

(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2019-18477

(P2019-18477A)

(43) 公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 9 C 64/106 (2017.01)	B 2 9 C 64/106	4 F 2 1 3
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00	4 G 0 5 2
B 3 3 Y 70/00 (2015.01)	B 3 3 Y 70/00	4 K 0 1 8
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-139940 (P2017-139940)	(71) 出願人	000137823
(22) 出願日	平成29年7月19日 (2017.7.19)		株式会社ミマキエンジニアリング
			長野県東御市滋野乙2182-3
		(74) 代理人	110002147
			特許業務法人酒井国際特許事務所
		(72) 発明者	大西 勝
			長野県東御市滋野乙2182-3 株式会
			社ミマキエンジニアリング内
		Fターム(参考)	4F213 WA25 WB01 WL03 WL12 WL32
			WL55 WW38
			4G052 DA02 DB12 DC06
			4K018 CA08 CA09 CA33 CA44 DA03
			EA51 EA60 FA50

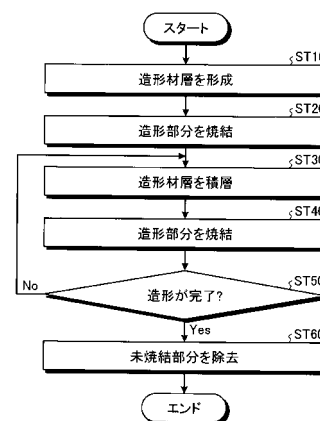
(54) 【発明の名称】 三次元造形物の製造方法及び三次元造形物製造用インク

(57) 【要約】

【課題】 レーザ焼結方式により三次元造形物を製造する際に、粉末の飛散を抑制することが可能な三次元造形物の製造方法及び三次元造形物製造用インクを提供する。

【解決手段】 三次元造形物の製造方法は、三次元造形物の原料である粉末状の造形材と前記造形材を分散させる溶媒とを含む造形材層を作業面に形成する造形材層形成工程と、前記造形材層のうち前記三次元造形物に対応する造形部分に含まれる前記造形材を焼結させる焼結工程と、前記造形材層から未焼結の前記造形材と前記溶媒とを除去することで、焼結された前記造形材を前記作業面に残す除去工程とを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

三次元造形物の原料でありレーザ光を照射することで焼結する粉末状の造形材と前記造形材を分散させる溶媒とを含む造形材層を作業面に形成する造形材層形成工程と、

前記造形材層のうち前記三次元造形物に対応する造形部分に前記レーザ光を照射して前記造形材を焼結させる焼結工程と、

前記造形材層から未焼結の前記造形材と前記溶媒とを除去することで、焼結された前記造形材を前記作業面に残す除去工程と

を含む三次元造形物の製造方法。

【請求項 2】

10

前記造形材層形成工程は、

前記造形材と前記溶媒とを含むインクをインクジェット印刷法によって前記作業面に吐出してインク層を形成することと、

前記作業面に形成された前記インク層から前記溶媒の一部を除去することと、を含む

請求項 1 に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 3】

前記造形材層形成工程は、前記造形材と前記溶媒とを含むインクをスクリーン印刷によって前記作業面に層状に配置することを含む

請求項 1 に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 4】

20

前記作業面に形成され前記造形材の焼結が行われた前記造形材層上に新たな造形材層を積層する積層工程をさらに含み、

前記焼結工程は、新たな前記造形材層のうち前記三次元造形物の形状に対応する造形部分に前記レーザ光を照射して前記造形材を焼結することを含む

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 5】

前記除去工程は、積層された複数の前記造形材層から未焼結の前記造形材と前記溶媒とをまとめて除去することを含む

請求項 4 に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 6】

30

三次元造形物の原料でありレーザ光を照射することで焼結する粉末状の造形材と、

前記造形材を分散させる溶媒と、

前記溶媒中において前記造形材の粉末同士を連結するバインダと

を含む三次元造形物製造用インク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元造形物の製造方法及び三次元造形物製造用インクに関する。

【背景技術】

【0002】

40

金属やプラスチックの粉末を層状に形成し、当該粉末にレーザを照射して焼結させることで三次元造形物を製造する、いわゆるレーザ焼結方式の三次元造形物の製造方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017-115194 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

特許文献 1 に記載の製造方法では、粉末が飛散する可能性がある。粉末が飛散すると、周囲が汚れてしまうことになり、また原材料となる粉末の無駄にもなってしまふ。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、レーザ焼結方式により三次元造形物を製造する際に、粉末の飛散を抑制することが可能な三次元造形物の製造方法及び三次元造形物製造用インクを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る三次元造形物の製造方法は、三次元造形物の原料でありレーザ光を照射することで焼結する粉末状の造形材と前記造形材を分散させる溶媒とを含む造形材層を作業面に形成する造形材層形成工程と、前記造形材層のうち前記三次元造形物に対応する造形部分に前記レーザ光を照射して前記造形材を焼結させる焼結工程と、前記造形材層から未焼結の前記造形材と前記溶媒とを除去することで、焼結された前記造形材を前記作業面に残す除去工程とを含む。

10

【0007】

本発明によれば、造形材層形成工程において、粉末状の造形材が溶媒を含んだ状態の造形材層として作業面に形成される。このため、造形材の飛散を抑制できる。これにより、周囲が汚れることを抑制でき、造形材の無駄を低減できる。

【0008】

上記の三次元造形物の製造方法において、前記造形材層形成工程は、前記造形材と前記溶媒とを含むインクをインクジェット印刷法によって前記作業面に吐出してインク層を形成することと、前記作業面に形成された前記インク層から前記溶媒の一部を除去することと、を含む。

20

【0009】

本発明によれば、インクジェット印刷法によってインク層を形成した後にインク層から溶媒の一部を除去することで、溶媒を含んだ状態の造形材層を容易に形成することができる。

【0010】

上記の三次元造形物の製造方法において、前記造形材層形成工程は、前記造形材と前記溶媒とを含むインクをスクリーン印刷によって前記作業面に層状に配置することを含む。

30

【0011】

本発明によれば、造形材と溶媒とを含むインクをスクリーン印刷によって作業面に層状に配置することで、溶媒を含んだ状態の造形材層を容易に形成することができる。

【0012】

上記の三次元造形物の製造方法は、前記作業面に形成され前記造形材の焼結が行われた前記造形材層上に新たな造形材層を積層する積層工程をさらに含み、前記焼結工程は、新たな前記造形材層のうち前記三次元造形物の形状に対応する造形部分に前記レーザ光を照射して前記造形材を焼結することを含む。

【0013】

本発明によれば、造形材の焼結が行われた造形材層に新たな造形材層を積層し、当該新たな造形材層にレーザ光を照射して造形材を焼結させるため、造形材の飛散を抑制しつつ三次元造形物を効率的に製造することができる。

40

【0014】

上記の三次元造形物の製造方法において、前記除去工程は、積層された複数の前記造形材層から未焼結の前記造形材と前記溶媒とをまとめて除去することを含む。

【0015】

本発明によれば、除去工程において積層された複数の造形材層から未焼結の部分をまとめて除去することができるため、除去工程を効率的に行うことが可能となる。

【0016】

本発明に係る三次元造形物製造用インクは、三次元造形物の原料でありレーザ光を照射

50

することで焼結する粉末状の造形材と、前記造形材を分散させる溶媒と、前記溶媒中において前記造形材の粉末同士を連結するバインダとを含む。

【0017】

本発明によれば、溶媒中においてバインダによって造形材の粉末同士が連結されるため、造形材の飛散を抑制できる。これにより、周囲が汚れることを抑制でき、造形材の無駄を低減できる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、レーザ焼結方式により三次元造形物を製造する際に、粉末の飛散を抑制することが可能な三次元造形物の製造方法及び三次元造形物製造用インクを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、第1実施形態に係る三次元造形物の製造方法の一例を示すフローチャートである。

【図2】図2は、第1実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図3】図3は、第1実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図4】図4は、第1実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図5】図5は、第2実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図6】図6は、第2実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図7】図7は、第2実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図8】図8は、第3実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図9】図9は、第3実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【図10】図10は、第3実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明に係る三次元造形物の製造方法及び三次元造形物製造用インクの実施形態を図面に基づいて説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

【0021】

〔第1実施形態〕

図1は、第1実施形態に係る三次元造形物の製造方法の一例を示すフローチャートである。図2から図4は、第1実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。図1及び図2に示すように、第1実施形態に係る三次元造形物の製造方法では、まず、造形材層形成工程ST10を行う。

【0022】

造形材層形成工程ST10は、インクジェットプリンタ10により架台20の作業面21上に三次元造形物を形成する。架台20は、例えばプリントヒータ22によって加熱される。

【0023】

インクジェットプリンタ10は、インクジェットヘッド11と、乾燥装置12と、これらを搭載するキャリッジ13とを有する。インクジェットプリンタ10は、キャリッジ13により作業面21上を一方向に走査しつつ、インクジェットヘッド11のノズルから作業面21にインクQを吐出する。インクジェットヘッド11は、ピエゾ型のヘッドを用いてもよいし、サーマルジェット型のヘッドを用いてもよい。また、インクジェットヘッド11は、マルチパス型のヘッドであってもよいし、ライン型の1パス方式のヘッドであってもよい。また、インクジェットヘッド11は、低解像度ヘッド又はディスペンサ等であってもよい。

【0024】

インクQは、三次元造形物100の原料である造形材15と、造形材を分散させる溶媒16とを含む。造形材15としては、例えば熱により溶解する金属、セラミック、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂のプラスチック粉末等が挙げられる。溶媒16としては、例えば水、エチレングリコール系又はアルコール系の溶剤等が挙げられる。また、溶媒16として、例えばエチレングリコールモノブチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールエチルメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、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メチルエーテルアセテート、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールジメチルエーテル、酢酸ブチル、3-メトキシブチルアセテート溶剤等の溶剤が用いられてもよい。インクQは、グリセリン、エチレングリコール、水溶性ポリビニルアルコール等の増粘剤又は糊剤が添加されてもよい。また、インクQは、溶媒16中において造形材15の粉末同士を連結するバインダ17を含んでもよい。バインダ17としては、例えばデンプン、ポリビニルアルコール等の有機バインダ等が挙げられる。

【0025】

乾燥装置12は、インクジェットヘッド11に対してキャリッジ13の主走査方向に亘って配置される。乾燥装置12は、紫外線UVを射出する不図示の光源を有する。乾燥装置12は、作業面21に吐出されたインクQに紫外線UVを照射し、インクQに含まれる溶媒16を蒸発させる。

【0026】

造形材層形成工程ST10において、まず、インクジェットプリンタ10は、作業面21上の領域の全面に亘ってインクQを層状に配置し、インク層44を形成する。その後、インク層44に対して乾燥装置12から紫外線UVを照射することで、紫外線UVのエネルギーによりインク層44に含まれる溶媒16の一部が蒸発する。溶媒16の一部が蒸発することにより、インク層44における溶媒16の体積比率が低下して粘度が高められ、造形材層40が形成される。粘度が高められた造形材層40は、半固形状又は固形状となり、作業面21における広がりが抑制されるため、形状が維持される。また、プリントヒータ22の加熱により、溶媒16の一部を蒸発させることができる。

【0027】

乾燥装置12及びプリントヒータ22により、例えばインクQにおける溶媒16の割合が20体積%程度になるようにする。つまり、乾燥装置12及びプリントヒータ22により造形材層40から溶媒16が蒸発された後においても、造形材層40には溶媒16が含まれている。このため、造形材層40に含まれる造形材15の飛散が抑制される。

【0028】

次に、図2に示すように、焼結工程ST20は、レーザヘッド30を用いて行う。レーザヘッド30は、例えば半導体レーザ、パルスレーザ、エキシマレーザ、各種ガスレーザ（炭酸ガスレーザ等）等を用いることができる。レーザヘッド30は、造形材層40のうち三次元造形物の造形部分にレーザ光Lを照射する。造形部分に含まれる造形材15は、レーザ光Lが照射されることで、レーザ光の熱エネルギーによって焼結され、焼結部46が形成される。焼結工程ST20では、レーザ光Lの照射方向を調整可能である。例えば、本実施形態における焼結工程ST20におけるレーザ光Lの照射方向は、造形材層40の上方から垂直にレーザ光Lを照射する場合を例に挙げて説明しているが、これに限定されない。例えば、レーザ光Lを垂直方向に対して傾斜させて照射してもよい。また、レーザ光を垂直方向に対して傾斜させて照射した状態で、レーザヘッド30を回転させることにより、環状の領域にレーザ光Lを容易に照射することができる。

【0029】

次に、図3に示すように、積層工程ST30では、造形材層形成工程ST10と同様に、インクジェットプリンタ10が用いられる。積層工程ST30は、焼結工程ST20が行われた造形材層40上に新たな造形材層40を形成する。以下、作業面21上に形成される造形材層40について、各層を区別する場合には、下層側の造形材層40を造形材層

４１と表記し、上層側の造形材層４０を造形材層４２と表記する。積層工程ＳＴ３０において、造形材層４２は、例えば造形材層形成工程ＳＴ１０と同様の手法により、下層側の造形材層４１上の略全面に亘って形成される。

【００３０】

次に、図３に示すように、焼結工程ＳＴ４０は、焼結工程ＳＴ２０と同様に、レーザヘッド３０を用いて行う。レーザヘッド３０は、造形材層４２のうち三次元造形物の造形部分にレーザ光Ｌを照射する。造形部分に含まれる造形材１５は、レーザ光Ｌが照射されることで、レーザ光Ｌのエネルギーによって焼結される。また、焼結工程ＳＴ４０において、下層側の造形材層４１の焼結部４６に重なって配置される造形部分については、レーザ光Ｌが照射されることで、下層側の造形材層４１の焼結部４６と一体となって焼結される。

10

【００３１】

次に、図４に示すように、焼結工程ＳＴ４０が完了した段階で三次元造形物が完成していない場合（ステップＳＴ５０のＮｏ）、三次元造形物が完成するまで積層工程ＳＴ３０及び焼結工程ＳＴ４０を繰り返し行う。積層工程ＳＴ３０及び焼結工程ＳＴ４０を行った結果、三次元造形物が完成した場合（ステップＳＴ５０のＹｅｓ）、除去工程ＳＴ６０を行う。

【００３２】

除去工程ＳＴ６０は、積層された複数の造形材層４０から、焼結が行われなかった未焼結部分と溶媒１６とをまとめて除去する。除去工程ＳＴ６０では、例えば積層された複数の造形材層４０を水等の液体に浸すことにより、未焼結部分を除去する。インクＱにバインダ１７が含まれる場合、バインダ１７を溶解する溶剤を液体に加えてもよい。これにより、バインダ１７を溶解することができるため、造形材１５同士の連結が解除され、粉体を除去しやすくすることができる。除去工程ＳＴ６０では、未焼結部分を除去することにより、焼結部４６が作業面２１に残る。このように、未焼結部分をまとめて除去することにより、焼結部４６を効率的に作業面２１上に残すことができる。作業面２１上に残った焼結部４６は、三次元造形物１００として得られる。除去工程ＳＴ６０により除去される未焼結部分は、回収装置５０等を用いて回収し、再利用することが可能である。このため、造形材１５の無駄を低減できる。

20

【００３３】

本実施形態に係る三次元造形物の製造方法によれば、三次元造形物１００の原料である造形材１５と当該造形材１５を分散させる溶媒１６とを含む造形材層４０を作業面２１に形成する造形材層形成工程ＳＴ１０と、造形材層４０のうち三次元造形物１００に対応する造形部分４５にレーザ光Ｌを照射して造形材１５を焼結させる焼結工程ＳＴ２０と、造形材層４０から未焼結の造形材１５と溶媒１６とを除去することで、焼結された造形材１５である焼結部４６を作業面２１に残す除去工程ＳＴ６０とを含む。

30

【００３４】

この構成によれば、造形材層形成工程ＳＴ１０において、粉末状の造形材１５が溶媒１６を含んだ状態の造形材層４０として作業面２１に形成される。このため、造形材１５の飛散を抑制できる。これにより、周囲が汚れることを抑制でき、造形材１５の無駄を低減できる。また、造形材１５として、紫外線硬化型インク等の樹脂材料のみならず、金属又はセラミックを造形材１５として用いることができるため、耐熱性又は対候性の高い三次元造形物１００を製造することができる。また、レーザ光の照射角度を調整することができるため、三次元造形物１００を高精度に製造可能である。

40

【００３５】

また、上記の三次元造形物の製造方法において、造形材層形成工程ＳＴ１０は、造形材１５と溶媒１６とを含むインクＱを作業面２１に吐出してインク層４４を形成することと、作業面２１に形成されたインク層４４から溶媒１６の一部を除去することと、を含む。これにより、インクジェット装置を用いて造形材層４０を容易に形成することができる。

【００３６】

50

また、上記の三次元造形物の製造方法において、作業面 2 1 に形成され造形材 1 5 の焼結が行われた造形材層 4 1 上に新たな造形材層 4 2 を積層する積層工程 S T 3 0 を更に含み、焼結工程は、新たな造形材層 4 2 のうち三次元造形物 1 0 0 に対応した造形部分 4 7 にレーザ光 L を照射して造形材 1 5 を焼結する焼結工程 S T 4 0 を含む。これにより、造形材 1 5 の焼結が行われた造形材層 4 1 に新たな造形材層 4 2 を積層し、当該新たな造形材層 4 2 にレーザ光 L を照射して造形材 1 5 を焼結させるため、造形材 1 5 の飛散を抑制しつつ三次元造形物 1 0 0 を効率的に製造することができる。

【0037】

また、上記の三次元造形物の製造方法において、除去工程 S T 6 0 は、積層された複数の造形材層 4 0 から未焼結の造形材 1 5 と溶媒 1 6 とをまとめて除去することを含む。これにより、除去工程 S T 6 0 を効率的に行うことができるため、全体の流れに要する時間を短くできる。

【0038】

本実施形態に係るインク Q は、三次元造形物 1 0 0 の原料でありレーザ光 L を照射することで焼結する粉末状の造形材 1 5 と、造形材 1 5 を分散させる溶媒 1 6 と、溶媒 1 6 中において造形材 1 5 の粉末同士を連結するバインダ 1 7 とを含む。溶媒 1 6 中においてバインダ 1 7 によって造形材 1 5 の粉末同士が連結されるため、造形材 1 5 の飛散を抑制できる。これにより、周囲が汚れることを抑制でき、造形材 1 5 の無駄を低減できる。

【0039】

〔第 2 実施形態〕

次に、第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態では、模様、絵柄等が付された三次元造形物 1 0 1 (図 7 参照) を製造する場合を例に挙げて説明する。図 5 から図 7 は、第 2 実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。第 2 実施形態に係る三次元造形物の製造方法は、第 1 実施形態と同様、造形材層形成工程 S T 1 1 0 と、焼結工程 S T 1 2 0 と、造形材層を積層する積層工程 S T 1 3 0 と、焼結工程 S T 1 4 0 と、当該焼結工程 S T 1 4 0 が完了した段階で三次元造形物が完成している場合 (ステップ S T 1 5 0 の Y e s) に行う除去工程 1 6 0 と、を有する。

【0040】

図 5 に示すように、本実施形態において、インクジェットプリンタ 1 0 A は、吐出するインクの種類が異なるインクジェットヘッド 1 1、1 4 を有する。インクジェットヘッド 1 1 は、第 1 実施形態におけるインク Q と同様の成分のインク Q 1 を吐出する。

【0041】

インクジェットヘッド 1 4 は、着色用インク Q 2 を吐出する。着色用インク Q 2 は、着色材として、例えば無機顔料、有機顔料等の粉末を含んでいる。また、着色用インク Q 2 は、溶媒 1 6 として、例えば水、エチレングリコール系又はアルコール系等の溶剤、炭化水素系の溶剤等を単独で用いた溶媒 1 6 又は混合した溶媒 1 6 を含んでいる。着色用インク Q 2 は、後述する焼結工程 S T 1 2 0 において焼結されることでインク Q 1 とは異なる色を発色し、三次元造形物の模様、絵柄等を構成する。

【0042】

本実施形態における造形材層形成工程 S T 1 1 0 において、インクジェットプリンタ 1 0 A は、例えば第 1 実施形態と同様に、インクジェットヘッド 1 1 により、作業面 2 1 上の領域の全面に亘ってインク Q を層状に配置し、インク層 4 4 を形成する。なお、インクジェットプリンタ 1 0 A は、必要に応じてインクジェットヘッド 1 4 から着色用インク Q 2 を吐出し、インク層 4 4 の一部に着色用インク Q 2 の層を配置してもよい。

【0043】

その後、第 1 実施形態と同様、インク層 4 4 に対して乾燥装置 1 2 から紫外線 UV を照射することで、紫外線 UV のエネルギーによりインク層 4 4 に含まれる溶媒 1 6 の一部が蒸発する。乾燥装置 1 2 により造形材層 4 0 に紫外線 UV が照射された後においても、造形材層 4 0 には溶媒 1 6 が含まれている。このため、造形材層 4 0 に含まれる造形材 1 5 の飛散が抑制される。

10

20

30

40

50

【0044】

次に、図5に示すように、焼結工程ST120は、レーザヘッド30を用いて行う。レーザヘッド30は、造形材層41のうち三次元造形物の造形部分45にレーザ光Lを照射する。造形部分45に含まれる造形材15は、レーザ光Lが照射されることで、レーザ光の熱エネルギーによって焼結され、焼結部46を形成する。

【0045】

次に、図6に示すように、積層工程ST130では、インクジェットプリンタ10Aが用いられる。積層工程ST130は、焼結工程ST120が行われた造形材層41上に新たな造形材層42を形成する。新たな造形材層42は、例えば造形材層形成工程ST110と同様の手法により、下層側の造形材層41上の略全面に亘って形成される。

10

【0046】

本実施形態における積層工程ST130において、図6に示すように、インクジェットヘッド11は、インクQ1を吐出し、インク層44を形成する。また、インクジェットヘッド14は、着色用インクQ2を吐出し、インク層44の一部に着色用インクQ2による着色用インク層44aを形成する。また、乾燥装置12は、作業面21に形成されたインク層44及び着色用インク層44aに紫外線UVを照射し、インク層44及び着色用インク層44aに含まれる溶媒16の一部を蒸発させる。これにより、着色材層42aを含む造形材層42が形成される。

【0047】

次に、図6に示すように、焼結工程ST140は、焼結工程ST120と同様に、レーザヘッド30を用いて行う。レーザヘッド30は、造形材層42のうち三次元造形物の造形部分47にレーザ光Lを照射する。造形部分47に含まれる造形材15は、レーザ光Lが照射されることで、レーザ光Lのエネルギーによって焼結される。また、焼結工程ST140において、下層側の造形材層41の焼結部46に重なって配置される造形部分47に含まれる造形材15は、レーザ光Lが照射されることで、下層側の造形材層41の焼結部46と一体となって焼結される。また、着色材層42aは、レーザ光Lが照射されることにより、焼結されて着色部48となる。

20

【0048】

焼結工程ST140が完了した段階で三次元造形物が完成していない場合（ステップST150のNo）、三次元造形物が完成するまで積層工程ST130及び焼結工程ST140を繰り返し行う。積層工程ST130及び焼結工程ST140を行った結果、図7に示すように、焼結部46により三次元造形物が完成した場合（ステップST150のYes）、除去工程ST160を行う。

30

【0049】

除去工程ST160は、第1実施形態と同様の手順で行うことができる。除去工程ST160を行うことにより、図7に示すように、未焼結部分が除去され、焼結部46が作業面21に残る。このように、未焼結部分をまとめて除去することにより、焼結部46を効率的に作業面21上に残すことができる。作業面21上に残った焼結部46は、三次元造形物101として得られる。

【0050】

本実施形態に係る三次元造形物の製造方法によれば、造形材層形成工程ST110及び積層工程ST130の少なくとも一方が、着色用インクQ2を吐出して着色用インク層44aを形成することと、着色用インク層44aに含まれる溶媒16の一部を蒸発させることとを含む。これにより、模様、絵柄等が付された三次元造形物101を得ることができる。

40

【0051】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態を説明する。図8から図10は、第3実施形態に係る三次元造形物の製造過程を示す図である。第3実施形態に係る三次元造形物の製造方法は、第1実施形態と同様、造形材層形成工程ST210と、焼結工程ST220と、造形材層を積層する

50

積層工程 S T 2 3 0 と、焼結工程 S T 2 4 0 と、当該焼結工程 S T 2 4 0 が完了した段階で三次元造形物が完成している場合（ステップ S T 2 5 0 の Y e s）に行う除去工程 2 6 0 と、を有する。第 3 実施形態では、造形材層形成工程 S T 2 1 0 及び積層工程 S T 2 3 0 において、スクリーン印刷法によって造形材層を形成する場合を例に挙げて説明する。

【0052】

図 8 に示すように、本実施形態において、造形材層形成工程 S T 2 1 0 において、スクリーン印刷装置 5 0 は、スクリーン 5 1 上に配置したインク Q 3 をスキージ 5 2 によって作業面 2 1 上に配置する。インク Q 3 は、三次元造形物の原料である造形材 1 5 と、造形材 1 5 を分散させる溶媒 1 6 とを含む。インク Q 3 は、バインダ 1 7 を含んでもよい。造形材 1 5 及び溶媒 1 6 の成分としては、上記実施形態におけるインク Q 1 と同様である。インク Q 3 は、溶媒 1 6 の体積比率が上記実施形態におけるインク Q 1 よりも低い。このため、インク Q 3 の粘度は、上記実施形態におけるインク Q 1 の粘度よりも高い。したがって、造形材層形成工程 S T 2 1 0 では、造形材層 6 0 に紫外線等を照射して溶媒 1 6 の一部を蒸発させなくてもよい。

【0053】

次に、図 8 に示すように、焼結工程 S T 2 2 0 では、レーザヘッド 3 0 により、造形材層 6 0 のうち三次元造形物の造形部分 6 5 にレーザ光 L を照射する。造形部分 6 5 に含まれる造形材 1 5 は、レーザ光 L が照射されることで、レーザ光 L の熱エネルギーによって焼結され、焼結部 6 6 が形成される。

【0054】

次に、図 9 に示すように、積層工程 S T 2 3 0 では、造形材層形成工程 S T 2 1 0 と同様に、スクリーン印刷装置 5 0 が用いられる。積層工程 S T 2 3 0 は、焼結工程 S T 2 2 0 が行われた造形材層 6 0 上に新たな造形材層 6 0 を形成する。以下、作業面 2 1 上に形成される造形材層 6 0 について、各層を区別する場合には、下層側の造形材層 6 0 を造形材層 6 1 と表記し、上層側の造形材層 6 0 を造形材層 6 2 と表記する。積層工程 S T 2 3 0 において、造形材層 6 2 は、例えば造形材層形成工程 S T 2 1 0 と同様の手法により、下層側の造形材層 6 1 上の略全面に亘って形成される。

【0055】

次に、図 9 に示すように、焼結工程 S T 2 4 0 は、焼結工程 S T 2 2 0 と同様に、レーザヘッド 3 0 を用いて行う。レーザヘッド 3 0 は、造形材層 6 2 のうち三次元造形物の造形部分 6 7 にレーザ光 L を照射する。造形部分 6 7 に含まれる造形材 1 5 は、レーザ光 L が照射されることで、レーザ光 L のエネルギーによって焼結される。また、焼結工程 S T 2 4 0 において、下層側の造形材層 6 1 の焼結部 6 6 に重なって配置される造形部分 6 7 については、レーザ光 L が照射されることで、下層側の造形材層 6 1 の焼結部 6 6 と一体となって焼結される。

【0056】

その後、第 1 実施形態と同様に、焼結工程 S T 2 4 0 が完了した段階で三次元造形物が完成していない場合、三次元造形物が完成するまで積層工程 S T 2 3 0 及び焼結工程 S T 2 4 0 を繰り返し行う。積層工程 S T 2 3 0 及び焼結工程 S T 2 4 0 を行った結果、三次元造形物が完成した場合、除去工程 S T 2 6 0 を行う。

【0057】

除去工程 S T 2 6 0 は、第 1 実施形態と同様の手順で行うことができる。除去工程 S T 2 6 0 を行うことにより、図 1 0 に示すように、未焼結部分が除去され、焼結部 6 6 が作業面 2 1 に残る。このように、未焼結部分をまとめて除去することにより、焼結部 6 6 を効率的に作業面 2 1 上に残すことができる。作業面 2 1 上に残った焼結部 6 6 は、三次元造形物 1 0 2 として得られる。

【0058】

本実施形態に係る三次元造形物の製造方法によれば、造形材層形成工程 S T 2 1 0 及び積層工程 S T 1 3 0 の少なくとも一方は、造形材 1 5 と溶媒 1 6 とを含むインク Q 3 をスクリーン印刷によって作業面 2 1 に層状に配置することを含む。これにより、粘度の高い

10

20

30

40

50

インク Q 3 による造形材層 6 0 を作業面 2 1 に容易に配置することができる。

【0059】

本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。例えば、インク Q、Q 1、Q 3 に含まれる造形材 1 5 としては、上記に限定されるものではなく、例えば以下のような無機材料又は有機材料が用いられてもよい。無機材料としては、例えばセラミック、無機顔料、金属、合金、金属酸化物、粘土、これらの混合物等が用いられてもよい。また、有機バインダが添加された粘性体が用いられてもよい。この場合、後述の焼結時に有機バインダが気化又は燃焼してほとんどが消滅するため、加工時の形状維持を図ることができる。

【0060】

また、例えばポロウレタン樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、ヨウ素樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアクリルフタレート樹脂等の熱硬化性樹脂については、コロイドやエマルジョン状にして使用することができる。

【0061】

また、熱可塑性樹脂としては、アクリル、ポリアセタール、ポリアミド、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネイト、ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリブチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニール、ABS 樹脂、アクリロニトリル、スチレン樹脂等を用いることができる。

【0062】

また、着色用インク Q 2 に含まれる着色材としては、例えば、セラミック顔料、金属粉末等の無機顔料、釉薬又は鉛ガラス等のフラックス粉末等が挙げられる。また、着色材としては、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックといった各種自然色の色材だけでなく、ホワイト、パール、メタリック、蛍光、燐光、蓄光色等の色材を用いてもよい。

【0063】

また、上記実施形態においては、インク Q、Q 1、Q 3、着色用インク Q 2 の粘度を調整するための溶媒 1 6 として溶剤を用いる場合を例に挙げて説明したが、これに限定されず、例えばデンプン、ポリビニルアルコール等のバインダ 1 7 又は親水性の粘度調整剤を用いる時焼結用インク等については、水の含有量を調整することで粘度調整を行ってもよい。

【0064】

また、上記第 1 実施形態におけるインク Q 及び第 2 実施形態におけるインク Q 1、着色用インク Q 2 は、乾燥装置 1 2 から照射される紫外線 UV を効率的に吸収するため、紫外線吸収剤を含む構成であってもよい。この場合、紫外線吸収剤としては、例えば酸化亜鉛等の無機物や、イソプロピルチオキサントン、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤、トリアジン系紫外線吸収剤、ベンゾフェノン系紫外線吸収剤等を用いることができる。この場合、各紫外線吸収剤をインク Q、Q 1、着色用インク Q 2 に 0.05 ～ 数重量 % 程度加えることができる。

【0065】

また、上記実施形態では、除去工程を行うことで三次元造形物が得られる場合を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、除去工程を行った後、得られる三次元造形物に研磨加工を行い、表面精度を向上させてもよい。また、得られた三次元造形物に釉薬等を塗布して焼成してもよい。また、造形材 1 5 として樹脂を用いて三次元造形物を製造した場合、得られる三次元造形物の表面に樹脂層を塗布して表面加工を行ってもよい。

【符号の説明】

【0066】

L … レーザ光、Q、Q 1、Q 3 … インク、Q 2 … 着色用インク、ST 1 0、ST 1 1 0、ST 2 1 0 … 造形材層形成工程、ST 2 0、ST 1 2 0、ST 4 0、ST 2 2 0、ST 1 4 0、ST 2 4 0 … 焼結工程、ST 3 0、ST 1 3 0、ST 2 3 0 … 積層工程、ST 6 0、ST 1 6 0、ST 2 6 0、1 6 0、2 6 0 … 除去工程、1 0、1 0 A … インクジェットプリンタ、1 1、1 4 … インクジェットヘッド、1 2 … 乾燥装置、1 3 … キャリッジ、

10

20

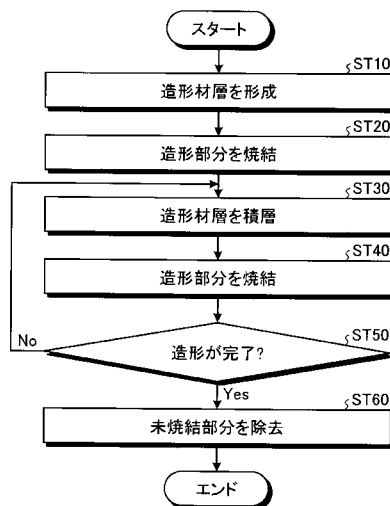
30

40

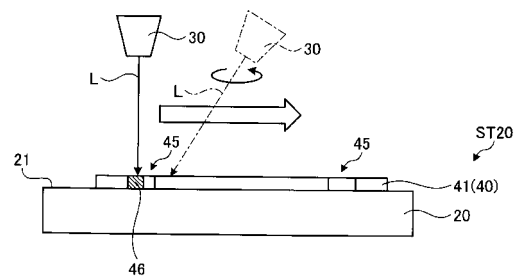
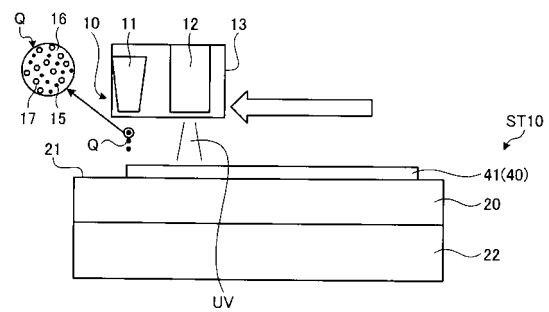
50

15…造形材、16…溶媒、17…バインダ、20…架台、21…作業面、22…プリントヒータ、30…レーザヘッド、40, 41, 42, 60, 61, 62…造形材層、42a…着色材層、44…インク層、44a…着色用インク層、45, 47, 65, 67…造形部分、46, 66…焼結部、48…着色部、50…スクリーン印刷装置、51…スクリーン、52…スキージ、100, 101, 102…三次元造形物

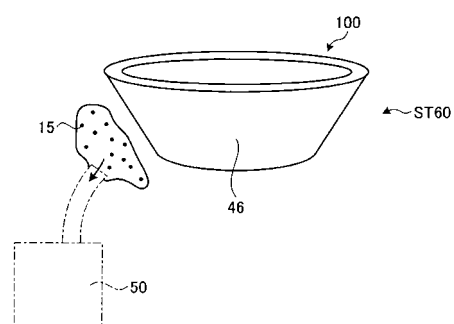
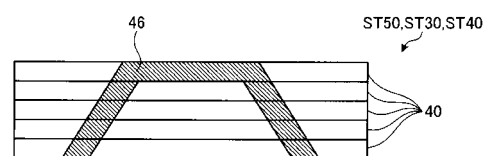
【図1】



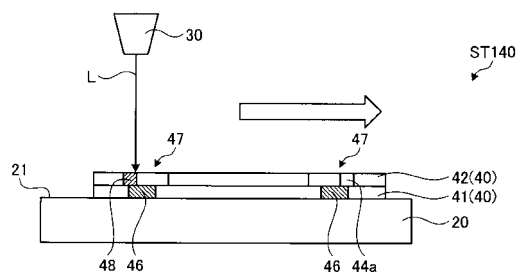
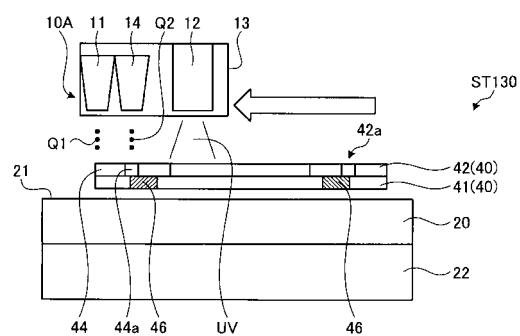
【図2】



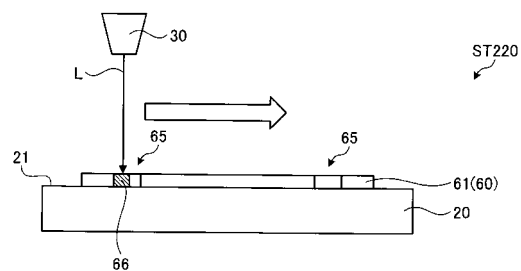
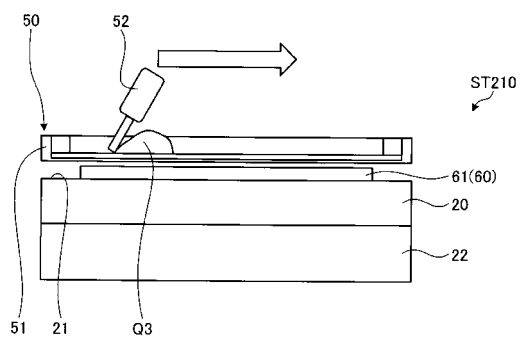
【図 4】



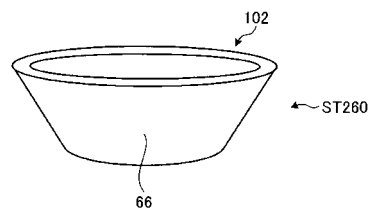
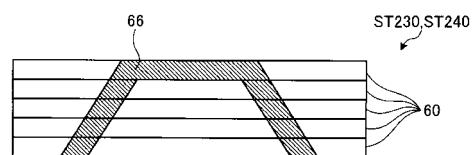
【图 6】



【图 8】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

B 2 8 B 1/30 (2006.01)

F I

B 2 8 B 1/30

テーマコード (参考)