

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6720530号  
(P6720530)

(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月22日(2020.6.22)

(51) Int.Cl.

F I

<b>B 2 9 C</b>	<b>64/112</b>	<b>(2017.01)</b>	B 2 9 C	64/112
<b>B 2 9 C</b>	<b>64/209</b>	<b>(2017.01)</b>	B 2 9 C	64/209
<b>B 2 9 C</b>	<b>64/393</b>	<b>(2017.01)</b>	B 2 9 C	64/393
<b>B 3 3 Y</b>	<b>10/00</b>	<b>(2015.01)</b>	B 3 3 Y	10/00
<b>B 3 3 Y</b>	<b>30/00</b>	<b>(2015.01)</b>	B 3 3 Y	30/00

請求項の数 9 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-257294 (P2015-257294)
(22) 出願日	平成27年12月28日(2015.12.28)
(65) 公開番号	特開2017-119402 (P2017-119402A)
(43) 公開日	平成29年7月6日(2017.7.6)
審査請求日	平成30年11月8日(2018.11.8)

(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(72) 発明者	灰田 一穂 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
審査官	山本 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体造形装置、情報処理装置、出力物の生産方法及び立体画像の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報に基づいて、画素に対応する液滴を吐出して積層し、前記立体画像の形状を造形するとともに、前記立体画像の画素毎の色を示す色情報に基づいて、前記造形した形状上に画素に対応する液滴を吐出して積層し、前記形状上に色を形成して前記立体画像を造形するように、液滴吐出ヘッドを制御する造形部を備え、前記造形部は、

前記形状の少なくとも最表面を、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、

前記色を、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する立体造形装置。

【請求項2】

前記造形部は、

前記形状内の所定面よりも外側部分の外側形状を、前記形状内の前記所定面よりも内側部分の内側形状の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、

前記色を、前記内側形状の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記外側形状の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する請求項1に記載の立体造形装置。

10

20

## 【請求項 3】

前記所定面は、錐体面、1以上の平面を組み合わせた面、1以上の曲面を組み合わせた面、及び1以上の平面と1以上の曲面とを組み合わせた面の少なくともいずれかである請求項2に記載の立体造形装置。

## 【請求項 4】

前記造形部は、

前記最表面を、前記最表面以外の形状の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、

前記色を、前記最表面以外の形状の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する請求項1～3のいずれか1つに記載の立体造形装置。

10

## 【請求項 5】

前記少なくとも最表面の造形に使用した液滴の解像度は、前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の解像度を超え、

前記色の形成に使用した液滴の解像度は、前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の解像度を超え、かつ前記少なくとも最表面の造形に使用した液滴の解像度以下である請求項1～4のいずれか1つに記載の立体造形装置。

## 【請求項 6】

前記少なくとも最表面の造形に使用した液滴を吐出させるための前記液滴吐出ヘッドの吐出周波数は、前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴を吐出させるための吐出周波数以下であり、

20

前記色の形成に使用した液滴を吐出させるための前記液滴吐出ヘッドの吐出周波数は、前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出周波数以下であり、かつ前記少なくとも最表面の造形に使用した液滴の吐出周波数以上である請求項1～5のいずれか1つに記載の立体造形装置。

## 【請求項 7】

立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報及び前記立体画像の画素毎の色を示す色情報に基づいて、前記立体画像を造形するための層毎の画素の配置を示す層情報を生成する層情報生成部を備え、

前記層が、前記立体画像の形状の最表面を造形するための層である場合、前記層情報は、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で画素に対応する液滴を吐出して当該層を積層することを示し、

30

前記層が、前記立体画像の色を形成するための層である場合、前記層情報は、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で画素に対応する液滴を吐出して当該層を積層することを示す情報処理装置。

## 【請求項 8】

記録媒体上に液滴を積層して立体画像を造形した出力物を生産する出力物の生産方法であって、

前記立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報に基づいて、画素に対応する液滴を吐出して前記記録媒体上に積層し、前記記録媒体上に前記立体画像の形状を造形するとともに、前記立体画像の画素毎の色を示す色情報に基づいて、前記造形した形状上に画素に対応する液滴を吐出して積層し、前記形状上に色を形成して、前記記録媒体上に前記立体画像を造形する造形ステップを含み、

40

前記造形ステップは、

液滴を吐出して積層し、前記形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部を造形する第1の形状造形ステップと、

前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層し、前記最表面を造形する第2の形状造形ステップと

50

前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層し、前記色を形成する色形成ステップと、を含む出力物の生産方法。

【請求項9】

記録媒体上に液滴を積層して造形する立体画像の製造方法であって、

前記立体画像の形状の少なくとも最表面を、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用された液滴の吐出量未満の吐出量で吐出された液滴を積層し、

前記立体画像の色を、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出された液滴を前記形状上に積層して形成した立体画像の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体造形装置、情報処理装置、出力物の生産方法及び立体画像の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、3次元の立体物を造形する手法として、インクジェット法、熔融物堆積法、ラピッド・プロトタイプイング法、インクジェットバインダ法、光造形法、及び粉末焼結法などが知られている。

20

【0003】

例えば特許文献1には、インクジェット法において、第1記録ヘッドを用いて、画像を構成する構成体の形状を表す第1凹凸層を形成し、第2記録ヘッドを用いて、第1凹凸層上に画像を記録し、第3記録ヘッドを用いて、画像上に画像の絵柄の質感を表す第2凹凸層を形成し、第2凹凸層を形成する液滴の径を、第1凹凸層を形成する液滴の径よりも小さくすることが開示されている。

【0004】

特許文献1に開示された技術によれば、第2凹凸層を形成する液滴の径を、第1凹凸層を形成する液滴の径よりも小さくしているため、第2凹凸層で微細な凹凸を表現でき、画像の絵柄の質感を好適に表現できる。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した特許文献1に開示された技術では、第1凹凸層を形成する液滴の径は、第2凹凸層を形成する液滴の径よりも大きい。このため、第1凹凸層の積層の精度はさほど高くなく、第1凹凸層の表面は、滑らかではなく多少の凹凸を有していることが予想される。

【0006】

このため上述した特許文献1に開示された技術では、第1凹凸層上に記録された画像は、第1凹凸層の表面に存在する凹凸の影響を受けるため、色再現性が低下することが予想される。

40

【0007】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、造形される立体の色再現性を向上させることができる立体造形装置、情報処理装置、出力物の生産方法及び立体画像の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の一態様にかかる立体造形装置は、立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報に基づいて、画素に対応する液滴を吐出して積層し、前記立体画像の形状を造形するとともに、前記立体画像の画素毎の色を示す色情

50

報に基づいて、前記造形した形状上に画素に対応する液滴を吐出して積層し、前記形状上に色を形成して前記立体画像を造形するように、液滴吐出ヘッドを制御する造形部を備え、前記造形部は、前記形状の少なくとも最表面を、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、前記色を、前記形状のうち前記最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ前記最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、造形される立体の色再現性を向上させることができるという効果を奏する。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本実施形態のインクジェット記録装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、本実施形態のコントローラのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図3】図3は、本実施形態のヘッドユニットの機械的構成の一例を示す模式図である。

【図4】図4は、本実施形態のインクジェット記録装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

20

【図5】図5は、本実施形態の色情報の一例を示す図である。

【図6】図6は、本実施形態の高さ情報の一例を示す図である。

【図7】図7は、本実施形態の層情報の生成手法の一例を示す説明図である。

【図8】図8は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図9】図9は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図10】図10は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図11】図11は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図12】図12は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図13】図13は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図14】図14は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

30

【図15】図15は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図16】図16は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図17】図17は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図18】図18は、本実施形態の立体画像の造形手法の一例の説明図である。

【図19】図19は、本実施形態の出力物の生産処理の手順の流れの一例を示すフローチャートである。

【図20】図20は、図19に示すフローチャートのステップS111の造形処理の一例を示すフローチャートである。

【図21】図21は、変形例1のヘッドユニットの機械的構成の一例を示す模式図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照しながら、本発明にかかる立体造形装置、情報処理装置、出力物の生産方法及び立体画像の製造方法の実施形態を詳細に説明する。以下では、立体造形装置として、記録媒体に対し、造形剤として紫外線硬化インク（活性エネルギー線硬化インク）をピエゾ方式のインクジェットヘッドから吐出することにより、記録媒体上に立体画像を造形（形成）するインクジェット記録装置を例に取り説明するが、これに限定されるものではない。

【0012】

なお、記録媒体は、立体画像を造形可能であればどのような媒体であってもよく、例え

50

ば、記録紙やキャンバスなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、造形剤は、紫外線硬化インクに限定されるものでなく、積層完了後に造形剤同士が混ざらずかつ形状安定性が得られる造形剤であればどのようなものであってもよい。また、造形剤は、積層時に液状又はゲル状であってもよい。また、造形剤は、自然又は熱により軟化又は硬化するインクであってもよい。

【0013】

図1は、本実施形態の立体造形装置1の概略構成の一例を示すブロック図である。図1に示すように、立体造形装置1は、エンジン10と、コントローラ100（情報処理装置の一例）と、を備える。

【0014】

エンジン10は、記録媒体上に立体画像を造形（形成）するものである。具体的には、エンジン10が備えるヘッドユニット15から紫外線硬化インクを吐出して記録媒体上に積層させていくことにより、記録媒体上に立体画像を造形する。

【0015】

コントローラ100は、記録媒体上に立体画像を造形（形成）させるための制御を行うものである。具体的には、コントローラ100は、立体画像を造形するための情報を生成し、生成した情報に基づいてエンジン10に立体画像を造形させる。

【0016】

図2は、本実施形態のコントローラ100のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図2に示すように、コントローラ100は、CPU（Central Processing Unit）などの制御装置101と、ROM（Read Only Memory）やRAM（Random Access Memory）などの主記憶装置102と、HDD（Hard Disk Drive）やSSD（Solid State Drive）などの補助記憶装置103と、ディスプレイなどの表示装置104と、タッチパネルやキースイッチなどの入力装置105と、通信インタフェースなどの通信装置106と、を備えており、通常のコンピュータを利用したハードウェア構成となっている。

【0017】

図3は、本実施形態のヘッドユニット15の機械的構成の一例を示す模式図である。図3に示すように、ヘッドユニット15は、インクジェットヘッド14と、紫外線照射装置13と、を有する。

【0018】

インクジェットヘッド14は、記録媒体16に対し、紫外線硬化インクを吐出するノズル列11を有する。図3では、ノズル列11が、ホワイト（W）の紫外線硬化インクを吐出するノズル11W、クリアー（CL）の紫外線硬化インクを吐出するノズル11CL、イエロー（Y）の紫外線硬化インクを吐出するノズル11Y、マゼンタ（M）の紫外線硬化インクを吐出するノズル11M、シアン（C）の紫外線硬化インクを吐出するノズル11C、及びブラック（K）の紫外線硬化インクを吐出するノズル11Kで構成されている場合を例示しているが、ノズル列11の構成は、これに限定されるものではない。例えば、ノズル列11は、ノズル11CLを含まなくてもよい。また、ノズル11W、ノズル11CL、ノズル11Y、ノズル11C、ノズル11M、及びノズル11Kの数は、それぞれ1つ以上であれば、いくつであってもよい。

【0019】

なお、詳細は後述するが、紫外線硬化インクのうち、ホワイト（W）及びクリアー（CL）は、立体画像の形状の造形に用いられ、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、及びブラック（K）は、立体画像の色の形成に用いられる。

【0020】

紫外線照射装置13は、インクジェットヘッド14により記録媒体16上に積層された紫外線硬化インク12に対し、紫外線である硬化光13bを照射する照射部13aを有する。記録媒体16上に積層された紫外線硬化インク12は、紫外線照射装置13から照射される硬化光13bにより、硬化される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

本実施形態では、記録媒体 1 6 が矢印 B 方向（副走査方向）で搬送される。そして記録媒体 1 6 が所定位置まで搬送されると、記録媒体 1 6 の搬送が停止され、記録媒体 1 6 に対するインクジェットヘッド 1 4 による紫外線硬化インクの吐出が開始される。

## 【 0 0 2 2 】

具体的には、ヘッドユニット 1 5 は、矢印 A 方向（副走査方向）に移動しながら、副走査方向と直交する主走査方向を往復移動し、記録媒体 1 6（詳細には、記録媒体 1 6 の描画領域）に対し、インクジェットヘッド 1 4 から紫外線硬化インクを吐出させるとともに、紫外線照射装置 1 3 から硬化光 1 3 b を照射させる。なお、ヘッドユニット 1 5 は、主走査方向を往復移動する際、片方向の移動時のみインクジェットヘッド 1 4 から紫外線硬化インクを吐出させる片方向印字を行っても、いずれの方向への移動時においてもインクジェットヘッド 1 4 から紫外線硬化インクを吐出させる双方向印字を行ってもよい。

10

## 【 0 0 2 3 】

ヘッドユニット 1 5 は、記録媒体 1 6 に対し、1 層分の紫外線硬化インクを積層させると、元の位置に移動し、 $n ( n \geq 2 )$  層分の紫外線硬化インクを積層させるまで、上述した動作を繰り返す。

## 【 0 0 2 4 】

そして、記録媒体 1 6 に対し、 $n$  層分の紫外線硬化インクが積層され、立体画像が造形されると、記録媒体 1 6 の矢印 B 方向での搬送が再開され、立体画像が造形された記録媒体 1 6 が立体造形装置 1 から出力される。

20

## 【 0 0 2 5 】

但し、ヘッドユニット 1 5 の吐出動作は、上記方式に限定されるものではない。例えば、ヘッドユニット 1 5 を固定した状態で、記録媒体 1 6（詳細には、記録媒体 1 6 を固定したテーブルユニット等）を矢印 B 方向に搬送しながら、副走査方向と直交する主走査方向を往復移動させ、ヘッドユニット 1 5 は、記録媒体 1 6 に対し、インクジェットヘッド 1 4 から紫外線硬化インクを吐出させるとともに、紫外線照射装置 1 3 から硬化光 1 3 b を照射させるようにしてもよい。この場合、記録媒体 1 6 に対し、1 層分の紫外線硬化インクが積層されると、記録媒体 1 6 を元の位置に搬送し、 $n ( n \geq 2 )$  層分の紫外線硬化インクを積層させるまで、上述した動作が繰り返される。

## 【 0 0 2 6 】

図 4 は、本実施形態のインクジェット記録装置 1 の機能構成の一例を示すブロック図である。図 4 に示すように、立体造形装置 1 は、画像データ取得部 2 0 1 と、色情報生成部 2 0 3 と、高さ情報生成部 2 0 5 と、層情報生成部 2 0 9 と、搬送制御部 2 1 1 と、移動制御部 2 1 3 と、造形部 2 1 5 と、を含む。

30

## 【 0 0 2 7 】

画像データ取得部 2 0 1 は、例えば、制御装置 1 0 1、主記憶装置 1 0 2、及び通信装置 1 0 6 などにより実現できる。色情報生成部 2 0 3、高さ情報生成部 2 0 5、層情報生成部 2 0 9、及び搬送制御部 2 1 1 は、例えば、制御装置 1 0 1 及び主記憶装置 1 0 2 などにより実現できる。移動制御部 2 1 3 及び造形部 2 1 5 は、例えば、ヘッドユニット 1 5 などにより実現できる。

40

## 【 0 0 2 8 】

画像データ取得部 2 0 1 は、立体画像の画像データを取得する。立体画像の画像データは、例えば、立体画像で再現される（立体画像のモデルとなる）立体物を撮像した画像データが挙げられる。例えば、立体画像で再現される立体物が絵画であれば、立体画像の画像データは、当該絵画を撮像した画像データが挙げられる。

## 【 0 0 2 9 】

なお、画像データ取得部 2 0 1 は、P C ( Personal Computer ) などの外部装置から立体画像の画像データを取得してもよいし、補助記憶装置 1 0 3 などに記憶しておいた立体画像の画像データを取得してもよい。本実施形態では、立体画像の画像データが R G B の画像データである場合を例に取り説明するが、これに限定されるものではない。

50

## 【0030】

色情報生成部203は、画像データ取得部201により取得された立体画像の画像データに基づいて、立体画像の画素毎の色を示す色情報を生成する。例えば、色情報生成部203は、画像データ取得部201により取得されたRGBの画像データをCMYKの画像データに変換することで、色情報を生成する。なお、RGBからCMYKへの変換(色空間変換)は、公知技術を用いればよい。但し、生成された色情報は、立体画像の造形に使用されるため、立体画像の造形に特有の処理を追加してもよい。

## 【0031】

図5は、本実施形態の色情報の一例を示す図である。本実施形態では、図5に示すように、色情報は、1層分の情報を想定している。これは、色を積層する際に色を重ねてしまうと、色の再現性が劣化してしまうためである。従って、複数層分の色情報が生成された場合には、原則、1層目の色情報を使用し、2層目より上位層の色情報は使用しない。つまり、本実施形態では、色情報は、2次元の情報を想定している(但し、図5では、1次元で図示している)。

10

## 【0032】

なお、図5に示す例では、符号Yは、画素(以下、「ドット」と称する場合もある)の色がイエローであることを示し、符号Cは、画素の色がシアンであることを示し、符号Mは、画素の色がマゼンタであることを示し、符号Kは、画素の色がブラックであることを示す。以下では、符号Yが付された画素と同一模様の画素の色はイエローを示し、符号Cが付された画素と同一模様の画素の色はシアンを示し、符号Mが付された画素と同一模様の画素の色はマゼンタを示し、符号Kが付された画素と同一模様の画素の色はブラックを示すものとする。

20

## 【0033】

高さ情報生成部205は、画像データ取得部201により取得された立体画像の画像データに基づいて、立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報を生成する。なお、高さ情報の生成は、例えば、特開2013-230625号公報などに開示されている2次元の画像データから各画素の高さ(Z座標)を求める公知技術を用いればよい。

## 【0034】

図6は、本実施形態の高さ情報の一例を示す図である。本実施形態では、高さ情報は、3次元の情報であり(但し、図6では、2次元で図示している)、多くは、図6に示すように、底辺を基とするピラミッド形状を示す情報である。図6に示す例では、高さ情報を複数層(4層)の情報として示しているが、これは、後述の層情報生成部209での説明を簡易化するために便宜的に表したものであり、実際には、高さ情報が何層の情報を示すかは、層情報生成部209で定まる。

30

## 【0035】

なお、図6に示す例では、1層目のデータは、1段目に存在する5つのドットを示し、2層目のデータは、2段目に存在する3つのドットを示し、3層目のデータは、3段目に存在する1つのドットを示し、4層目のデータは、1段目~3段目に存在するドットを被覆するように存在する14つのドットを示す。

## 【0036】

層情報生成部209は、高さ情報生成部205により生成された高さ情報及び色情報生成部203により生成された色情報に基づいて、立体画像を造形するための層毎の画素の配置を示す層情報(スライス情報)を生成する。

40

## 【0037】

図7は、本実施形態の層情報の生成手法の一例を示す説明図である。本実施形態では、層情報生成部209は、図7に示すように、高さ情報生成部205により生成された高さ情報が示すドット上に、色情報生成部203により生成された色情報が示すドットを配置することで、層情報の元となる立体画像情報を生成する。つまり、高さ情報が示すドットは立体画像の形状を示し、色情報が示すドットは、立体画像の形状上に形成される立体画像の色を示す。そして層情報生成部209は、立体画像情報を層毎に分離し、必要であれ

50

ば、同一層も異なる層に分離することで、層毎の画素の配置を示す層情報を生成する。

【0038】

なお本実施形態では、立体画像の形状の少なくとも最表面を、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、立体画像の色を、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の吐出量未満、かつ最表面の造形に使用する液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する。なお本実施形態では、液滴は、紫外線硬化インクのインク滴が該当する。

【0039】

具体的には、立体画像の形状内の所定面よりも外側部分の外側形状を、当該形状内の所定面よりも内側部分の内側形状の造形に使用する液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、立体画像の色を、内側形状の造形に使用する液滴の吐出量未満、かつ外側形状の造形に使用する液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する。

10

【0040】

なお、所定面は、立体画像の形状内の面であればどのような面であってもよく、例えば、錐体面、1以上の平面を組み合わせた面、1以上の曲面を組み合わせた面、及び1以上の平面と1以上の曲面とを組み合わせた面の少なくともいずれかなどが挙げられる。

【0041】

また本実施形態では、少なくとも最表面の造形に使用する液滴の解像度は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の解像度を超え、色の形成に使用する液滴の解像度は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の解像度を超え、かつ少なくとも最表面の造形に使用する液滴の解像度以下とする。

20

【0042】

なお本実施形態では、色の形成に使用する液滴の解像度は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の解像度のL倍（Lは1を超える値）であり、色の形成に使用する液滴の径は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の径の1/L倍とする。また本実施形態では、最表面の造形に使用する液滴の解像度は、色の形成に使用する液滴の解像度と同等又は若干大きく、最表面の造形に使用する液滴の径は、色の形成に使用する液滴の径と同等又は若干小さいものとする。なお、色の形成に使用する液滴については、画質低下を招かないよう、通常印字の解像度及び径を担保することが好ましい。

30

【0043】

また本実施形態では、少なくとも最表面の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数以下であり、色の形成に使用した液滴を吐出させるための周波数は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数以下であり、かつ少なくとも最表面の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数以上とする。

【0044】

以下では、立体画像の形状の最表面以外の形状の造形を、解像度：300dpi、印字速度：1680mm/sec、及び吐出周波数：20kHzという条件で行い、立体画像の形状の最表面の造形、及び立体画像の色の形成を、解像度：600dpi、印字速度：840mm/sec、及び吐出周波数：20kHzという条件で行う場合を例に取り説明するが、これに限定されるものではない。

40

【0045】

この条件によれば、「立体画像の形状の最表面以外の形状の造形に使用する液滴の吐出量（液滴の径）>立体画像の形状の最表面の造形に使用する液滴の吐出量（液滴の径）=立体画像の色の形成に使用する液滴の吐出量（液滴の径）」という関係が成立する。

【0046】

このため本実施形態では、層情報が示す層の高さは、均一ではなく、立体画像の形状の最表面を構成する層及び立体画像の色を構成する層の高さは、立体画像の形状の最表面以

50

外の形状を構成する層よりも低くなる。具体的には、立体画像の形状の最表面以外の形状を構成する層の高さは、高さ生成D o tの解像度（形状解像度）である25400 / H Pと高さ生成D o t径H Dにより決定されたD o tを紫外線硬化インクで形成した際の高さ（着弾後D o t高さ）Hとなる（図7参照）。また、立体画像の色を構成する層の高さは、色D o tの解像度（色解像度）である25400 / C Pと色D o t径C Dにより決定されたD o tを紫外線硬化インクで形成した際の高さとなる（図7参照）。なお、立体画像の形状の最表面を構成する層の高さは、立体画像の色を構成する層の高さと同等となるため、説明は省略する。

**【0047】**

つまり本実施形態では、層が、立体画像の形状の最表面を造形するための層である場合、層情報は、当該形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で画素に対応する液滴を吐出して当該層を積層することを示す。

10

**【0048】**

同様に、層が、立体画像の色を形成するための層である場合、層情報は、立体画像の形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で画素に対応する液滴を吐出して当該層を積層することを示す。

**【0049】**

搬送制御部211は、ヘッドユニット15により立体画像の造形が行われる記録媒体の搬送を制御する。

20

**【0050】**

移動制御部213は、ヘッドユニット15の移動を制御する。

**【0051】**

造形部215は、層情報生成部209により生成された層毎の層情報に基づいて、記録媒体上に紫外線硬化インクを積層させ、立体画像を造形する。

**【0052】**

具体的には、造形部215は、立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報（詳細には、高さ情報に該当する層情報）に基づいて、画素に対応する液滴を吐出して積層し、立体画像の形状を造形するとともに、立体画像の画素毎の色を示す色情報（詳細には、色情報に該当する層情報）に基づいて、造形した形状上に画素に対応する液滴を吐出して積層し、形状上に色を形成して、立体画像を造形する。

30

**【0053】**

この際、造形部215は、立体画像の形状の少なくとも最表面を、当該形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、立体画像の色を、当該形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する。

**【0054】**

詳細には、造形部215は、立体画像の形状内の所定面よりも外側部分の外側形状を、当該形状内の所定面よりも内側部分の内側形状の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、立体画像の色を、内側形状の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ外側形状の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する。

40

**【0055】**

本実施形態では、造形部215は、立体画像の形状の最表面を、最表面以外の形状の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層して造形し、立体画像の色を、最表面以外の形状の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層して形成する。

**【0056】**

なお本実施形態では、前述の通り、少なくとも最表面の造形に使用する液滴の解像度は

50

、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の解像度を超え、色の形成に使用する液滴の解像度は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用する液滴の解像度を超え、かつ少なくとも最表面の造形に使用する液滴の解像度以下とする。

【 0 0 5 7 】

また本実施形態では、前述の通り、少なくとも最表面の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数以下であり、色の形成に使用した液滴を吐出させるための周波数は、最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数以下であり、かつ少なくとも最表面の造形に使用した液滴を吐出させるための周波数以上とする。

【 0 0 5 8 】

以下では、前述の通り、造形部 2 1 5 が、立体画像の形状の最表面以外の形状の造形を、解像度：3 0 0 d p i、印字速度：1 6 8 0 m m / s e c、及び吐出周波数：2 0 k H z という条件で行い、立体画像の形状の最表面の造形、及び立体画像の色の形成を、解像度：6 0 0 d p i、印字速度：8 4 0 m m / s e c、及び吐出周波数：2 0 k H z という条件で行う場合を例に取り説明する。

【 0 0 5 9 】

なお、造形部 2 1 5 は、立体画像の形状の造形には、色情報が示す色と異なる色の紫外線硬化インクを用いる。本実施形態では、造形部 2 1 5 は、立体画像の形状の造形には、ホワイト(W)の紫外線硬化インクを用いるものとするが、これに限定されるものではなく、クリアー(C L)の紫外線硬化インクを用いてもよいし、ホワイト(W)の紫外線硬化インクとクリアー(C L)の紫外線硬化インクとを混ぜて用いてもよい。

【 0 0 6 0 】

以下、本実施形態の積層手法について具体的に説明する。ここでは、図 8 に示す立体画像を造形する場合を例に取り説明する。この場合の層情報は、図 9 及び図 1 0 に示す通りである。なお、図 9 に示す層情報が、図 8 に示す立体画像の形状を造形するための層情報であり、図 1 0 に示す層情報が、図 8 に示す立体画像の色を形成するための層情報である。

【 0 0 6 1 】

図 9 に示す形状用の層情報は、1 層目が、図 8 に示す立体画像の 1 段目の形状用のドットを示し、2 層目が、図 8 に示す立体画像の 2 段目の形状用のドットを示し、3 層目が、図 8 に示す立体画像の 3 段目の形状用のドットを示し、4 層目が、図 8 に示す立体画像の 1 段目～5 段目に存在する形状用のドットを被覆するように存在する 1 8 つの最表面の形状用のドットのうち、中央 6 つのドットを除く、1 2 つのドットを示し、6 層目が、図 8 に示す立体画像の 4 段目の形状用のドットを示し、7 層目が、図 8 に示す立体画像の 5 段目の形状用のドットを示し、8 層目が、図 8 に示す立体画像の 1 8 つの最表面の形状用のドットのうち、中央 6 つのドットを示す。

【 0 0 6 2 】

図 1 0 に示す色用の層情報は、5 層目が、図 8 に示す立体画像の 1 8 つの最表面の形状用のドットを被覆するように存在する 1 8 つの色用のドットのうち、中央 6 つのドットを除く、1 2 つのドットを示し、9 層目が、図 8 に示す立体画像の 1 8 つの色用のドットのうち、中央 6 つのドットを示す。

【 0 0 6 3 】

最初に、造形部 2 1 5 は、図 1 1 に示すように、ホワイト(W)の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 1 層目の層情報が示す形状用のドット 2 4 1 を記録媒体上に積層する。

【 0 0 6 4 】

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 2 に示すように、ホワイト(W)の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 2 層目の層情報が示す形状用のドット 2 4 2 を形状用のドット 2 4 1 上に積層する。

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 3 に示すように、ホワイト (W) の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 3 層目の層情報が示す形状用のドット 2 4 3 を形状用のドット 2 4 2 上に積層する。

【 0 0 6 6 】

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 4 に示すように、ホワイト (W) の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 4 層目の層情報が示す最表面の形状用のドット 2 4 4 を形状用のドット 2 4 1 ~ 2 4 3 の錐体部上に積層する。

【 0 0 6 7 】

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 5 に示すように、イエロー (Y)、シアン (C)、及びマゼンタ (M) などの色用の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 1 0 に示す 5 層目の層情報が示す色用のドット 2 4 5 を最表面の形状用のドット 2 4 4 上に積層する。

10

【 0 0 6 8 】

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 6 に示すように、ホワイト (W) の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 6 層目の層情報が示す形状用のドット 2 4 6 を形状用のドット 2 4 3 上に積層する。

【 0 0 6 9 】

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 7 に示すように、ホワイト (W) の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 7 層目の層情報が示す形状用のドット 2 4 7 を形状用のドット 2 4 6 上に積層する。

【 0 0 7 0 】

20

次に、造形部 2 1 5 は、図 1 8 に示すように、ホワイト (W) の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 9 に示す 8 層目の層情報が示す最表面の形状用のドット 2 4 8 を形状用のドット 2 4 6 ~ 2 4 7 の錐体部上に積層する。

【 0 0 7 1 】

最後に、造形部 2 1 5 は、色用の紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、図 1 0 に示す 9 層目の層情報が示す色用のドットを最表面の形状用のドット 2 4 8 上に積層する。これにより、図 8 に示す立体画像が造形される。

【 0 0 7 2 】

なお、図 8 ~ 図 1 8 を用いて説明した積層手法では、立体画像の最表面以外の形状、最表面、及び色を 1 度に造形するのではなく、2 段階に分けて造形している。これは、立体画像の最表面以外の形状を造形した後に、最表面を造形し、色を形成するようにすると、最表面及び色を造形する際のヘッド間ギャップ (インクジェットヘッド 1 4 とインク滴の着弾位置との距離) が大きくなり、着弾精度の低下を招く結果、画質の低下を招いてしまうためである。

30

【 0 0 7 3 】

このため本実施形態では、ヘッド間ギャップを考慮して、必要であれば、同一層も異なる層に分離することで、層毎の画素の配置を示す層情報が生成されている。

【 0 0 7 4 】

なお、一般的には、ヘッド間ギャップの差異は、0.5 mm 以内が望ましいので、限界層数 = 0.5 H となる。例えば、H = 25 μm であれば、限界層数 = 20 層となるため、立体画像の最表面以外の形状を 20 層造形する毎に、最表面、及び色を造形するという動作を繰り返すように、層情報を生成しておけばよい。

40

【 0 0 7 5 】

図 1 9 は、本実施形態の出力物 (記録媒体上に液滴を積層して立体画像を造形した出力物) の生産処理の手順の流れの一例を示すフローチャートである。

【 0 0 7 6 】

まず、画像データ取得部 2 0 1 は、立体画像の画像データを取得する (ステップ S 1 0 1)。

【 0 0 7 7 】

続いて、色情報生成部 2 0 3 は、画像データ取得部 2 0 1 により取得された立体画像の

50

画像データに基づいて、立体画像の画素毎の色を示す色情報を生成する（ステップS103）。

【0078】

続いて、高さ情報生成部205は、画像データ取得部201により取得された立体画像の画像データに基づいて、立体画像の画素毎の高さを示す高さ情報を生成する（ステップS105）。

【0079】

続いて、層情報生成部209は、色情報生成部203により生成された色情報及び補正部207により補正された高さ情報に基づいて、立体画像を造形するための層毎の層情報を生成する（ステップS109）。

10

【0080】

続いて、造形部215は、層情報生成部209により生成された層毎の層情報に基づいて、記録媒体上に紫外線硬化インクを積層させ、補正された立体画像を造形する造形処理を行う（ステップS111）。

【0081】

図20は、図21に示すフローチャートのステップS111の造形処理の一例を示すフローチャートである。

【0082】

まず、造形部215は、紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、1層目の層情報が示すドットを記録媒体上に積層する（ステップS201）。

20

【0083】

続いて、造形部215は、紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、2層目の層情報が示すドットを1層目の層情報が示すドット上に積層する（ステップS203）。

【0084】

以下、同様の処理が繰り返され、造形部215は、紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、 $n-1$ 層目の層情報が示すドットを $n-2$ 層目の層情報が示すドット上に積層する（ステップS205）。

【0085】

最後に、造形部215は、紫外線硬化インクのインク滴を吐出して、 $n$ 層目の層情報が示すドットを $n-1$ 層目の層情報が示すドット上に積層する（ステップS207）。

30

【0086】

なお、図20に示す各ステップのうち立体画像の最表面の造形するステップでは、立体画像の最表面以外の形状の造形に使用した液滴の吐出量未満の吐出量で吐出した液滴を積層し、最表面を造形する。

【0087】

また、図20に示す各ステップのうち立体画像の色を形成するステップでは、立体画像の最表面以外の形状の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出した液滴を積層し、当該色を形成する。

【0088】

この結果、図20及び図21に示すフローチャートに従って生成された出力物は、立体画像の形状の少なくとも最表面が、当該形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用された液滴の吐出量未満の吐出量で吐出された液滴が積層されて造形され、立体画像の色が、当該形状のうち最表面以外の形状の少なくとも一部の造形に使用した液滴の吐出量未満、かつ最表面の造形に使用した液滴の吐出量以上の吐出量で吐出された液滴が形状上に積層されて形成されている。

40

【0089】

以上のように本実施形態では、立体画像の形状の少なくとも最表面を形成するドットの径は、最表面以外の形状の少なくとも一部を形成するドットの径未満となり、立体画像の色を形成するドットの径は、最表面以外の形状の少なくとも一部を形成するドットの径未満、かつ最表面を形成するドットの径以上となる。

50

## 【 0 0 9 0 】

このため本実施形態によれば、立体画像の形状の最表面を滑らかにできるため、立体画像の形状の最表面の凹凸を抑えることができ、立体画像の形状上に形成される色が受ける凹凸の影響が抑えられるため、色再現性を向上できる。

## 【 0 0 9 1 】

また本実施形態では、立体画像の形状の最表面以外の形状の少なくとも一部を形成するドットの印字速度を、立体画像の形状の少なくとも最表面を形成するドットや立体画像の色を形成するドットの印字速度よりも早くすることができる。

## 【 0 0 9 2 】

このため本実施形態によれば、立体画像の色に与える影響が少ない部分の形状については、立体画像の形状の最表面や立体画像の色よりも早い印字速度で印字できるため、色再現性を向上しつつ、生産性を向上できる。特に、立体画像の色に与える影響が少ない部分の形状を片方向印字ではなく双方向印字で行えば、より生産性を向上できる。

10

## 【 0 0 9 3 】

なお、吐出周波数が固定の場合、解像度を落とすことで印字速度を速くできるが、立体画像の色に与える影響が少ない部分の形状については、解像度を落としても色に与える影響が少ないため、解像度を落として印字速度を速くするという対応が可能となる。

## 【 0 0 9 4 】

本実施形態では、立体画像の形状の最表面を形成するドットの径を、最表面以外の形状の少なくとも一部を形成するドットの径未満としたが、立体画像の形状の最表面の下の数下層を形成するドットの径を、最表面を形成するドットの径と同様としてもよい。

20

## 【 0 0 9 5 】

このようにすれば、立体画像の形状の最表面をより滑らかにできるため、立体画像の形状の最表面の凹凸をより抑えることができ、立体画像の形状上に形成される色が受ける凹凸の影響がより抑えられるため、色再現性をより向上できる。

## 【 0 0 9 6 】

なお本実施形態では、生産性も向上させるため解像度を変えているが、解像度が固定であっても、液滴の吐出量を上記のような条件とすれば、色再現性を向上できる。

## 【 0 0 9 7 】

## (変形例 1)

上記実施形態では、インクジェット方式について説明したが、変形例 1 では、溶融物堆積法で行う場合のヘッドユニット 1 0 1 5 の機械的構成について説明する。

30

## 【 0 0 9 8 】

図 2 1 は、変形例 1 のヘッドユニット 1 0 1 5 の機械的構成の一例を示す模式図である。図 2 1 に示すように、ヘッドユニット 1 0 1 5 は、溶融 (サーマル) ヘッド 1 0 2 0 を有する。

## 【 0 0 9 9 】

溶融ヘッド 1 0 2 0 は、溶融インク 1 0 2 3 を有し、溶融インク 1 0 2 3 を加熱することで、記録媒体 1 6 に対し、溶融インク 1 0 2 3 を出力する。溶融インク 1 0 2 3 は、インクジェット方式と同様、ホワイト (W)、クリアー (CL)、イエロー (Y)、シアン (C)、マゼンタ (M)、及びブラック (K) の溶融インクで構成される。

40

## 【 0 1 0 0 】

## (変形例 2)

上記実施形態において、高さ情報生成部 2 0 5 は、立体画像で再現される立体物を 3 次元計測することで、高さ情報を生成してもよい。なお、高さ情報生成部 2 0 5 は、画像データ取得部 2 0 1 により取得された立体画像の画像データと、立体画像で再現される立体物の 3 次元計測と、を併用して、高さ情報を生成してもよい。

## 【 0 1 0 1 】

## (変形例 3)

上記実施形態において、高さ情報生成部 2 0 5 は、立体画像の高さ情報を取得するよう

50

にしてもよい。例えば、立体画像で再現される立体物が絵画などである場合、当該絵画を保管する美術館などで高さ情報をデータとして管理している場合がある。このような場合、高さ情報取得部205は、立体画像の高さ情報を外部から取得するようにしてもよい。

【0102】

(変形例4)

上記実施形態において、造形部215は、立体画像の形状の造形に、色情報が示す色と異なる色の紫外線硬化インクを用いる例について説明したが、立体画像の形状のうち色情報が示す色が積層される部分の造形には、色情報が示す色と異なる色の紫外線硬化インクを用い、当該部分以外の造形には、いずれの色の紫外線硬化インクを用いるようにしてもよい。このようにすれば、立体画像の色再現性を向上させつつ、立体画像の造形速度を向上させることができる。

10

【0103】

(プログラム)

上記実施形態及び各変形例の立体造形装置1で実行されるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM、CD-R、メモリカード、DVD(Digital Versatile Disk)、フレキシブルディスク(FD)等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供される。

【0104】

また、上記実施形態及び各変形例の立体造形装置1で実行されるプログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するようにしてもよい。また、上記実施形態及び各変形例の立体造形装置1を、インターネット等のネットワーク経由で提供または配布するようにしてもよい。また、上記実施形態及び各変形例の立体造形装置1で実行されるプログラムを、ROM等に予め組み込んで提供するようにしてもよい。

20

【0105】

上記実施形態及び各変形例の立体造形装置1で実行されるプログラムは、上述した各部をコンピュータ上で実現させるためのモジュール構成となっている。実際のハードウェアとしては、例えば、CPUがROMからプログラムをRAM上に読み出して実行することにより、上記各機能部がコンピュータ上で実現されるようになっている。

30

【符号の説明】

【0106】

- 1 立体造形装置
- 10 エンジン
- 11 ノズル列
- 13 紫外線照射装置
- 13a 照射部
- 14 インクジェットヘッド
- 15 ヘッドユニット
- 100 コントローラ
- 101 制御装置
- 102 主記憶装置
- 103 補助記憶装置
- 104 表示装置
- 105 入力装置
- 106 通信装置
- 201 画像データ取得部
- 203 色情報生成部
- 205 高さ情報生成部
- 209 層情報生成部
- 211 搬送制御部

40

50

2 1 3 移動制御部

2 1 5 造形部

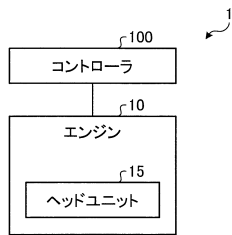
【先行技術文献】

【特許文献】

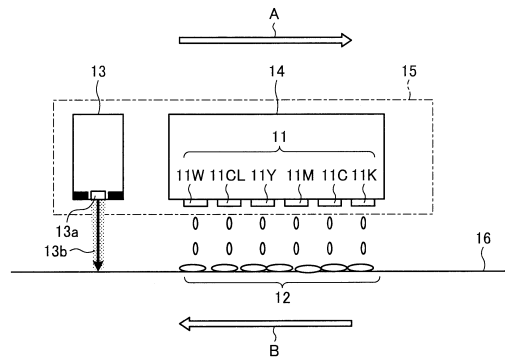
【0107】

【特許文献1】特許第4596743号公報

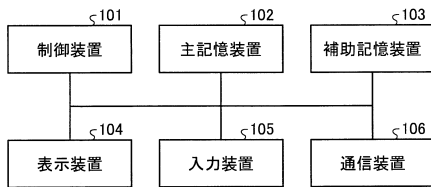
【図1】



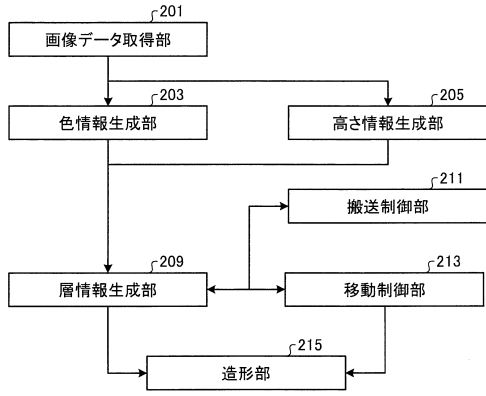
【図3】



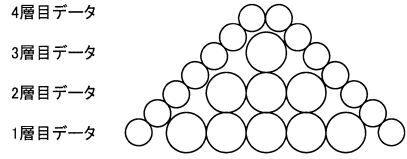
【図2】



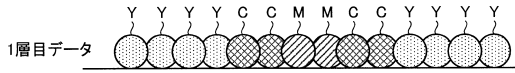
【図4】



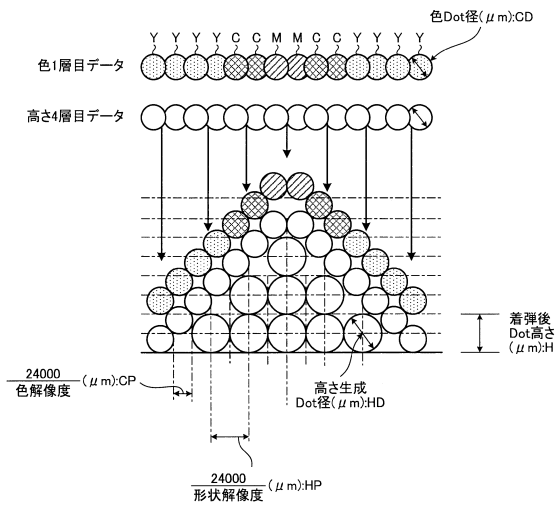
【図6】



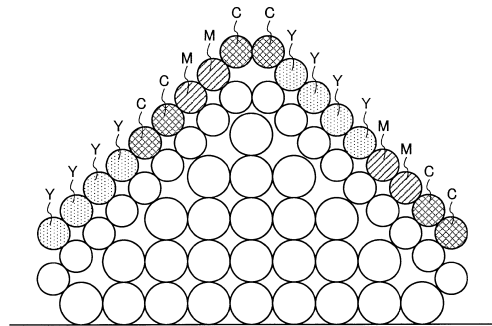
【図5】



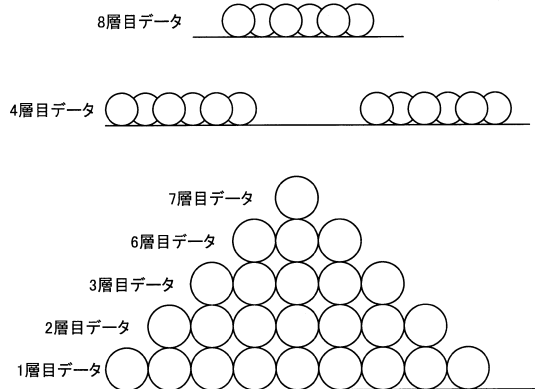
【図7】



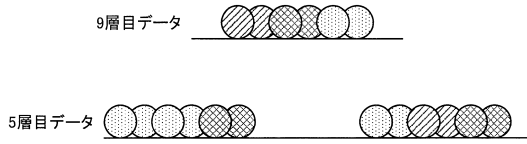
【図8】



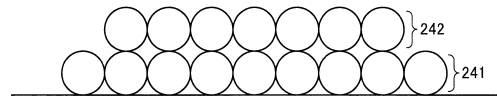
【図9】



【図 10】



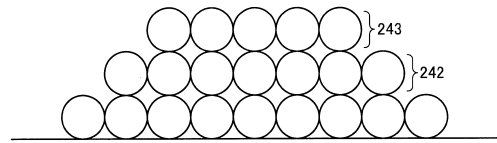
【図 12】



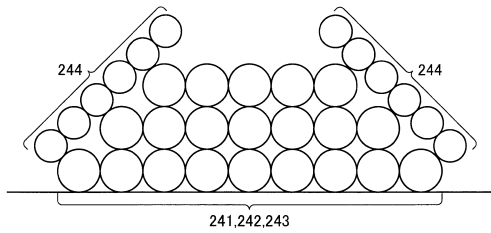
【図 11】



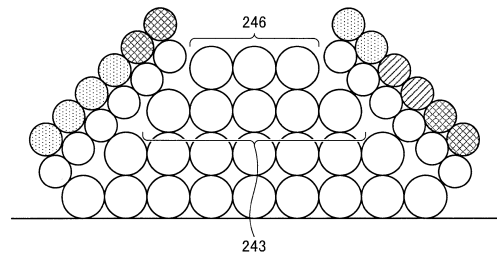
【図 13】



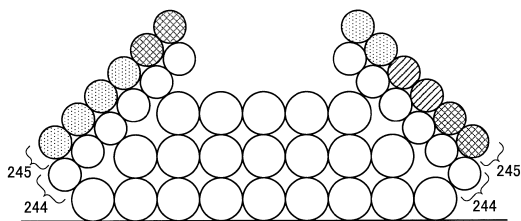
【図 14】



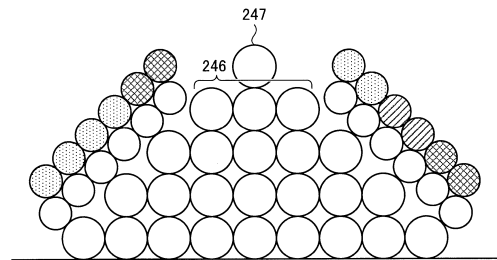
【図 16】



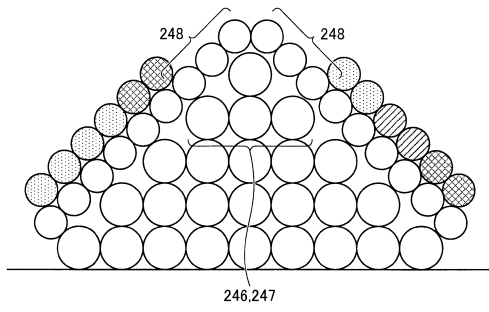
【図 15】



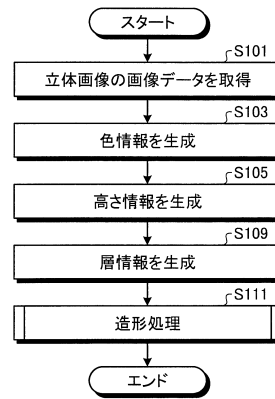
【図 17】



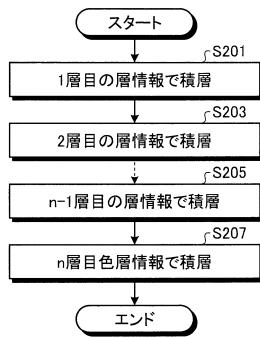
【図18】



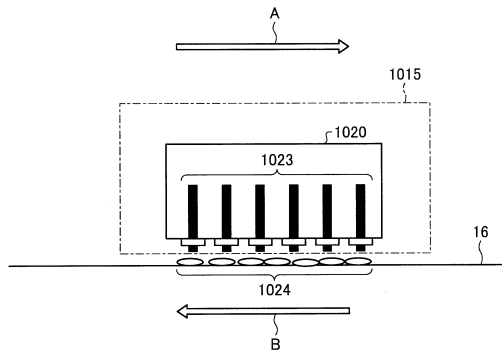
【図19】



【図20】



【図21】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 3 3 Y 50/02 (2015.01) B 3 3 Y 50/02  
B 3 3 Y 80/00 (2015.01) B 3 3 Y 80/00

(56)参考文献 国際公開第2003/016031(WO, A1)  
特開2004-299058(JP, A)  
特開2005-052971(JP, A)  
特開2013-212637(JP, A)  
特開2011-051243(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 4 1 J 2 / 0 1