

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年2月25日(25.02.2016)

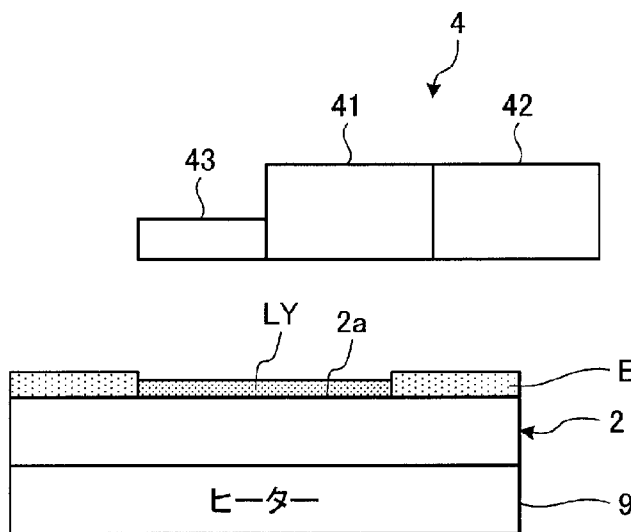


(10) 国際公開番号
WO 2016/027796 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 67/00 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/073096
- (22) 国際出願日: 2015年8月18日(18.08.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-167668 2014年8月20日(20.08.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社ミマキエンジニアリング(MI-MAKI ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3890512 長野県東御市滋野乙2 1 8 2-3 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 大西 勝(OHNISHI, Masaru); 〒3890512 長野県東御市滋野乙2 1 8 2-3 株式会社ミマキエンジニアリング内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人上野特許事務所(WENO & PARTNERS); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄三丁目2 1 番 2 3 号ケイエスエスビル8階 Ai-chi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE

(54) 発明の名称: 3次元造形物の製造方法



9 Heater

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a method for manufacturing a three-dimensional structure, the method allowing an upper surface of the three-dimensional structure to be more flattened. The method for manufacturing a three-dimensional structure is performed in an inkjet printer provided with an ink supply part for supplying ink. The method for manufacturing a three-dimensional structure includes: a frame installation step for installing a frame E, which is formed along the contour of the three-dimensional structure, on a work surface 2a; an ink supply step; and a curing step. In the ink supply step, the ink supply part supplies ink I inside the frame E and onto the work surface 2a. The ink I supplied by the ink supply part is UV-curable ink added with a volatile organic solvent. In the curing step, the upper surface of the ink I supplied inside the frame is flattened after the ink supply step, the ink I is then heated to vaporize the volatile organic solvent, and thereafter the ink I is irradiated with ultraviolet light to be cured.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/027796 A1



3次元造形物の上面をより平坦にすることができる3次元造形物の製造方法を提供することを目的とする。3次元造形物の製造方法はインクを供給するインク供給部を備えるインクジェットプリンタにおいて実行される。3次元造形物の製造方法は3次元造形物の輪郭に沿って形成された枠体Eを作業面2a上に設置する枠体設置工程とインク供給工程と硬化工程を含む。インク供給工程は枠体Eの内側でかつ作業面2a上にインク供給部がインクIを供給する。インク供給部が供給するインクIはUV硬化型インクに揮発性有機溶剤が添加されている。硬化工程はインク供給工程の後に枠体Eの内側に供給されたインクIの上面が平坦になった後にインクIを加熱して揮発性有機溶剤を蒸発させインクIに紫外線を照射して硬化させる。

明 細 書

発明の名称 : 3次元造形物の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、3次元造形物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 吐出したインクなどの造形材を積層していくことによって3次元造形物を形作る3次元プリンタ及び3次元造形物の製造方法が知られている。例えば、下記の特許文献1及び2に記載の3次元プリンタは、3次元造形物の3次元データを複数の層に区画し、その最下層から順に吐出部から造形材を吐出し硬化して積層していくことによって、その3次元データに合わせた3次元造形物を形作る。これらの3次元プリンタは、造形材としてのインクを吐出するインクジェット式のヘッドを備えている。特許文献1及び2の3次元プリンタは、造形材として紫外線硬化インクを使用しており、吐出されて着弾した紫外線硬化インクに対して硬化部から紫外線を照射することで、この紫外線硬化インクを硬化させる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4420685号公報

特許文献2：特開2013-067036号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、前述した特許文献1及び2の3次元プリンタでは、主走査方向にヘッドを移動させながら当該ヘッドからインクを吐出させ、吐出させたインクの滴同士を重ねることなどによって、3次元造形物を造形するので、3次元造形物の上面が平坦にならないことがあった。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、3次元造形物の上面をより平坦にすることができる3次元造形物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

- [0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る３次元造形物の製造方法は、外的刺激が付与されることで硬化度が変化するインクを作業面に供給可能なインク供給部を備え、前記作業面に供給されたインクに外的刺激を付与する３次元プリンタにおいて実行される３次元造形物の製造方法であって、前記３次元造形物の輪郭に沿って形成された枠体を作業面上に設置する枠体設置工程と、前記枠体の内側でかつ前記作業面上に前記インク供給部が前記インクを供給するインク供給工程と、前記インク供給工程において前記枠体の内側に前記インクを供給した後に、前記インクに外的刺激を付与して硬化させる硬化工程と、を含むことを特徴とする。
- [0007] この発明では、インク供給工程において枠体の内側にインクを供給するので、枠体の内側に供給されたインクの上面を平坦にすることができる。また、枠体の内側に供給されたインクの上面が平坦になった後に、硬化工程においてインクを硬化させるので、３次元造形物を構成する層の上面を平坦に形成することができ、３次元造形物の上面を平坦にすることができる。
- [0008] また、上記３次元造形物の製造方法において、前記枠体設置工程において、前記作業面と相対的に移動する前記３次元プリンタの吐出部からサポートインクを前記作業面に吐出し、前記サポートインクを硬化して、前記枠体を設置するものとすることができる。
- [0009] この発明では、サポートインクを吐出し硬化させて枠体を形成するので、種々の形状の枠体を容易に形成でき、種々の形状の３次元造形物を容易に形成することができる。
- [0010] また、上記３次元造形物の製造方法において、前記インク供給工程と、前記硬化工程とを複数回繰り返すものとすることができる。
- [0011] この発明では、インク供給工程と硬化工程とを複数回繰り返すので、３次元造形物を構成する各層の上面を平坦にできるとともに、さまざまな厚みの３次元造形物を形成することができる。

- [0012] また、上記 3 次元造形物の製造方法において、前記硬化工程では、前記枠体の内側に供給された前記インクに、前記インクが完全に硬化する外的刺激よりも弱い外的刺激を付与する、あるいは、前記インクが完全に硬化する時間よりも短い時間外的刺激を付与し、最後の硬化工程の後に、前記インクに外的刺激を付与して前記インクを完全に硬化させる完全硬化工程を含むものとすることができる。
- [0013] この発明では、硬化工程において枠体の内側に供給したインクを半硬化させるので、複数重ねられるインクの層同士を密着させることができる。また、最後の完全硬化工程では、インクを完全に硬化させるので、3 次元造形物を確実に形成することができる。
- [0014] また、上記 3 次元造形物の製造方法において、前記インク供給工程において、前記 3 次元プリンタの往復移動部が前記インク供給部を主走査方向に複数回移動させながら前記インク供給部が前記枠体の内側に前記インクを供給するものとすることができる。
- [0015] この発明では、インク供給工程において往復移動部がインク供給部を主走査方向に複数回移動させながらインクを枠体の内側に供給するので、枠体内に供給したインクの上面を速やかに平坦にすることができ、所望の形状の 3 次元造形物を形成することができる。
- [0016] また、上記 3 次元造形物の製造方法において、前記インク供給部は、前記インクとして、少なくとも顔料、紫外線により硬化する紫外線硬化樹脂及び光重合開始剤からなり粘度が $20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上（室温 25°C ）の UV 硬化型インクに揮発性有機溶剤が添加されて、 $3 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上 $18 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ （室温 25°C ）以下の粘度を有するインクを前記作業面に供給可能であるものとすることができる。
- [0017] この発明では、インク供給工程において枠体の内側に UV 硬化型インクを揮発性有機溶剤により希釈したインクを供給するので、枠体の内側に供給されたインクの上面を速やかに平坦にすることができる。したがって、3 次元造形物を構成する層の上面を平坦に形成することができ、3 次元造形物の上

面を平坦にすることができる。

発明の効果

[0018] 本発明に係る３次元造形物の製造方法は、３次元造形物の上面を平坦にすることができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図１は、実施形態に係るインクジェットプリンタの概略の構成を示す概略構成図である。

[図2]図２は、図１に示されたインクジェットプリンタにより造形される３次元造形物の一例を示す斜視図である。

[図3]図３は、図２に示された３次元造形物を形成する際に用いられる枠体の一例を示す斜視図である。

[図4]図４は、実施形態に係る３次元造形物の製造方法のフローチャートの一例である。

[図5]図５は、インクジェットプリンタにより吐出されるインクの滴の軌跡などを説明する説明図である。

[図6]図６は、インクジェットプリンタにより吐出されるインクの滴により造形される３次元造形物の上面の形状などを説明する説明図である。

[図7]図７は、図１に示されたインクジェットプリンタが枠体を形成した状態を模式的に示す断面図である。

[図8]図８は、図７に示された枠体内にインクを供給した状態を模式的に示す断面図である。

[図9]図９は、図８に示されたインクを加熱し紫外線を照射して半硬化させた状態を模式的に示す断面図である。

[図10]図１０は、図９に示された枠体上に次の枠体を形成した状態を模式的に示す断面図である。

[図11]図１１は、枠体の内側に３次元造形物の全ての層を形成した状態を模式的に示す断面図である。

[図12]図１２は、図１１に示された枠体を除去して得た３次元造形物などを

模式的に示す断面図である。

[図13]図13は、実施形態の変形例1に係る3次元造形物の製造方法のフローチャートの一例である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下に、本発明に係る3次元プリンタ、及び、3次元造形物の製造方法の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能、且つ、容易なもの、或いは実質的に同一のものが含まれる。

[0021] [実施形態]

図1は、実施形態に係るインクジェットプリンタの概略の構成を示す概略構成図である。図2は、図1に示されたインクジェットプリンタにより造形される3次元造形物の一例を示す斜視図である。図3は、図2に示された3次元造形物を形成する際に用いられる枠体の一例を示す斜視図である。図4は、実施形態に係る3次元造形物の製造方法のフローチャートの一例である。図5は、インクジェットプリンタにより吐出されるインクの滴の軌跡などを説明する説明図である。図6は、インクジェットプリンタにより吐出されるインクの滴により造形される3次元造形物の上面の形状などを説明する説明図である。

[0022] 図1に示す実施形態に係る3次元プリンタとしてのインクジェットプリンタ1は、いわゆるインクジェット法を用いて、3次元の立体造形物である3次元造形物W（一例を図2に示す）を製造する立体造形装置である。このインクジェットプリンタ1は、典型的には、3次元造形物Wの3次元データに基づいて当該3次元造形物Wを上下方向に多数の層LY（図2に示す）に区画し、その3次元造形物Wの層LY毎の形状データに基づいて造形材（インクを硬化させたもの）を下側の層LYから順に積層していくことで、その3次元データに合わせた3次元造形物Wを形成するものである。図2に一例を示す3次元造形物Wは、断面台形状の直方体に形成されている。しかしなが

ら、本発明では、3次元造形物Wの形状はこれに限らない。

[0023] インクジェットプリンタ1は、図1に示すように、上面が作業面2aをなす載置台2と、主走査方向に設けたYバー3と、キャリッジ4と、キャリッジ駆動部5（往復移動部に相当）と、載置台駆動部6と、制御部7と、入力装置8などを備える。

[0024] 載置台2の作業面2aは、水平方向（図1に示すX軸とY軸との双方と平行な方向）に平坦に形成され、その上に造形材としてのインクが下側の層LYから順に積層される平面である。載置台2は、例えば、略矩形状に形成されるがこれに限らない。また、載置台2は、ヒータ9（図1に示す）により、作業面2aが加熱される。

[0025] Yバー3は、載置台2の鉛直方向上側に所定の間隔をあけて設けられる。Yバー3は、水平方向（Y軸）と平行な主走査方向に沿って直線状に設けられる。Yバー3は、キャリッジ4の主走査方向に沿った往復移動をガイドする。

[0026] キャリッジ4は、Yバー3に保持され、当該Yバー3に沿って主走査方向に往復移動可能である。キャリッジ4は、主走査方向に移動制御される。キャリッジ4は、鉛直方向に対して載置台2と対向する面に、図示しないホルダ等を介してインク供給部41と吐出部42と紫外線照射器43（外的刺激付与部に相当）とが設けられる。

[0027] 吐出部42は、露光することで硬化度が変化するサポートインクを作業面2aに吐出するものである。実施形態の吐出部42は、少なくとも、露光することで硬化度が変化するインクとして、3次元造形物Wの輪郭に沿った枠体E（図3に示す）を形成するサポートインクを吐出可能であるとともにキャリッジ駆動部5により作業面2aと相対移動可能なものである。なお、枠体Eは、内周面が3次元造形物Wの外側面に沿った形状に形成されている。枠体Eは、内側にインク供給部41からのインクI（図8に示す）が供給され、当該インクIが硬化されることで、3次元造形物Wを造形するものである。なお、本実施形態では、枠体Eは、3次元造形物Wを構成する層LYよ

りも厚く形成され、吐出部42から吐出されるサポートインクにより下側のものから順に積層される。

[0028] 吐出部42は、キャリッジ4の主走査方向に沿った移動に伴って主走査方向に沿って往復移動可能である。吐出部42は、各種インク流路、レギュレータ、ポンプ等を介してインクタンクと接続されている。吐出部42は、インクタンクの数、言い換えれば、同時に印刷可能なサポートインクの種類の数等に応じて単数、あるいは複数が設けられる。吐出部42は、インクタンク内のサポートインクを作業面2aに向けてインクジェット方式で吐出することができるインクジェットヘッドである。ここで、露光することで硬化度が増加するサポートインクとしては、例えば、紫外線を照射することで硬化するUV（紫外線）硬化インクを用いることができ、例えば、硬化後に易水溶性や易アルコール溶性あるいは加熱溶解性を有するものが望ましい。吐出部42は、制御部7と電氣的に接続され、制御部7によってその駆動が制御される。

[0029] インク供給部41は、紫外線が照射されること（即ち、外的刺激が付与されること）で硬化度が増加する造形材としてのインクI（図8などに示す）を作業面2aの枠体Eの内側に供給可能である。実施形態のインク供給部41は、露光することで硬化度が増加するインクIを作業面2aに供給する。インク供給部41は、3次元造形物Wを形成するインクIを吐出する。インク供給部41は、キャリッジ4に設けられかつ図示しないインクタンクに貯留されているインクIを作業面2aに吐出可能である。

[0030] インク供給部41は、キャリッジ4の主走査方向に沿った移動に伴って主走査方向に沿って往復移動可能である。インク供給部41は、各種インク流路、レギュレータ、ポンプ等を介してインクタンクと接続されている。インク供給部41は、インクタンクの数、言い換えれば、同時に印刷可能なインクIの種類の数等に応じて単数、あるいは複数が設けられる。

[0031] ここで、外的刺激が付与されることで硬化度が増加するインクIとしては、モノマー（55～88重量%）およびオリゴマー（0～15重量%）、光

重合開始剤（６～１３重量％）、増感剤（３～３０重量％）、色剤（顔料）（３～６重量％）および添加剤（１～８重量％；分散剤、レベル剤、重合禁止剤）からなり、粘度（２５℃）が３０～３００ｍＰａ・ｓｅｃの高粘度のＵＶ硬化型インクに、粘度０．３２（２０℃）、沸点６９℃のｎ－ヘキサンを６０～８５重量％添加して、２５℃での粘度が１０ｍＰａ・ｓｅｃにしたインクを用いる。

[0032] 例えば、上記のような、ｎ－ヘキサンを添加する前の粘度が約３０ｍＰａ・ｓｅｃ（２５℃）であるＵＶ硬化型インクに、インク全体における含有量が７５重量％となるようにｎ－ヘキサンを添加して、粘度が８ｍＰａ・ｓｅｃとしたインクを挙げることができる。なお、モノマーおよびオリゴマーは、紫外線により硬化する、紫外線硬化樹脂である。

[0033] また、インクは、モノマーおよび／またはオリゴマー、光重合開始剤、増感剤、色剤および添加剤からなる粘度が、２０ｍＰａ・ｓｅｃ以上（室温２５℃）のＵＶ硬化型インクを用い、揮発性有機溶剤の含有率を適宜調整して、粘度を、３ｍＰａ・ｓｅｃ以上１８ｍＰａ・ｓｅｃ以下に調整したインクである。ＵＶ硬化型インクの粘度は、２０ｍＰａ・ｓｅｃ以上（室温２５℃）が望ましいが、より好ましくは、５０ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）以上である。２０ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）未満では、滲みが激しく、その速度も大きい。２０ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）以上５０ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）未満では、滲みが見られるが、滲む速度は小さく、紫外線が照射されて硬化するまでに画像の精細さが欠ける程ではなく、紫外線を照射するまでの時間を制御することにより、高精細な画像を得ることが可能である。５０ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）以上では、滲みは目立たず、１００ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）以上では、ほとんど滲みは無く、１０００ｍＰａ・ｓｅｃ（室温２５℃）以上では、全く滲みは無い。

[0034] 揮発性有機溶剤の含有率は、３０重量％以上９０重量％以下であることが望ましく、さらには、５０重量％以上７０重量％以下が望ましい。

[0035] また、ｎ－ヘキサンに代わりに他の揮発性有機溶剤であってもよく、接触

角がUV硬化型インクより小さく、粘度は、 $5\text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下、好ましくは $2\text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下で、かつ、沸点が、 200°C 以下好ましくは 160°C 以下の、揮発性有機溶剤から適宜選択することができる。例えば、イソパラフィン系炭化水素（出光興産 IPソルベント1016、IPソルベント1620等）、シクロヘキサノン等のケトン類、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類、ジプロピレングリコール、モノメチルエーテルアセテート等のエステル類等を挙げることができる。また、一種類に限らず複数の揮発性有機溶剤を混合して用いてもよい。

[0036] 顔料、モノマーおよび／またはオリゴマー、及び光重合開始剤としては、いずれも特に限定されるものではなく、各種従来公知のものを適宜選択して用いることができる。また、増感剤、分散剤、レベリング剤、重合禁止剤等、各種添加剤等も公知のものを適宜選択して用いることができる。

[0037] 本実施形態のインクIは、揮発性有機溶剤を含有していることで、室温におけるインク粘度を低くすることができる。さらに、UV硬化前に揮発性有機溶剤を速やかに揮発除去することにより、インク滴の表面の平坦度を高くすることができる。

[0038] また、インクIは、製造する3次元造形物Wの色彩に応じて、白色インク、着色インク、透明インク等を適宜用いることができる。インク供給部41は、制御部7と電氣的に接続され、制御部7によってその駆動が制御される。

[0039] 紫外線照射器43は、作業面2aに吐出されたサポートインク及び作業面2aの枠体Eの内側に供給されたインクIに紫外線を照射するもの（外的刺激を付与するもの）である。紫外線照射器43は、作業面2aに供給されたインクI及びサポートインクに対して露光可能なものである。紫外線照射器43は、例えば、紫外線を照射可能なLEDモジュール等により構成される。紫外線照射器43は、キャリッジ4に設けられ、キャリッジ4の主走査方向に沿った移動に伴って主走査方向に沿って往復移動可能である。紫外線照射器43は、制御部7と電氣的に接続され、制御部7によってその駆動が制

御される。

[0040] キャリッジ駆動部5は、Yバー3に対してキャリッジ4即ちインク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43を主走査方向に相対的に往復移動させる駆動装置である。キャリッジ駆動部5は、例えば、キャリッジ4に連結された搬送ベルト等の伝達機構、搬送ベルトを駆動する電動機等の駆動源を含んで構成され、駆動源が発生させた動力を、伝達機構を介してキャリッジ4を主走査方向に沿って移動させる動力に変換し、当該キャリッジ4を主走査方向に沿って往復移動させる。キャリッジ駆動部5は、制御部7と電氣的に接続され、制御部7によってその駆動が制御される。

[0041] 載置台駆動部6は、図1に示すように、鉛直方向移動部61と、副走査方向移動部62と、軸心回転部63とを備える。鉛直方向移動部61は、載置台2をZ軸と平行な鉛直方向に沿って上下移動させることで、載置台2に形成された作業面2aをインク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43に対して相対的に鉛直方向に沿って上下移動させるものである。これにより、載置台駆動部6は、インク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43に対して、作業面2aを鉛直方向に沿って接近離間させることができる。つまり、載置台駆動部6は、インク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43に対して作業面2aを鉛直方向に沿って相対移動可能とする。

[0042] 副走査方向移動部62は、載置台2を主走査方向に対して直交するX軸と平行な副走査方向に移動させることで、載置台2に形成された作業面2aをインク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43に対して相対的に副走査方向に沿って往復移動させるものである。これにより、載置台駆動部6は、インク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43に対して、作業面2aを副走査方向に沿って往復移動させることができる。つまり、副走査方向移動部62は、インク供給部41、吐出部42及び紫外線照射器43と、作業面2aとを副走査方向に相対的に往復移動可能とする。実施形態では、副走査方向移動部62は、載置台2を副走査方向に移動させるが、本発明では、これに限定されることなく、Yバー3毎に、インク供給部41、吐出部4

2 及び紫外線照射器 4 3 を副走査方向に移動させてもよい。

[0043] 軸心回転部 6 3 は、載置台 2 を鉛直方向と平行な軸心（Z 軸）回りに回転することで、載置台 2 に形成された作業面 2 a をインク供給部 4 1、吐出部 4 2 及び紫外線照射器 4 3 に対して相対的に軸心回りに回転させるものである。これにより、載置台駆動部 6 は、インク供給部 4 1、吐出部 4 2 及び紫外線照射器 4 3 に対して、作業面 2 a を軸心回りに回転させることができる。つまり、軸心回転部 6 3 は、インク供給部 4 1、吐出部 4 2 及び紫外線照射器 4 3 と、作業面 2 a とを鉛直方向と平行な軸心回りに回転自在とする。

[0044] 制御部 7 は、インク供給部 4 1、吐出部 4 2、紫外線照射器 4 3、キャリッジ駆動部 5、載置台駆動部 6 等を含むインクジェットプリンタ 1 の各部を制御する。制御部 7 は、演算装置、メモリ等のハードウェア及びこれらの所定の機能を実現させるプログラムから構成される。制御部 7 は、インク供給部 4 1 を制御し、インク 1 の供給量、供給タイミング、供給期間等を制御する。制御部 7 は、吐出部 4 2 を制御し、サポートインクの吐出量、吐出タイミング、吐出期間等を制御する。制御部 7 は、紫外線照射器 4 3 を制御し、照射する紫外線の強度、露光タイミング、露光期間等を制御する。制御部 7 は、キャリッジ駆動部 5 を制御し、キャリッジ 4 の主走査方向に沿った相対移動を制御する。制御部 7 は、載置台駆動部 6 を制御し、載置台 2 の鉛直方向、副走査方向に沿った相対移動及び軸心回りの相対移動を制御する。

[0045] 入力装置 8 は、制御部 7 に接続され、3 次元造形物 W の形状に関する 3 次元データを入力するものである。入力装置 8 は、例えば、制御部 7 に有線／無線で接続される PC、種々の端末等によって構成される。

[0046] ここで、インクジェット式の吐出部 1 0 0 が、インクジェットプリンタの主走査方向に移動されながら粘度が $20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上（室温 25°C ）の UV 硬化型インクを吐出すると、吐出されたインクの滴 P（図 5 に示す）のうちの先頭側の滴 P a は、吐出部 1 0 0 の移動速度と吐出部 1 0 0 からの吐出速度とを合わせた速度で吐出されるが、空気抵抗を受けることとなり減速される。一方、後方側のインクの滴 P b は、前方側のインクの滴 P a の後

方に位置して空気抵抗が抑制されて、減速が抑制される。

[0047] このために、インクの滴 P a, P b の落下軌跡 M, M a において、図 5 及び図 6 の実線で示すように、先頭側に位置する滴 P a の作業面 2 a などにおける着弾位置が、後方側に位置する滴 P b の着弾位置よりも互いに近接することとなる。なお、図 5 に示す例では、吐出部 1 0 0 を図中右側に移動させながら吐出部 1 0 0 から吐出されるインクの滴 P a, P b の軌跡 M を実線で示し、先頭側の滴 P a が後方側の滴 P b と同じ軌跡 M で落下した際の軌跡 M a を点線で示している。

[0048] また、先頭側に位置する滴 P a の作業面 2 a などにおける着弾位置が、後方側に位置する滴 P b の着弾位置よりも互いに近接したまま 3 次元造形物 W を造形すると、図 6 に一点鎖線で示すように、インクにより造形される 3 次元造形物 W の上面 W a において、先頭側の滴 P a により造形される端部 W b が他の部分よりも盛り上がり、上面 W a が端部 W b から図中右側に向かうにしたがって徐々に低くなるように形成されてしまう。本実施形態に係るインクジェットプリンタ 1 及び 3 次元造形物の製造方法は、3 次元造形物 W の端部 W b が他の部分よりも盛り上がることを抑止して、3 次元造形物 W の各層 L Y の上面 W a を平坦に形成して、所望の 3 次元の形状の 3 次元造形物 W を造形するものである。

[0049] 次に、図 4 のフローチャートを参照して、上記で説明したインクジェットプリンタ 1 において実行される 3 次元造形物の製造方法の一例を説明する。図 4 に示された 3 次元造形物の製造方法は、インクジェットプリンタ 1 の制御部 7 によって実行される。なお、図 4 の説明に際しては、適宜、図 7 ～図 1 2 も参照する。図 7 ～図 1 2 は、実施形態に係る 3 次元造形物の製造方法の一例を模式的に説明する断面図である。

[0050] 実施形態の 3 次元造形物の製造方法は、形状データ生成工程（ステップ S T 1）と、吐出パターン生成工程（ステップ S T 2）と、枠体設置工程（ステップ S T 3）と、インク供給工程（ステップ S T 4）と、硬化工程（ステップ S T 5）と、移動工程（ステップ S T 8）と、完全硬化工程（ステップ

S T 9) とを含み、枠体設置工程 (ステップ S T 3) と、インク供給工程 (ステップ S T 4) と、硬化工程 (ステップ S T 5) と、移動工程 (ステップ S T 8) とを 1 回以上即ち複数回繰り返し実行し層 L Y 毎に印刷することで、3 次元造形物 W を製造するものである。上記形状データ生成工程 (ステップ S T 1)、吐出パターン生成工程 (ステップ S T 2)、枠体設置工程 (ステップ S T 3) と、インク供給工程 (ステップ S T 4) と、硬化工程 (ステップ S T 5) と、移動工程 (ステップ S T 8) と、完全硬化工程 (ステップ S T 9) は、インクジェットプリンタ 1 の制御部 7 によって当該インクジェットプリンタ 1 の各部の駆動が制御されることで行われる。

[0051] 本実施形態の 3 次元造形物の製造方法では、まず、制御部 7 は、形状データ生成工程として、3 次元造形物 W の層 L Y 毎の形状データを生成する (ステップ S T 1)。この場合、制御部 7 は、入力装置 8 から入力される 3 次元造形物 W の形状に関する 3 次元データに基づいて、鉛直方向に沿った所望の厚みの層 L Y 毎の 3 次元造形物 W の形状データを演算、生成する。

[0052] さらに、制御部 7 は、枠体 E の形状に関する 3 次元データを生成する。制御部 7 は、入力装置 8 から入力される枠体 E 又は 3 次元造形物 W の形状に関する 3 次元データに基づいて、枠体 E の厚みが 3 次元造形物 W を構成する各層 L Y の厚みよりも厚くかつ枠体 E の内周面の形状が 3 次元造形物 W を構成する各層 L Y の輪郭に沿うように、各枠体 E の 3 次元データを生成する。なお、枠体 E の主走査方向及び副走査方向の幅は、3 次元造形物 W の幅よりもはるかに小さく、前述した上面 W a における端部 W b の盛り上がり寸法精度に影響を与えない (ほとんど与えない) 程度の幅である。

[0053] 次に、制御部 7 は、吐出パターン生成工程として、3 次元造形物 W の各層 L Y 毎の印刷パターンを生成し、当該生成した印刷パターンを実現可能なインク供給部 4 1 の供給制御量、露光制御量、キャリッジ駆動部 5、載置台駆動部 6 の制御量などを生成する (ステップ S T 2)。さらに、制御部 7 は、吐出パターン生成工程で、各枠体 E 毎の印刷パターンを生成し、当該生成した印刷パターンを実現可能な吐出部 4 2 の吐出制御量、露光制御量、キャリ

ッジ駆動部 5、載置台駆動部 6 の制御量などを生成する。

[0054] 次に、枠体設置工程として、図 7 に例示するように、3 次元造形物 W を構成する層 L Y よりも厚くかつ 3 次元造形物 W を構成する層 L Y の輪郭に沿って形成された枠体 E を作業面 2 a 又は既に設置されている枠体 E 上に設置する。この場合、制御部 7 は、吐出部 4 2 及び紫外線照射器 4 3などを制御し、生成した吐出パターン通りに、キャリッジ駆動部 5 が吐出部 4 2、紫外線照射器 4 3 を主走査方向に相対的に移動させ、かつ、載置台 2 を副走査方向、鉛直方向に相対的に移動させ、軸心回りに相対的に回転させながら、吐出部 4 2 が作業面 2 a にサポートインクを吐出するとともに紫外線照射器 4 3 により吐出したサポートインクを露光して作業面 2 a 上に枠体 E を設置する枠体設置制御を実行する（ステップ S T 3）。

[0055] 具体的には、制御部 7 は、キャリッジ駆動部 5、鉛直方向移動部 6 1 及び軸心回転部 6 3 を制御して、作業面 2 a に対して適切な位置にキャリッジ 4 を位置付ける。そして、制御部 7 は、キャリッジ駆動部 5 によりキャリッジ 4 を主走査方向に移動させながら、吐出パターン生成工程で生成された印刷パターンに基づき、各枠体 E を形成するのに適切なタイミングで吐出部 4 2 からサポートインクを吐出するとともに紫外線照射器 4 3 から紫外線を照射させる。吐出されたサポートインクは、作業面 2 a 又は造形済みの枠体 E に着弾して硬化される。そして、制御部 7 は、吐出パターン生成工程で生成されたキャリッジ 4 の制御量分、キャリッジ 4 を主走査方向に 1 回以上移動させながら、吐出部 4 2 からサポートインクを吐出し、吐出したサポートインクを露光して完全に硬化させ、枠体 E の主走査方向の 1 ライン分を形成する。そして、制御部 7 は、副走査方向移動部 6 2 を制御して、載置台 2 を 1 ライン分副走査方向に移動させた後、先ほどの工程を繰り返して、図 7 に示すように、枠体 E の全体を造形する。こうして、インクジェットプリンタ 1 は、サポートインクを吐出し露光することで、作業面 2 a 上に設置され、かつ 3 次元造形物 W を構成する層 L Y よりも厚く、かつ 3 次元造形物 W を構成する層 L Y の輪郭に沿って形成された枠体 E を備えることとなる。

[0056] 次に、制御部 7 は、インク供給工程として、図 8 に例示するように、枠体設置工程（ステップ S T 3）の後に、枠体 E の内側でかつ作業面 2 a 上にインク供給部 4 1 がインク I を供給する（ステップ S T 4）。この場合、制御部 7 は、インク供給部 4 1 を制御し枠体 E の内側にインク I を供給するインク供給制御を実行する。具体的には、制御部 7 は、インク供給制御において、インク供給部 4 1、キャリッジ駆動部 5 及び載置台駆動部 6 を制御し、キャリッジ駆動部 5 がインク供給部 4 1 を主走査方向に 1 回以上即ち複数回移動させながら、インク供給部 4 1 が枠体 E で囲まれた作業面 2 a 上にインク I を供給する。制御部 7 は、層 L Y の厚みに相当する量のインク I を枠体 E で囲まれた作業面 2 a 上に供給する。また、この時点では、制御部 7 は、紫外線照射器 4 3 による紫外線の照射は行わず、インク I の流動性が十分に確保された状態にしておく。

[0057] 次に、制御部 7 は、硬化工程として、インク供給工程において枠体 E の内側にインク I を供給し、供給されたインク I の上面が平坦になった後に、インク I に外的刺激を付与して硬化させる。本実施形態では、硬化工程として、図 9 に例示するように、ヒータ 9 により作業面 2 a 即ち枠体 E の内側に供給されたインク I を加熱（外的刺激を付与）してインク I 内の揮発性有機溶剤を蒸発させ、その後に、紫外線照射器 4 3 から照射される外的刺激としての紫外線によりインク I を硬化させて、各層 L Y を形成する（ステップ S T 5）。この場合、制御部 7 は、ヒータ 9 を制御し、枠体 E の内側に供給されたインク I を加熱して揮発性有機溶剤を蒸発させるとともに、紫外線照射器 4 3、キャリッジ駆動部 5 及び載置台駆動部 6 を制御し、キャリッジ駆動部 5 が紫外線照射器 4 3 を主走査方向に 1 回以上移動させるとともに、作業面 2 a を副走査方向に移動させながら、紫外線照射器 4 3 が枠体 E の内側に供給されたインク I を露光して、インク I を硬化させる硬化制御を実行する。

[0058] 具体的には、制御部 7 は、硬化制御では、インク供給部 4 1 からのインク I の供給後に、枠体 E の内側に供給されたインク I の上面が平坦になる所定時間経過した後に、ヒータ 9 により作業面 2 a 上即ちインク I を加熱する。

この際、制御部 7 は、インク 1 内の揮発性有機溶剤が蒸発する予め定められた時間インク 1 を加熱する。そして、制御部 7 は、紫外線照射器 4 1、キャリッジ駆動部 5 を制御し、キャリッジ駆動部 5 が紫外線照射器 4 3 を主走査方向に 1 回以上移動させながら、紫外線照射器 4 3 が紫外線を照射して、主走査方向の 1 ライン分を露光する。そして、制御部 7 は、副走査方向移動部 6 2 を制御して、載置台 2 を 1 ライン分副走査方向に移動させた後、先ほどの工程を繰り返して、インク 1 全体を露光する。硬化工程において、揮発性有機溶剤が蒸発すると、図 9 に示すように、インク 1 の厚みがインク 1 に含まれていた揮発性有機溶剤の質量分、薄くなる。例えば、インク 1 の質量の 50% が揮発性有機溶剤である場合には、インク 1 の厚みは、 $1/2$ になる。

[0059] また、制御部 7 は、硬化制御では、紫外線照射器 4 3 から枠体 E の内側に供給されたインク 1 に、インク 1 が完全に硬化する紫外線（外的刺激）よりも弱い紫外線を照射する（外的刺激を付与する）、あるいは、インク 1 が完全に硬化する時間よりも短い時間紫外線を照射して（外的刺激を付与して）、インク 1 を半硬化させる。

[0060] 次に、3次元造形物 W の形成が終了したか否かを判定する（ステップ S T 6）。この場合、制御部 7 は、入力装置 8 から入力された 3次元造形物 W の形状に関する 3次元データや、形状データ生成工程（ステップ S T 1）で生成した 3次元造形物 W の層 L Y 毎の形状データ等に基づいて、3次元造形物 W の形成が終了したか否かを判定する。

[0061] 3次元造形物 W の形成が終了していないと判定した場合（ステップ S T 6：N o）、制御部 7 は、枠体 E の設置が終了したか否かを判定する（ステップ S T 7）。この場合、制御部 7 は、入力装置 8 から入力された 3次元造形物 W の形状に関する 3次元データや、形状データ生成工程（ステップ S T 1）で生成した 3次元造形物 W の層 L Y 毎の形状データ及び枠体 E の形状データ等に基づいて、枠体 E の設置が終了したか否かを判定する。具体的には、制御部 7 は、既に、作業面 2 a に設置された枠体 E の合計した厚みが、3次

元造形物Wの厚みを超えていると判定すると、枠体Eの設置が終了したと判定し、超えていないと、枠体3の設置が終了していないと判定する。

[0062] 次に、制御部7は、枠体Eの設置が終了していないと判定した場合（ステップST7：No）、移動工程として、硬化工程（ステップST5）の後に作業面2aを鉛直方向に沿ってキャリッジ4から離間する側に枠体Eの厚み分相対移動させる（ステップST8）。この場合、制御部7は、硬化制御の後に載置台2の載置台駆動部6を制御し作業面2aを鉛直方向に沿ってキャリッジ4から離間する側、ここでは、鉛直方向下側に相対移動させる移動制御を実行する。

[0063] 制御部7は、ステップST3に戻って、ステップST3以降のステップを繰り返し実行する。制御部7は、図10に例示するように、次の層（ここでは第2層目）に対する枠体設置制御による枠体設置工程（ステップST3）、インク供給制御によるインク供給工程（ステップST4）、硬化制御による硬化工程（ステップST5）、移動制御による移動工程（ステップST8）を繰り返し、順次、下側の枠体E及び3次元造形物Wの下側の層LYから各層LYを形成していく。

[0064] また、制御部7は、枠体Eの設置が終了したと判定した場合（ステップST7：Yes）、ステップST4に戻って、ステップST4以降のステップを繰り返し実行する。そして、制御部7は、次の層に対するインク供給制御によるインク供給工程（ステップST4）、硬化制御による硬化工程（ステップST5）、移動制御による移動工程（ステップST8）を繰り返し、順次、3次元造形物Wの下側の層LYから各層LYを形成していく。

[0065] 制御部7は、3次元造形物Wの形成が終了したと判定した場合（ステップST6：Yes）、完全硬化工程として、最後の硬化工程の後に、図11に例示するように、紫外線照射器43から枠体Eの内側に供給されたインクIを完全に硬化する紫外線を照射して（外的刺激を付与して）、インクIを完全に硬化させる（ステップST9）。この場合、制御部7は、紫外線照射器43、キャリッジ駆動部5及び載置台駆動部6を制御し、キャリッジ駆動部

5が紫外線照射器43を主走査方向に1回以上移動させるとともに、作業面2aを副走査方向に移動させながら、紫外線照射器43が枠体Eの内側に供給されたインクIを露光して、インクIを完全硬化させる完全硬化制御を実行する。

[0066] 具体的には、制御部7は、完全硬化制御では、硬化工程の後に、紫外線照射器43、キャリッジ駆動部5を制御し、キャリッジ駆動部5が紫外線照射器43を主走査方向に1回以上移動させながら、紫外線照射器43が紫外線を照射して、主走査方向の1ライン分を完全に硬化させる。そして、制御部7は、副走査方向移動部62を制御して、載置台2を1ライン分副走査方向に移動させた後、先ほどの工程を繰り返して、インクI全体を完全に硬化させる。完全硬化工程の後に、図12に例示するように、作業員などが、作業面2aから枠体Eを除去するなどして、実施形態の3次元造形物Wの製造方法を終了する。

[0067] 以上の実施形態に係るインクジェットプリンタ1、及び、3次元造形物の製造方法は、インク供給工程において枠体Eの内側にインクIを供給するので、枠体Eの内側に供給されたインクIの上面を平坦にすることができる。また、インク供給工程において枠体Eの内側にインクIを供給してからインクIの上面が平坦になった後に、硬化工程においてインクIを硬化させる。実施形態では、インクIとして、UV硬化型インクが揮発性有機溶剤により希釈されたインクIを用いる。このために、枠体E内に供給されたインクIの上面は、速やかに平坦になる。したがって、3次元造形物Wを構成する層LYの上面を平坦に形成することができ、3次元造形物Wの上面を平坦にすることができる。

[0068] また、インクジェットプリンタ1、及び、3次元造形物の製造方法は、サポートインクを作業面2aに吐出し硬化させて枠体Eを形成するので、種々の形状の枠体Eを容易に形成でき、種々の形状の3次元造形物Wを容易に形成することができる。

[0069] インクジェットプリンタ1、及び、3次元造形物の製造方法は、インク供

給工程と硬化工程とを複数回繰り返すので、3次元造形物Wを構成する各層L Yの上面を平坦にすることができるとともに、さまざまな厚みの3次元造形物Wを形成することができる。

[0070] インクジェットプリンタ1、及び、3次元造形物の製造方法は、硬化工程において枠体Eの内側に供給したインクIを半硬化させるので、複数重ねられるインクIで構成される層L Y同士を密着させることができる。また、最後の完全硬化工程では、インクIを完全に硬化させるので、3次元造形物Wを確実に形成することができる。

[0071] インクジェットプリンタ1、及び、3次元造形物の製造方法は、インク供給工程においてキャリッジ駆動部5がインク供給部41を主走査方向に複数回移動させながらインクIを枠体Eの内側に供給するので、枠体E内に供給したインクIの上面を速やかに平坦にすることができ、所望の形状の3次元造形物Wを形成することができる。

[0072] [変形例1]

次に、実施形態の変形例1にかかる3次元造形物の製造方法を説明する。図13は、実施形態の変形例1に係る3次元造形物の製造方法のフローチャートの一例である。なお、図13において、実施形態と同一部分には、同一符号を付して説明を省略する。

[0073] 実施形態の変形例1にかかる3次元造形物の製造方法では、制御部7が、硬化工程において、紫外線照射器43から枠体Eの内側に供給されたインクIに、インクIを完全に硬化する紫外線を照射し（外的刺激を付与し）、インクIを完全硬化させる（ステップST5）。このように、本発明では、3次元造形物Wの各層L Yを構成するインクIを枠体Eの内側への供給毎に完全硬化させて、完全硬化工程（ステップST9）を実行しなくてもよい。

[0074] [変形例2]

次に、実施形態の変形例2にかかる3次元造形物の製造方法を説明する。なお、変形例2において、前述した実施形態及び変形例1と同一部分には、同一符号を付して説明する。

- [0075] 実施形態及び変形例 1 では、インク供給部 41 が、インク I として、UV 硬化型インクを揮発性有機溶剤により希釈したインク I を用いた。変形例 2 では、インク供給部 41 が、インク I として、ラテックスインクなどの樹脂分散水性インク、揮発性有機溶剤により希釈していない UV 硬化型インク、熱硬化型インクのいずれかを用いる。
- [0076] ラテックスインクなどの樹脂分散水性インクは、外的刺激としての熱を付与されることで硬化度が変化するインク I である。インク I として、ラテックスインクなどの樹脂分散水性インクを用いる場合には、枠体設置工程（ステップ S T 3）において、アルカリ水溶性 UV 硬化インクをサポートインクとして用いて、枠体 E を設置する。そして、インク供給工程（ステップ S T 4）において枠体 E の内側にインク I を供給し、枠体 E の内側に供給されたインク I の上面が平坦になった後に、硬化工程（ステップ S T 5）において、ヒータ 9 から熱を付与して水分などの溶媒を不完全又は完全に気化させて、インク I を半硬化又は完全硬化させる。
- [0077] 即ち、硬化工程において、インク I に、インク I が完全に硬化する熱（外的刺激）よりも弱い熱を付与する、あるいは、インク I が完全に硬化する時間よりも短い時間熱（外的刺激）を付与してもよい。硬化工程（ステップ S T 5）において、インク I に、インク I が完全に硬化する熱（外的刺激）よりも弱い熱を付与する、あるいは、インク I が完全に硬化する時間よりも短い時間熱（外的刺激）を付与する場合には、完全硬化工程（ステップ S T 9）において、ヒータ 9 から熱を付与して水分などの溶媒を完全に気化させて、インク I を完全硬化させる。その後、アルカリ性の液体に漬けて、枠体 E を除去する。
- [0078] UV 硬化型インクは、外的刺激としての紫外線を照射（付与）されることで硬化度が変化するインク I である。インク I として、UV 硬化型インクを用いる場合には、枠体設置工程（ステップ S T 3）において、水溶性 UV 硬化インクをサポートインクとして用いて、枠体 E を設置する。そして、インク供給工程（ステップ S T 4）において枠体 E の内側にインク I を供給し、

枠体Eの内側に供給されたインクIの上面が平坦になった後に、硬化工程（ステップS T 5）において、紫外線照射器43から紫外線を照射して、インクIを半硬化又は完全硬化させる。

[0079] 即ち、硬化工程において、インクIに、インクIが完全に硬化する紫外線（外的刺激）よりも弱い紫外線を照射（付与）する、あるいは、インクIが完全に硬化する時間よりも短い時間紫外線（外的刺激）を照射（付与）してもよい。硬化工程（ステップS T 5）において、インクIに、インクIが完全に硬化する紫外線（外的刺激）よりも弱い紫外線を照射する、あるいは、インクIが完全に硬化する時間よりも短い時間紫外線（外的刺激）を照射する場合には、完全硬化工程（ステップS T 9）において、紫外線照射器43から紫外線を照射して、インクIを完全硬化させる。その後、枠体Eを水で溶かして除去する。

[0080] 熱硬化インクは、外的刺激としての熱を付与されること（加熱されること）で、硬化反応を生じ、硬化度が変化するインクIであり、通常、2種類の液体を混ぜるものである。インクIとして、熱硬化型インクを用いる場合には、枠体設置工程（ステップS T 3）において、サポートインクを用いて、枠体Eを設置する。そして、インク供給工程（ステップS T 4）において枠体Eの内側にインクIを供給し、枠体Eの内側に供給されたインクIの上面が平坦になった後に、硬化工程（ステップS T 5）において、ヒータ9から熱を付与して、インクIを半硬化又は完全硬化させる。

[0081] 即ち、硬化工程において、インクIに、インクIが完全に硬化する熱（外的刺激）よりも弱い熱を付与する、あるいは、インクIが完全に硬化する時間よりも短い時間熱（外的刺激）を付与してもよい。硬化工程（ステップS T 5）において、インクIに、インクIが完全に硬化する熱（外的刺激）よりも弱い熱を付与する、あるいは、インクIが完全に硬化する時間よりも短い時間熱（外的刺激）を付与する場合には、完全硬化工程（ステップS T 9）において、ヒータ9から熱を付与して、インクIを完全硬化させる。その後、枠体Eを除去する。

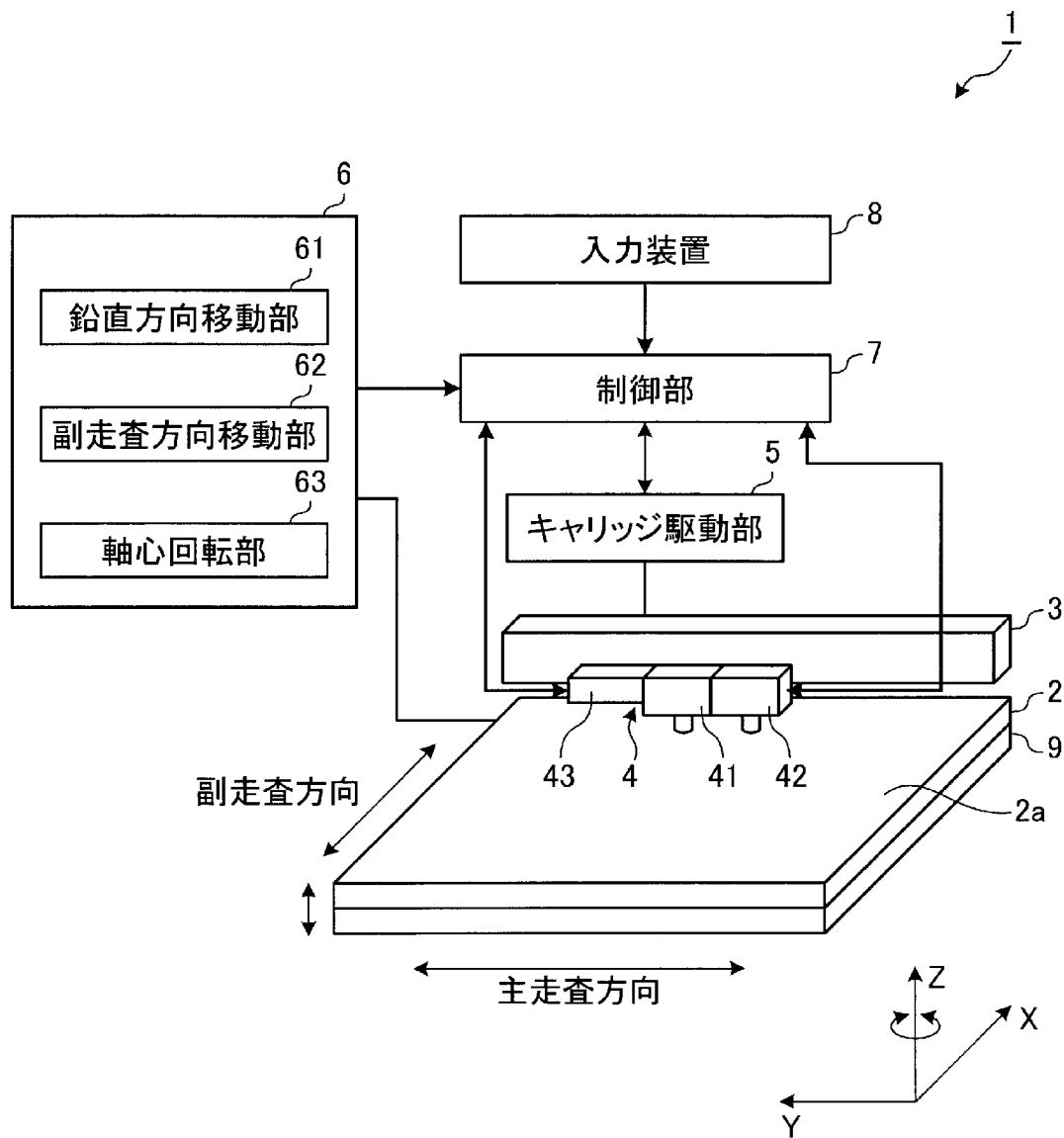
- [0082] 変形例 2 においても、前述した実施形態及び変形例 1 と同様に、3 次元造形物 W を構成する層 L Y の上面を平坦に形成することができ、3 次元造形物 W の上面を平坦にすることができる。
- [0083] また、前述した実施形態、変形例 1 及び変形例 2 では、サポートインクを吐出し露光して枠体 E を形成しているが、本発明では、これに限定されない。作業面 2 a 上に設置された治具を、枠体 E として用いてもよい。実施形態では、枠体設置工程とインク供給工程と硬化工程と移動工程とを繰り返したが、本発明では、枠体設置工程において、互いに積層される複数の枠体 E を一度に設置して、枠体設置工程を繰り返すことなく、インク供給工程と硬化工程と移動工程とを繰り返してもよい。
- [0084] 前述したように、本発明の実施形態、変形例 1 及び変形例 2 を説明したが、本発明は、これらに限定されない。本発明では、実施形態、変形例 1 及び変形例 2 をその他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、組み合わせの変更等を行うことができる。

請求の範囲

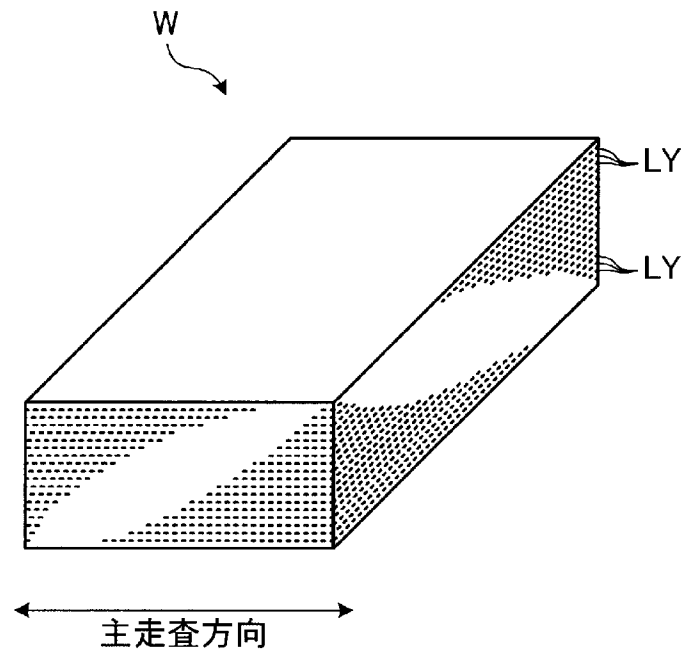
- [請求項1] 外的刺激が付与されることで硬化度が変化するインクを作業面に供給可能なインク供給部を備え、前記作業面に供給されたインクに外的刺激を付与する３次元プリンタにおいて実行される３次元造形物の製造方法であって、
- 前記３次元造形物の輪郭に沿って形成された枠体を作業面上に設置する枠体設置工程と、
- 前記枠体の内側でかつ前記作業面上に前記インク供給部が前記インクを供給するインク供給工程と、
- 前記インク供給工程において前記枠体の内側に前記インクを供給した後に、前記インクに外的刺激を付与して硬化させる硬化工程と、
- を含むことを特徴とする３次元造形物の製造方法。
- [請求項2] 前記枠体設置工程において、前記作業面と相対的に移動する前記３次元プリンタの吐出部からサポートインクを前記作業面に吐出し、前記サポートインクを硬化して、前記枠体を設置する、
- ことを特徴とする請求項１に記載の３次元造形物の製造方法。
- [請求項3] 前記インク供給工程と、前記硬化工程とを複数回繰り返すことを特徴とする請求項１に記載の３次元造形物の製造方法。
- [請求項4] 前記硬化工程では、前記枠体の内側に供給された前記インクに、前記インクが完全に硬化する外的刺激よりも弱い外的刺激を付与する、あるいは、前記インクが完全に硬化する時間よりも短い時間外的刺激を付与し、
- 最後の硬化工程の後に、前記インクに外的刺激を付与して前記インクを完全に硬化させる完全硬化工程を含むことを特徴とする請求項３に記載の３次元造形物の製造方法。
- [請求項5] 前記インク供給工程において、前記３次元プリンタの往復移動部が前記インク供給部を主走査方向に複数回移動させながら前記インク供給部が前記枠体の内側に前記インクを供給することを特徴とする請求

項 1 に記載の 3 次元造形物の製造方法。

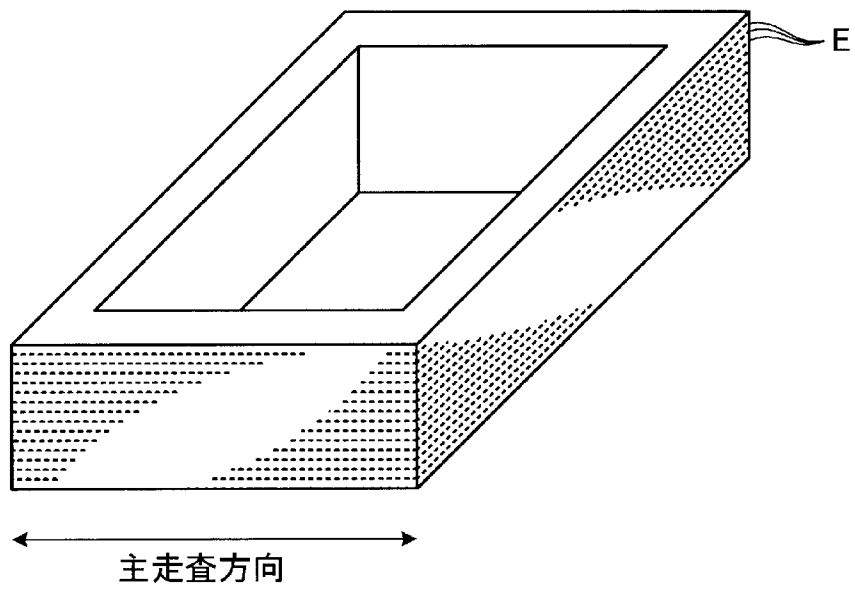
[請求項6] 前記インク供給部は、前記インクとして、少なくとも顔料、紫外線により硬化する紫外線硬化樹脂及び光重合開始剤からなり粘度が $20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上（室温 25°C ）の UV 硬化型インクに揮発性有機溶剤が添加されて、 $3 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上 $18 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ （室温 25°C ）以下の粘度を有するインクを前記作業面に供給可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元造形物の製造方法。



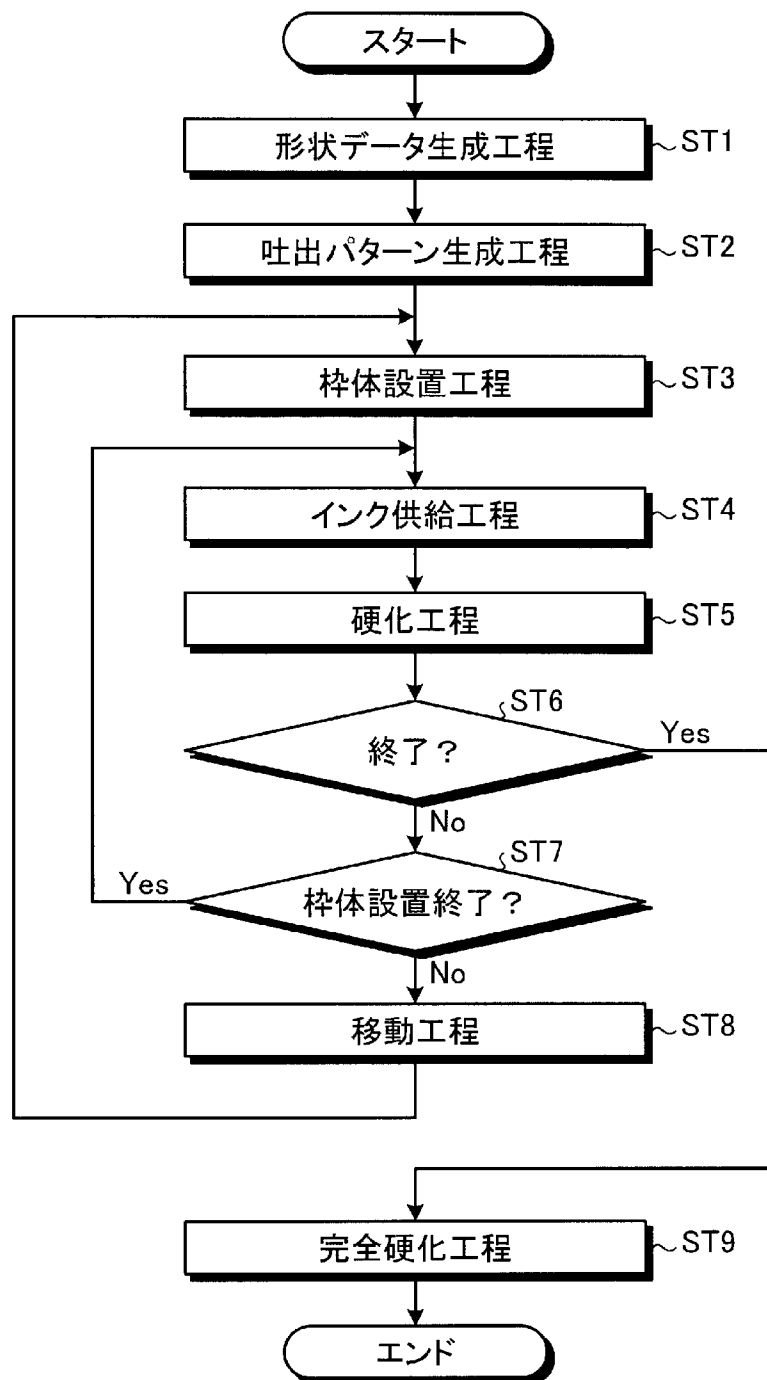
[図2]



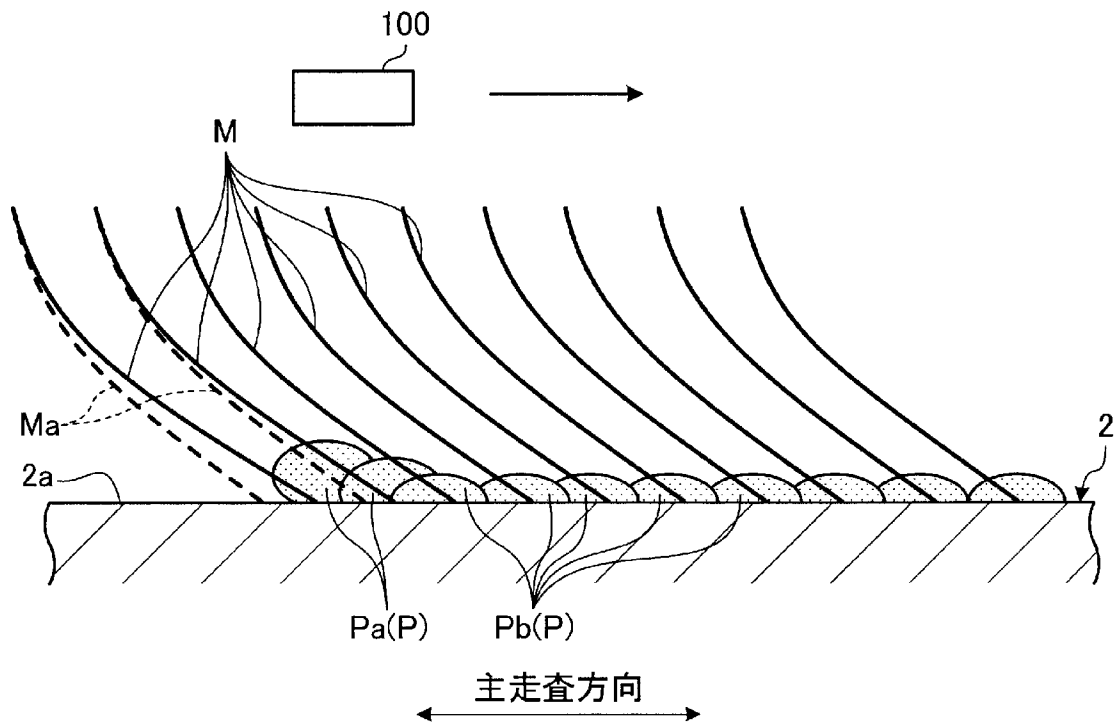
[図3]



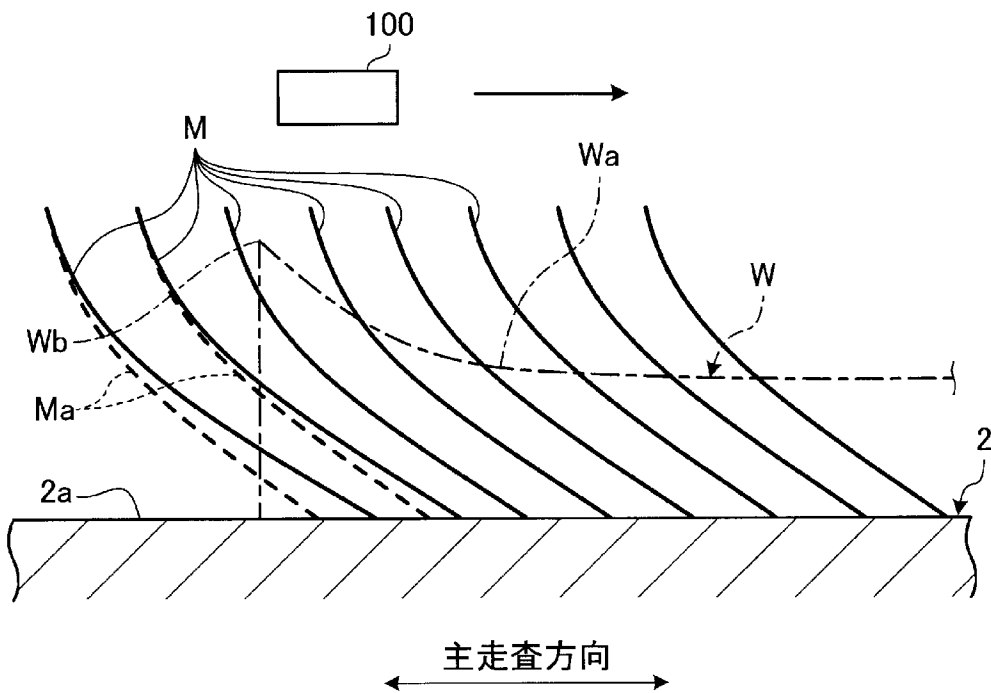
[図4]



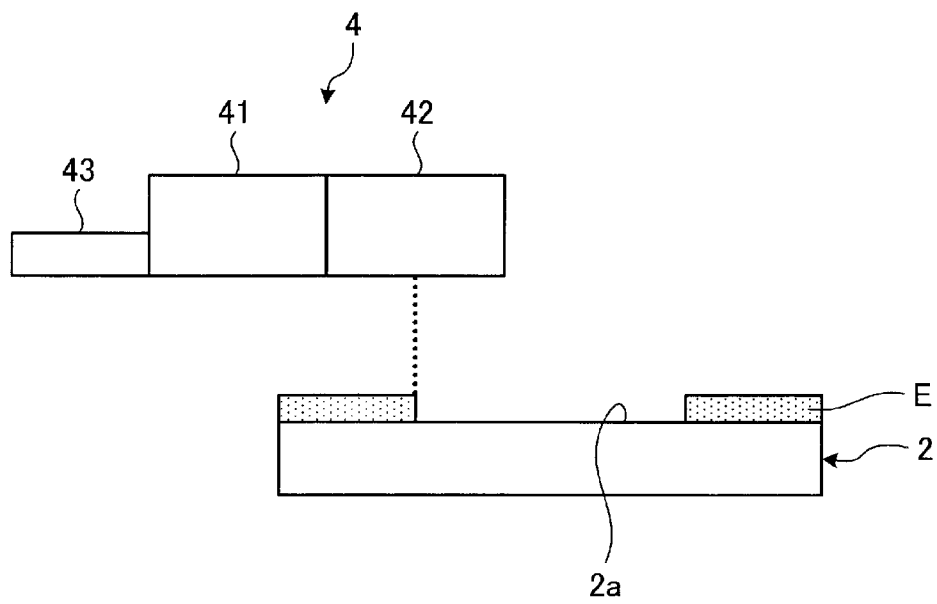
[図5]



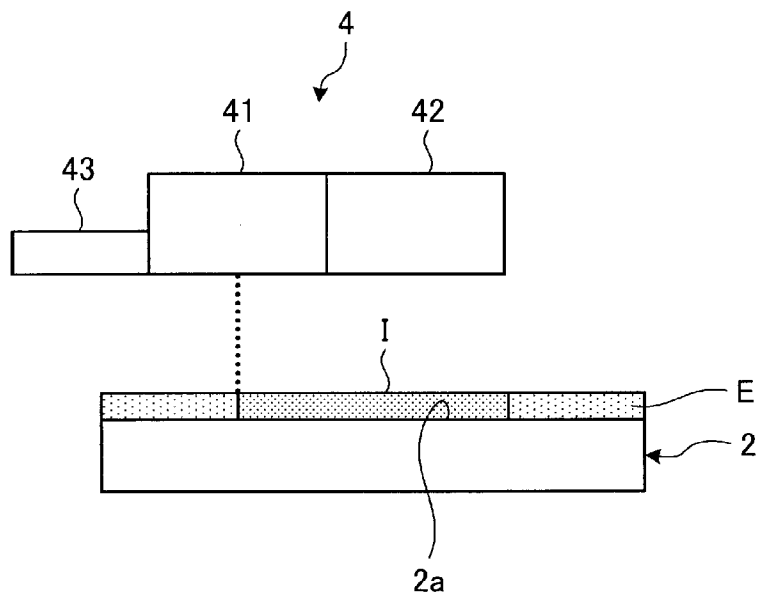
[図6]



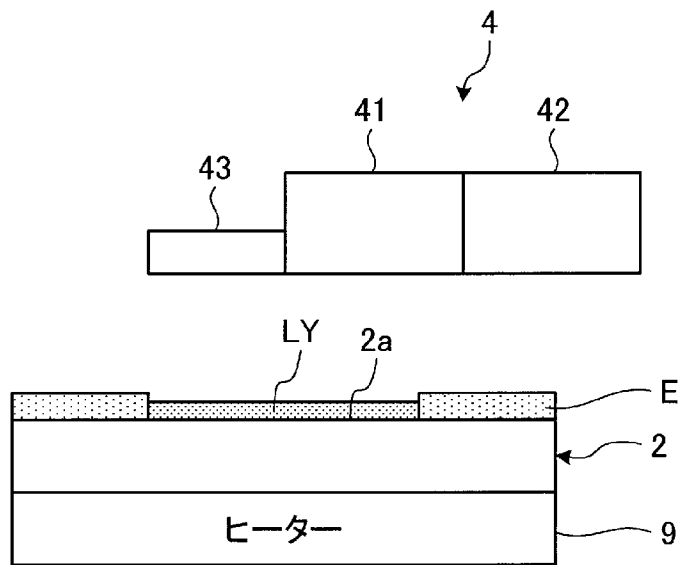
[図7]



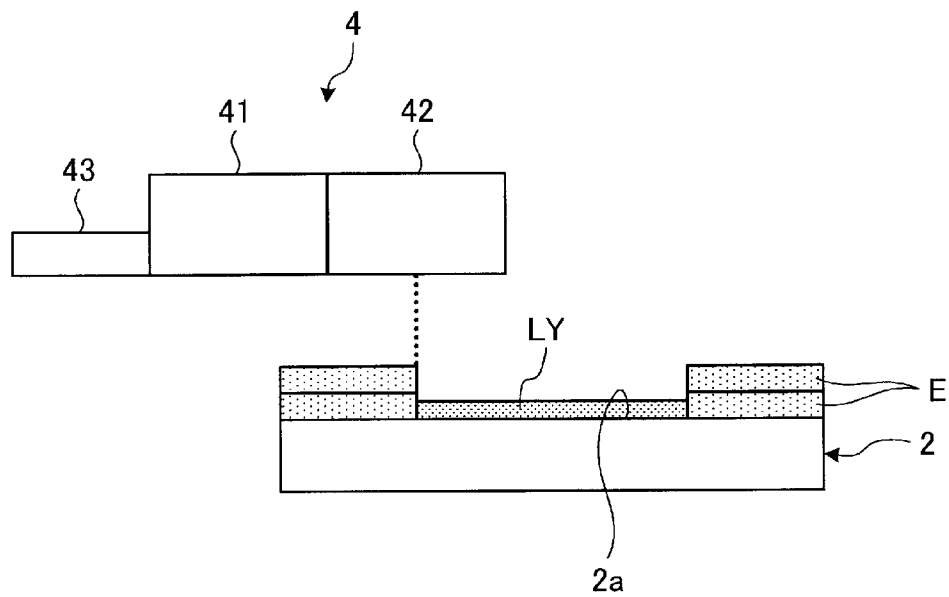
[図8]



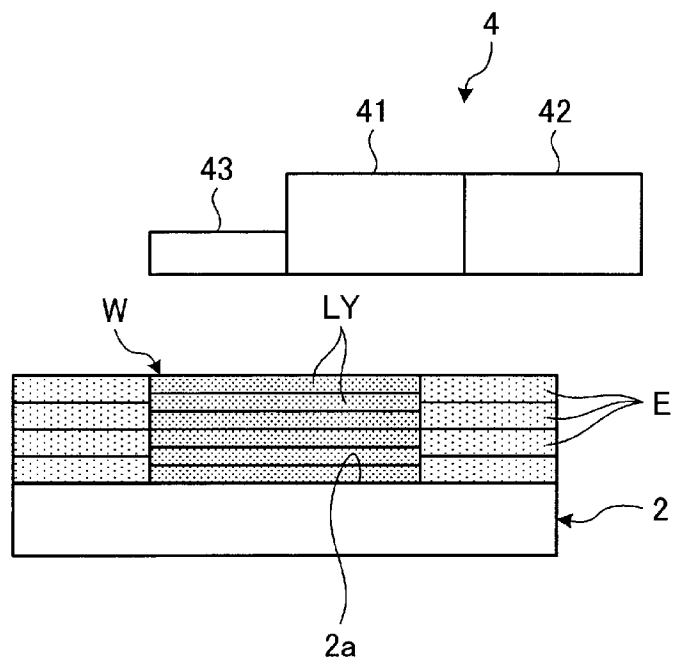
[図9]



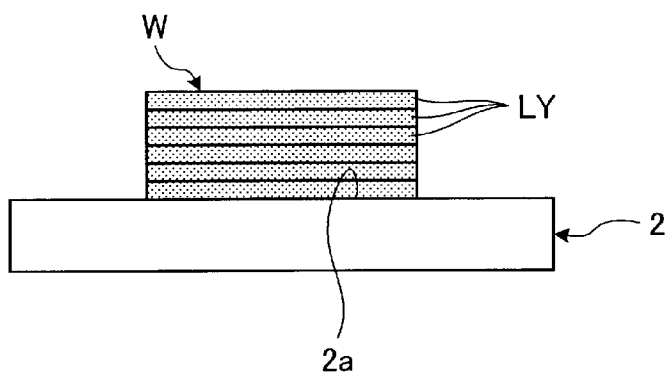
[図10]



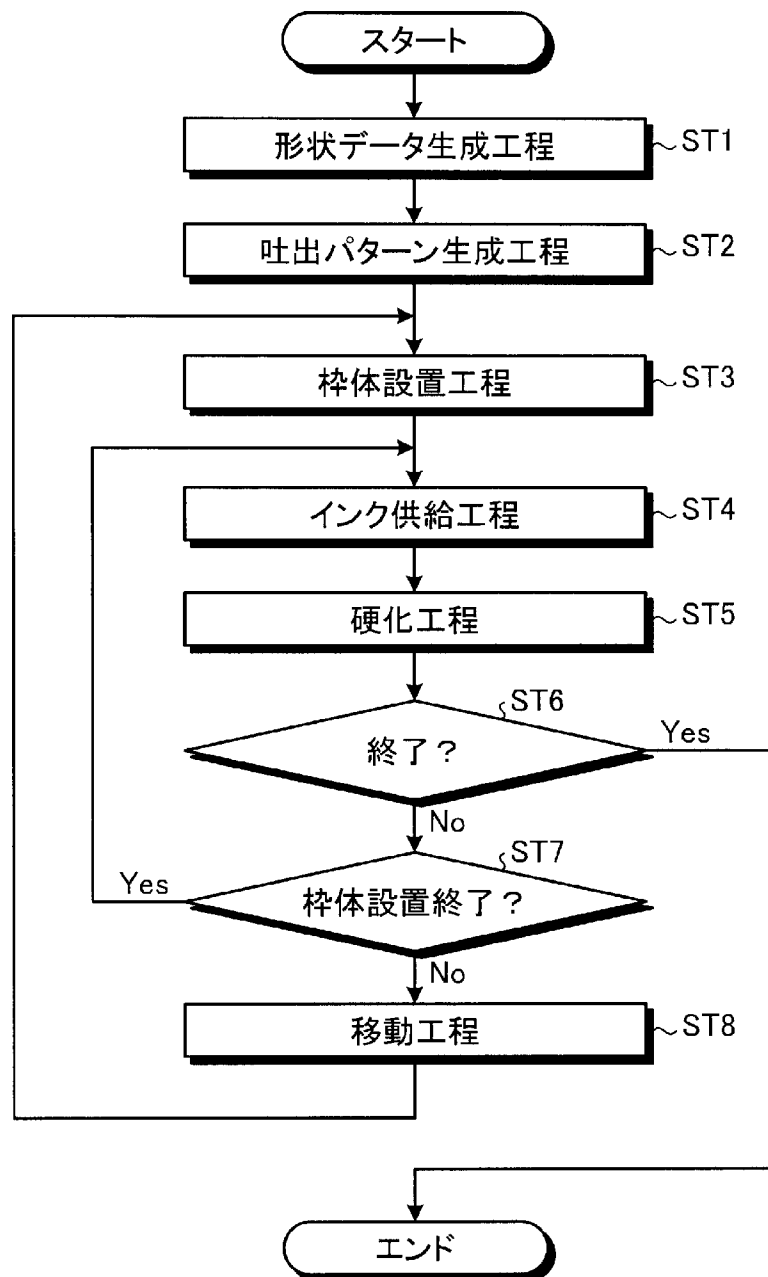
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/073096

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C67/00(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C67/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-96429 A (Keyence Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), claim 11; paragraphs [0038] to [0042], [0057], [0058]; fig. 1 & US 2013/0228953 A1 paragraphs [0053] to [0042], [0072]; claim 12; fig. 1 & WO 2012/060203 A1 & EP 2636510 A1 & CN 103189186 A	1-3, 5, 6 4
X A	JP 2004-160830 A (Roland DG Corp.), 10 June 2004 (10.06.2004), claims; paragraphs [0016], [0019] to [0026]; fig. 1, 2 & US 2004/0089980 A1 claims; paragraphs [0040], [0044] to [0050]; fig. 1, 2A to 2D	1-3, 6 4-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 October 2015 (22.10.15)

Date of mailing of the international search report
02 November 2015 (02.11.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/073096

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 9-57857 A (Roland DG Corp.), 04 March 1997 (04.03.1997), claim 1 (Family: none)	1, 3 2, 4-6
Y	JP 2013-67120 A (Keyence Corp.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraph [0071] & EP 2599613 A2 paragraph [0071] & CN 103009631 A	4
A	JP 2012-96428 A (Keyence Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), claim 15 & EP 2447046 A2 claim 15	1-6
A	JP 2004-255839 A (Hitachi Printing Solutions, Ltd.), 16 September 2004 (16.09.2004), entire text (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B29C67/00(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B29C67/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2012-96429 A（株式会社キーエンス） 2012.05.24, [請求項11], [0038] - [0042], [0057], [0058], [図1] & US 2013/0228953 A1 [0053]-[0042], [0072], [claim12], [Fig.1] & WO 2012/060203 A1 & EP 2636510 A1 & CN 103189186 A	1-3, 5, 6 4
X A	JP 2004-160830 A（ローランドディー．ジー．株式会社） 2004.06.10, [特許請求の範囲], [0016], [0019] - [0026], [図1], [図2] & US 2004/0089980 A1 claims, [0040],	1-3, 6 4-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.10.2015

国際調査報告の発送日

02.11.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大塚 徹

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

5797

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	[0044] -[0050], Fig. 1, Fig. 2A-2D	
X A	JP 9-57857 A (ローランドディー. ジー. 株式会社) 1997. 03. 04, [請求項 1] (ファミリーなし)	1, 3 2, 4-6
Y	JP 2013-67120 A (株式会社キーエンス) 2013. 04. 18, [0071] & EP 2599613 A2 [0071] & CN 103009631 A	4
A	JP 2012-96428 A (株式会社キーエンス) 2012. 05. 24, [請求項 15] & EP 2447046 A2 claim15	1-6
A	JP 2004-255839 A (日立プリンティングソリューションズ株式会社) 2004. 09. 16, 全文 (ファミリーなし)	1-6