055】

この実施の形態において、参照番号44で示した基準壁は、三次元的モデル20の構造に対し平行に且つ該構造に隣接して層毎に構成される。基準壁44は「Y」軸線に沿って構成され、「X」軸線に沿ったその幅はプリンティングヘッド12の幅である、すなわち、(単一の軸線に沿った)ノズルのマトリックスを有する幅である。このように、基準壁44に各層が複製される。同様に、プリンティングヘッド12が二次元的マトリックスを備える場合、基準壁の幅はX軸線及びY軸線の双方に沿ってノズルのマトリックスを含む。次に、基準壁44の単一の層の異なる例を示す拡大断面図である図7A乃至図7Cに関して説明する。図7Bには、材料が余分に構成された場合を示し、図7Cは、付着された材料が不十分な場合を示す。

#### 【0056】

参照番号46で示した層の正確な寸法は、実線48で示してある。層46は、単に一例としての目的のため、矩形の層として図示されている。層46の寸法はプリンティングヘッド12を形成するノズルのマトリックスにより表示される。層46の隅部は、図4に図示するように $M_1 N_1$ 乃至 $M_n N_n$ で表示してある。

#### 【0057】

破線50は、全体として凸状の外観を呈する印刷したときの層を示す。座標 $M_a N_1 - M_a N_n$ で示した点A(例えば、 $M_{17}, N_1$ )の断面である切断部分が図7Bに図示されている。

#### 【0058】

1つの層を構成した後、基準センサ42を層46の頂部に配置し、ノズルの各位置において層46の頂部の高さを測定する。次に、それら測定値を実際のモデルと比較する。例えば、矩形の層46の高さは $h$ である。1つの隅部( $M_{17} N_n$ )にて、層の高さは $h$ よりも高い $h_1$ である。参照番号52で示した最高点(例えば、 $M_{17} N_{12}$ )の高さは、 $h_2$ である。

#### 【0059】

座標 $M_n N_1 - M_n N_n$ で示した層の端縁における線B-Bに沿った断面図が図7Cに図示されている。付着した材料が存在しないことを示す凹所54(例えば、ノズル $M=36, N=19$ )の高さは、 $h$ ではなくて $h_3$ である。

#### 【0060】

10

20

30

40

50



米国特許第5,287,435号(上述)のような、既知の従来技術において、後続の層を堆積する前に機械によって余剰な層の厚さをトリミングする。次の層を印刷する前に1つの層をトリミングするステップが不要である点が本発明の1つの特徴である。それに代えて、各ノズルに対し基準センサ42により記憶されたデータを利用して、余剰な材料(図7B)又は不十分な材料(図7C)の付着を補償するため、プリンティングヘッド12の個々のノズルを調節することができる。

【0061】

プリンティングヘッド12のノズルを較正し且つオンラインの作動及び正確な制御のため基準壁44を使用することができる。次に、プリンティングヘッド12のノズルマトリックスの較正状態を示すフローチャートである図8に関しても説明する。ノズルを較正するため、ノズルの完全なマトリックスに対する試験層46を付着させ(ステップ302)及び各ノズル点における層の高さを、基準センサ42を利用して測定する(ステップ304)。ノズルの各々に対し、基準点との差を計算する(ステップ306)。次に、(ノズルの各々に必要な補償プラス/マイナスの程度を計算することにより)全ての余剰/不十分な付着を補償し得るようこれらノズルのディスペンサを調節する(ステップ308)。

【0062】

ノズルを較正した後、三次元的構成要素20を構成する際、オンラインの作動及び補正制御のため基準壁44が使用される(図5に関して上述)。モデルの作成はオペレータが制御可能である。

【0063】

次に、三次元的モデルを構成するときのオンラインの作動制御を示すフローチャートである図9に関して説明する。各層を構成した後(ステップ318)、モデルセンサ40を層の頂部に配置し(ステップ320)、各ノズルの位置で層の頂部の高さを測定することにより層の外形を点検する(ステップ322)。ノズルの各々に対し基準点との差を計算する(ステップ324)。

【0064】

次に、層をトリミングすべきか否かの決定を為す(質問ボックス326)。従来技術によるモデルの作成の場合と相違して、各層の後でトリミングは不要であるが、オペレータの選択によりトリミングしてもよい。トリミングが選ばれるならば、適当なトリミング装置により余剰な材料は除去される(ステップ328)。

【0065】

何れかのノズルによるインクの分配が不正確であるならば(質問ボックス330)、全ての余剰/不十分な付着を補償し得るようこれらノズルのディスペンサを調節する(ステップ332)。

【0066】

次に、次の層を付着させ、必要に応じて上記のステップ(318乃至332)を繰り返す。

【0067】

本発明は上述した内容に限定されず、その全てが本発明の範囲に属する多数の改変例が存在することが理解されよう。本発明の範囲は特許請求の範囲によって規定される。

【0068】

本発明の第1の態様は、  
三次元的モデルの三次元的印刷装置において、  
複数のノズルを有するプリンティングヘッドと、  
複数のノズルの各々からの硬化性材料の吐出量を選択的に制御し、これにより、三次元的モデルを層状態で構成し得るようプリンティングヘッドに接続された、制御手段と、  
付着された層の各々を選択的に硬化させる硬化手段とを備える。

【0069】

本発明の第2の態様は、  
第1の態様による装置において、制御手段が、

10

20

30

40

50

プリンティングヘッドに接続されたディスペンサと、  
プリンティングヘッドに接続されたプロセスコントローラと、  
プロセスコントローラに接続されたコンピュータ支援設計（ＣＡＤ）装置とを備える。

【００７０】

本発明の第３の態様は、

第１の態様による装置において、複数のノズルが１列のノズルを備える。

【００７１】

本発明の第４の態様は、

第２の態様による装置において、プロセスコントローラからの命令によりプリンティングヘッドを選択的に位置決めし得るようプロセスコントローラに接続された位置決め装置を更に備える。

10

【００７２】

本発明の第５の態様は、

第１の態様による装置において、硬化性材料が紫外線又は赤外線の照射により硬化可能なフォトリソグラフィ材料である。

【００７３】

本発明の第６の態様は、

第１の態様による装置において、

プロセスコントローラに接続された基準センサと、

センサを位置決めし得るようプロセスコントローラに接続されたセンサの位置決め装置と、

20

ノズルの各々からの付着した層の高さの差を計算する手段と、を更に備える。

【００７４】

本発明の第７の態様は、

三次元的モデルの三次元的印刷方法において、

長手方向軸線に沿って複数のノズルを有するプリンティングヘッドを予め選んだ第一の位置に位置決めするステップと、

プリンティングヘッドから硬化性材料を層状態に選択的に分配するステップと、

プリンティングヘッドを予め選んだ第二の位置に再位置決めするステップと、

選択的な分配ステップを繰り返すステップと、

30

予め選んだ第二の位置が予め選んだ第一の位置から長手方向軸線に沿って軸方向に変位されるようにすることと、を備える。

【００７５】

本発明の第８の態様は、

第７の態様による方法において、

複数のノズルの各々から分配された硬化性材料の量を制御し得るよう複数のインクジェットノズルの各々からの吐出量を選択的に調節するステップを更に備える。

【００７６】

本発明の第９の態様は、

第７の態様による方法において、硬化性材料がフォトリソグラフィ材料であり、付着した層を紫外線又は赤外線の照射により硬化させるステップを更に備える。

40

【００７７】

本発明の第１０の態様は、

第７の態様による方法において、

複数のノズルを校正するステップを更に備える。

【００７８】

本発明の第１１の態様は、

第１０の態様による方法において、校正するステップが、

複数のノズルの全てから硬化性材料を選択的に分配することにより単一の層を付着するステップと、

50

複数のノズルの各々からの付着分の高さを基準レベルと比較するステップと、  
基準レベルとの差を計算するステップと、  
複数のノズルの各々からの硬化性材料の分配量を調節するステップと、を備える。

【 0 0 7 9 】

本発明の第 1 2 の態様は、

第 7 の態様による方法において、後続の層を付着する前に層の各々における差を補償するステップを更に備える。

【 0 0 8 0 】

本発明の第 1 3 の態様は、

第 1 2 の態様による方法において、補償ステップが、  
直近に付着した層の高さを基準レベルと比較するステップと、  
基準レベルとの差を計算するステップと、

複数のノズルの各々からの硬化性材料の分配を調節するステップと、を備える。

【 0 0 8 1 】

本発明の第 1 4 の態様は、

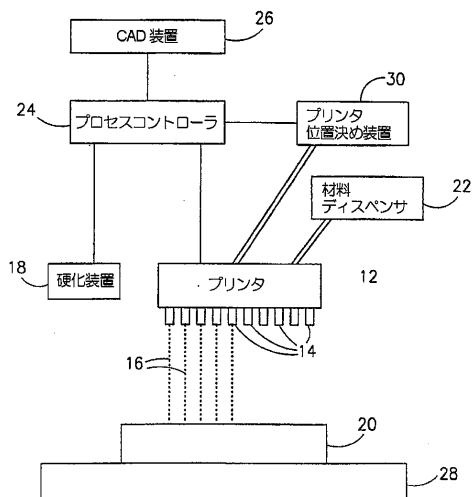
第 1 3 の態様による方法において、比較するステップが、

複数のノズルの全てから硬化性材料を選択的に分配することにより基準壁を構成し、該基準壁が複数の基準層を備え、該複数の基準層の各々が相応するモデル層を付着する過程の間に付着されるようにするステップを含む。

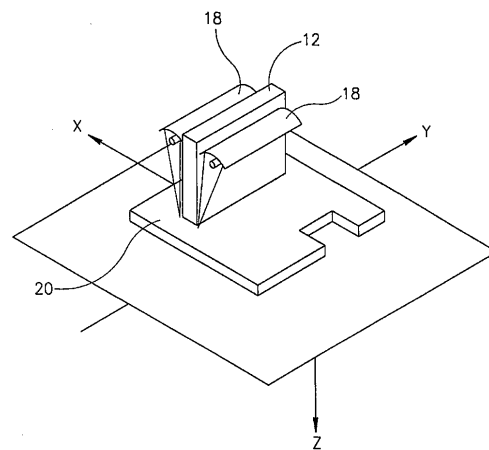
10

20

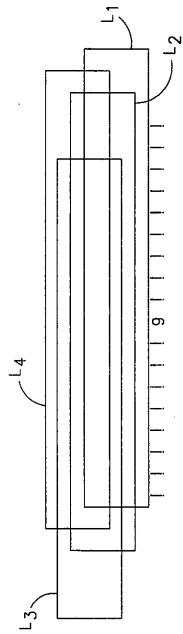
【 図 1 】



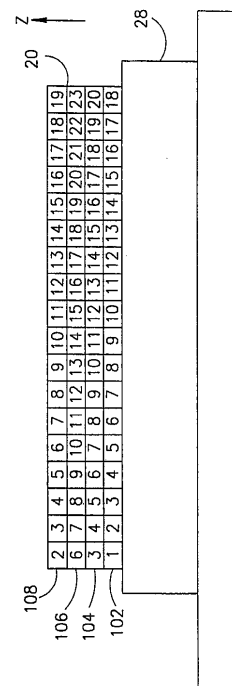
【 図 2 】



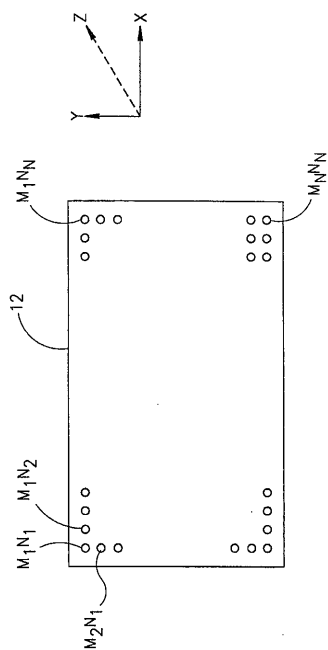
【図 3 A】



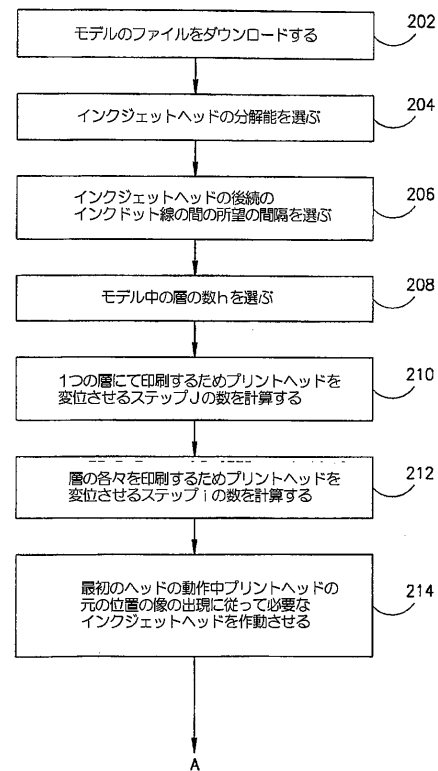
【図 3 B】



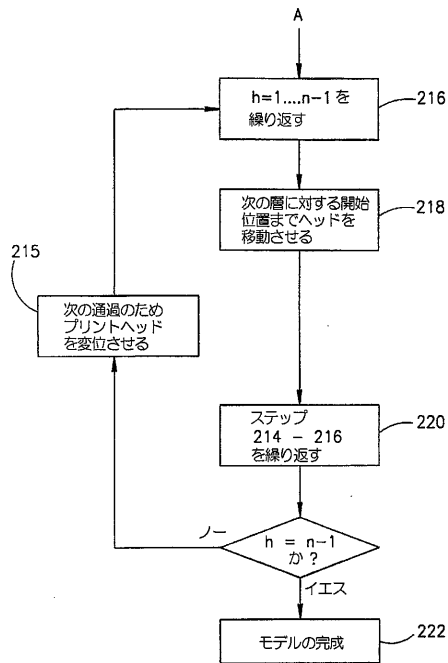
【図 4】



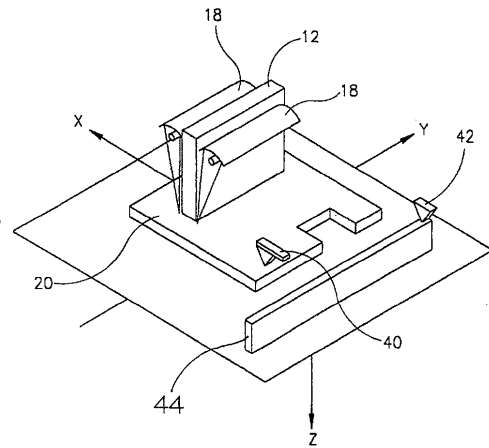
【図 5 A】



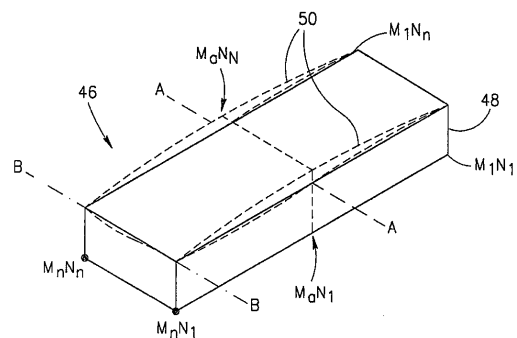
【図 5 B】



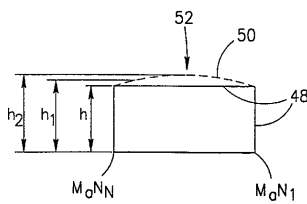
【図 6】



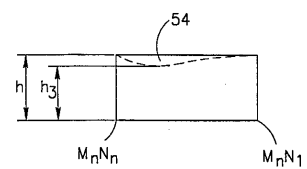
【図 7 A】



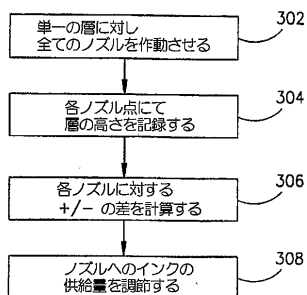
【図 7 B】



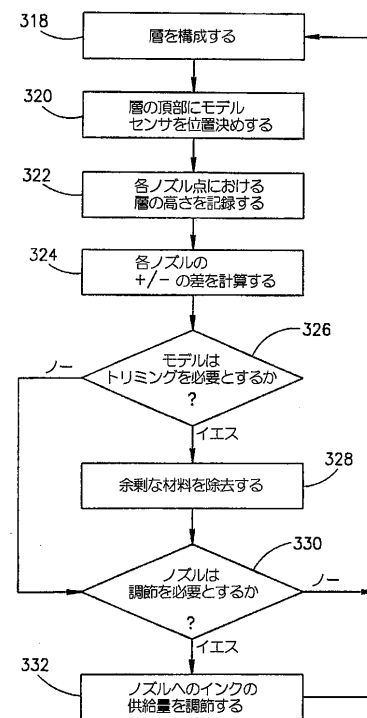
【図 7 C】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100093089

弁理士 佐久間 滋

(74)代理人 100075270

弁理士 小林 泰

(72)発明者 ゴットハイト, ハナン

イスラエル国 7 6 2 4 8 レホボト, パルディ・ストリート 3

審査官 高 橋 理絵

(56)参考文献 国際公開第97/011837(WO, A1)

特開平02-310025(JP, A)

国際公開第97/031781(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 64/00 - 64/40