

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6413282号
(P6413282)

(45) 発行日 平成30年10月31日(2018.10.31)

(24) 登録日 平成30年10月12日(2018.10.12)

(51) Int. Cl.		F I	
B 2 9 C	64/112	(2017.01)	B 2 9 C 64/112
B 2 9 C	64/214	(2017.01)	B 2 9 C 64/214
B 2 9 C	64/393	(2017.01)	B 2 9 C 64/393
B 3 3 Y	10/00	(2015.01)	B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y	30/00	(2015.01)	B 3 3 Y 30/00

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-63432 (P2014-63432)
 (22) 出願日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)
 (65) 公開番号 特開2015-182427 (P2015-182427A)
 (43) 公開日 平成27年10月22日 (2015.10.22)
 審査請求日 平成29年2月21日 (2017. 2. 21)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100091292
 弁理士 増田 達哉
 (74) 代理人 100091627
 弁理士 朝比 一夫
 (72) 発明者 岡本 英司
 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
 審査官 今井 拓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元造形物製造装置および三次元造形物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

層を積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物製造装置であって、前記三次元造形物が造形される造形部と、硬化性成分を含む硬化性インクを吐出し、前記造形部上にインク層を形成する吐出部と

、前記インク層の中の前記硬化性成分の少なくとも一部を硬化する予備硬化手段と、前記インク層を平坦化する平坦化手段と、を有し、前記平坦化手段は、複数の前記インク層に対して同時に平坦化処理を施すものであることを特徴とする三次元造形物製造装置。

【請求項2】

前記平坦化した前記インク層中に含まれる未硬化の前記硬化性成分を硬化する本硬化手段を有する請求項1に記載の三次元造形物製造装置。

【請求項3】

前記平坦化手段は、平板である請求項1または2に記載の三次元造形物製造装置。

【請求項4】

前記平坦化手段に対して微振動を印加する請求項1ないし3のいずれか1項に記載の三次元造形物製造装置。

【請求項5】

前記平坦化手段の前記インク層と接触する領域には、撥液処理が施されている請求項1

ないし4のいずれか1項に記載の三次元造形物製造装置。

【請求項6】

層を積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、硬化性成分を含む硬化性インクを吐出し、インク層を形成するインク吐出工程と、前記インク層中の前記硬化性成分の少なくとも一部を硬化する予備硬化工程と、前記インク層を平坦化する平坦化工程と、を有し、前記平坦化工程において、複数の前記インク層に対して同時に平坦化処理を施すことを特徴とする三次元造形物の製造方法。

【請求項7】

前記インク吐出工程において、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドから、前記硬化性インクを吐出するものであり、

前記各ノズルにおける前記硬化性インクの吐出量のばらつきを測定したばらつきデータに基づいて、平坦化を行う請求項6に記載の三次元造形物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元造形物製造装置および三次元造形物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、例えば、三次元CADソフト等で生成した三次元物体のモデルを基にして、三次元造形物を形成する方法が知られている。

【0003】

三次元造形物を形成する方法の一つとして、積層法が知られている（例えば、特許文献1参照）。積層法では、一般的に、三次元物体のモデルを多数の二次元断面層に分割した後、各二次元断面層に対応する断面部材を順次造形しつつ、断面部材を順次積層することによって三次元造形物を形成する。

【0004】

積層法は、造形しようとする三次元造形物のモデルさえあれば、直ちに形成することが可能であり、造形に先立って金型を作成するなどの必要がないので、迅速にしかも安価に三次元造形物を形成することが可能である。また、薄い板状の断面部材を一層ずつ積層して形成するので、例えば内部構造を有する複雑な物体であっても、複数の部品に分けることなく一体の造形物として形成することが可能である。

【0005】

ところで、従来の方法では、三次元造形物の三次元データを分割した平面画像をインクジェット法にて描画し積層することで造形物を形成するが、インクジェット法でインクを吐出して層を形成した場合、各層の厚みのバラツキにより、最終的に得られる三次元造形物の寸法精度が低下するといった問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-280354号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、高い寸法精度で三次元造形物を効率よく製造することができる三次元造形物製造装置および三次元造形物の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の三次元造形物製造装置は、層を積層することにより三次元造形物を製造する三

10

20

30

40

50

次元造形物製造装置であって、

前記三次元造形物が造形される造形部と、

硬化性成分を含む硬化性インクを吐出し、前記造形部上にインク層を形成する吐出部と

、

前記インク層の中の前記硬化性成分の少なくとも一部を硬化する予備硬化手段と、

前記インク層を平坦化する平坦化手段と、を有し、

前記平坦化手段は、複数の前記インク層に対して同時に平坦化処理を施すものであることを特徴とする。

【0009】

これにより、高い寸法精度で三次元造形物を効率よく製造することができる三次元造形物製造装置を提供することができる。

10

【0010】

本発明の三次元造形物製造装置では、前記平坦化した前記インク層中に含まれる未硬化の前記硬化性成分を硬化する本硬化手段を有することが好ましい。

これにより、寸法精度の高い三次元造形物をより効果的に製造することができる。

【0011】

本発明の三次元造形物製造装置では、前記平坦化手段は、平板であることが好ましい。

これにより、インク層の平坦化をより効率よく行うことができ。

【0012】

本発明の三次元造形物製造装置では、前記平坦化手段に対して微振動を印加することが好ましい。

20

【0013】

これにより、平坦化手段に硬化性インクが付着するのを効果的に防止することができる。

。

【0014】

本発明の三次元造形物製造装置では、前記平坦化手段の前記インク層と接触する領域には、撥液処理が施されていることが好ましい。

【0015】

これにより、平坦化手段に硬化性インクが付着するのを効果的に防止することができる。

。

30

【0016】

本発明の三次元造形物の製造方法は、層を積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、

硬化性成分を含む硬化性インクを吐出し、インク層を形成するインク吐出工程と、

前記インク層中の前記硬化性成分の少なくとも一部を硬化する予備硬化工程と、

前記インク層を平坦化する平坦化工程と、を有し、

前記平坦化工程において、複数の前記インク層に対して同時に平坦化処理を施すことを特徴とする。

【0017】

これにより、高い寸法精度で三次元造形物を効率よく製造することができる三次元造形物の製造方法を提供することができる。

40

【0020】

本発明の三次元造形物の製造方法では、前記インク吐出工程において、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドから、前記硬化性インクを吐出するものであり、

前記各ノズルにおける前記硬化性インクの吐出量のばらつきを測定したばらつきデータに基づいて、平坦化を行うことが好ましい。

【0021】

これにより、インク層をより効率よく平坦化することができ、三次元造形物の生産効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】本発明の三次元造形物製造装置の好適な実施形態を示す断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、添付する図面を参照しつつ、本発明の好適な実施形態について詳細な説明をする。

【 0 0 2 6 】

1 . 三次元造形物製造装置

まず、本発明の三次元造形物製造装置の好適な実施形態について説明する。

図 1 は、本発明の三次元造形物製造装置の好適な実施形態を示す断面図である。

10

【 0 0 2 7 】

三次元造形物製造装置 1 0 0 は、硬化性インクを用いて形成した層（単位層）1 を積層することにより、三次元造形物を製造する装置である。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように、三次元造形物製造装置 1 0 0 は、三次元造形物が造形される造形部 1 0 と、造形部 1 0 に硬化性成分を含む硬化性インクを吐出し、造形部 1 0 上にインク層 2 を形成する吐出部 1 1 と、インク層 2 中の硬化性成分の少なくとも一部を硬化する紫外線照射手段（予備硬化手段）1 2 と、予備硬化したインク層 2 を平坦化する平板（平坦化手段）1 3 と、を有している。

20

【 0 0 2 9 】

造形部 1 0 は、三次元造形物製造装置 1 0 0 の造形ステージ、または、三次元造形物の造形工程において、インク層の積層工程での平坦化後のインク層である。当該造形部 1 0 上に硬化性インクが吐出され、インク層 2 が形成される。

【 0 0 3 0 】

吐出部 1 1 は、造形部 1 0 に対して相対的に X 軸方向に移動して、造形部 1 0 上に硬化性インクを吐出する機能を有している。造形部 1 0 上に吐出された硬化性インクは、インク層を形成する。

【 0 0 3 1 】

吐出部 1 1 は、インクジェット方式で、硬化性インクの液滴を吐出する液滴吐出ヘッドが搭載されている。また、吐出部 1 1 は、図示せぬ硬化性インク供給部を備えている。本実施形態では、いわゆるピエゾ駆動方式の液滴吐出ヘッドが採用されている。また、本実施形態では、吐出部 1 1 には、液滴吐出ヘッドとして、ノズルが Y 軸方向に複数並んだラインヘッドが採用されている。ここで、「ラインヘッド」とは、X 軸方向と交差する Y 軸方向に形成されたノズルの領域が、造形部 1 0 全体をカバー可能なように設けられ、吐出部 1 1 又は造形部 1 0 の一方を固定し他方を移動させて層 1 を形成する三次元造形物製造装置に用いられる液滴吐出ヘッドである。なお、ラインヘッドの Y 軸方向のノズルの領域は、三次元造形物製造装置が対応している全ての造形部 1 0 の Y 軸方向全体をカバー可能でなくてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

紫外線照射（予備硬化手段）1 2 は、インク層 2 に紫外線を照射し、インク層 2 中の硬化性成分を硬化（予備硬化）させる機能を有している。本実施形態の紫外線照射手段 1 2 は、インク層 2 中の硬化性成分の一部を硬化するよう構成されている。インク層 2 中の硬化性成分の一部を硬化することで、インク層 2 は流動性がなくなる程度に硬化する。

40

【 0 0 3 3 】

また、紫外線照射手段 1 2 は、吐出部の X 軸方向の両端に設けられており、吐出部 1 1 とともに X 軸方向に移動するよう構成されている。吐出部 1 1 が硬化性インクを吐出しつつ、図中左方向に移動する際に、図中右側の紫外線照射手段 1 2 によってインク層 2 の予備硬化を行う。一方、吐出部 1 1 が硬化性インクを吐出しつつ、図中右方向に移動する際には、図中左側の紫外線照射手段 1 2 によってインク層 2 の予備硬化を行う。

【 0 0 3 4 】

50

平板（平坦化手段）13は、インク層2を平坦化する機能を有している。

具体的には、平板13によって、インク層2表面を押圧することにより、インク層2表面を平坦化する。

【0035】

本実施形態において、平板13は、インク層2を加熱する機能を有している。インク層2を加熱することでインク層2の未硬化の硬化性成分が硬化する。すなわち、平板13は、硬化手段（本硬化手段）としても機能する。

【0036】

また、平板13には、図示せぬ振動印加手段が設けられている。インク層2を押圧する際に、振動印加手段より振動を印加し、硬化性インクが平板13表面に付着しないよう構成されている。

10

【0037】

また、平板13表面は、フッ素加工等の撥液処理が施されており、硬化性インクが付着しにくい構成となっている。

【0038】

本実施形態では、図1に示すように、平板13によって、複数のインク層2をまとめて平坦化するよう構成されている。なお、インク層2を1層1層平坦化するよう構成してもよい。

【0039】

以上のような構成の三次元造形物製造装置100によれば、容易にインク層2を平坦化することができ、厚さの均一な単位層1を形成することができる。その結果、高い寸法精度で三次元造形物を製造することができる。

20

【0040】

なお、上記説明では、硬化性インクの予備硬化手段として紫外線照射手段12を用いた場合について説明したが、これに限定されず、加熱により硬化させる加熱手段であってもよい。

【0041】

また、平坦化手段として、平板を用いた場合について説明したが、平坦化手段としてローラーを用いてもよい。

【0042】

30

2. 三次元造形物の製造方法

次に、本発明の三次元造形物の製造方法について説明する。

【0043】

本実施形態の三次元造形物の製造方法は、層1を積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、硬化性インクを吐出してインク層2を形成するインク吐出工程と、インク層2中の硬化性成分の少なくとも一部を硬化（予備硬化）する予備硬化工程と、予備硬化したインク層2を複数積層する積層工程と、インク層2を平坦化する平坦化工程と、インク層2中の未硬化の硬化性成分を硬化する本硬化工程と、を有している。

【0044】

40

以下、上述したような三次元造形物製造装置100を例に挙げて説明する。

まず、吐出部11が図1中右方向に移動しつつ、造形部10に硬化性インクを付与し、インク層2を形成する（インク吐出工程）。

【0045】

また、吐出部11から硬化性インクを吐出しつつ、吐出部11に追従して移動する紫外線硬化手段12によって、インク層2に紫外線を照射し、インク層2中の硬化性成分の少なくとも一部を硬化する（予備硬化工程）。

次に、予備硬化を施したインク層2を複数層積層する。

【0046】

次に、平板13と複数層積層したインク層2を向かい合わせ複数層積層したインク層2

50

を押圧し、インク層 2 を平坦化する（平坦化工程）。なお、平坦化を施すインク層 2 は、液滴吐出ヘッドの各ノズルにおける硬化性インクの吐出量のばらつきを測定したばらつきデータに基づいて、決定する。すなわち、ばらつきデータに基づいたインク層 2 の厚さのばらつき具合と平坦化手段による平坦化可能なばらつき範囲とを考慮して、もっとも効果的な時に平坦化を行う。

【 0 0 4 7 】

また、平板 1 3 によってインク層 2 を平坦化しつつ、平板 1 3 によってインク層 2 を加熱し、インク層 2 中の未硬化の硬化性成分を硬化させる（本硬化工程）。

平板 1 3 内部にはインク層 2 と接触する平板 1 3 の表面を加熱するヒータが配置される。

平板 1 3 を所定の温度（例えば、50 から 240、より好ましくは 80 から 130

10

）に維持しておき、インク層 2 を所定の圧力に達するまで加圧する。次に、所定の圧力を保持しインク層 2 を平坦化する。平坦化後、インク層 2 と接触する平板 1 3 を引き離す。なお、引き離す際には、平板 1 3 の表面を加熱するヒータの電源を切るなどして、平板 1 3 を冷却してから引き離してもよい。または、平板 1 3 を所定の温度から、インク層 2 中の未硬化の硬化性成分を硬化させる本硬化温度まで、加熱しながらインク層 2 を所定の圧力で加圧してもよい。

平板 1 3 の表面は、鏡面状であるのが好ましい。

【 0 0 4 8 】

また、平板 1 3 の表面の表面粗さ R a が 0.8 μm 以下であるのが好ましく、0.1 μm 以下であるのがより好ましい。

20

【 0 0 4 9 】

これらの操作を繰り返すことにより、層 1 が積層した三次元造形物を得ることができる。

【 0 0 5 0 】

このような三次元造形物の製造方法によれば、容易にインク層 2 を平坦化することができ、厚さの均一な単位層 1 を形成することができる。その結果、高い寸法精度で三次元造形物を製造することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、上記説明では、複数層のインク層 2 に対して同時に平坦化処理を施すものとして説明したが、1 層ずつ平坦化を行ってもよい。

30

【 0 0 5 2 】

3. 硬化性インク

硬化性インクは、少なくとも硬化性樹脂（硬化成分）を含むものである。

【 0 0 5 3 】

（硬化性樹脂）

硬化性樹脂（硬化成分）としては、例えば、熱硬化性樹脂；可視光領域の光により硬化する可視光硬化性樹脂（狭義の光硬化性樹脂）、紫外線硬化性樹脂、赤外線硬化性樹脂等の各種光硬化性樹脂；X線硬化性樹脂等が挙げられ、これらから選択される 1 種または 2 種以上を組み合わせる用いることができる。

【 0 0 5 4 】

中でも、得られる三次元造形物の機械的強度や三次元造形物の生産性、硬化性インクの保存安定性等の観点から、特に、紫外線硬化性樹脂（重合性化合物）が好ましい。

40

【 0 0 5 5 】

紫外線硬化性樹脂（重合性化合物）としては、紫外線照射により、光重合開始剤から生じるラジカル種またはカチオン種等により、付加重合または開環重合が開始され、重合体を生じるものが好ましく使用される。付加重合の重合様式として、ラジカル、カチオン、アニオン、メタセシス、配位重合が挙げられる。また、開環重合の重合様式として、カチオン、アニオン、ラジカル、メタセシス、配位重合が挙げられる。

【 0 0 5 6 】

付加重合性化合物としては、例えば、少なくとも 1 個のエチレン性不飽和二重結合を有

50

する化合物等が挙げられる。付加重合性化合物として、末端エチレン性不飽和結合を少なくとも1個、好ましくは2個以上有する化合物が好ましく使用できる。

【0057】

エチレン性不飽和重合性化合物は、単官能の重合性化合物および多官能の重合性化合物、またはそれらの混合物の化学的形態をもつ。

【0058】

単官能の重合性化合物としては、例えば、不飽和カルボン酸（例えば、アクリル酸、メタクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、イソクロトン酸、マレイン酸等）や、そのエステル類、アミド類等が挙げられる。

【0059】

多官能の重合性化合物としては、不飽和カルボン酸と脂肪族の多価アルコール化合物とのエステル、不飽和カルボン酸と脂肪族のアミン化合物とのアミド類が用いられる。

【0060】

また、ヒドロキシル基や、アミノ基、メルカプト基等の求核性置換基を有する不飽和カルボン酸エステルまたはアミド類とイソシアネート類、エポキシ類との付加反応物、カルボン酸との脱水縮合反応物等も使用できる。また、イソシアネート基やエポキシ基等の親電子性置換基を有する不飽和カルボン酸エステルまたはアミド類と、アルコール類、アミン類およびチオール類との付加反応物、さらに、ハロゲン基やトシルオキシ基等の脱離性置換基を有する不飽和カルボン酸エステルまたはアミド類と、アルコール類、アミン類またはチオール類との置換反応物も使用できる。

【0061】

不飽和カルボン酸と脂肪族多価アルコール化合物とのエステルであるラジカル重合性化合物の具体例としては、例えば、(メタ)アクリル酸エステルが代表的であり、単官能のもの、多官能のものいずれも用いることができる。

【0062】

単官能の(メタ)アクリレートの具体例としては、例えば、トリルオキシエチル(メタ)アクリレート、フェニルオキシエチル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、メチル(メタ)アクリレート、イソボルニル(メタ)アクリレート、ジプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、テトラヒドロフルフリル(メタ)アクリレート、エトキシエトキシエチル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリル酸2-(2-ビニロキシエトキシ)エチル、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル(メタ)アクリレート、4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0063】

二官能の(メタ)アクリレートの具体例としては、例えば、エチレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、1,3-ブタンジオールジ(メタ)アクリレート、テトラメチレングリコールジ(メタ)アクリレート、プロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、ヘキサジオールジ(メタ)アクリレート、1,4-シクロヘキサジオールジ(メタ)アクリレート、テトラエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールジ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールジ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0064】

三官能の(メタ)アクリレートの具体例としては、例えば、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、トリメチロールエタントリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパンのアルキレンオキサイド変性トリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ((メタ)アクリロイルオキシプロピル)エーテル、イソシアヌル酸アルキレンオキサイド変性トリ(メタ)アクリレート、プロピオン酸ジペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、トリ((メタ)アクリロイルオキシエチル)イソ

10

20

30

40

50

シアヌレート、ヒドロキシピバルアルデヒド変性ジメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、ソルビトールトリ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0065】

四官能の(メタ)アクリレートの具体例としては、例えば、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ソルビトールテトラ(メタ)アクリレート、ジトリメチロールプロパントテトラ(メタ)アクリレート、プロピオン酸ジペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、エトキシ化ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0066】

五官能の(メタ)アクリレートの具体例としては、例えば、ソルビトールペンタ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

10

【0067】

六官能の(メタ)アクリレートの具体例としては、例えば、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ソルビトールヘキサ(メタ)アクリレート、フォスファゼンのアルキレンオキサイド変性ヘキサ(メタ)アクリレート、カプトラクトン変性ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート等が挙げられる。

【0068】

(メタ)アクリレート以外の重合性化合物としては、例えば、イタコン酸エステル、クロトン酸エステル、イソクロトン酸エステル、マレイン酸エステル等が挙げられる。

【0069】

20

イタコン酸エステルとしては、例えば、エチレングリコールジイタコネート、プロピレングリコールジイタコネート、1,3-ブタンジオールジイタコネート、1,4-ブタンジオールジイタコネート、テトラメチレングリコールジイタコネート、ペンタエリスリトールジイタコネート、ソルビトールテトライタコネート等が挙げられる。

【0070】

クロトン酸エステルとしては、例えば、エチレングリコールジクロトネート、テトラメチレングリコールジクロトネート、ペンタエリスリトールジクロトネート、ソルビトールテトラジクロトネート等が挙げられる。

【0071】

イソクロトン酸エステルとしては、例えば、エチレングリコールジイソクロトネート、ペンタエリスリトールジイソクロトネート、ソルビトールテトライソクロトネート等が挙げられる。

30

【0072】

マレイン酸エステルとしては、例えば、エチレングリコールジマレート、トリエチレングリコールジマレート、ペンタエリスリトールジマレート、ソルビトールテトラマレート等が挙げられる。

【0073】

その他のエステルの例としては、例えば、特公昭46-27926号公報、特公昭51-47334号公報、特開昭57-196231号公報に記載の脂肪族アルコール系エステル類や、特開昭59-5240号公報、特開昭59-5241号公報、特開平2-226149号公報に記載の芳香族系骨格を有するもの、特開平1-165613号公報に記載のアミノ基を含有するもの等も用いることができる。

40

【0074】

また、不飽和カルボン酸と脂肪族アミン化合物とのアミド類のモノマーの具体例としては、例えば、メチレンビス-アクリルアミド、メチレンビス-メタクリルアミド、1,6-ヘキサメチレンビス-アクリルアミド、1,6-ヘキサメチレンビス-メタクリルアミド、ジエチレントリアミントリスアクリルアミド、キシリレンビスアクリルアミド、キシリレンビスメタクリルアミド、(メタ)アクリロイルモルフォリン等が挙げられる。

【0075】

その他の好ましいアミド系モノマーとしては、例えば、特公昭54-21726号公報

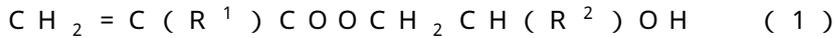
50

に記載のシクロヘキシレン構造を有するもの等が挙げられる。

【0076】

また、イソシアネートと水酸基との付加反応を用いて製造されるウレタン系付加重合性化合物も好適であり、そのような具体例としては、例えば、特公昭48-41708号公報に記載されている1分子に2個以上のイソシアネート基を有するポリイソシアネート化合物に、下記式(1)で示される水酸基を含有するビニルモノマーを付加させた1分子中に2個以上の重合性ビニル基を含有するビニルウレタン化合物等が挙げられる。

【0077】



(ただし、式(1)中、 R^1 および R^2 は、それぞれ独立に、 H または CH_3 を示す。)

10

【0078】

本発明において、エポキシ基、オキセタン基等の環状エーテル基を分子内に1つ以上有するカチオン開環重合性の化合物を紫外線硬化性樹脂(重合性化合物)として好適に用いることができる。

【0079】

カチオン重合性化合物としては、例えば、開環重合性基を含む硬化性化合物等が挙げられ、中でも、ヘテロ環状基含有硬化性化合物が特に好ましい。このような硬化性化合物としては、例えば、エポキシ誘導体、オキセタン誘導体、テトラヒドロフラン誘導体、環状ラクトン誘導体、環状カーボネート誘導体、オキサゾリン誘導体などの環状イミノエーテル類、ビニルエーテル類等が挙げられ、中でも、エポキシ誘導体、オキセタン誘導体、ビニルエーテル類が好ましい。

20

【0080】

好ましいエポキシ誘導体の例としては、例えば、単官能グリシジルエーテル類、多官能グリシジルエーテル類、単官能脂環式エポキシ類、多官能脂環式エポキシ類等が挙げられる。

【0081】

グリシジルエーテル類の具体的な化合物を例示すると、例えば、ジグリシジルエーテル類(例えば、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ビスフェノールAジグリシジルエーテル等)、3官能以上のグリシジルエーテル類(例えば、トリメチロールエタントリグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、グリセロールトリグリシジルエーテル、トリグリシジルトリスヒドロキシエチルイソシアヌレート等)、4官能以上のグリシジルエーテル類(例えば、ソルビトールテトラグリシジルエーテル、ペンタエリスリトールテトラグリシジルエーテル、クレゾールノボラック樹脂のポリグリシジルエーテル、フェノールノボラック樹脂のポリグリシジルエーテル等)、脂環式エポキシ類(例えば、セロキサイド2021P、セロキサイド2081、エポリードGT-301、エポリードGT-401(以上、ダイセル化学工業(株)製)、EHPE(ダイセル化学工業(株)製)、フェノールノボラック樹脂のポリシクロヘキシルエポキシメチルエーテル等)、オキセタン類(例えば、OX-SQ、PNOX-1009(以上、東亜合成(株)製)等)等が挙げられる。

30

【0082】

重合性化合物としては、脂環式エポキシ誘導体を好ましく用いることができる。「脂環式エポキシ基」とは、シクロペンテン基、シクロヘキセン基等のシクロアルケン環の二重結合を過酸化水素、過酸等の適当な酸化剤でエポキシ化した部分構造を言う。

40

【0083】

脂環式エポキシ化合物としては、シクロヘキセンオキシド基またはシクロペンテンオキシド基を1分子内に2個以上有する多官能脂環式エポキシ類が好ましい。脂環式エポキシ化合物の具体例としては、例えば、4-ビニルシクロヘキセンジオキサイド、(3,4-エポキシシクロヘキシル)メチル-3,4-エポキシシクロヘキシルカルボキシレート、ジ(3,4-エポキシシクロヘキシル)アジペート、ジ(3,4-エポキシシクロヘキシルメチル)アジペート、ビス(2,3-エポキシシクロペンチル)エーテル、ジ(2,3

50

- エポキシ - 6 - メチルシクロヘキシルメチル) アジペート、ジシクロペンタジエンジオキサイド等が挙げられる。

【0084】

分子内に脂環式構造を有しない通常のエポキシ基を有するグリシジル化合物を、単独で使用したり、前記の脂環式エポキシ化合物と併用することもできる。

【0085】

このような通常グリシジル化合物としては、例えば、グリシジルエーテル化合物やグリシジルエステル化合物等を挙げることができるが、グリシジルエーテル化合物を併用することが好ましい。

【0086】

グリシジルエーテル化合物の具体例を挙げると、例えば、1,3-ビス(2,3-エポキシプロピロキシ)ベンゼン、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノール・ノボラック型エポキシ樹脂、クレゾール・ノボラック型エポキシ樹脂、トリスフェノールメタン型エポキシ樹脂等の芳香族グリシジルエーテル化合物、1,4-ブタンジオールグリシジルエーテル、グリセロールトリグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリトリグリシジルエーテル等の脂肪族グリシジルエーテル化合物等が挙げられる。グリシジルエステルとしては、例えば、リノレン酸ダイマーのグリシジルエステル等を挙げることができる。

【0087】

重合性化合物としては、4員環の環状エーテルであるオキセタニル基を有する化合物(以下、単に「オキセタン化合物」ともいう。)を使用することができる。オキセタニル基含有化合物は、1分子中にオキセタニル基を1個以上有する化合物である。

【0088】

硬化性インクは、前述した硬化成分の中でも、特に、(メタ)アクリル酸2-(2-ビニロキシエトキシ)エチル、ポリエーテル系脂肪族ウレタン(メタ)アクリレートオリゴマー、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル(メタ)アクリレート、および、4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレートよりなる群から選択される1種または2種以上を含むものであるのが好ましい。これにより、より適切な硬化速度で硬化性インクを硬化させることができ、三次元造形物の生産性を特に優れたものとすることができる。また、三次元造形物の強度、耐久性、信頼性を特に優れたものとすることができる。

【0089】

特に、硬化性インクが(メタ)アクリル酸2-(2-ビニロキシエトキシ)エチルを含むものであると、酸素阻害を受けにくく低エネルギーでの硬化が可能であり、また、他モノマーを含めた共重合を促進し、造形物の強度を高めるという効果が得られる。

【0090】

また、硬化性インクがポリエーテル系脂肪族ウレタン(メタ)アクリレートオリゴマーを含むものであると、造形物の高強度化と高靱性化を両立させるという効果が得られる。

【0091】

また、硬化性インクが2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル(メタ)アクリレートを含むものであると、柔軟性を持ち破断伸び率を向上させるという効果が得られる。

【0092】

また、硬化性インクが4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレートを含むものであると、前層で形成した自硬化物に加え、PMMA、PEMA粒子やシリカ粒子、金属粒子等への密着性を向上することにより、造形物の強度を高めるという効果が得られる。

【0093】

硬化性インクが前述した特定の硬化成分((メタ)アクリル酸2-(2-ビニロキシエトキシ)エチル、ポリエーテル系脂肪族ウレタン(メタ)アクリレートオリゴマー、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル(メタ)アクリレート、および、4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレートよりなる群から選択される1種または2種以上)を含むものである場合、硬化性インクを構成する全硬化成分に対する当該特定の硬化成分の割合は、8

10

20

30

40

50

0 質量%以上であるのが好ましく、90 質量%以上であるのがより好ましく、100 質量%であるのがさらに好ましい。これにより、前述したような効果がより顕著に発揮される。

【0094】

硬化性インク中における硬化成分の含有率は、80 質量%以上97 質量%以下であるのが好ましく、85 質量%以上95 質量%以下であるのがより好ましい。

【0095】

これにより、最終的に得られる三次元造形物の機械的強度を特に優れたものとすることができる。また、三次元造形物の生産性を特に優れたものとすることができる。

【0096】

(重合開始剤)

また、硬化性インクは、重合開始剤を含むものであるのが好ましい。

【0097】

これにより、三次元造形物の製造時における硬化性インクの硬化速度を速めることができ、三次元造形物の生産性を特に優れたものとするすることができる。

【0098】

重合開始剤としては、例えば、光ラジカル重合開始剤(芳香族ケトン類、アシルホスフィンオキシド化合物、芳香族オニウム塩化合物、有機過酸化物、チオ化合物(チオキサントン化合物、チオフェニル基含有化合物等)、ヘキサアリアルピイミダゾール化合物、ケトオキシムエステル化合物、ボレート化合物、アジニウム化合物、メタロセン化合物、活性エステル化合物、炭素ハロゲン結合を有する化合物、アルキルアミン化合物等)や光カチオン重合開始剤等を用いることができ、具体的には、アセトフェノン、アセトフェノンベンジルケタール、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、キサントン、フルオレノン、ベンズアルデヒド、フルオレン、アントラキノン、トリフェニルアミン、カルバゾール、3-メチルアセトフェノン、4-クロロベンゾフェノン、4,4'-ジメトキシベンゾフェノン、4,4'-ジアミノベンゾフェノン、ミヒラーケトン、ベンゾインプロピルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンジルジメチルケタール、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、チオキサントン、ジエチルチオキサントン、2-イソプロピルチオキサントン、2-クロロチオキサントン、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノ-プロパン-1-オン、ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-フェニルフォスフィンオキシド、2,4,6-トリメチルベンゾイル-ジフェニル-フォスフィンオキシド、2,4-ジエチルチオキサントン、およびビス-(2,6-ジメトキシベンゾイル)-2,4,4-トリメチルペンチルフォスフィンオキシド等が挙げられ、これらのうちから選択される1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

【0099】

中でも、硬化性インクを構成する重合開始剤としては、ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-フェニルフォスフィンオキシド、2,4,6-トリメチルベンゾイル-ジフェニル-フォスフィンオキシドを含むものであるのが好ましい。

【0100】

このような重合開始剤を含むことにより、より適切な硬化速度で硬化性インクを硬化させることができ、三次元造形物の生産性を特に優れたものとするすることができる。また、三次元造形物の強度、耐久性、信頼性を特に優れたものとするすることができる。

【0101】

硬化性インク中における重合開始剤の含有率の具体的な値としては、3.0 質量%以上18 質量%以下であるのが好ましく、5.0 質量%以上15 質量%以下であるのがより好ましい。これにより、より適切な硬化速度で硬化性インクを硬化させることができ、三次元造形物の生産性を特に優れたものとするすることができる。また、三次元造形物の強度、耐

10

20

30

40

50

久性、信頼性を特に優れたものとすることができる。

【0102】

以下に硬化性インク中における硬化性樹脂と重合開始剤との配合比率（以下に述べる「その他の成分」を除くインク組成）の好ましい具体例を示すが、本発明における硬化性インクの組成は、以下に述べるものに限定されるものではないことは、言うまでもない。

【0103】

「配合比率例」

- ・アクリル酸 2 - (2 - ビニロキシエトキシ) エチル : 3 2 質量部
 - ・ポリエーテル系脂肪族ウレタンアクリレートオリゴマー : 1 0 質量部
 - ・2 - ヒドロキシ - 3 - フェノキシプロピルアクリレート : 1 3 . 7 5 質量部
 - ・ジプロピレングリコールジアクリレート : 1 5 質量部
 - ・4 - ヒドロキシブチルアクリレート : 2 0 質量部
 - ・ビス (2 , 4 , 6 - トリメチルベンゾイル) - フェニルフォスフィンオキサイド : 5 質量部
 - ・2 , 4 , 6 - トリメチルベンゾイル - ジフェニル - フォスフィンオキサイド : 4 質量部
- 前記のような配合の場合に、前述したような効果がより顕著に発揮される。

10

【0104】

（その他の成分）

また、硬化性インクは、前述した以外の成分を含むものであってもよい。

【0105】

このような成分としては、例えば、顔料、染料等の各種着色剤；分散剤；界面活性剤；増感剤；重合促進剤；溶剤；浸透促進剤；湿潤剤（保湿剤）；定着剤；防黴剤；防腐剤；酸化防止剤；紫外線吸収剤；キレート剤；pH調整剤；増粘剤；フィラー；凝集防止剤；消泡剤等が挙げられる。

20

【0106】

特に、硬化性インクが着色剤を含むことにより、着色剤の色に対応する色に着色された三次元造形物を得ることができる。

【0107】

特に、着色剤として、顔料を含むことにより、硬化性インク、三次元造形物の耐光性を良好なものとすることができる。顔料は、無機顔料および有機顔料のいずれも使用することができる。

30

【0108】

無機顔料としては、例えば、ファーネスブラック、ランプブラック、アセチレンブラック、チャンネルブラック等のカーボンブラック（C・I・ピグメントブラック7）類、酸化鉄、酸化チタン等が挙げられ、これらから選択される1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

前記無機顔料の中でも、好ましい白色を呈するためには、酸化チタンが好ましい。

【0109】

有機顔料としては、例えば、不溶性アゾ顔料、縮合アゾ顔料、アゾレーキ、キレートアゾ顔料等のアゾ顔料、フタロシアニン顔料、ペリレンおよびペリノン顔料、アントラキノン顔料、キナクリドン顔料、ジオキサソ顔料、チオインジゴ顔料、イソインドリノン顔料、キノフタロン顔料等の多環式顔料、染料キレート（例えば、塩基性染料型キレート、酸性染料型キレート等）、染色レーキ（塩基性染料型レーキ、酸性染料型レーキ）、ニトロ顔料、ニトロソ顔料、アニリンブラック、昼光蛍光顔料等が挙げられ、これらから選択される1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

40

【0110】

さらに詳しくは、黒色（ブラック）の顔料として使用されるカーボンブラックとしては、例えば、No. 2300、No. 900、MCF88、No. 33、No. 40、No. 45、No. 52、MA7、MA8、MA100、No. 2200B等（以上、三菱化学社（Mitsubishi Chemical Corporation）製）、Raven 5750、Raven

50

5 2 5 0、R a v e n 5 0 0 0、R a v e n 3 5 0 0、R a v e n 1 2 5 5、R a v e n 7 0 0等(以上、コロンビアカーボン(Carbon Columbia)社製)、R e g a 1 4 0 0 R、R e g a 1 3 3 0 R、R e g a 1 6 6 0 R、M o g u l L、M o n a r c h 7 0 0、M o n a r c h 8 0 0、M o n a r c h 8 8 0、M o n a r c h 9 0 0、M o n a r c h 1 0 0 0、M o n a r c h 1 1 0 0、M o n a r c h 1 3 0 0、M o n a r c h 1 4 0 0等(以上、キャボット社(CABOT JAPAN K.K.)製)、C o l o r B l a c k F W 1、C o l o r B l a c k F W 2、C o l o r B l a c k F W 2 V、C o l o r B l a c k F W 1 8、C o l o r B l a c k F W 2 0 0、C o l o r B l a c k S 1 5 0、C o l o r B l a c k S 1 6 0、C o l o r B l a c k S 1 7 0、P r i n t e x 3 5、P r i n t e x U、P r i n t e x V、P r i n t e x 1 4 0 U、S p e c i a l B l a c k 6、S p e c i a l B l a c k 5、S p e c i a l B l a c k 4 A、S p e c i a l B l a c k 4(以上、デグッサ(Degussa)社製)等が挙げられる。

10

【0111】

白色(ホワイト)の顔料としては、例えば、C.I.ピグメントホワイト 6、18、21等が挙げられる。

【0112】

黄色(イエロー)の顔料としては、例えば、C.I.ピグメントイエロー 1、2、3、4、5、6、7、10、11、12、13、14、16、17、24、34、35、37、53、55、65、73、74、75、81、83、93、94、95、97、98、99、108、109、110、113、114、117、120、124、128、129、133、138、139、147、151、153、154、167、172、180等が挙げられる。

20

【0113】

紅紫色(マゼンタ)の顔料としては、例えば、C.I.ピグメントレッド 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、14、15、16、17、18、19、21、22、23、30、31、32、37、38、40、41、42、48(Ca)、48(Mn)、57(Ca)、57:1、88、112、114、122、123、144、146、149、150、166、168、170、171、175、176、177、178、179、184、185、187、202、209、219、224、245、またはC.I.ピグメントヴァイオレット 19、23、32、33、36、38、43、50等が挙げられる。

30

【0114】

藍紫色(シアン)の顔料としては、例えば、C.I.ピグメントブルー 1、2、3、15、15:1、15:2、15:3、15:34、15:4、16、18、22、25、60、65、66、C.I.バットブルー 4、60等が挙げられる。

【0115】

また、前記以外の顔料としては、例えば、C.I.ピグメントグリーン 7、10、C.I.ピグメントブラウン 3、5、25、26、C.I.ピグメントオレンジ 1、2、5、7、13、14、15、16、24、34、36、38、40、43、63等が挙げられる。

40

【0116】

硬化性インクが顔料を含むものである場合、当該顔料の平均粒径は、300nm以下であるのが好ましく、50nm以上250nm以下であるのがより好ましい。

【0117】

これにより、硬化性インクの吐出安定性や硬化性インク中における顔料の分散安定性を特に優れたものとすることができるとともに、より優れた画質の画像を形成することができる。

【0118】

また、染料としては、例えば、酸性染料、直接染料、反応性染料、および塩基性染料等

50

が挙げられ、これらから選択される1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。

【0119】

染料の具体例としては、例えば、C.I.アシッドイエロー 17, 23, 42, 44, 79, 142、C.I.アシッドレッド 52, 80, 82, 249, 254, 289、C.I.アシッドブルー 9, 45, 249、C.I.アシッドブラック 1, 2, 24, 94、C.I.フードブラック 1, 2、C.I.ダイレクトイエロー 1, 12, 24, 33, 50, 55, 58, 86, 132, 142, 144, 173、C.I.ダイレクトレッド 1, 4, 9, 80, 81, 225, 227、C.I.ダイレクトブルー 1, 2, 15, 71, 86, 87, 98, 165, 199, 202、C.I.ダイレクトブラック 19, 38, 51, 71, 154, 168, 171, 195、C.I.リアクティブレッド 14, 32, 55, 79, 249、C.I.リアクティブブラック 3, 4, 35等が挙げられる。

10

【0120】

硬化性インクが着色剤を含むものである場合、当該硬化性インク中における着色剤の含有率は、1質量%以上20質量%以下であるのが好ましい。これにより、特に優れた隠蔽性および色再現性が得られる。

【0121】

特に、硬化性インクが着色剤として酸化チタンを含むものである場合、当該硬化性インク中における酸化チタンの含有率は、12質量%以上18質量%以下であるのが好ましく、14質量%以上16質量%以下であるのがより好ましい。これにより、特に優れた隠蔽性が得られる。

20

【0122】

硬化性インクが顔料を含む場合に、分散剤をさらに含むものであると、顔料の分散性をより良好なものとすることができる。

【0123】

分散剤としては、特に限定されないが、例えば、高分子分散剤等の顔料分散液を調製するのに慣用されている分散剤が挙げられる。

【0124】

高分子分散剤の具体例としては、例えば、ポリオキシアルキレンポリアルキレンポリアミン、ビニル系ポリマーおよびコポリマー、アクリル系ポリマーおよびコポリマー、ポリエステル、ポリアミド、ポリイミド、ポリウレタン、アミノ系ポリマー、含珪素ポリマー、含硫黄ポリマー、含フッ素ポリマー、およびエポキシ樹脂のうち1種以上を主成分とするもの等が挙げられる。

30

【0125】

高分子分散剤の市販品としては、例えば、味の素ファインテクノ社製のアジスパーシリーズ、ノベオン(Noveon)社から入手可能なソルスパーズシリーズ(Solspers 36000等)、BYK社製のディスパービックシリーズ、楠本化成社製のディスパロンシリーズ等が挙げられる。

【0126】

硬化性インクが界面活性剤を含むものであると、三次元造形物の耐擦性をより良好なものとすることができる。

40

【0127】

界面活性剤としては、特に限定されないが、例えば、シリコーン系界面活性剤としての、ポリエステル変性シリコーンやポリエーテル変性シリコーン等を用いることができ、中でも、ポリエーテル変性ポリジメチルシロキサンまたはポリエステル変性ポリジメチルシロキサンを用いるのが好ましい。

【0128】

界面活性剤の具体例としては、例えば、BYK-347、BYK-348、BYK-U V3500、3510、3530、3570(以上、BYK社製商品名)等を挙げられる。

50

【0129】

また、硬化性インクは、溶剤を含むものであってもよい。

これにより、硬化性インクの粘度調整を好適に行うことができ、硬化性インクが高粘度の成分を含むものであっても、硬化性インクのインクジェット方式による吐出安定性を特に優れたものとすることができる。

【0130】

溶剤としては、例えば、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル等の(ポリ)アルキレングリコールモノアルキルエーテル類；酢酸エチル、酢酸*n*-プロピル、酢酸*iso*-プロピル、酢酸*n*-ブチル、酢酸*iso*-ブチル等の酢酸エステル類；ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類；メチルエチルケトン、アセトン、メチルイソブチルケトン、エチル-*n*-ブチルケトン、ジイソプロピルケトン、アセチルアセトン等のケトン類；エタノール、プロパノール、ブタノール等のアルコール類等が挙げられ、これらから選択される1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

10

【0131】

また、硬化性インクの粘度は、10 mPa・s以上30 mPa・s以下であるのが好ましく、15 mPa・s以上25 mPa・s以下であるのがより好ましい。

【0132】

これにより、インクジェット法による硬化性インクの吐出安定性を特に優れたものとするることができる。なお、本明細書中において、粘度とは、E型粘度計(東京計器社製 VISCONIC ELD)を用いて25 において測定される値をいう。

20

【0133】

また、三次元造形物の製造には、複数種の硬化性インクを用いてもよい。

例えば、着色剤を含む硬化性インク(カラーインク)と、着色剤を含まない硬化性インク(クリアインク)とを用いてもよい。

【0134】

これにより、例えば、三次元造形物の外観上、色調に影響を与える領域に付与する硬化性インクとして着色剤を含む硬化性インクを用い、三次元造形物の外観上、色調に影響を与えない領域に付与する硬化性インクとして着色剤を含まない硬化性インクを用いることができ、三次元造形物の生産コストの低減の観点等から有利である。

30

【0135】

また、最終的に得られる三次元造形物において、着色剤を含む硬化性インクを用いて形成された領域の外表面に、着色剤を含まない硬化性インクを用いて形成された領域(コート層)を設けるように、複数種の硬化性インクを併用してもよい。これにより、三次元造形物の長期間の使用により、表面が摩耗した場合等であっても、三次元造形物の色調の変化を効果的に防止、抑制することができる。

【0136】

また、例えば、異なる組成の着色剤を含む複数種の硬化性インクを用いてもよい。

これにより、これらの硬化性インクの組み合わせにより、表現できる色再現領域を広いものとすることができる。

40

【0137】

複数種の硬化性インクを用いる場合、少なくとも、藍紫色(シアン)の硬化性インク、紅紫色(マゼンタ)の硬化性インクおよび黄色(イエロー)の硬化性インクを用いるのが好ましい。

【0138】

これにより、これらの硬化性インクの組み合わせにより、表現できる色再現領域をより広いものとすることができる。

【0139】

また、白色(ホワイト)の硬化性インクと、他の有色の硬化性インクとを併用すること

50

により、例えば、以下のような効果が得られる。

【0140】

すなわち、最終的に得られる三次元造形物を、白色（ホワイト）の硬化性インクが付与された第1の領域と、第1の領域よりも外表面側に設けられた白色以外の有色の硬化性インクが付与された領域（第2の領域）とを有するものとすることができる。これにより、白色（ホワイト）の硬化性インクが付与された第1の領域が隠蔽性を発揮することができ、三次元造形物の彩度をより高めることができる。

【0141】

また、前述したような微細な質感が得られる効果と、彩度を高める効果とが相乗的に作用し合い、三次元造形物の美的外観（審美性）を特に優れたものとすることができる。

10

【0142】

4．三次元造形物

本発明の三次元造形物は、前述したような製造方法を用いて製造することができる。これにより、寸法精度高く製造された三次元造形物を提供することができる。

【0143】

本発明の三次元造形物の用途は、特に限定されないが、例えば、人形、フィギュア等の鑑賞物・展示物；インプラント等の医療機器等が挙げられる。

【0144】

また、本発明の三次元造形物は、プロトタイプ、量産品、オーダーメイド品のいずれに適用されるものであってもよい。

20

【0145】

また、本発明の三次元造形物は、模型（例えば、自動車、オートバイ、船、飛行機等の乗り物、建築物、動物、植物等の生物、石等の自然物（非生物）、各種食品等の模型）であってよい。

【0146】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0147】

例えば、本発明の三次元造形物の製造方法においては、必要に応じて、前処理工程、中間処理工程、後処理工程を行ってもよい。

30

【0148】

前処理工程としては、例えば、ステージの清掃工程等が挙げられる。

後処理工程としては、例えば、洗浄工程、バリ取り等を行う形状調整工程、硬化性樹脂の硬化度を上昇させるための追加の硬化処理等が挙げられる。

【0149】

また、本発明は、粉体積層法、（すなわち、粉体を用いて層を形成し、当該層の所定の部位に硬化性のインクを付与して硬化部を形成するという一連の操作を繰り返し行うことにより、硬化部が設けられた複数の層を有する積層体としての三次元造形物を得る方法）に適用されるものであってもよい。

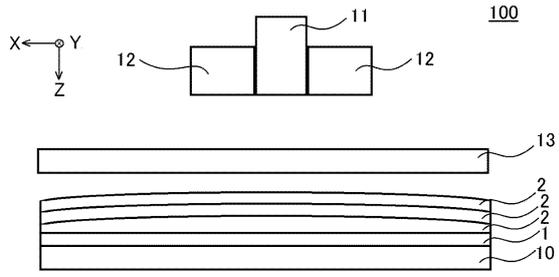
【符号の説明】

40

【0150】

- 1 ...層
- 2 ...インク層
- 10 ...造形部
- 11 ...吐出部
- 12 ...紫外線照射手段（予備硬化手段）
- 13 ...平板（平坦化手段）
- 100 ...三次元造形物製造装置

【 1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-067121(JP,A)
特開2001-047521(JP,A)
特開2001-150556(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0195122(US,A1)
特開平09-109269(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 64/00 - 64/40
B33Y 10/00
B33Y 30/00