

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6378932号
(P6378932)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 9 C 64/343	(2017.01)	B 2 9 C 64/343
B 3 3 Y 10/00	(2015.01)	B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 30/00	(2015.01)	B 3 3 Y 30/00

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2014-106505 (P2014-106505)	(73) 特許権者	000137823
(22) 出願日	平成26年5月22日(2014.5.22)		株式会社ミマキエンジニアリング
(65) 公開番号	特開2015-221516 (P2015-221516A)		長野県東御市滋野乙2182-3
(43) 公開日	平成27年12月10日(2015.12.10)	(74) 代理人	110000338
審査請求日	平成29年5月9日(2017.5.9)		特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
		(72) 発明者	大井 弘義
			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	池田 明
			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
		審査官	田代 吉成

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元構造物の形成装置および形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インクを堆積させてなる層を積層して形成する三次元構造物の形成装置であって、
 一走査する間に上記インクを吐出して一つの上記層を形成する記録ユニットと、
 上記記録ユニットを制御する制御ユニットとを備え、
 上記制御ユニットは、高低差が所定値以上である凹凸が上記一つの層の上面に形成される場合に、上記記録ユニットが該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させるように制御して、該凹凸の該高低差を小さくし、
 上記所定値は、上記追加で堆積させるインクを上記記録ユニットが一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さを少なくとも有しており、
 一つの上記層は、上記上面に沿って中心部から外周端部に向かって、互いに種類の異なる複数のインク堆積領域として、少なくとも、白インクおよび光反射性を有するインクの少なくとも一方から形成された反射層と、着色インクから形成された着色層とを有しており、
 上記所定値である上記凹凸の上記低い位置と高い位置とは、それぞれ異なるインク堆積領域に構成され、
 上記記録ユニットは、上記反射層を形成するための上記白インクおよび上記光反射性を有するインクの少なくとも一方、ならびに、上記着色層を形成するための着色インクを吐出し、
 上記制御ユニットは、上記低い位置に堆積している上記インクが上記白インクまたは上

10

20

記光反射性を有するインクである場合には、上記記録ユニットが上記追加で堆積させる上記インクとして上記低い位置に堆積しているインクと同じインクを吐出し、上記低い位置に堆積している上記インクが上記着色インクである場合には、上記記録ユニットが上記追加で堆積させる上記インクとして透明インクを吐出するように制御することを特徴とする、三次元構造物の形成装置。

【請求項2】

上記インクを上記追加で堆積させた後の上記上面の凹凸を均すローラーを更に備えていることを特徴とする請求項1に記載の、三次元構造物の形成装置。

【請求項3】

記録ユニットを備える、三次元構造物の形成装置を用いて、インクを堆積させてなる層を積層して形成する三次元構造物の形成方法であって、

上記記録ユニットが一走査する間に上記インクを吐出して一つの上記層を形成する記録工程と、

高低差が所定値以上である凹凸が上記一つの層の上面に形成される場合に、上記記録ユニットが該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させて、該凹凸の該高低差を小さくする追加堆積工程とを含み、

上記所定値は、上記追加で堆積させるインクを上記記録ユニットが一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さを少なくとも有してあり、

一つの上記層は、上記上面に沿って中心部から外周端部に向かって、互いに種類の異なる複数のインク堆積領域として、少なくとも、白インクおよび光反射性を有するインクの少なくとも一方から形成された反射層と、着色インクから形成された着色層とを有してあり、

上記所定値である上記凹凸の上記低い位置と高い位置とは、それぞれ異なるインク堆積領域に構成され、

上記記録工程において、上記反射層を形成するための上記白インクおよび上記光反射性を有するインクの少なくとも一方、ならびに、上記着色層を形成するための着色インクを吐出し、

上記追加堆積工程において、上記低い位置に堆積している上記インクが上記白インクまたは上記光反射性を有するインクである場合には、上記追加で堆積させる上記インクとして上記低い位置に堆積しているインクと同じインクを吐出し、上記低い位置に堆積している上記インクが上記着色インクである場合には、上記追加で堆積させる上記インクとして透明インクを吐出する

ことを特徴とする、三次元構造物の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元構造物の形成装置および形成方法に関し、より詳細には、インクを堆積させて層を形成し、該層を積層することによって三次元構造物を形成する形成装置および形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1にあるようなシート積層法のほか、熔融物堆積法（FDM：Fused Deposition Molding）、インクジェット法、インクジェットバインダ法、光造形法（SL：Stereo Lithography）、粉末焼結法（SL：Selective Laser Sintering）などを用いて、三次元構造物を造形する技術が知られている。

【0003】

なかでも、インクジェット法として、3Dプリンターによって紫外線硬化性樹脂を噴射しパターンを積層する方法が多用されている。この方法は、最終製品の外観内観のデザイン・機構等を三次元CADによってデータ化した後、コンピュータによって該データをスライスして薄板を重ね合わせるような多層型のパターンデータを作成し、紫外線硬化性樹

10

20

30

40

50

脂をパターンデータに則してヘッドより噴射して積層することにより三次元構造物を造形する。

【0004】

また、積層した層の上面に凹凸が形成される場合に、凹凸をローラーによって均す技術が知られている（例えば特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-71530号公報（2003年3月11日公開）

【特許文献2】特開2010-52330号公報（2010年3月11日公開）

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

インクジェット法による三次元構造物の製造に関して、造形と同時に、フルカラー着色などの加飾をインクジェット法によっておこなう技術は無く、従前では、造形のみを行った後に、その造形物の表面に手作業等によって加飾（模様や色）を施している。

【0007】

また、積層方式による造形物の造形に関して、特許文献2に開示されたローラーによって層の上面に形成された凹凸を均すと、該ローラーの押圧によって層が変形して、完成品である造形物に不具合が生じることがわかった。

20

【0008】

そこで、本願発明者らは、造形用のインクと、加飾用のインク（例えばイエロー、マゼンタ、シアン、ブラック等の着色インク）とをインクジェット法によって吐出することによって、カラー加飾された三次元構造物を積層方式で形成するにあたって、積層する層の上面に形成された凹凸の新たな平坦化手法を採用した三次元構造物形成技術を見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】

すなわち、本発明は、インクを堆積させた層を積層することによって三次元構造物を形成する形成装置および形成方法において、層の新たな平坦化技術を具備した形成装置および形成方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するために、本発明に係る、三次元構造物の形成装置は、インクを堆積させてなる層を積層して形成する三次元構造物の形成装置であって、一走査する間に上記インクを吐出して一つの上記層を形成する記録ユニットと、上記記録ユニットを制御する制御ユニットとを備え、上記制御ユニットは、高低差が所定値以上である凹凸が上記一つの層の上面に形成される場合に、上記記録ユニットが該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させるように制御して、該凹凸の該高低差を小さくし、上記所定値は、上記追加で堆積させるインクを上記記録ユニットが一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さを少なくとも有していることを特徴としている。

40

【0011】

上記の構成によれば、追加堆積をおこなうことによって層の上面に形成された凹凸の高低差を小さくすることができ、平坦化に寄与することができる。これにより、層の上面に形成された高低差が大きいままの凹凸をローラーで均す従来構成と比較して、層の変形を防ぐことができ、精度良く三次元構造物を形成することができる。

【0012】

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、上記追加で堆積させる上記インクは、上記低い位置に堆積しているインクと同じインクであってもよい。

【0013】

50

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、上記追加で堆積させる上記インクは、透明インクであってもよい。

【0014】

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、一つの上記層は、上記上面に沿って中心部から外周端部に向かって、互いに種類の異なる複数のインク堆積領域を有しており、上記所定値である上記凹凸の上記低い位置と高い位置とは、それぞれ異なるインク堆積領域に構成されている。

【0015】

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、上記三次元構造物は、造形物と、該造形物表面を着色している着色部分とを有しており、上記記録ユニットは、上記造形物を形成するための造形用インク、および、上記着色部分を形成するための着色インクを吐出し、上記制御ユニットは、上記低い位置に堆積している上記インクが上記着色インクである場合には、上記記録ユニットが上記追加で堆積させる上記インクとして、透明インクを該記録ユニットが吐出するように制御する。

【0016】

上記の構成によれば、追加堆積するインクを透明インクとすることから、着色部分の色調を不都合に変えることがなく、所望の色調の三次元構造物を提供することができる。

【0017】

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、上記インクを上記追加で堆積させた後の上記上面の凹凸を均すローラーを更に備えていてもよい。

【0018】

上記の構成によれば、追加堆積によって凹凸の高低差が小さくなった状態で、ローラーをかけて上面をならすため、層の変形を抑えて、且つ、より一層の平坦化を実現することができる。

【0019】

上記の課題を解決するために、本発明に係る、三次元構造物の形成方法は、記録ユニットを備える、三次元構造物の形成装置を用いて、インクを堆積させてなる層を積層して形成する三次元構造物の形成方法であって、記録ユニットが一走査する間に上記インクを吐出して一つの上記層を形成する記録工程と、高低差が所定値以上である凹凸が上記一つの層の上面に形成される場合に、記録ユニットが該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させて、該凹凸の該高低差を小さくする追加堆積工程とを含み、上記所定値は、上記追加で堆積させるインクを上記記録ユニットが一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さを少なくとも有していることを特徴としている。

【0020】

上記の構成によれば、追加堆積をおこなうことによって層の上面に形成された凹凸の高低差を小さくすることができ、平坦化に寄与することができる。これにより、層の上面に形成された高低差が大きいままの凹凸をローラーで均す従来構成と比較して、層の変形を防ぐことができ、精度良く三次元構造物を形成することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明は、インクを堆積させた層の凹凸を効果的に平坦化して変形の少ない三次元構造物を形成する形成装置および形成方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】(a)は、本発明に係る、三次元構造物を形成する形成装置の一形態によって形成される三次元構造物の斜視図であり、(b)は、(a)の部分矢視断面図である。

【図2】本発明に係る、三次元構造物を形成する形成装置の一形態を示した図である。

【図3】図2に示す形成装置の一部である記録ユニットの下面を示した図である。

【図4】図2に示す形成装置を用いた形成過程において形成される複数の層のうちの或る

10

20

30

40

50

一つの層およびその周辺を示す平面図である。

【図5】図2に示す形成装置を用いた形成過程の途中の状態を示した図である。

【図6】図2に示す形成装置を用いた形成過程の途中の状態を示した図である。

【図7】図2に示す形成装置を用いた形成過程の変形例を示した図である。

【図8】図2に示す形成装置を用いた形成過程の別の変形例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

〔実施形態1〕

本発明の一実施形態に係る、三次元構造物の形成装置および形成方法について説明するが、まずは、本実施形態における形成装置および形成方法によって形成される三次元構造物の概要を説明する。

10

【0024】

(1) 三次元構造物の概要

図1は、本実施形態が提供する三次元構造物を示す図である。図1の(a)は、三次元構造物の外観図であり、図1の(b)は、図1の(a)の切断線A-A'における三次元構造物の矢視断面の一部分を示す図である。

【0025】

図1に示す三次元構造物5は、上面、下面、および側面が略平面であり、且つ側面から上面にかけて湾曲面であり、また側面から下面にかけて湾曲面である、水平断面が楕円形を有する略円柱形状を有している。なお、三次元構造物の形状は、図1に示す形状に限定されるものではなく、例えば後述する六面体のほか、球型や中空構造やリング構造や蹄鉄型などあらゆる形状であってよい。

20

【0026】

三次元構造物5は、その表層側(外周側)から内側(中心部側)に向かって、第2の透明層4と、着色剤(着色インク)を含むインクによって形成された着色層3と、透明インクによって形成された第1の透明層2(図1の(b))と、白色インク、あるいは光反射性を有するインクから形成された光反射層1(図1の(b))と、造形本体部分を構成する造形層M(図1の(b))とがこの順番で形成されている。すなわち、三次元構造物5は、中心部に在る造形層Mを、光反射層1と、第1の透明層2と、着色層3と、第2の透明層4とがこの順でコーティングしている。

30

【0027】

なお、本実施形態では、造形層Mと光反射層1とを併せて「造形本体部分(造形物)」とみなし、この造形本体部分の表面を、第1の透明層2と、着色層3と、第2の透明層4とを有する「着色部分」が覆っているとみなす。しかしながら、造形本体部分(造形物)は、造形層Mのみによって構成されてもよいし、あるいは、造形層Mを設けずに光反射層1のみで造形本体部分(造形物)を構成してもよい。また、造形本体部分には空洞が設けられていてもよい。

【0028】

また、第1の透明層2を造形本体部分(造形物)の一部とみなしてもよい。また、この場合に、着色層3と、第2の透明層4とを着色部分とみなすことができる。

40

【0029】

また、着色層3のみを着色部分とみなしてもよい。

【0030】

造形層Mと、光反射層1と、第1の透明層2と、着色層3と、第2の透明層4とは、何れも、後述する本実施形態の形成装置60(図2)を用いてインクジェット法を用いてインクを吐出し、これを堆積することによって形成されている。

【0031】

上記インクとしては、紫外線硬化型インクを用いることができる。紫外線硬化型インクを用いれば、短時間で硬化できるため、積層させることが容易であり、三次元構造物をより短時間で製造することができるというメリットがある。紫外線硬化型インクは紫外線硬

50

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または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が挙げられる。

【0032】

なお、本発明は紫外線硬化型インクに限定されるものではなく、例えば熱可塑性インクを用いることができる。熱可塑性インクを用いれば、吐出された加熱インクが室温に冷却することによって硬化する。このとき、より短時間で硬化させるために強制的に冷却する手法を用いてもよい。

10

【0033】

図1の(b)に示す三次元構造物5の断面は、図1の(a)に示すXYZ座標系に関して、三次元構造物5の中央位置においてYZ平面に沿った断面を模式的に描いたものである。

【0034】

三次元構造物5は、図1の(b)に示すように、複数の層5a(1)、5a(2)、5a(3)、5a(4)、5a(5)...をインクジェット法を用いて積層する積層方式によって立体造形された構造物である。なお、図面には、積層方向に沿った軸をZ軸とする座標系を示している。この座標系において、各層5a(1)、5a(2)、5a(3)、5a(4)、5a(5)...は、それぞれXY軸平面に沿って広がっている。なお、積層する層の総数は特に制限はない。

20

【0035】

先述のように中心部に在る造形層Mから、表層側に向かって、光反射層1と、第1の透明層2と、着色層3と、第2の透明層4とがこの順で造形層Mをコーティングした三次元構造物5を、図1の(b)のようにZ軸方向に複数の層にスライスしたかたちで得られる層5a(1)、5a(2)、5a(3)、5a(4)、5a(5)...にはそれぞれ、その積層位置に応じて、造形層Mの一部分(以下、造形層の一部分50)、光反射層1の一部分(以下、光反射層の一部分51)、第1の透明層2の一部分(以下、第1の透明層の一部分52)、着色層3の一部分(以下、着色層の一部分53)または第2の透明層4の一部分(以下、第2の透明層の一部分54)を含む。

30

【0036】

具体的には、図1の(b)に示すように、複数の層5a(1)...のうち、最下位置に在る層5a(20)と、最上位置に在る層5a(1)を、第2の透明層の一部分54のみからなる層とする。そして、これらの層5a(1)、5a(20)の対向側(内側)にそれぞれ、第2の透明層の一部分54が着色層の一部分53の外周に形成された層5a(2)、5a(19)を配置する。さらにその内側に、外周端から中央に向かって第2の透明層の一部分54、着色層の一部分53および第1の透明層の一部分52がこの順で形成された層5a(3)、5a(18)を配置する。さらにその内側に外周端から中央に向かって第2の透明層の一部分54、着色層の一部分53、第1の透明層の一部分52および光反射層1の一部分51がこの順で形成された層5a(4)、5a(17)を配置する。そして、これらに挟まれる中間領域を、外周端から中央に向かって第2の透明層の一部分54、着色層の一部分53、第1の透明層の一部分52、光反射層の一部分51および造形層の一部分50がこの順で形成された層(図1の(b)では層5a(5)...5a(16))を配置する。そして、インクジェット法を用いて最下位置に在る層5a(20)からZ軸方向を上方に向かって最後の最上位置に在る層5a(1)に至るまでを積層方式で形成することによって、図1の(b)に示す積層構造を実現することができる。なお、これら各種の層の配設数は図1の(b)に示したものに限定されるものではない。また、図1の(a)に示す三次元構造物5を積層方式によって立体造形するものであれば、各層5a(1)...の構成は上述したものに限定されない。

40

50

【0037】

図1の(b)に示すように複数の層5a(1)、5a(2)、5a(3)、5a(4)、5a(5)...がZ軸方向に積層されていることにより、各層5a(1)、5a(2)、5a(3)、5a(4)、5a(5)...の第2の透明層の一部分54が概ね三次元構造物5の最外周表面方向に連なって、第2の透明層4を形成している。また、着色層の一部分53を含んでいる各層5a(2)、5a(3)、5a(4)、5a(5)...の着色層の一部分53が概ね三次元構造物5の最外周表面方向に連なって、着色層3を形成している(図1(b)には、巨視的に見た着色画像面を破線で示している)。また、第1の透明層の一部分52を含んでいる各層5a(3)、5a(4)、5a(5)...の第1の透明層の一部分52が概ね三次元構造物5の最外周表面方向に連なって、第1の透明層2を形成している。また、光反射層の一部分51を含んでいる各層5a(4)、5a(5)...の光反射層の一部分51が概ね三次元構造物5の最外周表面方向に連なって、光反射層1を形成している。また、造形層の一部分50を含んでいる各層5a(5)、5a(6)...の造形層の一部分50が積層されて造形層Mを形成している。

10

【0038】

(2)形成装置

図2は、本実施形態における、三次元構造物の形成装置(以下、形成装置と記載する)の主要構成を示した図である。なお、図2には、形成途中の三次元構造物5も併せて図示している。

【0039】

本実施形態の形成装置60は、造形本体部分(造形物)とその表面を着色している着色部分とを含む先述した三次元構造物5を図1の(b)に示した積層構造体として積層方式により形成する装置である。本実施形態の形成装置60は、図2に示すように、記録ユニット10と、制御ユニット20、メンテナンスユニット30、基台40とを備えている。

20

【0040】

(2-1)記録ユニット10

記録ユニット10は、先述した三次元構造物5を積層方式で形成するべく、インクジェット法を用いて先述したインクを吐出するとともに、吐出したインクを硬化させるためのユニットである。

【0041】

図3は、記録ユニット10の具体的構成を図示したものであり、記録ユニット10のインク吐出面(下面)を示している。記録ユニット10は、図3に示すように、キャリッジ13と、インクジェットヘッド11と、UV照射部12とを有している。

30

【0042】

(2-1-1)キャリッジ13

キャリッジ13は、Y軸に沿って往復移動可能であり、インクジェットヘッド11およびUV照射部12を搭載している。キャリッジ13の移動は、後述する制御ユニット20によって制御される。

【0043】

(2-1-2)インクジェットヘッド11

インクジェットヘッド11は、インクジェット法を用いて先述したインクを吐出する。具体的には、インクジェットヘッド11は、図3に示すように、第1インクジェットヘッドノズル部11Aと、第2インクジェットヘッドノズル部11Bと、第3インクジェットヘッドノズル部11Cを有している。

40

【0044】

第1インクジェットヘッドノズル部11Aは、図1の(b)に示した三次元構造物5の一部である造形本体部分(造形物)(図1の(b)に示した造形層の一部分50と光反射層の一部分51)を形成するための造形材であるインク(造形用インク)を吐出する。本実施形態では、造形材として、造形層M(造形層の一部分50)を形成するための造形インクと、光反射層1(光反射層の一部分51)を形成するための白色インクとを用いる。

50

そのため、第1インクジェットヘッドノズル部11Aには、造形インクを吐出する造形インク用ノズル列MAINと、白色インクを吐出する白色インク用ノズル列Wとを有している。造形用インクには、従来周知の造形用インクを用いることができるが、白色インク用ノズル列Wから吐出する白色インクや、後述する透明インク用ノズル列CLから吐出する透明インクを用いることも可能である。

【0045】

第2インクジェットヘッドノズル部11Bは、図1の(b)に示した三次元構造物5の一部である着色部分(図1の(b)に示した第1の透明層の一部分52、着色層の一部分53、第2の透明層の一部分54)を形成するための着色材であるインク(着色インク)を吐出する。本実施形態では、着色材として、イエローインク、マゼンタインク、シアンインク、ブラックインクおよび透明インクとを用いる。そのため、第2インクジェットヘッドノズル部11Bには、イエローインクを吐出するイエローインク用ノズル列Yと、マゼンタインクを吐出するマゼンタインク用ノズル列Mと、シアンインクを吐出するシアンインク用ノズル列Cと、ブラックインクを吐出するブラックインク用ノズル列Kと、透明インクを吐出する透明インク用ノズル列CLとが設けられている。

10

【0046】

第3インクジェットヘッドノズル部11Cは、先述の三次元構造物には構成されないサポート材であるインクを吐出する。そのため、第3インクジェットヘッドノズル部11Cには、光硬化型のサポート材インクを吐出するサポート材インク用ノズル列Sが設けられている。

20

【0047】

ここで、サポート材とは、三次元構造物には構成されないものであるが、三次元構造物の形成過程において三次元構造物を支持あるいは保持するためのものである。支持の一例を挙げると、図1に示す三次元構造物5は、その下半分の形状が、積層方向にしたがって層の径が徐々に広がった形状を有している。例えば、図1の(b)に示す最下位置にある層5a(20)とその上に積層されている層5a(19)との関係を見ても、上層である層5a(19)のほうがXY軸平面方向のサイズが大きく、その外周端部が、下層である層5a(20)の外周端部よりも張り出した構造となっている。

【0048】

この構造をインクジェット法を用いてインクを堆積しながら形成する際、三次元構造物だけを形成しようとする、その張り出した部分の直下に該部分を支える下層がなく、インクは該張り出した部分を形成できずに落下してしまう。そこで、この支えとして機能するのが、サポート材である。要するに、インクが堆積してなるインク堆積物の上に更にインクを堆積させながら層を積層する方式において、下にインク堆積物が無い場合には、このサポート材を用いてサポート材の上に三次元構造物を構成するためのインクを堆積させる。このサポート材を用いた形成方式は、張り出した部分を形成する場合のほかに、アーチ状の構造物を形成する場合にも用いることができる。

30

【0049】

サポート材は、他の機能として、各層5a(1)…の外周端部にインクを堆積させる際に該インクが更に外側に不都合に広がることのないように堰き止める堰き止め機能を有する。そのため、張り出した部分を持たない層を形成する場合にも、該層を積層する際に、該層の外周にサポート材を形成する。

40

【0050】

サポート材は、後工程において除去される。サポート材インクは、水溶性の紫外線硬化樹脂などの従来周知のものを用いることができる。

【0051】

第1インクジェットヘッドノズル部11Aに具備される複数のノズル列と、第2インクジェットヘッドノズル部11Bに具備される複数のノズル列と、第3インクジェットヘッドノズル部11Cに具備されるノズル列とは、記録ユニット10の走査方向(Y軸方向)に沿って配列している。すなわち、図3に示すように、イエローインク用ノズル列Yと、

50

マゼンタインク用ノズル列Mと、シアンインク用ノズル列Cと、ブラックインク用ノズル列Kと、透明インク用ノズル列CLと、白色インク用ノズル列Wと、造形インク用ノズル列MAINと、サポート材インク用ノズル列Sとが、この順でY軸方向に沿って配列している。

【0052】

なお、各ノズル列は、図3に示すように複数のノズル孔をX軸方向に配列している。これら複数のノズル孔の一部のノズル孔のみからインクを吐出することがあってもよい。また、ノズル列の配列順や数も、図3に示すものに限定されない。

【0053】

記録ユニット10は、これら複数のノズル列各々をキャリッジ13に搭載しているため、キャリッジ13の移動に伴うY方向への移動時に複数のノズル列から紫外線硬化型インクをZ軸方向に吐出(滴下)することが可能となっている。

【0054】

(2-1-3) UV照射部12

UV照射部12は、インク硬化用の光源を有した複数の照射器12Aを有しており、これをキャリッジ13に搭載されている。具体的には、UV照射部12は、Y軸方向に沿って配列した3つの照射器12Aを有している。キャリッジ13には、図3の紙面右側から左側に向かってY軸方向に沿って、照射器12A、第3インクジェットヘッドノズル部11C、第1インクジェットヘッドノズル部11A、照射器12A、第2インクジェットヘッドノズル部11B、照射器12Aがこの順で配列している。このように、全てのノズル列がY方向に配列して設けられているため、一回のY方向への移動で一層を構成する全てのインクを吐出することが可能であるとともに、吐出と同時に紫外線照射もおこなうため、吐出と硬化を同じタイミングでおこなうことができる。

【0055】

また、本実施形態の特徴的構成の一つとしては、一走査を終えて形成された一つの層の上面に、高低差が所定値である凹凸が形成されている場合に、記録ユニット10が、該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させて、該層の上面の凹凸の高低差を小さく点にある。特に本実施形態では、高低差が所定値である凹凸が形成されている上面のなかで高さが最も低い位置に、追加でインクを堆積させる。以下に、この特徴的構成について詳述する。

【0056】

ここで、一つの層の上面に形成される凹凸について、説明する。図1の(b)に示した積層構造は、いずれの層もXY平面に沿って平坦で、各層の上面および下面は各々の全領域にわたって水平面を構成し、層厚は層の全領域に渡って一定であるように示しているが、これは模式的に示したものであり、理想形であるといえる。実際には、インクを硬化させるタイミングや硬化条件によって、一つの層の中で上面に凹凸が生じることがある。特に、図1の(b)における層5a(2)~層5a(19)のように、一つの該層の中に複数の互いに異なるインク堆積領域(第2の透明層の一部分54、着色層の一部分53、第1の透明層の一部分52、光反射層1の一部分51、造形層の一部分50)が形成されている場合に、異なるインク堆積領域の間で凹凸が生じる。例えば図4は、図1の(b)に示す上から五層目の層5a(5)の上面図と、層5a(5)の外周に形成されるサポート材の一部分66の上面とを示している。なお、便宜上、ここでは、サポート材の一部分66を含めて一つの層(層5a(5))として説明する。層5a(5)は、その中心部から外周端部に向かって、造形層の一部分50、光反射層1の一部分51、第1の透明層の一部分52、着色層の一部分53、第2の透明層の一部分54、サポート材の一部分66(それぞれがインク堆積領域)がこの順で配置している。このように異なるインク堆積領域が一つの層に形成される場合、インク堆積領域間で層厚が異なる場合があり、それは、層5a(5)の上面において凹凸となる。

【0057】

インク堆積領域間で層厚が異なる主な原因、すなわち上面に凹凸が形成される主な原因

10

20

30

40

50

は、インクの種類によって、インクジェットヘッドから吐出されるインク滴量などのインク吐出条件が異なること、また、インクの種類によって、インク自体の硬化収縮の度合いが異なること、また、硬化のタイミングや硬化条件などがインク堆積領域間で異なることが挙げられる。また、インク堆積領域間で、解像度を異ならせるためにインク吐出条件に違いを設ける場合もある。例えば、着色層3を造形層Mに比べて高解像度にする場合がある。一例としては、着色層3（着色層の一部分53）を1200dpiの解像度でインクを堆積させ、造形層M（造形層の一部分50）を600dpiの解像度でインクを堆積させる。このようにインク堆積領域間で解像度が異なる場合にも、上面に凹凸が形成されることがある。

【0058】

凹凸が生じると、その上に積層する新たな層にも凹凸が影響して、完成品である三次元構造物5の形状や色調に不具合を生じる虞がある。また、上に積層する新たな層自体にも凹凸が生じると、積層するにしたがって最上面に形成される凹凸の段差（高低差）は大きくなってしまう。

【0059】

そこで、図5は、本実施形態において、その解決策を示したものである。なお、図5は、説明の便宜上、図1の(b)に示した積層構造のうちの一部である積層構造の中段に形成されている四層（層5a(9)～層5a(12)）のみを取り上げて、解決策を説明する。

【0060】

図5に示す四層（層5a(9)～層5a(12)）は、何れも、先に説明した複数のインク堆積領域を有しており、各層において同じインク堆積領域同士が積層方向に重畳している。なお、図5には、サポート材の一部分66が各層の外周に沿って形成されている様子を示しており、サポート材の一部分66同士も積層方向に重畳している。

【0061】

この四層のうち最も下位にある層5a(12)およびその外周にあるサポート材の一部分66をみると、その上面が平坦で無く凹凸形状となっていることがわかる。なお、説明の便宜上、層5a(12)およびその外周にあるサポート材の一部分66の下面は、凹凸形状が無く平坦であるとする。上面の凹凸形状について詳細をみると、造形層の一部分50の上面よりも光反射層1の一部分51の上面のほうが低い。また、光反射層1の一部分51の上面よりも第1の透明層の一部分52の上面のほうが高い。また、第1の透明層の一部分52の上面よりも着色層の一部分53の上面のほうが高い。また、着色層の一部分53の上面よりも第2の透明層の一部分54の上面のほうが低い。そして、第2の透明層の一部分54の上面よりも、サポート材の一部分66の上面のほうが高い。すなわち、層厚にばらつきがある。最も下位にある層5a(12)およびその外周のサポート材の一部分66で言えば、造形層の一部分50の層厚が最も厚く、その上面はインク堆積領域のなかで最も高い位置にある。一方、第2の透明層の一部分54の層厚が最も薄く、その上面はインク堆積領域のなかで最も低い位置にある。

【0062】

このように層厚にばらつきが生じるのは、先述のような原因によるものである。たとえば、単位面積当たりのインク吐出量を層の全領域において等しくしたとしても、硬化収縮の差などによってインク堆積領域同士の堆積物として単位面積当たりで比較すると差が生じ、これが層厚の差として現れている。

【0063】

そして、異なる層同士の間でも同種のインク堆積領域は同じ層厚で形成される。そのため、一つの層だけでみれば凹凸の段差は微差であったとしても、層5a(9)～層5a(12)を積層すると、その段差（高低差）は大きくなる。すなわち、四層のうち最も下位にある層5a(12)およびその外周にあるサポート材の一部分66の上面をみると、凹凸の段差は僅かであるが、四層のうち最も上位にある層5a(9)およびその外周にあるサポート材の一部分66の上面をみると、凹凸の段差は大きくなっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

そこで、本実施形態では、上面に現れる凹凸のなかで最も高い位置と最も低い位置との高低差が、該最も低い位置に堆積している（該最も低い位置に構成されている）インク堆積領域の一層分の層厚（一回の走査で堆積する層厚）であると、該最も低い位置に、該最も低い位置に堆積しているインクと同じインクを追加で吐出して堆積させる。これにより、凹凸の高低差を小さくすることができる。本実施形態では、追加で堆積させることにより、最も低い位置であった箇所の上表面は、最も高い位置と等しくなる。

【 0 0 6 5 】

図5を用いてより具体的に説明すると、図5の例では、記録ユニット10が一走査をおこなって四層のうちの最も上位にある層5a(9)を積層した時点で、図5中に太線で示した層5a(9)の上面に形成された凹凸のなかで最も高い位置にある造形層の一部分50と、最も低い位置にある第2の透明層の一部分54との高低差が、第2の透明層の一部分54の一層分の層厚D1である。そこで、図5の例では、層5a(9)に含まれている第2の透明層の一部分54に、追加で第2の透明層の一部分54を構成するインクを堆積させる（図5における54d）。

10

【 0 0 6 6 】

図5の例では、追加される第2の透明層の一部分54を構成するインクは、次回以降の記録ユニット10走査時に、層5a(9)に含まれている第2の透明層の一部分54を形成する第2インクジェットヘッドノズル部11Bの透明インク用ノズル列CLから吐出される。

20

【 0 0 6 7 】

ここで、図5の例において、上面の凹凸の最も低い位置にある第2の透明層の一部分54において、最も高い位置との高低差が第2の透明層の一部分54の一層分の層厚D1であるか否かは、一つの層に含まれる複数のインク堆積領域の層厚に関する情報と、先述のパターンデータとに基づいて、三次元構造物を形成する前に演算して求めることができる。そのため、演算結果から、層5a(9)を積層した後に追加でインクを堆積させるように記録ユニット10を制御すればよい。その制御は、制御ユニット20においておこなうことができる。

【 0 0 6 8 】

なお、図5の例では、上面の凹凸の最も低い位置に第2の透明層の一部分54があるが、本発明はこれに限定されるものではない。本実施形態の本質は、積層した層の上表面に、最も高い位置と最も低い位置との高低差が所定値である凹凸が形成されている場合に、該最も低い位置を構成している（つまり、該最も低い位置に既に堆積している）インク堆積物を構成するインクと同じインクを該最も低い位置に追加で吐出して、高低差を小さくするというものである。

30

【 0 0 6 9 】

すなわち、最も低い位置は第2の透明層の一部分54に限らない。例えば、最も低い位置が造形層の一部分50である場合には、造形層の一部分50を構成するインク（造形用インク）を、最も低い位置にある造形層の一部分50に、追加で堆積する。このとき、高低差（所定値）は、造形層の一部分50の一層分の層厚である。追加で堆積させることにより、最も低い位置にあった造形層の一部分50の上表面が持ち上がって、上面全体の凹凸の高低差が小さくなる。

40

【 0 0 7 0 】

同様に、最も低い位置がサポート材の一部分66であってもよい。最も低い位置がサポート材の一部分66である場合には、サポート材の一部分66を構成するインク（サポート材用インク）を、最も低い位置にあるサポート材の一部分66に、追加で堆積する。このとき、高低差（所定値）は、サポート材の一部分66の一層分の層厚である。追加で堆積させることにより、最も低い位置にあったサポート材の一部分66の上表面が持ち上がって、上面全体の凹凸の高低差が小さくなる。

【 0 0 7 1 】

50

すなわち、後述する制御ユニット20は、各インク堆積領域の一層分の層厚に基づいて、演算をおこなって、その演算結果に基づいて、何層目の層を積層したときに何処にどのインクを追加で堆積させるかを特定することができる。制御ユニット20は、これに基づいて、記録ユニット10を制御する。

【0072】

(2-2) 制御ユニット20

制御ユニット20は、図2に示すように、インク吐出を制御する吐出制御部21と、記録ユニット10のUV照射部12のUV照射を制御する照射制御部22と、記録ユニット10のキャリッジ13の移動(走査)を移動制御部23とを有している。

【0073】

吐出制御部21は、記録ユニット10の第1インクジェットヘッドノズル部11Aと、第2インクジェットヘッドノズル部11Bと、第3インクジェットヘッドノズル部11Cとからのインク吐出を制御するためにある。インク吐出を制御することにより、吐出タイミング、吐出滴量、および吐出力などを適切なものに調整することができる。吐出タイミングは、図示しない電源からのインクジェットヘッド11への電圧印加タイミングを制御することによっておこない、吐出滴量および吐出力は、インクジェットヘッド11のインクを吐出するノズルへの電圧印加量を制御することによりおこなう。

【0074】

吐出制御部21には、図示しない記憶部が設けられており、この記憶部には、三次元構造物の形状データ(着色部分を形成するための入力データも含む)等が記憶される。三次元構造物の形状データとは、最終製品の外観内観のデザイン・機構等を三次元CADによってデータ化した後、コンピュータによって該データをスライスして薄板を重ね合わせるような多層型のパターンデータである。なお、この三次元構造物の形状データは、吐出制御部21の外部から取得するものであってもよいし、記憶部に予め記憶されているものであってもよいし、あるいは、吐出制御部21の外部から取得した情報に基づいて吐出制御部21が生成するものであってもよい。また、本実施形態では、このパターンデータに、サポート材の形成データも含まれているものとする。

【0075】

吐出制御部21は、このパターンデータに基づいて、インクジェットヘッド11の第1インクジェットヘッドノズル部11A、第2インクジェットヘッドノズル部11Bおよび第3インクジェットヘッドノズル部11Cのノズル列のノズルからのインクの吐出、その吐出量およびその吐出力を制御する。

【0076】

そして、本実施形態において特徴的なのは、制御ユニット20が、記録ユニット10を制御して、先述したインクの追加堆積をおこなわせることにある。

【0077】

具体的には、制御ユニット20は、第1インクジェットヘッドノズル部11A、第2インクジェットヘッドノズル部11Bおよび第3インクジェットヘッドノズル部11Cのノズル列のノズルからのインクの単位面積当たりの吐出量、および各インクの硬化後の堆積量に基づいて、各層について、最も高い位置と最も低い位置とを特定するとともに、その高低差を特定する。

【0078】

これにより、制御ユニット20は、何層目に積層する層の上面に、その層の最も低い位置を構成するインク堆積領域の一層物の層厚に相当する高低差を有する凹凸が形成されるかを特定することができる。

【0079】

制御ユニット20は、その特定した情報に基づいて、吐出制御部21と、照射制御部22と、移動制御部23とを介して記録ユニット10を制御して、追加で堆積させるインクの吐出と、それをおこなうための記録ユニット10の走査と、吐出したインクの硬化とをおこなわせる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

図5の例では、制御ユニット20が、層5a(9)を積層すると層5a(9)の上面の凹凸の最も低い位置にある第2の透明層の一部分54において、その高低差が第2の透明層の一部分54の一層分の層厚D1となることを三次元構造物の形成前に特定する。そして、これに基づいて、制御ユニット20は、三次元構造物の形成途中において、記録ユニット10が層5a(9)を積層すると、層5a(9)の第2の透明層の一部分54に、第2の透明層の一部分54を構成するインクを追加で吐出するように記録ユニット10を制御する。なお、追加で堆積した部分も含めて層5a(9)とみなしてよい。図5には図示していないが、追加で堆積した部分も含めた層5a(9)に、新たな層5a(8)が積層される。

10

【 0 0 8 1 】

(2 - 3) メンテナンスユニット30

メンテナンスユニット30は、記録ユニット10のインクジェットヘッド11をメンテナンスするためにある。具体的には、インクジェットヘッド11に設けられた第1インクジェットヘッドノズル部11A、第2インクジェットヘッドノズル部11Bおよび第3インクジェットヘッドノズル部11Cのノズル吐出面に対して、メンテナンスユニット30は、ワイピング、キャッピング、および各ノズル列からのインクのフラッシングのうちの少なくとも1つをおこなう。なお、従来周知のインクジェット法を用いたインク吐出装置に設けられたメンテナンス機構を採用することができる。

20

【 0 0 8 2 】

メンテナンスユニット30は、図2に示すように、記録ユニット10が三次元構造物を形成する領域から離れた箇所に配設されている。記録ユニット10は、三次元構造物を形成していない間に、移動制御部23による制御を受けて該箇所に移動して、メンテナンスユニット30からメンテナンスを受ける。メンテナンスユニット30は、記録ユニット10のY軸方向の走査経路上に配設されていることが好ましい。本実施形態では、メンテナンスユニット30が、記録ユニット10がY軸方向に沿って正方向に移動する先に在るように配設されている。

【 0 0 8 3 】

(2 - 4) 基台40

基台40は、記録ユニット10のインクジェットヘッド11から吐出されたインクを堆積させるプレート状のステージである。基台40上に、図2に示すように三次元構造物5が形成されるとともに、先述した予備的に吐出されたインクが堆積する。

30

【 0 0 8 4 】

基台40の上面に記録ユニット10の下面を対向配置し、先述のように、記録ユニット10をY軸方向に往復移動させてその移動中にインクを吐出させることにより、基台40の上面に沿って広がる層5a(20)を最下位置の層として、複数層(本実施形態では全20層)積層することができる。

【 0 0 8 5 】

なお、本実施形態では、基台40の位置は固定されており、記録ユニット10のみが移動する態様について説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、記録ユニット10と、基台40との相対位置が所定方向に変化すればよい。記録ユニット10がXYZ座標系において所定方向に移動してもよいし、基台40をXYZ座標系において所定方向に移動させてもよく、どちらがおこなってもよい。

40

【 0 0 8 6 】

(3) 形成方法(形成装置の動作)

以下に、形成装置60の動作と併せて、三次元構造物5の形成方法を説明する。

【 0 0 8 7 】

本実施形態の形成方法の特徴としては、記録ユニット10を一走査させて該一走査させている間に各種インクを吐出して一つの層を形成する記録工程を含み、上記記録工程には、一走査して形成された層の上面に、高低差が所定値である凹凸が形成される場合に、記

50

録ユニット 10 によって、該上面のなかで高さが最も低い位置にインクを追加で堆積させる追加堆積工程が含まれる点にある。また、本実施形態の形成方法には、記録ユニット 10 をメンテナンスユニット 30 によってメンテナンスするメンテナンス工程も含む。

【0088】

記録工程では、記録ユニット 10 を一走査させて、該一走査させている間に記録ユニット 10 から各種インクを吐出して一つの層（層 5 a (20) ... のいずれか）を形成する。なお、積層が進み、適当なタイミングで、記録ユニット 10 は、Z 軸方向を負方向に沿って移動する。

【0089】

メンテナンス工程では、記録ユニット 10 は Y 軸方向に一往復する度（これにより二つの層が形成される）に、メンテナンスユニット 30 によって先述のメンテナンスを受ける。図 2 では、紙面の左右方向が、Y 軸方向に相当し、紙面右側に在るメンテナンスユニット 30 の位置において記録ユニット 10 がメンテナンスを受ける。メンテナンス工程においてメンテナンスが終わると、記録ユニット 10 が Y 軸に沿って負方向に走査を開始する。走査の開始および走査時の移動速度等については、制御ユニット 20 の移動制御部 23 が、記録ユニット 10 を制御しておこなう。

10

【0090】

そして、追加堆積工程では、記録ユニット 10 によって、該上面のなかで高さが最も低い位置にインクを追加で堆積させる。先述のように、これは、制御ユニット 20 による制御のもとでおこなわれる。

20

【0091】

具体的には、制御ユニット 20 は、第 1 インクジェットヘッドノズル部 11 A、第 2 インクジェットヘッドノズル部 11 B および第 3 インクジェットヘッドノズル部 11 C のノズル列のノズルからのインクの単位面積当たりの吐出量、および各インクの硬化後の堆積量と、先述のパターンデータとに基づいて、各層について、上面の凹凸の最も高い位置と最も低い位置とを特定するとともに、その高低差を特定する。

【0092】

これにより、制御ユニット 20 は、何層目に積層する層の上面に、その層の最も低い位置を構成するインク堆積領域の一層物の層厚に相当する高低差を有する凹凸が形成されるかを特定することができる。

30

【0093】

制御ユニット 20 は、その特定した情報に基づいて、吐出制御部 21 と、照射制御部 22 と、移動制御部 23 とを介して記録ユニット 10 を制御して、追加で堆積させるインクの吐出と、それをおこなうための記録ユニット 10 の走査と、吐出したインクの硬化とをおこなわせる。

【0094】

制御ユニット 20 のより詳細な制御フローを説明すると、まず、制御ユニット 20 は、各インク堆積領域の一層分の層厚に関する情報を取得する。

【0095】

そして、制御ユニット 20 は、取得した情報と、パターンデータとに基づいて、各層について、その上面に形成される凹凸のなかで最も高い位置と最も低い位置との高低差が、該最も低い位置に堆積している（該最も低い位置に構成されている）インク堆積領域の一層分の層厚であるか否か（所定値であるか否か）を判定する。一層分の層厚としては、例えば、数 μm ~ 30 μm である。

40

【0096】

そして、制御ユニット 20 は、判定の結果、高低差が、該最も低い位置に堆積している（該最も低い位置に構成されている）インク堆積領域の一層分の層厚であるという判定結果となる層について、該層の形成後に、該層の上面に形成された凹凸のうちの最も低い位置に、該最も低い位置に堆積しているインクが追加で堆積されるように、吐出制御部 21 と、照射制御部 22 と、移動制御部 23 とを介して記録ユニット 10 のインク吐出と走査

50

と硬化とを制御する。

【0097】

なお、本実施形態の制御ユニット（特に吐出制御部21、照射制御部22および移動制御部23）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。後者の場合、形成装置60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（通信ネットワークや放送波等）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。

10

【0098】

（4）三次元構造物のその他

三次元構造物5に関して、上記では概要のみを説明したので、三次元構造物5のその他の構成について図1の（b）を用いて以下に説明する。

20

【0099】

各層5a（1）...のZ方向の厚さ（高さ）は、積層数等により適宜設定することができる。本実施形態ではインクジェット法を用いて積層するため、その積層方法において実現可能な層5a（1）...のZ方向の厚さを考慮すれば良い。1つの層5a（1）...のZ方向の厚さは主に着色層3の減法混色による多色形成に適切な値で5 μ m～50 μ mの範囲である。また、本実施形態では紫外線硬化型インクをインクジェット法で層形成するため、各層5a（1）...の厚さはインク滴の大きさに依り5 μ m～20 μ mとすることができ、好ましい範囲は10 μ m～25 μ mである。

【0100】

以下に、光反射層1（光反射層の一部分51）と、第1の透明層2（第1の透明層の一部分52）と、着色層3（着色層の一部分53）と、第2の透明層4（第2の透明層の一部分54）とについて、それぞれ説明する。

30

【0101】

光反射層1（光反射層の一部分51）

光反射層1（光反射層の一部分51）は、光反射性を有する層であり、光反射層1の少なくとも着色層側の表面において可視光の全領域の光を反射することができる光反射性を有している。

【0102】

光反射層1（光反射層の一部分51）は、白色顔料を含むインク（白色インク）から形成することができる。白色インクから形成することにより、光反射層1において三次元構造物の表層側から入った光を良好に反射し、減法混色による着色を実現することができる。なお、白色でなくとも、金属粉末を含んだインクなどの光反射性を有するインクから形成されるそうであってもよい。

40

【0103】

光反射層1の厚さは最小で5 μ m～20 μ mとすることができる。ここでいう光反射層1の厚さとは、層5a（4）...に含まれる光反射層の一部分51の外周端側から中心側方向に沿った幅と同じである。なお、本発明はこの数値範囲に限定されるものではない。

【0104】

第1の透明層2（第1の透明層の一部分52）の構成

第1の透明層2（第1の透明層の一部分52）は、透明インクから形成される。

50

【0105】

ここで、本願明細書における「透明インク」とは、単位厚さ当たりの光透過率が50%以上である透明層を形成することができるインクであれば良い。透明層の単位厚さ当たりの光透過率が50%を下回ると、光の透過が不都合に阻止されて、造形物が減法混色による所望の色調を呈することができないため望ましくない。また、好ましくは、透明層の単位厚さ当たりの光透過率が80%以上となるインクを用い、透明層の単位厚さ当たりの光透過率が90%以上となるインクを用いることがより好ましい。

【0106】

光反射層1（光反射層の一部分51）と、着色層3（着色層の一部分53）との間に第1の透明層2（第1の透明層の一部分52）を配設することにより、着色層3を形成する着色インクと光反射層1を形成するインクとが混じり合うことを回避することができる。仮に、着色層を形成する着色インクが、第1の透明層を形成する透明インクと混じり合っても着色層3の色は失われないので色調に不都合な変化を生じさせることはない。したがって、着色層3において所望の色調（加飾）を呈した造形物を実現することができる。

10

【0107】

第1の透明層2の厚さは、5 μ m～20 μ mとすることができる。ここでいう第1の透明層2の厚さとは、層5a（3）...に含まれる第1の透明層の一部分52の外周端側から中心側方向に沿った幅と同じである。なお、本発明はこの数値範囲に限定されるものではない。

【0108】

着色層3（着色層の一部分53）

着色層3（着色層の一部分53）の形成に用いられるインクは、着色剤を含有する着色インクを含む。

20

【0109】

着色インクとしては、イエロー（Y）、マゼンタ（M）およびシアン（C）、ブラック（K）、各々の淡色のインクが含まれるが、これに限定されるものではなく、赤（R）、緑（G）、青（B）や、オレンジ（Or）等を加えても良い。また、メタリックやパールや蛍光体色を使用することも可能である。所望の色調を表現するべく、これらの着色インクの種類または複数種類を用いる。

【0110】

ところで、着色層3（着色層の一部分53）を形成するために用いられる着色インクの量は、所望の（呈したい）色調によればらつきがある。そのため、低濃度の明るい色調の場合は着色インクのみでは着色層3（着色層の一部分53）のインク充填密度が所定のインク充填密度を満たすに至らず、Z方向の高さに凹凸が形成される場合や、X、Y方向に沿った途中に着色インクが無い凹みが形成される場合がある。何れの場合も、本実施形態のように積層方式によって形成される造形物には不都合な凹凸を生じることになり、好ましくない。特に、図1の（b）に示す積層構造の真ん中付近の垂直な造形面では、誤差拡散法によるインク形成で、着色層3の一つの断面が縦横各々のインク滴二滴の計四滴の充填密度の場合で、着色インクの数最大（最高濃度）で四滴、最小（濃度ゼロ、つまり白色）でゼロとなるので、最小の場合は四滴分の隙間の空間を形成してしまう場合があり、造形面からも色調面からも大きく品質を損なう。

30

40

【0111】

そこで、本実施形態では、着色インクのみでは着色層3（着色層の一部分53）のインク充填密度が所定のインク充填密度を満たさない箇所について、補填インクによって着色層3（着色層の一部分53）のインク充填密度を補填することをおこなう。すなわち、着色層3（着色層の一部分53）を、着色インクと補填インクの合算の密度（インク滴の数）を一定となるように形成する。これにより、上述した凹みの発生を回避して、三次元構造物5の形状をち密に造形することができる。

【0112】

着色インクの吐出量、着色インクに構成される各色インクの着弾位置は予めわかっている

50

るため、これらを考慮すれば補填インクの補填量と補填位置（着弾位置）を判断することができる。該判断は、インクジェットヘッドまたは制御ユニット20（図2）、あるいは他の制御手段においておこなうことができる。

【0113】

また、補填インクによりインク充填密度を補填することにより、着色層3で形成される面が平坦になるために光沢感を持たせることができる。

【0114】

補填インクは、着色層3（着色層の一部分53）に呈されるべき色調に悪影響を与えないインクであればよく、一例としては、第1の透明層2（第1の透明層の一部分52）および第2の透明層4（第1の透明層の一部分54）において用いる透明インクを採用する

10

【0115】

着色層3の厚さは、例えば5 μ m～20 μ mとすることができる。ここでいう着色層3の厚さとは、各層5a（2）...に含まれる着色層の一部分53の外周端側から中心側方向に沿った幅と同じである。

【0116】

なお、本実施形態では着色層3に基づいて説明しているが、本発明は着色層に限定されるものではなく、加飾層であれば特に制限はない。

【0117】

第2の透明層4（第2の透明層の一部分54）の構成

20

第2の透明層4（第2の透明層の一部分54）は、第1の透明層2（第1の透明層の一部分52）において説明した透明インクを用いて形成される。なお、第2の透明層4と第1の透明層2とは同一種の透明インクを用いても形成されても良く、異種の透明インクを用いても形成されても良い。

【0118】

第2の透明層4の厚さは、例えば10 μ m以上とすればよく、上限値については、三次元構造物5の外形の大きさに応じて適宜変更することができる。ここでいう第2の透明層4の厚さとは、第2の透明層の一部分54を含む各層5a（1）...の外周端側から中心側方向に沿った第2の透明層の一部分54の幅と同じである。

【0119】

30

第2の透明層4は、着色層3の保護層としての機能を有するだけでなく、積層方式を採用している本発明（本実施形態）において、三次元構造物をち密に製造することを可能にするという優位な効果を奏する。すなわち、仮に着色層3が三次元構造物5の最表層を構成している場合、つまり着色層の一部分53を有する層において仮に着色層の一部分53が最も端部に位置している場合には、着色層3（着色層の一部分53）が精度よく形成できない虞がある。しかしながら、本実施形態のように三次元構造物5の最表層に第2の透明層4（第2の透明層の一部分54）が形成されていることにより、着色層3（着色層の一部分53）が精度よく形成されることから、第2の透明層4（第2の透明層の一部分54）によって、所望の色調を呈することに寄与できる。

【0120】

40

また、仮に着色層3が三次元構造物5の最表層を構成している場合は、着色層3がむき出しになるので、擦れによる脱色や、紫外線による退色が起き易くなる。しかしながら、本実施形態のように三次元構造物5の最表層に第2の透明層4（第2の透明層の一部分54）が形成されていることにより、脱色や退色を防止することができる。

【0121】

〔実施形態2〕

上記の実施形態1では、最も低い位置に、該最も低い位置を構成しているインクと同じ種類のインクを追加で堆積させる態様について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本実施形態2では、最も低い位置を構成しているインクとは異なる種類のインクを、該最も低い位置に追加で堆積させる態様について説明する。なお、説明の便宜上

50

、実施形態 1 にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【 0 1 2 2 】

図 6 は、本実施形態 2 の態様を説明する図であり、実施形態 1 の図 5 に相当する。なお、図 6 においても、図 5 と同様に、説明の便宜上、図 1 の (b) に示した積層構造のうちの一部である積層構造の中段に形成されている四層 (層 5 a (9) ~ 層 5 a (1 2)) のみを取り上げて説明する。

【 0 1 2 3 】

図 6 に示す例では、図 6 に示す四層 (層 5 a (9) ~ 層 5 a (1 2)) のうちの最も上位にある層 5 a (9) を積層した時点で、図 6 中に太線で示した層 5 a (9) の上面に形成された凹凸のなかで最も高い位置にあるのが造形層の一部分 5 0 であり、最も低い位置にあるのが着色層の一部分 5 3 であり、最も高い位置と最も低い位置との高低差は高さ D 2 である。

【 0 1 2 4 】

そして、本実施形態 2 では、最も低い位置にある着色層の一部分 5 3 に、透明インク 5 3 0 を追加で堆積させる。この透明インク 5 3 0 は、上記実施形態 1 において図 3 を用いて説明した記録ユニット 1 0 の第 2 インクジェットヘッドノズル部 1 1 B の透明インク用ノズル列 C L から吐出される。すなわち、高さ D 2 は、記録ユニット 1 0 が一走査する間に透明インク用ノズル列 C L から吐出される透明インクの一層分の層厚に相当する。

【 0 1 2 5 】

このように、最も低い位置にある着色層の一部分 5 3 に、透明インク 5 3 0 が追加堆積することにより、凹凸の高低差を小さくすることができる。

【 0 1 2 6 】

また、追加で堆積させるインクは透明インクであるため、追加堆積をおこなう層自体の色調 (図 6 でいえば、層 5 a (9) が、層 5 a (9) に含まれる着色層の一部分 5 3 によって呈する色調) に影響を与えることがない。

【 0 1 2 7 】

〔 実施形態 3 〕

上記の実施形態 1 では、追加堆積をおこなう態様について説明について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本実施形態 3 では、追加堆積に加えて、追加堆積後の層の上面をローラーによって均す。これにより、より一層、上面の平坦化を実現することができる。

【 0 1 2 8 】

すなわち、本実施形態 3 では、実施形態 1 において説明した形成装置に、ローラーが更に具備されている。

【 0 1 2 9 】

ローラーは、層を積層する度に、該層の上面に、ローラーの外周面を接触させて、上面上を転がる構成となっている。

【 0 1 3 0 】

ローラーは、層の上面に対して所定の押圧力をかけながら上面上を回転移動することから、上面に形成される凹凸を均すことができる。

【 0 1 3 1 】

本実施形態 3 では、実施形態 1 において説明した追加堆積後に、その上面をローラーによって均す。追加堆積によって既に凹凸の段差が緩和された上面を、ローラーによって平坦に均すことから、追加堆積をおこなわずに高低差が大きい凹凸面をローラーによって均す場合と比較して、層の変形を防ぐことができる。また、実施形態 1 の態様に比べて、ローラーによる平坦化を付加したことにより、より一層の平坦化を実現し、精度良く三次元構造物を形成することができるというメリットがある。

【 0 1 3 2 】

〔 実施形態 4 〕

上記の実施形態 1 では、追加堆積をおこなう箇所を、各インク堆積領域の層厚に関する情報と、パターンデータとに基づいて演算によって求める態様について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本実施形態 4 では、三次元構造物の形成過程で、層を積層する度に、該層の上面を計測して、凹凸の存在および凹凸の高低差を計測して、追加堆積をおこなう箇所を特定する。

【 0 1 3 3 】

すなわち、本実施形態 4 では、実施形態 1 において説明した形成装置に、上述した計測をおこなう計測ユニットが更に具備されている。

【 0 1 3 4 】

計測ユニットは、例えば、いわゆるカメラのような撮像部と、該撮像部から得られる画像を解析する解析部とを有している。

10

【 0 1 3 5 】

撮像部によって、層の上面を撮影し、画像から凹凸の存在および凹凸の高低差を計測し、形成の最中に、追加堆積をおこなうか否かの判定をおこなう。

【 0 1 3 6 】

このように計測することによっても、実施形態 1 と同様に、追加堆積をおこなって、凹凸の高低差を小さくすることができる。

【 0 1 3 7 】

〔実施形態 5〕

本実施形態 5 では、図 2 に示した形成装置 6 0 において、記録ユニット 1 0 がメンテナンスユニット 3 0 によるメンテナンスを受ける位置から、記録ユニット 1 0 が三次元構造物を構成する層 5 a (2 0) ... の形成を開始する位置までの間に、層形成に用いるインクを記録ユニット 1 0 から予備的に吐出する予備吐出工程を含む。ここで、「予備的に吐出」とは、層 5 a (2 0) ... を形成する前に、層 5 a (2 0) ... の形成に用いるインクを層 5 a (2 0) ... を形成しない箇所（領域）に吐出するという意味である。すなわち、予備的に吐出されたインクは、三次元構造物 5 を構成しない。

20

【 0 1 3 8 】

ここで、図 7 は、図 1 の (b) に示す上から五層目の層 5 a (5) を記録ユニット 1 0 が形成する過程を示している。

【 0 1 3 9 】

図 7 では、記録ユニット 1 0 が、メンテナンスを受ける位置から Y 軸方向を負方向に沿った一走査を開始して、層 5 a (6) の上に更に層 5 a (5) を積層しようとする段階を図示している。層 5 a (5) を形成するためにおこなう一走査中において、層 5 a (5) の形成を開始する前、より具体的には層 5 a (5) の中でも最も先に形成されるサポート材の一部分 6 6 が形成される前に、予備吐出工程をおこなう。

30

【 0 1 4 0 】

予備吐出工程では、記録ユニット 1 0 の第 1 インクジェットヘッドノズル部 1 1 A、第 2 インクジェットヘッドノズル部 1 1 B、および第 3 インクジェットヘッドノズル部 1 1 C の各インク列の全ノズルからインクを吐出する。吐出された各種インクは、層 5 a (5) (正確には、層 5 a (5) が形成される予定の領域) よりも Y 軸方向の正方向側において、基台 4 0 に着弾する (図 7 中の予備吐出堆積物 7) 。

40

【 0 1 4 1 】

予備吐出後に、更に記録ユニット 1 0 の走査位置が進み、形成済みの層 5 a (6) の外周に形成されたサポート材の一部分 6 6 の上に、層 5 a (5) の外周に相当する位置にサポート材の一部が積層され、続いて、Y 軸方向を負方向に沿って、第 2 の透明層の一部分 5 4、着色層の一部分 5 3、第 1 の透明層の一部分 5 2、光反射層の一部分 5 1 および造形層の一部分 5 0 が形成され、層 5 a (5) のうち、Y 軸方向の最も負側の端部を構成する第 2 の透明層の一部分 5 4 を形成して、一つの層 5 a (5) が完成する。そして引き続いて、層 5 a (5) の外周にサポート材の一部分 6 6 を形成して、一走査が完了する。

【 0 1 4 2 】

50

本実施形態では、一つの層 5 a (5) を完成させて Y 軸方向の負側において一走査を終えた記録ユニット 1 0 は、Y 軸方向を正方向に移動して、層 5 a (5) の上に図示しない層 5 a (4) (図 1 の (b)) を積層する記録工程をおこなう。

【 0 1 4 3 】

そして、層 5 a (4) およびその外周のサポート材の一部分 6 6 の形成が完了すると、記録ユニット 1 0 は、層 5 a (3) の形成開始 (正確には、層 5 a (3) の外周のサポート材の一部分 6 6 の形成開始) 前に、先述と同様に予備吐出工程をおこない、インクを予備的に吐出した後に、層 5 a (3) の形成 (正確には、層 5 a (3) の外周のサポート材の一部分 6 6 の形成) を開始する。

【 0 1 4 4 】

なお、積層が進み、適当なタイミングで、記録ユニット 1 0 は、Z 軸方向を負方向に沿って移動する。

【 0 1 4 5 】

本実施形態 5 では、予備吐出工程は、記録ユニットがメンテナンスを受ける位置から層形成を開始する位置までを走査する間に毎回、あるいは複数層の形成毎に 1 回におこなわれ、複数の層 5 a (2 0) ... が積層されていくにつれ、予備吐出工程において吐出されたインクが着弾して堆積した予備吐出堆積物 7 が、基台 4 0 上に形成される。

【 0 1 4 6 】

予備吐出工程において予備的にインクを吐出する吐出タイミングは、例えば、記録ユニット 1 0 (より具体的には各インクジェットヘッドノズル部) と、基台 4 0 との相対位置によって決定することができる。例えば記録ユニット 1 0 の位置をセンシングして、図 7 の予備吐出堆積物 7 の領域の上方に記録ユニット 1 0 が在るときに、全ノズルからインクを吐出する構成とすることができる。

【 0 1 4 7 】

あるいは、タイミングチャートを制御ユニット 2 0 (図 2) が予め有しており、一走査を開始してから所定の時間を経過したときに、全ノズルからインクを吐出する構成とすることもできる。この態様のほうが、相対位置をセンシングする態様よりもセンシングに関連する部品を付属させる必要がなく、形成装置全体のサイズの小型化を図ることができる。

【 0 1 4 8 】

予備吐出工程においてインクを予備的に吐出することによって、層形成のために吐出するインクの吐出条件を、所定の条件に合致させることができ、所望の層を形成することができるという効果を奏する。

【 0 1 4 9 】

記録ユニット 1 0 がメンテナンスを受ける位置から層形成開始位置までの間に少しでも時間があくと、記録ユニット 1 0 のノズルからインク溶媒が蒸発してインクの粘度が上がってしまうなどの不都合が生じ、これにより、いざ層形成を開始すると、所定の条件でインクが吐出されない虞がある。具体的には、インク吐出滴量、インク吐出方向、インク吐出力などが所定の条件でおこなわれない虞がある。これに対して、本実施形態の形成方法では、層の形成に先だって、予備的にインクを吐出することによって、インク吐出条件を整え、層の形成を所定の条件で精度良くおこなうことを可能にしている。

【 0 1 5 0 】

また、インク吐出条件は、層の形成開始の直前に整えることが好ましい。なぜなら、整えてからまた時間が空けば、吐出条件がずれる原因になってしまうからである。そこで、インクを予備的に吐出する箇所は、サポート材 6 (サポート材の一部分 6 6) に極力近い位置であることが好ましい。ただし、図 1 に示す三次元構造物 5 は、側面が外側に膨らんでいることから、図 7 のように、側面のうちの最も膨らんだ箇所を構成する層の外周に形成されるサポート材の一部分よりも外側であって、且つ、該サポート材の一部分の近傍にインクを予備的に吐出することが好ましい。

【 0 1 5 1 】

10

20

30

40

50

なお、予備的に吐出するインクの吐出滴量、吐出方向、吐出力は、何れも、制御ユニット 20 の吐出制御部 21 が制御する。

【0152】

ここで、本実施形態では、予備吐出工程において記録ユニット 10 の第 1 インクジェットヘッドノズル部 11A、第 2 インクジェットヘッドノズル部 11B、および第 3 インクジェットヘッドノズル部 11C の各インク列の全ノズルからインクを予備的に吐出する態様を説明している。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、一部のノズル列のみからインクを予備的に吐出する態様であってもよい。

【0153】

また、このように一部のノズル列のみからインクを予備的に吐出する態様の場合には、着色部分を構成するインク、具体的には、第 2 インクジェットヘッドノズル部 11B に構成されるノズル列のノズルからインクを予備的に吐出することが好ましい。その理由は、本実施形態の三次元構造物 5 が呈する色調を着色部分が決定しているからである。着色部分を構成するインクの吐出条件が所定の吐出条件から外れると所定の色調を呈することができなくなるため、着色部分を構成するインクを吐出する第 2 インクジェットヘッドノズル部 11B に構成されるノズル列のノズルは、少なくともインクの予備吐出をおこなうことが望ましい。

10

【0154】

なお、予備吐出して堆積したインクの層厚を予備吐出したインク毎に計測することによって、上記実施形態 1 において説明したインク堆積領域の層厚に関する情報を得てもよい。

20

【0155】

なお、図 7 では、予備吐出堆積物 7 が一つに纏まって存在しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、散在していても構わないが、最終的に基台 40 から除去するものであるため、これを考慮すれば、一つに堆積しているか幾つかに纏まって在るほうが除去し易く好ましい。なお、予備吐出したインクは、基台 40 の外、あるいは基台 40 に穴を設けて、基台 40 に着弾させずに、基台 40 の下方に落としても良い。

【0156】

また、本実施形態では、サポート材よりも外側にインクを予備的に吐出して、図 7 に示すように予備吐出堆積物 7 を基台 40 の上面の端の一つに堆積させているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図 8 は、予備吐出堆積物 7 をサポート材の一部分 66' 中に形成している。これにより、最終的にサポート材 66' を除去する際に予備吐出堆積物 7 も併せて除去することができるため、予備吐出堆積物 7 を別途除去する処理が不要であり、形成過程の簡素化を実現することができる。

30

【0157】

なお、図 6 では、各層に含まれる予備吐出堆積物 7 の形成位置が、各層の端から異なる距離にあるが、各層の端から一定距離のところ予備吐出堆積物 7 が形成されてもよい。すなわち、サポート材 66' 中において、予備吐出堆積物 7 が積層方向に一直線に並んだ態様であってもよい。

【0158】

なお、上述した説明では、記録ユニット 10 が一往復する毎に予備吐出工程をおこなうが、本発明はこれに限定されるものではなく、記録ユニット 10 が層を形成する度に、すなわち往路であるか復路であるかを問わず一走査毎に、走査を開始してから、層の形成を開始する（サポート材の一部分の形成を開始する）までの間に、予備的にインクを吐出してもよい。

40

【0159】

また、上述した説明では、Y 軸上において三次元構造物 5 を形成する領域よりも Y 軸正方向側のみメンテナンスユニット 30 を設けているが、三次元構造物 5 を形成する領域よりも Y 軸負方向側（図 7 でいうところの紙面左端部）にもメンテナンスユニット 30 を設けてもよい。そして、記録ユニット 10 が往路であるか復路であるかを問わず、走査を

50

開始する前にメンテナンスを受けるような態様としてもよい。

【0160】

〔変形例1〕

上記の実施形態1では、追加堆積するインクの一層分の層厚に相当する厚さ（高さ）の高低差を有する凹凸がある場合に、追加堆積する態様を説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、追加堆積するインクの二層分または三層以上の層厚に相当する厚さ（高さ）の高低差を有する凹凸がある場合に、その高低差を解消するようにインクを堆積させてもよい。

【0161】

すなわち、記録ユニット10は、層の上面に形成された凹凸の高低差が、追加で堆積させるインクを一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さの n 倍（但し、 n は1以上の整数）であるときに、その高低差を解消するようにインクを追加で堆積させる。なお、二層分以上の層厚を追加で堆積する際には、記録ユニット10は、二回以上走査を繰り返す。

10

【0162】

〔変形例2〕

上記の実施形態1では、層の上面に形成された凹凸の最も低い位置に、インクを追加堆積させる態様について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。本発明の本質は、追加で堆積させるインクを記録ユニット10が一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さの n 倍（但し、 n は1以上の整数）である高低差が層の上面に生じた箇所、追加堆積をおこなって、その高低差を解消するというものであるから、追加堆積を行う箇所は、最も低い位置に限らない。最も低い位置であっても、追加で堆積させるインクを記録ユニット10が一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さの n 倍（但し、 n は1以上の整数）でなければ、追加堆積はおこなわない。

20

【0163】

〔付記事項〕

本発明の一形態に係る形成装置60は、インクを堆積させてなる層を積層して形成する三次元構造物5の形成装置60であって、走査中に上記インクを吐出して上記層を形成する記録ユニット10と、記録ユニット10を制御する制御ユニット20とを備え、一走査する間に上記記録ユニット10から吐出される上記インクによって形成される層の上面に高低差が所定値である凹凸が形成される場合に、上記制御ユニット20は、上記記録ユニット10が該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させるように制御して、該層の上面の凹凸の高低差を小さくし、上記所定値は、上記追加で堆積させるインクを上記記録ユニットが一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さを少なくとも有していることを特徴としている。

30

【0164】

上記の構成によれば、追加堆積をおこなうことによって層の上面に形成された凹凸の高低差を小さくすることができ、平坦化に寄与することができる。これにより、層の上面に形成された高低差が大きいままの凹凸をローラーで均す従来構成と比較して、層の変形を防ぐことができ、精度良く三次元構造物5を形成することができる。

40

【0165】

また本発明の一形態に係る形成装置60は、上記の構成に加えて、上記追加で堆積させる上記インクは、上記低い位置に堆積しているインクと同じインクであってもよい。

【0166】

また本発明の一形態に係る形成装置60は、上記の構成に加えて、上記追加で堆積させる上記インクは、透明インクであってもよい。

【0167】

また本発明の一形態に係る形成装置60は、上記の構成に加えて、一つの上記層は、上記上面に沿って中心部から外周端部に向かって、互いに種類の異なる複数のインク堆積領

50

域（造形層の一部５０、光反射層の一部５１、第１の透明層の一部５２、着色層の一部５３、第２の透明層の一部５４）を有しており、上記所定値である上記凹凸の上記低い位置と高い位置とは、それぞれ異なるインク堆積領域に構成されている。

【０１６８】

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、上記三次元構造物は、造形物と、該造形物表面を着色している着色部分とを有しており、上記記録ユニットは、上記造形物を形成するための造形用インク、および、上記着色部分を形成するための着色インクを吐出し、上記制御ユニット２０は、上記低い位置に堆積している上記インクが上記着色インクである場合には、上記記録ユニット１０が上記追加で堆積させる上記インクとして透明インクを吐出するように制御する。

10

【０１６９】

上記の構成によれば、追加堆積するインクを透明インクとすることから、着色部分の色調を不都合に変えることがなく、所望の色調の三次元構造物を提供することができる。

【０１７０】

また本発明に係る、三次元構造物の形成装置の一形態は、上記の構成に加えて、上記インクを上記追加で堆積させた後の上記上面の凹凸を均すローラーを更に備えていてもよい。

【０１７１】

上記の構成によれば、追加堆積によって凹凸の高低差が小さくなった状態で、ローラーをかけて上面をならすため、層の変形を抑えて、且つ、より一層の平坦化を実現することができる。

20

【０１７２】

また本発明の一形態に係る、三次元構造物の形成方法は、記録ユニット１０を備える、三次元構造物の形成装置６０を用いて、インクを堆積させてなる層を積層して形成する三次元構造物の形成方法であって、記録ユニット１０が一走査する間に上記インクを吐出して一つの上記層を形成する記録工程と、高低差が所定値以上である凹凸が上記一つの層の上面に形成される場合に、記録ユニット１０が該凹凸の低い位置にインクを追加で堆積させて、該凹凸の該高低差を小さくする追加堆積工程とを含み、上記所定値は、上記追加で堆積させるインクを上記記録ユニットが一走査する間に吐出した場合に形成される該インクの堆積物の厚さを少なくとも有していることを特徴としている。

30

【０１７３】

上記の構成によれば、追加堆積をおこなうことによって層の上面に形成された凹凸の高低差を小さくすることができ、平坦化に寄与することができる。これにより、層の上面に形成された高低差が大きいままの凹凸をローラーで均す従来構成と比較して、層の変形を防ぐことができ、精度良く三次元構造物を形成することができる。

【０１７４】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

40

【０１７５】

本発明は、三次元構造物を形成するあらゆる形成装置に適用することができる。

【符号の説明】

【０１７６】

- M 造形層
- 1 光反射層
- 2 第１の透明層
- 3 着色層
- 4 第２の透明層
- 5 三次元構造物

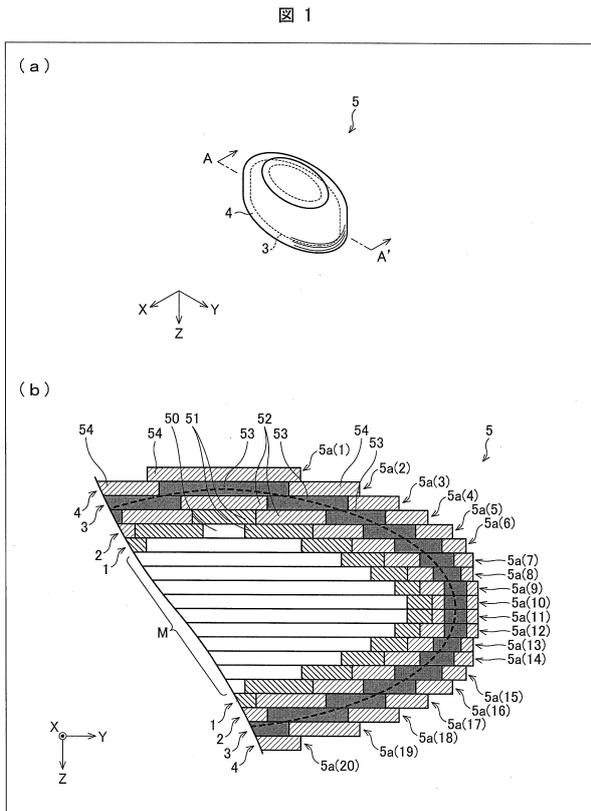
50

- 5 a (1) ~ 5 a (2 0) 層
- 6 サポート材
- 7 予備吐出堆積物
- 10 記録ユニット
- 11 インクジェットヘッド
- 11 A 第1インクジェットヘッドノズル部
- 11 B 第2インクジェットヘッドノズル部
- 11 C 第3インクジェットヘッドノズル部
- 12 UV照射部
- 12 A 照射器
- 13 キャリッジ
- 20 制御ユニット
- 21 吐出制御部
- 22 照射制御部
- 23 移動制御部
- 30 メンテナンスユニット
- 40 基台
- 50 造形層の一部分
- 51 光反射層の一部分
- 52 第1の透明層の一部分
- 53 着色層の一部分
- 54 第2の透明層の一部分
- 60 形成装置
- 66 サポート材の一部分
- 530 透明インク

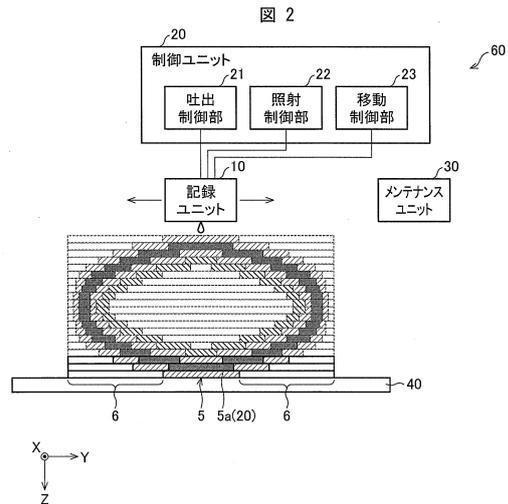
10

20

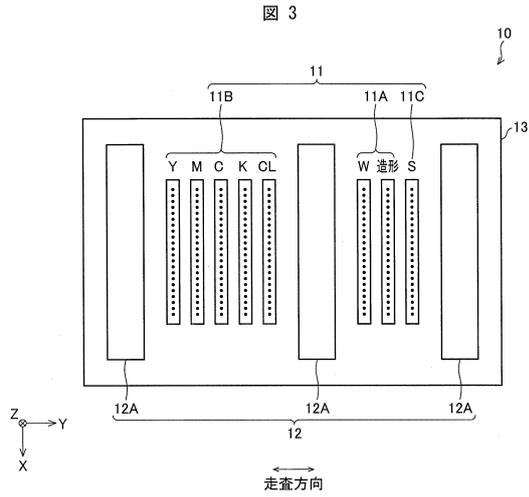
【図1】



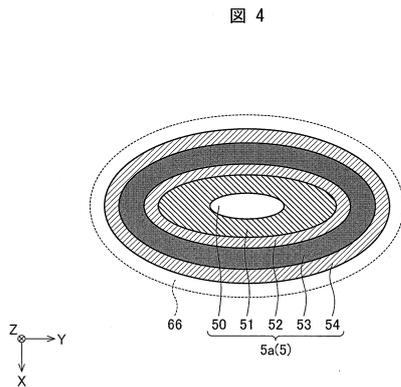
【図2】



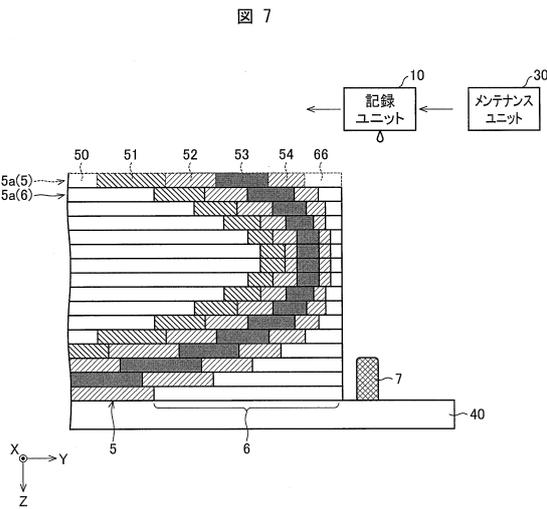
【図3】



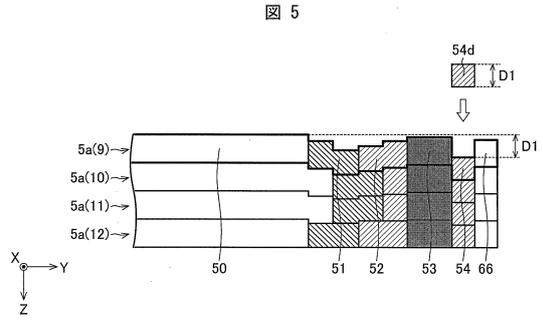
【図4】



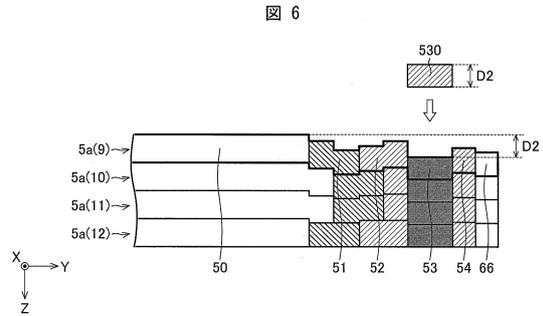
【図7】



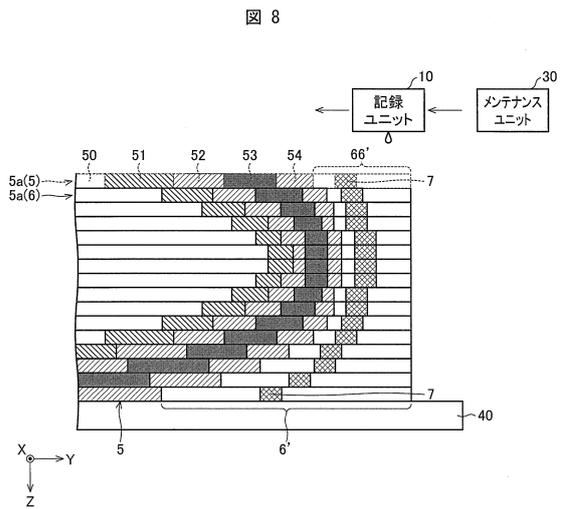
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0104973 (US, A1)

特開2005-125787 (JP, A)

特開2010-149326 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 64/343

B33Y 10/00

B33Y 30/00