

(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
2012 年 5 月 10 日(10.05.2012)

PCT

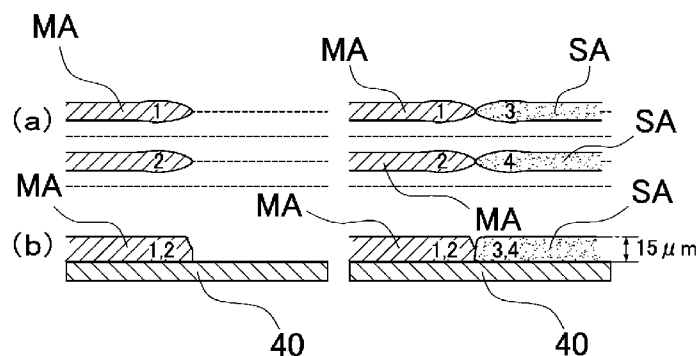
(10) 国際公開番号
WO 2012/060203 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 67/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/073776
- (22) 国際出願日: 2011 年 10 月 17 日(17.10.2011)
- (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 2010-245086 2010 年 11 月 1 日(01.11.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社キーエンス (KEYENCE CORPORATION) [JP/JP]; 〒5338555 大阪府大阪市東淀川区東中島 1 丁目 3 番 1 4 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田茂樹 (IKEDA Shigeki) [JP/JP]; 〒5338555 大阪府大阪市東淀川区東中島 1 丁目 3 番 1 4 号 株式会社キーエンス内 Osaka (JP). 須崎亮平 (SUZAKI Ryohi) [JP/JP]; 〒5338555 大阪府大阪市東淀川区東中島 1 丁目 3 番 1 4 号 株式会社キーエンス内 Osaka (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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL SHAPING DEVICE AND THREE-DIMENSIONAL SHAPING METHOD

(54) 発明の名称: 三次元造形装置及び三次元造形方法

[図10]



(57) Abstract: [Problem] To prevent mixture of a model member and a support member at an interface. [Solution] A control means causes a head part (20) to perform a reciprocating scanning in one direction by a horizontal driving means and causes a shaping member discharging means to discharge a model member (MA) and a support member (SA) onto a shaping plate (40). The model member (MA) and/or the support member (SA) are cured by a curing means (24) in at least one of inbound and outbound of the reciprocating scanning to make a slice. Relative positions of the shaping plate (40) and the head part (20) are moved in a height direction to repeat lamination of the slices so that the device is controlled to perform shaping. Also, only one of the model member (MA) and the support member (SA) can be discharged and cured instead of discharging both of the shaping members in the same reciprocating scanning in a line where the model member (MA) and the support member (SA) in a scanning direction of a shaped object are located.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/060203 A1



【課題】モデル材とサポート材の界面での混合を回避する。【解決手段】制御手段が、水平駆動手段でヘッド部20を一方向に往復走査させて、造形材吐出手段によりモデル材MA及びサポート材SAを造形プレート40上に吐出させ、該往復走査の往路又は復路の少なくともいずれか一方で、硬化手段24でモデル材MA及び／又はサポート材SAを硬化させることにより、スライスを生成し、高さ方向に造形プレート40とヘッド部20の相対位置を移動させて、スライスの積層を繰り返すことにより造形を実行するよう制御し、かつ造形物の走査方向におけるモデル材MAとサポート材SAとが位置するラインにおいて、同一の往復走査で、モデル材MAとサポート材SAを同時に吐出させず、いずれか一方の造形材のみを吐出、硬化させてなることができる。

明 細 書

発明の名称： 三次元造形装置及び三次元造形方法

技術分野

[0001] 本発明は、インクジェット方式で立体造形物を作製する三次元造形装置及び三次元造形方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、造形物を平行な複数の面で切断した各断面毎に樹脂を順次積層することによって立体造形を行い、造形物の三次元モデルとなる造形物を生成する装置が知られている。

[0003] 製品開発において試作等に用いられるラピッド・プロトタイピング（Rapid Prototyping：RP）の分野で、三次元造型が可能な積層造形法が利用されている。積層造形法としては、積層造形法は、製品の三次元CADデータをスライスし、薄板を重ね合わせたようなものを製造の元データとして作成し、それに粉体、樹脂、鋼板、紙等の材料を積層して試作品を作成する。このような積層造形法としては、インクジェット法、粉末法、光造形法、シート積層法、押し出し法等が知られている。この内、インクジェット法は、液化した材料を噴射した後、紫外光（UV）を照射したり、冷却する等によって層を硬化させて形成する。この方法によれば、インクジェットプリンタの原理を応用できることから、高精細化が容易となる利点を得られる。

[0004] 樹脂積層方式の三次元造形装置は、最終的な造形物となるモデル材と、モデル材の張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材をXY方向に走査しながら造形プレート上に吐出し、高さ方向に積層していくことにより、造形を行う。モデル材とサポート材は紫外光を照射することにより、硬化する特性を有する樹脂からなり、紫外光を照射する紫外光ランプはモデル材とサポート材を吐出するノズルと共に、XY方向に走査され、ノズルから吐出されたモデル材およびサポート材に紫外光を照射し、硬化させる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2003-535712号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来は図9（a）の平面図に示すように、一回の走査（X方向）でモデル材MAとサポート材SAとが同時に吐出され、未硬化状態でモデル材MAとサポート材SAが接触するため、モデル材MAとサポート材SAの境界部においては、図9（b）の垂直断面図に示すように両材料が未硬化の液体状態で混ざり合ってしまうという問題があった。この状態で硬化すると、その混合部が膨張、変色を生じて造形品質を低下させる。また、サポート材の除去も困難となる。さらに、一般に紫外光ランプはノズルと共に走査される構造であるため、モデル材とサポート材がノズルから吐出された直後に硬化させるのは困難である。このため、未硬化の状態で混ざり合った状態が長く続けば続くほど、上述した問題は顕著となっていた。

[0007] 本発明は、従来のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、モデル材とサポート材の界面での混合を回避した三次元造形装置及び三次元造形方法を提供することにある。

課題を解決するための手段及び発明の効果

[0008] 上記の目的を達成するために、本発明の第1の側面に係る三次元造形装置によれば、造形プレート40上に、造形材として、最終的な造形物となるモデル材MAと、前記モデル材MAが張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材SAと、を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形装置であって、造形物を載置するための前記造形プレート40と、前記モデル材MAを吐出するためのモデル材吐出ノズル21、及び前記サポート材SAを吐出するためのサポート材吐出ノズル22を、それ

ぞれ一方向に複数個配列させた造形材吐出手段と、前記モデル材M A及びサポート材S Aを硬化させるための硬化手段24と、前記造形材吐出手段及び硬化手段24を備えるヘッド部20と、前記ヘッド部20を水平方向に往復走査させるための水平駆動手段と、前記ヘッド部20と造形プレート40との高さ方向の相対位置を移動させるための垂直駆動手段と、前記水平駆動手段及び垂直駆動手段の駆動を制御し、かつ前記造形材吐出手段による前記造形材による吐出及び硬化手段24による硬化を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段が、前記水平駆動手段で前記ヘッド部20を一方向に往復走査させて、前記造形材吐出手段により前記モデル材M A及びサポート材S Aを前記造形プレート40上に吐出させ、該往復走査の往路又は復路の少なくともいずれか一方で、前記硬化手段24で前記モデル材M A及び／又はサポート材S Aを硬化させることにより、前記スライスを生成し、高さ方向に前記造形プレート40とヘッド部20の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返すことにより造形を実行するよう制御し、かつ造形物の走査方向における前記モデル材M Aとサポート材S Aとが位置するラインにおいて、同一の往復走査で、前記モデル材M Aとサポート材S Aを同時に吐出させず、いずれか一方の造形材のみを吐出、硬化させてなることができる。これにより、同一の往復走査で、モデル材とサポート材を同時に吐出せず、いずれか一方のみを吐出、硬化させることで、同一ライン上で隣接するモデル材とサポート材との界面が共に未硬化となって混合する事態を回避でき、界面を綺麗に成形できる利点が得られる。

[0009] また、第2の側面に係る三次元造形装置によれば、前記ヘッド部20の一回の往復走査で吐出、硬化された前記モデル材M A又はサポート材S Aのいずれか一方の造形材と、同一ライン上に形成される他方の造形材は、次回以降の往復走査で吐出、硬化させることができる。これにより、二回の走査で一回分の造形材を塗布できる。

[0010] さらに、第3の側面に係る三次元造形装置によれば、前記ヘッド部20が、前記モデル材M A又はサポート材S Aのいずれか一方の造形材を、連続する

往復走査で吐出、硬化を形成した後、他方の造形材を、次の往復走査で、吐出、硬化できる。これにより、モデル材とサポート材を交互に吐出、硬化するのでなく、一方の造形材を連続して成形することで、他方の造形材が吐出されるまでの時間を置くことができ、より確実な硬化が見込まれ、界面での混合をより確実に回避できる利点を得られる。

[0011] さらにまた、第4の側面に係る三次元造形装置によれば、前記造形材吐出手段が、一回の往復走査の内、往路で吐出を行い、前記硬化手段24が、一回の往復走査の内、復路で硬化を行うことができる。これにより、一回の往復走査で、造形材の吐出と硬化を行うことができる。

[0012] さらにまた、第5の側面に係る三次元造形装置によれば、さらに前記造形プレート40上に吐出された造形材を未硬化の状態で押圧するためのローラ部25を備えることができる。これにより、造形材の表面を硬化前に均一に均して品質を向上できる。また造形材の余剰分を排除することもできる。

[0013] さらにまた、第6の側面に係る三次元造形装置によれば、前記ローラ部25が、硬化されたモデル材MAと未硬化のサポート材SAとを含むスライスに対して走査するよう構成されており、該未硬化のサポート材SAが、硬化されたモデル材MAよりも所定のオフセット量分高くなるように前記造形材吐出手段から吐出することができる。このように、未硬化のサポート材を硬化済みのモデル材よりも高くすることで、ローラ部がサポート材によって押し上げられる結果、硬化済みのモデル材にローラ部が触れる事態が回避され、よって硬化済みのモデル材が削られてローラ部に不具合を生じる事態を回避できる。

[0014] さらにまた、第7の側面に係る三次元造形装置によれば、前記所定のオフセット量を、前記ローラ部25の高さ方向における位置ずれの分布を考慮して設定することができる。このように、ローラ部の誤差、例えば真円度からのずれや偏心、固定位置のばらつき等を勘案したオフセット量を設定することで、ローラ部が硬化済みのモデル材に接触しないサポート材の高さを適切に設定できる。

- [0015] さらにまた、第 8 の側面に係る三次元造形装置によれば、前記造形プレート 40 上に逐次形成されるスライスの X Y 平面の各位置において、最下段に位置するサポート材 S A に対して、前記オフセット量分が加算されて前記造形材吐出手段から吐出させることができる。これにより、最下段に位置するサポート材を高くすることで、以降この上に積層されるサポート材等はすべて、オフセット量分高くなるため、上述の通りローラ部が硬化済みのモデル材に接触する事態を回避できる。
- [0016] さらにまた、第 9 の側面に係る三次元造形装置によれば、前記モデル材 M A が、光硬化樹脂であり、前記硬化手段 24 は、光を照射するための光照射手段とできる。これにより、モデル材を光で容易に硬化させることができる。このような光には紫外光等が好適に利用できる。
- [0017] さらにまた、第 10 の側面に係る三次元造形装置によれば、前記造形材吐出手段は、前記モデル材 M A と前記サポート材 S A とを離間させて吐出することができる。これにより、モデル材とサポート材との界面での混合を確実に回避できる。
- [0018] さらにまた、第 11 の側面に係る三次元造形方法によれば、造形物を載置するための造形プレート 40 上に、造形材として、最終的な造形物となるモデル材 M A と、前記モデル材 M A が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材 S A と、を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生じ、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形方法であって、前記モデル材 M A 又はサポート材 S A のいずれか一方の造形材を、該造形材を吐出するための造形材吐出手段により前記造形プレート 40 上に吐出させる工程と、該吐出された一方の造形材を、該造形材を硬化させる硬化手段 24 で硬化させる工程と、前記モデル材 M A 又はサポート材 S A のいずれか吐出されなかった他方の造形材を、前記造形材吐出手段により前記造形プレート 40 上に吐出させる工程と、該他方の造形材を、前記硬化手段 24 で硬化させる工程と、前記硬化されたモデル材

MA又はサポート材SAによって前記スライスを生成すると、高さ方向に前記造形プレート40とヘッド部20の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返す工程と、を含むことができる。これにより、モデル材又はサポート材のいずれか一方の硬化させた後、他方を吐出することで個別に硬化でき、これらモデル材とサポート材の界面における混合を効果的に回避できる利点が得られる。

[0019] さらにまた、第12の側面に係る三次元造形プログラムによれば、造形物を載置するための造形プレート40上に、造形材として、最終的な造形物となるモデル材MAと、前記モデル材MAが張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材SAと、を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形プログラムであって、前記モデル材MA又はサポート材SAのいずれか一方の造形材を、該造形材を吐出するための造形材吐出手段により前記造形プレート40上に吐出させる機能と、該吐出された一方の造形材を、該造形材を硬化させる硬化手段24で硬化させる機能と、前記モデル材MA又はサポート材SAのいずれか吐出されなかった他方の造形材を、前記造形材吐出手段により前記造形プレート40上に吐出させる機能と、該他方の造形材を、前記硬化手段24で硬化させる機能と、前記硬化されたモデル材MA又はサポート材SAによって前記スライスを生成すると、高さ方向に前記造形プレート40とヘッド部20の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返す機能と、をコンピュータに実現させることができる。これにより、モデル材又はサポート材のいずれか一方の硬化させた後、他方を吐出することで個別に硬化でき、これらモデル材とサポート材の界面における混合を効果的に回避できる利点が得られる。

[0020] さらにまた第13の側面に係るコンピュータで読み取り可能な記録媒体は、前記プログラムを格納したものである。記録媒体には、CD-ROM、CD

ーR、CD-RWやフレキシブルディスク、磁気テープ、MO、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW、Blu-ray、HDDVD(AOD)等の磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリその他のプログラムを格納可能な媒体が含まれる。またプログラムには、前記記録媒体に格納されて配布されるものの他、インターネット等のネットワーク回線を通じてダウンロードによって配布される形態のものも含まれる。さらに記録媒体にはプログラムを記録可能な機器、例えば前記プログラムがソフトウェアやファームウェア等の形態で実行可能な状態に実装された汎用もしくは専用機器を含む。さらにまたプログラムに含まれる各処理や機能は、コンピュータで実行可能なプログラムソフトウェアにより実行してもよいし、各部の処理を所定のゲートアレイ(FPGA、ASIC)等のハードウェア、又はプログラムソフトウェアとハードウェアの一部の要素を実現する部分的ハードウェアモジュールとが混在する形式で実現してもよい。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]実施例1に係る三次元造形装置を示すブロック図である。

[図2]変形例に係る三次元造形装置を示すブロック図である。

[図3]ヘッド部がXY方向に移動される様子を示す平面図である。

[図4]モデル材とサポート材で造形された造形物を示す斜視図である。

[図5]図4の断面図である。

[図6]ヘッド部の外観を示す斜視図である。

[図7]図6のヘッド部で造形材を吐出する様子を示す平面図である。

[図8]ローラ部で造形材の余剰分を除去する状態を示す斜視図である。

[図9]従来の三次元造形装置でモデル材とサポート材を吐出する吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面図である。

[図10]実施例1に係る吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面図である。

[図11]実施例2に係る吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面

図である。

[図12]実施例3に係る吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面図である。

[図13]実施例4に係る吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面図である。

[図14]実施例5に係る吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面図である。

[図15]実施例6に係る吐出パターンを示す(a)平面図及び(b)垂直断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための三次元造形装置及び三次元造形方法を例示するものであって、本発明は三次元造形装置及び三次元造形方法を以下のものに特定しない。また、本明細書は特許請求の範囲に示される部材を、実施の形態の部材に特定するものでは決してない。特に実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。

[0023] 本発明の実施例において使用される三次元造形装置とこれに接続される操作、制御、表示、その他の処理等のためのコンピュータ、プリンタ、外部記憶装置その他の周辺機器との接続は、例えばIEEE1394、RS-232xやRS-422、RS-423、RS-485、USB等のシリアル接続

、パラレル接続、あるいは10BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-T等のネットワークを介して電氣的、あるいは磁氣的、光学的に接続して通信を行う。接続は有線を使った物理的な接続に限られず、IEEE 802.1x等の無線LANやBluetooth（登録商標）等の電波、赤外線、光通信等を利用した無線接続等でもよい。さらにデータの交換や設定の保存等を行うための記録媒体には、メモリカードや磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等が利用できる。なお本明細書において三次元造形装置とは、三次元造形装置本体のみならず、これにコンピュータ、外部記憶装置等の周辺機器を組み合わせた三次元造形システムも含む意味で使用する。

[0024] また、本明細書において三次元造形装置、三次元造形方法、三次元造形プログラムは、三次元造形を行うシステムそのもの、ならびに画像生成に関連する入出力、表示、演算、通信その他の処理をハードウェア的に行う装置や方法に限定するものではない。ソフトウェア的に処理を実現する装置や方法も本発明の範囲内に包含する。例えば汎用の回路やコンピュータにソフトウェアやプログラム、プラグイン、オブジェクト、ライブラリ、アプレット、コンパイラ、モジュール、特定のプログラム上で動作するマクロ等を組み込んで画像生成そのものあるいはこれに関連する処理を可能とした装置やシステムも、本発明の三次元造形装置、三次元造形方法、三次元造形プログラム及びコンピュータで読み取り可能な記録媒体に該当する。また本明細書においてコンピュータには、汎用あるいは専用の電子計算機その他、ワークステーション、端末、携帯型電子機器、PDCやCDMA、W-CDMA、FOMA（登録商標）、GSM、IMT 2000や第4世代等の携帯電話、PHS、PDA、ページャ、スマートフォンその他の電子デバイスも包含する。さらに本明細書においてプログラムとは、単体で使用されるものに限られず、特定のコンピュータプログラムやソフトウェア、サービス等の一部として機能する態様や、必要時に呼び出されて機能する態様、OS等の環境においてサービスとして提供される態様、環境に常駐して動作する態様、バックグラウ

ンドで動作する態様やその他の支援プログラムという位置付けで使用することもできる。（実施例１）

[0025] 図１に、本発明の実施例１に係る三次元造形システム１００のブロック図を示す。この三次元造形システム１００は、造形材を液体又は流体状態でインクジェット方式によって吐出、硬化させ、これを積層することによって任意の造形物を製造するものである。造形材には、最終的な造形物を構成するモデル材ＭＡと、このモデル材ＭＡが張り出した張り出し部分をＺ方向の下方から支えるために少なくとも造形され、最終的に除去されるサポート材ＳＡとが利用される。

[0026] 図１に示す三次元造形システム１００は、三次元造形装置２に設定データを送出する設定データ作成装置１（図１ではコンピュータＰＣ）と、三次元造形装置２で構成される。三次元造形装置２は、制御手段１０と、ヘッド部２０と、造形プレート４０とを備える。ヘッド部２０は、造形材吐出手段として、モデル材ＭＡを吐出するモデル材吐出ノズル２１と、サポート材ＳＡを吐出するサポート材吐出ノズル２２を備えている。またこれらの吐出された造形材から余剰分を掻き取ることにより造形材の表面を平滑化するためのローラ部２５と、造形材を硬化させる硬化手段２４も、ヘッド部２０に備えられる。さらにヘッド部２０を水平方向において、モデル材吐出ノズル２１とサポート材吐出ノズル２２から造形材を液体又は流体状態でインクジェット方式によって、造形プレート４０上の適切な位置に吐出されるために、往復走査するＸ方向と、このＸ方向に直交するＹ方向に走査させるための水平駆動手段、及びヘッド部２０と造形プレート４０との高さ方向の相対位置を移動させるための垂直駆動手段として、ＸＹ方向駆動部３１及びＺ方向駆動部３２を備えている。

[0027] コンピュータＰＣは、三次元形状の造形物、例えば三次元ＣＡＤ等で設計されたモデルデータの入力を外部から受けると、まずこのＣＡＤデータを、例えばＳＴＬ（Stereo Lithography Data）データに変換し、更にこのＳＴＬデータを複数の薄い断面体にスライスして得られる断面データを生成し、そし

てこのスライスデータを、一括又は各スライス層単位にて三次元造形装置 2 に対して送信を行う設定データ作成装置 1 として機能する。この際、三次元 C A D 等で設計されたモデルデータ（実際は、変換後の S T L データ）の造形プレート 4 0 上における姿勢の決定に対応し、この姿勢におけるモデル材にて形成されるモデルを支持することが必要な空間又は箇所に対して、サポート材 S A を設ける位置の設定が行われ、これらのデータを元に各層に対応するスライスデータが形成される。制御手段 1 0 は、コンピュータ P C からの断面データを取り込み、そのデータに従ってヘッド部 2 0、X Y 方向駆動部 3 1 及び Z 方向駆動部 3 2 を制御する。この制御手段 1 0 の制御により、X Y 方向駆動部 3 1 が作動すると共に、ヘッド部 2 0 のモデル材吐出ノズル 2 1 及びサポート材吐出ノズル 2 2 より造形材としてのモデル材 M A ならびにサポート材 S A を、小滴として造形プレート 4 0 上の適切な位置に吐出することにより、コンピュータ P C から与えられた断面データに基づく断面形状が造形される。そして造形プレート 4 0 上に吐出された造形材の一であるモデル材 M A は少なくとも硬化されて液体又は流体状態から固体に変化して硬化する。このような動作によって一層分の断面体すなわちスライスが作り出される。（スライス）

[0028] ここで「スライス」とは、造形物の z 方向の積層単位であり、スライス数は高さを積層厚で除算した値となる。実際には、各スライスの厚みを決定する要件としては、各吐出ノズルからの吐出可能な最小限の単位吐出量やローラ部 2 5 のローラの上下方向における偏心によるばらつき等によって、設定可能な最小の厚みが決定される。このような観点に基づいて設定された値をスライスの最小値として、後は、ユーザが造形物に対して、求める、例えば、造形精度や造形速度の観点から各スライス量を最終的に決定できる。つまり、ユーザが造形精度を優先することを選択すれば、上述したスライス最小値又はその近傍の値にて各スライス量を決定し、一方造形速度を優先すれば、最低限の造形精度を維持した各スライス量を決定することができる。または、別の方法としては、造形精度と造形速度の比率をユーザに感覚的に選択さ

せる方法や、ユーザに許容可能な最大造形時間を入力させることにより、いくつかの造形時間と造形精度の組み合わせを候補として表示し、その中からユーザが好む条件を選択させることも可能である。

[0029] また、一つのスライスデータに対する造形行為は、少なくともヘッド部 20 を X 方向に往復動作する際の少なくとも往路又は復路にてモデル材吐出ノズル 21 とサポート材吐出ノズル 22 から造形材を液体又は流体状態でインクジェット方式によって吐出させ、造形プレート 40 上に吐出された造形物が未硬化の状態にて、少なくとも往路又は復路にてその未硬化の造形物の表面を平滑化するためにローラ部 25 を作用させると共に、平滑化された造形物の表面に対して、硬化手段 24 から特定波長の光を照射することにより、造形物を硬化させる一連のステップを少なくとも一回行うことで行われるが、この回数は、スライスデータの厚みや要求される造形精度によって自動的に変更されることはいうまでもない。

[0030] 一方、また少なくとも往路又は復路にてモデル材吐出ノズル 21 とサポート材吐出ノズル 22 から吐出され、造形プレート上に形成される一回の最大の厚みは、吐出された液滴の着弾後の断面形状が略円形を留めることが可能な単位吐出量によって決まる。（造形プレート 40）

[0031] 造形プレート 40 は、Z 方向駆動部 32 によって昇降自在としている。一スライスが形成されると、制御手段 10 によって Z 方向駆動部 32 が制御され、造形プレート 40 は一スライス分の厚さに相当する距離だけ降下する。そして上記と同様な動作を繰り返し行うことにより一スライス目の上側（上表面）に新たなスライスが積層される。このように連続的に作り出された幾層もの薄いスライスが積層されて造形物が造形される。

[0032] また、造形物が張り出した、いわゆるオーバーハング形状の場合には、コンピュータ PC において造形物をデータ化する際に必要に応じてオーバーハング支持部形状が付加される。そして制御手段 10 は、最終造形物を構成するモデル材 MA の造形と同時に、そのオーバーハング支持部形状に基づいて、オーバーハング支持部 SB を造形する。具体的には、モデル材 MA とは別の

サポート材 S A を、サポート材吐出ノズル 2 2 から小滴として吐出させることにより、オーバーハング支持部 S B を形成する。造形後に、オーバーハング支持部 S B を構成するサポート材 S A を除去することで、目的の三次元造形物を得ることができる

[0033] ヘッド部 2 0 は、図 3 の平面図に示すように、ヘッド移動手段 3 0 により水平方向、すなわち X Y 方向に移動される。さらに造形プレート 4 0 が、図 1 に示すようにプレート昇降手段（Z 方向駆動部 3 2）によって高さ方向、すなわち Z 方向に移動される。これによって、ヘッド部 2 0 と造形プレート 4 0 の相対高さを変更でき、立体的な造形が可能となる。より詳細には、まずヘッド部 2 0 は、ヘッド移動手段 3 0 によりモデル材吐出ノズル 2 1 及びサポート材吐出ノズル 2 2 より造形材としてのモデル材 M A ならびにサポート材 S A をスライスデータに基づいた適切な箇所に吐出するために、X 方向に往復動作され、各吐出ノズル 2 1、2 2 に各々設けられる複数の Y 方向に伸びるオリフィスから、モデル材 M A 及びサポート材 S A が吐出される。さらに、図 3 に示すように、各吐出ノズル 2 1、2 2 の Y 方向の幅が、造形プレート 4 0 上の造形可能な Y 方向の幅より小さい場合で、且つ造形用のモデルデータの Y 方向の幅が、Y 方向に伸びるオリフィスの全長より大きい場合は、各吐出ノズル 2 1、2 2 の所定の位置における X 方向の往復動作の後、Y 方向に各吐出ノズル 2 1、2 2 を所定量シフトさせ、その位置での X 方向の往復走査と共に、モデル材 M A 及びサポート材 S A をスライスデータに基づいた適切な箇所に吐出させることを繰り返すことにより、設定された全ての造形データに対応した造形物の生成を行う。

[0034] なお図 1 の例では、Z 方向駆動部 3 2 として造形プレート 4 0 を昇降させるプレート昇降手段を用いているが、この例に限られず、図 2 に示す三次元造形装置 2' のように、造形プレート 4 0 側を高さ方向に固定し、ヘッド部側を Z 方向に移動させる Z 方向駆動部 3 2' を採用することもできる。また、X Y 方向への移動も、ヘッド部側を固定して、造形プレート側を移動させてもよい。また、上述したような、ヘッド部 2 0 の Y 方向へのシフトは、各ノ

ズルの幅を、実質的に造形プレート40の造形可能なY方向の幅と同じにすれば、その必要はないが、その際においても、例えばノズルに設けられるオリフィスの間隔で決定される造形物のY方向の解像度を高める目的として、ヘッド部20のY方向へのシフトにより、各オリフィスが、先の造形時におけるオリフィスとオリフィスの間に位置するようにシフトさせてもよい。（制御手段10）

[0035] 制御手段10は、造形材の吐出パターンを制御する。すなわちモデル材MA及びサポート材SAを、X方向における往復走査の内、少なくとも往路又は復路の一方にて造形材吐出手段により造形プレート40上に吐出させながら、ヘッド部20を一方向に往復走査させて、造形材吐出手段により造形材が造形プレート上に吐出された後で、且つ往路又は復路の少なくともいずれか一方で、モデル材MA及びサポート材SAに対して硬化手段24で硬化させることにより、スライスを生成し、高さ方向に造形プレート40とヘッド部20の相対位置を移動させて、スライスの積層を繰り返すことにより造形を実行する。なお、詳細は後述するが、ローラ部25による造形材表面の平滑化は、造形材吐出手段により造形材が造形プレート上に吐出された後で、且つ硬化手段24にて造形材の表面が硬化させる前に、往路又は復路の少なくともいずれか一方で、行われる。

[0036] この制御手段10は、一回の往復走査でモデル材MA又はサポート材SAのいずれか一方の造形材を吐出して、ローラ部25による造形材表面の平滑化を行い、更に硬化手段24により硬化させてから、次回以降の往復走査で、吐出されなかった他方の造形材を吐出して、造形材表面の平滑化を行い、硬化させる。これら一連の工程を少なくとも一回行うことにより、一枚のスライスの生成を行う。いうまでもなく、一層のスライスデータに対応した上記一連の工程は、例えばユーザの求める最終的なモデルの表面精度や造形時間に応じて、複数回繰り返すことが含まれる。これにより、モデル材MA又はサポート材SAのいずれか一方を未硬化の状態でその表面を平滑化し、そして硬化させた後、他方を吐出することで個別に硬化でき、これらモデル材M

Aとサポート材S Aの界面における混合を効果的に回避できる利点が得られる。（造形材）

[0037] 上述の通り、造形材には、最終的な造形物となるモデル材M Aと、このモデル材M Aが張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材S Aが用いられる。図4に、球状のモデル材M Aの周囲を直方体状のサポート材S Aで覆うようにして造形された造形物の斜視図を、図5にこの断面図を、それぞれ示す。（硬化手段24）

[0038] モデル材M Aには、光硬化樹脂、例えば紫外線硬化樹脂が使用できる。この場合、硬化手段24は少なくともモデル材M Aの材料が反応して硬化する特定波長を含む光を照射する光照射手段であり、例えば紫外線ランプ等の紫外線照射手段である。紫外光ランプには、ハロゲンランプや水銀灯、LED等が利用できる。またこの例では、サポート材も紫外線硬化樹脂としている。同じ波長の紫外線で硬化する紫外線硬化樹脂を使用する場合は、同じ紫外線照射手段を利用でき、光源を共通化できる利点が得られる。（モデル材M A）

[0039] またモデル材として、熱可塑性樹脂を使用することもできる。この場合、硬化手段24は、冷却手段となる。なおモデル材とサポート材にいずれも熱可塑性樹脂を使用する場合は、モデル材の融点をサポート材の融点よりも高いものを採用することにより、積層完了後に造形物をサポート材の融点より高く、モデル材の融点より低い温度に加熱、保温することにより、サポート材を溶融除去することができる。さらに、モデル材とサポート材の一方を光硬化樹脂、他方を熱可塑性樹脂とすることもできる。

[0040] あるいは、硬化材との化学反応により硬化可能な材料をモデル材に用いることもできる。さらにモデル材は、粘度や表面張力等の噴射特性を調整するために、必要に応じて液体改質剤を混合してもよい。また温度調整によって噴射特性を変更することもできる。モデル材の他の例としては、紫外線フォトリソグレイム、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ウレタン等が挙げられる。（サポート材S A）

- [0041] サポート材 S A は、除去可能な材料として、水膨潤ゲル、ワックス、熱可塑性樹脂、水溶性材料、溶解性材料等が使用できる。サポート材 S A の除去には、サポート材の性質に応じて水溶、加熱、化学反応、水圧洗浄等の動力洗浄や電磁波の照射により溶解させる、熱膨張差を利用した分離等の方法が適宜利用できる。
- [0042] サポート材は、最終的に除去されるため、除去しやすいような特性が求められる。例えば水溶性のサポート材は、造形物が造形された後、水槽に投入することでサポート材を溶融させて除去することができる。一方で、サポート材の可溶性を高めるほど、サポート材の強度が低下し、湿度が高いと潮解し、型崩れしたり垂れる等が起こりやすくなる。サポート材の剛性が不十分になると、モデル材を支持する能力が低下し、サポート材の上面にモデル材を造形することが難しくなり、モデル材の精度が低下するおそれもある。その一方でサポート材の剛性を高めると、最終造形物からサポート材を除去する際に、水に溶出し難くなり、除去に時間がかかる。このようにサポート材には相反する特性が求められる結果、最適な特性を備えるサポート材を得ることが従来は困難であった。
- [0043] そこで本実施例のように、サポート材として例えば、水溶性の材料を用いる場合は、サポート材 S A の外殻としてサポート殻 S S を形成することにより、造形装置におけるモデルの造形中にサポート材が直接空気に触れることを極力抑制でき、その結果サポート材が空気中の水分を吸収することが抑制できることにより、造形時における、サポート材の変形やサポート材の変形によるモデル材の変形を防止できる。さらに、サポート殻 S S の形成により、内部のサポート材が空気中の水分を吸収することを抑制できるため、サポート材の水溶性としての性能を高めることができ、その結果、サポート材除去時に水等の溶液中に浸した場合のサポート材の溶出速度を高めることができる。この構成であれば、十分な剛性を備えつつ、除去の際には最外殻のサポート材 S A を破ることで溶出を早め、サポート材の除去を短時間で行える利点を得られる。図 4、図 5 の例では、直方体状の表面に被覆されたサポート

殻 S S を破断して、内部のサポート材 S A を除去する。（サポート材 S A の詳細）

[0044] サポート材 S A には非硬化性成分が含まれる。特に、可溶性を高めることで、水槽中に投入して短時間でサポート材を溶出させ、除去できる。サポート材の可溶性は、水溶性に限らず、特定の溶媒に対する可溶性としてもよい。一方でこのようなサポート材は液状又はゲル状となるため、手で触るとべとつきやぬめりがあり、汚れやすくなる。そこで、上述の通りサポート材の表面にサポート殻 S S を設けて保護している。（サポート殻 S S）

[0045] サポート材 S A の外表面に設けられるサポート殻 S S は、サポート材 S A よりも剛性の高いモデル材 M A で構成されている。このようにしてサポート材 S A の表面の剛性を高め、サポート材 S A の流出を阻止できる。本実施例ではサポート殻 S S をモデル材吐出用ノズル 2 1 から吐出されるモデル材 M A により構成しているため、ヘッド部 2 0 のモデル材吐出ノズル 2 1 をサポート殻 S S の吐出ノズルとして共用化でき、モデル材 M A の造形時にサポート材 S A のサポート殻 S S も合わせて造形できるので、コスト面、スピード面でも有利となる。具体的には、少なくともモデル材 M A とサポート材 S A にて三次元の造形データを生成する時点において、その造形データにおいて、サポート材にて造形データの外表面が形成される位置に対して、自動的にその外表面に位置するサポート材を、モデル材に変更するか、又はサポート材のその外表面を覆うようにモデル材から形成される薄膜の層を形成するようにデータを生成する。そして、この生成されたデータに対応する各スライスの形成時にサポート材 S A の外表面でサポート殻 S S が形成される位置に、モデル材 M A を吐出して硬化させ、サポート材 S A の外表面が薄いモデル材 M A で覆われるように、制御手段 1 0 が造形材吐出手段を制御する。これにより、サポート材 S A の表面に薄いモデル材 M A を形成することで、サポート殻 S S を容易に形成できる利点が得られる。なお、このモデル材にて形成される薄膜の厚みは、除去のし易さと強度の確保のバランスという観点から考えると、その厚みは 0.1 mm ～ 5 mm 程度が好ましいと考える。さらに

、本実施例ではサポート殻ＳＳをモデル材吐出用ノズル２１から吐出されるモデル材ＭＡにより構成したが、サポート殻として適切な特性を有する材料であれば、モデル材ＭＡとは異なる材料を吐出するノズルを別途設けてサポート殻を構成するようにしてもよい。この際、このサポート殻用の材料の特性としては、除去のし易さと強度の確保をより高い次元でバランスさせるという観点から、モデル材ＭＡよりも硬度があり、且つ靱性が低い材料であることが好ましい。（サポート殻ＳＳの剥離構造）

[0046] 一方で、サポート材ＳＡにサポート殻ＳＳを設ける構成では、サポート殻ＳＳの剛性が高い程、造形材からサポート殻ＳＳを剥離し難くなる。そこで、サポート殻ＳＳを剥離しやすくする構造を付加することが好ましい。具体的には、サポート材ＳＡの表面をすべてサポート殻ＳＳで覆うのではなく、部分的にサポート材ＳＡを露出させた露出部を設ける。このようにすることで、造形物の造形後に露出部でサポート殻ＳＳを破断し易くなる。またサポート材ＳＡを可溶性とした場合は、造形物の造形後に液中に含浸して露出部からサポート材ＳＡを溶出させることができ、サポート殻ＳＳを破断させることなく造形物から剥離でき、サポート材ＳＡの除去作業を省力化できる利点が見られる。または、サポート殻ＳＳを成形しなければならない連続する外表面の外周部のみを、サポート殻ＳＳが形成される他の外表面に比較して、厚みのある形状とすることにより、サポート殻ＳＳが形成される連続する外表面を一体的に剥ぎ取りやすくすることも可能である。（ヘッド部２０）

[0047] 図６に、インクジェット方式の三次元造形装置のヘッド部２０の一例を示す。この図に示すヘッド部２０は、造形材吐出手段として、モデル材ＭＡとサポート材ＳＡの吐出を個別に行う専用の吐出ノズルを設けている。具体的には、モデル材ＭＡを吐出するためのモデル材吐出ノズル２１と、サポート材ＳＡを吐出するためのサポート材吐出ノズル２２を、平行に離間させて備えている。各吐出ノズルは、２つのノズル列２３を設けており、これらのノズル列２３は、図７の平面図に示すように半ノズル分ずらして配置することで、分解能を向上させている。またオフセット状態に配置された各ノズル列２

3は、モデル材吐出ノズル21とサポート材吐出ノズル22とで、それぞれ同一ライン上に一致するように配置することで、モデル材とサポート材の分解能を一致させている。

[0048] ヘッド部20では、左からサポート材吐出ノズル22、モデル材吐出ノズル21、ローラ部25、硬化手段24が一体的に設けられている。各吐出ノズルは、圧電素子方式のインクジェットプリントヘッドの要領で、インク状の造形材を吐出する。また造形材は、吐出ノズルから吐出可能な粘度に調整される。

[0049] 図6の例では、ヘッド部20が先にモデル材MAを吐出した後、サポート材SAを吐出している。またヘッド部20は往路（図において左から右）で造形材を吐出し、復路（図において右から左）ではこれを硬化手段24で硬化させている。（ローラ部25）

[0050] ヘッド部20はさらに、吐出されたモデル材MA及びサポート材SAの表面を未硬化の状態で押圧し、造形材の余剰分を除去することにより、造形材表面を平滑化するためのローラ部25を設けている。このようなローラ部25の動作の様子を、図8の模式図に基づいて説明する。この例では、吐出されたモデル材MAの表面を、未硬化の状態でローラ本体26で均す状態を示している。ローラ部25は、回転体であるローラ本体26と、ローラ本体26の表面に対して突出するように配置されたブレード27と、ブレード27で掻き取られた造形材を溜めるバス28と、バス28に溜まった造形材を排出する吸引パイプ29とを備えている。ローラ本体26はヘッド部20の進行方向に対して逆回転（図8において時計回り）に回転され、未硬化の造形材を掻き上げる。掻き上げられた造形材は、ローラ本体26に付着してブレード27まで運ばれた後、ブレード27で掻き取られてバス28に案内される。このためブレード27は、バス28に向かって下り勾配の姿勢で固定される。また吸引パイプ29はポンプに接続されており、バス28に溜まった造形材を吸引して排出する。この例では、ローラ本体26の外形を $\phi 20\text{ mm}$ 程度、回転速度を10回転／s程度としている。

- [0051] このローラ部25は、図においてヘッド部20が右から左に進行する際に、掻き取りを行う。換言すると、左から右にヘッド部20が進行しつつ、スライデータに基づいて、適切な位置にモデル材吐出ノズル21とサポート材吐出ノズル22から各々モデル材MAとサポート材SAを吐出する際は、ローラ部25は造形材に接触せず、同様に硬化手段24の光源からの照明も行われない。図においてヘッド部20の左から右への主走査方向の例えば、往路にて少なくとも造形材の吐出が各ノズル21、22から実行された後の右から左方向への復路としての主走査方向において、上述したローラ部25の掻き取り動作が実行されると共に、少なくともモデル材MAを硬化するための光を照射する光源としての硬化手段24も動作することになる。
- [0052] 図1、図6に示すように、ヘッド部20の進行方向に対してローラ部25は硬化手段24の前方、図において左側に配置されている。この結果、先に未硬化の造形材をローラ部25で掻き取った後、硬化手段24が造形材を硬化させる。このような配置によって、同一のパスで造形材の掻き取りと硬化を行うことができ、効率よく処理できる利点を得られる。（境界面での個別硬化）
- [0053] この三次元造形装置は、モデル材MAとサポート材SAの境界部分において両者の混合を避けるため、モデル材MAとサポート材SAを個別に硬化させている。このため制御手段10は、モデル材MAとサポート材SAの吐出パターンを設定する。以下、この手順を図9～図15の吐出パターンを示す平面図及び垂直断面図に基づいて説明する。これらの図においては、説明のため一回の往復走査で一本のモデル材MA、サポート材SAを吐出する例を説明している。またモデル材MAは斜線、サポート材SAは無地で示している。さらに、往復走査の順序を数字で表示している。
- [0054] 従来は、図9（a）に示すように、モデル材MAとサポート材を同一の往復走査で吐出させていた。このため、2回の往復走査で2本のラインを造形できる。半面、図9（b）に示すように、モデル材MAとサポート材SAの境界部分が未硬化の状態で接するため、界面でこれらが混ざり、界面の品質が

低下するという問題があった。

[0055] これに対し、実施例 1 に係る三次元造形装置では、図 10 に示すように、いずれか一方、図 10 (a) に示す例ではモデル材 M A のみを吐出、硬化し、サポート材 S A は吐出しない。そして、別の往復走査で、サポート材 S A のみを吐出、硬化している。このように、同一の往復走査でモデル材 M A とサポート材 S A を吐出、硬化させず、別個の往復走査でモデル材 M A とサポート材 S A をそれぞれ吐出、硬化することで、未硬化のモデル材 M A とサポート材 S A とが接触する事態を回避できる。より詳細には、この実施例では、最初にモデル材 M A を第一の所定の厚みにて吐出後、モデル材 M A が未硬化の状態において、モデル材 M A の吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部 20 に設けられるローラ部 25 によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第一の厚みより薄い第二の厚みを有するモデル材 M A を確保し、ローラ部 25 による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部 25 による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段 24 により造形プレート 40 上に吐出されているモデル材 M A の硬化を行う。そして、先に吐出されたモデル材 M A の硬化処理後、次にサポート材 S A を、上述したモデル材の第二の所定の厚みより、厚い第三の所定の厚みにて吐出後、サポート材 S A が未硬化の状態において、サポート材 S A の吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部 20 に設けられるローラ部 25 によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述したモデル材の有する第二の厚みより厚く又は実質的に同等の厚みで、且つサポート材 S A の第三の厚みより薄い第四の厚みを有するサポート材 S A を確保し、ローラ部 25 による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部 25 による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段 24 により造形プレート 40 上に吐出されているサポート材 S A の硬化を行う。

[0056] つまり、先に吐出する第一材料のローラ部 25 による成形ならびに硬化後の

厚みである第二の厚みより厚い第三の厚みを形成するように、後で吐出する第二の材料を塗布し、更に、その第二の材料のローラ部25による成形ならびに硬化後の厚みである第四の厚みを第二の厚みより厚く又は実質的に同等の厚みで、且つ第三の厚みより薄くすることにより、第一と第二の材料、つまりモデル材MAとサポート材SAの接する境界面で互いの材料が混じり合うことを防止するとともに、いずれの材料の表面の平滑化も行うことができる。

[0057] また同一の往復走査では吐出されないモデル材MAとサポート材SAは、往復走査毎に交互に吐出する他、一方の造形材を連続して吐出することもできる。この際、最低限のルールとしては、先に吐出した材料が必ずローラ部25による平滑化ならびに硬化手段による硬化処理を行った後、後に吐出する材料の塗布を行うことである。図10(a)、(b)の例では、1回目の往復走査でモデル材MAを吐出、硬化させた後、続く2回目の往復走査でも、モデル材MAを吐出硬化させている。そして3回目の往復走査で、1回目の往復走査で形成したモデル材MAのラインに続いて、サポート材SAを吐出、硬化させる。さらに4回目の往復走査でも続いて、サポート材SAが第2回目の往復走査で形成されたモデル材MAのラインに続いて、吐出、成形される。このように、一方の造形材を連続して吐出することで、他方の造形材を吐出までの時間間隔を空けることができ、この間に十分に造形材を硬化させて、接触する界面での混合を確実に阻止できる。特に、硬化の反応が遅い樹脂等をモデル材MAやサポート材SAに利用する場合に効果的となる。なお、言うまでもないが、上述したモデル材MAとサポート材SAの一連の成形工程は、一つのスライスデータに基づく全ての工程でもよく、又はその一部を構成する工程でもあってもよく、一部の場合は、上記一連の成形工程を必要に応じて繰り返すことになる。(実施例2)

[0058] 上記図10の方法では、一方の造形材を硬化させることで確実に他の造形材との混合を回避できる半面、図9の方法と比べ、1ラインの造形に2回の往復走査が必要となるため、タクトタイムが倍になるという欠点がある。そこ

で、この問題を回避する例を実施例2として、図11に基づき説明する。ここでは、まず1回目、2回目の往復走査でモデル材MAを2本成形する点は、図10と同様である。次いで3回目の往復走査では、1回目のモデル材MAと2回目のモデル材MAの間に、モデル材MAを吐出、硬化させる。さらに4回目の往復走査では、2回目のモデル材MAの下方に、モデル材MAを形成する。このようにして4本のモデル材MAを成形した後、5回目、6回目の往復走査でサポート材SAを続けて吐出、硬化させる。ここで、各サポート材SAの吐出、硬化に際しては、図10の倍の量とする。例えば図10の例で $15\mu\text{m}$ の高さのモデル材MAを吐出、硬化させたとなると、図11ではその2倍の $30\mu\text{m}$ のサポート材SAを吐出、硬化する。これによって、サポート材SAは2回分の往復走査でも、モデル材の4回分の往復走査に相当する量を形成できる。この結果、モデル材4回、サポート材2回の計6回の往復走査で、図9の4本分、すなわち4回分の往復走査と同等の造形が可能となり、速度で比較すれば1.5倍のタクトタイムを要する。このように、図10で2倍のタクトタイムとなっていたのを1.5倍まで抑制でき、処理時間を短縮できる利点が得られる。半面、サポート材SAの分解能が図10に比べ $1/2$ に低下する。ただ、サポート材SAは最終的に除去されるため、得られる造形物の品質を低下させることはない。

[0059] より詳細には、この実施例では、最初にモデル材M

Aを第一の所定の厚みにて吐出後、モデル材MAが未硬化の状態において、モデル材MAの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第一の厚みより薄い第二の厚みを有するモデル材MAを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているモデル材MAの硬化を行う。次に、第二の厚みに成形されたモデル材MAの表面の少なくとも一部に、実際にはスラ

イスデータに基づいて適切な位置に、モデル材M Aを第三の所定の厚みにて吐出後、モデル材M Aが未硬化の状態において、モデル材M Aの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第三の厚みより薄い第四の厚みを有するモデル材M Aを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているモデル材M Aの硬化を行う。これにより、この時点で、モデル材は二度の成形により、トータルとして第二の厚みに第四の厚みを加えた第五の厚みを有していることになる。

[0060] そして、先に吐出されたモデル材M Aの硬化処理後、次にサポート材S Aを、上述したモデル材の第五の所定の厚みより、厚い第六の所定の厚みにて吐出後、サポート材S Aが未硬化の状態において、サポート材S Aの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述したモデル材の有する第五の厚みより厚く又は実質的に同等の厚みで、且つサポート材S Aの第六の厚みより薄い第七の厚みを有するサポート材S Aを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているサポート材S Aの硬化を行う。

[0061] つまり、先に二度繰り返して成形されるために、吐出する第一材料のローラ部25による成形ならびに硬化後の厚みである第五の厚みより厚い第六の厚みを形成するように、後で吐出する第二の材料を塗布し、更に、その第二の材料のローラ部25による成形ならびに硬化後の厚みである第七の厚みを第五の厚みより厚く又は実質的に同等の厚みで、且つ第七の厚みより薄くすることにより、第一と第二の材料、つまりモデル材M Aとサポート材S Aの接

する境界面で互いの材料が混じり合うことを防止するとともに、いずれの材料の表面の平滑化も行うことができる。

[0062] なお図 1 1 の例では、3 回目と 4 回目のモデル材 M A の造形が、図 1 1 (a) の例では 1 回目と 2 回目の間になっているところ、図 1 1 (b) では 1 回目と 2 回目の上になっているのは、図 1 1 (a) 上では平面におけるライン上の間隔が大きく表示されているものの、実際は造形材がより大きな液滴となって吐出される結果、図 1 1 (b) のように高く積層されるためである。
(実施例 3)

[0063] さらにタクトタイムを実施例 2 から改善する例を、実施例 3 として図 1 2 に示す。ここでは、往復走査の手順は図 1 1 と同じであるが、造形材の吐出量を変化させている。具体的には、モデル材 M A の吐出量をそれぞれ図 1 1 (図 1 0) の 1. 5 倍としている。例えば図 1 1 (b) でモデル材 M A の形成高さを $15 \mu\text{m}$ とすると、図 1 2 ではその 1. 5 倍の $22.5 \mu\text{m}$ としている。さらにサポート材 S A の吐出量を、図 1 1 の 1. 5 倍 (図 1 0 の 3 倍) としている。この結果、6 回分の往復走査で計 $45 \mu\text{m}$ の高さまで造形材を積層できる。図 9 との比較においては、2 回分の往復走査で $15 \mu\text{m}$ の高さまで造形しているため、その 3 倍の時間で 3 倍の造形を行っていることとなって、タクトタイムは同等となる。半面、サポート材 S A の分解能が $1/3$ に低下するが、上述の通り最終的に除去されるため、品質面では問題とならない。また、モデル材 M A の分解能も $2/3$ に低下する。ただし、数十 μm の単位であるため、実用上は殆ど問題とならないと考えられる。本実施例における詳細な内容は、上記実施例 3 に記載した内容と同様であるため、省略する。(実施例 4)

[0064] 一方、同一ライン上にモデル材 M A とサポート材 S A を同時に吐出、硬化させない代わりに、同一の往復走査において、異なるライン上にモデル材とサポート材を吐出させることもできる。すなわち、ラインを異ならせることでモデル材とサポート材を水平面上で斜めに離間させる。この例を実施例 4 として、図 1 3 に基づいて説明する。ここでは、1 回目～4 回目の往復走査で

モデル材MAを吐出、硬化させることは図11と同じである。一方、サポート材SAについては、3回目の往復走査の往路で、モデル材MAの吐出が終わった後、続いてサポート材SAを、同じライン上でなくオフセットさせたライン上で、図14(a)の例では1回目のモデル材MAと同一ライン上に吐出させ、復路では硬化させる。同様に4回目の往復走査においても、モデル材MAの吐出が終わった後、続いてサポート材SAを、オフセット位置、図14(a)の例では2回目のモデル材MAと同一ライン上に、吐出させ、復路では硬化させる。また、続く5回目と6回目の往復走査でも、サポート材SAを3回目と4回目のモデル材MAと同一のライン上に吐出、硬化させる。この方法では、3回目と4回目の往復走査時の復路では、未硬化のモデル材MAとサポート材SAが共に硬化される、いかえるとこの段階では両者とも未硬化のため混合の可能性があるところ、図13(a)に示すように、水平面上ではオフセット状に配置することで斜めに離間させ、さらに図13(b)に示すように、垂直方向でも高さが異なる結果、高さ方向においても斜めに離間されるため、結果として水平面と垂直面の両方で離間されて、近接する界面での混合を回避できる。この方法では、モデル材MA、サポート材SAとも分解能が低下しない。半面、速度について図9と比較すると、吐出される造形材の使用量を図9、図13とも $15\mu\text{m}$ とすれば、図9では2回の往復走査で $15\mu\text{m}$ の造形が可能となるのに対し、図13では6回の走査で $30\mu\text{m}$ の造形となり、1.5倍のタクトタイムがかかる。

[0065] より詳細には、この実施例では、最初にモデル材MAを第一の所定の厚みにて吐出後、モデル材MAが未硬化の状態において、モデル材MAの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第一の厚みより薄い第二の厚みを有するモデル材MAを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出

されているモデル材MAの硬化を行う。次に、第二の厚みに成形されたモデル材MAの表面の少なくとも一部に、実際にはスライスデータに基づいて適切な位置に、モデル材MAを第三の所定の厚みにて吐出後、モデル材MAが未硬化の状態において、モデル材MAの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第三の厚みより薄い第四の厚みを有するモデル材MAを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているモデル材MAの硬化を行う。これにより、この時点で、モデル材は二度の成形により、トータルとして第二の厚みに第四の厚みを加えた第五の厚みを有していることになる。

[0066] 一方、上述したモデル材MAにおける第三の厚みを形成する塗布と同じ塗布工程である、少なくとも一の往路又は復路において、モデル材の第五の厚みより薄い第六の厚みにてサポート材SAを適正な位置に吐出させる。但し、この段階では、上述したように、サポート材の第六の厚みが、モデル材MAの第五の厚みより薄いため、サポート材表面に対するローラ部25による平滑化を行うことは困難であり、モデル材MAの第三の厚みを形成した表面に対してのみ、ローラ部25による平滑化が行われ、その後モデル材MAとサポート材SAの表面に対して、硬化手段24による硬化処理が行われる。そして、その後、更に、第六の厚みを有するサポート材SAの表面に、第七の厚みを形成するためのサポート材SAが吐出され、サポート材SAが未硬化の状態において、サポート材SAの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述したモデル材の有する第五の厚みより厚く又は実質的に同等の厚みで、且つサポート材SAの第七の厚みより薄い第八の厚みを有するサポート材SAを

確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているサポート材SAの硬化を行う。（実施例5）

[0067] さらに、実施例4からタクトタイムを向上させた例を実施例5として、図14に基づき説明する。ここでは、1回目～4回目の往復走査でモデル材MAを吐出、硬化させること、及びサポート材SAについて、3回目の往復走査の往路で、モデル材MAの吐出が終わった後、サポート材SAをオフセットさせたライン上、図14（a）の例では1回目のモデル材MAと同一ライン上に、また4回目の往復走査の往路で、モデル材MAの吐出が終わった後、2回目のモデル材MAと同一ライン上に、それぞれ吐出させ、復路では硬化させる点は同じである。ここでは、サポート材SAの吐出量を図11と同じく2倍としている。この結果、3回目と4回目の往復走査のみで、計30 μ mの造形を行うことができ、図9の造形と同等に引き上げること可能となる。この方法では、図14（b）に示すように、モデル材MAとサポート材SAが未硬化の状態で隣接するため、混合を完全に回避できない可能性がある。またサポート材SAの分解能が1／2に低下することは、図11と同様である。

[0068] より詳細には、この実施例では、最初にモデル材MAを第一の所定の厚みにて吐出後、モデル材MAが未硬化の状態において、モデル材MAの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第一の厚みより薄い第二の厚みを有するモデル材MAを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているモデル材MAの硬化を行う。次に、第二の厚みに成形されたモデル材MAの表面の少なくとも一部に、実際にはスライスデータに基づいて適

切な位置に、モデル材MAを第三の所定の厚みにて吐出後、モデル材MAが未硬化の状態において、モデル材MAの吐出のための少なくとも一往路又は復路とは異なる少なくとも一往路又は復路において、ヘッド部20に設けられるローラ部25によって余分な材料を掻き取ることにより、平滑化され、上述した第三の厚みより薄い第四の厚みを有するモデル材

MAを確保し、ローラ部25による平滑化の動作と同一の少なくとも一往路又は復路、あるいはローラ部25による平滑化の動作後の少なくとも一往路又は復路において、硬化手段24により造形プレート40上に吐出されているモデル材MAの硬化を行う。これにより、この時点で、モデル材は二度の成形により、トータルとして第二の厚みに第四の厚みを加えた第五の厚みを有していることになる。

[0069] 一方、先に吐出されたモデル材MAの第二の厚みの表面に対して硬化処理後、次にモデル材MAによる第三の厚みを形成する塗布が行われる同じ工程において、サポート材SAを、上述したモデル材の第二の厚みに第三の厚みを加えた厚みと実質的に同等となる第六の厚みにて吐出後、モデル材MAの第三の厚みの表面とサポート材SAの第六の厚みの表面が未硬化の状態において、モデル材MAの第三の厚みを第四の厚みとするローラ部25による平滑化の工程にて、モデル材MAのトータルとして第二の厚みに第四の厚みを加えた第五の厚みと実質的に同等の厚みとなる第七の厚みとなるように余分な材料の掻き取りが行われ、更に、モデル材MAの第五の厚みの表面に対して行われる上述した硬化手段による硬化処理と同じ工程にて、第七の厚みを有するサポート材SAの表面に対する硬化処理が行われる。（実施例6）

[0070] 上述の実施例5では、高さ方向において図14（b）に示すようにモデル材MAとサポート材SAが隣接するため、この部分での混合を回避し難いという問題があった。そこで、高さ方向にこれらをさらに離間させることで、混合を低減させた例を実施例6として、図15に基づいて説明する。この例では、1回目～4回目の往復走査で順次モデル材MAを造形する点は、図11と同じである。図15ではさらに、5回目の往復走査でもモデル材MAを、

1回目と同じライン上に吐出し、さらに続く6回目の往復走査でも、2回目と同じライン上にモデル材MAを吐出している。この結果、図15(b)に示すようにモデル材MAの高さは3スライス分、 $45\mu\text{m}$ となる。さらに7回目の往復走査の往路では、モデル材MAを3回目と同じライン上に吐出し、続けてサポート材SAも、5回目のモデル材MAと同じライン上に、2倍の量吐出する。ここでは、吐出された未硬化のモデル材MAの高さが4スライス分、約 $60\mu\text{m}$ となり、2倍のサポート材SAを吐出しても $30\mu\text{m}$ であり、未硬化のモデル材MAとサポート材SAの高低差が大きくなるため、両者の近接する界面での混合が低減される。同様に、8回目の往復走査でも、モデル材MAに続いてサポート材SAを2倍、6回目のモデル材MAと同一ライン上に吐出する。

[0071] ただ、これら7回目と8回目の往復走査では、復路でサポート材SA、モデル材MA共に硬化されるものの、ローラ部25による余剰のサポート材SAの掻き取りができない。図15(b)に示すように、モデル材MAとサポート材SAの造形高さが異なるためである。よってここではモデル材MAに合わせ、モデル材MAのみをローラ部25で掻き取り処理している。すなわち、ローラ部25がサポート材SAを通過する際は、ローラ部25の回転を停止させるよう、制御手段10がローラ部25の回転を制御する。サポート材SAは最終的に除去されるため、表面が多少ざらついても造形材の品質上は問題とならない。また、続く9回目と10回目の往復走査では、サポート材SAのみが吐出、硬化されるため、ローラ部25による掻き取りも行われ、表面が均一に処理される。この方法によれば、造形時間が、図9では2回の往復走査で $15\mu\text{m}$ 造形されるのに対し、図15では10回の往復走査で $60\mu\text{m}$ であるため、タクトタイムが1.25倍となり、またサポート材SAの分解能が $1/2$ となる。

[0072] 本実施例は、基本的には上述した実施例4と同じで、先に同じ材料の吐出、平滑化ならびに硬化の一連の作業を複数回（実施例では4回）繰り返し、最後の繰り返しの4回目の作業と同じ工程で、他方の材料の吐出ならびに硬化

の一連の作業を行う（ここでは、形成される層の高さが、先に吐出された材料にて形成された高さより低いため、平滑化の工程は導入できない）。そして、次に、他方の材料の吐出を行うことにより、先に吐出された材料によって形成されている高さより高い高さを確保し、平滑化を行うことにより、最終的に先に吐出された材料によって形成されている高さを実質的に同じ高さを確保しつつ、硬化手段 24 による硬化処理が施される。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明の三次元造形装置及び三次元造形方法は、インクジェット方式で紫外線硬化樹脂を積層した三次元造形に好適に利用できる。

符号の説明

[0074] 100…三次元造形システム 1…設定データ作成装置 2、2'…三次元造形装置 10…制御手段 20…ヘッド部 21…モデル材吐出ノズル 22…サポート材吐出ノズル 23…ノズル列 24…硬化手段 25…ローラ部 26…ローラ本体 27…ブレード 28…バス 29…吸引パイプ 30…ヘッド移動手段 31…XY方向駆動部 32、32'…Z方向駆動部 40…造形プレート MA…モデル材 SA…サポート材 SS…サポート殻 PC…コンピュータ SB…オーバーハング支持部

請求の範囲

- [請求項1] 造形プレート(40)上に、造形材として、最終的な造形物となるモデル材(MA)と、前記モデル材(MA)が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材(SA)と、を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形装置であって、
- 造形物を載置するための前記造形プレート(40)と、前記モデル材(MA)を吐出するためのモデル材吐出ノズル(21)、及び前記サポート材(SA)を吐出するためのサポート材吐出ノズル(22)を、それぞれ一方向に複数個配列させた造形材吐出手段と、前記モデル材(MA)及びサポート材(SA)を硬化させるための硬化手段(24)と、前記造形材吐出手段及び硬化手段(24)を備えるヘッド部(20)と、前記ヘッド部(20)を水平方向に往復走査させるための水平駆動手段と、前記ヘッド部(20)と造形プレート(40)との高さ方向の相対位置を移動させるための垂直駆動手段と、前記水平駆動手段及び垂直駆動手段の駆動を制御し、かつ前記造形材吐出手段による前記造形材による吐出及び硬化手段(24)による硬化を制御する制御手段(10)と、を備え、前記制御手段(10)が、前記水平駆動手段で前記ヘッド部(20)を一方向に往復走査させて、前記造形材吐出手段により前記モデル材(MA)及びサポート材(SA)を前記造形プレート(40)上に吐出させ、該往復走査の往路又は復路の少なくともいずれか一方で、前記硬化手段(24)で前記モデル材(MA)及び／又はサポート材(SA)を硬化させることにより、前記スライスを生成し、高さ方向に前記造形プレート(40)とヘッド部(20)の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返すことにより造形を実行するよう制御し、かつ造形物の走査方向における前記モデル材(MA)とサポート材(SA)とが位置するラインにおいて、同一の往復走査で、前記モデル材(MA)とサポート材(SA)を同時に吐出させず、いずれか一

方の造形材のみを吐出、硬化させてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項2] 請求項1に記載される三次元造形装置であって、 前記ヘッド部(20)の一回の往復走査で吐出、硬化された前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材と、同一ライン上に形成される他方の造形材は、次回以降の往復走査で吐出、硬化されてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項3] 請求項1に記載される三次元造形装置であって、 前記ヘッド部(20)が、前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材を、連続する往復走査で吐出、硬化を形成した後、他方の造形材を、次の往復走査で、吐出、硬化してなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項4] 請求項1に記載される三次元造形装置であって、 前記造形材吐出手段が、一回の往復走査の内、往路で吐出を行い、 前記硬化手段(24)が、一回の往復走査の内、復路で硬化を行うことを特徴とする三次元造形装置。

[請求項5] 請求項1に記載される三次元造形装置であって、さらに、 前記造形プレート(40)上に吐出された造形材を未硬化の状態で押圧するためのローラ部(25)を備えていることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項6] 請求項5に記載される三次元造形装置であって、 前記ローラ部(25)が、硬化されたモデル材(MA)と未硬化のサポート材(SA)とを含むスライスに対して走査するよう構成されており、 該未硬化のサポート材(SA)が、硬化されたモデル材(MA)よりも所定のオフセット量分高くなるように前記造形材吐出手段から吐出されてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項7] 請求項6に記載される三次元造形装置であって、 前記所定のオフセット量が、前記ローラ部(25)の高さ方向における位置ずれの分布を考慮して設定されてなることを特徴とする三次元造形装置。

- [請求項8] 請求項6に記載される三次元造形装置であって、 前記造形プレート(40)上に逐次形成されるスライスのXY平面の各位置において、最下段に位置するサポート材(SA)に対して、前記オフセット量分が加算されて前記造形材吐出手段から吐出されてなることを特徴とする三次元造形装置。
- [請求項9] 請求項1に記載される三次元造形装置であって、 前記モデル材(MA)が、光硬化樹脂であり、 前記硬化手段(24)が、光を照射するための光照射手段であることを特徴とする三次元造形装置。
- [請求項10] 請求項1に記載される三次元造形装置であって、 前記造形材吐出手段が、前記モデル材(MA)と前記サポート材(SA)とを離間させて吐出することを特徴とする三次元造形装置。
- [請求項11] 造形物を載置するための造形プレート(40)上に、造形材として、最終的な造形物となるモデル材(MA)と、 前記モデル材(MA)が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材(SA)と、を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形方法であって、 前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材を、該造形材を吐出するための造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる工程と、 該吐出された一方の造形材を、該造形材を硬化させる硬化手段(24)で硬化させる工程と、 前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか吐出されなかった他方の造形材を、前記造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる工程と、 該他方の造形材を、前記硬化手段(24)で硬化させる工程と、 前記硬化されたモデル材(MA)又はサポート材(SA)によって前記スライスを生成すると、高さ方向に前記造形プレート(40)とヘッド部(20)の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返す工程と、を含むことを特徴とする三次元造形方法。

- [請求項12] 造形物を載置するための造形プレート(40)上に、造形材として、最終的な造形物となるモデル材(MA)と、 前記モデル材(MA)が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材(SA)と、を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形プログラムであって、 前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材を、該造形材を吐出するための造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる機能と、 該吐出された一方の造形材を、該造形材を硬化させる硬化手段(24)で硬化させる機能と、 前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか吐出されなかった他方の造形材を、前記造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる機能と、 該他方の造形材を、前記硬化手段(24)で硬化させる機能と、 前記硬化されたモデル材(MA)又はサポート材(SA)によって前記スライスを生成すると、高さ方向に前記造形プレート(40)とヘッド部(20)の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返す機能と、をコンピュータに実現させることを特徴とする三次元造形プログラム。
- [請求項13] 請求項12に記載されるプログラムを格納したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

補正された請求の範囲
[2012年2月28日(28.02.2012)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後)

造形プレート(40)上に、造形材として、
最終的な造形物となるモデル材(MA)と、

前記モデル材(MA)が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材(SA)と、

を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形装置であって、

造形物を載置するための前記造形プレート(40)と、

前記モデル材(MA)を吐出するためのモデル材吐出ノズル(21)、及び前記サポート材(SA)を吐出するためのサポート材吐出ノズル(22)を、それぞれ一方向に複数個配列させた造形材吐出手段と、

前記モデル材(MA)及びサポート材(SA)を硬化させるための硬化手段(24)と、

前記造形材吐出手段及び硬化手段(24)を備えるヘッド部(20)と、

前記ヘッド部(20)を水平方向に往復走査させるための水平駆動手段と、

前記ヘッド部(20)と造形プレート(40)との高さ方向の相対位置を移動させるための垂直駆動手段と、

前記水平駆動手段及び垂直駆動手段の駆動を制御し、かつ前記造形材吐出手段による前記造形材による吐出及び硬化手段(24)による硬化を制御する制御手段(10)と、
を備え、

前記制御手段(10)が、前記水平駆動手段で前記ヘッド部(20)を一方向に往復走査させて、前記造形材吐出手段により前記モデル材(MA)及びサポート材(SA)を前記造形プレート(40)上に吐出させ、該往復走査の往路又は復路の少なくともいずれか一方で、前記硬化手段(24)で前記モデル材(MA)及び／又はサポート材(SA)を硬化させることにより、前記スライスを生成し、高さ方向に前記造形プレート(40)とヘッド部(20)の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返すことにより造形を実行するよう制御し、

かつ前記走査方向における前記モデル材(MA)とサポート材(SA)とが位置するとともに、前記モデル材(MA)とサポート材(SA)が接する境界部分を有するラインにおいて、同一の往復走査で、前記モデル材(MA)とサポート材(SA)を同時に吐出させず、いずれか一方の造形材のみを吐出、硬化させてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項 2]

請求項 1 に記載される三次元造形装置であって、

前記ヘッド部(20)の一回の往復走査で吐出、硬化された前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材と、同一ライン上に形成される他方の造形材は、次回以降の往復走査で吐出、硬化されてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項3]

請求項1に記載される三次元造形装置であって、

前記ヘッド部(20)が、前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材を、連続する往復走査で吐出、硬化を形成した後、他方の造形材を、次の往復走査で、吐出、硬化してなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項4]

請求項1に記載される三次元造形装置であって、

前記造形材吐出手段が、一回の往復走査の内、往路で吐出を行い、

前記硬化手段(24)が、一回の往復走査の内、復路で硬化を行うことを特徴とする三次元造形装置。

[請求項5]

請求項1に記載される三次元造形装置であって、さらに、

前記造形プレート(40)上に吐出された造形材を未硬化の状態で押圧するためのローラ部(25)を備えていることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項6]

請求項5に記載される三次元造形装置であって、

前記ローラ部(25)が、硬化されたモデル材(MA)と未硬化のサポート材(SA)とを含むスライスに対して走査するよう構成されており、

該未硬化のサポート材(SA)が、硬化されたモデル材(MA)よりも所定のオフセット量分高くなるように前記造形材吐出手段から吐出されてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項7]

請求項6に記載される三次元造形装置であって、

前記所定のオフセット量が、前記ローラ部(25)の高さ方向における位置ずれの分布を考慮して設定されてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項8]

請求項6に記載される三次元造形装置であって、

前記造形プレート(40)上に逐次形成されるスライスのXY平面の各位置において、最下段に位置するサポート材(SA)に対して、前記オフセット量分が加算されて前記造形材吐出手段から吐出されてなることを特徴とする三次元造形装置。

[請求項9]

請求項1に記載される三次元造形装置であって、

前記モデル材(MA)が、光硬化樹脂であり、

前記硬化手段(24)が、光を照射するための光照射手段であることを特徴とする三次元造形装置。

〔請求項 10〕

請求項 1 に記載される三次元造形装置であって、

前記造形材吐出手段が、前記モデル材(MA)と前記サポート材(SA)とを離間させて吐出することを特徴とする三次元造形装置。

〔請求項 11〕 (補正後)

造形物を載置するための造形プレート(40)上に、造形材として、

最終的な造形物となるモデル材(MA)と、

前記モデル材(MA)が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材(SA)と、

を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形方法であって、

前記走査方向における前記モデル材(MA)とサポート材(SA)とが位置するとともに、前記モデル材(MA)とサポート材(SA)が接する境界部分を有するラインにおいて、

前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材を、該造形材を吐出するための造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる工程と、

該吐出された一方の造形材を、該造形材を硬化させる硬化手段(24)で硬化させる工程と、

前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか吐出されなかった他方の造形材を、前記造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる工程と、

該他方の造形材を、前記硬化手段(24)で硬化させる工程と、

前記硬化されたモデル材(MA)又はサポート材(SA)によって前記スライスを生成すると、高さ方向に前記造形プレート(40)とヘッド部(20)の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返す工程と、

を含むことを特徴とする三次元造形方法。

〔請求項 12〕 (補正後)

造形物を載置するための造形プレート(40)上に、造形材として、

最終的な造形物となるモデル材(MA)と、

前記モデル材(MA)が張り出した張り出し部分を支え、最終的に除去されるサポート材(SA)と、

を少なくとも一方向に走査しながら吐出させ、かつこれを硬化させる動作を繰り返すことで、高さ方向に所定の厚みを有するスライスを生成し、該スライスを高さ方向に積層していくことにより造形を行う三次元造形プログラムであって、

前記走査方向における前記モデル材(MA)とサポート材(SA)とが位置するとともに、前記モデル材(MA)とサポート材(SA)が接する境界部分を有するラインに対して、

前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか一方の造形材を、該造形材を吐出するための造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる機能と、

該吐出された一方の造形材を、該造形材を硬化させる硬化手段(24)で硬化させる機能と、

前記モデル材(MA)又はサポート材(SA)のいずれか吐出されなかった他方の造形材を、前記造形材吐出手段により前記造形プレート(40)上に吐出させる機能と、

該他方の造形材を、前記硬化手段(24)で硬化させる機能と、

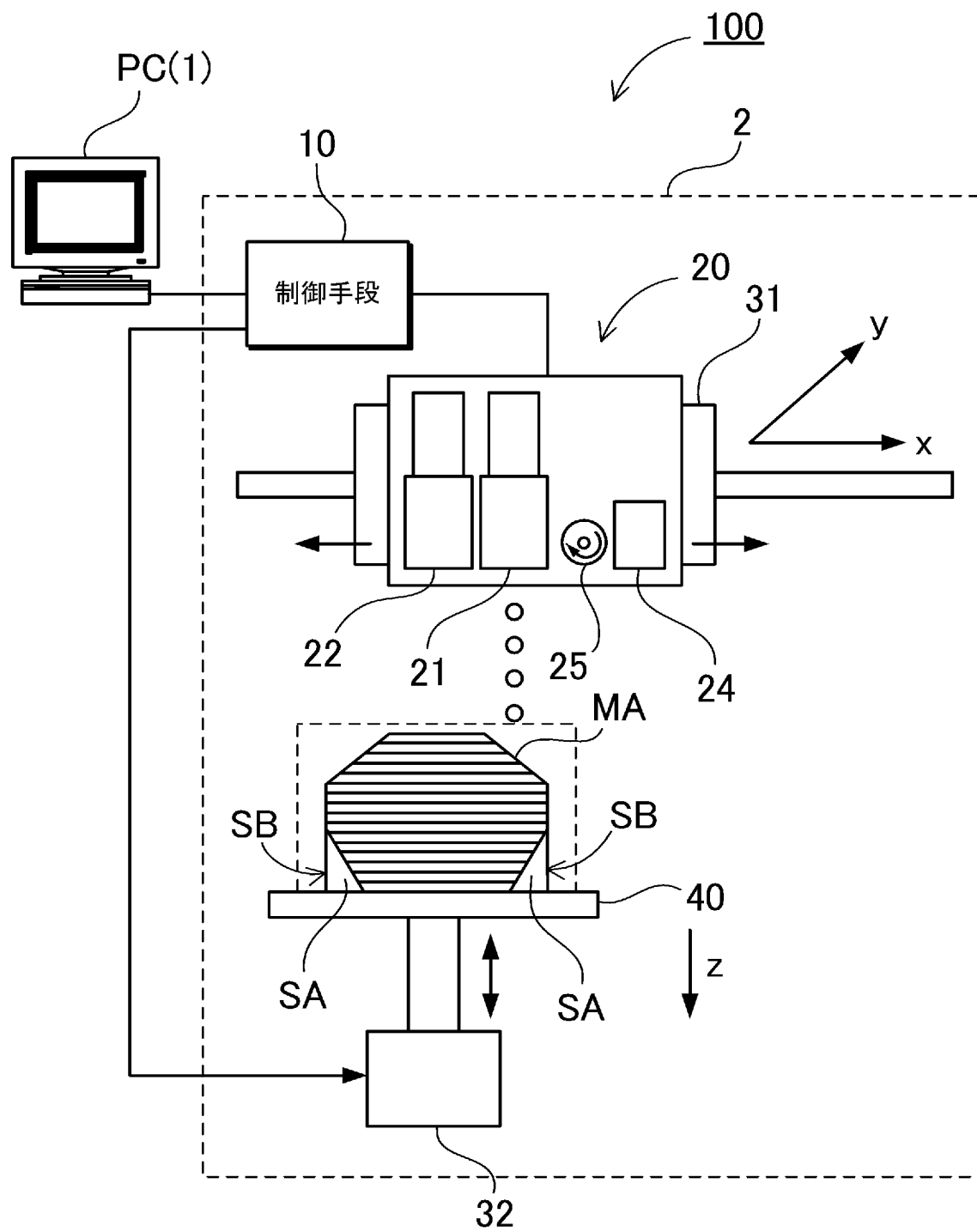
前記硬化されたモデル材(MA)又はサポート材(SA)によって前記スライスを生成すると、高さ方向に前記造形プレート(40)とヘッド部(20)の相対位置を移動させて、前記スライスの積層を繰り返す機能と、

をコンピュータに実現させることを特徴とする三次元造形プログラム。

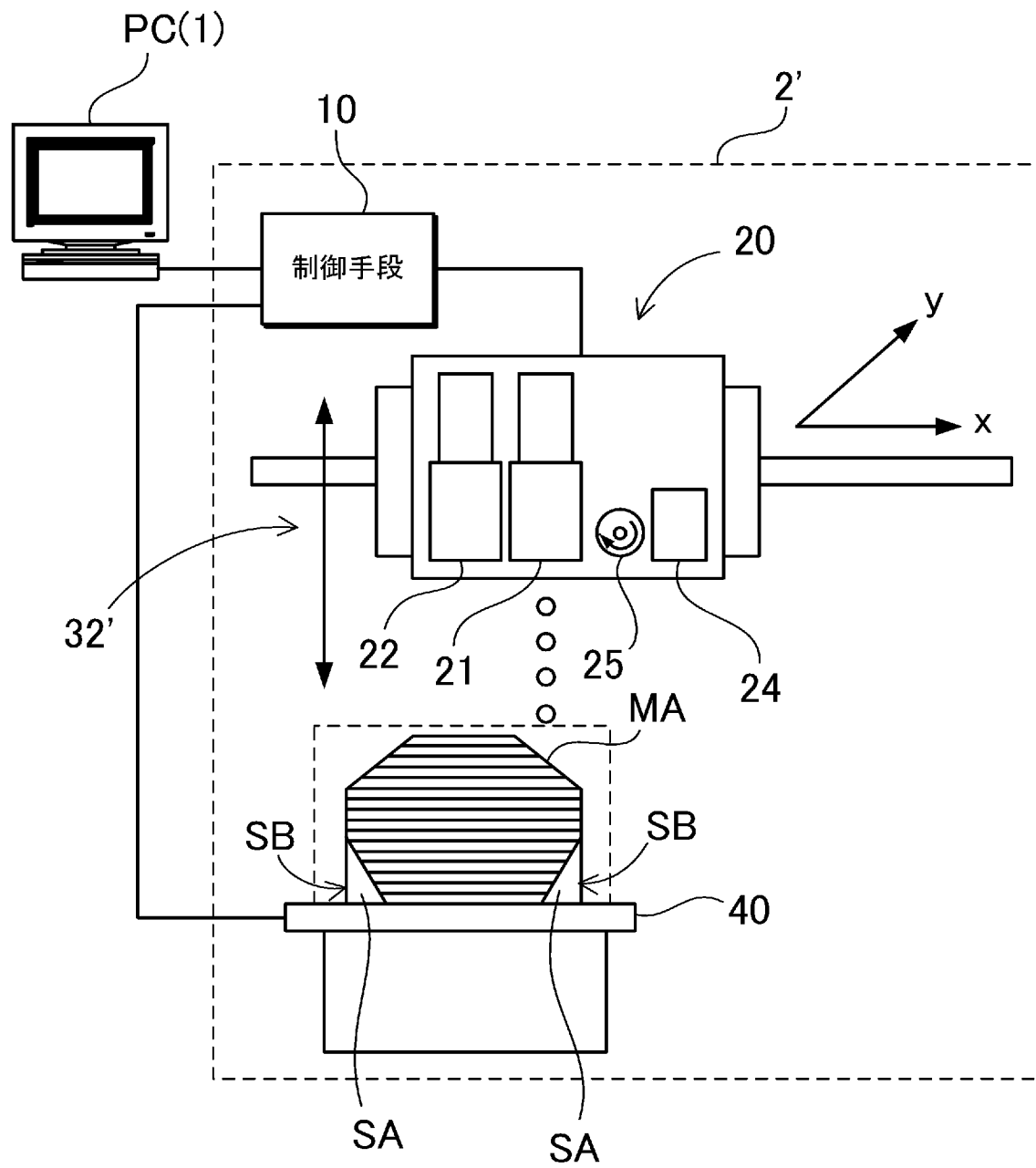
[請求項13]

請求項12に記載されるプログラムを格納したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

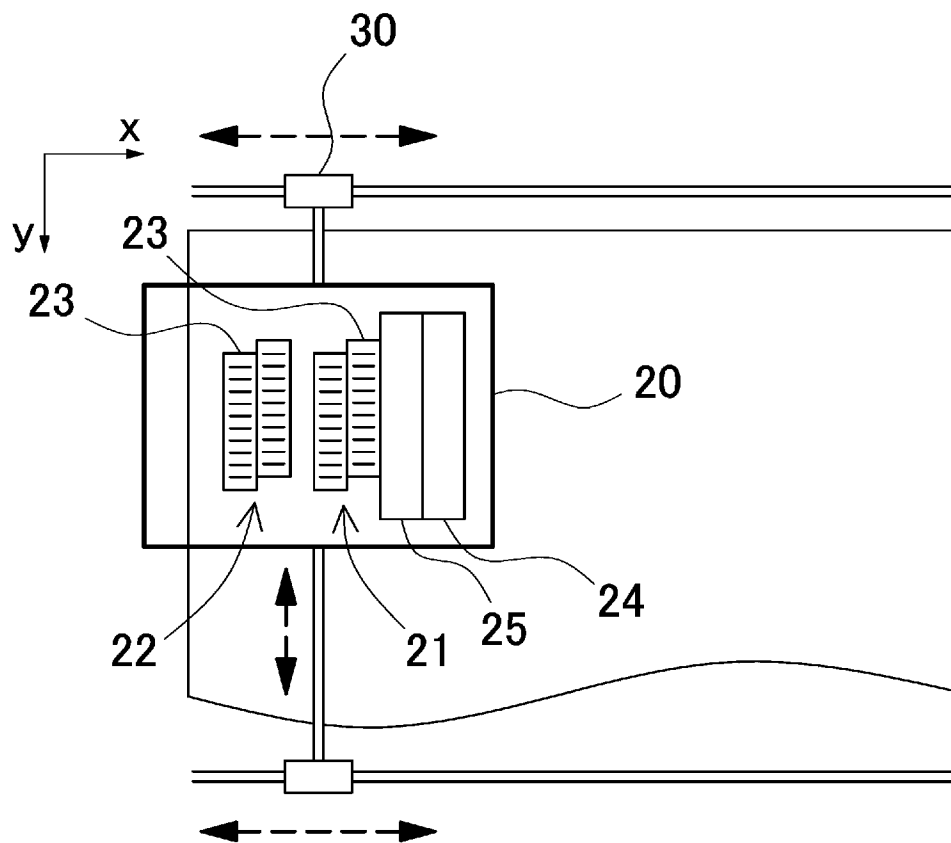
[図1]



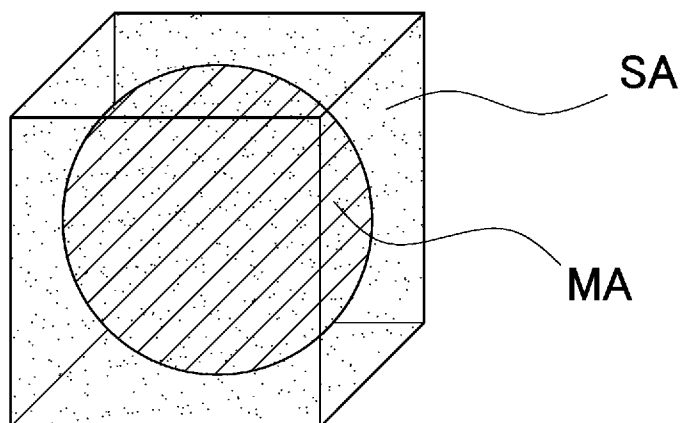
[図2]



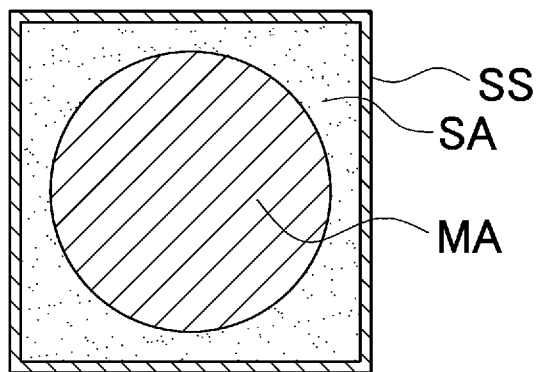
[図3]



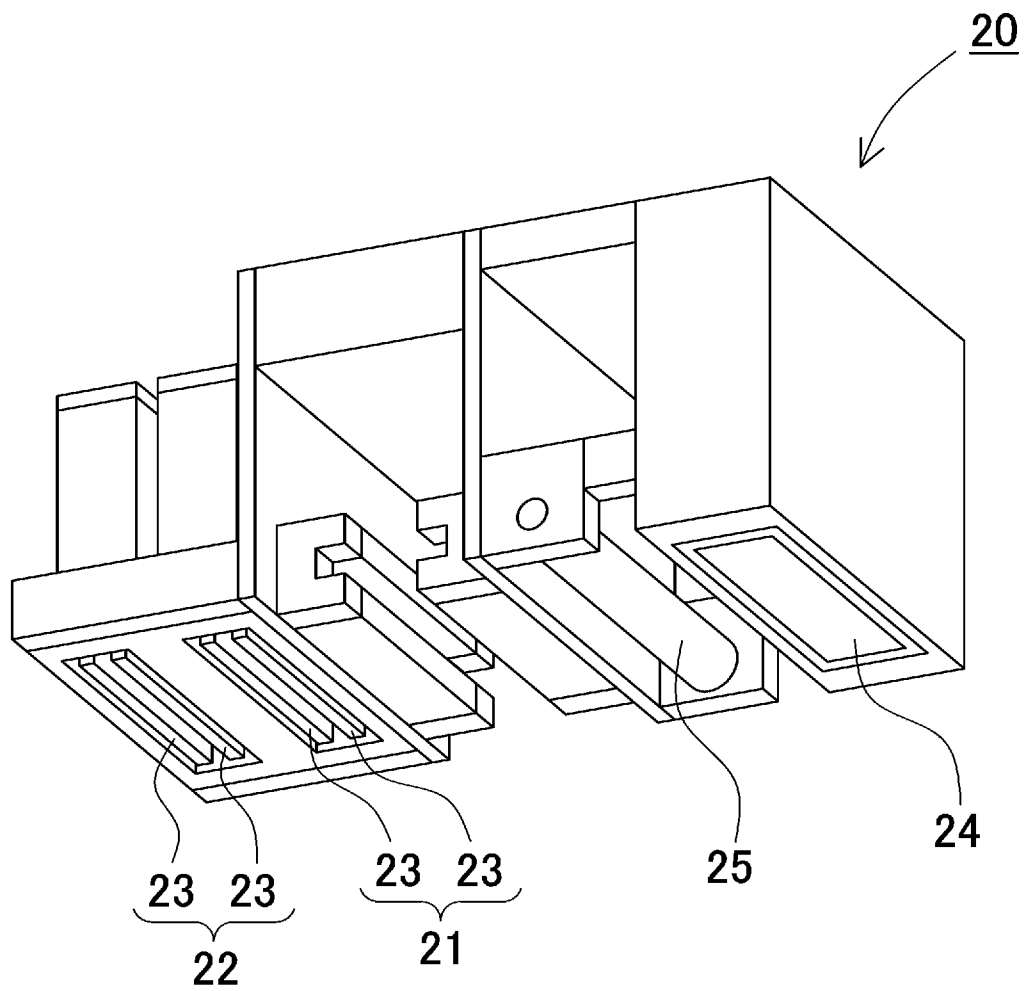
[図4]



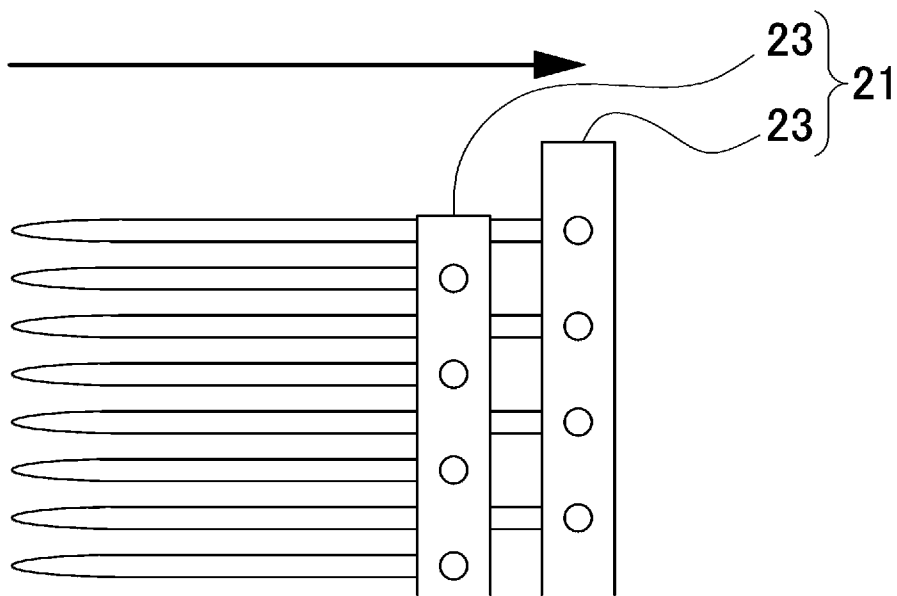
[図5]



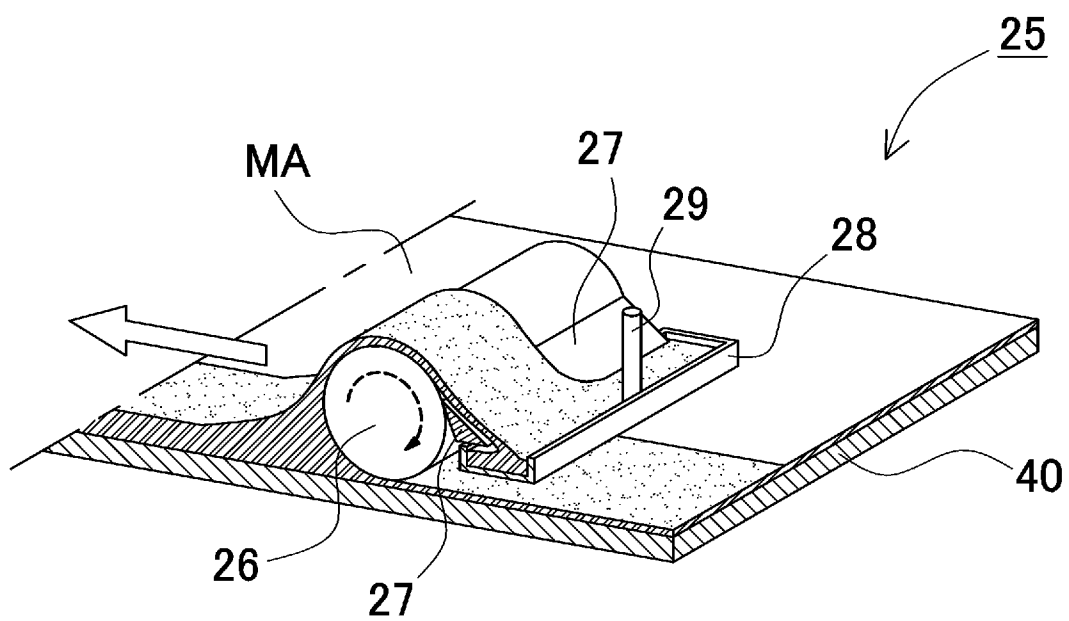
[図6]



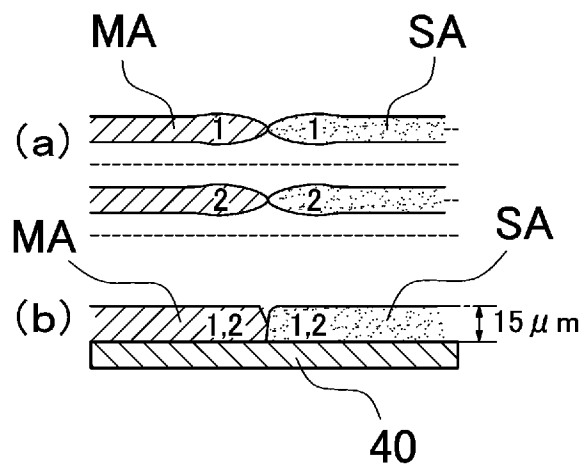
[図7]



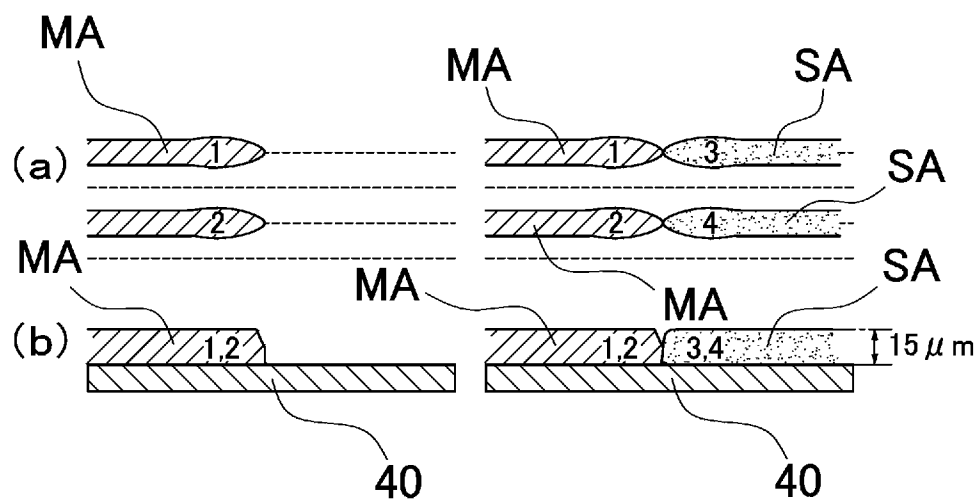
[図8]



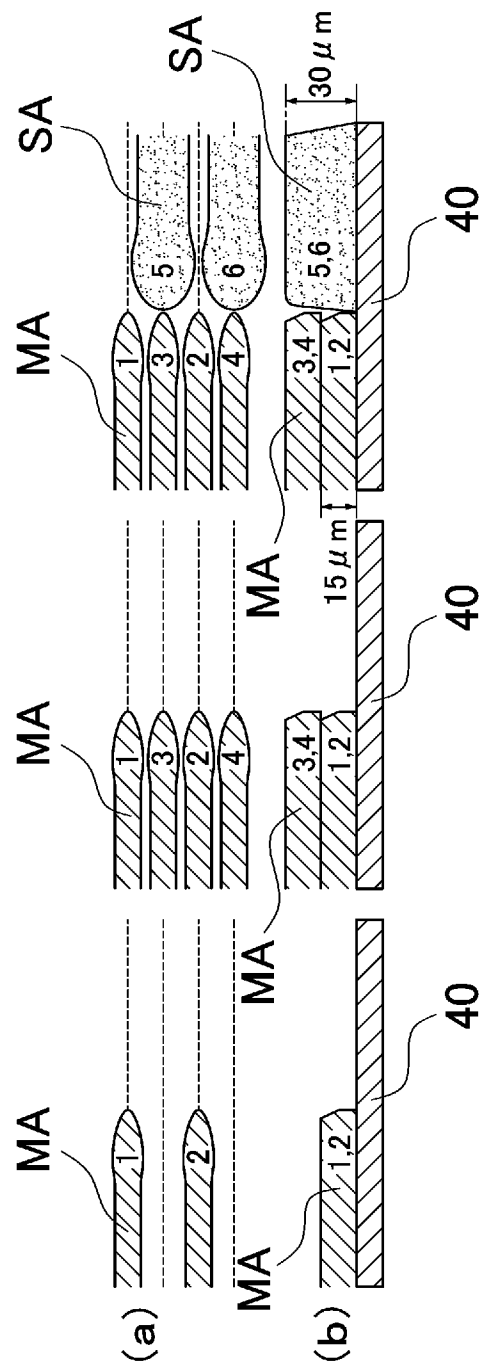
[図9]



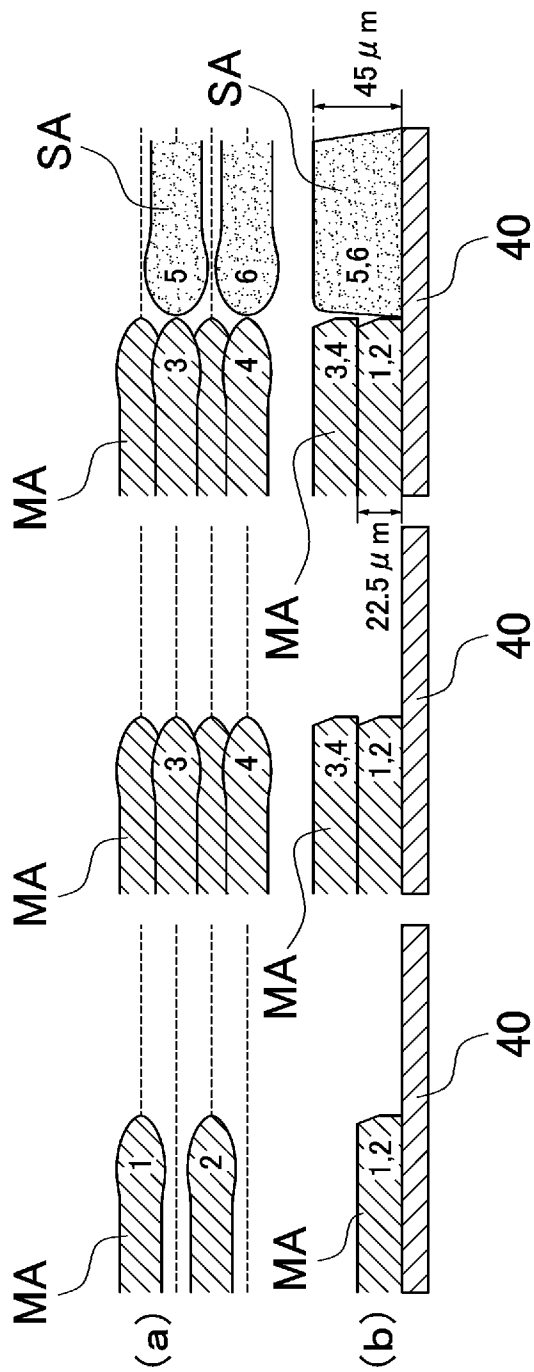
[図10]

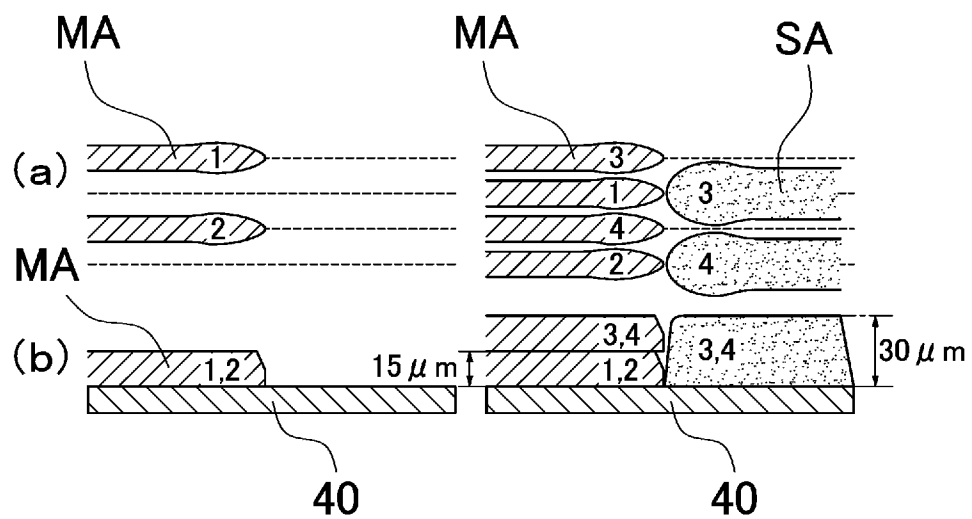


[図11]

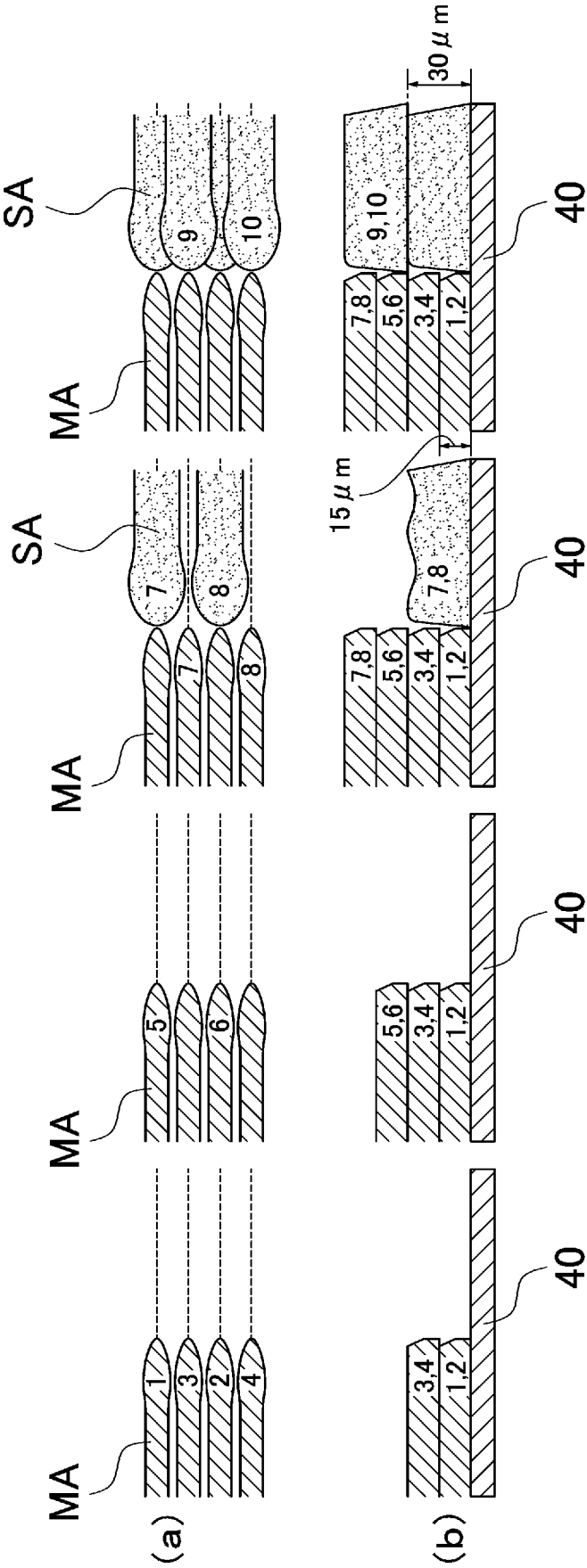


[図12]





[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/073776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C67/00 (2006.01) i

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 6-143438 A (Sanyo Machine Works, Ltd.), 24 May 1994 (24.05.1994), claims 1, 3; paragraphs [0013] to [0015], [0019] to [0025]; fig. 2(A) to 2(I) (Family: none)	1-4, 9-13 5
Y	JP 2005-125787 A (Hewlett-Packard Development Co., L.P.), 19 May 2005 (19.05.2005), paragraphs [0017], [0030]; fig. 3A to 3F & US 2005/0087897 A1 & EP 1525973 A1 & TW 238776 B	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

21 December, 2011 (21.12.11)

Date of mailing of the international search report

10 January, 2012 (10.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/073776

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-291625 A (Hitachi Printing Solutions Kabushiki Kaisha), 21 October 2004 (21.10.2004), claims; paragraphs [0057] to [0065]; fig. 3 to 7 & US 2004/0175451 A1 & CN 1526542 A	1-13
A	JP 2004-90530 A (Yugen Kaisha CTT Corporation), 25 March 2004 (25.03.2004), claims; paragraphs [0028] to [0031]; fig. 2 to 7 (Family: none)	1-13
A	JP 2004-255839 A (Hitachi Printing Solutions Kabushiki Kaisha), 16 September 2004 (16.09.2004), entire text (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B29C67/00 (2006.01)i

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 (I P C))

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 6-143438 A (三洋機工株式会社) 1994. 05. 24, 【請求項 1】, 【請求項 3】, 【0013】 ~ 【0015】, 【0019】 ~ 【0025】, 図 2 (A) ~ 図 2 (I) (ファミリーなし)	1-4, 9-13 5
Y	JP 2005-125787 A (ヒューレット・パカード デベロップメントカンパニー エル. ピー.) 2005. 05. 19, 【0017】, 【0030】, 【図 3 A】 ~ 【図 3 F】 & US 2005/0087897 A1 & EP 1525973 A1 & TW 238776 B	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

2 1 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

増田 亮子

4 F

9 2 6 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 0

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
A	JP 2004-291625 A (日立プリンティングソリューションズ株式会社) 2004. 10. 21, 特許請求の範囲、【0057】～【0065】, 図3～図7 & US 2004/0175451 A1 & CN 1526542 A	1-13
A	JP 2004-90530 A (有限会社シーティティコーポレーション) 2004. 03. 25, 特許請求の範囲、【0028】～【0031】, 図2～図7 (ファミリーなし)	1-13
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, 文献全体 (ファミリーなし)	1-13