

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月3日(03.05.2018)



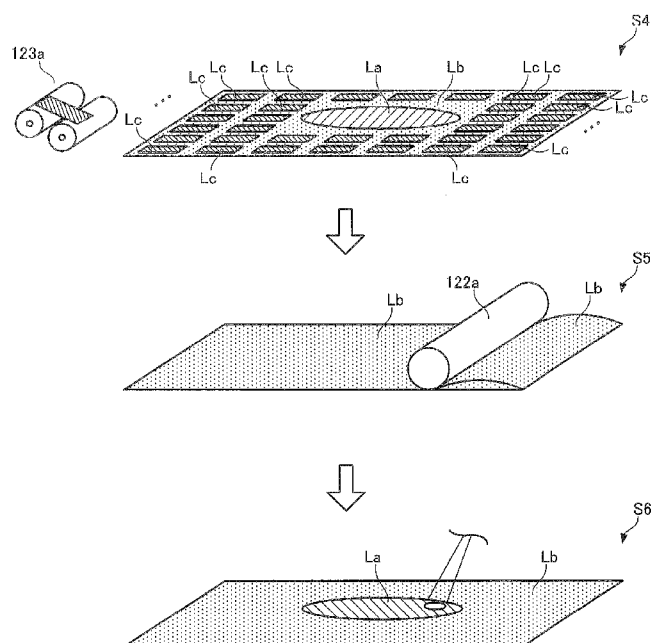
(10) 国際公開番号

WO 2018/079626 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 64/153 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B29C 64/188 (2017.01) B33Y 30/00 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/038578
- (22) 国際出願日: 2017年10月25日(25.10.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-209739 2016年10月26日(26.10.2016) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 宏 (ITOU, Hiroshi). 原 新一郎 (HARA, Shinichiro).
- (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-23-7 新宿ファーストウェスト8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL PRINTING APPARATUS AND METHOD FOR PRODUCING THREE-DIMENSIONAL PRINTED OBJECT

(54) 発明の名称: 三次元造形装置及び三次元造形物の製造方法



(57) Abstract: A three-dimensional printing apparatus is provided with: a powder layer-forming unit (120) for forming a powder layer made of a powder material on a printing stage (110); a laser-irradiating unit (130) for irradiating a laser on the printing region of the powder layer to sinter or melt-solidify the printing region and form a printed layer; a heat-dissipating material-supplying unit (123) for supplying heat-dissipating material on the printing stage (110); and a control unit (150) for controlling the powder layer-forming unit (120), the heat-dissipating material-supplying unit (123) and the

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

laser-irradiating unit (130) to repeat the processes of disposing the heat-dissipating material while forming powder layers and printed layers and laminate multiple printed layers so that at least a portion has the heat-dissipating material disposed therearound.

(57) 要約: 造形ステージ (110) 上に粉末材料からなる粉末層を形成する粉末層形成部 (120) と、前記粉末層の造形領域にレーザーを照射し、当該造形領域を焼結又は熔融固化させて造形層を形成するレーザー照射部 (130) と、前記造形ステージ (110) 上に放熱材を供給する放熱材供給部 (123) と、前記粉末層形成部 (120)、前記放熱材供給部 (123) 及び前記レーザー照射部 (130) を制御し、放熱材を配設しつつ粉末層及び造形層を形成する処理を繰り返し、少なくとも一部の周囲に前記放熱材が配設されるように複数の造形層を積層する制御部 (150) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：三次元造形装置及び三次元造形物の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、三次元造形装置及び三次元造形物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、粉末材料にレーザーを照射して三次元造形物を造形する三次元造形技術が知られている。この技術では、(i)粉末層の所定領域(以下、「造形領域」と称する)にレーザーを照射する、すなわち熱量を与えることによって当該造形領域の粉末材料を焼結又は溶融固化させて造形層を形成し、(ii)形成された造形層の上に新たな粉末層を敷いて同様にレーザーを照射して更に造形層を形成するといったことを繰り返して三次元造形物を造形する。尚、以下では、説明の便宜として、三次元造形物として完成する前の造形層を積層したものについても「三次元造形物」と称する。

[0003] 上記三次元造形技術に関連して、三次元造形物を造形する際に形成される粉末層の堆積層(以下、「粉末堆積層」と称する)内での温度分布特性の検証等がなされている(例えば、非特許文献1を参照)。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1: Stefan Josupeit and Hans-Joachim Schmid, "Three-dimensional in-process temperature measurement of laser-sintered part cakes", Proceedings of the solid freeform fabrication symposium, p.49-58, <http://sffsymposium.engr.utexas.edu/sites/default/files/2014-006-Josupeit.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 図1は、粉末堆積層内における三次元造形物の温度分布を模式的に示す図である。

[0006] 三次元造形物を造形する製造プロセスには、造形層を順次積層していく造形フェーズと、造形層を積層した後に一定時間放置して空気冷却する冷却フェーズとがある。

[0007] 造形フェーズの粉末堆積層の表層は、レーザーで照射されて粉末材料の融点以上の温度に繰り返し加熱され、高温状態（例えば、180℃程度）になっている（図1A）。造形プロセスが進むと、三次元造形物は、粉末堆積層内に埋もれ、当該造形物には鉛直／水平方向で温度差が発生する（図1B）。尚、図1Bでは、粉末堆積層の表層と中心領域が170℃程度で高温となり、下層側の深層や左右の端部が150℃程度まで温度低下した状態を表している。造形後の冷却フェーズでは、粉末堆積層内の中心部の熱が逃げにくくなり、造形物には造形中とは異なる温度分布が広がる（図1C）。尚、図1Cでは、粉末堆積層の中心領域が150℃程度で高温となり、その上下左右の端部が100℃程度となり、中心領域から周囲に向かって温度低下した状態を表している。このような温度分布特性が生じるのは、一般に、粉末材料の熱伝導率が低く、粉末堆積層内に熱がこもりやすいことに起因する。

[0008] このように三次元造形物は、粉末堆積層内に埋もれた状態（図1B、図1C）になると、三次元造形物の各部で温度分布のムラが生じることになり、これに起因して、部分収縮による反り等の熱歪が生じる。その結果、三次元造形物の造形精度が悪化するという問題があった。

[0009] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたもので、粉末堆積層内で三次元造形物に生じる温度分布のムラを抑制し、造形精度を向上可能な三次元造形装置及び三次元造形物の製造方法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

[0010] 前述した課題を解決する主たる本発明は、
粉末材料からなる粉末層を形成する粉末層形成部と、
前記粉末層の造形領域にレーザーを照射し、当該造形領域を焼結又は熔融固化させて造形層を形成するレーザー照射部と、
放熱材を供給する放熱材供給部と、

前記粉末層形成部、前記放熱材供給部及び前記レーザー照射部を制御し、
前記放熱材を配設しつつ前記粉末層及び前記造形層を形成する処理を繰り返す、
前記造形層の周囲の少なくとも一部に前記放熱材が配設されるように
前記放熱材を配設する制御部と、
を備える三次元造形装置である。

- [0011] 又、他の局面では、
造形ステージ上に粉末材料からなる粉末層を形成する工程と、
前記粉末層の造形領域にレーザーを照射し、当該造形領域を焼結又は熔融
固化させて造形層を形成する工程と、
前記造形ステージ上に放熱材を配設する工程と、を備え、
前記放熱材を配設しつつ前記粉末層及び前記造形層を形成する工程を繰り返す、
少なくとも一部の周囲に前記放熱材が配設されるように複数の前記造
形層を積層する、
三次元造形物の製造方法である。

発明の効果

- [0012] 本発明に係る三次元造形装置によれば、粉末堆積層内で三次元造形物に生
じる温度分布のムラを抑制し、造形精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図1 A、図1 B及び図1 Cは、粉末堆積層内における三次元造形物の温
度分布を模式的に示す図である。
[図2]図2は、実施形態に係る三次元造形装置の全体構成を概略的に示す図で
ある。
[図3]図3は、実施形態に係る三次元造形装置の制御系の主要部を示す図であ
る。
[図4A]図4 Aは、検証実験のモデル装置を示す図である。
[図4B]図4 Bは、検証実験のモデル装置を示す図である。
[図5]図5は、モデル装置における粉末堆積層内の温度分布の時間的変化を示
すグラフである。

[図6]図 6 は、実施形態に係る三次元造形装置の動作フローの一例を示す図である。

[図7]図 7 は、実施形態に係る三次元造形装置の動作フローの処理を模式的に示す図である。

[図8A]図 8 A は、積層方向における放熱材の配設位置の一例を示す図である。

[図8B]図 8 B は、積層方向における放熱材の配設位置の一例を示す図である。

[図9]図 9 は、変形例 1 に係る三次元造形装置の構成の一例を示す図である。

[図10]図 1 0 は、変形例 2 に係る三次元造形装置の構成の一例を示す図である。

[図11]図 1 1 は、変形例 3 に係る三次元造形装置の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0015] 図 2 は、本実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 の全体構成を概略的に示す図である。図 3 は、本実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 の制御系の主要部を示す図である。

[0016] 図 2 に示すように、三次元造形装置 1 0 0 は、開口内に位置する造形ステージ 1 1 0、粉末材料からなる粉末層を造形ステージ 1 1 0 上に形成する粉末層形成部 1 2 0、造形ステージ 1 1 0 上に放熱材に供給する放熱材供給部 1 2 3、粉末層の造形領域にレーザーを照射して、当該造形領域の粉末材料を焼結又は溶融固化して造形層を形成するレーザー照射部 1 3 0、造形ステージ 1 1 0 の鉛直方向における位置を可変に支持するステージ支持部 1 4 0、上記各部を支持するベース 1 4 5 を備える。

[0017] 尚、三次元造形装置 1 0 0 は、粉塵爆発（ある一定の濃度の可燃性の粉塵が大気などの気体中に浮遊した状態で、火花などにより引火して爆発を起こす現象）を誘発しないために、制御部 1 5 0 の制御を受けて不活性ガス（窒

素など）を装置内に供給する不活性ガス供給部（図示せず）を備えていてもよい。又、三次元造形装置１００は、制御部１５０の制御を受けて、装置内（特に、粉末材料による粉末層の上面）を予備的に加熱するヒーター（図示せず）を備えてもよい。

[0018] 又、図３に示すように、三次元造形装置１００は、三次元造形装置１００の全体を制御する制御部１５０、各種情報を表示するための表示部１６０、ユーザーからの指示を受け付けるためのポインティングデバイス等を含む操作部１７０、制御部１５０の実行する制御プログラムを含む各種の情報を記憶する記憶部１８０、及び、コンピューター装置２００との間で三次元造形データ等の各種情報を送受信するためのインターフェース等を含むデータ入力部１９０を備える。コンピューター装置２００は、三次元造形用のデータを生成してデータ入力部１９０に送信する。

[0019] 三次元造形装置１００は、造形ステージ１１０上に粉末層形成部１２０により粉末層を形成し、レーザー照射部１３０によるレーザーの照射によって当該造形領域の粉末を焼結又は溶融固化させて造形層を形成する。三次元造形装置１００は、形成された造形層の上に新たな粉末層を敷いて同様にレーザーを照射して更に造形層を形成するといったことを繰り返して、三次元造形物を造形する。この際、三次元造形装置１００の放熱材供給部１２３は、粉末層形成部１２０が粉末層を形成すると同時に又は粉末層を形成する前に、造形領域の周囲を取り囲むように放熱材を配設していく（図６、図７を参照して後述）。

[0020] 粉末層形成部１２０は、粉末供給部１２１及びリコーター駆動部１２２を含んで構成される。

[0021] 粉末供給部１２１は、粉末材料を造形ステージ１１０上に供給する。粉末供給部１２１は、例えば、供給ノズル１２１ａ、粉末材料を貯留する粉末材料タンク（図示せず）、モーター等の駆動機構（図示せず）を含んで構成される。粉末供給部１２１は、例えば、供給ノズル１２１ａの先端に設けられた弁体を動作させることで、粉末材料タンクから供給された粉末材料を造形

ステージ１１０上に供給する。

[0022] 粉末材料は、レーザー照射部１３０から照射されるレーザーによって焼結又は溶融固化し、三次元造形物を形成する素材である。粉末材料は、典型的には、樹脂材料であり、例えば、ポリアミド、ポリスチレン等が用いられる。

[0023] リコーター駆動部１２２は、リコーター１２２aを用いて造形ステージ１１０上に供給された粉末材料を平らに敷き詰めて、粉末材料からなる粉末層を形成する。リコーター駆動部１２２は、例えば、上記リコーター１２２aとモーター等の駆動機構（図示せず）を含んで構成され、駆動機構を駆動させて、リコーター１２２aを造形ステージ１１０に対して水平に移動させ、粉末材料を平らに敷き詰める。

[0024] 尚、粉末層形成部１２０は、造形ステージ１１０上に粉末層を平らに敷き詰めることができれば、他の方式で粉末材料を供給したりしてもよい。例えば、粉末供給部１２１は、供給ノズル１２１aに代えて、造形ステージ１１０の外縁部に粉末材料貯留部を設け、当該粉末材料貯留部から造形ステージ１１０上に流し込むように粉末材料を供給してもよい。又、造形ステージ１１０上に粉末材料を平らに敷き詰めるための手段として、リコーター１２２aの代わりにローラー等を用いてもよい。

[0025] 放熱材供給部１２３は、放熱材を造形ステージ１１０上に供給する。放熱材供給部１２３は、例えば、供給ローラー１２３a、当該供給ローラー１２３aに放熱材を順次セットする放熱材セッティング部（図示せず）、及び供給ローラー１２３aを移動させるモーター等の駆動機構（図示せず）を含んで構成される。そして、放熱材供給部１２３は、例えば、供給ローラー１２３aに銅箔等の放熱材を保持させ、供給ローラー１２３aを駆動させることにより、当該放熱材をスライドさせて造形ステージ１１０上に配設する。

[0026] 放熱材は、造形領域の周囲を取り囲むように造形ステージ１１０上に配設される。そして、放熱材は、三次元造形物が粉末堆積層内に埋もれた際、当該造形物及びその周囲の粉末材料から放熱し、三次元造形物の中で温度分布

のムラが生じることを抑制する。

[0027] 放熱材は、粉末材料よりも熱伝導率が高い素材が用いられ、典型的には、熱伝導率が粉末材料の10倍以上の素材が用いられる。放熱材としては、より望ましくは、銀、銅、アルミニウム、ステンレス鋼等の金属素材を用いる。金属素材は、熱伝導率が高い上、粉末材料と溶着することも防止できる。そのため、放熱材又は粉末材料の再利用も可能である。

[0028] 尚、一例として、粉末材料の熱伝導率は、ポリアミド：0.25 (W/mK)、ポリスチレン：0.1~0.14 (W/mK) である。又、放熱材の熱伝導率は、銀：420 (W/mK)、銅：398 (W/mK)、アルミニウム：236 (W/mK)、ステンレス鋼：16.7~20.9 (W/mK) である。

[0029] 放熱材は、厚みが粉末層の積層ピッチ（例えば、0.1mm）と同等又はそれ以下であるのが望ましく、例えば、箔状又は粉体状のものを用いる。

[0030] 尚、放熱材供給部123は、放熱材が箔状の場合、上記した供給ローラー123aを用いて、又は、ロボットアームを用いて、当該放熱材を造形ステージ110上に配設する。一方、放熱材が粉体状の場合、放熱材供給部123は、供給ノズル等を用いて、当該放熱材を造形ステージ110上に配設する。

[0031] レーザー照射部130は、レーザー光源131、及びガルバノミラー132aを有するガルバノミラー駆動部132を含んで構成される。レーザー光源131の例としては、ファイバーレーザー光源及びCO₂レーザー光源が挙げられる。レーザー光源131は、ガルバノミラー132aに向けてレーザーを出射する。

[0032] ガルバノミラー132aは、レーザー光源131からのレーザーを反射して当該レーザーをX方向に走査するXミラー、及びレーザー光源131からのレーザーを反射して当該レーザーをY方向に走査するYミラーから構成される。ガルバノミラー駆動部132は、ガルバノミラー132aを駆動して、粉末層の造形領域に対してレーザーを照射する。尚、レーザー照射部13

０は、レーザーの焦点距離を粉末層の表面に合わせるためのレンズ（図示せず）を備えていてもよい。

[0033] ステージ支持部１４０は、鉛直方向における造形ステージ１１０の位置を可変に支持する。すなわち、造形ステージ１１０は、ステージ支持部１４０によって鉛直方向に精密に移動可能に構成されている。ステージ支持部１４０としては、種々の構成を採用できるが、例えば、造形ステージ１１０を保持する保持部材と、当該保持部材を鉛直方向に案内するガイド部材と、ガイド部材に設けられたねじ孔に係合するボールねじ等で構成することができる。尚、造形ステージ１１０は、ガイド部材によって周囲を囲まれ、当該ガイド部材と造形ステージ１１０によって粉末材料を堆積する槽が形成されている。

[0034] 表示部１６０は、制御部１５０の制御を受けて、ユーザーに認識させるべき各種の情報やメッセージを表示する。

[0035] 操作部１７０は、テンキー、実行キー、スタートキー等の各種操作キーを備え、ユーザーによる各種入力操作を受け付けて、その入力操作に応じた操作信号を制御部１５０に出力する。例えば、造形対象の三次元造形物を表示部１６０に表示して所望の形状が形成されるか否かについて確認し、所望の形状が形成されない場合には、操作部１７０を介して三次元造形データに修正を加えてもよい。

[0036] 記憶部１８０は、制御部１５０の実行する制御プログラムを含む各種の情報を記憶する。記憶部１８０は、例えば、ＲＯＭ、ＲＡＭ、磁気ディスク、ＨＤＤ、ＳＳＤ等の各種の記憶媒体である。記憶部１８０には、例えば、データ入力部１９０を介して入力された三次元造形用のデータが格納される。

[0037] 制御部１５０は、三次元造形装置１００全体を制御する制御装置であって、例えば、中央処理装置等のハードウェアプロセッサを含んで構成される。制御部１５０は、粉末層形成部１２０、放熱材供給部１２３、レーザー照射部１３０、ステージ支持部１４０、表示部１６０、操作部１７０、記憶部１８０、データ入力部１９０とデータ通信して、これらの動作を制御する。

[0038] [検証実験]

本願の発明者らは、鋭意検討の結果、造形領域の周囲を取り囲むように放熱材を配設することによって、三次元造形物に生じる温度分布のムラを抑制できることを見出し、本発明に想到するに至った。

[0039] 以下、放熱材を適用することによる効果検証の実験結果について説明する。

[0040] 図4 A、図4 Bは、検証実験のモデル装置T 1、T 2を示す図である。

[0041] 図4 A、図4 Bのモデル装置T 1、T 2は、粉末材料からなる粉末堆積層T aを収容する粉体槽の周囲にヒーターT h 1～T h 3を設けるとともに、粉体槽内の複数の位置に温度センサT L 1～T L 3を設けたものである。図4 Aのモデル装置T 1は、粉体槽内全体に複数の放熱材T b（ここでは、銅箔）が配設されたモデル装置、図4 Bのモデル装置T 2は、粉末堆積層T a内に放熱材T bが配設されていないモデル装置となっている。

[0042] 検証実験では、モデル装置T 1、T 2において、ヒーターT h 1～T h 3を用いて粉末堆積層T aを加熱し、その後、自然冷却したときの、当該粉末堆積層T a内における温度分布及び冷却速度を確認した。本検証実験では、粉末堆積層T aを加熱している時間を造形フェーズ、粉末堆積層T aを自然冷却している時間を冷却フェーズとみなして、各時間における温度分布を測定している。

[0043] 図5は、図4 A、図4 Bのモデル装置T 1、T 2における粉末堆積層T a内の温度分布の時間的変化を示すグラフである。尚、図5において、T 1 m i dはモデル装置T 1の粉末堆積層T a内の中心部分の温度、T 1 m a xはモデル装置T 1の粉末堆積層T a内の最大の温度が検出された位置の温度、T 1 m i nはモデル装置T 1の粉末堆積層T a内の最小の温度が検出された位置の温度、T 2 m i dはモデル装置T 2の粉末堆積層T a内の中心部分の温度、T 2 m a xはモデル装置T 2の粉末堆積層T a内の最大の温度が検出された位置の温度、T 2 m i nはモデル装置T 2の粉末堆積層T a内の最小の温度が検出された位置の温度を示している。

[0044] 図5を参照すると、粉末堆積層T a内に放熱材T bを配設することによって、以下のような効果があることが分かる。

[0045] まず、造形フェーズにおける最大値T 1 m a xと最小値T 1 m i nの差が最大値T 2 m a xと最小値T 2 m i nの差と比較して、1／3程度になっていることから、粉末堆積層T a内に放熱材T bを配設することによって、造形フェーズにおける温度分布のムラを抑制できることが分かる。

[0046] 又、冷却フェーズにおける最大値T 1 m a xと最小値T 1 m i nの差が、最大値T 2 m a xと最小値T 2 m i nの差と比較して、1／3程度になっていることから、粉末堆積層T a内に放熱材T bを配設することによって、冷却フェーズにおける温度分布のムラも抑制できることが分かる。

[0047] 更に、冷却フェーズにおける冷却勾配がT 1 m a x、T 1 m i n、T 1 m i dのいずれについても、T 2 m a x、T 2 m i n、T 2 m i dよりも急峻になっていることから、粉末堆積層T a内に放熱材T bを配設することによって、冷却フェーズにおける冷却時間の短縮も可能でことが分かる。

[0048] 尚、三次元造形物は、粉末材料を焼結又は溶融固化して形成されるものであるため、実際に三次元造形物を形成するプロセスにおいても、当該三次元造形物の温度分布は、本検証実験の結果と同様の傾向を示すと推測される。

[0049] つまり、この実験結果は、発熱中心となる造形層の周囲を取り囲むように放熱材を配設することによって、粉末堆積層内に埋もれた造形層から各方向への放熱が促進され、造形フェーズ及び冷却フェーズのいずれにおいても、三次元造形物に生じる温度分布のムラを抑制できることを示唆する。

[0050] [三次元造形物の製造プロセス]

次に、図6、図7、図8A、図8Bを参照して、本実施形態に係る三次元造形装置100が、三次元造形物を製造する際の動作フローの一例について説明する。

[0051] 図6は、本実施形態に係る三次元造形装置100の動作フローの一例を示す図である。図6に示す動作フローは、例えば、制御部150がコンピュータプログラムに従って実行するものである。

[0052] 図7は、図6の動作フローのステップS4～S6の処理を模式的に示す図である。図7中で、La、Lb、Lcは、それぞれ、粉末層のうち焼結又は溶融固化された領域（造形領域）、粉末層のうち焼結又は溶融固化されていない領域（非造形領域）、放熱材が配設された領域を表している。又、図8A、図8Bは、積層方向における放熱材の配設位置の一例を示す図である。

[0053] 制御部150は、まず、スライスデータを作成する（ステップS1）。制御部150は、例えば、データ入力部190がコンピューター装置200から取得した三次元の造形形状データを、造形層の積層方向について薄く切った複数のスライスデータに変換して、記憶部180に格納する。尚、スライスデータは、三次元造形物を造形するための各造形層の造形データである。スライスデータの一層分のデータは、粉末層及び造形層の一層分に相当する。

[0054] 次に、制御部150は、スライスデータに基づいて、放熱材を配設する領域を決定する（ステップS2）。

[0055] 制御部150は、具体的には、三次元造形物に温度分布のムラが生じないようにするべく、スライスデータに基づいて造形領域の周囲を取り囲むように放熱材の配設領域を決定する。このとき、放熱材の配設位置は、できるだけ造形領域と近接させるのが望ましく、例えば、両者の間隔が2mm程度になるまで近接させる。但し、放熱材と造形物とが接触すると両者が溶着してしまうおそれがあるため、放熱材の配設位置は、両者が接触しないような位置とする。

[0056] 又、放熱材の配設位置は、積層方向については、図8Aに示すように各層に配設するものでもよいし、図8Bに示すように複数層間隔で配設するものとしてもよい。尚、図8A、図8Bにおいては、TLが造形層の一層分の厚さ（例えば、0.1mm）に相当する。

[0057] 他方、放熱材の配設位置は、等間隔でなくてもよいのは勿論である。又、放熱材の配設位置は、複数の造形層の積層方向の少なくとも一部において、放熱材が周囲を取り囲むものであればよく、例えば、偶数番目の層には造形

領域の上下に放熱材を配設し、奇数番目の層には造形領域の左右に放熱材を配設するものとしてもよい。又、三次元造形物の形状によっては、熱がこもる箇所側のみに放熱材を配設し、こもらない箇所とのバランスを取るようにしてもよい。

[0058] 制御部 150 は、上記ステップ S 1 及び S 2 で設定されたデータに基づいて、各層について、以下のステップ S 3 ～ S 7 を繰り返し実行する。

[0059] 制御部 150 は、まず、積層対象の層に放熱材を配設する領域が存在するか否かを判定する（ステップ S 3）。放熱材を配設する場合（ステップ S 3：YES）、続くステップ S 4 の放熱材の配設処理を行う。一方、放熱材を配設しない場合（ステップ S 3：NO）、制御部 150 は、放熱材を配設することなく、続くステップ S 5 の粉末層の形成処理を行う。

[0060] 次に、制御部 150 は、放熱材供給部 123 に対して制御信号を出力し、放熱材供給部 123 を動作させる（ステップ S 4）。

[0061] 放熱材供給部 123 は、制御部 150 から出力された制御信号に従って、供給ローラー 123a を駆動させて、造形ステージ 110 上の対応する領域 Lc に放熱材を配設する。

[0062] 次に、制御部 150 は、粉末層を形成するべく、粉末供給部 121 及びリコーター駆動部 122 に対して制御信号を出力し、これらを動作させる（ステップ S 5）。

[0063] 粉末供給部 121 は、制御部 150 から出力された制御信号に従って、供給ノズル 123a を造形ステージ 110 上で移動させながら造形ステージ 110 上の全体に粉末材料を供給する。尚、この際、粉末供給部 121 は、積層方向の高さが全体として均等になるように放熱材が配設された領域 Lc については放熱材が配設されていない領域 La、Lb よりも粉末材料を供給する量を少なくしてもよい。

[0064] その後、リコーター駆動部 122 は、制御部 150 から出力された制御信号に従って、造形ステージ 110 上で水平方向にリコーター 122a を移動して、粉末層の 1 層分の厚さとなるように粉末材料を押圧し、整地する。

- [0065] この際、放熱材は、粉末層の一層分以下の厚みの箔状又は粉体状の材料により構成されているため、ステップS 4で配設した放熱材は、粉末層内に埋設されることになる。換言すると、リコーター駆動部122は、放熱材に阻害されることなく、平坦な粉末層を形成することができる。これによって、続くステップS 6において、レーザーの照射位置の精度等が悪化すること起因して、三次元造形物の精度が悪化することも防止できる。
- [0066] 次に、制御部150は、レーザー照射部130に対して制御信号を出力し、レーザー照射部130を動作させる（ステップS 6）。
- [0067] レーザー照射部130は、制御部150から出力された制御信号に従って、レーザー光源131からレーザーを出射するとともに、ガルバノミラー駆動部132によりガルバノミラー132aを駆動して、粉末層上の造形領域Laに対してレーザーを照射する。そして、レーザーの照射によって粉末材料が焼結又は溶融固化し、造形領域Laに造形層が形成される。
- [0068] 次に、制御部150は、スライスデータに基づいて、すべての造形層を形成したか否かを判定する（ステップS 7）。ここで、すべての造形層を形成したと判定した場合（ステップS 7：YES）、制御部150は、一連の処理を終了する。一方、すべての造形層を形成していないと判定した場合（ステップS 7：NO）、制御部150は、ステージ支持部140に対して制御信号を出力し、ステージ支持部140を動作させるとともに、ステップS 3の処理に戻って、次の層に係る造形層を形成する。
- [0069] ステージ支持部140は、制御部150から制御信号が出力されるに応じて、モーター及び駆動機構を駆動し、造形ステージ110を積層ピッチだけ鉛直方向下方に移動する。
- [0070] 以上、ステップS 3～S 7の動作を繰り返すことにより、造形ステージ110上に複数の造形層が積層され、三次元造形物が造形される。そして、三次元造形物が造形された後、所定時間、自然冷却等によって冷却することで、当該三次元造形物が完成する。
- [0071] 以上、本実施形態に係る三次元造形装置100によれば、造形領域の周囲

に放熱材を配設しながら三次元造形物を形成していく。そのため、この三次元造形装置 100 は、粉末堆積層内に埋もれた造形物の温度分布のムラを解消しながら、造形層を積層していくことが可能である。これによって、三次元造形物に熱歪が生じることを抑制し、三次元造形物の造形精度を向上させることができる。又、これによって、放熱特性が向上し、冷却フェーズの冷却時間を短縮することも可能である。

[0072] 又、本実施形態に係る三次元造形装置 100 によれば、粉末層の一層分以下の厚みの箔状又は粉体状の部材により放熱材を構成しているため、三次元造形物の精度が悪化することも防止できる。ここで、箔状の放熱材を用いた場合は、造形ステージ 110 上に配設することが容易であり、加えて、回収及び再利用も容易である点で利点がある。一方、粉体状の放熱材を用いた場合は、三次元造形物の形状に合わせて配設位置の微調整が可能であり、より造形精度の向上及び冷却時間の短縮化を図ることができる点で利点がある。そのため、放熱材の態様は、三次元造形物の形状等に応じて、適宜選択するのが望ましい。

[0073] 又、本実施形態に係る三次元造形装置 100 によれば、放熱材を金属素材により構成しているため、良好な放熱特性を確保することが可能であるとともに、放熱材が粉末材料と溶着することもない。そのため、放熱材及び粉末材料の両方の再利用が可能となる。

[0074] (変形例 1)

図 9 は、変形例 1 に係る三次元造形装置 100 の構成の一例を示す図である。

[0075] 図 9 では、粉末材料を供給する供給ノズル 121a と放熱材を供給する供給ローラー 123a とが一体的に移動する構成となっている点で、上記実施形態と相違する。

[0076] そして、供給ノズル 121a と供給ローラー 123a とは、造形ステージ 110 上において、粉末材料及び放熱材を供給する位置を水平方向にずらして配設されている。

[0077] 三次元造形物を形成する際には、変形例１に係る三次元造形装置１００は、供給ノズル１２１ａが粉末材料を供給する工程と供給ローラー１２３ａが放熱材を供給する工程を同時並行的に実行する。そして、この際、変形例１に係る三次元造形装置１００は、放熱材を配設した後に、当該放熱材を覆うように粉末材料を供給する構成となっている。

[0078] このような構成とすることによって、造形フェーズ全体の造形時間を短縮することができる。又、粉末供給部１２１と放熱材供給部１２３とで、造形ステージ１１０上で供給ノズル１２１ａ及び供給ローラー１２３ａを移動させるためのモーター及び駆動機構を共用化することができるため、コスト削減及び小型化等にも資する。

[0079] (変形例２)

図１０は、変形例２に係る三次元造形装置１００の構成の一例を示す図である。

[0080] 変形例２に係る三次元造形装置１００は、放熱材供給部１２３の放熱材の供給方式が供給ローラー１２３ａに代えて、供給ノズル１２３ｂが用いられている点で、上記変形例１と相違する。

[0081] 変形例２に係る放熱材供給部１２３は、粉体状の放熱材を用いており、供給ノズル１２３ｂから当該放熱材を吐出する。又、変形例１と同様に、粉末材料を供給する供給ノズル１２１ａと放熱材を供給する供給ノズル１２３ｂとは、造形ステージ１１０上の水平方向に吐出口をずらした状態で保持され、一体的に移動する構成となっている。

[0082] 三次元造形物を形成する際には、変形例２に係る三次元造形装置１００は、供給ノズル１２１ａが粉末材料を供給する工程と供給ノズル１２３ｂが放熱材を供給する工程を同時に実行し、放熱材を配設した後に、当該放熱材を覆うように粉末材料を供給する。

[0083] このような構成とすることによっても、変形例１と同様に、造形フェーズ全体の造形時間を短縮することができる。又、粉末供給部１２１と放熱材供給部１２３とで、造形ステージ１１０上で供給ノズル１２１ａ及び供給ノズル

ル 1 2 3 b を移動させるためのモーター及び駆動機構を共用化することができるため、コスト削減及び小型化等にも資する。

[0084] (変形例 3)

図 1 1 は、変形例 3 に係る三次元造形装置 1 0 0 の構成の一例を示す図である。

[0085] 変形例 3 に係る三次元造形装置 1 0 0 は、放熱材供給部 1 2 3 の供給ノズルと粉末供給部 1 2 1 の供給ノズルとが共用化される点で、上記変形例 2 と相違する。

[0086] 変形例 3 に係る粉末供給部 1 2 1 の供給ノズル 1 2 1 c は、複数の吐出口 b 1 ～ b 5 を有するラインノズルとなっている。供給ノズル 1 2 1 c には、複数の吐出口 b 1 ～ b 5 のそれぞれから吐出する吐出対象を保持する収容室（図示せず）、及び当該収容室内に保持する吐出対象を切り替えるための弁（図示せず）が設けられている。そして、供給ノズル 1 2 1 c は、複数の吐出口 b 1 ～ b 5 それぞれに通ずる収容室内の吐出対象を切り替えることで、複数の吐出口 b 1 ～ b 5 それぞれから選択的に粉末材料又は粉体状放熱材を吐出する。

[0087] 三次元造形物を形成する際には、変形例 3 に係る三次元造形装置 1 0 0 は、供給ノズル 1 2 1 c を造形ステージ 1 1 0 上で水平方向に移動しながら、粉末材料を供給する工程と放熱材を供給する工程を同時に実行する。この際、供給ノズル 1 2 1 c は、造形ステージ 1 1 0 上の位置に応じて、複数の吐出口 b 1 ～ b 5 それぞれから、選択的に粉末材料又は放熱材を供給する。そして、三次元造形装置 1 0 0 は、放熱材を配設した後に、当該放熱材を覆うように粉末材料を供給する。

[0088] このような構成とすることによっても、造形フェーズ全体の造形時間を短縮することができる。加えて、又、粉末供給部 1 2 1 と放熱材供給部 1 2 3 とで、供給ノズル 1 2 1 c を共用化することができるため、コスト削減及び小型化等にも資する。

[0089] (その他の実施形態)

本発明は、上記実施形態に限らず、種々に変形態様が考えられる。

[0090] 上記実施形態では、三次元造形装置 100 の一例として、一個の三次元造形物を形成する態様について説明した。しかしながら、三次元造形装置 100 は、一連の造形フェーズにおいて、複数の三次元造形物を形成してもよいのは勿論である。その場合、制御部 150 は、当該複数の三次元造形物それぞれのスライスデータに基づいて、放熱材を配設する領域を決定すればよい。

[0091] 又、上記実施形態では、制御部 150 の一例として、一のコンピューターによって粉末層形成部 120、放熱材供給部 123 及びレーザー照射部 130 の制御を実現する構成を示した。しかしながら、当該制御は、複数のコンピューターによって実現されてもよいのは勿論である。例えば、粉末層形成部 120、放熱材供給部 123 及びレーザー照射部 130 それぞれを制御する複数のコンピューターを別個に設けてもよい。その場合、当該複数のコンピューターが互いにデータ通信することによって、粉末層形成部 120、放熱材供給部 123 及びレーザー照射部 130 を連携して制御すればよい。

[0092] 又、上記実施形態では、制御部 150 の一例として、スライスデータを作成や造形層の形成の処理を一連のフローの中で実行されるものとして示したが、これらの処理の一部が並列で実行されるものとしてもよい。又、制御部 150 は、各粉末層を形成する際に、毎回、対応する層のスライスデータに基づいて放熱材を配設する領域を決定してもよい。

[0093] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

[0094] 2016 年 10 月 26 日出願の特願 2016-209739 の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

符号の説明

[0095] 100 三次元造形装置

- 1 1 0 造形ステージ
- 1 2 0 粉末層形成部
- 1 2 1 粉末供給部
- 1 2 2 リコーター駆動部
- 1 2 3 放熱材供給部
- 1 3 0 レーザー照射部
- 1 3 1 レーザー光源
- 1 3 2 ガルバノミラー駆動部
- 1 4 0 ステージ支持部
- 1 4 5 ベース
- 1 5 0 制御部
- 1 6 0 表示部
- 1 7 0 操作部
- 1 8 0 記憶部
- 1 9 0 データ入力部
- 2 0 0 コンピューター装置

請求の範囲

- [請求項1] 粉末材料からなる粉末層を形成する粉末層形成部と、
前記粉末層の造形領域にレーザーを照射し、当該造形領域を焼結又は溶融固化させて造形層を形成するレーザー照射部と、
放熱材を供給する放熱材供給部と、
前記粉末層形成部、前記放熱材供給部及び前記レーザー照射部を制御し、
前記放熱材を配設しつつ前記粉末層及び前記造形層を形成する処理を繰り返し、前記造形層の周囲の少なくとも一部に前記放熱材が配設されるように前記放熱材を配設する制御部と、
を備える三次元造形装置。
- [請求項2] 前記放熱材の熱伝導率は、前記粉末材料の熱伝導率の10倍以上である、
請求項1に記載の三次元造形装置。
- [請求項3] 前記放熱材は、箔状の素材である、
請求項1又は2に記載の三次元造形装置。
- [請求項4] 前記放熱材は、粉体状の素材である、
請求項1又は2に記載の三次元造形装置。
- [請求項5] 前記放熱材は、金属素材により構成される、
請求項1乃至4のいずれか一項に記載の三次元造形装置。
- [請求項6] 前記放熱材は、前記粉末層の一層分以下の厚みの部材により構成される、
請求項1乃至5のいずれか一項に記載の三次元造形装置。
- [請求項7] 前記放熱材は、前記粉末層の各層又は複数層ごとに配設される、
請求項1乃至6のいずれか一項に記載の三次元造形装置。
- [請求項8] 前記放熱材供給部は、前記放熱材を保持する供給ローラーを有し、
当該供給ローラーの駆動により前記放熱材をスライドさせて、造形ステージ上に前記放熱材を配設する、

請求項 3 に記載の三次元造形装置。

[請求項9] 前記放熱材供給部は、前記放熱材を内部に保持する供給ノズルを有し、

当該供給ノズルから前記放熱材を吐出して、造形ステージ上に前記放熱材を配設する、

請求項 4 に記載の三次元造形装置。

[請求項10] 前記供給ノズルは、前記粉末材料を更に内部に保持し、吐出対象を前記放熱材又は前記粉末材料に切り替え可能に構成される、

請求項 9 に記載の三次元造形装置。

[請求項11] 前記制御部は、前記三次元造形物の造形形状データを各層にスライスしたスライスデータを用いて、前記放熱材を配設する領域を決定する、

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の三次元造形装置。

[請求項12] 前記放熱材供給部は、前記放熱材が前記レーザー照射部によるレーザー照射領域に接触しないように前記放熱材を供給する、

請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の三次元造形装置。

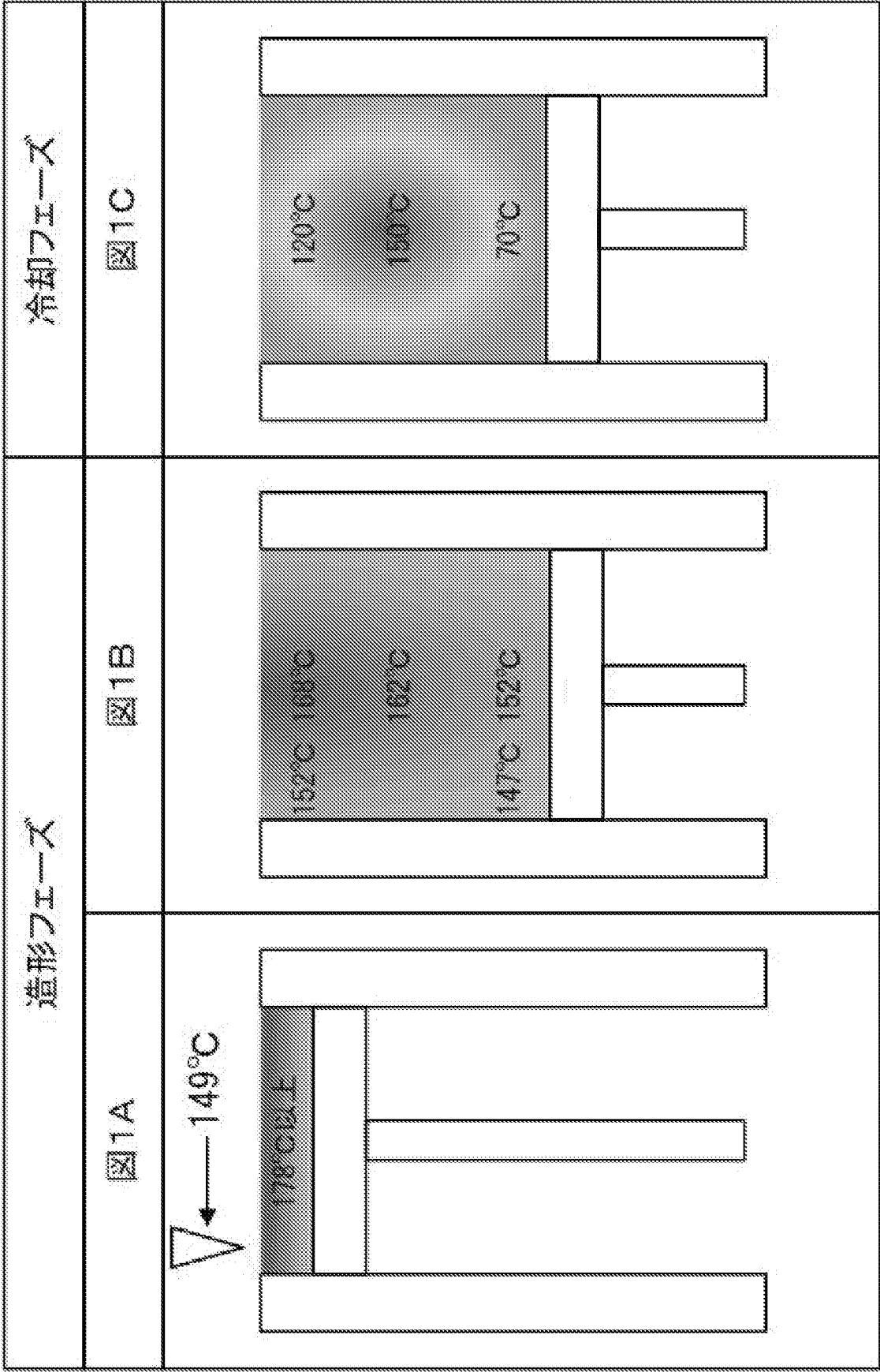
[請求項13] 造形ステージ上に粉末材料からなる粉末層を形成する工程と、前記粉末層の造形領域にレーザーを照射し、当該造形領域を焼結又は溶融固化させて造形層を形成する工程と、

前記造形ステージ上に放熱材を配設する工程と、を備え、

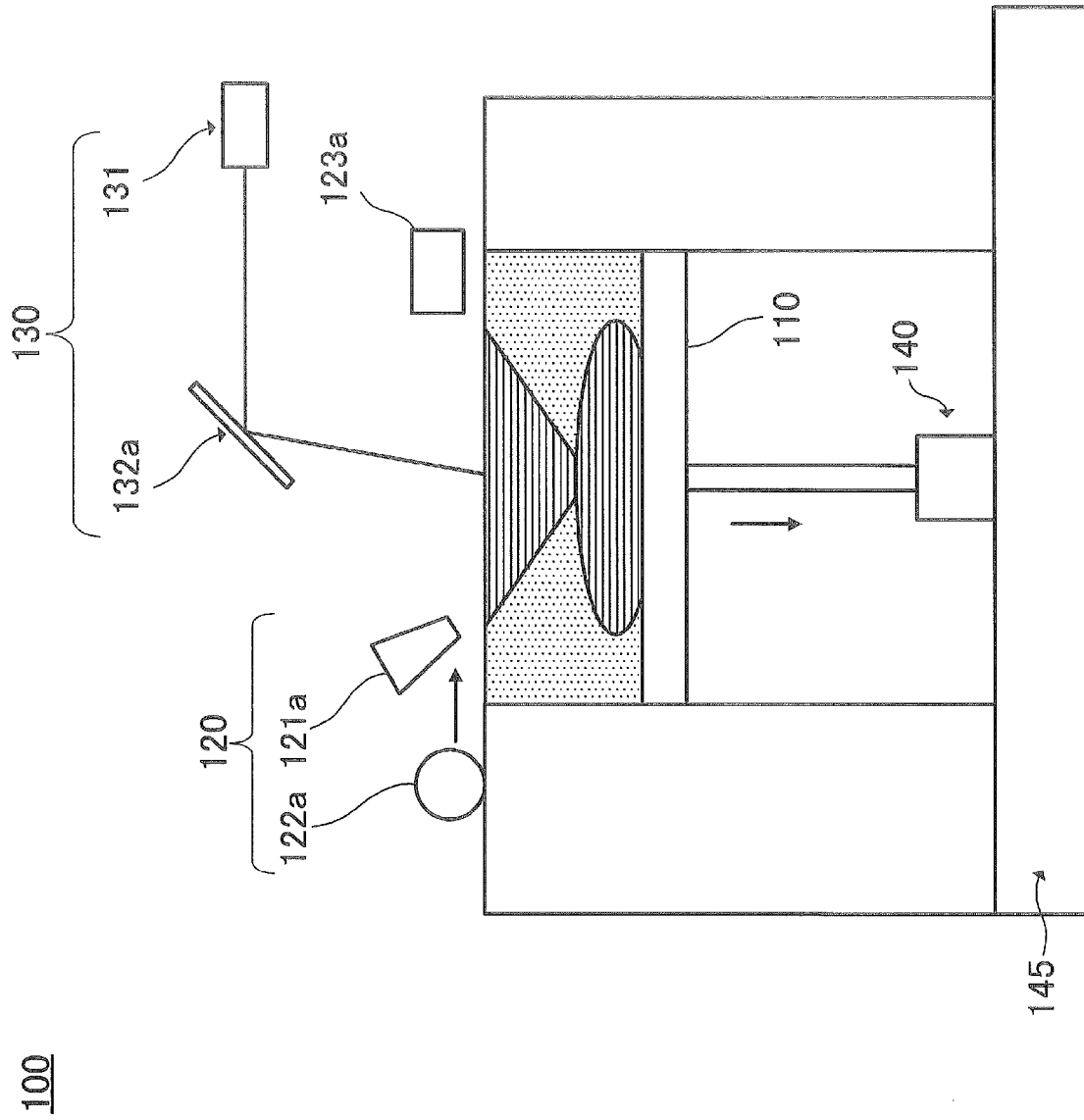
前記放熱材を配設しつつ前記粉末層及び前記造形層を形成する工程を繰り返し、少なくとも一部の周囲に前記放熱材が配設されるように複数の前記造形層を積層する、

三次元造形物の製造方法。

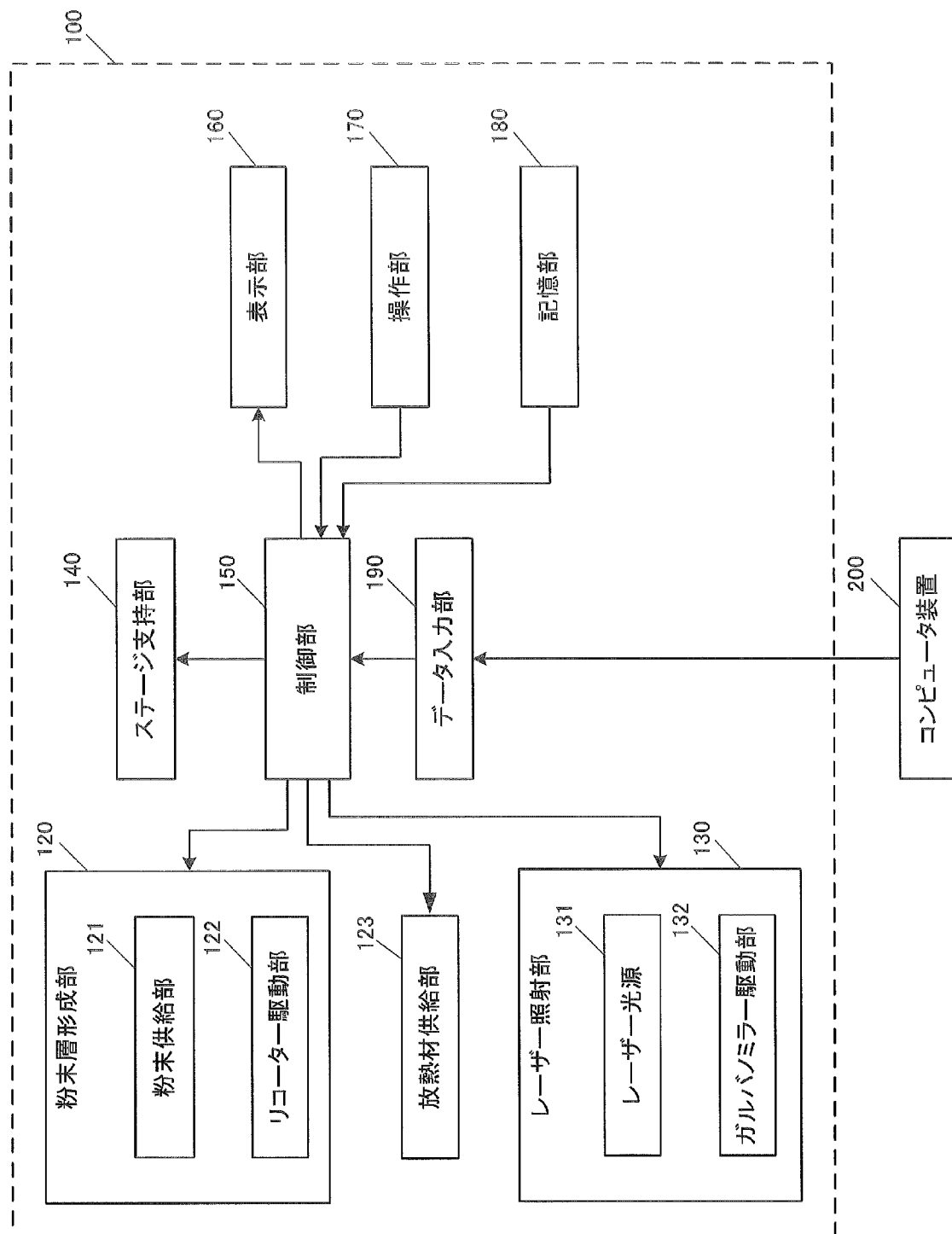
[図1]



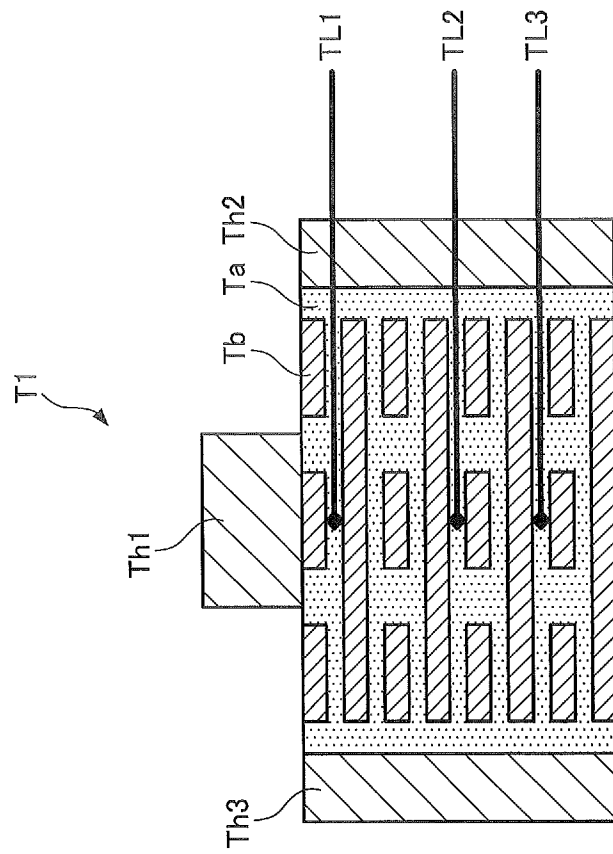
[図2]



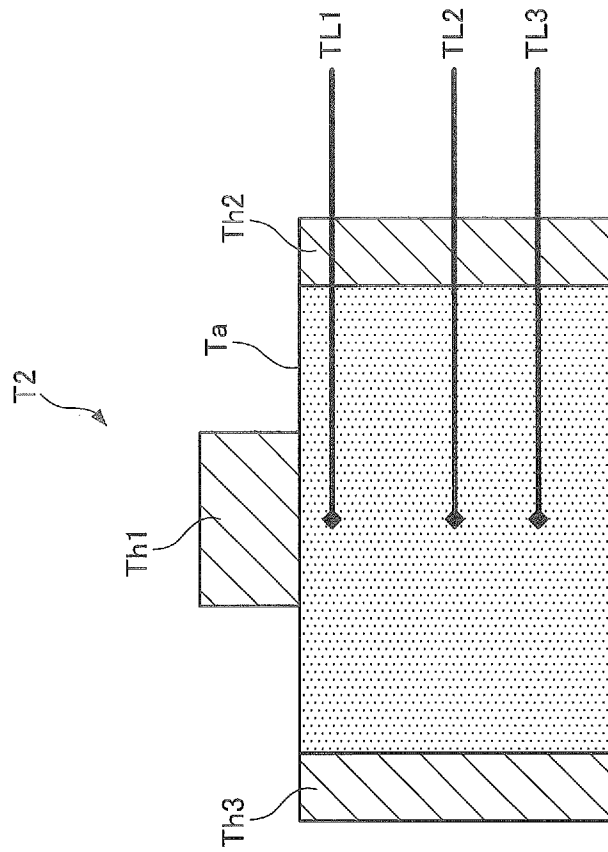
[図3]



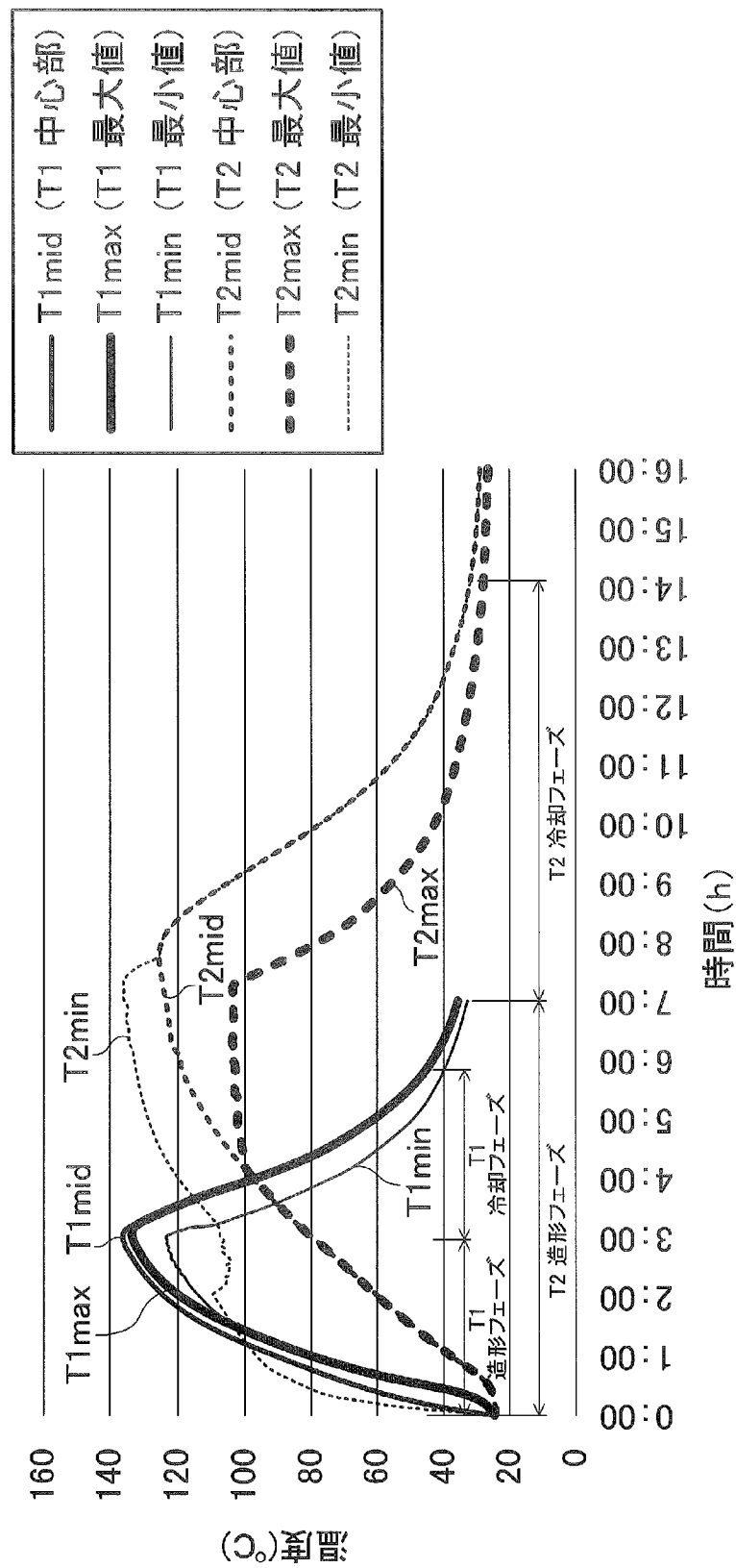
[図4A]



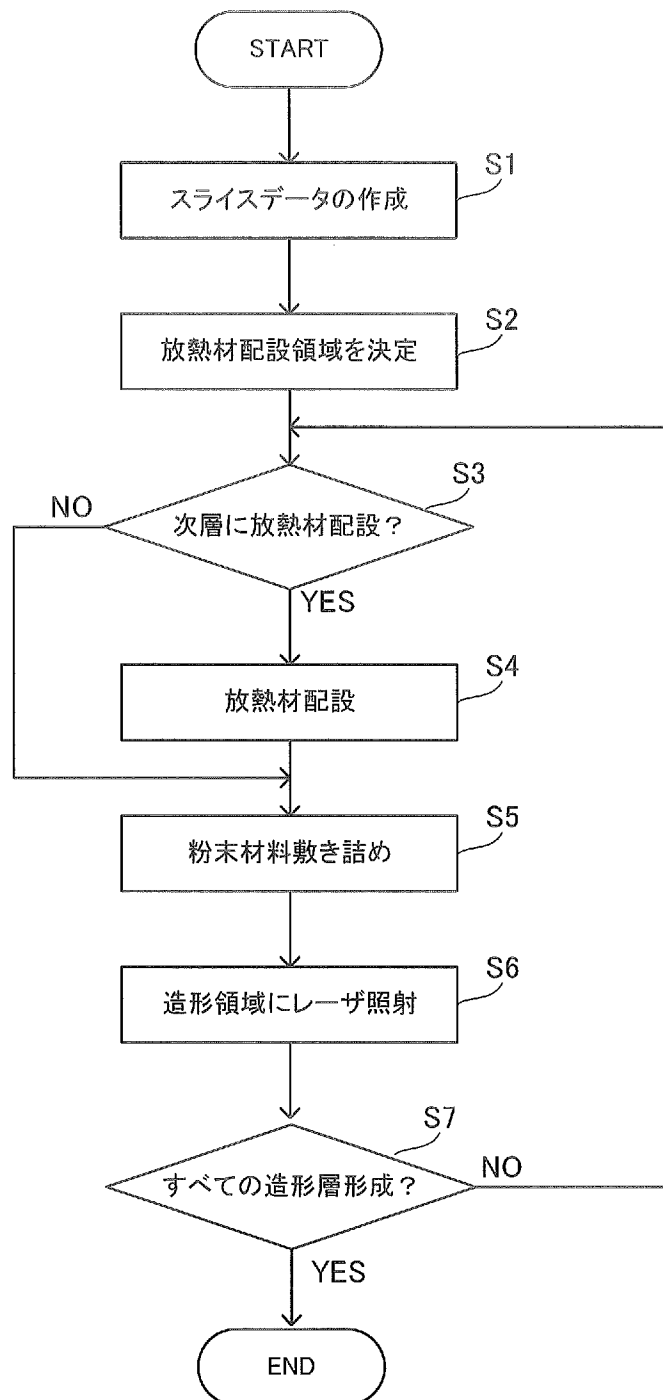
[図4B]



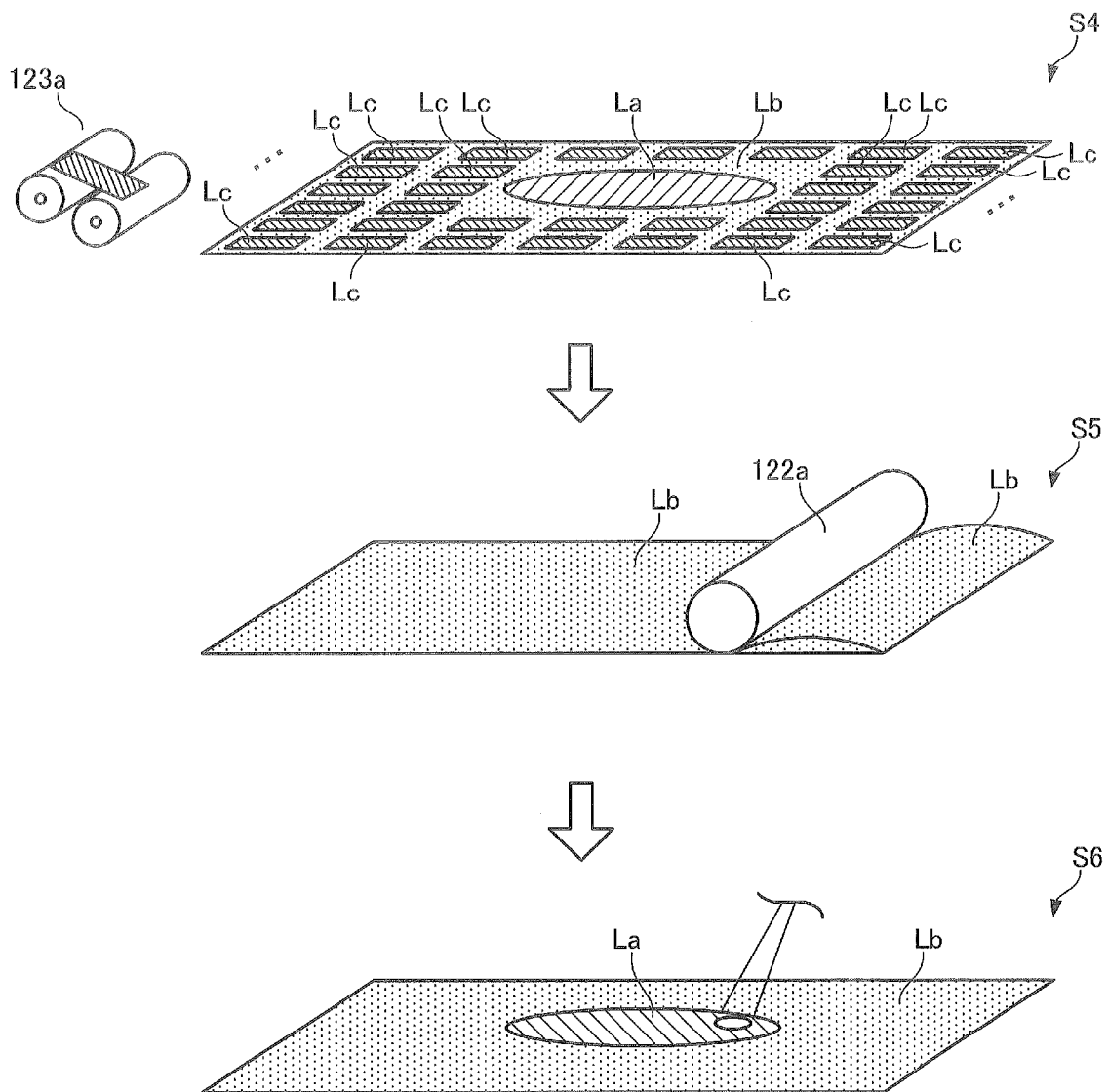
[図5]



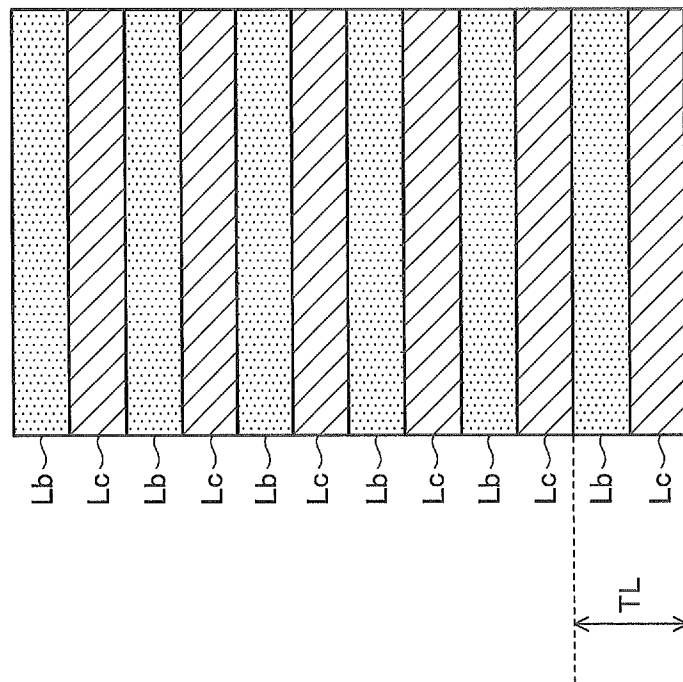
[図6]



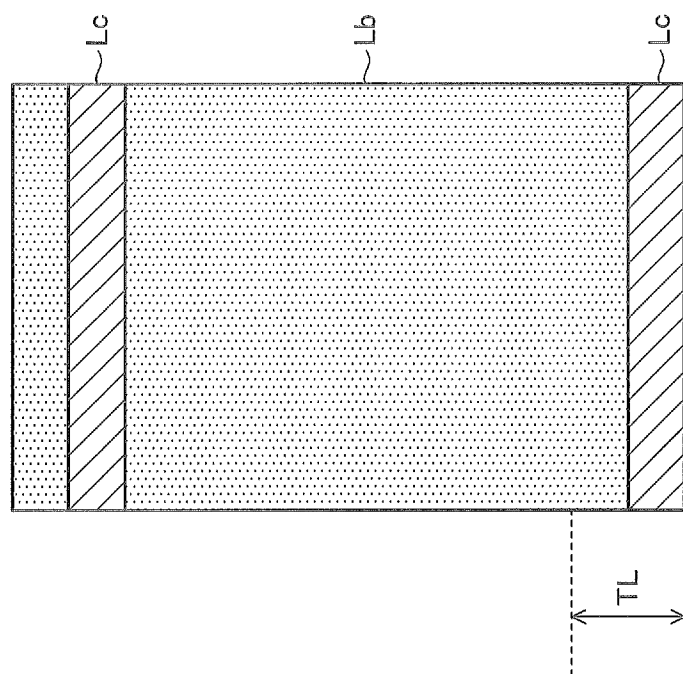
[図7]



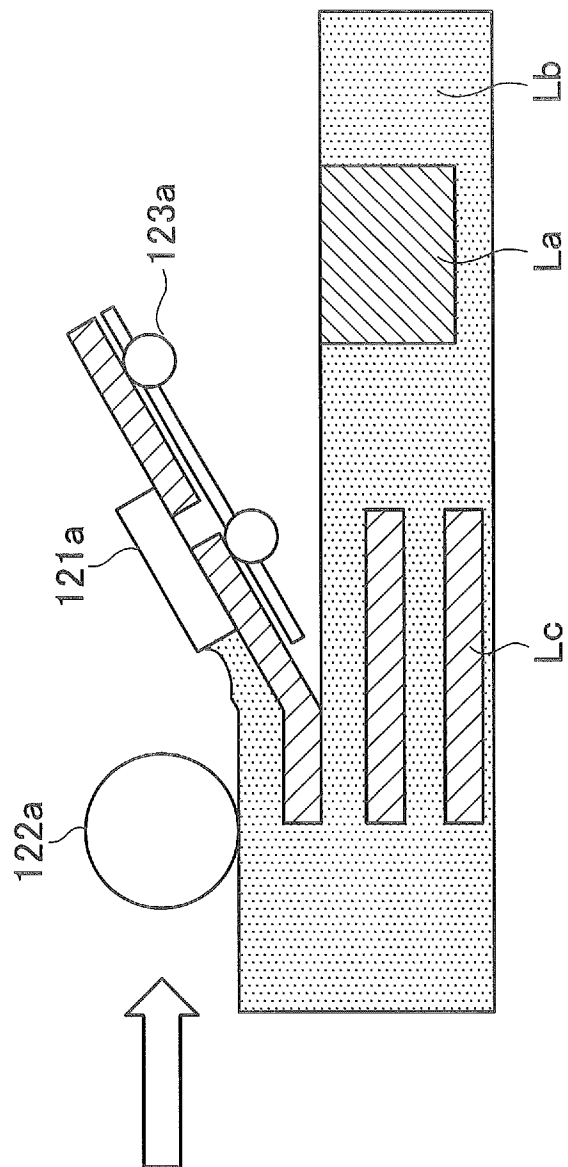
[図8A]



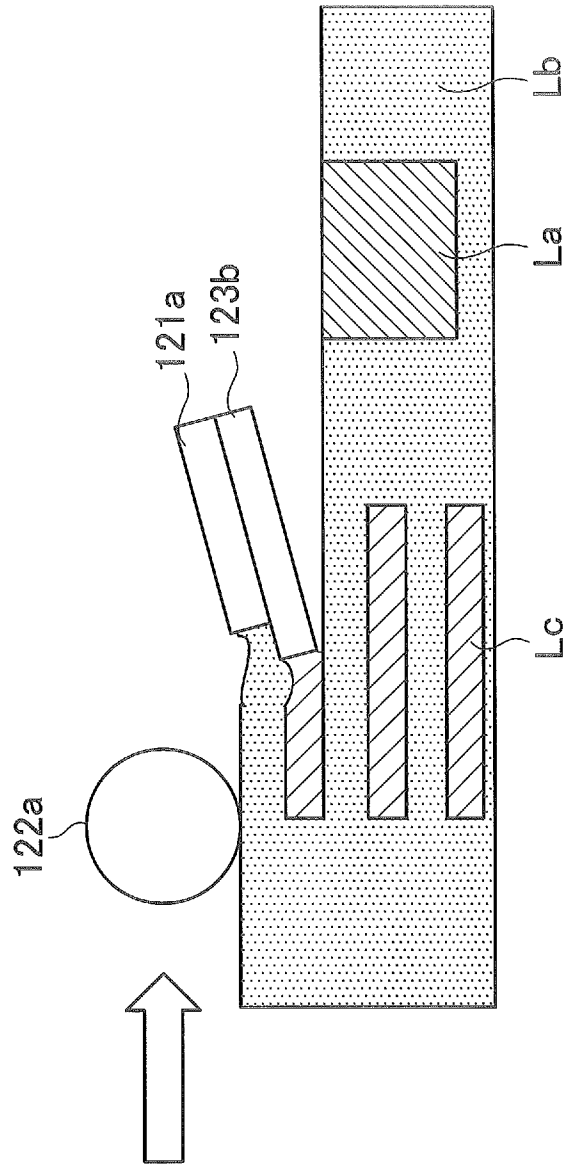
[図8B]



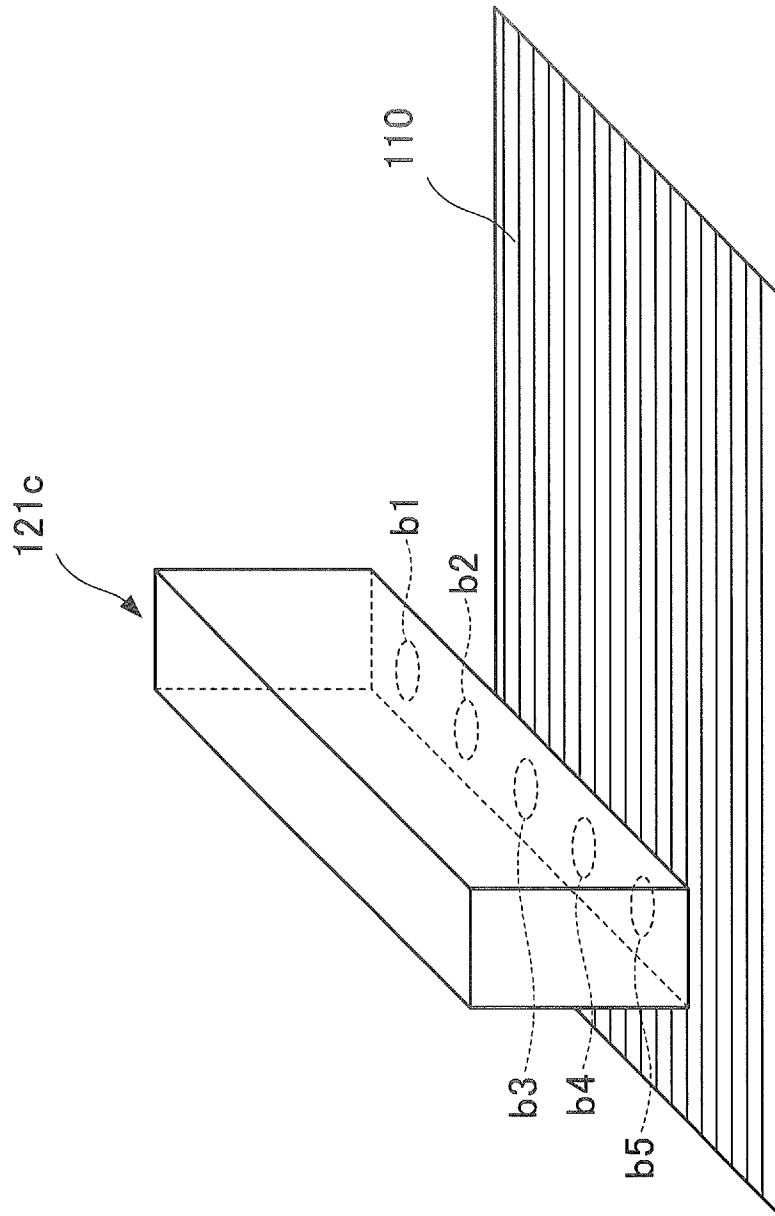
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/038578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B29C64/153(2017.01) i, B29C64/188(2017.01) i, B33Y10/00(2015.01) i, B33Y30/00(2015.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B29C64/00-64/40, B 29C67/00-67/24, B 33Y10/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), WPIDS/WPIX (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016-168746 A (CANON INC.) 23 September 2016, claims, paragraphs [0029], [0036], [0051], [0071],	1-7, 9, 11-13
Y	[0081]-[0083], fig. 1-4 & WO 2016/143334 A1, claims, paragraphs [0030], [0037], [0052], [0072], [0082] - [0074], fig. 1-4	8, 10
Y	JP 9-272153 A (RICOH CO., LTD.) 21 October 1997, claims, paragraphs [0036]-[0037], fig. 4, fig. 5 (Family: none)	8, 10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/038578

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-212131 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 23 August 1990, claims, page 6, upper right column, line 7 to page 7, upper left column, line 7, fig. 3 (Family: none)	S, 10
Y	JP 2000-024755 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 25 January 2000, claims, paragraphs [0013]-[0016], fig. 6 (Family: none)	10
P, X	JP 2017-075366 A (SEIKO EPSON CORP.) 20 April 2017, claims, paragraphs [0071]-[0077], [0088], fig. 9-10 & EP 3156231 A1, claims, paragraphs [0094]-[0103], [0123], fig. 9-10, & US 2017/0107383 A1 & CN 107098706 A	1, 2, 4-7, 9, 11 -13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C64/153(2017.01)i, B29C64/188(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C64/00-64/40, B29C67/00-67/24, B33Y10/00-99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), WPIDS/WPIX (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2016-168746 A (キヤノン株式会社) 2016.09.23, 特許請求の範囲, [0029], [0036], [0051], [0071], [0081]-[0083], 図 1-4	1-7, 9, 11-13
Y	& WO 2016/143334 A1, claims, [0030], [0037], [0052], [0072], [0082]-[0074], Figs. 1-4	8, 10
Y	JP 9-272153 A (株式会社リコー) 1997.10.21, 特許請求の範囲, [0036]-[0037], 図 4, 図 5 (ファミリーなし)	8, 10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.12.2017

国際調査報告の発送日

09.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

一宮 里枝

4 R

3441

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2-212131 A (松下電工株式会社) 1990.08.23, 特許請求の範囲, 第6頁右上欄第7行目-第7頁左上欄第7行目, 第3図 (ファミリー なし)	8, 10
Y	JP 2000-024755 A (トヨタ自動車株式会社) 2000.01.25, 特許請求 の範囲, [0013]-[0016], 図6 (ファミリーなし)	10
P, X	JP 2017-075366 A (セイコーエプソン株式会社) 2017.04.20, 特許 請求の範囲, [0071]-[0077], [0088], 図9, 図10 & EP 3156231 A1, claims, [0094]-[0103], [0123], FIGS. 9-10, & US 2017/0107383 A1 & CN 107098706 A	1, 2, 4-7, 9, 11 -13