

(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2021-165024

(P2021-165024A)

(43) 公開日 令和3年10月14日(2021.10.14)

(51) Int.Cl.
B28B 1/30 (2006.01)

F1
B28B 1/30

テーマコード(参考)
4G052

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2020-69605 (P2020-69605)
(22) 出願日 令和2年4月8日(2020.4.8)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100103894
弁理士 冢入 健
(72) 発明者 渡邊 浩庸
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 4G052 DA03 DA08 DB12 DC06

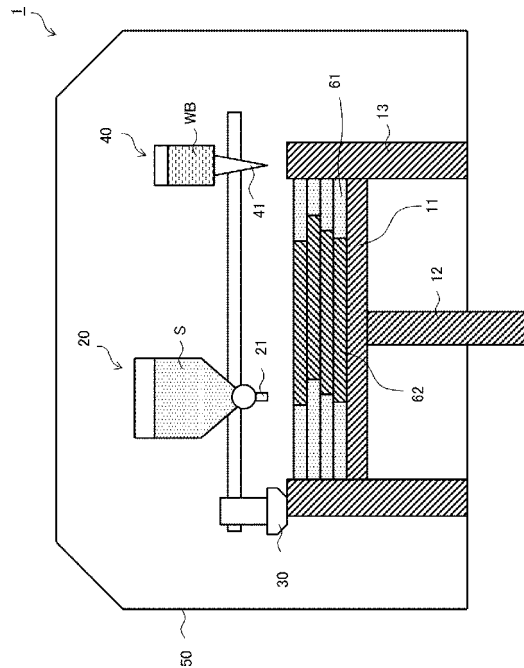
(54) 【発明の名称】 三次元積層造形装置

(57) 【要約】

【課題】装置の構成要素が少なく、三次元積層造形の工程数を低減し、造形時間を短縮化することが可能な三次元積層造形装置を提供する。

【解決手段】本発明の三次元積層造形装置(1)は、耐火性骨材(S)が供給されるテーブル(11)と、テーブル(11)上に耐火性骨材(S)を供給する耐火性骨材供給手段(20)と、テーブル(11)上に供給された耐火性骨材(S)をならして、所定厚さの砂層(61)を形成する伸展手段(30)と、砂層(61)の特定箇所に対して選択的に、水ガラス、界面活性剤、および水を含む水性バインダ液(WB)を散布する選択的散布手段(40)とを備え、伸展手段(30)は加熱手段を含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

耐火性骨材が供給されるテーブルと、
前記テーブル上に前記耐火性骨材を供給する耐火性骨材供給手段と、
前記テーブル上に供給された前記耐火性骨材をならして、所定厚さの砂層を形成する伸展手段と、

前記砂層の特定箇所に対して選択的に、水ガラス、界面活性剤、および水を含む水性バインダ液を散布する選択的散布手段とを備え、

前記伸展手段は、前記テーブル上の前記耐火性骨材を加熱する加熱手段を含む、三次元積層造形装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、三次元積層造形装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

三次元積層造形装置が実用化され、鋳型の造形等の種々の用途に使用されている。鋳型の三次元積層造形方式として、レーザ方式とインクジェット方式が知られている。一般的に、インクジェット方式の装置は、レーザ方式より、装置が安価である。

【0003】

特許文献 1 には、インクジェット方式の三次元積層造形装置を用い、耐火性骨材の表面に、バインダ（粘結剤とも言う。）としての水ガラスおよび界面活性剤を含む被覆層を形成して得られる乾態のコーテッドサンド（被覆砂とも言う。）を用いて薄い砂層を形成した後、この砂層の特定箇所を選択的に水性媒体を散布し、加熱して、所定の二次元パターンの硬化層を形成する作業を繰り返す、積層鋳型の製造方法が開示されている（請求項 1、[発明を実施するための形態]の項）。

20

特許文献 1 において、水性媒体としては、代表的には水が用いられる（段落 0055）。特許文献 1 では、コーテッドサンドの被覆層に界面活性剤を含有させることで、コーテッドサンドへの水性媒体の浸透を向上させている（段落 0012、0026）。

【先行技術文献】

30

【特許文献】**【0004】**

【特許文献 1】特開 2018 - 153820 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 1 に記載の一実施形態の積層鋳型の製造方法は、
貯留タンク（16）内のコーテッドサンド（14）をテーブル（12）上に供給する工程（図 1（a））と、

伸展部材（24）を用いて、テーブル（12）上に供給されたコーテッドサンド（14）をならして、所定厚さの薄い砂層（20）を形成する工程（図 1（b））と、

40

インクジェット散布装置（26）を用いて、水等の水性媒体を砂層（20）の特定箇所を選択的に散布する工程（図 2）と、

ヒータ（30）を用いて、水性媒体が散布された砂層（20）を加熱する工程（図 3）とを有する。

砂層の加熱は、加熱空気中、二酸化炭素またはガス化したエステルを含む雰囲気中、あるいは窒素等の不活性ガスの雰囲気中で、行うことができる（段落 0058）。

【0006】

特許文献 1 に記載の積層鋳型の製造装置は、伸展部材（24）とインクジェット散布装置（26）とヒータ（30）とを含み、装置構成が多い。

50

特許文献 1 に記載の積層鋳型の製造方法では、水性媒体がバインダを含まないため、原料砂としてバインダを含む被覆層を有するコーテッドサンドを製造する必要があり、原料砂の製造に設備と労力を要する。バインダを含む被覆層を有するコーテッドサンドは、搬送時の振動等により被覆層が部分的に剥離するなど、品質が安定しない。

特許文献 1 に記載の積層鋳型の製造方法では、造形の工程数が多い上、砂層に対してバインダを含まない水等の水性媒体を散布するため、水性媒体の加熱乾燥に時間を要し、硬化に時間を要する。これらの理由から、特許文献 1 に記載の積層鋳型の製造方法では、造形に時間を要する。

バインダを含む被覆層を有するコーテッドサンドからなる砂層に対してバインダを含まない水等の水性媒体を散布した後、加熱し、硬化させる特許文献 1 に記載の積層鋳型の製造方法では、得られる積層鋳型の鋳肌が悪化し、形状精度が悪化する恐れもある。

【 0 0 0 7 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、装置の構成要素が少なく、三次元積層造形の工程数を低減し、造形時間を短縮化することが可能な三次元積層造形装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の三次元積層造形装置は、耐火性骨材が供給されるテーブルと、

前記テーブル上に前記耐火性骨材を供給する耐火性骨材供給手段と、

前記テーブル上に供給された前記耐火性骨材をならして、所定厚さの砂層を形成する伸展手段と、

前記砂層の特定箇所に対して選択的に、水ガラス、界面活性剤、および水を含む水性バインダ液を散布する選択的散布手段とを備え、

前記伸展手段は、前記テーブル上の前記耐火性骨材を加熱する加熱手段を含むものである。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、装置の構成要素が少なく、三次元積層造形の工程数を低減し、造形時間を短縮化することが可能な三次元積層造形装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明に係る一実施形態の三次元積層造形装置の全体模式断面図である。

【図 2】本発明に係る一実施形態の三次元積層造形法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

[三次元積層造形装置]

図面を参照して、本発明に係る一実施形態の三次元積層造形装置の構造について、説明する。図 1 は全体模式断面図であり、4 層の積層を終えた状態を示してある。

【 0 0 1 2 】

本実施形態の三次元積層造形装置 1 は、上面に、原料砂である耐火性骨材 S が供給される平面視矩形状の板状のテーブル 1 1 と、テーブル 1 1 の下面中央部から下方に延び、テーブル 1 1 を上下移動させるピストン 1 2 と、テーブル 1 1 を囲む枠部材 1 3 とを有する。テーブル 1 1 は、その側面が枠部材 1 3 の内側面と接した状態で、ピストン 1 2 の上下移動により枠部材 1 3 内で上下に移動可能となっている。

本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、テーブル 1 1 の上面と、テーブル 1 1 の上面より上方に位置する枠部材 1 3 の内側面で囲まれた空間部が、造形が行われる造形空間部となっている。

【 0 0 1 3 】

耐火性骨材 S としては特に制限されず、鋳型等の造形では鋳物砂が用いられる。鋳物砂

10

20

30

40

50

としては、砂撒き性に優れ、好適な薄さの砂層を形成でき、良好な鑄肌を有し高精度の鑄物が得られることから、粒子が細かく熱膨張率が小さく耐火度の高い人工砂が好ましい。人工砂の製造方法は特に制限されず、焼結法および溶融法が挙げられる。

【0014】

耐火性骨材Sは、耐火性骨材の表面に、バインダとしての水ガラスの固形分および必要に応じて界面活性剤を含む被覆層が形成された被覆層付きの耐火性骨材（コーテッドサンドまたは被覆砂とも言う。）であってもよいし、被覆層のない未処理の砂（新砂とも言う。）であってもよい。

【0015】

[背景技術]の項で挙げた特許文献1では、バインダを含む被覆層付きの耐火性骨材（コーテッドサンド）を用い、砂層の特定箇所に対してバインダを含まない水等の水性媒体を散布する。本実施形態では、砂層に対して水性バインダ液を散布するため、原料砂である耐火性骨材Sとして被覆層のない未処理の砂（新砂）を用いることができる。この場合、あらかじめ被覆層付きの耐火性骨材（コーテッドサンド）を製造しておく必要がなく、原料砂の用意が簡易で好ましい。

バインダを含む被覆層付きの耐火性骨材（コーテッドサンド）は、搬送時の振動等により被覆層が部分的に剥離するなど、品質が安定しないが、被覆層のない未処理の砂（新砂）はこのような問題がなく、品質の安定性の面でも、好ましい。被覆層のない未処理の砂（新砂）を用いる場合、鑄肌が良好で、形状精度が良好な鑄型が得られ、好ましい。

【0016】

本実施形態の三次元積層造形装置1は、原料砂である耐火性骨材Sを貯留する貯留タンク20を備える。貯留タンク20の底部は、耐火性骨材Sを吐出する吐出口を含む吐出部21である。貯留タンク20は、吐出部21が、テーブル11の上面と対向するように配置される。貯留タンク20は、テーブル11の上面に対して水平移動可能となっている。貯留タンク20は、テーブル11上に耐火性骨材Sを供給する耐火性骨材供給手段である。

【0017】

本実施形態の三次元積層造形装置1は、貯留タンク20の吐出部21からテーブル11の上面に供給された耐火性骨材Sを、一定厚さに薄くならして、所定厚さの砂層61を形成する伸展部材（伸展手段）30を備える。伸展部材30は、テーブル11の上面に対して水平移動可能となっている。伸展部材30としては、公知のものを用いることができ、リコータ等が挙げられる。

特許文献1に記載の三次元積層造形装置では、伸展部材（伸展手段）とは別にヒータ（加熱手段）を設けているのに対して、本実施形態の三次元積層造形装置1では、伸展部材（伸展手段）30がヒータ等の加熱手段を内蔵している。本実施形態では、1つの部材30が、リコータ等の伸展手段とヒータ等の加熱手段とを兼ねている。

【0018】

本実施形態の三次元積層造形装置1は、砂層61の特定箇所に対して選択的に、水性バインダ液WBを散布するインクジェット散布装置（選択的散布手段）40を備える。インクジェット散布装置40は、水性バインダ液WBを吐出するノズル41を有する。インクジェット散布装置40は、テーブル11の上面に対して水平移動可能となっている。

砂層61の特定箇所に対して選択的に水性バインダ液WBを散布できれば、選択的散布手段としてインクジェット散布装置以外の他の公知の装置を用いてもよい。

【0019】

本実施形態において、水性バインダ液WBは、バインダ（粘結剤とも言う。）としての水ガラス、界面活性剤、および水を含む。

水ガラスは珪酸ナトリウムの濃水溶液であり、珪酸ナトリウムを水に溶解させ、加熱することで得られる。水ガラスは、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ の分子式で表され、係数n（ SiO_2 と Na_2O との分子比）が「モル比」と定義される。水ガラスの粘度は、珪酸ナトリウムのモル比、珪酸ナトリウムの濃度、および温度に応じて変化する。モル比

10

20

30

40

50

は特に制限されず、好ましくは 2.0 ~ 3.7 である。

【0020】

一般的に、水および/または水ガラスを含む水性液を砂層に散布する場合、水および/または水ガラスの表面張力によって砂の凝集が起こり、水および/または水ガラスを含む液が砂層に浸透しにくい傾向がある。

一般的に、人工砂は、粒子形状が球形またはそれに近く、単位体積当たりの表面積が小さい傾向がある。そのため、特に、耐火性骨材 S として人工砂を用いる場合、水および/または水ガラスを含む水性液と接触したときに、凝集がより起こりやすい傾向がある。

本実施形態では、水性バインダ液 WB が界面活性剤を含むことで、液の表面張力が低下するため、耐火性骨材 S として人工砂を用いる場合にも、砂の凝集を抑制し、砂層 61 に水性バインダ液 WB を良好に浸透させることができる。

界面活性剤としては、強アルカリ性の水ガラスと混合しても化学的に安定で、水ガラスの硬化に影響を与えないものが好ましい。界面活性剤としては例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸エステル塩（純度は例えば 80 ~ 99.8 質量%）等が好ましい。

【0021】

本実施形態において、テーブル 11、枠部材 13、貯留タンク（耐火性骨材供給手段）20、伸展部材（伸展手段）30、インクジェット散布装置（選択的散布手段）40は、ハウジング 50 内に収容されている。

ハウジング 50 内の雰囲気は特に制限されず、空気雰囲気、二酸化炭素またはガス化したエステルを含む雰囲気、および窒素等の不活性ガスの雰囲気等が挙げられる。

ハウジング 50 内の雰囲気としては、二酸化炭素またはガス化したエステルを含む雰囲気が好ましい。この場合、二酸化炭素またはガス化したエステルと砂層 61 に散布された水ガラスとの酸化反応により、水性バインダ液 WB が散布された砂層 61 の硬化が促進され、好ましい。

ハウジング 50 内の雰囲気は、常温前後の温度雰囲気（例えば 20 ~ 28）でもよいし、30 以上の加熱雰囲気でもよく、30 以上の加熱雰囲気が好ましい。30 以上の加熱雰囲気では、水性バインダ液 WB が散布された砂層 61 の硬化が促進され、好ましい。

【0022】

[三次元積層造形法]

本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、以下のように三次元積層造形を行うことができる。図 2 に、一実施形態の三次元積層造形法のフローチャートを示す。

【0023】

(工程 (S1))

はじめに、貯留タンク（耐火性骨材供給手段）20 の吐出部 21 からテーブル 11 の上面全体に耐火性骨材 S を供給する。この工程 (S1) では、必要に応じて貯留タンク 20 を平行移動させながら、テーブル 11 の上面全体に耐火性骨材 S を供給することができる。この工程 (S1) でテーブル 11 の上面に供給される耐火性骨材 S の厚さは全体的に不均一である。

なお、次の工程 (S2) で、テーブル 11 上に供給された耐火性骨材 S を全体的に広げ、テーブル 11 の上面全体に砂層 61 を形成できるのであれば、この工程 (S1) では、テーブル 11 の上面に部分的に耐火性骨材 S が供給されない箇所があってもよい。

【0024】

(工程 (S2))

次いで、リコータ等の伸展部材（伸展手段）30 を用いて、テーブル 11 の上面全体に不均一な厚さで供給された耐火性骨材 S を、一定厚さに薄くならして、テーブル 11 の上面全体に所定厚さの 1 層目の砂層 61 を形成する。

【0025】

(工程 (S3))

次いで、インクジェット散布装置（選択的散布手段）40を用いて、リコータ等の伸展部材30を用いて形成された所定厚さの1層目の砂層61の特定箇所に対して選択的に、水ガラス、界面活性剤、および水を含む水性バインダ液WBを散布する。

本実施形態では、水性バインダ液WBが界面活性剤を含むことで、水性バインダ液WBの表面張力が低下するため、耐火性骨材Sとして人工砂を用いる場合にも、砂の凝集を抑制し、砂層61に水性バインダ液WBを良好に浸透させることができる。

【0026】

1層目の砂層61において水性バインダ液WBが散布された箇所は、ある程度固まった状態となる。特に、ハウジング50内の雰囲気、30以上の加熱雰囲気、および、二酸化炭素またはガス化したエステルを含む雰囲気等の水ガラスの硬化を促進する雰囲気である場合、1層目の砂層61において水性バインダ液WBが散布された箇所の硬化が促進される。なお、この工程（S3）の時点では、1層目の砂層61において水性バインダ液WBが散布された箇所は、完全に硬化しなくてもよい。

10

【0027】

（工程（S4））

次いで、砂層61の厚さ分だけ、テーブル11を降下させる。

【0028】

（工程（S5））

工程（S4）を実施した後の1層目の砂層61の上面全体に、工程（S1）と同様の方法にて、貯留タンク（耐火性骨材供給手段）20の吐出部21から耐火性骨材Sを供給する。

20

【0029】

（工程（S6））

次いで、工程（S2）と同様の方法にて、リコータ等の伸展部材（伸展手段）30を用いて、1層目の砂層61の上面全体に不均一な厚さで供給された耐火性骨材Sを、一定厚さに薄くならして、所定厚さの2層目の砂層61を形成する。

この工程（S6）では、伸展部材30を用いて2層目の砂層61を形成する同時に、加熱手段を兼ねる伸展部材30を用いて、特定箇所を選択的に水性バインダ液WBが散布された1層目の砂層61を加熱する。1層目の砂層61において、水性バインダ液WBが散布された箇所が、加熱手段を兼ねる伸展部材30による加熱により選択的に硬化し、硬化層62となる。

30

伸展部材30による加熱温度は特に制限されず、好ましくは30～180、より好ましくは60～150、特に好ましくは80～140、最も好ましくは100～120である。

【0030】

（工程（S7））

次いで、工程（S3）と同様の方法にて、インクジェット散布装置（選択的散布手段）40を用いて、リコータ等の伸展部材30を用いて形成された所定厚さの2層目の砂層61の特定箇所に対して選択的に、水ガラス、界面活性剤、および水を含む水性バインダ液WBを散布する。

40

工程（S3）と同様、ハウジング50内の雰囲気が、30以上の加熱雰囲気、および、二酸化炭素またはガス化したエステルを含む雰囲気等の水ガラスの硬化を促進する雰囲気である場合、2層目の砂層61において水性バインダ液WBが散布された箇所の硬化が促進される。

【0031】

工程（S7）を実施した後、必要に応じて、工程（S4）～工程（S7）を繰り返す。

最後の層については、工程（S7）を実施した後、加熱手段を兼ねる伸展部材30を用いて、特定箇所を選択的に水性バインダ液WBが散布された最後の砂層61を加熱し、水性バインダ液WBが散布された箇所を硬化層62として、造形を終了する。

図1に示すように、硬化層62を複数積層することで、所望の立体形状の三次元造形物

50

を製造することができる。最後に、三次元積層造形装置 1 から製造された三次元造形物を取り出す。

【0032】

本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、リコータ等の伸展部材（伸展手段）30 が加熱手段を兼ねる。そのため、2 層目以上の硬化層 62 の形成工程では、加熱手段を兼ねる伸展部材（伸展手段）30 を用いて、耐火性骨材 S を薄くならして、新たな砂層 61 を形成すると同時に、先に形成された下の砂層 61 を加熱し、その特定箇所を硬化することができる。本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、このように、1 つの工程で、伸展と加熱による硬化を実施できるので、三次元積層造形の工程数を低減することができる。

本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、砂層 61 に対してバインダとしての水ガラスを含む水性バインダ液 WB を散布するため、水性バインダ液 WB が散布された砂層 61 の硬化時間を短縮化することができる。

本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、工程数の低減と硬化時間の短縮により、造形時間を短縮化することができる。

【0033】

本実施形態の三次元積層造形装置 1 では、砂層 61 に対してバインダとしての水ガラスと界面活性剤とを含む水性バインダ液 WB を散布するため、界面活性剤による水性バインダ液 WB の表面張力の低下により、砂層 61 に対して水性バインダ液 WB を良好に浸透させることができる。

【0034】

以上説明したように、本実施形態によれば、装置の構成要素が少なく、三次元積層造形の工程数を低減し、造形時間を短縮化することが可能な三次元積層造形装置を提供することができる。

【符号の説明】

【0035】

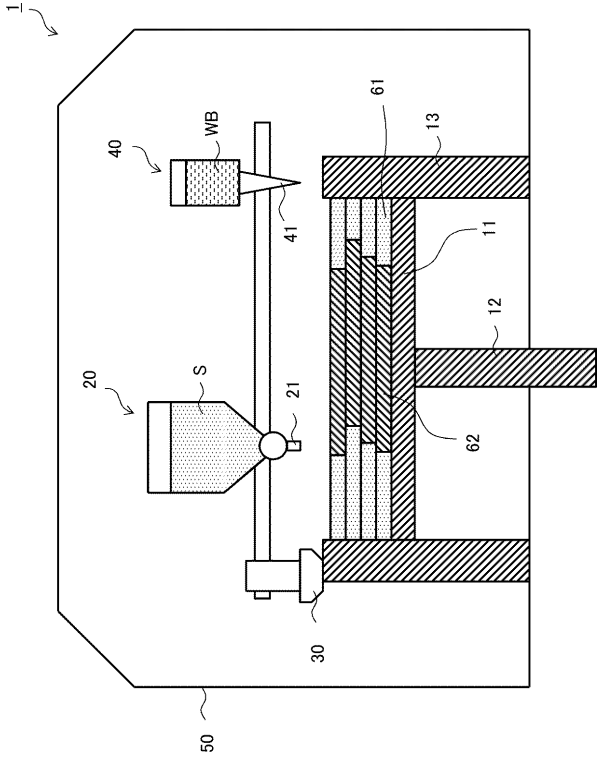
- 1 三次元積層造形装置
- 11 テーブル
- 20 貯留タンク（耐火性骨材供給手段）
- 21 吐出部
- 30 伸展部材（伸展手段）
- 40 インクジェット散布装置（選択的散布手段）
- 50 ハウジング
- 61 砂層
- 62 硬化層
- S 耐火性骨材
- WB 水性バインダ液

10

20

30

【 図 1 】



【 図 2 】

