

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-130912

(P2018-130912A)

(43) 公開日 平成30年8月23日(2018.8.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B29C 64/112 (2017.01)	B29C 64/112	4F213
B33Y 10/00 (2015.01)	B33Y 10/00	
B33Y 30/00 (2015.01)	B33Y 30/00	
B29C 64/209 (2017.01)	B29C 64/209	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2017-27318 (P2017-27318)
 (22) 出願日 平成29年2月16日 (2017.2.16)

(71) 出願人 000137823
 株式会社ミマキエンジニアリング
 長野県東御市滋野乙2182-3
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
 (72) 発明者 越智 和浩
 長野県東御市滋野乙2182-3 株式会社ミマキエンジニアリング内
 (72) 発明者 竹内 和行
 長野県東御市滋野乙2182-3 株式会社ミマキエンジニアリング内
 Fターム(参考) 4F213 AR07 AR14 WA25 WB01 WF01
 WF25 WF46 WK01 WL03 WL12
 WL32 WL67 WL74 WL85

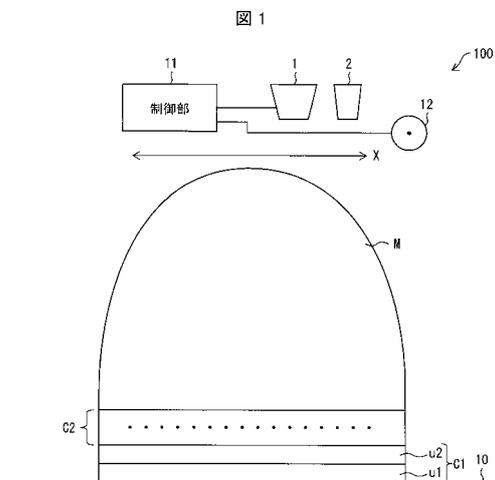
(54) 【発明の名称】 三次元造形物の製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】三次元造形物を構成する層を形成するときのインクのドットを小さくして隙間が生じ得る場合であっても、当該隙間による弊害を抑制する。

【解決手段】三次元造形物の製造装置100の制御部11は、単位層を形成するために吐出するインクの中心が、直下にある単位層を形成するインク滴の中心に重ならないように、かつ、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、インクを吐出するようにヘッド1を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単位層を積層して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、
 単位層を形成するためにヘッドから吐出する液滴の少なくとも一部の液滴の中心が、直下にある単位層を形成する液滴の中心に重ならないように、液滴を吐出し、
 かつ、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で液滴を吐出することを特徴とする三次元造形物の製造方法。

【請求項 2】

上記解像度に応じて上記ヘッドから吐出する液滴の量を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の三次元造形物の製造方法。

10

【請求項 3】

上記三次元造形物は、複数の単位層から形成されるユニット層を積層して製造されるものであり、

上記ユニット層を形成する単位層の数は、上記三次元造形物の少なくとも一部において同じであり、

同じ数の単位層で形成される上記ユニット層のそれぞれにおいて、重力方向の下側の単位層であるほど、解像度を低くすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 4】

上記単位層の内、最も低い解像度の単位層とは異なる他の単位層のうちの少なくとも一部の解像度を、当該最も低い解像度の 2^n 倍（ n は 1 以上の整数）とすることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の三次元造形物の製造方法。

20

【請求項 5】

形成している単位層の直下にある単位層の解像度、及び、当該直下にある単位層の解像度の 2^n 倍又は $(1/2)^n$ 倍の解像度（ n は 1 以上の整数であり、上限は予め定められた値である）とは異なる解像度で液滴を吐出することを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 6】

上記ユニット層の最表面を加圧して平坦化させる加圧工程を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の三次元造形物の製造方法。

30

【請求項 7】

単位層を積層して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造装置であって、

液滴を吐出するヘッドを制御するヘッド制御部を備え、

上記ヘッド制御部は、上記単位層を形成するために吐出する液滴の少なくとも一部の液滴の中心が、直下にある単位層を形成する液滴の中心に重ならないようにし、かつ、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、液滴を吐出するように上記ヘッドを制御することを特徴とする三次元造形物の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元造形物の製造方法及び製造装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、流動可能なビルド材料をローラを用いて平坦化して三次元物体を作成する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2007 - 531641 号公報（2007 年 11 月 8 日公開）

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

層を次々と積層させる方法で造形物を製造する際、平面方向における同じ位置に次々と材料を積層させていくことが一般的である。つまり、例えば、インクジェット装置を用いて造形物を製造する場合、当該位置にインクを吐出するノズルは積層が進んでも同じである。

【0005】

このように材料を供給すると、ノズルによってその吐出量や着弾精度が異なるため、積層していくことで層の表面には凹凸が生じる。そこで、例えば特許文献1に記載されているように、材料の供給後にローラなどの平坦化機構を用いて、その表面の凹凸を無くす方法が知られている。

10

【0006】

ローラによる平坦化は、供給された材料を除去することになる。材料供給後の凹凸が大きければ大きいほど、ローラで除去される材料の量も多くなりやすい。

【0007】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、層を積層して三次元造形物を構成するときに当該層の表面の凹凸を小さくして平坦化を向上させることができる三次元造形物の製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記の課題を解決するために本発明に係る三次元造形物の製造方法は、単位層を積層して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、上記単位層を形成するためにヘッドから吐出する液滴の少なくとも一部の液滴の中心が、直下にある単位層を形成する液滴の中心に重ならないようにし、かつ、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、液滴を吐出する。

20

【0009】

本発明に係る三次元造形物の製造装置は、単位層を積層して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造装置であって、液滴を吐出するヘッドを制御するヘッド制御部を備え、上記ヘッド制御部は、上記単位層を形成するために吐出する液滴の少なくとも一部の液滴の中心が、直下にある単位層を形成する液滴の中心に重ならないようにし、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、液滴を吐出するように上記ヘッドを制御する。

30

【0010】

下の単位層の液滴のドットの中心に重ならないように、解像度を変えて上の単位層の液滴を吐出することで、当該液滴の少なくとも一部が、下の単位層の液滴のドットの間を容易な制御で埋めることができる。よって、単位層の表面の凹凸が少なくなる。

【0011】

本発明に係る三次元造形物の製造方法では、上記解像度に応じて上記ヘッドから吐出する液滴の量を変化させることがより好ましい。

【0012】

ドットの径が変わることで、下の単位層を形成する液滴のドット同士の間には液滴を着弾させることを容易にすることができる。例えば、解像度の高い単位層のドットは小さいドットで形成し、効率よく、直下の単位層の凹部を液滴で埋めることができる。また、例えば、解像度の高い単位層のドットを大きいドットで形成すれば、直下の単位層を凹部も含めて覆うことができ、これによっても表面の凹凸を平坦化できる。よって、単位層の凹凸の平坦化を効率よく行なうことができる。

40

【0013】

本発明に係る三次元造形物の製造方法では、上記三次元造形物は、複数の単位層から形成されるユニット層を積層して製造されるものであり、上記ユニット層を形成する単位層の数は、上記三次元造形物の少なくとも一部において同じであり、同じ数の単位層で形成

50

される上記ユニット層のそれぞれにおいて、重力方向の下側の単位層であるほど、解像度を低くすることがより好ましい。

【0014】

各ユニット層における最下層以外の単位層を形成するとき、直下の単位層の液滴のドットの隙間に好適に液滴を着弾させていくことができる。

【0015】

本発明に係る三次元造形物の製造装置では、上記単位層の内、最も低い解像度の単位層とは異なる他の単位層のうちの少なくとも一部の解像度を、当該最も低い解像度の 2^n 倍（ n は1以上の整数）とすることがより好ましい。

【0016】

解像度が低い単位層の四隅に、解像度の高い単位層のドットが配置することになり、隅の凹部を効率よく埋めることができる。

【0017】

本発明に係る三次元造形物の製造装置では、形成している単位層の直下にある単位層の解像度、及び、当該直下にある単位層の解像度の 2^n 倍又は $(1/2)^n$ 倍の解像度（ n は0以上の整数であり、上限は予め定められた値である）とは異なる解像度で液滴を吐出することがより好ましい。

【0018】

このように制御することで、下の単位層のドットの中心からより離れた距離に液滴を着弾させることができる。これにより、積層方向に隣接する単位層間で、それぞれの画素領域を跨ぐようにドットを配置させることができるため、バンディング（縞の発生）を抑制する効果が得られる。よって、表面の凹凸をより平坦化させることができる。

【0019】

本発明に係る三次元造形物の製造方法では、上記ユニット層の最表面を加圧して平坦化させる加圧工程を含むことがより好ましい。

【0020】

ユニット層の最表面を加圧することによって、ユニット層における上側の単位層のドットが下側の単位層のドットの間に入りやすくなり、平坦化が効率よく進む。特に、解像度が高いほどドット径を小さくするように吐出量を変化させる形態においては、上側の単位層の小さいドットが、下側の単位層の大きいドットの間に入りやすいため、特に効果的に平坦化させることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、層を積層して三次元造形物を構成するとき当該層の表面の凹凸を小さくして平坦化を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係る三次元造形物の製造装置とそれにより製造される三次元造形物の構成を示す模式図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る三次元造形物の製造装置によって形成される単位層を構成するインク滴の配置を模式的に示す図である。

【図3】本発明の別の実施形態によって形成される単位層を構成するインク滴の配置を模式的に示す図である。

【図4】ノズルの検査方法の一実施形態として、三次元造形物の製造装置100を用いた三次元造形物Mを製造する手順について模式的に示す図である。

【図5】ノズルの検査方法の一実施形態で用いる三次元造形物の製造装置100におけるヘッド1の概略構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の一実施形態について図1を用いて説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

〔三次元造形物の製造装置の構成〕

図 1 は、本発明の一実施形態に係る三次元造形物の製造装置とそれにより製造される三次元造形物の構成を示す模式図である。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、三次元造形物の製造装置 1 0 0 は、ヘッド 1、UV - LED ランプ 2、支持台 1 0、制御部 1 1（ヘッド制御部）、ローラ 1 2 を備えている。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、三次元造形物 M は、複数の単位層を積層して製造される。一部の単位層に参照番号を付し、単位層 u 1、u 2 としている。なお、本明細書では、インクで形成される層を積層させて三次元造形物を製造する場合において、積層させる層の最小単位を「単位層」という。また、本明細書では、複数の単位層の集合を「ユニット層」という。つまり、三次元造形物 M はユニット層 C 1、C 2 といった複数のユニット層を積層して製造されるものでもある。

10

【 0 0 2 7 】

（ヘッド 1）

ヘッド 1 はインク（液滴）を吐出するためのものである。従来公知のインクジェットヘッドを好適に使用することができる。

【 0 0 2 8 】

三次元造形物 M を形成するためのインクとしては、従来公知のモデル材を採用すればよいが、光硬化型インクが好ましく、中でも紫外線硬化型インクが好ましい。光硬化型インク、特に紫外線硬化型インクは、容易に硬化させることができるため、短時間に三次元造形物を製造することができるからである。本実施形態では、紫外線硬化型インクのモデル材を使用する場合について説明する。

20

【 0 0 2 9 】

紫外線硬化型インクは紫外線硬化型化合物を含む。紫外線硬化型化合物としては、紫外線を照射した際に硬化する化合物であれば限定されない。紫外線硬化型化合物としては、例えば、紫外線の照射により重合する硬化型モノマー及び硬化型オリゴマー等が挙げられる。硬化型モノマーとしては、例えば、低粘度アクリルモノマー、ビニルエーテル類、オキセタン系モノマー及び環状脂肪族エポキシモノマー等が挙げられる。硬化型オリゴマーとしては、例えば、アクリル系オリゴマー等が挙げられる。

30

【 0 0 3 0 】

なお、製造する三次元造形物にオーバーハングの部分があるなどの場合には、適宜、従来公知のサポート材を用いてもよい。

【 0 0 3 1 】

UV - LED ランプ 2 は、ヘッド 1 から吐出された紫外線硬化型インクに紫外線を照射して硬化させるためのものである。すなわち、本実施形態では、ヘッド 1 から吐出されたインクを UV - LED ランプ 2 で硬化させることで単位層を形成し、これを積層していく。

【 0 0 3 2 】

（支持台 1 0）

支持台 1 0 は、製造される三次元造形物 M が載置される台である。三次元造形物 M の最も下の層の単位層 u 1 は、支持台 1 0 上に形成される。

40

【 0 0 3 3 】

（制御部 1 1）

制御部 1 1 は、インクを吐出するヘッドを制御するものである。具体的には、制御部 1 1 は、単位層を形成するために吐出するインクの少なくとも一部のインク滴の中心が、直下にある単位層を形成するインク滴の中心に重ならないようにし、かつ、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、インクを吐出するようにヘッド 1 を制御する。このようにすることで、直下の単位層のインク滴の隙間を、新たに吐出したインク滴

50

によって埋めることができ、容易な制御で、表面の凹凸を少なくすることができる。よって、より高精細な三次元造形物 M を製造することができる。

【0034】

また、制御部 11 は、ローラ 12 による単位層の表面の加圧を制御するものでもある。例えば、制御部 11 は、ローラ 12 が、どのようなタイミングで、どれくらいの圧で加圧するかを制御する。なお、加圧の程度は、例えば、ローラ 12 の回転速度、接触させる高さ等で調整する。

【0035】

なお、本実施形態では、本発明に係る三次元造形物の製造方法を、制御部を用いて三次元造形物の製造装置 100 を動作させることによって実現する形態について説明する。ただし、本発明はこのような形態に限定されず、本発明に係る三次元造形物の製造方法を実現するための操作を手動で行ってもよい。

【0036】

(ローラ 12)

ローラ 12 は、単位層の表面を加圧するものである。本発明において、単位層の表面を加圧するための部材は、ローラに限定されず、例えば、板状の部材を押し当てることなどによって加圧を実現してもよい。

【0037】

[三次元造形物の製造方法]

次に、本実施形態におけるより具体的な、三次元造形物の製造方法について図 2 を用いて説明する。図 2 は単位層 u1 及び u2 を構成するインク滴の配置を模式的に示す図である。ドット d1 は単位層 u1 を形成するインク滴の一つであり、その中心は中心 dC1 である。ドット d2 は単位層 u1 の直上にある単位層 u2 を構成するインク滴の一つである。

【0038】

まず、制御部 11 は、三次元造形物 M をより高精細に製造するモードであるか否かを認識する。当該モードにするか否かはユーザーが選択する。つまり、当該モードでない場合には、インクのドットの中心が直下のドットの中心に重ならないようにするなどの制御をすることなく、各単位層を同じ解像度で製造する。当該モードであることを認識した場合、次のように三次元造形物 M の製造が行なわれる。

【0039】

制御部 11 は、単位層 u1 を製造するとき 150 dpi の解像度で印刷を行なうようにヘッド 1 を制御する。これにより、ヘッド 1 から支持台 10 上にインクが吐出されていく。

【0040】

このとき、当該解像度で単位層を形成するための領域の面積をインクで埋めるため、制御部 11 は、より解像度の高い印刷によって行なう単位層 u2 を形成するインクのドット d2 の径より、単位層 u1 を形成するインクのドット d1 の径が大きくなるようなインク量で吐出するように、ヘッド 1 を制御する。具体的には、単位層 u2 を形成する際に 300 dpi で印刷を行なうため、ドット d1 の径が、ドット d2 の径の 2 倍となるような吐出量とする。

【0041】

なお、本実施形態では、150 dpi、300 dpi という解像度でインクを吐出する場合について説明するが、解像度はこれに限定されない。また、本実施形態のように解像度に応じてインクの吐出量を変えれば、下の単位層のインクのドット同士の間インクを着弾させることを容易にすることができるため好ましいが、このような形態に限定されるものではない。

【0042】

ヘッド 1 は矢印 X 方向 (主走査方向) に往復移動しつつ、支持台 10 が主走査方向と直交し、且つ、支持台 10 の面方向に平行な方向である副走査方向に移動していく。これに

10

20

30

40

50

より、支持台 10 上に単位層 u 1 が形成される。

【0043】

次に、単位層 u 1 上に単位層 u 2 を形成する。単位層 u 2 を形成するとき、制御部 11 は、300 dpi の解像度でインクを吐出するようにヘッド 1 を制御する。このとき吐出されるインクのドット d 2 の径は、ドット d 1 の径の 1/2 となる。同じ単位面積を 4 倍の数のドットで埋めるからである。換言すれば、そのような径となるように解像度に応じてインクの量を変化させる制御を制御部 11 は行なう。

【0044】

このようにインクを吐出することで、図 2 に示すように、ドット d 2 の中心 d C 2 はドット d 1 の中心 d C 1 に重ならないように着弾する。複数のドット d 1 の間に形成されて 10
いた隙間は、ドット d 2 で埋められる。よって、例えば、単位層 u 2 も単位層 u 1 を形成するときと同じ解像度で同じ位置にインクを吐出する場合に比べて、単位層 u 2 の表面はより平坦化されたものとなる。

【0045】

制御部 11 は、ユニット層 C 2 を構成する二つの単位層を、それぞれ単位層 u 1 及び単位層 u 2 と同じ条件で形成していくようにヘッド 1 を制御する。つまり、150 dpi での単位層の形成と 300 dpi での単位層の形成を繰り返していくことで、三次元造形物 M は製造される。

【0046】

また、本実施形態のように、低い解像度の単位層と、当該低い解像度の 2^n 倍 (n は 1 20
以上の整数) の解像度の単位層を設けることにより、解像度が低い単位層の四隅に、解像度の高い単位層のドットが配置することになり、隅の凹部を効率よく埋めることができる。本実施形態でいえば、図 2 における右下のドット d 1 が単位層の最も右下にあると仮定する場合、当該ドット d 1 の右下は隙間が生じるが、ドット d 2 の一部が当該隙間を埋めることができる。

【0047】

なお、「隙間」とは実際のドットが形成されていない部分の他に、ドットを形成するインク滴の厚みが中央部と比較して薄く形成されている部分のことも指す。所定の解像度を形成する画素サイズよりもインク滴が形成するドットサイズの方が大きくなる場合には、直下の単位層において中央部の厚みよりも薄く形成されているドットの縁となる隙間に、 30
インクを着弾させることで直下の単位層の隙間であるドットの縁のインク滴の厚みと中央部の厚みの差を小さくすることができる。

【0048】

また、本実施形態のように、2 層という同じ数の単位層で形成されるユニット層 C 1、C 2・・・のそれぞれにおいて、重力方向の下側の単位層であるほど、解像度が低くなるようにヘッド 1 を制御することによって、各ユニット層における最下層以外の単位層を形成するときに、直下の単位層のインクのドットの隙間に好適にインクを着弾させていくことができる。ただし、本発明はこのような形態に限定されるものでは無い。例えば、下側の解像度を小さくして、上側の解像度を大きくしてもよい。例えば、ドット d 2 と同じ径のドット 4 個の中心に形成される隙間に、ドット d 1 と同じ径のインクを着弾させること 40
で、当該隙間を埋めることもできる。

【0049】

次に、ユニット層の表面をより平滑化させるために、当該表面にローラ 12 を転がす (加圧工程)。本実施形態では、ユニット層において、上側の単位層の方が解像度が高い (ドットが小さい)。そのため、下側の単位層の大きいドットの間を上側の単位層の小さいドットが入り込むことを、ローラ 12 によって、より促進させることができる。これにより、さらに効率的に平坦化を行なうことができる。

【0050】

また、各ユニット層毎にローラ 12 による処理を行なうことは、単位層毎にローラ 12 による処理を行なうことに比べて、ローラ 12 によって押圧した際にローラ 12 に付着し 50

て掻き取られることで除去されるインクの量の低減及び製造速度の向上という利点がある。

【0051】

ローラ12によって、どのタイミングでどの程度の圧力で加圧するかは、ヘッド1を制御する制御部11によって制御してもよいし、別の制御部によって制御してもよいし、手動で操作してもよい。

【0052】

以上のように、本実施形態では、単位層毎の解像度を変えることで、単位層を形成するために吐出するインクの少なくとも一部のインク滴の中心が、直下にある単位層を形成するインク滴の中心に重ならないようにヘッドを制御する形態について説明した。

10

【0053】

また、本実施形態では異なるユニット層間において、構成する単位層の解像度及び積層される順が同じ場合について説明した。つまり、一つのユニット層において、150 dpiの単位層の上に300 dpiの単位層が積層され、これは他のユニット層においても同じである場合について説明した。しかし、本発明はこのような形態に限定されるものではなく、ユニット層同士において、構成する単位層の解像度は全く異なってもよい。また、ユニット層を形成する単位層の数も互いに異なってもよい。

【0054】

なお、本実施形態は、本発明に係る三次元造形物の製造方法である、単位層を形成するために吐出するインクの少なくとも一部のインク滴の中心が、直下にある単位層を形成するインク滴の中心に重ならないようにし、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、インクを吐出する製造方法の一実施形態でもある。このように、本発明に係る三次元造形物の製造方法は、本発明に係る三次元造形物の製造装置を用いれば好適に実現できる。

20

【0055】

(変形例)

次に、単位層を構成するインク滴の配置の別の例について図3を用いて説明する。図3は、本発明の別の実施形態によって形成される単位層を構成するインク滴の配置を模式的に示す図である。

【0056】

30

本実施形態では、制御部11は、形成している単位層の直下にある単位層の解像度、及び、当該直下にある単位層の解像度の 2^n 倍又は $(1/2)^n$ 倍の解像度(n は1以上の整数であり、上限は予め定められた値である)とは異なる解像度でインクを吐出するように、さらにヘッド1を制御する。このようにすることで、下の単位層のドットの中心から離れた距離にインクを着弾させることができる。そのため、隙間のより多くの面積を埋めるようにインクを吐出することができる。

【0057】

具体的には次のとおりである。つまり、本変形例では、図3に示すように、直下の単位層を形成したドットが d_1' である。また、本変形例の装置では、当該単位層を形成したときの解像度の2倍の解像度でインクを吐出することも可能なように設定されているとする。当該2倍の解像度でインクを吐出したときに形成されるドットがドット d_2' であるとする。そこで、制御部11は、ドット d_1' を形成するときの解像度及びドット d_2' を形成するときの解像度のいずれの解像度とも異なる解像度で、単位層を形成する。このとき形成されるドットがドット d_3' である。例えば、ドット d_1' が600 dpiで形成され、ドット d_2' として1200 dpiが設定されるとき、ドット d_3' を900 dpiで形成する。

40

【0058】

このようなドット d_3' を形成するようにインクを吐出することで、より確実に、直下の単位層のドットの中心からずらした箇所にドットを形成することができる。

【0059】

50

なお、本例では、ドット d_1' 及びドット d_2' の中心である中心 d_{C1}' 及び中心 d_{C2}' において、最近接の中心同士を結んで形成される線 a に、ドット d_3' の中心である中心 d_{C3}' が重ならないように単位層を形成しているともいえる。なお、このように、前記最近接の中心同士を結んで形成される線 a に、ドット d_3' の中心である中心 d_{C3}' が重ならないように単位層を形成するのは、1つのドットのサイズが埋めるべき1画素分のエリアを十分にカバーする場合に行うことが望ましい。一方、1つのドットのサイズが1画素分のエリアを十分にカバーせず、ドット間に隙間が生じているような場合には、最近接の中心同士を結んで形成される線上においてドットの中心が重なるように単位層を形成することが望ましい。

【0060】

(応用例)

本発明は、ノズルに不具合がある際に、当該不具合が三次元造形物に与える影響を抑えることにも使用することができる。

【0061】

まず、三次元造形物を製造する際におけるノズルの検査方法の一実施形態について図4及び図5を用いて説明する。図4は、ノズルの検査方法の一実施形態として、三次元造形物の製造装置100を用いた三次元造形物Mを製造する手順について模式的に示す図である。図5はノズルの検査方法の一実施形態で用いる三次元造形物の製造装置100におけるヘッド1の概略構成を模式的に示す図である。なお、説明の便宜上、既に説明した実施形態に係る構成要素と同様の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。ここでは、主に、上記の実施形態では説明しなかった事項について説明するものとする。

【0062】

図4に示すように、三次元造形物の製造装置100は、ヘッド1、UV-LEDランプ2、メンテナンス機構20、ノズル検査制御部4、位置制御部30及び支持台10を備えている。メンテナンス機構20は、ノズル検査部3及びクリーニング部5を備えている。

【0063】

なお、本実施形態では、X方向に支持台10上をヘッド1が走査するとき、吐出対象部は移動せず、ヘッド1が移動する形態について説明する。しかし、本発明はこのような形態に限定されず、ヘッドと吐出対象部とが相対的に移動する製造装置を用いればよい。

【0064】

(ノズル6)

ノズル6は、インクを吐出するものである。図5に示すように、ヘッド1は、副走査方向(Y方向)に沿って整列した一つ以上のノズル6からなるノズル列6-1、6-2・・・を有している。また、全てのノズル6は、いずれかのノズル列に含まれる。換言すれば、ノズル6はノズル列ごとにグループ(集団)分けされている。なお、副走査方向は、主走査方向(X方向)に直交する方向である。

【0065】

ここで、各ノズル列6-1、6-2・・・で、吐出するインクの種類(モデル材用のインク、サポート材用のインク及びカラー材用のインク)が異なっている。換言すれば、一つ一つのノズル列のノズルは全て同じ種類のインクを吐出する。

【0066】

(メンテナンス機構20)

メンテナンス機構20は、ノズル検査部3及びクリーニング部5を備えている。メンテナンス機構20はヘッド1を格納できるようになっている。また、格納しているヘッド1をノズル検査部3で検査したり、クリーニング部5でクリーニングしたりする。メンテナンス機構20は、ヘッド1の走査する範囲から離れた、ヘッド1の移動方向の端に設けられている。

【0067】

(ノズル検査部3)

10

20

30

40

50

ノズル検査部 3 は、ノズル 6 を検査するためのものである。

【 0 0 6 8 】

本実施形態において、「吐出不良ノズル」とは、例えば、インク詰まり等の原因により適正なインク吐出が不可能になったものを指す。

【 0 0 6 9 】

なお、本発明で使用するノズル検査部は従来公知のものでよく、本実施形態では、光路を遮断させてノズル検査を行うフォトセンサを用いる場合について説明する。ノズル検査部の他の例としては、テスト吐出領域に対して、インクを吐出させた後の吐出対象部の状況を確認してノズルチェックを行う構成でもよい。ただし、Z方向にヘッド又は支持体を移動させたときに、ノズル検査部とヘッドのインクを吐出する面との距離がほぼ一定となるようにして、ヘッド又は支持台がZ方向に動くことによる誤差が生じないようにする場合は、フォトセンサであることが好ましい。

10

【 0 0 7 0 】

また、ノズル検査部 3 による検査は、ノズル検査制御部 4 により制御されている。ノズル検査制御部 4 から、いつ、どのノズル 6 を検査するかに基づく指示を示す信号を受信して、当該指示に基づいて検査を行う。

【 0 0 7 1 】

(ノズル検査制御部 4)

ノズル検査制御部 4 は、ノズル検査部 3 による検査を制御するためのものである。具体的には、検査対象のノズル 6 から吐出されるインクを使用する単位層を形成する前であり、当該単位層の直下にある単位層を形成した後に、当該ノズル 6 の検査を行うように制御する。ノズル 6 を使用する直前により近いときに検査することで、使用頻度が低いノズル 6 の吐出不良をより効果的に見つけることができる。

20

【 0 0 7 2 】

本実施形態では、ノズル検査部 3 の検査は、三次元造形物の製造装置 1 0 0 に搭載された制御手段によって制御される形態について説明するが、本発明はこのような形態に限定されず、所定のタイミング毎の検査を、手動で印刷装置を操作することによって行ってもよい。

【 0 0 7 3 】

(クリーニング部 5)

クリーニング部 5 は、ノズル 6 をクリーニングするためのものである。ヘッド 1 のノズル 6 が形成された面をワイピングするワイパー、洗浄液を貯めてヘッドを浸漬させるための洗浄装置等で構成されている。

30

【 0 0 7 4 】

(位置制御部 3 0)

位置制御部 3 0 は、ヘッド 1 が移動した場合にも、ノズル検査部 3 とヘッド 1 のインクの吐出面との距離の差が、予め定められた長さ内とするように制御するものである。

【 0 0 7 5 】

具体的には、位置制御部 3 0 は、ヘッドのZ軸方向の位置を検出し、ノズル検査部のZ軸方向の位置とのずれを認識し、検査をするときに、当該ずれが無くなるようにヘッド 1 及びノズル検査部をZ軸方向に相対移動させるように制御する。つまり、検査をする直前にヘッド 1 の位置をZ軸方向に相対移動させた後で、メンテナンス機構 2 0 までヘッド 1 を移動させてノズルの検査が行われる。

40

【 0 0 7 6 】

なお、ノズル検査部 3 が、ヘッド 1 をX方向に移動可能に支持するヘッド支持部の延長部分に設けられ、ヘッド 1 に対するノズル検査部 3 の位置が固定されていれば、位置制御部 3 0 は設けなくてもよい。インクの吐出面に対するノズル検査部 3 の位置が固定されていることになり、ひいては、ノズル検査部 3 がインクを検査するときの当該インクの位置と、当該インクの吐出面との距離が一定に保たれるからである。

【 0 0 7 7 】

50

また、本発明では、支持台及びヘッドのうちの少なくとも一方を、積層方向に移動可能にし、ヘッドとノズル検査部との距離の差が、予め定められた長さ内となるように制御できるものであればよい。

【0078】

本実施形態では、支持台10を固定し、ヘッド1を副走査方向（Y方向）及びZ方向に移動させる場合について説明するが、本発明に係る三次元造形物の製造装置では、ヘッドと吐出対象部とが相対的に移動すればよい。例えば、ヘッド1の主走査が1回終わる毎に支持台をY方向（副走査方向）に移動させてもよいし、単位層を一つ形成する毎に支持台を鉛直下向きの方に移動させるものであってもよい。

【0079】

（三次元造形物Mを製造しながらノズルを検査する方法）

次に、三次元造形物Mを製造しながらノズル6を検査する方法について説明する。

【0080】

印刷を開始する前、ヘッド1はメンテナンス機構20に格納されている。

【0081】

ノズル検査制御部4は、印刷の開始（三次元造形物の製造開始）を認識すると、次に、単位層u1を形成するために使用するノズル6を認識する。例えば、どのノズル6をいつ使用してインクを吐出するかを示すデータを、ノズル検査制御部4自身が三次元造形物Mの画像データから作成するか、又は、別の印刷ソフトがインストールされたハードウェアによって作成したデータを取得して、単位層u1を形成するために使用するノズル6を認識する。

【0082】

なお、ノズル検査制御部4は、印刷の開始を次のように認識する。つまり、ユーザーが製造を開始する指示を入力部（図示せず）に入力し、当該指示を受信することで印刷の開始を認識する。また、一度の開始の指示が、複数の種類の三次元造形物の製造を指示するものである場合、製造する三次元造形物の種類が変わるタイミングを、印刷の開始として認識するようにしてもよい。

【0083】

ノズル検査制御部4は、単位層u1を形成するために使用するノズル6及び当該ノズル6と同じノズル列のノズル6を検査するようにノズル検査部3に指示を送る。このような形態により、インクの種類によって総吐出量及び使用頻度が大きく異なっても、同じ種類のインクを吐出するノズル6毎に効率的に検査することができる。なお、本発明に係る三次元造形物の製造方法では、ノズル列毎にノズル6を検査しなくてもよく、或る単位層を形成するために使用するノズル6のみを検査すればよい。

【0084】

ノズル検査部3はノズル検査制御部4からの指示に基づいてノズル6を検査する。具体的には、光センサによって遮光されるか否かでインクの吐出を判定する。ノズル検査部3は、測定結果をノズル検査制御部4に送信する。ノズル検査制御部4は、予め定められた時間内で当該吐出量がゼロか、ゼロでないとしても予め定められた量に満たないノズルを吐出不良ノズルとして認定する。なお、予め定められた時間、予め定められた量は、記録部（図示せず）に格納されており、ノズル検査制御部4は、当該記録部から当該時間及び当該量の情報を読み取り、不吐出ノズルであるか否かの判断に使用する。

【0085】

吐出不良ノズルとして認定されたノズル6が存在する場合、当該ノズルによる影響を抑えながら、単位層u1の形成が開始される。当該影響を抑える方法としては、様々な方法が考えられる。例えば、クリーニング部5によってノズル6が形成された面のワイピングをし、その後、ノズル6から微量のインクを下方に吐出（フラッシング）させることが考えられる。これにより、吐出不良ノズルの増粘を抑制できる。

【0086】

また、次回以降の検査において吐出不良ノズルが認められた場合、製造時間を短くする

10

20

30

40

50

観点からは、単位領域の画像を形成するために必要な走査の回数を増やすことで、一回当たりのノズル6からの吐出量を少なくしてもよい。より具体的には、マルチパスで印刷したり、マルチパスのパス数を増やしたりすることで吐出不良ノズルの影響を抑えることができる。

【0087】

次に、ヘッド1をX方向に走査させながら、インクを吐出する。このとき、ヘッド1にはUV-LEDランプ2が隣接しているので、UV-LEDランプ2もヘッド1と同様に移動する。

【0088】

ヘッド1から吐出されたインクに対して、UV-LEDランプ2から発せられた紫外線が照射される。これにより、吐出されたインクが硬化されていく。

10

【0089】

次に、ヘッド1の一走査毎にヘッド1をY方向に移動させる。

【0090】

ヘッド1の移動距離はヘッド1のインクの吐出領域(ノズル列6-1、6-2等)の副走査方向(Y方向)の長さと同じ距離である。つまり、本実施形態では、シングルパスの場合について説明する。シングルパスでは、単位画像領域(単位長さ四方の印刷領域)を1回の主走査で形成する。なお、本発明はシングルパスに限定されるものではなく、マルチパスでも適用され得る。つまり、一度の副走査方向(Y方向)のヘッドの移動距離が、ヘッドのインクの吐出領域(ノズル列6-1、6-2等)の副走査方向(Y方向)の長さよりも短い。そのため、単位画像領域を印刷するために複数回の主走査が行われる。

20

【0091】

このように、ヘッド1をX方向に走査し、Y方向に移動させていくことで単位層u1の形成が完了する。

【0092】

次に、ノズル検査制御部4は、単位層u2の形成に用いるノズル6及び当該ノズル6と同じノズル列のノズル6を検査するようにノズル検査部3に指示を送る。

【0093】

このように、ここに説明するノズルの検査方法の一実施形態では、製造開始後、初めてインクを吐出することになるノズルを、当該インクを用いる単位層を形成する前に検査するように制御してもよい。当該ノズルに、どのノズルが相当するかは、上述したどのノズルをいつ使用してインクを吐出するかを示すデータから認識できる。このような制御により、或る単位層よりも前に形成した単位層までは使用されておらず、或る単位層を形成するときに初めて使用されるノズルのみを検査することで、検査するノズルの数を減らすことができる。その結果、ノズルの検査時間を短縮でき、次の単位層を形成するまでの時間を短くすることができる。

30

【0094】

ノズルの検査を行なう前に、位置制御部30は、ノズル検査部3とヘッド1のインクの吐出面との距離の差が、予め定められた長さ内となるように、ノズル検査部3の位置を制御する。例えば、ヘッド1の位置もZ方向に移動させる。このような制御により、単位層を積層させるためにヘッド1がZ方向に動いても、ノズル検査部3とヘッド1のインクを吐出する面との距離がほぼ一定にすることができる。このようにして、ノズル検査部3がインクを検査するときの当該インクの位置と、当該インクの吐出面との距離を常に一定に保つことで、ヘッド1がZ方向に移動することが検査に与える影響を抑制することができる。「予め定められた長さ」については、位層の厚さ等に基づいて、適宜設定すればよい。また、「予め定められた長さ」を示す情報については、記録部(図示せず)に格納されており、位置制御部30は、当該情報を読み取る。

40

【0095】

なお、本実施形態では位置制御部30はヘッド1をZ方向に移動させることで、ヘッド1とノズル検査部3との相対的な位置を調整する形態について説明するが、本発明はこれ

50

に限定されない。例えば、支持台及びノズル検査部を移動させることで調整してもよい。

【0096】

次に、単位層u2を形成するために、ヘッド1をZ方向に移動させる。本実施形態では、単位層が形成されていく毎に、ヘッド1をZ方向（鉛直上向き）に移動させる場合について説明するが、本発明では支持台を鉛直下向きの方向に移動させていってもよい。

【0097】

単位層u2は、単位層u1と同様にヘッド1をX方向に走査し、Y方向に移動させることで形成される。

【0098】

同様に、単位層を次々とZ方向に積層していく。このとき、或る単位層を形成した後、次に積層する単位層を形成するときに使用するインクのノズル6と同じノズル列のノズル6を検査対象として、検査が行われる。

【0099】

また、本実施形態では、これまで説明した検査に加えて、次に説明する検査が行われる。

【0100】

つまり、ノズル検査制御部4は、予め定められた数の単位層を形成する間に、予め定められた回数のインクの吐出を行っていないノズル6及び予め定められた量のインクの吐出を行っていないノズル6を検査するようにノズル検査部3を制御する。このような制御により、使用頻度の少ないノズル6が吐出不良となっても、検出することができる。

【0101】

「予め定められた数」、「予め定められた回数」、「予め定められた量」については、インクの増粘のしやすさ、又は、単位層の大きさ等に基づいて、適宜設定すればよく、インクの種類ごとに変えてもよい。また、「予め定められた数」、「予め定められた回数」、「予め定められた量」を示す情報については、記録部（図示せず）に格納されており、ノズル検査制御部4は、当該情報を読み取る。

【0102】

なお、予め定められた時間内に上述の条件を満たしていないノズルを検査するようにノズル検査部を制御してもよい。例えば、1時間毎に、所定の量のインクを吐出しないか、所定の数の吐出を行わないノズルを検査するなどしてもよい。

【0103】

また、これまでの検査とは独立して、予め定められた数の単位層を形成した後に、ノズル列6-1の検査を行い、またノズル列6-1の検査をした後、予め定められた数の単位層を形成した後にノズル列6-2の検査を行う。

【0104】

同様にして、すべてのノズル列についての検査が行われていく。例えば、1層毎に6-1、6-2、・・・と順にノズル列毎に検査が行われていく。このように、複数のグループに分けて、グループごとに検査を行うことで、より高精度な三次元造形物を製造することができる。例えば、一定の数の単位層を形成する毎に、全てのノズルを検査する場合、直前で形成した単位層の表面の状態は、それまで形成してきた単位層の表面の状態と、乾燥状態、濡れ性等の点で異なる。次の単位層が表面に形成されるまでの時間が、ノズルの検査を行った時間だけ異なるからである。

【0105】

そこで、ここに説明するノズルの検査方法では、グループ毎に分けて検査を行うので、次の単位層を形成するまでの時間を短くすることができる。また、一定の層を形成する毎に検査を行うことで、或る単位層を形成してから、次の単位層を形成するまでの時間を、三次元造形物を製造する間にわたって、より均一に近づけることができる。

【0106】

どのノズル6がどのグループに属するかを示す情報（集団情報）は、予め記録部（図示

10

20

30

40

50

せず)に格納されており、ノズル検査制御部4は当該情報を当該記録部から受信する。

【0107】

また、ノズル列毎にグループ分けして、ノズル列毎に順番に検査を行なう場合について説明したが、グループ分けはノズル列毎ではなくてもよい。例えば、ノズル列をさらに細分化してもよい。例えば、1又は複数のノズル列における、副走査方向の上流側、下流側で分割して、或る単位層の形成前は上流側のノズル列、別の単位層の形成前に下流側のノズル列を検査するようにしてもよい。

【0108】

また、グループ分けして、グループごとに順に検査をする形態に以外の形態でもよい。例えば、予め定められた少なくとも一部のノズル6について、予め定められた数の単位層が形成される毎、予め定められた時間が経過する毎に検査するようにしてもよい。例えば、予め使用頻度の低いノズル(群)を選定しておき、所定のタイミングでノズルチェックを繰り返してもよい。

10

【0109】

(吐出不良ノズルの影響を抑える方法)

以上のような検査によって、ノズルの不具合を検出した際に、本発明に係る三次元造形物の製造装置を用いれば、また、本発明に係る三次元造形物の製造方法を用いれば、当該不具合の影響を抑えることができる。

【0110】

つまり、ノズルの不具合のために、或るドットが所定の大きさより大きくなったり小さくなったりしても、その周囲を同じ単位層のドットのみならず、上の単位層のドットも埋めることになる。このような方法を採用せずに、当該不具合を有するノズルからのドットが積層していく場合に比べると、自ずと当該ノズルとは別のノズルからのドットが、不具合を有するノズルから吐出されたドットの近くに配置されることになるため、不具合による影響が小さくなる。

20

【0111】

また、直下の単位層と解像度を変えるため、解像度の変化による影響の方が、ノズルの不具合による影響より大きいため、より一層、三次元造形物に対するノズルの不具合の影響が小さくなる。

【0112】

[ソフトウェアによる実現例]

制御部11の制御ブロックは、集積回路(ICチップ)等に形成された論理回路(ハードウェア)によって実現してもよいし、CPU(Central Processing Unit)を用いてソフトウェアによって実現してもよい。

30

【0113】

後者の場合、制御部11は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するCPU、上記プログラムおよび各種データがコンピュータ(またはCPU)で読み取り可能に記録されたROM(Read Only Memory)または記憶装置(これらを「記録媒体」と称する)、上記プログラムを展開するRAM(Random Access Memory)などを備えている。そして、コンピュータ(またはCPU)が上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体(通信ネットワーク及び放送波等)を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

40

【0114】

[付記事項]

以上のように、本発明に係る三次元造形物の製造方法の一実施形態は、単位層u1、u

50

2・・・を積層して三次元造形物Mを製造する三次元造形物Mの製造方法であって、単位層u2を形成するためにヘッド1から吐出するインクの少なくとも一部のインク滴の中心が、直下にある単位層u1を形成するインク滴の中心に重ならないように、インクを吐出する。

【0115】

また、三次元造形物の製造装置100は、単位層u1、u2・・・を積層して三次元造形物Mを製造する三次元造形物の製造装置100であって、インクを吐出するヘッド1を制御する制御部11を備え、制御部11は、単位層u2を形成するために吐出するインクの少なくとも一部のインク滴の中心が、直下にある単位層u1を形成するインク滴の中心に重ならないようにし、かつ、形成している単位層の直下にある単位層とは異なる解像度で、インクを吐出するようにヘッド1を制御する。

10

【0116】

下の単位層u1のインクのドットd1の中心dC1に重ならないように上の単位層u2のインクを吐出し、解像度を変えることで、容易に当該インクの少なくとも一部が、下の単位層u1のインクのドットd1の間を埋めることができる。よって、単位層の表面の凹凸が少なくなる。

【0117】

三次元造形物の製造方法の一実施形態では、制御部11は、解像度に応じてヘッド1から吐出するインクの量を変化させる。

【0118】

ドットの径を変えることで、下の単位層u1を形成するインクのドットd1同士の隙間にインクを着弾させることを容易に制御することができる。例えば、解像度の高い単位層のドットは小さいドットで形成し、効率よく、直下の単位層の凹部をインクで埋めることができる。また、例えば、解像度の高い単位層のドットを大きいドットで形成すれば、直下の単位層を凹部も含めて覆うことができ、これによっても表面の凹凸を平坦化できる。よって、単位層の凹凸の平坦化を効率よく行なうことができる。

20

【0119】

三次元造形物の製造方法の一実施形態では、三次元造形物Mは、二つの単位層から形成されるユニット層C1、C2・・・を積層して製造されるものであり、ユニット層C1、C2・・・を形成する単位層の数は、三次元造形物Mの少なくとも一部において同じであり、制御部11は、同じ数の単位層で形成されるユニット層C1、C2・・・のそれぞれにおいて、重力方向の下側の単位層であるほど、解像度が低くなるようにする。

30

【0120】

各ユニット層における最下層以外の単位層を形成するときに、直下の単位層のインクのドットの隙間に好適にインクを着弾させていくことができる。

【0121】

三次元造形物の製造方法の一実施形態では、単位層の内、最も低い解像度の単位層とは異なる他の単位層のうちの少なくとも一部の解像度を、当該最も低い解像度の 2^n 倍(n は1以上の整数)とする。

【0122】

解像度が低い単位層の四隅に、解像度の高い単位層のドットが配置することになり、隅の凹部を効率よく埋めることができる。

40

【0123】

三次元造形物の製造方法の一実施形態では、形成している単位層u2の直下にある単位層u1の解像度、及び、当該直下にある単位層u1の解像度の 2^n 倍又は $(1/2)^n$ 倍の解像度(n は1以上の整数であり、上限は予め定められた値である)とは異なる解像度でインクを吐出する。

【0124】

このように制御することで、下の単位層u1の中心dC1からより離れた距離にインクを着弾させることができる。これにより、積層方向に隣接する単位層間で、それぞれの画

50

素領域を跨ぐようにドットを配置させることができるため、バンディング（縞の発生）を抑制する効果が得られる。よって、表面の凹凸をより平坦化させることができる。

【0125】

三次元造形物の製造方法の一実施形態では、ローラ12を用いて、ユニット層の最表面を加圧して平坦化させる加圧工程を含む。

【0126】

ユニット層の最表面を加圧することによって、ユニット層における上側の単位層のドットが下側の単位層のドットの間に入りやすくなり、平坦化が効率よく進む。特に、解像度が高いほどドット径を小さくするように吐出量を変化させる形態においては、上側の単位層の小さいドットが、下側の単位層の大きいドットの間に入りやすいため、特に効果的に平坦化させることができる。

10

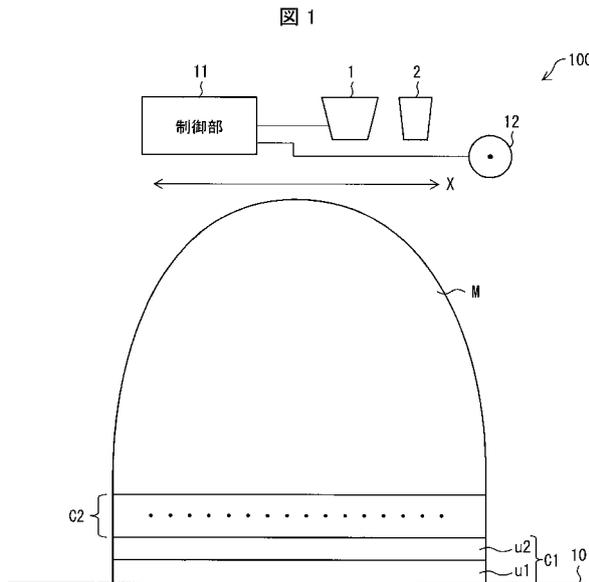
【符号の説明】

【0127】

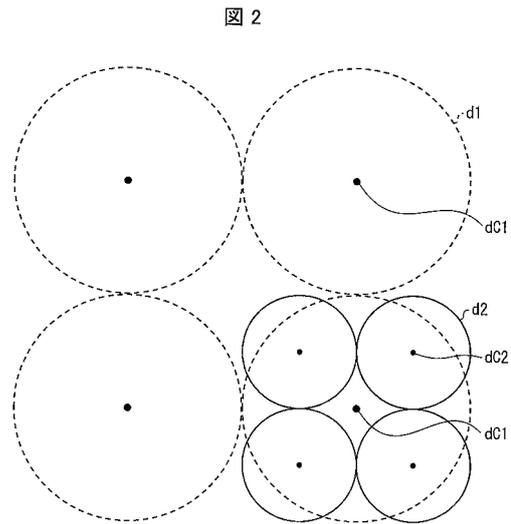
- 1 ヘッド
- 10 支持台
- 11 制御部（ヘッド制御部）
- 12 ローラ
- 100 三次元造形物の製造装置
- C1、C2 ユニット層
- M 三次元造形物
- d1、d2、d1'、d2'、d3' ドット
- dC1、dC2、dC1'、dC2'、dC3' 中心
- u1、u2 単位層

20

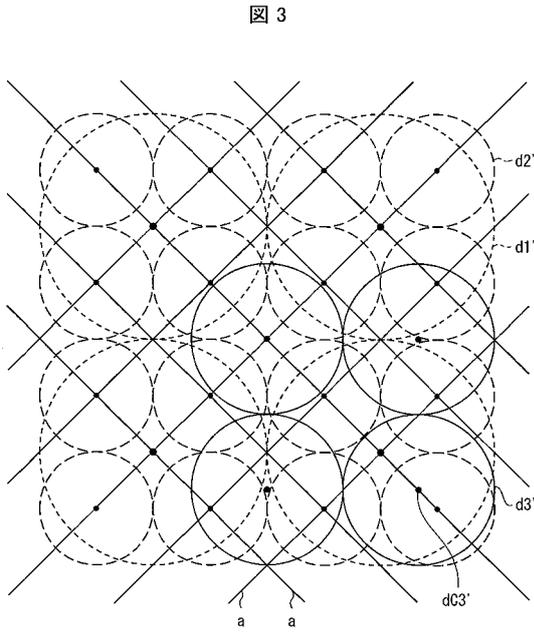
【図1】



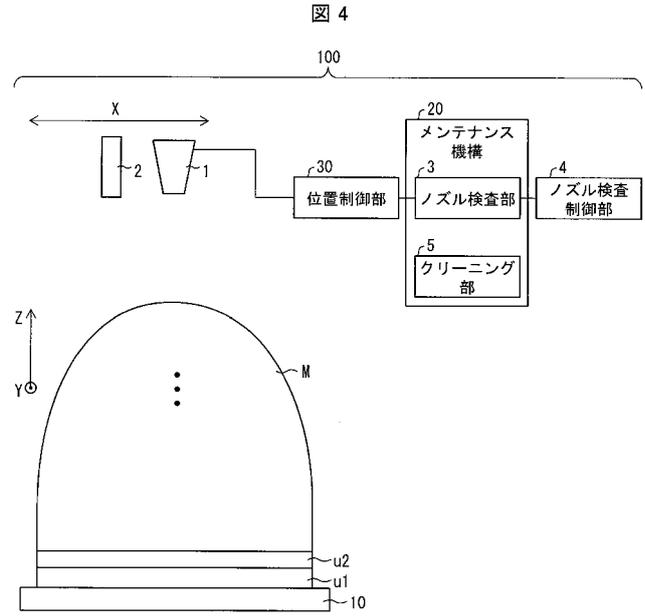
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

