

(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2017-144700

(P2017-144700A)

(43) 公開日 平成29年8月24日 (2017. 8. 24)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 9 C 69/00 (2006. 01)	B 2 9 C 69/00	4 F 2 1 3
B 3 3 Y 10/00 (2015. 01)	B 3 3 Y 10/00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-30143 (P2016-30143)
 (22) 出願日 平成28年2月19日 (2016. 2. 19)

(71) 出願人 000206211
 大成建設株式会社
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
 (74) 代理人 100091306
 弁理士 村上 友一
 (74) 代理人 100174609
 弁理士 関 博
 (72) 発明者 野村 働生
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大
 成建設株式会社内
 (72) 発明者 森藤 哲雄
 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大
 成建設株式会社内

最終頁に続く

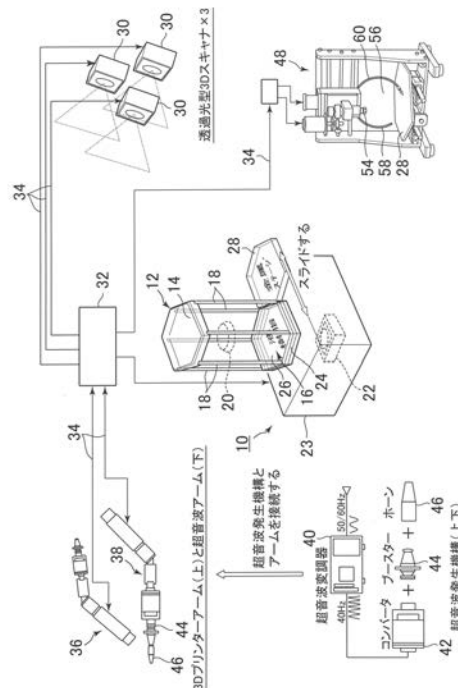
(54) 【発明の名称】 複合材料の成形方法及び成形装置

(57) 【要約】

【課題】 3次元プリンターの製造過程に超音波を用いた被膜工程を加え、造形物を異なった性質の物体で覆い、それによって、所定の強度をもった軽量化された複合材の成形方法及び成形装置を提供しようとするものである。

【解決手段】 3次元プリンターにより形成された造形物上に被膜素材を塗布し、その後、被膜素材表面から超音波振動を加えることにより造形物と被膜素材の融着を図るようにした。これを実現するため、3次元の造形物を製作可能な3次元プリンターと、この3次元プリンターに被膜素材吐出機構を有する3次元プリンターアームと、超音波発信機を装備した超音波アームとを配置し、これらと通信手段を介して互いに接続され、前記3次元プリンターにより造形された造形物の表面に被膜素材を塗布するよう駆動される前記3次元プリンターアームと、この被膜の塗布面上から超音波を付与し超音波溶接により造形物と被膜素材との溶着を図るように駆動される前記超音波アームとの制御手段を備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

3次元プリンターにより形成された造形物上に被膜素材を塗布して冷却し、その後、被膜素材表面から超音波振動を加えることにより造形物と被膜素材の融着を図ることを特徴とする複合部材の成形方法。

【請求項 2】

造形された複合部材を吸着移動した後、外表面を整える整形処理を成すことを特徴とする複合部材の成形方法。

【請求項 3】

3次元の造形物を製作可能な3次元プリンターと、
この3次元プリンターに被膜素材吐出機構を有する3次元プリンターアームと、超音波発信機を装備した超音波アームとを配置し、
これらと通信手段を介して互いに接続され、前記3次元プリンターにより造形された造形物の表面に被膜素材を塗布するよう駆動される前記3次元プリンターアームと、この被膜の塗布面上から超音波を付与し超音波溶接により造形物と被膜素材との融着を図るよう駆動される前記超音波アームとの制御手段を備えたことを特徴とする複合部材の成形装置。

10

【請求項 4】

前記3次元プリンターにはマシニングセンタを併設し、両者を移動可能な吸着テーブルにより連携してなり、3次元プリンターにより造形された複合部材を前記吸着テーブルにより運び、マシニングセンタにより外表面の整形を可能としたことを特徴とする請求項3に記載の複合部材の成形装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は複合材料の成形方法及び成形装置に係り、特に3次元プリンターを使用して造形した複合材料の成形方法及び成形装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

建築材料に加工を施すことなく作製したままの状態で使用することができれば、施工管理が大幅に改善する。このため、直接、軽量な材料を設計図通りに作製できる3次元プリンターの利用が注目されている。

30

【0003】

既存の3次元プリンターは大きく分けて、「熱溶解積層法」、「光造形法」、「粉末固着式積層法」、「レーザー粉末焼結法」、「ポリジェット法」、「ロストワックス法」の6つの造形方法で造形物を作製している。「熱溶解積層法」とは、200度程度まで熱したパスタ状の細い樹脂を任意の形に積み上げて形を作る。「光造形法」は、光を当てると凝固する材料にピンポイントで光を当てて製造する。「粉末固着式積層法」は、石膏の粉末など微細な粉末を、水などを接着剤にし、振り掛けて固めていく。「レーザー粉末焼結法」は、同じく材料は粉末だが任意の形に固める際にレーザーを当てて高熱を使う。「ポリジェット法」は、2Dのインクジェットプリンターに似た構造を持っていて、ヘッドのノズルからUV硬化性の液体樹脂を噴出し、UVライトで硬化させながら積層してモデルを造形する。「ロストワックス法」は、原型をローで作る際に3次元プリンターを用いる方法である。

40

【0004】

しかし、これらの方法では、3次元プリンターの造形は、基本的に種類の素材しか出力できないため、素材のそれぞれの特性の併せ機械の条件を整え、それぞれ造形物として種類ずつ出力し、それらを組み合わせ、形状などを整え、完成品となる。

【0005】

50

また、各素材によって、出力の際の条件が異なるため、他の素材との融合一体化が難しい。仮に、3次元プリンターを用いて建築材料を造形した場合、単一素材のみの造形物で所定の強度と軽量化を実現し、建物の造形物として使用するには、圧縮のみではなく、引っ張り、捻じれ、振動といった様々の力に耐える必要があるため、一種類の素材を一種類ずつ出力し、それらを組み合わせて完成品となることが大半である3次元プリンターでは困難となっていた。特許文献1においても、最外周側に取り付けられる外装材は、原型素材と別体につくられ、外装穴に取り付けられる構造とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2015-186851号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このように、従来の3次元プリンターの造形は、基本的には一種類の素材しか出力しかできないため、出力された造形品はその素材のもつ強度、例えば造形に使用する樹脂の強度しか持たなかった。このため、3次元プリンターを用いて建築材料を造形する場合、造形物の素材の軽量化とともに、様々な方向からの3次元的な「力」に耐える必要があり、現用の3次元プリンターによる出力方法では実現できなかった。

【0008】

本発明は、3次元プリンターの製造過程に超音波を用いた被膜工程を加え、造形物を異なった性質の物体で覆い、それによって、所定の強度をもった軽量化された複合材の製造方法及び形成機を提供しようとするものである。すなわち、金属と樹脂のように異なる物体を結合し得る超音波溶接を利用し、3次元プリンターの造形物に一体となった被膜を行おうとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明に係る複合材料の成形方法および成形装置は次のように構成されている。

すなわち、本発明に係る複合部材の成形方法は、3次元プリンターにより形成された造形物上に被膜素材を塗布して冷却し、その後、被膜素材表面から超音波振動を加えることにより造形物と被膜素材の融着を図るように構成されたものである。造形された複合部材を吸着移動した後、外表面を整える整形処理を成すようにすれば、できた複合材の整形をなすことができる。

【0010】

本発明に係る複合部材の成形装置は、3次元の造形物を製作可能な3次元プリンターと、この3次元プリンターに被膜素材吐出機構を有する3次元プリンターアームと、超音波発信機を装備した超音波アームとを配置し、これらと通信手段を介して互いに接続され、前記3次元プリンターにより造形された造形物の表面に被膜素材を塗布するよう駆動される前記3次元プリンターアームと、この被膜の塗布面上から超音波を付与し超音波溶接により造形物と被膜素材との融着を図るように駆動される前記超音波アームとの制御手段を備えたことを特徴としている。この場合、前記3次元プリンターにはマシニングセンタを併設し、両者を移動可能な吸着テーブルにより連携してなり、3次元プリンターにより造形された複合部材を前記吸着テーブルにより運び、マシニングセンタにより外表面の整形を可能とすればよい。

【発明の効果】

【0011】

上記構成によれば、3次元プリンターの作製工程に加え、造形物と違う性質の物体で覆い、両者を超音波溶接により融合一体化することができ、それによって所定の強度と軽量化を実現することができる。

10

20

30

40

50

すなわち、最初に、3次元プリンターで例えば樹脂を素材として造形物を造る。その造形物に対して、制御手段は通信手段を介して送られたデータに基づき3次元プリンターに送り、造形物表面に3次元プリンターアームから吐出した被膜素材を塗布する。その後、やはり制御手段により超音波アームを駆動し、被膜された造形物の表面から超音波を掛け、造形物と被膜との間を微小振動させ、両者を融着させるのである。このようにすることによって、造形物のもっている素材としての軽量化と、被膜素材としての例えば金属の強度を併せ持つ複合部材を得ることができるのである。

【0012】

このできた複合部材は、例えば、建築材料として使用することができ、軽量で強度が高い材質の新素材として用いることができる。また、その他にも、医療や義歯などの歯科材の適用や、自動車その他の製造業にも適用することができる。

造形された複合部材を吸着移動した後、外表面を整える整形処理することにより、正確な寸法となり直接建築材料として用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施例に係る複合材料の成形装置の全体構成を示す斜視図である。

【図2】透過光型3次元スキャンの動作説明図である。

【図3】本実施例に係る複合材料の成形装置における本体部の金属皮膜を超音波溶接している拡大正面図である。

【図4】本実施例に係る3次元プリンターとCNCマシニングセンタと関係構成を示す拡大側面図である。

【図5】本実施例に係る複合材料の成形装置を構成するCNCマシニングの斜視図である。

【図6】本実施例に係る複合材料の成形装置の動作フロー図である。

【図7】本実施例に係る複合材料の成形装置の整形作業フロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に本発明の実施形態を、図面を参照して、詳細に説明する。

なお、この実施形態は一つの例であり、技術思想を共通するものはすべて含まれ、実施形態に適用した部材の改変は自由である。

本発明では、光造形方法を用いた3次元プリンターを採用する。この光造形方法は、UV硬化樹脂を造形材料として利用し、高強度化・構造体内部に細孔を形成し、軽量化など活用方法が多岐にわたるため、採用するものとした。また、造形物を出力し、被膜工程を付加させるため、今回はUV光をステージ下部より照射する方法と、造形物表面に金属箔を結合するために超音波を発生させるアームを設置するものとした。更に、UV光におけるUV硬化樹脂の硬化周波数は材料により大きく異なる他、多くの硬化条件の際の周波数は、周波数変換器を用いて各材料に対応するものとした。

【0015】

また、超音波溶接を行うため、超音波の振動レベルによって対象物に接触した分子の表面層を結合させることが重要である。例として超音波溶接（高周波）は周波数20kHzで数十マイクロンの縦振動により樹脂が1秒以下で瞬時に溶着し、分子間レベルで結合させることが可能である。

【0016】

最初に、光学式3次元プリンター10を用いて材料を造形する。造形フレーム12のタイプは（デルタ）式を用いる。3次元プリンター10の選定理由として、複雑な造形物を簡易に仕上がりが良く製作可能な点、光源の位置を変えることで造形ステージの位置を調整することが可能である点、照射するUV光の波長を、変換器を介することで、調整可能であるため、様々な材料を使用することが可能である点などが挙げられる。造形フレーム12の基本構成材質には、カーボン繊維からなるカーボン素材を使用することになっている。これは造形物の加工の際に、軸がぶれて精度がでないことを防止するためであり、また

10

20

30

40

50

、造形時や被膜時の微振動による機械制御に影響を可能な限り与えないため、衝撃吸収に優れ、かつ基本的なフレームを軽量化するためである。

【0017】

このようなことから、3次元プリンター10の主要部には六角柱の造形フレーム12が形成され、上下の六角形の天板部14と底板部16との間をカーボン支柱18で支えている。造形フレーム12の内部には3次元プリンター10の造形ステージ20が配置されるとともに、図示しない駆動機構により六角のカーボン支柱18の内部で上下昇降できるように構成されている。昇降させるため、造形ステージ20を支える造形フレーム12の六角柱の一面が昇降ガイドを構成し、その昇降背面部の特に強度を高くしている。特に、高弾性率タイプ炭素繊維を用いて昇降背面部を形成しており、後述する金属プレートの出入り口を反対側のカーボン支柱が担うため、昇降背面部の強度を高くしている。

10

【0018】

また、造形用のUV光源22が造形フレーム12の底板部16より下方、すなわち3次元プリンター本体23の内部に取り付けられ、このUV光源22は照射するUV光の波長を、変換器を介する事で、380~1400nm前後と調整出来るようになっている。このため、様々な材料の使用・硬化速度の調整など様々な造形方法を採用することができる。そして、前記造形ステージ20とUV光源22の間に位置して、造形ステージ20に対向する底板部16の構造は、3層式となっている。底面層にUV硬化樹脂のUV硬化を抑制するための酸素層24、中間層に液樹脂プール26を設置し、最上層にスライド式の金属ステージ28を配置できるようにしている。すなわち、最初に、底面層には酸素層24を設置する。これにより下部からのUV光を、酸素を用いて抑制し、UV硬化を制御する事が可能となっている。次に、中間層にはUV硬化樹脂の液樹脂プール26を設置する。底面の酸素層24を挟み込む事で、上昇する造形ステージ20に造形をする際に、形状・硬化速度などを調整しながら造形する事が可能となる。最後に、高層にはスライド式の金属ステージ28を配置する。この金属ステージ28には床面部に多数の空気孔が形成され、これに空気吸引を導入し得るようにされている。これにより、造形完了後に超音波で金属皮膜を行った時に発生する残塵や、後述のCNCマシニングセンタ(コンピュータ数値制御工作機)を用いて、表面を加工した時に発生する残塵など簡単に除去する事が可能となる。また、造形物をCNCマシニングセンタに移動させる際に、そのまま移動させる事が可能となる。これにより、3次元プリンター10の造形ステージ20を最上部に設置し、中間層の液樹脂プール26に液樹脂を流し、下部のUV光源22からUV光を照射することにより造形が開始する。このとき、金属ステージ28は図1のように位置をずらせて置く。

20

30

【0019】

造形開始時に造形物の頭頂部を支持点として造形ステージ20に固定する。これにより、従来の積層構造とは違い、形状を安定させるサポート材を必要とせずに硬化しながら造形物を連続で上昇させる事が可能となる。

【0020】

この実施形態では、造形材料として、一般市販品の液化ポリマー樹脂(以下、液樹脂)を選定する。選定理由として、液化樹脂にも数多くの種類が存在するが、汎用性が高く、入手が容易で比較的安価であり、圧縮や引っ張りなどに対して、やや抵抗を示す為、様々な種類の力に対して結果が得られると考えられるからである。もちろん、この液化ポリマー樹脂に代えて他の光硬化樹脂を使用することもできる。

40

【0021】

また、透過光型3次元スキャナ30がこの造形ステージ20の周囲に設けられている。これはカーボン支柱18に区分けられている六面の柱18と柱18の間に上向き状態(造形物を見通せる状態)で、一つ置きに3か所に配置されている。このスキャナ30は、コントローラ32に通信手段34を介して、データの入出力をするものとされ、表面形状・内部構造を記録させるようになっている。透過光型を選定したのは、造形物のデータ採取を遠距離から行う事が可能である点、内部の構造も含めデータを取得する事が可能である

50

為、部分的に空隙を形成し、軽量化させると言った改良材料のデータが簡単に取得可能となっている点からである。

【0022】

3次元プリンターの本体23の内部には上記コントローラ32が配備され、そのOS、通信手段として無線LAN、加工軸としてATC対応の軸、ルータ軸、鋸軸、自在式吸着テーブル(フラットタイプ)、空気を通すMDFボード等が備えられ、これらの動きをコントローラ32によって制御している。

【0023】

次に、記録させた表面形状・内部構造のデータを超音波発生機構とそのアーム・3次元プリンターの両方にデータを送り、両方のアームの動きを造形物の表面形状を追従させる様にCNCマシニングセンタを用いて設定する。

10

【0024】

すなわち、3次元プリンター10には先端に材料吐出口を設けた3次元動作可能な3次元プリンターアーム36と、超音波発生機構を搭載した超音波アーム38とが設けられている。これは六角形状の造形フレーム12の側部において、互いに基部を3次元プリンター本体23に植設し、先端を造形物に接触可能に配置されている。

【0025】

最初に、超音波を発生させる機構を搭載した超音波アーム38について述べる。この超音波アーム38は接触型とされており、超音波発生機構は、図1に示すように、電源に接続される電流周波数を超音波変調器40により40kHzまで上げ、コンバータ42により超音波を超音波に変換し、さらにブースター44によって超音波の量を増幅している。さらに先端部にホーン46を取付け、増幅した振動を一点に集中させるようにしている。そして、このような超音波発生機構を搭載させ、3次元プリンター本体23と通信ケーブルやその他の通信手段34を通じて超音波アーム38に組み付けて構成するものである。超音波アーム38は通常の3軸動作可能な構成とされている。これにより、先端部に発生する超音波による振動を用いて、造形物の表面の被膜と超音波溶接により溶着させる。

20

【0026】

被膜を塗布するために3次元プリンターアーム36は次のように構成されている。これは造形物の表面を覆う被膜材を液体状態となるように加熱して収容し、造形された3次元加工物の表面に塗布させるものとなっている。この実施例では、特に金属ガリウム(以下、Ga)を選定している。これは、加工が容易で、融点が30度前後と低く、かつ、異常液体である為である。融点が30度前後と低い為、実施工の際に、アーム内部の熱が高く、機材が故障するリスクがかなり低いと考えられている。また、Gaは異常液体の為、固体時の結晶構造に隙間が多く、分子が自由になる液体状態の方が最密に近くなる特性を有している。これにより、超音波で発生した熱で造形物に対して溶着した際に、外気によってGaが固体化し、通常よりも体積が増加する事で、より少量の金属で造形物を被覆することができる。この被膜材もGaに限らず、一定の濡れ性が非常に高い物質であればよい。

30

【0027】

被膜形成動作を行わせるため、3次元プリンターアーム36や超音波アーム38は本体23、CNCマシニングセンタと通信手段34を介して接続され、先ほどの透過型3次元スキャナ30からのデータから演算した結果に基づいて、表面にGaを塗布しながら超音波溶接させる。この流れは3次元プリンターアーム36にて造形した後、超音波アーム38により超音波溶接させる順番である。

40

【0028】

このGaの被膜厚さは、0.34nm以上としている。これは、酸素の大きさが0.34nmな為である。被膜工程時に恐らく、極小のピンホールが出来ると予想出来るが、ガリウム(Ga)は元素記号31で、第13族元素な為、イオン化傾向が強いので、酸素と非常に結合しやすい事になる。よって、0.34nmより薄ければ薄いほど(被膜厚さが0.34nm以下であるほど)大気中の酸素からの影響が浸透しやすく、酸化しやすくな

50

ってしまう。したがって、0.34 nm以上の厚さとした。なお、厚みが増すほど、重量とコストが増えるが、これはバランスを見て定めればよい。

【0029】

超音波溶接は金属の融点の35～50%の温度が瞬間的に発生する。Gaの融点は30前後と低い為、熱による造形物に対しての影響は少ない。

超音波溶接が完了した後の被膜造形物を、CNCマシニングセンタ48のフライスマシンを用いて、造形物の仕上がりを整えて完成形とする。このため、金属ステージ28は、図4に示すように、このCNCマシニングセンタ48と共通にしており、金属ステージ28はCNCマシニングセンタ48との間を往復移動できるように配置形成されている。そして、CNCマシニングセンタ48も通信手段34を通じて被膜造形物の計測データを送るよう設定され、被膜造形物の形態に合わせた作業を行うようにしている。

10

【0030】

CNCマシニングセンタ48は、自動で精密な掘削・加工などが可能である。フライスマシンを選定した理由は1/1000ミリ単位で調整が可能である点・5軸同時制御や螺旋掘削など複雑な動きを簡単に行える点などが挙げられる。また、空気孔を備えたMDFボードと合わせる事で、空気孔より空気の排出・吸着を行い、造形物の冷却・ステージへの固定を行う。同様の空気孔は3次元プリンター10の造形ステージ20にも内蔵するものとする。

【0031】

すなわち、図4～5に示すように、CNCマシニングセンタ48はマシン本体50を横軸52に沿って横行移動可能に取り付けられ、マシン本体50に昇降動可能にルータ軸54を下方に向けて配置している。ルータ軸54の下方には加工ステージ56が設けられ、その下方に前述した金属プレート28が配置可能になっている。金属プレート28はその下部に設けられた駆動機構により前後にスライド可能かつ上下移動可能となっている。そして、前述した3次元プリンター10とCNCマシニングセンタ48との間をスライドレール57で連携しており、金属プレート28が両者の間を移動可能となっている。金属プレート28を造形フレーム12内に挿入して、液樹脂層26の上に覆い被さるようになっているが、このため、図4に示すように、金属プレート28が稼働する前方に位置するカーボン支柱18の下部に出入口18aが設けられている。出入口18aはヒンジ結合により揺動可能に取り付けられたものとされる。金属プレート28は造形フレーム12の出入口18aの下部と、入り口18aの対角線上の正面位置に設けられた電磁石18b、18cにより造形フレーム12内に入ることができる。電磁石18b、18cは引力と斥力を利用して出入り可能とし、金属ステージ28を造形フレーム12中に入れるときには、S極とN極で引き合わせることで内部に入れ込み、逆にS極とS極、あるいはN極とN極のように同一極で引き離しを行う。これは電磁石18b、18cの磁力の向きを替えることで容易に実現することができる。

20

30

【0032】

このCNCマシニングセンタ48の加工ステージの両側には、図5に示されているように、節足構造の鋸軸58と、同様に節足構造のパキュームクリーナ60が配置されている。鋸軸58は3次元プリンター10側で作製した複合部材の表面金属を削ることができ、他方、パキュームクリーナは切削に伴って発生する塵埃を吸引除去するものである。前記ルータ軸54には仕上用のやすり軸を取付け、表面凹凸を取り除くようになっている。また、金属プレート28の表面部には空気孔が設けられ、図示しない吸引源により空気を吸引し、上部の塵埃を除去するとともに、この金属プレート28に搭載された複合部材を吸着できるようになっている。

40

なお、アーム運動・スキャニング・マシニングセンタ運動・UV照射による液樹脂硬化時間の調整などのコントロールは全てPC演算で行うものとする。

【0033】

次に、このように構成された成形装置を用いた具体的作業の方法を説明する。

まず、初期準備として次の作業を行う。

50

- (a) 式光学式 3 次元プリンター本体に 3 次元プリンターアーム 3 6、超音波アーム 3 8、CNC マシニングセンタ / フライスマシン 4 8 を接続する。
- (b) 超音波アーム 3 8 と超音波発生機構を接続する。
- (c) 3 次元プリンター 1 0 と CNC マシニングセンタ 4 8 を接続する。
- (d) 3 次元プリンター 1 0 と内部底面内の UV 光源 2 2 を上向きに設置する。
- (e) 3 次元プリンター 1 0 の低層に酸素を注入する。
- (f) 3 次元プリンター 1 0 の中間層に液樹脂を溜める。
- (g) 3 次元プリンター 1 0 の高層の金属ステージ 2 8 が、CNC マシニングセンタ / フライスマシン 4 8 の加工ステージにスライド・吸着するかの動作確認を行う。造形ステージ 2 0 も吸着を行うか確認する。
- (h) 3 次元プリンター本体 2 3 の内部 (CPU やメモリ などがある部分) のボトルにガリウムが十分満たされているか確認する。

10

【 0 0 3 4 】

このような準備作業が完了したならば、実際の作業工程に入る。これは図 6 に示すようなフローチャートにしたがって行われる。

< 造形作業フロー >

(ステップ 0 1) まず、最初に、3 次元プリンター 1 0 に予め設定された造形データを送信し造形を開始する。

(ステップ 0 2) 3 次元プリンター 1 0 の造形ステージ 2 0 底部を液体樹脂と接触させる。

20

(ステップ 0 3) UV 光照射開始。これにより、3 次元プリンター造形ステージ 2 0 の底部と液体樹脂が固着する。

(ステップ 0 4) 液体樹脂を造形しながら、ゆっくりと造形ステージ 2 0 を上昇する。造形ステージ 2 0 と固着している為、造形物も上昇しながら形成されていく。

(ステップ 0 5) 送信時の造形データ内容通りの造形完了後、CNC マシニングセンタ / フライスマシン 4 8 の金属ステージ 2 8 (自在式吸着テーブル・空気孔付の MDF ボード) を造形フレーム 1 2 内にスライド移動させる。

(ステップ 0 6) 造形ステージ 2 0 を降下させ、金属ステージ 2 8 に近接させる。この時、造形ステージ 2 0 に造形物は固着したままである。

(ステップ 0 7) カーボン支柱 1 8 の柱間の 3 台の透過光型 3 次元スキャナ 3 0 を用いて造形物のスキャンを行う。スキャンデータはコントローラ 3 2 に送られる。

30

(ステップ 0 8) 造形物のスキャンデータを 3 次元プリンター本体 2 3 ・ CNC マシニングセンタ 4 8 に送信する。

(ステップ 0 9) 3 次元プリンター本体 2 3 のコントローラ 3 2 により、3 次元プリンターアーム 3 6 ・超音波アーム 3 8 に送信する。

(ステップ 1 0) 造形物のスキャンデータを元に、3 次元プリンターアーム 3 6 の先端部よりガリウム Ga を吐出し、表面に塗布していく。

(ステップ 1 1) ガリウム Ga を吐出後、金属ステージ 2 8 より空気を吸引排出し、ガリウムを冷却させる。これにより、被膜を安定させる。

(ステップ 1 2) ガリウム Ga で、被膜を行った後、超音波アーム 3 8 を追従させ、金属と樹脂を結合させて行く (超音波溶接) 。この時も継続して、金属ステージ 2 8 より空気を排出し冷却をする。なお、この時はまだ、造形物は造形ステージに固着した状態である。

40

(ステップ 1 3) 完了アラームを確認した後、空気孔からの空気を一時停止する。なお、造形物露出部の溶着が完了したら、3 次元プリンター内部のアラームが鳴る仕組みである。

(ステップ 1 4) 造形ステージ 2 0 と金属プレート 2 8 を接触させる。

(ステップ 1 5) 金属プレート 2 8 の空気孔より空気を取り込み、造形物をしっかりと吸着する。

(ステップ 1 6) 造形ステージ 2 0 を上昇させ、造形ステージ 2 0 を固着部から剥がす。

50

この時は、造形ステージ 20 の空気孔より空気を排出し、造形物を固着部から剥がすのを補助する役割を果たす。

(ステップ 17) 造形ステージを剥がした部分は、被膜が行われていない状態の為、再度、3次元プリンターアーム 36・超音波アーム 38を用いて、被膜を行う。上部は造形ステージ 20 の空気孔からの空気の排出で冷却を行う。なお、透過光型 3次元スキャナ 30で造形ステージ 20との固着時に全体を透過スキャンしている為、再度、上部のみをスキャンする必要は無い。

(ステップ 18) 被膜した造形物を形成後、造形ステージ 20 の空気孔の空気の排出を止め、造形ステージ 20 を最上部まで上昇させ、他作業の邪魔にならない様にする。

(ステップ 19) 3次元プリンター 10上の金属プレート 28から、CNCマシニングセンタ/フライスマシン 48の金属加工ステージ 56上に金属プレート 28をスライドさせる。

(ステップ 20) 被膜した造形物の表面の金属をルータ軸 54・鋸軸 58をヤスリと同等の使い方で整えていく。

(ステップ 21) CNCマシニングセンタ/フライスマシン 48で、整える面を変えながら全方面を整える。なお、その際に発生した残塵は常に空気孔からの空気の排出・バキュームクリーナで随時掃除を行う物とする。

(ステップ 22) 完成。

【0035】

また、この造形作業フローにおけるステップ 19からステップ 22までのCNCマシニングセンタ 48による詳細な整形作業フローは、図 7に示すように、以下のように行われる。

<整形作業フロー>

3次元プリンター 10から被膜後の造形物を載せて、マシニングセンタ 48へ金属プレート 28をスライドし、加工ステージ 56に移す。

表面の金属を鋸軸 58で削って行く。発生する残塵は、全てバキュームクリーナ 60および金属プレート 28の空気孔で吸着排気して行く(ステップ 192)。また、定期的にバキュームクリーナ 60の排気で被覆造形物の表面を冷却する。

鋸軸 58での作業が完了した後、次はルータ軸 54に鋸軸 58よりもキメの細かいやすり軸を取付け、これによって磨きを掛けることで表面の凹凸を無くすために、丁寧に削っていく(ステップ 194)。ステップ 192と同様に、発生する残塵は全てバキュームクリーナ 60・空気孔で吸着排気していく。また、定期的にバキュームクリーナ 60の排気で被覆造形物の表面を冷却する。

表面が完了したことを確認した後、ATCにより、ルータ軸 54に4本アーム軸を設置する(ステップ 196)。

4本アーム軸を用い、被膜造形物を持ち上げ、上下を逆転させる。これにより、金属プレート 28と接触していた箇所の調整が可能となる(ステップ 198)。

再び、ステップ 192~194を実行する(ステップ 200)。なお、この際に発生する残塵は全てバキュームクリーナ 60・空気孔で吸着排気して行く。また、定期的にバキュームクリーナ 60の排気で被覆造形物の表面を冷却する。さらに、この時に被膜造形物は金属ステージ 28上に降ろされている。

そして、最後に完成となる(ステップ 202)。

【0036】

このように構成された本発明に係る複合材料の成形方法及び成形装置によれば、光学式 3次元プリンターを選定したことにより、複雑な造形物を仕上がりよく製作可能で、光源の位置を変えることで造形ステージの位置を調整することが可能となり、照射するUV光の波長を、変換器を介することで、調整できるため、様々な材料を使用することができる。超音波を発生させる機構を搭載した超音波アーム(以下、アーム)は接触型とする。材料は液化ポリマー樹脂を選定する。選定理由として、液化樹脂にも数多くの種類が存在するが、汎用性が高く、入手が容易であるからである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

造形物の表面を覆う金属箔は、加工が容易で融点が高いガリウムを選定し、造形ステージは3層式とし、底面にUV硬化を抑制するための酸素層、中間層に液樹脂、高層に金属プレート(スライド式)を設置し、UV硬化を制御する。3次元プリンター10のステージを最上部に設置し、液樹脂を流し、UV光を下部から照射している。造形開始時に造形物の頭頂部を支持点とし固定する。これにより、従来とは違い、形状を安定させるサポート材を必要とせず硬化しながら造形物を連続で上昇させることが可能となる。

【 0 0 3 8 】

その後、形態化した樹脂に対し、3次元プリンター10に接続した3次元スキャナ30を用いて、表面形状・内部構造を記録させる。続けて記録させたデータを3次元プリンター10に送り、3次元プリンターアーム36に表面形状を追従させるように設定する。その後、表面にガリウムGaを塗布しながら超音波アーム38を用いて超音波溶接させていく。超音波溶接は金属の融点の35～50%の温度が瞬間的に発生する。Gaの融点は29.8と室温でも不定形を示すため、科学的にも問題はないと考えられる。

10

【 0 0 3 9 】

溶着完了後の造形物を、CNCマシニングセンタ(コンピュータ自動精密工作機)48を用いて、造形物の仕上がりを整え完成形となる。

なお、アーム運動、スキャニング、UV照射による液樹脂硬化時間の調整など制御は全てPC演算で行うものとする。互いの表面を瞬時に融解し、再構築を行っているため、素材レベルでの融合が可能となる。

20

周辺を違う素材で覆うことで複数の物体特性を付与することができる。ここで上記実施形態では金属皮膜としてガリウムGaを用いたが、アルミニウム・インジウム・タリウムなどでも可能である。

【 0 0 4 0 】

また、上記実施形態では、建材に適用した例について説明したが、軽量で強度が高い材質の新素材として用いることができる。また、その他にも、医療や義歯などの歯科材の適用や、自動車その他の製造業にも適用することができる。

【 符号の説明 】

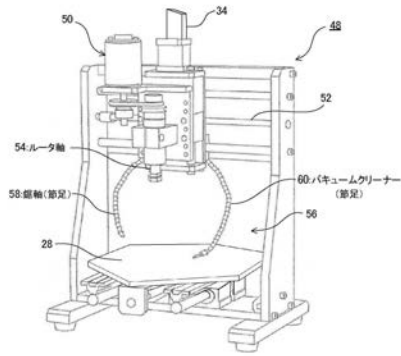
【 0 0 4 1 】

10 …… 3次元プリンター、12 …… 造形フレーム、14 …… 天板部、16 …… 底板部、18 …… カーボン支柱、18a …… 出入り口、18b …… 電磁石、20 …… 造形ステージ、22 …… UV光源、23 …… 3次元プリンター本体、24 …… 酸素層、26 …… 液樹脂層、28 …… 金属プレート、30 …… 透過光型3次元スキャナ、32 …… コントローラ、34 …… 通信手段、36 …… 3次元プリンターアーム、38 …… 超音波アーム、40 …… 超音波変調器、42 …… コンバータ、44 …… ブースター、46 …… ホーン、48 …… CNCマシニングセンタ、50 …… マシン本体、52 …… 横軸、54 …… ルータ軸、56 …… 加工ステージ、57 …… スライドレール、58 …… 鋸軸、60 …… バキュームクリーナ

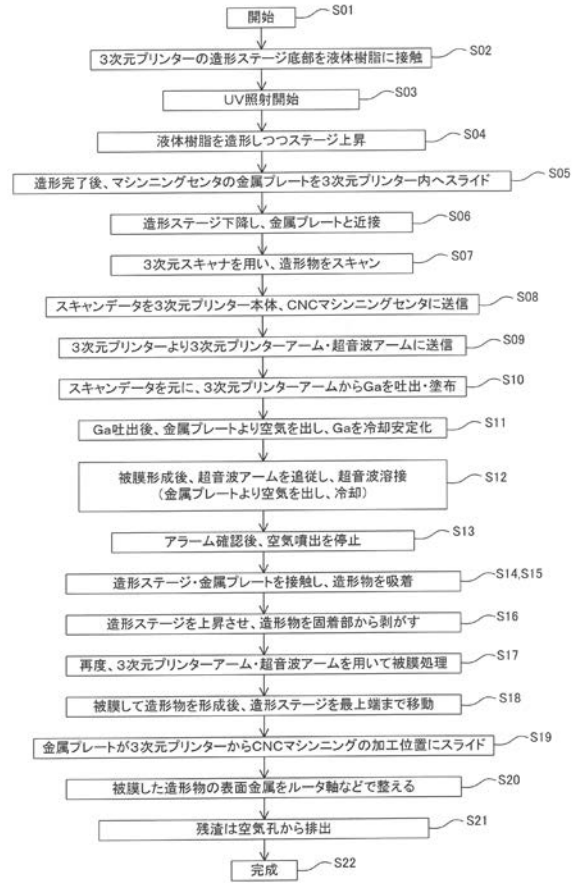
30

。

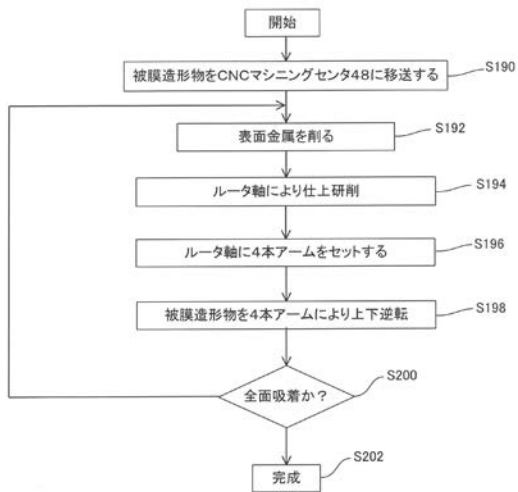
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 重村 健吾

東京都新宿区西新宿一丁目2番1号 大成建設株式会社内

(72)発明者 瀧本 幸弘

東京都新宿区西新宿一丁目2番1号 大成建設株式会社内

(72)発明者 森川 将司

東京都新宿区西新宿一丁目2番1号 大成建設株式会社内

Fターム(参考) 4F213 WA15 WA25 WA43 WA58 WA72 WA84 WB01