

(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2017-145292

(P2017-145292A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

CO8L 101/00 (2006.01)

C O 8 L 101/00

4 F 2 1 3

B29C 67/00 (2017.01)

B 2 9 C 67/00

4 J 002

B33Y 70/00 (2015.01)

B 3 3 Y 70/00

B33Y 30/00 (2015.01)

B 3 3 Y 30/00

COBL 33/00 (2006.01)

C O 8 L 33/00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-26707 (P2016-26707)

(22) 出願日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)

(71) 出願人 000116057

ローランドディー・ジー・株式会社

静岡県浜松市北区新都田一丁目6番4号

(74) 代理人 1100000176

一色国際特許業務法人

(72) 発明者 望月 隆介

静岡県浜松市北区新都田一丁目6番4号

ローランドディー・ジー株式会社内

Fターム(参考) 4F213 AA21 AA44 AC04 AR12 WA25

WB01 WL02 WL12 WL23 WL25

WL32 WL73 WL74 WL78

4J002 AA03W BG00X GT00

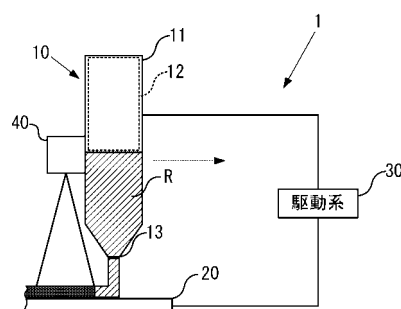
(54) 【発明の名称】 光造形用樹脂組成物、光造形装置

(57) 【要約】

【課題】安価且つ簡素な構造の光造形装置において使用できる光造形用樹脂組成物、及び光造形用樹脂組成物を用いる光造形装置を提供する。

【解決手段】光硬化性樹脂、及び当該光硬化性樹脂に溶解しない添加粉末を含む光造形用樹脂組成物であって、光造形用樹脂組成物は、チクソトロピー性を有し、光造形用樹脂組成物中における添加粉末の割合は、光硬化性樹脂の割合よりも多いことを特徴とする光造形用樹脂組成物。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光硬化性樹脂、及び当該光硬化性樹脂に溶解しない添加粉末を含む光造形用樹脂組成物であって、

前記光造形用樹脂組成物は、チクソトロピー性を有し、

前記光造形用樹脂組成物中における前記添加粉末の割合は、前記光硬化性樹脂の割合よりも多いことを特徴とする光造形用樹脂組成物。

【請求項 2】

前記光硬化性樹脂及び前記添加粉末の配合比は、光硬化性樹脂：添加粉末 = 4 : 5 であることを特徴とする請求項 1 記載の光造形用樹脂組成物。

10

【請求項 3】

前記添加粉末は、アクリル系粉末であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光造形用樹脂組成物。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の光造形用樹脂組成物を吐出するための吐出口を有するノズル部と、

前記ノズル部から吐出された前記光造形用樹脂組成物が積層される台座と、

前記ノズル部または前記台座の少なくとも一方を三次元的に移動させる駆動系と、

前記台座に積層された前記光造形用樹脂組成物を硬化させるための光を照射する光照射部と、

20

を有することを特徴とする光造形装置。

【請求項 5】

前記光造形用樹脂組成物に含まれる添加粉末の粒径は、前記吐出口の径よりも小さいことを特徴とする請求項 4 記載の光造形装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は光造形用樹脂組成物、及び当該樹脂組成物を用いる光造形装置に関する。

【0002】

3D プリントは、コンピュータで予め設計した 3D データを元に、樹脂を積層していくことで 3 次元造形物を作成することができる。3 次元造形物を作成する具体的な方法としては、液状の光硬化樹脂に紫外線などを照射し、少しずつ硬化させていく光造形法や、熱可塑性樹脂を溶解させながら積層する熱溶解積層法 (Fused Deposition Modeling、FDM) などがある。

30

【0003】

従来の光造形法では、ガルバノミラーで制御されたレーザー光を樹脂に対して照射する方式や、専用のプロジェクタから発する光を樹脂に対して照射する方式が採用されている。

【0004】

また、特許文献 1 には、インクジェットヘッドを用いた 3 次元成形装置が開示されている。この 3 次元形成装置は、インクジェットヘッドから吐出された成形材料を、熱または光によって硬化させることで 3 次元造形物を成形する。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開平 3 - 15519 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ここで、従来の光造形法で使用するガルバノミラーや専用のプロジェクタ、或いは特許

50

文献 1 に記載されたインクジェットヘッドといった構成はいずれも高価である。よって、それらを使用する 3 次元造形装置もまた高価なものとなる。また、それら構成を使用する 3 次元造形装置は、構造や制御が複雑となる。

【 0 0 0 7 】

一方、FDM による 3 次元造形装置は、熱可塑性樹脂を吐出するノズル（或いは、樹脂を積層するための台座）を X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向に 3 次元的に移動させて、樹脂を積層することにより 3 次元構造物を作成する。このような 3 次元造形装置は、特殊な構成を必要としないため、装置を安価に作成でき、且つ構造や制御も簡素化できる。

【 0 0 0 8 】

しかし、FDM による 3 次元造形装置は、3 次元造形物の材料として熱硬可塑性樹脂を使用しなければならない。熱可塑性樹脂は、加熱が不十分な場合等に樹脂の積層部分が変形してしまい、3 次元造形物の精度に影響を与えることがある。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、安価且つ簡素な構造の光造形装置において使用できる光造形用樹脂組成物、及び光造形用樹脂組成物を用いる光造形装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するための主たる発明は、光硬化性樹脂、及び当該光硬化性樹脂に溶解しない添加粉末を含む光造形用樹脂組成物であって、前記光造形用樹脂組成物は、チクソトロピー性を有し、前記光造形用樹脂組成物中における前記添加粉末の割合は、前記光硬化性樹脂の割合よりも多いことを特徴とする光造形用樹脂組成物である。本発明の他の特徴については、本明細書の記載により明らかにする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明の光造形用樹脂組成物は、安価且つ簡素な構造の光造形装置において使用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施形態に係る光造形装置の概略構成を示す図である。

【図 2 A】実施例 1 における樹脂組成物の状態を示す写真である。

【図 2 B】比較例 1 における樹脂組成物の状態を示す写真である。

【図 2 C】比較例 2 における樹脂組成物の状態を示す写真である。

【図 2 D】比較例 3 における樹脂組成物の状態を示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

= = 開示の概要 = =

明細書及び図面の記載から、上記の主たる発明の他、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

【 0 0 1 4 】

すなわち、前記光硬化性樹脂及び前記添加粉末の配合比は、光硬化性樹脂：添加粉末 = 4 : 5 である光造形用樹脂組成物が明らかとなる。このような光造形用樹脂組成物は、チクソトロピー性を有し、安価且つ簡素な構造の光造形装置において使用できる。

【 0 0 1 5 】

また、前記添加粉末は、アクリル系粉末である光造形用樹脂組成物が明らかとなる。このような光造形用樹脂組成物は、チクソトロピー性を有し、安価且つ簡素な構造の光造形装置において使用できる。

【 0 0 1 6 】

また、上述の光造形用樹脂組成物を吐出するための吐出口を有するノズル部と、前記ノズル部から吐出された前記光造形用樹脂組成物が積層される台座と、前記ノズル部または前記台座の少なくとも一方を三次元的に移動させる駆動系と、前記台座に積層された前記

10

20

30

40

50

光造形用樹脂組成物を硬化させるための光を照射する光照射部と、を有する光造形装置が明らかとなる。このような光造形装置は構造が簡素であり、安価に作成することができる。

【0017】

また、前記光造形用樹脂組成物に含まれる添加粉末の粒径は、前記吐出口の径よりも小さい光造形装置が明らかとなる。このような光造形装置によれば、吐出される樹脂組成物の径を均等に保つことができるため、樹脂組成物を積層する際、予め設計された形状との誤差が生じにくい。

【0018】

＝ 実施形態 ＝

10

[光造形用樹脂組成物]

本実施形態に係る光造形用樹脂組成物（以下、「樹脂組成物」という場合がある）は、光造形装置に用いる。光造形用樹脂組成物は、少なくとも光硬化性樹脂及び添加粉末を含む。なお、チクソトロピー性に影響を与えない範囲で他の添加物を含むことも可能である。

【0019】

（光硬化性樹脂）

光硬化性樹脂は、特定波長の光により硬化する樹脂である。本実施形態に係る樹脂組成物は、光硬化性樹脂を含むことにより光硬化性を有する。本実施形態に係る光硬化性樹脂は、たとえば、紫外線の照射により硬化する紫外線硬化樹脂である。紫外線硬化樹脂は、たとえば、PRH35-ST（アクリル系樹脂。ローランド・ディー・ジー株式会社製）である。光硬化性樹脂は、常温で液体であるため、添加粉末を混合することができる。

20

【0020】

（添加粉末）

添加粉末は、光硬化性樹脂と混合する粉状の材料である。本実施形態に係る添加粉末は、光硬化性樹脂に溶解しない材料から選択される。具体的には、アクリル粉末、金属粉末、セラミック粉末、炭素粉末等を用いることができる。粉末の粒径はたとえば、 $100\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ であり、光造形装置の吐出口の径よりも小さいことが好ましい。このような粒径の添加粉末を用いることにより、吐出される樹脂組成物の径を均等に保つことができる。従って、樹脂組成物を積層する際、予め設計された形状との誤差が生じにくい。

30

【0021】

アクリル粉末としては、たとえば、MX-1000（架橋アクリル単分散粒子。「ケミスノー MXシリーズ」（ $10\mu\text{m}$ 相当）。綜研化学株式会社製）を用いることができる。

【0022】

添加粉末を加えることにより、樹脂組成物の粘度及び強度を高めることができる。本実施形態に係る樹脂組成物は、常温且つ荷重が付与されていない状態においてクリーム状（後述）である。また、添加粉末として金属粉末を用いた場合には、樹脂組成物（樹脂組成物による3次元造形物）に金属光沢を与えることができる。或いは、添加粉末として、金属粉末や炭素粉末を用いた場合には、樹脂組成物（樹脂組成物による3次元造形物）に導電性を与えることができる。

40

【0023】

（光硬化性樹脂及び添加粉末の配合）

本実施形態に係る樹脂組成物に含まれる添加粉末の割合は、光硬化性樹脂の割合よりも多い。具体的に、光硬化性樹脂と添加粉末との配合比は、光硬化性樹脂：添加粉末＝4：5であることが好ましい。

【0024】

光硬化性樹脂及び添加粉末を混合する方法としては、樹脂中に添加粉末の粒子が均等に混ざ的方法であれば特に限定されるものではない。

【0025】

50

上記配合の樹脂組成物は、チクソトロピー性を有する。チクソトロピー性とは、せん断応力に応じて粘度が変化する特性をいう。チクソトロピー性を有する樹脂組成物に対してせん断応力が付与された場合、その樹脂組成物は低粘度となり流動性を有する。一方、せん断応力が無くなった場合、当該樹脂組成物は、元の粘度（流動性が低い状態）に戻る。

【0026】

このように、本実施形態に係る樹脂組成物は、チクソトロピー性を有するため、ノズル部10（後述）から吐出される際には、せん断応力により低粘度となり、吐出後（せん断応力がかからない状態）は元の粘度に戻る。従って、吐出後の形状が崩れ難い。また、樹脂組成物は、せん断応力がかからない状態では粘度が高いため、未使用時にノズル部10（後述）から液だれすることもない。また、本実施形態に係る樹脂組成物は、熱可塑性樹脂のように吐出時の加熱が不要である。従って、樹脂組成物の積層部分が変形することがないため、高精度の3次元構造物を作成することができる。このような樹脂組成物は、汎用性が高く、光造形装置1（後述）のような安価且つ簡素な装置に用いることができる。

【0027】

< 光造形装置 >

図1を参照して、本実施形態に係る光造形装置1について説明を行う。光造形装置1は、FDMで使用する3Dプリンタの構造を応用したものである。以下、主に光造形装置1の特徴的な構成について説明を行う。なお、以下に説明する構成以外については、従来からあるFDMの3Dプリンタの構成をそのまま用いることができる。すなわち、光造形装置1は、そのような構成を当然に備えている。

【0028】

本実施形態に係る光造形装置1は、少なくとも、ノズル部10、台座20、駆動系30、及び光照射部40を有する。各構成の動作は、制御部（図示無し）により制御される。

【0029】

ノズル部10は、筒状部11、ピストン部12、吐出口13を有する。筒状部11は、本実施形態に係る樹脂組成物Rを収容する。ピストン部12は、筒状部11内に配置され、樹脂組成物Rに荷重を与える。吐出口13は、樹脂組成物Rを吐出するための部分である。

【0030】

ポンプ装置（図示なし）等によりピストン部12に圧力が付与されると、ピストン部12は、筒状部11内において吐出口13側（下方）に移動し、樹脂組成物Rに荷重を与える。樹脂組成物Rに荷重がかかることにより、筒状部11と樹脂組成物Rとの間にせん断応力が発生する。樹脂組成物Rは、せん断応力により粘度が低下し、吐出口13から吐出される。一方、吐出された樹脂組成物Rは、せん断応力がかからなくなるため、台座20上で吐出されたままの形状を保つことができる。

【0031】

なお、ノズル部10の構成は、荷重をかけながら樹脂組成物を吐出することができる構成であれば、上記構成に限られない。たとえば、樹脂を入れた軟性のチューブ（ノズル部10に相当）を2つのローラで挟み込み、樹脂組成物を絞り出すようにして台座20に積層させることでもよい。この場合、2つのローラによって樹脂組成物に荷重が付与されるため、チューブからは低粘度の樹脂組成物が吐出される。

【0032】

また、ノズル部10を複数設けることも可能である。この場合、ノズル部毎に異なる材料や色の異なる材料、強度が異なる材料等を収容し、それらの材料を順次積層させることにより、複数材料や複数色を組み合わせた3次元造形物を作成できる。

【0033】

また、吐出口13の断面は、円形に限られない。たとえば、吐出口13の断面は、楕円形や矩形であってもよい。なお、断面が矩形の場合、本実施形態における「吐出口の径」は、短い方の辺の長さに相当する。

【0034】

10

20

30

40

50

台座 20 は、光造形装置 1 においてノズル部 10 の下方に位置する。台座 20 は、ノズル部 10 から吐出された樹脂組成物 R が積層される。

【0035】

駆動系 30 は、ノズル部 10 または台座 20 の少なくとも一方を X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向に三次元的に移動させる。

【0036】

光照射部 40 は、台座 20 に積層された樹脂組成物 R を硬化させるための光を照射する。光照射部 40 は、たとえば、LED 光源を使用することができる。光照射部 40 から照射される光の種類は、樹脂組成物を硬化させることができる波長を含む光である。たとえば、樹脂組成物が紫外線硬化特性を有する場合、光照射部 40 は、少なくとも紫外光を含む光を照射する。

10

【0037】

光造形装置 1 における光照射部 40 の配置は、特に限定されるものではない。たとえば、光照射部 40 はノズル部 10 の側面（図 1 の破線矢印で示すノズル部 10 の移動方向とは反対側の側面）に設けられていてもよい。このような構成によれば、ノズル部 10 の移動に伴って吐出された樹脂組成物に対し、順次、光を照射することができる。或いは、ノズル部 10 の外周を囲むようなリング状の光照射部 40 を設けることも可能である。

【0038】

このように、本実施形態に係る光造形装置 1 は、FDM で使用する 3 次元造形装置と類似の安価且つ簡素な構成を採用できるため、レーザー光源やガルバノミラー、プロジェクタのような高価な装置を備える必要がない。また、光造形装置 1 に使用する樹脂組成物はチクソトロピー性を有するため、ノズル部 10 内に収容されている樹脂組成物に荷重が付与されない限り、吐出口 13 から樹脂組成物が吐出することはない（すなわち、吐出口 13 から樹脂組成物が液だれすることがない）。また、吐出された樹脂組成物は、台座 20 に積層された形状を一定時間保つことができる。従って、光造形装置 1 は、流動性が高い光硬化性樹脂を積層する従来の装置のように、光照射に関する複雑な構成や制御は不要となる。

20

【0039】

= = 実施例 = =

< 実施例 >

30

実施例 1、及び比較例 1～3 の樹脂組成物について、チクソトロピー性の確認、及びシリンジから吐出させる際の押し出し荷重測定を行った。

【0040】

実施例 1、及び比較例 1～3 では、以下の光硬化性樹脂及び添加粉末を用いた。

- ・光硬化性樹脂：PRH35-ST（ローランド・ディー・ジー株式会社製）
- ・添加粉末：MX-1000（架橋アクリル単分散粒子。「ケミスノー MX シリーズ」（10 μm 相当）。綜研化学株式会社製）

【0041】

（実施例 1。配合比 樹脂：添加粉末 = 4：5）

光硬化性樹脂 8 g に対し、添加粉末 10 g を加え、材料をポリプロピレン製の容器に入れ、25 で 5 分間手攪拌を行い、樹脂組成物 R1 を得た。

40

【0042】

（比較例 1。配合比 樹脂：添加粉末 = 1：2）

樹脂 5 g に対し、アクリル粉末 10 g を加え、材料をポリプロピレン製の容器に入れ、25 で 5 分間手攪拌を行い、樹脂組成物 R2 を得た。

【0043】

（比較例 2。配合比 樹脂：添加粉末 = 1：1）

樹脂 10 g に対し、アクリル粉末 10 g を加え、材料をポリプロピレン製の容器に入れ、25 で 5 分間手攪拌を行い、樹脂組成物 R3 を得た。

【0044】

50

(比較例 3。配合比 樹脂：添加粉末 = 3：2)

樹脂 15 g に対し、アクリル粉末 10 g を加え、材料をポリプロピレン製の容器に入れ、25 で 5 分間手攪拌を行い、樹脂組成物 R 4 を得た。なお、比較例 3 で得られる樹脂組成物 R 4 は、特許文献 1 に記載されている成形材料（光硬化性物質を主成分とする中に添加物を加えたもの）に相当する。

【0045】

< チクソトロピー性の確認 >

得られた樹脂組成物 R 1 ~ R 4 を目視により確認した。また、樹脂組成物を入れた容器に振動を与えた場合の状態変化を目視により確認した。振動を与える目的は、容器と樹脂組成物との間にせん断応力を発生させるためである。表 1 は、チクソトロピー性を確認した結果を示す。また、図 2 A は、振動を与えていない状態の樹脂組成物 R 1 の状態を示す写真である。図 2 B は、振動を与えていない状態の樹脂組成物 R 2 の状態を示す写真である。図 2 C は、振動を与えていない状態の樹脂組成物 R 3 の状態を示す写真である。図 2 D は、振動を与えていない状態の樹脂組成物 R 4 の状態を示す写真である。

【0046】

【表 1】

	樹脂組成物 (光硬化性樹脂: 添加粉末の配合比)	状態	
		通常時	振動後
実施例 1	R1 (1:2)	粉末状	粉末状 (変化なし)
比較例 1	R2 (4:5)	クリーム状	液状
比較例 2	R3 (1:1)	低粘度の液状	液状 (通常時より粘度が低い状態)
比較例 3	R4 (3:2)	低粘度の液状	液状 (通常時より粘度が低い状態)

【0047】

< 押し出し荷重 >

吐出部の内径 2 . 1 mm、シリンダーの内径 12 mm の 5 ml シリンジに樹脂組成物を 1 ml 入れ、プランジャ（押し子）部分を 100 mm/min の速度で押し込み、フォースゲージ（FGPX-50。日本電産シンボ株式会社製。）を用いて、荷重を測定した。荷重の測定は、樹脂組成物毎に同じ条件で 3 回行った。なお、吐出後の樹脂組成物に対して光照射は行っていない。表 2 は、荷重の測定結果を示す。

【0048】

【表 2】

	樹脂組成物 (光硬化性樹脂: 添加粉末の配合比)	荷重(N)			
		1回目	2回目	3回目	平均
実施例 1	R1 (1:2)	16.4	19.9	20.7	19
比較例 1	R2 (4:5)	測定不可			
比較例 2	R3 (1:1)	9.3	8.7	10.5	9.5
比較例 3	R4 (3:2)	5.5	5.4	6.8	5.9

【0049】

表 1 に示したように、実施例 1 の樹脂組成物 R 1 は、通常時の粘度が非常に高かった。具体的には、樹脂組成物 R 1 の一部をヘラで持ち上げた場合、そのままの形状（所謂、「角が立つ」）を保てる程度であった。本明細書中において、このような状態を「クリーム状」という。一方、表 1 に示したように、樹脂組成物 R 1 に振動を与えた場合には、粘度が低下し、流動性のある液状となった。この結果から明らかなように、樹脂組成物 R 1 は

、チクソトロピー性を有する。

【 0 0 5 0 】

また、表 2 から明らかなように、実施例 1 の場合、シリンジから樹脂組成物 R 1 を押し出す際にはある程度の荷重が必要であった。従って、シリンジ内に樹脂組成物 R 1 を収容した状態で荷重を付与しない場合、シリンジの吐出部から液だれすることはなかった。また、押し出された樹脂組成物 R 1 は、押し出し時の形状を保っていた。

【 0 0 5 1 】

一方、表 1 に示したように、比較例 1 の樹脂組成物 R 2 は、通常時、ほぼ粉末状であり、振動を与えることによって液化することも無かった。この結果から明らかなように、樹脂組成物 R 2 は、チクソトロピー性を有しない。また、この結果から、少なくとも樹脂組成物に対する光硬化性樹脂の割合が、33重量%以下になると、チクソトロピー性が得られないことが明らかとなった。なお、表 2 に示した通り、比較例 1 の樹脂組成物 R 2 は粉末状であるため、荷重の測定を行うことができなかった。

10

【 0 0 5 2 】

更に、表 1 に示したように、比較例 2 の樹脂組成物 R 3、及び比較例 3 の樹脂組成物 R 4 は、通常時、ある程度の粘度はあるものの、流動性を有する液状であった。一方、振動を与えることによって更に液化（低粘度化）が進んだ。従って、樹脂組成物 R 3 及び樹脂組成物 R 4 は、チクソトロピー性に近い特性を有する可能性がある。しかし、表 2 から明らかなように、押し出し荷重の測定において、樹脂組成物 R 3 及び樹脂組成物 R 4 は、実施例 1 の場合と比べて明らかに少ない荷重で押し出すことができた。これは、樹脂組成物 R 3 及び樹脂組成物 R 4 は、シリンジ内でせん断応力がかかっている状態でも吐出部から液だれしてしまう程度の粘度であり、荷重が少なくとも吐出できたことに起因する。また、押し出した樹脂組成物 R 3 及び樹脂組成物 R 4 は、押し出し後、直ぐに形状が崩れてしまった。

20

【 0 0 5 3 】

すなわち、この結果から明らかなように、少なくとも樹脂組成物に対する光硬化性樹脂の割合が、50重量%以上になると、上記実施形態で示したような光造形装置における使用に足るだけのチクソトロピー性が得られないことが明らかとなった。

【 0 0 5 4 】

上記実施形態及び実施例は、発明の例として提示したものであり、発明の範囲を限定するものではない。上記の構成は、適宜組み合わせて実施することが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。上記実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

30

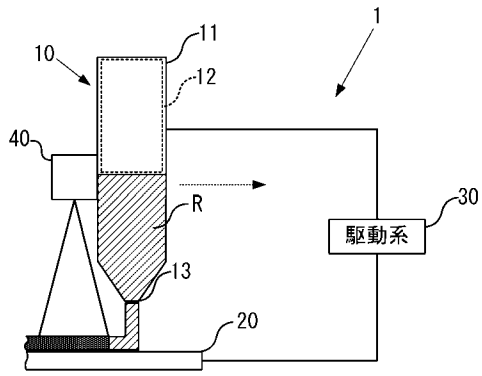
【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

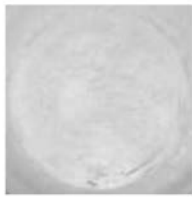
- 1 光造形装置
- 10 ノズル部
- 11 筒状部
- 12 ピストン部
- 13 吐出口
- 20 台座
- 30 駆動系
- 40 光照射部

40

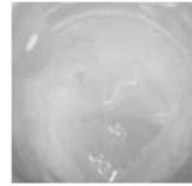
【図 1】



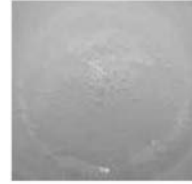
【図 2 A】



【図 2 B】



【図 2 C】



【図 2 D】

