

(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2010-12735

(P2010-12735A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.  
B29C 67/00 (2006.01)

F1  
B29C 67/00

テーマコード(参考)  
4F213

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-176582(P2008-176582)  
(22) 出願日 平成20年7月7日(2008.7.7)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅誉  
(74) 代理人 100107261  
弁理士 須澤 修  
(74) 代理人 100127661  
弁理士 宮坂 一彦  
(72) 発明者 平出 紀明  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 4F213 AC03 WA25 WA58 WA63 WB01  
WF25 WL02 WL25 WL27 WL92  
WL95

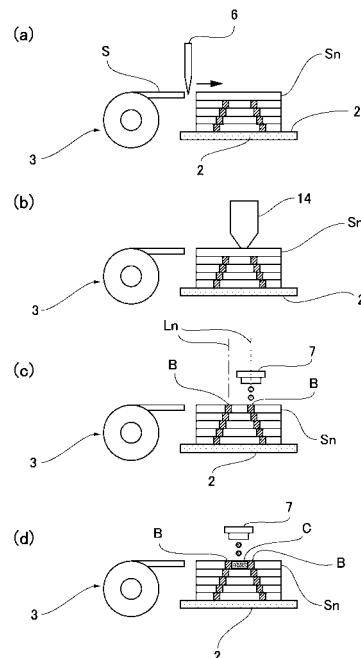
(54) 【発明の名称】 立体造形方法および立体造形装置

(57) 【要約】

【課題】安全かつ簡素な構成の装置により、短時間で精密なカラー立体モデルを作成することが可能な立体造形方法および立体造形装置を提案すること。

【解決手段】シート積層法による立体造形において、水溶性からなるシート材Sを積層材料として用いる。各層の積層時に、液滴吐出ヘッド7のノズルを用いて水を滴下することにより、各層のシート材Sを立体モデルMの輪郭線Lに沿って切断可能にする。また、各層の積層時に液滴吐出ヘッド7により着色用溶液を滴下してシート材を着色する。積層体S0の完成後に、シート材Sの不要部分を引き剥がして立体モデルMを完成させる。各層間の接着は、サーマルヘッド14による熱圧着、液滴吐出ヘッド7を用いた接着剤の滴下による接着、水の滴下による溶着、等により行う。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

シート材を積層して立体モデルを形成する立体造形方法であって、  
各層のシート材を積層するとき、  
各層のシート材における前記立体モデルの断面の少なくとも一部をその上下の層のシート材と接着すると共に、  
各層における前記立体モデルの輪郭線に沿って液滴吐出ヘッドを用いてシート材溶解液を滴下して、前記輪郭線に沿って前記シート材を切断可能にすることを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の立体造形方法において、  
各層のシート材をその上下の層のシート材と接着するときには、下層側のシート材の上の少なくとも一部に前記シート材溶解液または接着剤を滴下して溶着または接着するか、あるいは、上層側のシート材の少なくとも一部に上から加熱押圧して熱圧着させることを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の立体造形方法において、  
着色対象の層のシート材を積層した後、次の層のシート材が積層される前に、前記着色対象の層のシート材の着色部位に前記液滴吐出ヘッドまたは別体の液滴吐出ヘッドを用いて着色用溶液を滴下して、前記着色部位を着色することを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の立体造形方法において、  
前記輪郭線に沿って滴下される着色用溶液の浸透部分が前記シート材を貫通して形成されるように前記着色用溶液の滴下量を決定することを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 ないし 4 のいずれかの項に記載の立体造形方法において、  
前記シート材溶解液の滴下に先行して、前記輪郭線に沿って前記液滴吐出ヘッドまたは別体の液滴吐出ヘッドを用いて前処理液を滴下して浸透させ、  
前記前処理液が浸透した部分と浸透していない部分との境界部分に前記シート材溶解液を滴下することを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 ないし 5 のいずれかの項に記載の立体造形方法において、  
全ての層を積層した後に、前記輪郭線に沿って各層のシート材を切断して、前記シート材の不要部分を除去することを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 7】**

請求項 1 ないし 6 のいずれかの項に記載の立体造形方法において、  
前記シート材は水溶性バインダーおよび製紙用繊維材を含有している水溶紙であり、  
前記シート材溶解液は水であることを特徴とする立体造形方法。

**【請求項 8】**

シート材溶解液を滴下する液滴吐出ヘッドと、  
当該液滴吐出ヘッドに対向している滴下位置にシート材を搬送して積層させるシート材搬送機構と、  
前記立体モデルの形状データが入力される制御部と、を有し、  
当該制御部は、前記形状データに基づいて前記液滴吐出ヘッドおよび前記シート材搬送機構を制御することにより、請求項 1 ないし 7 のいずれかの項に記載の立体造形方法によって前記立体モデルを形成することを特徴とする立体造形装置。

**【請求項 9】**

請求項 8 に記載の立体造形装置において、  
着色用溶液を滴下する液滴吐出ヘッドを有し、  
当該液滴吐出ヘッドは、前記シート材溶解液を滴下する液滴吐出ヘッドと同一あるいは

10

20

30

40

50

別体の液滴吐出ヘッドであり、

前記制御部には前記立体モデルの着色データが入力され、

前記制御部は、当該着色データに基づき、着色対象の層のシート材への着色を、次の層のシート材が積層される前に行うことを特徴とする立体造形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シート材を積層して3次元形状の立体モデルを作成する立体造形方法および立体造形装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、3次元形状の立体モデルを作成する立体造形方法としては、UV硬化樹脂を立体モデルの断面形状にレーザーで硬化させて積層モデルの各層を形成する光造形法、粉末材料をレーザーで溶着し硬化させて積層モデルの各層を形成する粉末焼結法、熱可塑性材料を加熱しノズルから押し出して堆積させることにより積層モデルの各層を形成する溶融物堆積法、紙などのシート材をモデルの断面形状にカットして積層し接着することにより積層モデルを形成するシート積層法、などが提案されている。

【0003】

上記の方法のうち、光造形法、粉末焼結法、溶融物堆積法の各方法は、レーザー照射装置や樹脂槽、成形品の表面を洗浄する設備、あるいは溶融樹脂供給設備などを備えた大型で高価な装置が必要であった。また、特殊な材料を用いるために施設内の換気が必要であり、装置荷重や動作時の振動などに対応するために床の補強が必要になる場合もあった。従って、一般的なオフィスに設置するのは困難であった。また、樹脂材料等を硬化させるための時間が長く、造形に時間がかかってしまっていた。これに対し、シート積層法は一般的な材料である紙などを材料とすることができるため、上記各方法よりも簡易かつ小型な装置で実現できる。

【0004】

シート積層法により立体造形を行う装置の例としては、特許文献1に記載されているものがある。特許文献1のシート積層造形装置では、シートロールから引き出した接着剤塗布済みの連続シートをテーブル上の所定位置に搬送して裁断し、裁断後のカットシートを加圧加熱板によってテーブル側に押圧し加熱して下の層と接着する。その後、XYプロッタによって切断用カッターを所望の輪郭形状に沿って動かし、接着済みのカットシートからモデルの断面形状を切り抜くと共に、モデルの輪郭よりも外側にあるシート材の不要部分を格子状に切断する。特許文献1のシート積層造形装置は、このような動作をシート積層数だけ繰り返し、最後にブロック状にカットされたシート材の不要部分を除去することにより、シート積層体を所望の立体形状に成形することができる。

【特許文献1】特開2001-301060号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載のシート積層法による立体造形装置は、カッティング手段としてカッター刃を用いており、取り扱いに注意を要する。また、カッター刃の向きを変えながら走査する必要があり、精密なカッティングを行うには時間がかかる。また、各層を接着するために予め接着剤を塗布したシート材を準備する必要があり、シート材の不要部分まで接着しているために接着剤の消費量が多いという問題点があった。

【0006】

また、特許文献1の立体造形装置では、カラー立体造形を行うためには予めシート材に着色しておくか、造形後に着色工程を行う必要がある。よって、そのための機材等が別途必要になり、カラー立体モデルの作成に時間がかかる。また、造形後に着色を行う方法では、カラー立体モデルの内部への着色が困難であるという問題点があった。

10

20

30

40

50

## 【0007】

本発明の課題は、このような点に鑑みて、安全かつ簡素な構成の装置により、短時間で精密な立体モデルを作成することが可能な立体造形方法および立体造形装置を提案することにある。

## 【0008】

また、本発明の他の課題は、シート積層法による立体モデルの造形と着色を同一装置内で同時進行で行うことにより、カラー立体モデルを短時間で完成させることができ、且つ、カラー立体モデルの内部への着色や精密な着色が可能な立体造形方法および立体造形装置を提案することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記の課題を解決するために、本発明の立体造形方法は、シート材を積層して立体モデルを形成する立体造形方法であって、各層のシート材を積層するときに、各層のシート材における前記立体モデルの断面の少なくとも一部をその上下の層のシート材と接着すると共に、各層における前記立体モデルの輪郭線に沿って液滴吐出ヘッドを用いてシート材溶解液を滴下して、前記輪郭線に沿って前記シート材を切断可能にすることを特徴としている。

## 【0010】

本発明では、このように、各層のシート材を積層するときに、シート材溶解液を液滴吐出ヘッドから滴下することにより、立体モデルの輪郭線に沿ってシート材を切断可能にしている。これにより、カッター刃などの刃物を用いることなく、安全かつ速やかにカッティング作業を行うことができ、短時間で精密な立体モデルを作成することができる。また、各層のシート材をその上下の層のシート材と全面接着せず、必要な部分だけ接着することができるので、接着剤を節約することができる。

## 【0011】

本発明において、各層のシート材をその上下の層のシート材と接着するときには、下層側のシート材の上の少なくとも一部に前記シート材溶解液または接着剤を滴下して溶着または接着するか、あるいは、上層側のシート材の少なくとも一部に上から加熱押圧して熱圧着させるとよい。このような接着方法によれば、必要な部分だけを容易に接着することができる。また、シート材溶解液または接着剤を滴下する場合には、シート材に予め接着剤などを塗布しておく必要がない。また、サーマルヘッドなどの熱圧着手段を必要としないので、立体造形に用いる機材を削減でき、小型かつ簡素な構成の装置で立体造形を行うことができる。

## 【0012】

本発明において、着色対象の層のシート材を積層した後、次の層のシート材が積層される前に、前記着色対象の層のシート材の着色部位に前記液滴吐出ヘッドまたは別体の液滴吐出ヘッドを用いて着色用溶液を滴下して、前記着色部位を着色するとよい。このようにすれば、積層体の任意の層への着色を積層時に行うことができるので、別途着色工程を行う必要がない。よって、短時間で、着色済みの立体モデルを作成することができる。また、この方法によれば、積層後の着色が困難な立体モデルの外部表面以外の部分（内部層の部分）の着色も可能になる。また、液滴吐出ヘッドを用いることにより、フルカラーの着色および微細なパターンの着色を行うことが可能になる。更に、カッティングと着色、接着をいずれも液滴吐出ヘッドにより行うことができるので、必要な機材を削減でき、装置の簡素化および小型化が可能となる。

## 【0013】

本発明において、前記輪郭線に沿って滴下される着色用溶液の浸透部分が前記シート材を貫通して形成されるように前記着色用溶液の滴下量を決定するとよい。このようにすると、輪郭線に沿って切断されたシート材の端面部分全体に溶液が浸透するので、立体モデルの表面に、シート材の端面部分が部分的に未着色の状態で見ることがない。

10

20

30

40

50

## 【0014】

本発明において、前記シート材溶解液の滴下に先行して、前記輪郭線に沿って前記液滴吐出ヘッドまたは別体の液滴吐出ヘッドを用いて前処理液を滴下して浸透させ、前記前処理液が浸透した部分と浸透していない部分との境界部分に前記シート材溶解液を滴下するとよい。輪郭線に沿って先に前処理液を浸透させることにより、当該浸透部分にシート材溶解液が拡散しないようにすることができる。よって、輪郭線に沿ってシャープな切断加工を行うことができ、より精密な立体造形を行うことができる。

## 【0015】

本発明において、全ての層を積層した後に、前記輪郭線に沿って各層のシート材を切断して、前記シート材の不要部分を除去するとよい。このように、最後に一括して不要部分を除去するようにすれば、立体造形に要する時間を短縮することができる。また、本発明ではシート材を必要部分のみ接着しており不要部分までは接着していないので、最後に一括してシート材の不要部分を分断させて引き剥がす作業が容易である。

10

## 【0016】

ここで、本発明における前記シート材は水溶性バインダーおよび製紙用繊維材を含有している水溶紙であり、前記シート材溶解液は水である。このように、水溶紙を用いれば、化学薬品などを用いずに、取り扱いが容易で安全な水によってシート材を溶解させることができる。また、水溶性溶液を吐出する印刷用の液滴吐出ヘッドを水の滴下用に兼用することができるので、水溶性溶液による着色と水の滴下による切断加工を同一の液滴吐出ヘッドで行うことができる。

20

## 【0017】

次に、本発明の立体造形装置は、  
シート材溶解液を滴下する液滴吐出ヘッドと、  
当該液滴吐出ヘッドに対向している滴下位置にシート材を搬送して積層させるシート材搬送機構と、  
前記立体モデルの形状データが入力される制御部と、を有し、  
当該制御部は、前記形状データに基づいて前記液滴吐出ヘッドおよび前記シート材搬送機構を制御することにより、上述の本発明による立体造形方法によって前記立体モデルを形成することを特徴としている。

30

## 【0018】

本発明の立体造形装置において、着色用溶液を滴下する液滴吐出ヘッドを有し、当該液滴吐出ヘッドは、前記シート材溶解液を滴下する液滴吐出ヘッドと同一あるいは別体の液滴吐出ヘッドであり、前記制御部には前記立体モデルの着色データが入力され、前記制御部は、当該着色データに基づき、着色対象の層のシート材への着色を、次の層のシート材が積層される前に行うように構成するとよい。このような装置構成により、着色された立体モデルを短時間で作成することができ、積層後の着色が困難な立体モデルの表層以外の部分（内部層の部分）の着色も可能となる。また、液滴吐出ヘッドを用いることにより、微細なパターンの着色を行うことが可能になる。また、カッティングと着色、接着をいずれも液滴吐出ヘッドにより行うことができるので、必要な機材を削減でき、装置の簡素化および小型化が可能となる。

40

## 【発明の効果】

## 【0019】

本発明によれば、カッターなどの刃物を用いることなく、安全かつ速やかにシート材のカッティング作業を行うことができ、短時間で精密な立体モデルを作成することができる。また、各層のシート材をその上下の層のシート材と全面接着せず、必要な部分だけ接着しているので、接着剤を節約することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0020】

以下に、図面を参照して、本発明の実施形態に係る立体造形装置および立体造形方法について説明する。

50

## 【 0 0 2 1 】

(シート材)

本実施形態の立体造形装置はシート積層法により立体モデルを成形するための装置である。そこで、まず、積層材料となるシート材 S について説明する。シート材 S は、木材パルプ繊維などの製紙用繊維材に水溶性バインダーを加えて抄紙などの製紙方法によりシート状に成形した特殊紙である。このシート材 S は、水（シート材溶解液）により溶解する水溶紙であり、シート積層法による立体形成に適した厚さおよび強度を有している。

## 【 0 0 2 2 】

より詳しく説明すると、シート材 S は、水が浸透した部分の水溶性バインダーが溶解してパルプ繊維間の水素結合が解消することにより、水が浸透した部分はばらばらになったパルプ繊維だけが残り、脆弱化した状態になる。従って、シート材 S の上から線状に水を滴下することにより線状の水の浸透部分を形成し、当該浸透部分をシート材 S の裏側まで貫通させることにより、この浸透部分を切断線としてシート材を切断可能になる。

10

## 【 0 0 2 3 】

なお、シート材 S として、水溶性のでんぷんやゼラチン、PVA などの水溶性樹脂をフィルム状に成形したものを用いても良い。また、溶解温度を適宜設定可能な PVOH などの水溶性樹脂を用いてもよい。この場合、溶解温度に温度制御した水を滴下することにより、シート材を切断可能にすることができる。

## 【 0 0 2 4 】

(立体造形装置)

次に、立体造形装置について説明する。図 1 は、立体造形装置の概略構成図である。立体造形装置 1 は、装置フレーム内に設けられた昇降可能な積層台 2 と、ロール紙状に巻かれたシート材 S を回転可能に保持している給紙部 3 と、給紙部 3 から繰り出される一定幅の連続紙状のシート材 S をシート材搬送経路 4 に沿って送り出し、積層台 2 の上の積層位置まで搬送する搬送機構 5 と、搬送機構 5 によって積層台 2 の上に位置合わせされたシート材 S を所定長さに切断する切断機構 6 と、積層台 2 の上にノズル面を向けて配置された液滴吐出ヘッド 7 と、液滴吐出ヘッド 7 を搭載するヘッドキャリッジ 8 およびその駆動機構 9 と、これらの各機構を制御する制御部 10 などを備えている。

20

## 【 0 0 2 5 】

また、立体造形装置 1 は、各種溶液や水、あるいは接着剤などを封入した複数個の液体パックを収容したカートリッジ 11 を装着するためのカートリッジ装着部 12 を備えている。カートリッジ 11 をカートリッジ装着部 12 に装着すると、カートリッジ装着部 12 側に設けられた供給針がカートリッジ 11 内の液体パックの供給口に差込接続される。供給針は液滴吐出ヘッド 7 から延びる可撓性の供給流路に接続されているので、液滴吐出ヘッド 7 のノズルに液体パック内の各液体が供給される。

30

## 【 0 0 2 6 】

積層台 2 は、水平な積層面 2 a を備えており、図示しない昇降機構によって積層面 2 a を上下動させ、積層面 2 a の高さを調整可能に構成されている。積層面 2 a は、作成する立体モデルの平面形状に合わせて切断される矩形等のシート材 S を重ねて積層可能な大きさに形成されており、この積層面 2 a の上にシート材 S の積層位置が設定されている。

40

## 【 0 0 2 7 】

搬送機構 5 は、給紙部 3 から送り出されるシート材 S をシート材搬送経路 4 上の所定位置で把持する紙送りローラ対を備えており、この紙送りローラ対を紙送りモータによって同期して正逆方向に回転駆動させることにより、シート材搬送経路 4 に沿って前進方向あるいは後退方向にシート材 S を搬送する。

## 【 0 0 2 8 】

切断機構 6 は、可動刃および固定刃を備えた鋏式のものである。切断機構 6 は、搬送機構 5 により積層面 2 a 上の積層位置に位置合わせされたシート材 S に向かって可動刃を動かす、当該シート材 S を、その先端から所定長さの位置で幅方向に切断する。なお、切断機構 6 は鋏式のものに限定されず、他の機構を用いても良い。例えば、液滴吐出ヘッド 7

50

を後述する駆動機構 9 により切断機構 6 による切断位置まで移動可能に構成して、切断位置で水を滴下してシート材 S を切断してもよい。

【 0 0 2 9 】

駆動機構 9 は、液滴吐出ヘッド 7 を搭載したヘッドキャリッジ 8 を水平面内で自由に移動させることが可能な X Y プロッタ機構を備えている。これにより、積層台 2 の上で任意の経路に沿って液滴吐出ヘッド 7 を動かし、液滴吐出ヘッド 7 のノズルから積層台 2 上の任意の位置にインクや水溶液、水などの各種液体を滴下することができる。

【 0 0 3 0 】

立体造形装置 1 の制御部 1 0 には、ホストコンピュータなどの外部装置 1 3 から、作成する立体モデル M の形状データや、その着色部位および着色パターンを示す着色データが入力される。また、シート材 S の厚さや寸法、材質などのデータが入力される。なお、シート材 S の厚さや寸法は、立体造形装置 1 内のセンサで検出することにより取得してもよい。制御部 1 0 は、これらの形状データや着色データ等に基づいてヘッドドライバを介して液滴吐出ヘッド 7 を駆動制御することにより、形状データや着色データにおいて指示された種類の液体を液滴吐出ヘッド 7 のノズルから滴下することができる。

【 0 0 3 1 】

制御部 1 0 は、モータドライバを介して、駆動機構 9 の X 軸モータおよび Y 軸モータ、搬送機構 5 の紙送りモータ、あるいは切断機構 6 のカットモータなどを駆動制御する。また、制御部 1 0 は、シート材搬送経路 4 に沿って、あるいは積層台 2 に設けられた検出センサ等の出力により、搬送中のシート材 S の先端位置などを把握可能に構成されている。これにより、シート材 S を積層面 2 a 上の積層位置に正確に位置合わせして積層することができる。また、形状データによって指示された寸法に切断機構 6 でシート材 S を切断し、積層することができる。また、各層のシート材 S 上の指定された位置に、液滴吐出ヘッド 7 のノズルを位置合わせすることができる。

【 0 0 3 2 】

また、制御部 1 0 は、積層台 2 の昇降機構の駆動源であるモータをモータドライバを介して駆動制御することにより、積層台 2 にシート材 S が積層される毎に、積層されたシート材 S の厚さに応じて積層面 2 a を下降させる。あるいは、シート材 S の積層体の最上面の位置をセンサ等で検出して、最上面の位置を所定の高さに位置合わせするように積層面 2 a を下降させてもよい。これにより、最上層のシート材 S と液滴吐出ヘッド 7 のノズルとの距離を一定に保つことができ、最上層に積層されたシート材 S に、液滴吐出ヘッド 7 によるインク等の滴下を正確に行うことができる。

【 0 0 3 3 】

このように、立体造形装置 1 の制御部 1 0 は、積層台 2 の上で加工工程を行うときは、シート材 S の積層体の各層を加工内容に応じた高さに位置合わせするように積層台 2 を上下動させることができる。なお、後述するようにシート間の接着を熱圧着により行うために、シート材 S の所望の部分を加熱可能なサーマルヘッド 1 4 ( 図 5 参照 ) を追加した構成にしてもよい。

【 0 0 3 4 】

( 立体造形方法 )

次に、上記構成の立体造形装置 1 による立体造形方法について説明する。図 2 ( a ) はシート材の積層体における各層の平面図、図 2 ( b ) はシート材の積層体の断面図、図 3 ( a ) ~ ( f ) はシート材の積層工程の説明図である。なお、図 2 ( b ) では、シート材 S の積層体 S 0 の積層数を簡略化して 3 層にしている。また、図 2 ( b ) に示す輪郭線 L 1 ~ L 3 は、積層体 S 0 の各層の高さにおける立体モデル M の輪郭線である。

【 0 0 3 5 】

まず、外部装置 1 3 において、CAD プログラム等を用いて立体モデル M の 3 次元形状データを作成し、立体造形装置 1 へ出力する。また、外部装置 1 3 から、造形材料であるシート材 S の厚さ t や紙幅などの各種情報を立体造形装置 1 へ出力する。立体造形装置 1 の制御部 1 0 は、外部装置 1 3 から入力された 3 次元形状データから立体モデル M の 3 次

10

20

30

40

50

元形状を解析した後、この3次元形状を、シート材Sの厚さtを1層の高さとして高さ方向にスライスして分割する。そして、スライスした各層ごとに、この3次元形状の輪郭線すなわち立体モデルMの輪郭線Lの形状をイメージデータに展開し、バッファに格納する。なお、外部装置13側で立体モデルMを厚さtでスライスした各層における輪郭線Lの形状データを作成して、立体造形装置1に出力してもよい。

【0036】

次に、制御部10は、積層台2の積層面2aの上に1層目(最下層)のシート材を積層する。制御部10は、図3(a)に示すように、搬送機構5を制御して給紙部3から繰り出したシート材Sを積層面2a上まで搬送して積層位置に位置合わせした後、切断機構6によって所定の寸法に切断して矩形のカットシートを形成し、積層面2aの上に載置した状態にする。なお、給紙部3に予め定型にカットされたカットシート状のシート材Sをセットしておく場合には、切断工程および切断機構6を省略できる。

10

【0037】

図3(b)に示すように、1層目のシート材S1における立体モデルの輪郭線L1の形状に応じて積層台2上で液滴吐出ヘッド7を水平方向に動かし、液滴吐出ヘッド7の水滴下用のノズルから、輪郭線L1に沿って1層目のシート材S1の上に水を滴下する。これにより、輪郭線L1に沿って水の浸透部分B1を形成する。このとき、水の浸透部分B1がシート材Sを貫通するように各位置における水の滴下量を制御する。

【0038】

続いて、制御部10は、図3(c)に示すように、輪郭線L1に囲まれたシート材Sの必要部分S1a(立体モデルMの断面形状の部分)の上の所定位置に、液滴吐出ヘッドの接着剤滴下用のノズルからシート材接着用の接着剤を滴下する。あるいは、接着剤の代わりにごく微量の水を滴下して、滴下位置におけるシート材S1aの表面をわずかに溶解させる。

20

【0039】

1層目の積層作業が完了した後に、制御部10は、積層台2の昇降機構を制御して、積層面2aをシート材Sの厚さtだけ下降させる。次に、制御部10は、1層目のシート材S1の上に、2層目のシート材S2を積層する。すなわち、図3(d)に示すように、1層目のときと同様に搬送機構5を制御してシート材Sを1層目のシート材S1の上に位置合わせした後、切断機構6によって1層目と同一位置でシート材Sを切断する。これにより、1層目と同一形状のカットシートが1層目の上に積層された状態になる。2層目のシート材S2は、1層目のシート材S1の所定位置に滴下された接着剤により、1層目と部分的に接着される。あるいは、シート材S1の溶解部分との溶着により、1層目と部分的に接着される。

30

【0040】

続いて、図3(e)に示すように、2層目のシート材S2における立体モデルMの輪郭線L2の形状に応じて液滴吐出ヘッド7を移動させ、輪郭線L2に沿って水を滴下して、2層目のシート材S2に輪郭線L2に沿って水の浸透部分B2を形成する。浸透部分B2は、浸透部分B1と同様にシート材S2を貫通するように形成する。その後、図3(f)に示すように、輪郭線L2に囲まれたシート材S2の必要部分S2a上の所定位置に接着剤あるいは微量の水を滴下する。

40

【0041】

3層目は、2層目の場合と全く同様に積層して2層目の上に接着された後、その上に3層目のシート材S3における立体モデルMの輪郭線L3に沿って水を滴下して、水の浸透部分B3を形成する。3層目がシート材S3の積層体の最上層である場合には、これで積層体の形成を終了するが、さらに多数の層を積層する場合には、接着剤あるいは水を滴下する工程、シート材Sの積層と切断を行う工程、輪郭線Lに沿って水を滴下する工程、の3工程を、積層数だけ繰り返す。

【0042】

以上の工程により、各層におけるシート材Sがそれぞれ輪郭線Lの位置で切断可能にな

50

り、且つ、各層のシート材Sが上下の層のシート材と接着され一体化されているシート材Sの積層体S0が形成される。そこで、この積層体S0を立体造形装置1から取り出した後、不要部分のシート材Sをまとめて引き剥がすなどして除去することにより、積層体S0から立体モデルMの部分だけをくりぬいて、立体モデルMを完成させることができる。このとき、各層のシート材Sの不要部分同士は接着されていないので、容易に除去することができる。よって、凹凸のある輪郭形状の立体モデルを容易に完成させることができる。なお、不要部分がバラバラとなり除去作業に時間を要する場合、不要部分間を接着してある程度の塊として除去できるようにしてもよい。また、水の滴下時にシート材Sの不要部分に適宜水を滴下しておくようにすれば、不要部分のシート材Sを分割でき、除去作業が容易になる。

10

#### 【0043】

輪郭線Lの位置で切断したシート材Sの端部は鋭利な切断面ではなく、水では溶解しないパルプ繊維などが長く飛び出した部分が毛羽立った状態になることもある。そこで、不要部分のシート材Sを除去した後の立体モデルMの表面にサンドペーパーなどによって磨き処理を施して滑らかにし、その上にコーティング剤を塗って表面補強を行うなどの表面仕上げを行っても良い。このようにすると、立体モデルMの劣化を抑制することができ、耐水性を有する立体モデルMを作成することができる。

#### 【0044】

このように、本実施形態では、液滴吐出ヘッド7から水を滴下することにより、各層の高さにおける立体モデルMの輪郭線Lに沿ってシート材Sを切断可能にしている。従って、安全かつ速やかに各層のシート材Sのカッティング作業を行うことができ、短時間で精密な立体モデルMを作成することができる。また、各層のシート材Sをその上下の層のシート材Sと全面接着せず、必要な部分だけ接着しているので、接着剤を節約できる。また、サーマルヘッドなどの熱圧着手段を必要としないので、立体造形に用いる機材を削減でき、装置の構成を簡素化し小型化することができる。

20

#### 【0045】

(精密加工方法)

水の滴下によるカッティング方法では、水が輪郭線Lの線幅からはみ出した形状に拡散して浸透してしまうと、切断後のシート材Sの縁部分は水が浸透した部分が欠けた形状になってしまう。従って、各層のシート材Sを輪郭線Lの位置で精密に切断するためには、輪郭線Lに囲まれた立体モデルMの断面部分の内側に水の浸透部分がはみ出さないようにする必要がある。以下、このような精密加工方法について説明する。

30

#### 【0046】

まず、水の滴下制御による精密加工方法について説明する。浸透部分Bの形状は、制御部10による水の滴下位置と滴下タイミング、および滴下量の制御によってコントロール可能である。具体的には、輪郭線L上の各位置に一度に滴下する水の量をごく微量にして、微量の滴下を所定時間以上の時間間隔で複数回行うように立体造形装置1の各部を制御する。このようにすると、最初に滴下された水は、シート材Sの面方向にはそれほど拡がらない。そして、所定時間経過後(最初の水が浸透した後)に滴下した次の微量の水は、シート材Sの面方向には拡がらず、厚さ方向に浸透してゆく。従って、輪郭線Lの線幅からはみ出さない細い浸透部分Bを形成することができ、切断後のシート材Sの端辺部分をシャープな形状にすることができる。このように、1回に滴下する液滴量と滴下回数、および時間間隔を、シート材Sの材質、厚さなどに応じて適宜設定することにより、浸透部分Bの形状を適宜コントロールして精密なカッティングを行うことができる。

40

#### 【0047】

次に、水の浸透領域を限定する精密加工方法について説明する。水の滴下位置の近傍にすでにインクなどの他の液体が浸透していると、滴下した水は他の液体が浸透している部分には拡散しにくい。このことを利用して、輪郭線Lに沿って予め他の液体(前処理液)を滴下して浸透させておく前処理を行い、その後輪郭線L上に水を滴下することにより、水の浸透範囲を限定することができる。

50

## 【 0 0 4 8 】

図4(a)は前処理液および水を滴下したシート材の積層体の各層の平面図、図4(b)は積層体の断面図である。この方法では、液滴吐出ヘッド7のノズルの1つに着色用インク(前処理液)を供給する。そして、各層のシート材Sを積層するときに、輪郭線Lに沿って水を滴下する前に輪郭線Lに沿ってシート材Sに着色用インクを滴下して、シート材Sの裏側まで浸透させる。このとき、着色用インクの滴下位置を、輪郭線Lの真上よりもわずかに内側寄りに設定することにより、着色用インクの浸透部分Cの側端が、ほぼ輪郭線Lの真上となるように着色用インクの滴下位置および滴下量を調整する。そして、着色用インクの浸透後に、着色用インクが浸透した領域(浸透部分C)と浸透していない領域との境界部分に沿って水を滴下する。これにより、着色用インクの浸透部分Cには水が拡散せず、輪郭線Lの外側に広がる細い領域にのみ水が浸透する。よって、水の浸透部分Bの幅を細くすることができ、精密なカッティングを行うことができる。また、同時に着色用インクによって立体モデルMの表面の着色を行うことができる。

10

## 【 0 0 4 9 】

なお、輪郭線Lを中心とする細い領域のみを残して、その両側にそれぞれインクを滴下して2本の近接した線状の浸透部分を形成し、このインク浸透部分の間に水を滴下すれば、更に細い水の浸透部分を形成することができる。

## 【 0 0 5 0 】

水の浸透部分を限定するための前処理用の溶液として無色透明溶液あるいは撥水性溶液などを使用することにより、立体モデルMの色をシート材Sの地色のままにしておくことができる。あるいは、他のインクによる着色に影響を与えないようにすることができる。また、撥水性溶液を用いれば、インクの浸透部分への水の拡散をより確実に防止できる。また、前処理用の溶液として熱硬化性溶液を用いると共に、熱硬化性溶液の滴下後にその浸透部分をサーマルヘッドなどにより加熱して熱硬化性溶液をシート材Sに固着させるようにしてもよい。このようにすれば、シート材Sの縁部分をコーティングして切断後も鋭利な形状に保つことができる。よって、更に精密な切断加工を行うことができる。

20

## 【 0 0 5 1 】

なお、熱硬化性溶液の他に、常温硬化型(速乾性)溶液、熱硬化型溶液、紫外線(UV)硬化型溶液、電子線(EB)硬化型溶液でも同様に適応可能である。それぞれを吐出した後、特性に合った硬化処理を施して固着すればよい。

30

## 【 0 0 5 2 】

(着色工程を含む立体造形方法)

ここで、上記説明した立体造形方法を、シート材Sを積層し接着してカッティングする造形工程と同時進行で、1つの装置で行う方法について説明する。立体造形装置1のカートリッジ11に着色用インクを封入したインクパックをセットすることにより、液滴吐出ヘッド7のノズルに着色用インクを供給する。これにより、液滴吐出ヘッド7によって各層のシート材Sの所望の部分着色することが可能になる。

## 【 0 0 5 3 】

また、上記実施形態では、液滴吐出ヘッド7からの接着剤あるいは水の滴下により各層のシート材Sをその上下の層のシート材と接着していたが、シート材Sの片面に予め熱によって溶ける接着剤を塗布しておき、各層のシート材Sを積層したときに、輪郭線Lに沿って水を滴下する前にサーマルヘッド14に沿って各層のシート材Sの所望部分を加熱し、所望部分のみ接着する方法を用いることもできる。以下、着色工程および熱圧着によるシート材Sの接着工程を含む立体造形方法について説明する。

40

## 【 0 0 5 4 】

まず、外部装置13において、立体モデルMの3次元形状情報(形状データ)および3次元形状の各位置における着色情報(着色データ)を含むカラー3次元形状データを作成し、立体造形装置1に出力する。制御部10は、外部装置13から入力されたカラー3次元形状データをシート材Sの厚さtを1層の高さとして高さ方向にスライスし、各層ごとに、立体モデルMの輪郭線Lの形状および着色パターンをイメージデータに展開し、パッ

50

ファに格納する。そして、着色パターンに基づく各層のシート材 S への着色工程を、各層における水の滴下工程に続いて行う。

【 0 0 5 5 】

図 5 ( a ) ~ ( d ) は着色工程を含む各層のシート材の積層工程の説明図である。まず、図 5 ( a ) に示すように、シート材 S の接着剤が塗布された面を下向きにして積層位置に位置合わせし、切断位置でカットすることにより n 層目のシート材 S n を積層する。次に、図 5 ( b ) に示すように、サーマルヘッド 1 4 によって接着部分 (例えば、輪郭線 L n に沿った部分) だけを部分的に加熱して、シート材 S n を下の層と部分的に接着する。続いて、図 5 ( c ) に示すように、輪郭線 L n に沿って液滴吐出ヘッド 7 の水吐出用のノズルから水を滴下して浸透させる。その後、図 5 ( d ) に示すように、液滴吐出ヘッド 7 の着色用インク吐出用のノズルから着色用インクを滴下して、シート材 S n の任意の部分に着色用インクの浸透部分 C を形成する。

10

【 0 0 5 6 】

シート積層法では、各層のシート材 S の端面によって完成品の立体モデル M の側面が構成される。従って、図 5 ( d ) に示すように立体モデル M の側面部の表面になる部分を着色する場合には、着色用インクを各層のシート材 S の輪郭線 L に沿って滴下し、滴下したインクがシート材 S の裏側まで浸透するように滴下量を制御することにより、シート材 S の端面に未着色の部位ができないようにするとよい。

【 0 0 5 7 】

図 5 ( d ) の着色工程は、図 5 ( c ) の水の滴下工程と同時進行で行っても良く、あるいは水の滴下工程に先行して行っても良い。図 5 ( a ) ~ ( d ) のように各層を積層する際にシート材 S を着色することにより、立体モデル M の表面だけでなく、内部まで着色することができる。図 6 ( a ) ( b ) は、内部まで着色した積層体の断面図および各層の平面図である。内部まで着色する場合には、着色用インクが乾いてから次の層を積層するとよい。

20

【 0 0 5 8 】

以上のようにすれば、液滴吐出ヘッド 7 を用いてシート材 S の精密なカッティングと精密な着色を積層時に同時進行で行うことができるので、1 台の装置で、着色済みの精密な立体モデルを短時間で作成することができる。特に、着色手段として液滴吐出ヘッド 7 を用いることにより、フルカラーの着色および微細なパターンの着色を行うことが可能となる。また、この方法によれば、積層後の着色が困難な立体モデル M の外部表面以外の部分 (内部層の部分) の着色も可能になる。更に、カッティングと着色、接着をいずれも液滴吐出ヘッドにより行うことができるので、必要な機材を削減でき、装置の簡素化および小型化が可能となる。

30

【 0 0 5 9 】

なお、上記各方法では液滴吐出ヘッド 7 を水の滴下用と接着剤の滴下用に兼用したり、水の滴下用と着色用インクの滴下用に兼用していたが、使用するシート材 S の材質に応じて適正な着色用インクや接着剤、あるいは前処理液などを用い、滴下する液体に応じて液滴吐出ヘッドを別体にしてもよい。

【 0 0 6 0 】

(本実施形態の応用)

本実施形態の立体造形装置および立体造形方法は、このように、積層造形加工とその着色を 1 台の装置で一度に行うことができるので、カラー立体製品の試作品やペーパークラフトなどの作成に便利である。また、材料となる水溶紙に光触媒機能や有害物質吸着機能などを持たせたり、消臭剤、芳香剤などを添加することにより、空気清浄機能や消臭、芳香機能を持つペーパークラフトや立体紙製品を作成できる。

40

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態の立体造形装置および立体造形方法によれば、でんぷんやゼラチンなどの水で溶ける可食材料をシート材として用い、このシート材を可食溶液などを用いて着色して水で切断することにより、従来は作成できなかった精密な立体食品飾りを、人体に

50

無害で、且つ、廃棄も容易な材料で作成することができる。また、水溶紙を用いることにより、播種用の水に溶ける袋や水に溶ける食器などを、人体に無害で、且つ、廃棄も容易な材料で作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明の実施形態に係る立体造形装置の概略構成図である。

【図2】シート材の積層体の断面図および各層の平面図である。

【図3】シート材の積層工程の説明図である。

【図4】前処理液および水を滴下した積層体の各層の平面図および断面図である。

【図5】着色工程を含むシート材の積層工程の説明図である。

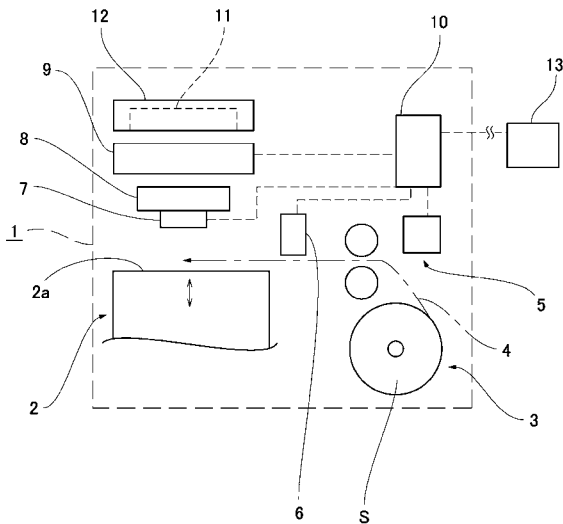
【図6】内部まで着色した積層体の断面図および各層の平面図である。

【符号の説明】

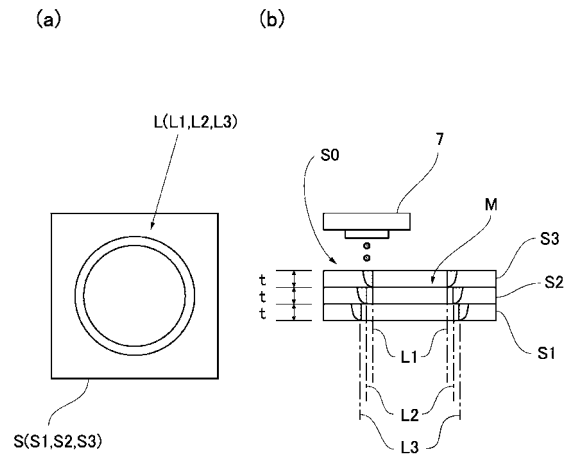
【0063】

1...立体造形装置、2...積層台、2a...積層面、3...給紙部、4...シート材搬送経路、5...搬送機構、6...切断機構、7...液滴吐出ヘッド、8...ヘッドキャリッジ、9...駆動機構、10...制御部、11...カートリッジ、12...カートリッジ装着部、13...外部装置、14...サーマルヘッド、B、B1~B3...浸透部分、C...浸透部分、L、L1~L3、Ln...輪郭線、M...立体モデル、S、S1~S3、Sn...シート材、S0...積層体、S1a、S2a...必要部分、t...厚さ

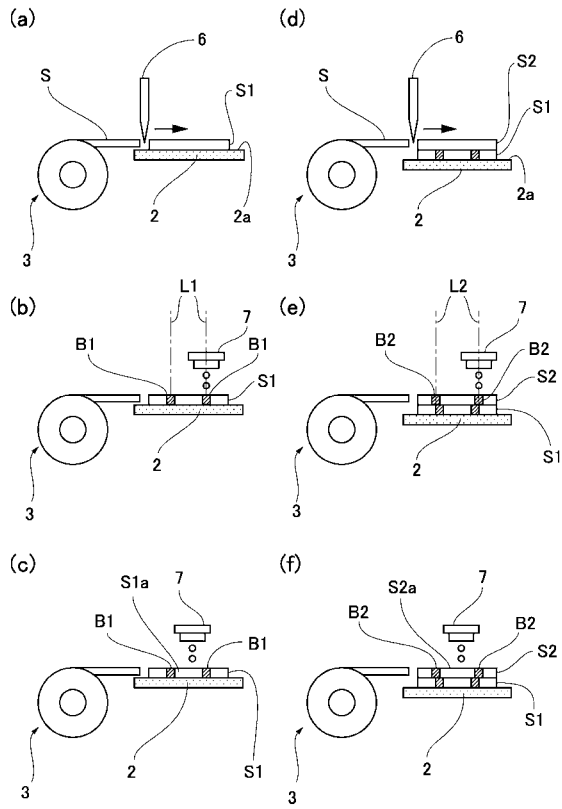
【図1】



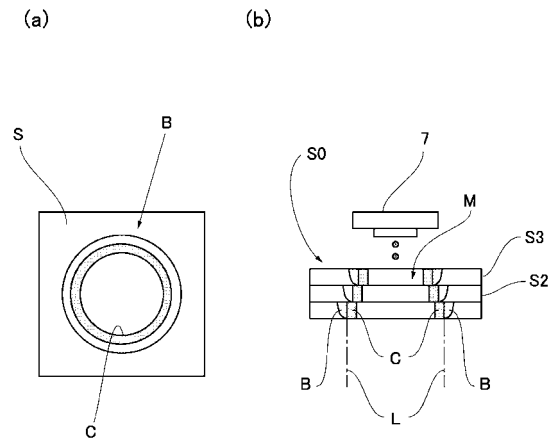
【図2】



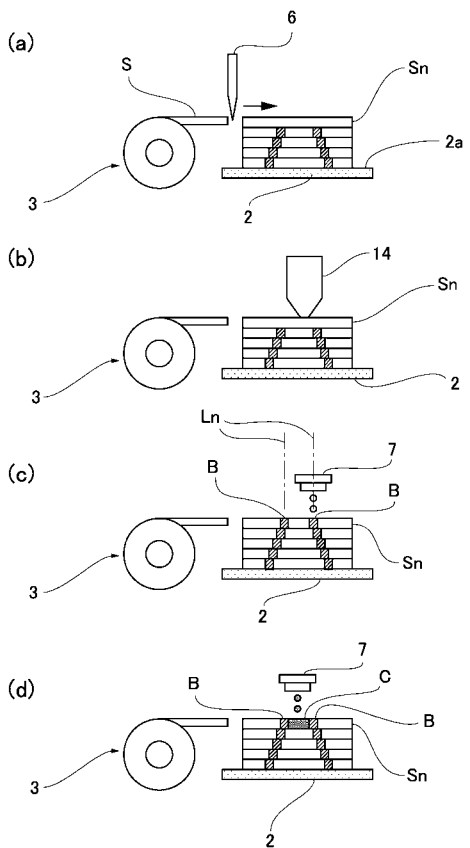
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

