(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2021-62583
(P2021-62583A)
(43)公開日　令和3年4月22日(2021.4.22)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B29C 64/321	(2017.01)	B29C	64/321	4F213
B33Y 30/00	(2015.01)	B33Y	30/00	
B33Y 10/00	(2015.01)	B33Y	10/00	
B33Y 40/00	(2020.01)	B33Y	40/00	
B29C 64/106	(2017.01)	B29C	64/106	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 19 頁）　最終頁に続く

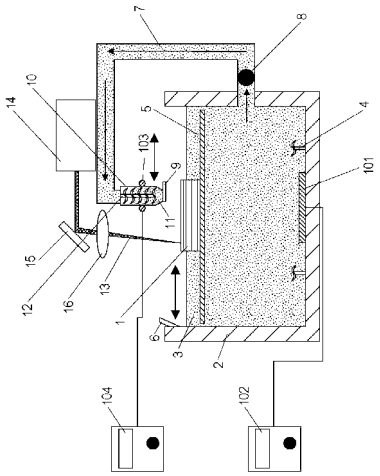
(21)出願番号　特願2019-189802 (P2019-189802)
(22)出願日　令和1年10月16日 (2019.10.16)

(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100126240
弁理士　阿部　琢磨
(74)代理人　100124442
弁理士　黒岩　創吾
(72)発明者　中川　寛太
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内
(72)発明者　清水　拓也
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

Ｆターム(参考)　4F213 AP16　WA25　WB01　WL03　WL12
WL32　WL72　WL74　WL85　WL87

(54)【発明の名称】造形装置、造形物の製造方法

(57)【要約】
【課題】　材料供給時のフィラーの沈殿分離を抑制でき、機械特性ばらつきの生じにくい造形物を提供すること。
【解決手段】　材料を収容する容器と、前記材料を硬化させるための硬化光照射手段と、前記硬化させた硬化物を載置する加工テーブルと、前記加工テーブル上に前記材料を吐出する材料供給手段と、前記容器から前記材料供給手段に前記材料を搬送する供給管と、を有し、前記材料供給手段は、前記容器から搬送された材料を攪拌するための攪拌手段を有することを特徴とする。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
材料供給手段から吐出させた材料に光を照射して前記材料を硬化させて造形物を造形するための造形装置であって、
前記材料供給手段は、吐出させる前の前記材料を攪拌するための攪拌手段を有することを特徴とする造形装置。
【請求項２】
前記材料供給手段は、前記吐出させる前の材料を冷却する冷却手段を有することを特徴とする請求項１記載の造形装置。
【請求項３】
前記吐出させる前の材料は、前記材料を収容しておく容器から供給管を介して搬送され、
前記容器は、前記収容された材料を加熱する加熱手段を有することを特徴とする請求項１または２記載の造形装置。
【請求項４】
前記容器は、前記収容された材料を攪拌する攪拌手段を有することを特徴とする請求項３記載の造形装置。
【請求項５】
前記材料供給手段は、前記容器から搬送された材料の粘度を測定する粘度測定器が備えられていることを特徴とする請求項３または４記載の造形装置。
【請求項６】
前記供給管は、前記容器の上部および下部にそれぞれ接続されていることを特徴とする請求項３乃至５いずれか一項記載の造形装置。
【請求項７】
前記それぞれに接続された供給管それぞれに粘度測定器が備えられていることを特徴とする請求項６記載の造形装置。
【請求項８】
前記それぞれの供給管に吸い上げられる前記材料の量が異なることを特徴とする請求項６または７記載の造形装置。
【請求項９】
制御部をさらに有し、
前記制御部は、前記材料供給手段の前記攪拌手段を停止させた後、前記材料を吐出させるためのシャッターを開き、前記シャッターを閉じた後、前記材料供給手段の前記攪拌手段を稼働させることを特徴とする請求項１乃至８いずれか一項記載の造形装置。
【請求項１０】
材料供給手段から材料を吐出する工程と、
前記材料供給手段から材料の吐出を停止とともに、前記吐出した材料に硬化光を照射して硬化層を形成する工程と、を繰り返し、造形物を製造する造形物の製造方法であって、
前記材料供給手段は、前記材料の吐出を停止している間、前記材料供給手段に収容されている前記材料を攪拌することを特徴とする造形物の製造方法。
【請求項１１】
前記材料供給手段に収容されている材料は、容器に収容されていた材料が搬送された材料であることを特徴とする請求項１０記載の造形物の製造方法。
【請求項１２】
前記材料供給手段に収容されている材料は、冷却されていることを特徴とする請求項１０または１１記載の造形物の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、樹脂材料に樹脂材料を硬化する硬化光を選択的に照射して硬化層を形成し、

その硬化層を順次積層して三次元物体を製作する造形装置及び造形物の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

強度に優れた造形物を製作する手段として、シリカ等の無機フィラーを混合した材料を用いる造形方法が知られている。

【０００３】

フィラー含有材料で製作した造形物は、フィラーを含まない材料で製作した造形物に比べて曲げ強度や引張強度が向上する一方で、部品ごとのフィラー含有量や同一部品内のフィラー分散状態の変化に伴う機械特性のばらつきが生じやすい問題があった。

【０００４】

フィラー含有材料を用いて機械特性ばらつきの生じにくい造形物を製作する手段として、撹拌機構を有するタンク内で撹拌した材料を供給ノズルに搬送し、供給ノズルから加工域に材料を一定量供給した後に光硬化する方法が知られている（特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開平０９－１３１８００

【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、上記特許文献１に記載の方法では、容器から供給ノズルへ材料搬送中、あるいは供給ノズル内でフィラーの沈殿分離が発生するという課題があった。

【０００７】

本発明はこのような点に鑑みなされたものであり、その目的は、造形加工中のフィラーの沈殿分離を抑えた造形装置および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】

上記目的を達成するため、本発明の造形装置は、材料供給手段から吐出させた材料に光を照射して前記材料を硬化させて造形物を造形するための造形装置であって、　前記材料供給手段は、吐出させる前の前記材料を撹拌するための撹拌手段を有することを特徴とする。

【０００９】

また、本発明の造形物の製造方法は、材料供給手段から材料を吐出する工程と、前記材料供給手段から材料の吐出を停止とともに、前記吐出した材料に硬化光を照射して硬化層を形成する工程と、を繰り返し、造形物を製造する造形物の製造方法であって、前記材料供給手段は、前記材料の吐出を停止している間、前記材料供給手段に収容されている前記材料を撹拌することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１０】

材料供給手段に撹拌手段を有するため、材料を硬化させる直前まで材料を撹拌することができるため、材料供給時のフィラーの沈殿分離を抑制でき、機械特性ばらつきの生じにくい造形物を製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】第一の実施形態である造形装置の概略断面図である。

【図２】第一の実施形態の変形例である造形装置の概略断面図である。

【図３】材料供給手段の概略断面図である。

【図４】第二の実施形態である造形装置の概略断面図である。

【図５】第二の実施形態の変形例である造形装置の概略断面図である。

【図６】実施例で製造したＪＩＳ規格に定められたダンベル形引張試験片を示す模式図である。
【図７】第一の実施形態に係る造形装置の制御系の構成例を示したブロック図である。
【図８】第二の実施形態に係る造形装置の制御系の構成例を示したブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
本発明の実施の形態を以下より詳細に説明する。
【００１３】
なお、以下に示す構成はあくまでも一例にすぎず、例えば細部の構成については本発明の趣旨を逸脱しない範囲において当業者が適宜変更することができる。
【００１４】
（第一の実施形態）
図１は、本発明の造形装置の一例である第一の実施形態を示す概略断面図である。図２は、第一の実施形態の変形例を示す概略断面図であり、図２は、図１と同様の構成には同じ符号を付し説明を省略する。図１において、１は本実施形態の造形装置によって造形される造形物である。２は容器であり、容器２中には、フィラーを含有する溶融（未硬化）状態の材料３が収容されている。
【００１５】
材料３は、光によって硬化する材料（材料）が好ましく、例えばラジカル重合系樹脂材料としては、アクリレート系の材料である。特にその場合、材料３の材質は、オリゴマーとしてはウレタンアクリレート系、エポキシアクリレート系、ポリエステルアクリレート系、アクリルアクリレート系などから選ぶことができる。
【００１６】
フィラーは、無機物粒子、有機高分子物粒子など、公知の材料を用いることができる。また、粉末状であっても繊維状であってもよい。具体的には、ガラス粉、シリカ粉、アルミナ、アルミナ水和物、酸化マグネシウム、水酸化マグネシウム、硫酸バリウム、硫酸カルシウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムなどが使用される。また、ケイ酸塩鉱物、ケイソウ土、ケイ砂、ケイ石粉、酸化チタン、アルミ粉、ブロンズ、亜鉛粉、銅粉、鉛粉、金粉、銀粉、ガラス繊維などが使用される。さらに、チタン酸カリウムウィスカー、カーボンウィスカー、サファイアウィスカー、ベリリアウィスカー、炭化ホウ素ウィスカー、炭化ケイ素ウィスカー、窒化ケイ素ウィスカーなどが使用される。本明細書において、硬化後の造形物の強度や耐熱性を高める強化粒子をフィラーと称する。
【００１７】
１３は、材料３を硬化させるための硬化光であり、本実施形態においては、容器２の上方から照射を行なう例を示している。５は加工テーブルであり、硬化光１３によって材料３を硬化させた硬化物（造形物１）を支持する基台として機能する。加工テーブル５は、硬化物の固化、造形の進行に伴い、昇降装置（不図示）によって、下方に移動させることができる。
【００１８】
１０は、材料３を加工テーブル５上に供給する材料供給手段である。図３は、材料供給手段１０の拡大図である。図３において、１２は例えばスクリュー機構を有する攪拌機構であり、１９は攪拌機構の駆動モーター、２０は材料投入口である。材料供給手段１０には、後述する容器制御部６１３によりポンプ８を制御することで、収容されている容器２からフィラーを含有する溶融（未硬化）状態の材料３が吸い上げられて供給管７内部を通り材料投入口２０から供給され収容される。材料供給手段１０に攪拌機構１２を備えることで、材料供給時のフィラーの沈殿分離を抑制することが可能となる。また、本実施形態においては、材料供給手段１０に冷却機構１０３を備えている例を示すがこれに限るものではない。冷却機構１０３を備えていると、材料供給手段１０内の材料を冷却することにより、粘度を調整することができる。１０４は冷却機構１０３の温度を測定し表示する装置である。材料供給手段１０内の材料の粘度を測定するための粘度測定器（不図示）を取

り付けておいてもよい。これにより、常に適正な粘度を保持したままの材料を加工テーブル５上あるいは硬化物の上に供給でき、供給後に光ビーム照射で硬化層を形成するまでの間に生じるフィラーの沈殿分離をより抑制できる。

【００１９】

容器２には、ヒーター１０１および／または撹拌機構４を備えていてもよいがこれに限るものではない。１０２は、ヒーター１０１の温度を測定し表示する装置である。ヒーター１０１および／または撹拌機構４は、後述する容器制御部６１３によって制御される。ヒーター１０１および／または撹拌機構４を容器制御部６１３によって制御されることで、フィラーがより均一に分散された状態で容器２内に材料３を収容しておくことができる。よって、材料供給手段１０へ搬送される際、容器２からポンプ８で吸い上げられる材料３内のフィラーの分散状態を良好に保つことができる。ヒーター１０１は、材料を加熱可能であれば、いずれの設置場所、数でも良い。撹拌機構４も、材料３を撹拌可能であれば、いずれの設置場所、数でも良い。また、容器２に接続される供給管７は、材料供給手段１０に搬送可能であれば、いずれの設置場所、数でも良い。また、材料供給手段１０は、加工テーブル５上に材料供給可能であれば、加工テーブル５上を左右に移動可能であっても固定されていてもよい。

【００２０】

また、本実施形態における容器２は、加工テーブル５の下方に備えられている、あるいは容器２の中に加工テーブル５が備えられている例を示す。容器２が加工テーブル５の下方に備えられている、あるいは容器２の中に加工テーブル５が備えられている場合は、硬化されなかった材料３を下方に落下させるだけで容器２に収容されている材料と一緒に収容しておくことが可能となるため好ましい。しかし、これに限るものではない。例えば、第一の実施形態の変形例を示す図２のように外部容器１７に収容しておいてもよい。つまり、図２に示すように、外部容器１７に材料１８を収容しておき、外部容器１７から、後述する容器制御部６１３によりポンプ８等を駆動し、供給管７、材料投入口２０から材料供給手段１０に供給してもよい。外部容器１７は、容器２と同様、ヒーター１０１および／または撹拌機構４を備えていてもよい。

【００２１】

硬化光１３は、例えば光源１４、ミラーユニット１５、レンズユニット１６から成る光照射部から照射される。本明細書において、光照射部を硬化光照射手段と称する場合がある。光源１４は、例えばレーザ発振器などであり、材料３が例えば紫外線硬化型である場合には、光源１４の照射光の波長は、例えば材料３の材質などの条件に適した２００～４００ｎｍ程度の範囲で選択される。硬化光１３の典型的な光波長としては、２５４ｎｍや３６５ｎｍが用いられる。ただし、光源１４の照射光の波長は必ずしも紫外線領域に限定されるものではなく、材料３の材質によっては他の波長領域の照射光を用いてもよい。光源はレーザ以外にも、ＵＶランプやＬＥＤを用いる方式があるが、いずれの方式を用いても良い。

【００２２】

ミラーユニット１５は、ガルバノミラーユニットなどから構成される走査光学系であってもよく、集光レンズ等からなるレンズユニット１６を介してＸＹ方向に光源１４の照射スポットを走査する。これにより、材料３の造形物１の特定の高さに相当する部位を硬化させることができる。

【００２３】

造形方式としては、例えば硬化光の平面走査と、加工テーブル５の移動を交互に行う方式の他、昇降装置（不図示）によって加工テーブル５を連続的に移動させながら動画形態で硬化光を投影する連続造形方式が考えられる。この連続造形方式の場合には、光源１４、ミラーユニット１５、レンズユニット１６から成る光照射部は動画像を面照射するような動画プロジェクタとして構成することができる。

【００２４】

次に、具体的な造形装置の制御系と、造形制御手順の一例につき説明する。図７は、図

１の造形装置の制御系の構成を示している。なお、図７の制御系の構成は、第二の実施形態においても同様に実施できる。

【００２５】

図７の制御系において、制御装置の主体的機能を受け持つＣＰＵ６０１を中心にＲＯＭ６０２、ＲＡＭ６０３、インターフェース６０４、６０８、ネットワークインターフェース６０９などを配置してある。

【００２６】

ＣＰＵ６０１には、ＲＯＭ６０２、ＲＡＭ６０３、および各種のインターフェース６０４、６０８、ないし６０９が接続される。ＲＯＭ６０２には、ＢＩＯＳ等の基本プログラムが格納される。ＲＯＭ６０２の記憶領域には、書き換え可能な例えばＥ（Ｅ）ＰＲＯＭのようなデバイスが含まれていてよい。ＲＡＭ６０３は、ＣＰＵ６０１の演算処理結果を一時的に記憶するワークエリアとして用いられる。ＣＰＵ６０１は、ＲＯＭ６０２に記録（格納）されたプログラムを実行することにより、後述の造形制御手順を実行する。

【００２７】

後述の造形制御手順を実行させるプログラムをＲＯＭ６０２に記録（格納）する場合、この記録媒体は本発明を実施するための制御手順を格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を構成する。なお、後述の制御手順を実行させるプログラムは、ＲＯＭ６０２のような固定的な記録媒体に格納する他、各種フラッシュメモリや光（磁気）ディスクのような着脱可能なコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納してもよい。このような格納形態は、本発明を実施する制御手順を実行させるプログラムをインストールしたり更新したりする場合に利用できる。また、このような制御プログラムをインストールしたり更新したりする場合、上記のような着脱可能な記録媒体を用いる他、ネットワークインターフェース６０９を介してネットワーク６１１からプログラムをダウンロードする方式を利用できる。

【００２８】

ＣＰＵ６０１は、ネットワークインターフェース６０９を介して接続された、例えばＴＣＰ／ＩＰのようなプロトコルを用いて通信を行うネットワーク（不図示）上の他の資源と通信することができる。ネットワークインターフェース６０９は、例えば有線接続（ＩＥＥＥ　８０２．３など）、無線接続（ＩＥＥＥ８０２．ｘｘなど）などの各種のネットワーク通信方式によって構成することができる。ネットワーク６１１に配置されたサーバから後述の造形制御プログラムをダウンロードしてＲＯＭ６０２やＨＤＤのような不図示の外部記憶装置にインストールしたり、あるいは既にインストールされているプログラムを新版に更新したりすることもできる。

【００２９】

造形物１を積層的に３次元（３Ｄ）造形するための３次元（３Ｄ）データは、例えば３ＤＣＡＤのようなデータ形式で、上位のホスト装置６１０からインターフェース６０８を介して送信される。インターフェース６０８は各種の例えば各種のシリアルないしパラレルインターフェース規格に基づき構成することができる。また、ホスト装置６１０は、ネットワーク端末としてネットワーク６１１に接続することもできる。この場合も、ホスト装置６１０は上記同様に本造形装置に対して造形データを供給することができる。

【００３０】

ＣＰＵ６０１は、インターフェース６０４、および光照射制御部６０５を介して、光源１４およびミラーユニット１５を制御する。また、ＣＰＵ６０１はインターフェース６０４、およびステージ制御部６０６を介して加工テーブル５の昇降を昇降装置（不図示）により制御する。また、ＣＰＵ６０１はインターフェース６０４、および材料供給制御部６０７を介して、材料供給移動手段７００、シャッター９、攪拌機構１２、冷却機構１０３を制御する。また、ＣＰＵ６０１はインターフェース６０４、および層厚制御部６１２を介してスキージ６を制御する。また、ＣＰＵ６０１はインターフェース６０４、および容器制御部６１３を介してヒーター１０１、攪拌機構４を制御する。ＣＰＵ６０１は、これらの各部を所定の造形シーケンスに応じて制御することにより、全体の造形工程を進行さ

せる。
【００３１】
インターフェース６０４、６０８は、例えば各種のシリアルないしパラレルインターフェース規格に基づき構成できる。なお、図７では簡略化のためインターフェース６０４は１ブロックで示しているが、インターフェース６０４の右側に図示した各部の通信仕様などに応じてそれぞれ異なる通信方式を持つインターフェース回路によって構成されていてよい。
【００３２】
次に、上記の制御系を用いた造形制御方法について説明する。
【００３３】
まず、材料供給制御部６０７によって、材料供給移動手段７００を駆動し、材料供給手段１０を加工テーブル５上に移動させる。そして、材料供給制御部６０７によって、材料供給手段１０のシャッター９を開いて材料３を加工テーブル５上に供給する。所定の時間の後、材料供給制御部６０７によって、シャッター９を閉じる。材料供給制御部６０７によって、材料供給手段１０の吐出口のシャッター９が開き、加工テーブル５上に材料３が供給される。材料３の自重によって材料３が押し出され、シャッター９を開いている時間によって、材料の供給量が決定されてもよい。あるいは、ピストン等の駆動によって押し出し、材料の供給量を決定してもよい。
【００３４】
材料３を加工テーブル５上に供給した材料供給手段１０は、材料供給制御部６０７によって、材料供給移動手段７００を駆動し、硬化光の照射範囲外まで材料供給手段１０を移動させ、退避させる。
【００３５】
材料供給制御部６０７は、シャッターが開くタイミングで攪拌機構１２を停止させ、シャッター９が閉じるタイミングで攪拌機構１２を稼働させることが好ましい。シャッター９の開閉のタイミングと攪拌機構１２の停止稼働を連動させることで、材料３の供給量を安定化させることができる。また、気泡の巻込みを回避させることができる。
【００３６】
次に、層厚制御部６１２によってスキージ６を移動させ、供給された材料３を所定厚みΔｔに均す。その後、光照射制御部６０５によって、光源１４、ミラーユニット１５を制御し、加工テーブル５の上方から、材料３を硬化させるための硬化光１３の照射を行う。硬化光１３を必要部分のみに照射することにより、供給された材料３を選択的に硬化させる。これにより、硬化物（造形物１）が形成される。つまり、加工テーブル５は造形物１の造形済み部位を支持する基台として機能する。
【００３７】
次に、ステージ制御部６０６によって昇降装置（不図示）を制御し、加工テーブル５を下方に移動させる。この時の加工テーブル５の移動距離は、例えば硬化光の照射により固化させる１層分の厚みΔｔにほぼ対応し、例えば０．０２ｍｍ～０．２ｍｍ程度に設定される。なお、加工テーブル５上あるいは硬化物上に供給する材料（材料）は、加工テーブル５の全面に１層分の厚みΔｔを形成可能な量の材料３を供給する。この場合、加工テーブル５の端部から材料３が容器２へ落下してしまい１層分の厚みΔｔが変化してしまう場合が考えられる。この１層分の厚みの変化を抑制するために、硬化光の照射範囲外への材料流出を防ぐ堰となるダミー形状を、造形物１を造形するために硬化させた硬化物の外周に同時に造形しても良い。あるいは、加工テーブル５を容器２内の材料３の中に配置し、材料供給手段１０による材料の供給は、硬化光の照射範囲およびその周辺のみとしそれ以外は容器２内の材料３を満たしておいても良い。
【００３８】
次に、また、材料供給制御部６０７によって、材料供給移動手段７００を駆動し、材料供給手段１０を加工テーブル５上に造形した硬化物（造形物１）上に移動させる。そして、材料供給制御部６０７によって、材料供給手段１０のシャッター９を開いて材料３を加

工テーブル５上の硬化物（造形物１）上に供給する。所定の時間の後、材料供給制御部６０７によって、シャッター９を閉じる。

【００３９】

材料３を加工テーブル５上に造形した硬化物（造形物１）上に供給した材料供給手段１０は、材料供給制御部６０７によって、材料供給移動手段７００を駆動し、硬化光の照射範囲外まで材料供給手段１０を移動させ、退避させる。

【００４０】

次に、層厚制御部６１２によってスキージ６を移動させ、供給された材料３を硬化物（造形物１）上面からの厚みが所定厚みΔｔになるように均す。その後、光照射制御部６０５によって、光源１４、ミラーユニット１５を制御し、加工テーブル５の上方から、材料３を硬化させるための硬化光１３の照射を行う。これにより、硬化物（造形物１）の２層目が形成される。

【００４１】

この作業を繰り返し行うことで、加工テーブル５の上に載置された、所望の三次元形状物（造形物１）が製造される。

【００４２】

（第二の実施形態）

図４は、本発明の３次元造形装置の一例である第二の実施形態を示す概略断面図である。図５は、第二の実施形態の変形例を示す概略断面図である。図８は、第二の実施形態に係る造形装置の制御系の構成例を示したブロック図である。図４、図５、および図８は、第一の実施形態と同様の構成には同じ符号を付し説明を省略する。

【００４３】

本発明は、材料供給手段１０に攪拌機構を有し、材料供給手段１０に、攪拌機構１２を備えることで、材料供給時のフィラーの沈殿分離を抑制することが可能となるものである。第一の実施形態では、材料供給手段１０に、攪拌機構１２を備えることに加えて、材料供給装置１０に供給されるフィラーを含有する溶融（未硬化）状態の材料３が収容されている容器２にヒーター１０１と撹拌機構４を備えている例を示した。あるいは材料供給装置１０に供給されるフィラーを含有する溶融（未硬化）状態の材料３が収容されている外部容器１７にヒーター１０１と撹拌機構４を備えている例を示した。

【００４４】

本実施形態では、ヒーター１０１と撹拌機構４に変えて、あるいは、ヒーター１０１と撹拌機構４に加えて、容器２から材料供給手段１０の間に、粘度調整機構を有する例を示す。

【００４５】

第一の実施形態同様、造形に使用する光硬化材料は、容器２内のフィラーを含む材料が、容器制御部６１３により、供給管７の入口に設置されたポンプ８を駆動することで吸い上げられて供給管７内部を通り材料供給手段１０に搬送される。本実施形態では、容器２に少なくとも２つの供給管７を接続し、容器制御部６１３によって、少なくとも２つの供給管の入口に設置されたポンプからそれぞれ容器２内の材料を吸い上げることができるようにしている。少なくとも２つの供給管は、容器２の上部に一つ、下部にもう一つ設けることが好ましい。そして、供給管それぞれに粘度測定器２０２、２０３が設けられている。また、材料供給手段１０にも粘度測定器２０１が設けられている。

【００４６】

材料供給手段１０に搬送された材料は、撹拌機構１２を有する材料供給手段１０内の樹脂の粘度が粘度測定器２０１に表示される。供給管内の粘度および材料供給手段１０内の粘度は、公知の粘度測定装置によって測定される。材料供給手段に設けた粘度測定器２０１は、撹拌機構１２による攪拌抵抗、消費電力から算出される装置を用いてもよい。各供給管に設ける粘度測定器２０２、２０３は、振動式粘度計を用いてもよい。材料供給手段１０内の材料の粘度の値は、材料供給制御部６０７によって、ＲＯＭ６０２やＨＤＤのような不図示の外部記憶装置に記憶される。２つの供給管に設けた粘度測定器２０２、２０

３の値も、容器制御部６１３によって、ＲＯＭ６０２やＨＤＤのような不図示の外部記憶装置に記憶される。記憶された材料供給手段１０内の材料の粘度の値が、所定の粘度に収まっていない場合、ＣＰＵは、２つの供給管に設けた粘度測定器２０２、２０３の値をもとに、各供給管に容器２からポンプによって吸い上げる材料の量（または混合比）を決定する。容器２から各供給管へ吸い上げる材料の量（または混合比）は、材料供給手段１０内の粘度が所定の粘度（材料の加工に適した粘度）になるまで繰り返し行われる。搬送された材料は、冷却機構１０３と撹拌機構１２を有する材料供給手段１０内で冷却撹拌された状態で保持されてもよいがこれに限るものではない。

【００４７】

また、材料供給手段１０への材料補充は、加工テーブル５を備える容器２に格納した材料３を利用しても良いし、図５に示すような加工テーブル５を備えていない外部容器１７を利用しても良い。容器２に接続された供給管７は、２つ以上あればいずれの設置場所でもよいが、吸い上げられる材料の粘度の差が大きい場所に設置することが好ましい。例えば、容器の上方および下方に少なくとも一つずつ接続することが好ましい。

【００４８】

また、粘度の異なる材料が収容された容器２を複数備えていてもよい。あるいは粘度の異なる材料が収容された外部容器１７を複数備えていてもよい。この場合は、粘度の異なる材料が収容された複数の容器のそれぞれから材料供給手段に材料を供給することができる。

【実施例】

【００４９】

本発明の実施例を以下より詳細に説明する。図１に示すような造形装置を用いて、およそ２５℃の環境下で、試験片の造形実験を行った。試験片は、図４に示す、ＪＩＳ規格に定められたダンベル形引張試験片を用いた。レーザ光１３は波長３５５ｎｍ、最大出力１Ｗの紫外光を用いた。加工テーブル５上に集光する際のビームスポット径はΦ０．１～０．３ｍｍとした。容器２のサイズはおよそ５００ｍｍ×５００ｍｍ×３００ｍｍとした。加工テーブル５のサイズは４００ｍｍ×４００ｍｍとした。材料供給手段１０の吐出口のサイズはおよそΦ５０×１００ｍｍとした。加工テーブル５の全面を使用して、サイズ２０×１７０×４ｍｍの試験片を一定間隔で、向きを変えて複数配置した。実験に使用した材料を表１に示す。

【００５０】

材料Ａとして、ＤＳＭ社製ＳＯＭＯＳ（登録商標）ＰｅｒＦＯＲＭを用いた。また、材料Ｂとして、日本合成ゴム社製ＳＣＲ－８０１を用いた。

【００５１】

【表１】

表1：実験に使用した材料

	ベース	添加物	粘度 [mPa・s/25℃]
材料A	エポキシ／アクリル	無機フィラー	1900
材料B	エポキシ	無機フィラー	5000

【００５２】

表中、粘度とは、室温２５℃環境下で添加物が均一分散されている状態の平均粘度を指す。

【００５３】

（実施例１、実施例２、比較例１）

まず、材料Ａを使用し、レオメータを用いて保持温度を変えた材料サンプルの粘度を測定した。粘度測定結果を表２に示す。

【００５４】
【表２】

表2

	温度[℃]	粘度[mPa・s]
サンプル1	55	250
サンプル2	50	400
サンプル3	45	550
サンプル4	40	700
サンプル5	35	950
サンプル6	30	1300
サンプル7	25	1900

【００５５】
次に、容器２を材料Ａで満たした状態で、一定期間静置した後で、容器２内の材料温度を室温から５℃ずつ変化させて一定時間撹拌し、フィラーの分散状態を評価した。評価結果は、Ａ：良好、Ｂ：容器底の一部にフィラー堆積あり、の２段階で記載した。結果を表３に示す。
【００５６】
【表３】

表3

	攪拌温度[℃]	粘度[mPa・s]			評価結果
		液面	中央	底	
サンプル1	55	250	250	250	A
サンプル2	50	400	400	400	A
サンプル3	45	550	550	550	A
サンプル4	40	700	700	700	A
サンプル5	35	950	950	950	A
サンプル6	30	1300	1300	1300	A
サンプル7	25	1400	1900	2500	B

【００５７】
上記表３によれば、容器２内の材料を加熱した状態で撹拌すると、良好なフィラー分散状態を得ることができた。また、大量の材料を収容した容器内の材料を加熱せずに高粘度状態で撹拌した場合、容器内で粘度のばらつきが認められた。目視レベルでも、容器の底の一部にフィラー堆積が認められた。
【００５８】
次に、実施例１として、表３記載の（１）～（６）の温度条件で撹拌した材料を、材料供給手段に搬送した。その後、材料供給手段内で撹拌しながら室温２５℃に冷却し、粘度を１９００［ｍＰａ・ｓ］とした後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。
【００５９】

実施例２として、表３記載の（１）～（６）の温度条件で撹拌した材料を、材料供給手段に搬送した。その後、材料供給手段内で撹拌した後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。

【００６０】

比較例１として、表３記載の（１）～（６）の温度条件で撹拌した材料を、攪拌手段のない材料供給手段に搬送した。その後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。

【００６１】

評価結果は、Ａ：良好、Ｂ：比較例に比べればよいがＡよりは劣る、Ｃ：不良、の３段階で評価した。評価結果を表４に示す。

【００６２】

【表４】

表4

	評価結果		
	実施例1	実施例2	比較例1
サンプル1	A	B	C
サンプル2	A	B	C
サンプル3	A	B	C
サンプル4	A	B	C
サンプル5	A	B	C
サンプル6	A	B	C

【００６３】

表４によれば、材料供給手段内で撹拌および冷却して粘度を調整した実施例１では、スキージ６による表面均し工程においてスジ、ムラなど不良が発生することなく、造形形状精度は良好であった。材料供給手段内で撹拌はしたが冷却は行わなかった実施例２では、比較例よりは良好ではあったものの、スジ、ムラの発生が少し見られたが問題ない程度であった。材料供給手段内で撹拌も冷却も行わなかった比較例１では、スジ、ムラなど不良が発生してしまった。

【００６４】

次に、実施例１、実施例２、比較例１で造形したダンベル形引張試験片２１の機械特性を評価した。評価結果は、Ａ：良好、Ｂ：比較例に比べればよいがＡよりは劣る、Ｃ：不良、の３段階で評価した。結果を表５に示す。

【００６５】

【表５】

表5

	評価結果		
	実施例1	実施例2	比較例1
サンプル1	B	B	C
サンプル2	A	B	C
サンプル3	A	B	C
サンプル4	A	B	C
サンプル5	A	B	C
サンプル6	A	B	C

【００６６】

表５によれば、材料供給手段内で撹拌および冷却して粘度を調整した実施例１では、光硬化直前までフィラー分散状態を保つことができるので、良好な機械特性をもつ光造形部品を得ることができた。ただ、容器内の材料を５５℃以上に加熱してしまうと、材料が熱劣化するために、機械強度が少し低下した。材料供給手段内で撹拌はしたが冷却は行わなかった実施例２では、比較例よりは良好ではあったものの、少し機械強度の低下が見られたが問題ない程度であった。材料供給手段内で撹拌も冷却も行わなかった比較例１では、機械強度が低下した。

【００６７】

（実施例３、実施例４、比較例２）

実施例１と同様の光造形装置を用いて、表１記載の材料Ｂを使用した実験を行った。まず初めに、レオメータを用いて保持温度を変えた材料サンプルの粘度を測定した。粘度測定結果を表６に示す。

【００６８】

【表６】

表6

	温度 [°C]	粘度 [mPa・s]
サンプル8	55	800
サンプル9	50	1000
サンプル10	45	1400
サンプル11	40	1900
サンプル12	35	2350
サンプル13	30	3300
サンプル14	25	5000

【００６９】

上記表６によれば、加熱により材料粘度が下がることが確認できた。

【００７０】

次に、容器２を材料Ｂで満たした状態で、一定期間静置した後で、容器内の材料温度を

室温から５℃ずつ変化させて一定時間撹拌し、フィラーの分散状態を評価した。評価結果は、Ａ：良好、Ｂ：容器底の一部にフィラー堆積あり、の２段階で記載した。結果を表７に示す。

【００７１】

【表７】

表7

	攪拌温度[℃]	粘度[mPa・s]			評価結果
		液面	中央	底	
サンプル8	55	800	800	800	A
サンプル9	50	1000	1000	1000	A
サンプル10	45	1400	1400	1400	A
サンプル11	40	1400	1900	2500	A
サンプル12	35	1650	2350	3200	B
サンプル13	30	2300	3300	4500	B
サンプル14	25	3500	5000	6500	B

【００７２】

上記表７によれば、容器内の材料を加熱し、材料粘度が一定以下に下がった状態で撹拌すると、良好なフィラー分散状態を得ることができた。また、大量の材料を格納した容器内の材料の加熱温度が低い、もしくは加熱せずに高粘度状態で撹拌した場合、容器内で粘度のばらつきが認められた。目視レベルでも、容器底の一部にフィラー堆積が認められた。

【００７３】

次に、実施例３として、表７記載の（８）～（１１）の温度条件で撹拌した材料を材料供給手段に搬送した。その後、材料供給手段内で撹拌しながら（８）～（１０）は室温２５℃に冷却し、粘度を５０００［ｍＰａ・ｓ］とした後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。（１１）は、室温２０℃に冷却し、粘度を７０００［ｍＰａ・ｓ］とした後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。

【００７４】

実施例４として、表７記載の（８）～（１１）の温度条件で撹拌した材料を、材料供給手段に搬送した。その後、材料供給手段内で撹拌した後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。

【００７５】

比較例２として、表７記載の（８）～（１１）の温度条件で撹拌した材料を、撹拌手段のない材料供給手段に搬送した。その後、材料供給手段のシャッターを開けて加工テーブル５上に材料を供給し、試験片を製造し、試験片の形状精度を評価した。

【００７６】

評価結果は、Ａ：良好、Ｂ：比較例に比べればよいがＡよりは劣る、Ｃ：不良、の３段階で評価した。評価結果を表８に示す。

【００７７】

【表８】

表8

	評価結果		
	実施例3	実施例4	比較例2
サンプル8	A	B	C
サンプル9	A	B	C
サンプル10	A	B	C
サンプル11	B	B	C

【００７８】

表８によれば、材料供給手段内で撹拌および冷却して粘度を調整した実施例３では、スキージ６による表面均し工程においてスジ、ムラなど不良が発生することなく、造形形状精度は良好であった。ただし、冷却により材料粘度が７０００［ｍＰａ・ｓ］以上にあがってしまうと、比較例よりは良好ではあったものの、スジ、ムラの発生が少し見られたが問題ない程度であった。材料供給手段内で撹拌はしたが冷却は行わなかった実施例４では、比較例よりは良好ではあったものの、スジ、ムラの発生が少し見られたが問題ない程度であった。材料供給手段内で撹拌も冷却も行わなかった比較例２では、スジ、ムラなど不良が発生してしまった。

【００７９】

次に、実施例３、実施例４、比較例２で造形したダンベル形引張試験片２１の機械特性を評価した。評価結果は、Ａ：良好、Ｂ：比較例に比べればよいがＡよりは劣る、Ｃ：不良、の３段階で評価した。結果を表９に示す。

【００８０】

【表９】

表9

	評価結果		
	実施例3	実施例4	比較例2
サンプル8	B	B	C
サンプル9	A	B	C
サンプル10	A	B	C
サンプル11	B	B	C

【００８１】

表９によれば、材料供給手段内で撹拌および冷却して粘度を７０００［ｍＰａ・ｓ］より小さく調整した実施例３では、光硬化直前までフィラー分散状態を保つことができるので、良好な機械特性をもつ光造形部品を得ることができた。ただ、容器内の材料を５５℃以上に加熱してしまうと、材料が熱劣化するために、機械強度が少し低下した。材料供給手段内で撹拌はしたが冷却は行わなかった実施例４では、比較例よりは良好ではあったものの、少し機械強度の低下が見られたが問題ない程度であった。材料供給手段内で撹拌も冷却も行わなかった比較例２では、機械強度が低下した。

【００８２】

（実施例５）

本実験では、材料Ａを使用した。まず初めに、容器２の攪拌手段を停止した直後、２４時間経過後、４８時間経過後の粘度測定結果を表１０に示す。ここでの粘度とは、室温２５℃環境下で上部供給管に取り付けられた粘度測定器２０２、下部供給管に取り付けられた粘度測定器２０３、材料供給手段に取り付けられた粘度測定器２０１の値である。

【００８３】

【表１０】

表10

	攪拌停止直後	24時間経過後		48時間経過後	
	初期測定	初期測定	再測定	初期測定	再測定
上部供給管	50%	50%	30%	50%	20%
下部供給管	50%	50%	70%	50%	80%
粘度測定器の値（上部供給管内）	1900	1200	1200	500	500
粘度測定器の値（下部供給管内）	1900	1700	1700	1400	1400
粘度測定器の値（材料供給手段内）	1900	2200	1950	2300	1940
測定結果	A	B	A	B	A

【００８４】

表１０によれば、２４時間経過後においても４８時間経過後においても、供給管から材料供給手段に搬送された材料の材料供給手段における粘度は、造形に適した粘度に達していないことが確認された。

【００８５】

次に、供給管の粘度測定器２０２、２０３の値のフィードバックによって算出された混合比率をもとに、材料供給手段１０に材料を再度供給した結果、材料供給手段１０における粘度が造形適正範囲に収まることを確認し、造形品の形状精度を評価した。評価結果は、Ａ：範囲内、Ｂ：範囲外、の２段階で評価した。

【００８６】

（実施例６）

実施例５と同様の造形装置を用いて、表１記載の材料Ｂを使用した実験を行った。まず初めに、容器２の攪拌手段を停止した直後、２４時間経過後、４８時間経過後の粘度測定結果を表１１に示す。ここでの粘度とは、室温２５℃環境下で上部供給管に取り付けられた粘度測定器２０２、下部供給管に取り付けられた粘度測定器２０３、材料供給手段に取り付けられた粘度測定器２０１の値である。

【００８７】

【表１１】

表11

	攪拌停止直後	24時間経過後		48時間経過後	
	初期測定	初期測定	再測定	初期測定	再測定
上部供給管	50%	50%	70%	50%	65%
下部供給管	50%	50%	30%	50%	35%
粘度測定器の値（上部供給管内）	4900	4500	4500	4000	4000
粘度測定器の値（下部供給管内）	4900	6000	6000	6900	6900
粘度測定器の値（材料供給手段内）	4900	5250	4950	5450	5015
測定結果	A	B	A	B	A

【００８８】

表１１によれば、２４時間経過後においても４８時間経過後においても、供給管から材料供給手段に搬送された材料の材料供給手段における粘度は、造形に適した粘度に達していないことが確認された。

【００８９】

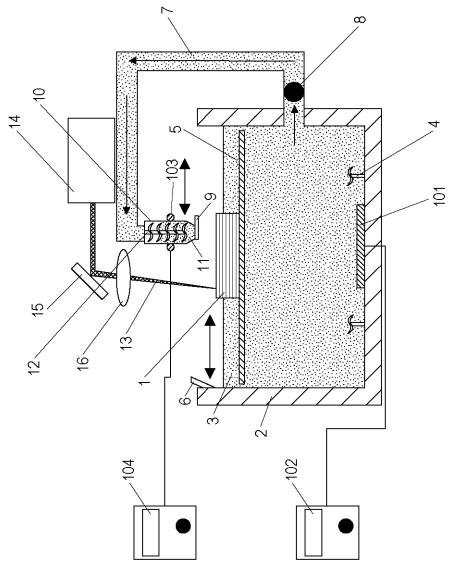
次に、供給管の粘度測定器２０２、２０３の値のフィードバックによって算出された混合比率をもとに、材料供給手段１０に材料を再度供給した結果、材料供給手段１０における粘度が造形適正範囲に収まることを確認し、造形品の形状精度を評価した。評価結果は、Ａ：範囲内、Ｂ：範囲外、の２段階で評価した。

【符号の説明】

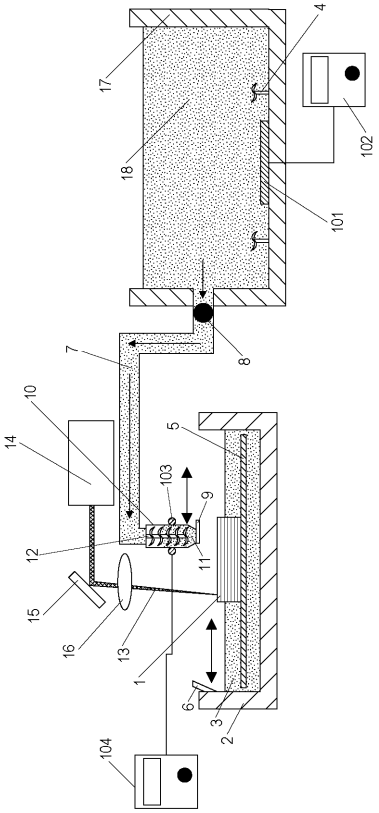
【００９０】

１　造形物
２　容器
３　容器内の材料
４　容器内の攪拌機構
５　加工テーブル
６　スキージ
７　供給管
８　ポンプ
９　シャッター
１０　材料供給手段

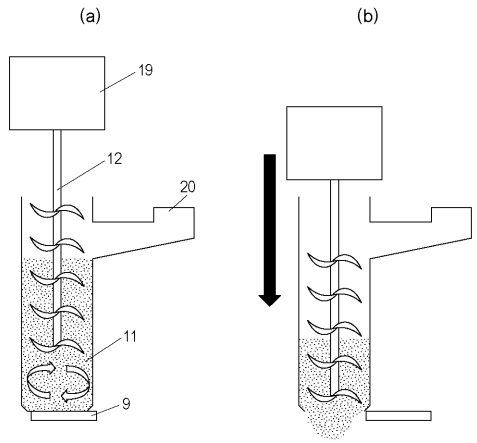
【図１】


7
8
10
14
5
4
103
9
101
11
15
12
16
13
1
6
3
2
104
102

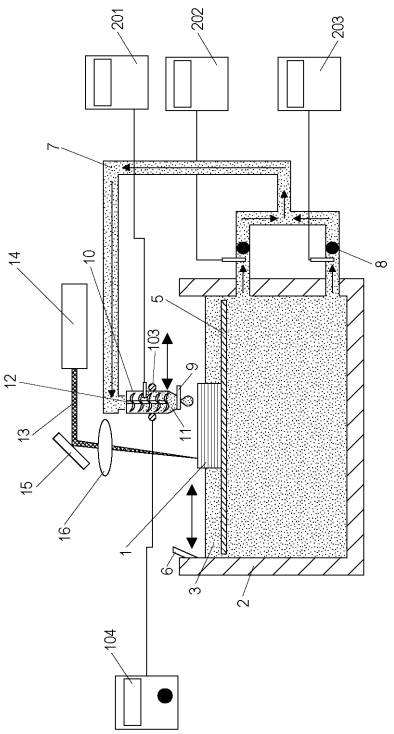
【図２】


4
17
102
18
101
8
7
10
5
14
103
9
12
11
15
16
13
1
6
3
2
104

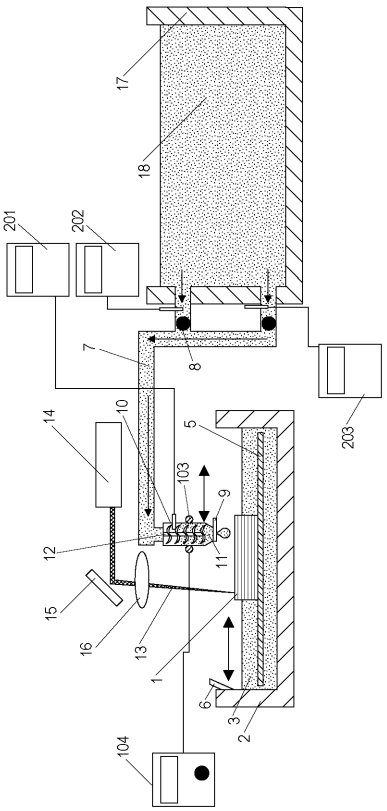
【図３】


(a)
(b)
19
12
20
11
9

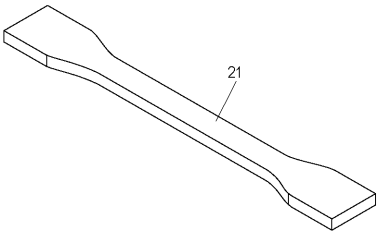
【図４】


201
202
203
7
8
14
10
5
103
12
9
13
11
15
16
1
6
3
2
104

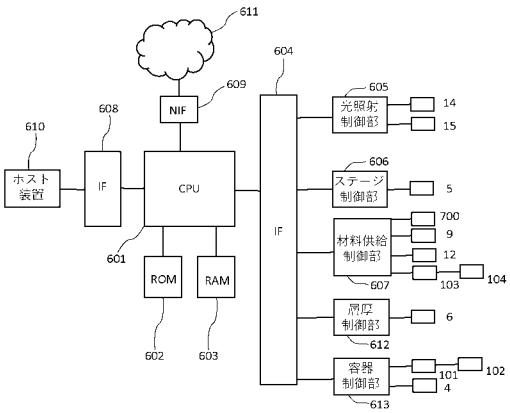
【図５】


17
18
201
202
7
8
203
14
10
5
103
9
12
11
15
16
13
1
6
3
2
104

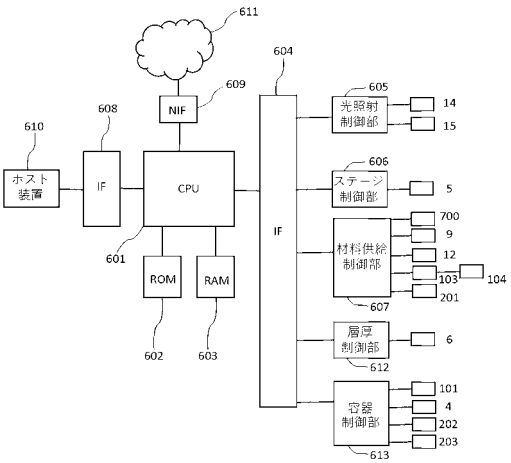
【図６】


21

【図７】


611
604
609
605
NIF
光照射
制御部
14
15
608
610
606
ホスト
装置
IF
CPU
ステージ
制御部
5
IF
700
9
材料供給
制御部
12
601
104
ROM
RAM
607
103
原厚
制御部
6
612
602
603
容器
制御部
101
102
4
613

【図８】


611
604
609
605
NIF
光照射
制御部
14
15
608
610
606
ホスト
装置
IF
CPU
ステージ
制御部
5
IF
700
9
材料供給
制御部
12
601
104
ROM
RAM
607
103
201
層厚
制御部
6
612
602
603
容器
制御部
101
4
202
203
613

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		テーマコード（参考）
Ｂ２９Ｃ	***64/295***	***(2017.01)***	Ｂ２９Ｃ	64/295	
Ｂ２９Ｃ	***64/255***	***(2017.01)***	Ｂ２９Ｃ	64/255	