

(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
2017年11月2日(02.11.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/188152 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 64/321 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B29C 64/141 (2017.01) B33Y 30/00 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/016047
- (22) 国際出願日: 2017年4月21日(21.04.2017)
- (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 2016-091577 2016年4月28日(28.04.2016) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 若林 佑士 (WAKABAYASHI Yuji); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 多田達也 (TADA Tatsuya); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 宇佐美 博一 (USAMI Hirokazu);

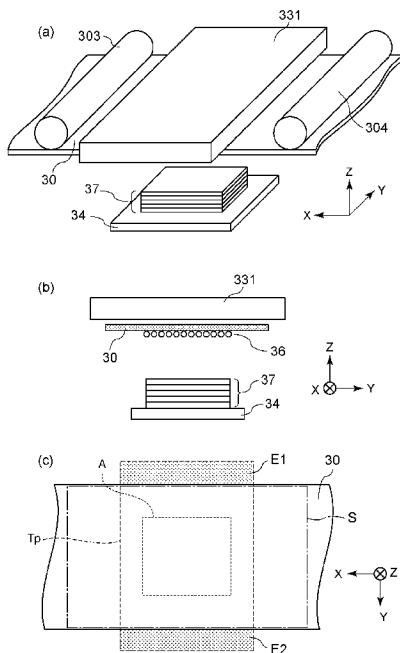
〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 辛島 賢司 (KARASHIMA Kenji); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 阿南 厳也 (ANAN Genya); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 加瀬 崇 (KASE Takashi); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 山中 理 (YAMANAKA Satoru); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 阿部 琢磨, 外 (ABE Takuma et al.); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 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,

(54) Title: MODELING APPARATUS AND THREE-DIMENSIONAL OBJECT MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 造形装置、および、立体物の製造方法

[図1]



(57) Abstract: In additive layer fabrication in which a material layer on a conveyance member is heated and laminated, the present invention limits the occurrence of defective lamination. A fabrication apparatus 1 for successively laminating multiple material layers to fabricate a three-dimensional object comprises: a stage with a fabrication surface on which the material layers are laminated; a conveyance member for supporting and conveying the material layers to a lamination position that faces the fabrication surface; and a heating member for clamping, at the lamination position, the material layer between the heating member and the fabrication surface of the stage, and pressurizing and heating the material layer. When the heating region of the heating member is projected vertically onto the plane of the supporting surface where the conveyance member supports the material layer, the projection plane of the heating region has extension regions that extend to the outside of both edges of the supporting surface on both edges of the projection plane of the heating region.



WO 2017/188152 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 搬送部材上の材料層を加熱して積層する積層造形法において、積層不良の発生を抑制する。複数の材料層を順次積層して立体物を造形する造形装置 1 は、前記材料層が積層される造形面を有するステージと、前記造形面と対向する積層位置まで、前記材料層を支持して搬送する搬送部材と、前記積層位置において、前記ステージの前記造形面との間で前記材料層を挟み、前記材料層を加圧および加熱するための加熱部材と、を有し、前記搬送部材が前記材料層を支持する支持面が存在する平面上に前記加熱部材の加熱領域を垂直に投影したときに、前記加熱領域の投影面が、前記支持面の両端よりも外側に延びて存在する延在領域を前記加熱領域の投影面の両端に有する。

明 細 書

発明の名称：造形装置、および、立体物の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、造形装置、および、立体物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 多数の層を積み上げることで立体物を形成する、積層造形法が注目を集めている。積層造形法は、アディティブマニファクチャリング（AM）、3次元プリント、ラピッドプロトタイピング（RP）等とも呼ばれる。

[0003] 積層造形法によって立体物を形成する造形装置として、特許文献1には、材料層を形成し、形成した材料層を積層するタイプの造形装置が提案されている。特許文献1に記載の造形装置では、電子写真方式によって搬送部材であるベルト上に材料層を形成する。その後、材料層はベルトによって積層位置まで搬送され、ステージ上またはステージ上に形成されている造形途中の立体物上に積層される。この動作を繰り返すことにより、所望の立体物が形成される。

[0004] 特許文献1では、材料層が積層位置まで搬送されると、造形装置は、ベルト上の材料層とステージまたはステージ上に形成されている造形途中の立体物とが接触するように、ベルトまたはステージを駆動する。そして、この状態でベルトを介して材料層を加熱することで、材料層と造形途中の立体物とに熱および圧力を印加し、材料層を積層する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平8-511217号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の造形装置では、ベルト上の材料層を加熱する加熱部の幅とベルトの幅について明確に記載されていないが、図面では、加熱部の幅は

ベルトの幅と同等かそれ以下であるように描かれている。加熱部の幅がベルトの幅と同等かそれ以下である場合、ベルトが均一に加熱されず、ベルトの被加熱面内に温度ムラが生じる可能性がある。

[0007] このようにベルトの被加熱面内に温度ムラが生じると、ベルトに歪みが生じ、積層不良が発生する可能性があるという課題があった。

[0008] そこで本発明は上述の課題に鑑み、搬送部材上の材料層を加熱して積層する積層造形法において、積層不良の発生を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一側面としての造形装置は、複数の材料層を順次積層して立体物を造形する造形装置であって、前記材料層が順次積層される造形面を有するステージと、前記造形面と対向する積層位置まで、前記材料層を支持して搬送する搬送部材と、前記材料層を加熱するための加熱部材と、前記ステージの前記造形面と、前記加熱部材と、で前記材料層を挟んで加圧するための加圧手段と、を有し、前記積層位置において、前記搬送部材が前記材料層を支持する支持面が存在する平面上に前記加熱部材の加熱領域を垂直に投影したときに、前記加熱領域の投影面が、前記支持面の両端よりも外側に延びて存在する延在領域を前記加熱領域の投影面の両端に有することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、搬送部材上の材料層を加熱して積層する積層造形法において、積層不良の発生を抑制し、安定した造形を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施形態に係る造形装置の構成を模式的に示す図である。

[図2]材料層形成ユニットの変形例を模式的に示す図である。

[図3]粒子像形成部および現像装置の構成を模式的に示す図である。

[図4]第1の実施形態に係る造形装置の造形プロセスにおける動作シーケンスを示すフローチャートである。

[図5]比較形態1に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の

関係を模式的に示す図である。

[図6]比較形態2に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。

[図7]第1の実施形態に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。

[図8]第1の実施形態、比較形態1、および比較形態2における積層プロセスを模式的に示す図である。

[図9]第2の実施形態に係る造形装置の構成を模式的に示す図である。

[図10]第2の実施形態に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。

[図11]第2の実施形態の変形例に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。

[図12]第3の実施形態の変形例に係る造形装置の、積層位置における加熱部材および冷却部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、この発明を実施するための形態を、図面を参照して例示的に説明する。

[0013] ただし、以下の実施形態に記載されている各部材の寸法、材質、形状、その相対配置など、各種制御の手順、制御パラメータ、目標値などは、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

[0014] <第1実施形態>

[造形装置の全体構成]

図1は、第1の実施形態に係る造形装置1（以下、「装置1」と称する）の構成を模式的に示す図である。装置1は、複数の材料層を積層位置において順次積層し、立体物を造形する装置（積層造形装置）である。

[0015] 装置1は、図1に示すように、ステージ34と、搬送部材30と、加熱部材33と、ステージ駆動手段35と、を有する。装置1は、さらに、制御部

(制御ユニット) U 1 と、材料層形成部 (材料層形成ユニット) U 2 と、を有していてもよい。すなわち、装置 1 は、制御ユニット U 1 と、材料層形成ユニット U 2 と、ステージ 3 4 と搬送部材 3 0 と加圧部材 3 3 とステージ駆動手段 3 5 とを含む積層ユニット U 3 と、を有する造形装置であってもよい。

[0016] 制御ユニット U 1 は、造形対象物の 3 次元形状データから複数層のスライスデータ (断面データ) を生成する処理や、立体造形装置の各部の制御などを担うユニットである。材料層形成ユニット U 2 は、造形材料からなる層である材料層を形成するユニットである。そして、積層ユニット U 3 は、材料層形成ユニット U 2 で形成された複数層の材料層、または装置 1 の外部から供給された複数層の材料層を順に積層することによって、立体物を形成するユニットである。

[0017] これらのユニット U 1 ~ U 3 は、互いに異なる筐体を有していてもよいし、1 つの筐体の中に収められていてもよい。ユニット U 1 ~ U 3 を別筐体にする構成は、造形装置の用途、要求性能、使用したい材料、設置スペース、故障などに応じて、ユニットの組み合わせや交換などを容易に行うことができ、装置構成の自由度及び利便性を向上できるという利点がある。

[0018] 一方、全てのユニットを 1 つの筐体内に収める構成は、装置全体の小型化、コストダウンなどの利点がある。

[0019] なお、図 1 のユニット構成はあくまでも一例であり、他の構成を採用しても構わない。

[0020] [制御ユニット]

制御ユニット U 1 の構成を説明する。図 1 に示すように、制御ユニット U 1 は、その機能として、3 次元形状データ入力部 U 1 0、スライスデータ計算部 U 1 1、材料層形成ユニット制御部 U 1 2、積層ユニット制御部 U 1 3 などを有する。

[0021] 3 次元形状データ入力部 U 1 0 は、外部装置 (例えばパソコンなど) から造形対象物の 3 次元形状データを受け付ける機能である。3 次元形状データ

として、3次元CAD、3次元モデラー、3次元スキャナなどで作成・出力されたデータを用いることができる。そのファイル形式は問わないが、例えば、STL (Stereolithography) ファイル形式を好ましく用いることができる。

[0022] スライスデータ計算部U11は、3次元形状データで表現された造形対象物を所定のピッチでスライスして各層の断面形状を計算し、その断面形状を基に材料層形成ユニットU2で像形成に用いる画像データを生成する機能である。

[0023] 本明細書ではこの画像データを、スライス画像データ、または単にスライスデータと呼ぶ。

[0024] さらに、スライスデータ計算部U11は、3次元形状データ又は上下層のスライスデータを解析して、オーバーハング部（宙に浮く部分）の有無を判断し、必要に応じてスライスデータにサポート材料用の像を追加する。

[0025] 材料層形成ユニット制御部U12は、スライスデータ計算部U11で生成されたスライスデータを基に、材料層形成ユニットU2における材料層形成プロセスを制御する機能である。

[0026] また、積層ユニット制御部U13は、積層ユニットU3における積層プロセスを制御する機能である。各ユニットでの具体的な制御内容については後述する。

[0027] [材料層形成ユニット]

次に、材料層形成ユニットU2の構成を説明する。

[0028] 材料層形成ユニットU2は、造形材料からなる層である材料層を形成するユニットである。

[0029] 本発明に係る造形装置の有する材料層形成ユニットU2が材料層を形成する方式は特に限定はされないが、ここでは、電子写真プロセスを利用して材料層を形成する例を示す。

[0030] なお、電子写真プロセスとは、感光体を帯電し、露光によって潜像を形成し、現像剤粒子を付着させて現像剤からなる像を形成するという一連のプロ

セスによって、所望の像を形成する手法である。

[0031] 図1に示すように、本実施形態に係る材料層形成ユニットU2は、第1の粒子像形成部10a、第2の粒子像形成部10b、中間担持搬送ベルト11、ベルトクリーニング装置12、材料層検知センサー13を備えている。

[0032] 第1の粒子像形成部10aは、第1の造形材料Maを用いて粒子像を形成するための粒子像形成手段であり、像担持体100a、帯電装置101a、露光装置102a、現像装置103a、転写装置104a、クリーニング装置105aを有する。

[0033] また、第2の粒子像形成部10bは、第2の造形材料Mbを用いて粒子像を形成するための粒子像形成手段であり、像担持体100b、帯電装置101b、露光装置102b、現像装置103b、転写装置104b、クリーニング装置105bを有する。

[0034] 本実施形態では、第1の造形材料Maとして、熱可塑性の樹脂などからなる構造材料を用い、第2の造形材料Mbとして、熱可塑性及び水溶性を有するサポート材料を用いる。

[0035] なお、本実施形態では第1の造形材料Maとして、粉末状の構造材料である構造材粉末を用い、第2の造形材料Mbとして、粉末状のサポート材料であるサポート材粉末を用いる。各造形材粉末（粉末状の造形材料）に含まれる粒子の直径は、特に限定されるものではないが、5 μ m以上50 μ m以下が好ましく、本実施形態では約20 μ mのものを用いる。

[0036] 構造材料としては、例えば、PE（ポリエチレン）、PP（ポリプロピレン）、ABS、PS（ポリスチレン）、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PPE（ポリフェニレンエーテル）、PA（ナイロン／ポリアミド）、PC（ポリカーボネイト）、POM（ポリアセタール）、PBT（ポリブチレンテレフタレート）、PPS（ポリフェニレンサルファイド）、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）、LCP（液晶ポリマー）、フッ素樹脂、ウレタン樹脂、エラストマーなどの、汎用プラスチックやエンジニアリングプラスチックなどの一般的なプラスチック材料などを用いることができる。

- 。
- [0037] また、構造材料として、金属、無機物質等を用いてもよい。
- [0038] サポート材料としては、構造材料が溶解しない溶媒に可溶性材料が好ましく、例えば、水溶性有機材料や水溶性無機材料を含む材料を用いることができる。水溶性有機材料としては、具体的には、水溶性の単糖やオリゴ糖、多糖、食物繊維などの水溶性糖類、ポリ乳酸（PLA）、PVA（ポリビニルアルコール）、PEG（ポリエチレングリコール）などを用いることができる。
- [0039] これらの粒子像形成部10a、10bは第1の第1の搬送部材（ベルト）11の表面に沿って配置されている。
- [0040] なお、図1では、構造材料の粒子像形成部10aを搬送方向上流側に配置したが、粒子像形成部の配置順は任意である。
- [0041] また、粒子像形成部の数は2つより多くてもよく、用いる造形材料の種類に応じて適宜増やすことができる。
- [0042] 例えば、図2は、4つの粒子像形成部10a～10dを配置した例であるが、この場合は、4種類の構造材料で像形成を行うか、3種類の構造材料およびサポート材料で像形成を行う構成などを採ることができる。材質、色、固さ、物性などの異なる複数種類の材料を組み合わせることで、生成する立体物のバリエーションが豊富になる。このような拡張性に優れる点も、電子写真プロセスを利用した造形装置の利点の一つといえる。
- [0043] 以下、材料層形成ユニットU2の各部の構成について詳しく説明する。
- [0044] ただし、粒子像形成部10a～10dに共通する説明の中では、構成部材の参照符号の添え字a～dを省略し、粒子像形成部10、像担持体100などと記載する。
- [0045] （像担持体）
- 図3（a）は、粒子像形成部10の構成を示す図であり、図3（b）は、現像装置103の詳細構成を示す図である。
- [0046] 像担持体100は、静電潜像を担持するための部材である。ここでは、ア

ルミニウムなどの金属製シリンダーの外周面に光導電性を有する感光体層が形成された感光体ドラムが用いられる。感光体としては、有機感光体（OPC）、アモルファスシリコン感光体、セレン感光体などを用いることができ、造形装置の用途や要求性能に応じて感光体の種類を適宜選択すればよい。像担持体100は、不図示の枠体に回転自在に支持されており、像形成時には不図示のモーターによって図中の時計周りに一定速度で回転する。

[0047] （帯電装置）

帯電装置101は、像担持体100の表面を一様に帯電させるための帯電手段である。本実施形態ではコロナ放電による非接触帯電方式を用いるが、帯電ローラーを像担持体100の表面に接触させるローラー帯電方式など他の帯電方式を用いても構わない。

[0048] （露光装置）

露光装置102は、画像情報（スライスデータ）に従って像担持体100を露光し、像担持体100の表面上に静電潜像を形成する露光手段である。露光装置102は、例えば、半導体レーザや発光ダイオードなどの光源と、高速回転するポリゴンミラーからなる走査機構と、結像レンズなどの光学部材とを有して構成される。

[0049] （現像装置）

現像装置103は、現像剤（ここでは、構造材粉末またはサポート材粉末）を像担持体100に供給することで、静電潜像を可視化する現像手段である（本明細書では、現像剤によって可視化された像を粒子像と称す。）。

[0050] 現像装置103は、いわゆる現像カートリッジの構造をとり、材料層形成ユニットU2に対し着脱自在に設けられているとよい。カートリッジの交換により現像剤（構造材料、サポート材料）の補充・変更が容易にできるからである。

[0051] あるいは、像担持体100、現像装置103、クリーニング装置105などを一体のカートリッジとし（いわゆるプロセスカートリッジ）、像担持体自体の交換を可能にしてもよい。構造材料やサポート材料の種類、固さ、粒

径により像担持体100の摩耗や劣化が生じて交換が必要となる場合には、プロセスカートリッジ構成の方が実用性・利便性に優れる。

[0052] (転写装置)

転写装置104は、像担持体100上の粒子像を第1の搬送部材11の表面上へと転写させる転写手段である。転写装置104は、第1の搬送部材11を挟んで像担持体100の反対側に配置されており、像担持体100上の粒子像と逆極性の電圧を印加することで、静電的に粒子像を第1の搬送部材11側へと転写させる。像担持体100から第1の搬送部材11への転写を1次転写とも称す。

[0053] なお、本実施形態ではコロナ放電を利用した転写方式を用いるが、ローラー転写方式や、静電転写方式以外の転写方式を用いても構わない。

[0054] (クリーニング装置)

クリーニング装置105は、転写されずに像担持体100上に残った現像剤粒子を回収し、像担持体100の表面を清浄する手段である。

[0055] 本実施形態では、像担持体100に対しカウンター方向に当接させたクリーニングブレードによって現像剤粒子を掻き落とすブレード方式のクリーニング装置105を採用するが、ブラシ方式や静電吸着方式のクリーニング装置を用いてもよい。

[0056] (第1の搬送部材)

第1の搬送部材（以下、第1の搬送ベルトと称する）11は、各粒子像形成部10で形成された粒子像が転写される担持体である。上流側の粒子像形成部10aから構造材料の粒子像が転写された後、それと位置を合せて、下流側の粒子像形成部10bからサポート材料の粒子像が転写されることで、第1の搬送ベルト11の表面上に1枚の材料層が形成される。

[0057] 第1の搬送ベルト11は、表面に樹脂、ポリイミドなどの誘電体層を有する無端ベルトであり、図1に示すように、複数のローラー110、111に張架されている。

[0058] なお、第1の搬送ベルト11は、導電性の基体の表面に、誘電体材料から

なるコーティングが施されたベルトであってもよい。

[0059] また、ローラー110、111の他にテンションローラーを設け、第1の搬送ベルト11のテンションを調整できるようにしてもよい。ローラー110、111のうち少なくとも一方は駆動ローラーであり、像形成時には不図示のモーターの駆動力によって第1の搬送ベルト11を図中反時計周りに回転させる。

[0060] また、ローラー110は、積層ユニットU3の2次転写ローラー31との間で2次転写部を形成するローラーである。

[0061] (ベルトクリーニング装置)

ベルトクリーニング装置12は、第1の搬送ベルト11の表面に付着した材料をクリーニングする手段である。

[0062] 本実施形態では、第1の搬送ベルト11に対しカウンター方向に当接させたクリーニングブレードによって材料を掻き落とすブレード方式のクリーニング装置を採用するが、ブラシ方式や静電吸着方式のクリーニング装置を用いてもよい。

[0063] (材料層検知センサー)

材料層検知センサー13は、第1の搬送ベルト11の表面に担持された材料層を読み取る検知手段である。

[0064] 材料層検知センサー13の検知結果は、材料層の位置合わせ、後段の積層ユニットU3とのタイミング制御、材料層の異常検知(所望の形状でない、材料層が無い、厚みのばらつきが大きい、材料層の位置ずれが大きいなど)などに利用される。

[0065] [積層ユニット]

次に、積層ユニットU3の構成を説明する。積層ユニットU3は、材料層形成ユニットU2で形成された材料層を第1の搬送ベルト11から受け取り、これを順に積層することによって、立体物を形成するユニットである。

[0066] または、積層ユニットU3は、装置1の外部から材料層を受け取り、これを順に積層することによって、立体物を形成してもよい。

- [0067] 図1に示すように、積層ユニットU3は、第2の搬送部材（搬送ベルト）30、2次転写ローラー31、材料層検知センサー32、温度調整部33、ステージ34を備えている。
- [0068] 以下、積層ユニットU3の各部の構成について詳しく説明する。
- [0069] （第2の搬送部材（搬送ベルト））
- 第2の搬送部材30は、材料層形成ユニットU2で形成された材料層、または装置1の外部から供給された材料層を受け取り、その材料層をステージ34の造形面と対向する積層位置まで支持して搬送する。
- [0070] なお、積層位置とは、材料層の積層（ステージ34の上面またはステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上面への積み上げ）が行われる位置である。積層位置は、図1の構成では、ベルト30が温度調整部33とステージ34とで挟まれる部分となる。
- [0071] 第2の搬送部材30の形状は特に限定はされず、受け取った材料層を第2の搬送部材30の表面に支持して第2の搬送部材30が移動または回転することによって材料層を搬送できる形状であればよい。
- [0072] 第2の搬送部材30の形状としては、無端ベルト状、複数の板状部材が連結された無限軌道（クローラ）状であってもよいし、あるいは、移動可能に構成された板状部材であってもよい。
- [0073] 以下、本実施形態では、第2の搬送部材30が無端ベルト状の部材であるものとして説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。
- [0074] 本実施形態において、第2の搬送部材30（以下、単に「ベルト30」と称する）は、樹脂、ポリイミド、金属などの材料からなる無端ベルトであり、図1に示すように、2次転写ローラー31、及び、複数のローラー301、302、303、304に張架されている。
- [0075] なお、ベルト30は、基体の表面に基体を構成する材料とは別の材料からなるコーティングが施されたベルトであってもよい。ローラー31、301、302のうち少なくともいずれかが駆動ローラーであり、不図示のモーターの駆動力によってベルト30を図中時計周りに回転させる。すなわち、ベ

ルト30は、回転可能な無端ベルトである。ローラー303、304は、ベルト30のテンションの調整と、積層位置を通過するベルト30（すなわち、積層位置に搬送された材料層）を平らに保つ役割を担うローラー対である。

[0076] ベルト30は上述の通り、材料層を受け取り、受け取った材料層をベルト30の表面で支持する。

[0077] ここで、積層位置においてベルト30が材料層を支持する面を支持面Sと称する。

[0078] 支持面Sは有限の領域を有する平面であり、当該領域のサイズおよび形状は、ベルト30のステージ34と略平行な平面状の領域のサイズおよび形状となる。本実施形態においては、ベルト30のうち、ローラー303と接触する部分からローラー304と接触する部分までがステージ34と平行となるから、この部分が支持面Sとなる。

[0079] また、実際には積層位置において材料層を支持できる領域は支持面Sのうちの一部の領域となる。この領域を最大造形領域Aと称する。最大造形領域Aは、ステージ34の大きさなどによって決まり、典型的には矩形上の領域である。

[0080] （2次転写ローラー）

2次転写ローラー31は、材料層形成ユニットU2の第1の搬送ベルト11から、積層ユニットU3のベルト30へと、材料層を転写させるための転写手段である。

[0081] なお、2次転写ローラー31は、装置1の外部から、積層ユニットU3のベルト30へと、材料層を転写させてもよい。2次転写ローラー31は、材料層形成ユニットU2の対向ローラー110との間で中間担持搬送ベルト11及びベルト30を挟み込むことで、両者のベルト間に2次転写ニップを形成する。そして、不図示の電源により2次転写ローラー31に材料層とは逆極性のバイアスを印加することで、材料層をベルト30側へと転写させる。

[0082] なお、材料層形成ユニットU2から積層ユニットU3への材料層の受け渡

しの方法は特に限定はされず、上述の静電転写以外の方法であってもよい。

[0083] (材料層検知センサー)

材料層検知センサー32は、ベルト30の表面に担持された材料層を読み取る検知手段である。材料層検知センサー32の検知結果は、材料層の位置合わせ、積層位置への搬送タイミング制御などに利用される。

[0084] (温度調整部)

温度調整部33は、ベルト30に支持された材料層の温度を調整する部分であり、温度調整部33は加熱部材331を有する(図7参照)。加熱部材331は、ベルト30に支持された材料層を加熱する。

[0085] 本実施形態において加熱部材331は、材料層が積層位置に搬送された後に、材料層の加熱を行う。具体的には後述するが、材料層が積層位置まで搬送されると、装置1は、ステージ駆動手段35によってステージ34を駆動し、ステージ34と加熱部材331との間に挟まれた部材を加圧する。ベルト30の内周面と加熱部材331、ベルト30の外周面上の材料層とステージ34の上面またはステージ34上の造形途中の立体物37の上面とがそれぞれ接触し、材料層は加熱部材331によって加圧され、加熱される。これにより、材料層に熱と圧とが加えられ、材料層はステージ34の上面またはステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上面に融着される。

[0086] その後、温度調整部33が材料層の加熱を停止し、放熱または積極的に冷却することによって材料層の温度を低下させると、材料層が固化する。この結果、材料層をステージ34の上面またはステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上面に固着させることができる。

[0087] なお、温度調整部33は加熱部材331のほかに、材料層を積極的に冷却する冷却部材332を有していてもよい(図12参照)。

[0088] 温度調整部33が有する加熱部材331は、接触することで接触面内を略均一に加熱することができる加熱手段であれば特に限定はされない。

[0089] 加熱部材331としては、例えば、熱伝導率の高い平板状の部材と、当該

平板状の部材を加熱するヒータと、を組み合わせたものを用いることができる。

[0090] このとき、平板状の部材を加熱するヒータとしては、一般的な工業用のヒータを用いることができ、例えば、シーズヒータ、セラミックヒータ、ハロゲンヒータなどの赤外線ヒータ、などを用いることができる。

[0091] また、加熱部材 331 としては、熱伝導率の高い材料で形成されたローラーと、当該ローラーを加熱するヒータと、を組み合わせた熱ローラーを用いることもできる。

[0092] このとき、ヒータは例えばローラーの内部に配置して、内部からローラーを加熱してもよい。あるいは、熱伝導率の高い材料で形成されたベルトと、当該ベルトを加熱するヒータと、を組み合わせた熱ベルトを用いることもできる。

[0093] また、温度調整部 33 に設ける冷却部材 332 は、接触することで接触面内を略均一に冷却することができる冷却手段であれば特に限定はされない。

[0094] 冷却部材 332 としては、例えば、熱伝導率の高い平板状の部材と、当該平板状の部材を冷却する冷却装置と、を組み合わせたものを用いることができる。

[0095] このとき、平板状の部材を冷却する冷却装置としては、一般的な工業用の冷却装置を用いることができ、例えば、チラーなどを用いることができる。

[0096] また、冷却部材 332 としては、熱伝導率の高い材料で形成されたローラーと、当該ローラーを冷却する冷却装置と、を組み合わせた冷却ローラーを用いることもできる。

[0097] このとき、冷却装置は例えばローラーの内部に配置して、内部からローラーを冷却してもよい。あるいは、熱伝導率の高い材料で形成されたベルトと、当該ベルトを冷却する冷却装置と、を組み合わせた冷却ベルトを用いることもできる。

[0098] 上述のとおり、温度調整部 33 は、ベルト 30 を挟んでステージ 34 と対向する位置に配置されている。温度調整部 33 の有する加熱部材 331 の下

面（ベルト30と対向する面）は平面となっている。加熱部材331は、不図示の駆動手段によってベルト30と当接・離間することができる。加熱部材331は、ベルト30が回転しているときには離間し、材料層が積層位置まで搬送され、ベルト30の回転が停止したときにはベルト30と当接するとよい。これにより、ベルト30の摩耗を防ぐとともに、スムーズな熱の受け渡しが可能になる。

[0099] (ステージ)

ステージ34は、複数層の材料層が順次積層され、立体物が形成される造形面を有する平面台である。

[0100] 本実施形態では、ステージ34の造形面とベルト30の支持面Sとは平行である。

[0101] ステージ34は、アクチュエータ（ステージ駆動手段35）によって上下方向（造形面に垂直な方向）に移動可能である。装置1は、積層位置まで支持搬送された材料層を温度調整部33とステージ34との間で挟み込み、加圧および加熱（必要に応じて放熱ないし冷却）を行うことで、ベルト30側からステージ34側へと材料層を転写させる。1層目の材料層はステージ34の造形面上に直接転写され、2層目以降の材料層はステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上に積み上げられていく。

[0102] なお、ステージ34の上に造形プレートなど別の平板状部材を配置しておき、この上に立体物を形成してもよい。本明細書ではこのような場合には、ステージ34と造形プレートを併せて「ステージ」とみなす。

[0103] このように、本実施形態では、温度調整部33とステージ34によって、材料層を積層する積層手段が構成される。

[0104] [造形装置の動作]

次に、上記構成を有する造形装置の動作について説明する。

[0105] ここでは既に制御ユニットU1によるスライスデータの生成処理は完了しているものとして、各層の材料層を形成するプロセスと、材料層を積層するプロセスを順に説明する。

[0106] 図4は、本実施形態の造形装置の動作シーケンスを示すフローチャートである。

[0107] (材料層形成プロセス)

まず、制御ユニットU1は、各粒子像形成部10の像担持体100、第1の搬送ベルト11、及び、ベルト30が同じ外周速度(プロセス速度)で同期して回転するよう、モーター等の駆動源を制御する。

[0108] 回転速度が安定した後、最上流の粒子像形成部10aの粒子像形成を開始する(S501)。すなわち、制御ユニットU1は、帯電装置101aを制御し、像担持体100aの表面全域を所定の極性でかつ所定の帯電電位でほぼ均一に帯電させる。

[0109] 続いて制御ユニットU1は、帯電した像担持体100aの表面を露光装置102aによって露光する。

[0110] ここでは、露光によって電荷を除去することにより、露光部と非露光部との間に電位差を形成する。この電位差による像が静電潜像である。

[0111] 一方、制御ユニットU1は、現像装置103aを駆動して、像担持体100a上の潜像に構造材料の粒子を付着させ、構造材料の粒子像を形成する。この粒子像は、転写装置104aによって第1の搬送ベルト11上へと1次転写される。

[0112] また、制御ユニットU1は、粒子像形成部10aでの粒子像形成開始から所定の時間差で下流側の粒子像形成部10bの粒子像形成を開始する(S502)。粒子像形成部10bにおける粒子像形成も、粒子像形成部10aにおける粒子像形成と同様の手順で行われる。

[0113] ここで、粒子像形成開始の時間差は、上流側の粒子像形成部10aにおける1次転写ニップから下流側の粒子像形成部10bにおける1次転写ニップまでの距離をプロセス速度で割った値に設定される。これにより、それぞれの粒子像形成部10a、10bで形成された2つの粒子像が第1の搬送ベルト11上で位置合わせして配置され、構造材料とサポート材料からなる1層分の材料層が形成される(S503)。(なお、オーバーハング部がなくサ

ポート部分が必要無い断面の場合には、粒子像形成部10bの粒子像形成は行われぬ。その場合、構造材料の粒子像のみで材料層が形成されることとなる。その後、材料層は第1の搬送ベルト11によって積層ユニットU3へと搬送される。

[0114] (積層プロセス)

上記のように材料層の形成動作が行われている間、積層ユニットU3のベルト30は第1の搬送ベルト11に接触した状態で、同じ外周速度(プロセス速度)で同期回転している。そして、第1の搬送ベルト11上の材料層の前端が2次転写ニップに到達するタイミングに合わせて、制御ユニットU1が2次転写ローラー31に所定の転写バイアスを印加し、材料層をベルト30(第2の搬送ベルト)へ転写させる(S506)。

[0115] ベルト30は同じプロセス速度のまま回転を続け、材料層を図1の矢印方向に搬送する。そして、材料層検知センサー32によってベルト上の材料層の位置が検知されると、制御ユニットU1はその検知結果を基に材料層を所定の積層位置まで搬送する(S508)。材料層が積層位置に到達するタイミングで制御ユニットU1はベルト30を停止し、材料層を積層位置に位置決めする(S509)。その後、制御ユニットU1はステージ34を上昇させ(ベルト面に近づけ)、ステージ34の上面(1層目の場合)またはステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上面(2層目以降の場合)をベルト30上の材料層に接触させる。そして、ステージ34と温度調整部33の加熱部材331との間で挟み込むことで、立体物と材料層を加圧する(S510)。

[0116] この状態のまま、制御ユニットU1は、所定の温度制御シーケンスにしたがって、温度調整部33の温度を調整する。具体的には、最初に、第1の目標温度まで温度調整部33を加熱する第1のモードを所定時間行って、材料層の粒子材料を熱溶解させる(S511)。すなわち、第1のモードにおいては、加熱部材331による材料層の加熱を行う。これにより材料層が軟化し、シート状の材料層とステージ34の上面またはステージ34上に形成さ

れている造形途中の立体物 37 の上面とが密着する。その後、第 1 のモードにおける目標温度である第 1 の目標温度よりも低い、第 2 の目標温度に温度調整部 33 の温度を調整する第 2 のモードを所定時間行い、軟化した材料層を固化する (S512)。

[0117] ここで、温度制御シーケンス、目標温度、加熱時間などは、材料層形成に用いられる構造材料及びサポート材料の特性に応じて設定される。例えば、第 1 のモードにおける第 1 の目標温度は、材料層形成に用いられる各材料の融点もしくはガラス転移点のうち最も高い温度よりも高い値に設定される。

[0118] 一方、第 2 のモードにおける第 2 の目標温度は、材料層形成に用いられる各材料の結晶化温度もしくは非晶質材のガラス転移点のうち最も低い温度よりも低い値に設定される。このような温度制御を行うことにより、異なる熱溶融特性をもつ複数種類の粒子材料が混在した材料層の全体を共通の溶融温度領域で熱可塑性化（軟化）させた後、共通の固化温度領域で材料層全体を固化させることができる。したがって、複数種類の粒子材料が混在した材料層の溶融・固着を安定して行うことが可能になる。

[0119] なお、第 1 のモード及び第 2 のモードにおいては、温度の制御域が広すぎると、温度制御を安定化させるのに時間がかかり、積層プロセス時間が必要以上にかかってしまう。それゆえ、第 1 の目標温度の制御域は、材料層形成に用いられる各材料の融点もしくはガラス転移点のうち最も高い温度を下限温度とし、上限温度は下限温度の +50℃程度に設定するとよい。

[0120] 同じように、第 2 の目標温度の制御域は、材料層形成に用いられる各材料の結晶化温度もしくは非晶質材のガラス転移点のうち最も低い温度を上限温度とし、下限温度は上限温度の -50℃程度に設定するとよい。

[0121] 例えば、構造材料として ABS（ガラス転移点：130℃）を主成分とする材料を用い、サポート材料として マルトテトラオース（ガラス転移点：156℃）を主成分とする材料を用いた場合は以下のように設定するとよい。すなわち、第 1 の目標温度の制御域を 150℃以上 190℃以下とし、第 2 の目標温度の制御域を 90℃以上 130℃以下に設定するとよい。

- [0122] 第2のモード終了後、制御ユニットU1はステージ34を下降させる（S513）。
- [0123] なお、上述の第2のモードにおいて加熱部材331をベルト30から離間させることによって材料層を放熱または冷却する場合には、本ステップは省略してもよい。
- [0124] 材料層全体がベルト30の表面から剥がれて材料層の積層が完了したら、次層の材料層形成プロセスの実行が開始される（S501～）。
- [0125] 以上述べた材料層形成プロセスと積層プロセスを必要回数繰り返すことで、ステージ34上に所望の立体物が形成される。
- [0126] なお、ここでは積層プロセスと材料層形成プロセスを交互に行う場合について説明したが、積層プロセスを行っている間に、次に積層する材料層を形成する材料層形成プロセスを並行して行うことで、造形のスループットを向上させることができる。
- [0127] 最後に、ステージ34から立体物を取り外し、サポート材料で形成した部分（サポート部）を除去することで、最終造形物（物品）を製造することができる。
- [0128] ここで、サポート材料として水溶性の材料を用いた場合には、ステージ34から取り外した立体物を水などの水を含む液体と接触させることで、サポート部を除去することができる。
- [0129] なお、サポート部を除去した後、更に、所定の処理（例えば、クリーニング、組立等）を立体物に対して行うことで、最終造形物（物品）を製造してもよい。
- [0130] [加熱部材と搬送部材との関係]
以下、本発明の特徴である、加熱部材331とベルト30（搬送部材）との関係について、図面を参照しながら詳細に説明する。
- [0131] まず、従来の造形装置における加熱部材と搬送部材の関係（比較形態）について説明する。
- [0132] （比較形態1）

図5は、比較形態1に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。図5(a)は斜視図であり、図5(b)は図5(a)のX軸に垂直な断面図であり、図5(c)は図5(a)のZ軸に垂直な断面図であって加熱部材と接触する搬送部材上の面を示す図である。

- [0133] 比較形態1では、図5に示すとおり、加熱部材331の幅が、ベルト30の幅よりも小さい。
- [0134] なお、ここでいう「幅」とは、ベルト30のベルト搬送方向に垂直なベルト幅方向の長さを指す。
- [0135] ここで、積層位置において、加熱部材331の加熱領域を、搬送部材(ベルト30)が材料層を支持する支持面Sの存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_p とする。すると、比較形態1では、支持面上(支持面S上)の任意のXY平面のX方向またはX方向と直交するY方向の両方について、投影面 T_p の端部が支持面Sの端部よりも内側に存在する。すなわち、投影面 T_p は、支持面Sの両端よりも外側に延びて存在する延在領域を投影面 T_p の両端に有さない。
- [0136] 図8(a)~(c)は、比較形態1における積層プロセスを模式的に示す図で、ベルト30の搬送方向から見た断面を表している。
- [0137] 図8(a)の状態から、ステージ駆動部35によってステージ34と加熱部材331との間を加圧すると、図8(b)の状態になる。すなわち、加熱部材331の幅がベルト30の幅よりも小さい場合、幅方向について、ベルト30の一部(典型的には両端部分)が加熱部材331と接触しない。すると、加熱部材331からの熱が十分に届かなかつたり、放熱したりすることによって当該部分の温度が加熱部材331と接触している部分よりも低くなる。
- [0138] すなわち、加熱部材331の幅がベルト30の幅よりも小さいとベルト30のベルト面内に温度ムラが生じ、ベルト30の支持面Sに歪み(例えば、ベルトの反りや波打ちなど)が発生してしまう。これに伴い、最大造形領域

Aにも歪みが発生してしまう。その結果、図8(b)のように、ベルト30に支持されている材料層36の中に、ステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上面と接触しない部分が生じる。この状態で材料層36を造形途中の立体物37の上面で溶融・固着させようとする、材料層36の、造形途中の立体物37の上面が接触していない部分は当該上面に固着させることができない。その後、ベルト30とステージ34とを引き離すと、材料層36の、造形途中の立体物37の上面が接触していなかった部分がベルト30の表面に残ったままとなり、積層不良となる(図8(c))。

[0139] なお、ベルト30の支持面Sの歪みを均すようにステージ駆動部35によって圧力を高めると、立体物が潰れてしまうため好ましくない。

[0140] (比較形態2)

図6は、比較形態2に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。図6(a)は斜視図であり、図6(b)は図6(a)のX軸に垂直な断面図であり、図6(c)は図6(a)のZ軸に垂直な断面図であって加熱部材と接触する搬送部材上の面を示す図である。

[0141] 比較形態2では、図6に示すとおり、加熱部材331の幅が、ベルト30の幅と等しい。

[0142] ここで、積層位置において、加熱部材331の加熱領域を、搬送部材(ベルト30)が材料層を支持する支持面Sの存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_p とする。すると、比較形態2では、Y軸方向に沿ってみると、支持面Sの幅と投影面 T_p の幅とが一致し、X軸方向に沿ってみると、投影面 T_p の端部が支持面Sの端部よりも内側に存在する(図6(c))。すなわち、すなわち、投影面 T_p は、支持面Sの両端よりも外側に延びて存在する延在領域を投影面 T_p の両端に有さない。

[0143] 例えば、上述のように加熱部材331を熱伝導率の高い平板状の部材と、当該平板状の部材を加熱するヒータと、を組み合わせると、平板状の部材の端部は、中央部分と比較して、周囲の雰囲気と接触する面積が大

きい。そのため端部は中央部に比べて放熱しやすく、その結果、端部は中央部に比べて温度が低くなる。したがって、実際には加熱部材 331 の加熱領域内に温度ムラが生じてしまう。これは他の面状ヒータにおいても生じる。

[0144] このように加熱領域内に温度ムラの存在する加熱部材 331 をベルト 30 に接触させてベルト 30 を加熱すると、ベルト 30 のベルト面内にも温度ムラが生じてしまう。すると、比較形態 1 と同様に、ベルト 30 の支持面 S に歪みが生じ、積層不良が発生してしまう。

[0145] もし仮に、加熱部材 331 の加熱領域内に温度ムラが生じない場合であっても、加熱部材 331 の幅が、ベルト 30 の幅と等しい場合には下記のように積層不良が発生してしまう可能性が高い。

[0146] 図 8 (d) ~ (f) は、比較形態 2 における積層プロセスの一例を模式的に示す図で、ベルト 30 の搬送方向から見た断面を表している。

[0147] 上述のように、材料層 36 は材料層形成ユニット U2 からベルト 30 上に転写され、転写された材料層 36 はベルト 30 に支持されて、積層位置まで搬送される。このとき実際には、材料層形成ユニット U2 からの転写時に位置ずれが生じたり、ベルト 30 が蛇行したりすることによって、ベルト 30 と加熱部材 331 の相対的な位置関係がずれることがある (図 8 (d))。

[0148] この状態でステージ駆動部 35 によってステージ 34 と加熱部材 331 との間を加圧すると、図 8 (e) の状態になる。すなわち、幅方向について、ベルト 30 の一部 (典型的には一方の端部) が加熱部材 331 と接触しない。すると、比較形態 1 と同様に、ベルト 30 の支持面 S 内に温度ムラが生じ、ベルト 30 の支持面 S に歪みが発生し、その結果、積層不良が発生してしまう (図 8 (f))。

[0149] <第 1 の実施形態>

図 7 は、第 1 の実施形態に係る装置 1 の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。図 7 (a) は斜視図であり、図 7 (b) は図 7 (a) の X 軸に垂直な断面図であり、図 7 (c) は図 7 (a) の Z 軸に垂直な断面図であって加熱部材と接触する搬送部材上の面を示す図で

ある。

- [0150] 第1の実施形態では、図7に示すとおり、加熱部材331の幅が、ベルト30の幅よりも大きい。
- [0151] また、加熱部材331の幅方向の両端部は、ベルト30の幅方向の両端部からはみ出るように配置される。
- [0152] ここで、積層位置において、加熱部材331の加熱領域を、搬送部材（ベルト30）が材料層を支持する支持面Sの存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_p とする。すると、第1の実施形態では、Y軸方向に沿ってみると、投影面 T_p の端部が支持面Sの端部よりも外側に存在する（図7（c））。すなわち、すなわち、投影面 T_p は、支持面Sの両端よりも外側に延びて存在する延在領域E1およびE2を有する。
- [0153] 図8（g）～（i）は、第1の実施形態における積層プロセスを模式的に示す図で、ベルト30の搬送方向から見た断面を表している。
- [0154] 上述の通り加熱部材331の端部は放熱によって中央部に比べて温度が低くなりやすいが、本実施形態ではベルト30の幅方向について、垂直に投影したときに、加熱部材331の端部が支持面Sよりはみ出るように構成している。そのため、加熱部材331をベルト30に接触させると比較形態1および比較形態2に比べてベルト30の支持面Sの幅方向の温度ムラを軽減することができる。その結果、ベルト30の支持面Sの歪みを抑制でき（図8（h））、積層不良の発生を抑制することができる（図8（i））。
- [0155] 加熱部材331の加熱領域の幅は、ベルト30の幅より大きければよい。
- [0156] また、加熱部材331の加熱領域の幅は、ベルト30の蛇行幅を加味して決定してもよい。加熱部材331の種類にもよるが、加熱部材331の加熱領域の幅は、ベルト30の幅の1.05倍以上であることが好ましく、1.1倍以上であることがより好ましく、1.3倍以上であることが特に好ましい。すなわち、加熱部材331の加熱領域の投影面 T_p の、2つの延在領域E1およびE2を結ぶ直線に沿った長さは、当該直線に沿った支持面Sの長さの1.05倍以上であることが好ましい。

- [0157] また、加熱部材 331 の加熱領域の幅の上限は特に限定はされないが、消費電力や造形装置の大きさを抑える観点から、ベルト 30 の幅の 3 倍以下とすることが好ましく、2 倍以下とすることがより好ましい。
- [0158] 例えば、ベルト 30 として幅 70 mm の無端ベルトを用いた場合には、加熱部材 331 は、ベルト幅方向に 120 mm、ベルト搬送方向に 120 mm、厚さ 20 mm の SUS 板に、590 W のシーズヒータ 3 本を埋め込んだものを使用することができる。このとき、加熱部材 331 の加熱領域の幅は、ベルト 30 の幅の約 171% となる。この造形装置を用いて、ベルト幅方向に 30 mm、ベルト搬送方向に 30 mm、高さ 2 mm の直方体を積層造形により造形したところ、積層不良が発生することなく、安定して積層することが可能であった。
- [0159] また、ベルト 30 として幅 208 mm の無端ベルトを用いた場合は、加熱部材 331 は、ベルト幅方向に 230 mm、ベルト搬送方向に 120 mm、厚さ 16 mm の SUS 板に、550 W のシーズヒータを 5 本埋め込んだものを使用することができる。このとき、加熱部材 331 の加熱領域の幅は、ベルト 30 の幅の約 111% となる。この造形装置を用いて、ベルト幅方向に 120 mm、ベルト搬送方向に 100 mm、高さ 30 mm の直方体を積層造形により造形したところ、積層不良が発生することなく、安定して積層することが可能であった。
- [0160] さらに、ベルト 30 として幅 150 mm の無端ベルトを用いて、加熱部材 331 は、ベルト幅方向に 120 mm、ベルト搬送方向に 120 mm、厚さ 20 mm の SUS 板に、590 W のシーズヒータ 3 本を埋め込んだものを使用した。この造形装置を用いて、ベルト幅方向に 30 mm、ベルト搬送方向に 30 mm、高さ 2 mm の直方体を積層造形により造形したところ、造形の途中で積層不良が発生し、造形することができなかった。これは、ベルト 30 がベルト幅方向に大きく反ったため、ベルト 30 の支持面 S 上に支持された材料層と、ステージ 34 上に形成されている造形途中の立体物 37 の上面とが接触しなかったためであると考えられる。

[0161] また、積層位置において、ステージ34を、搬送部材（ベルト30）が材料層を支持する支持面Sの存在する平面上に垂直に投影した投影面をTsとすると、投影面Tsは、支持面Sの両端よりも外側に延びる延在領域が存在しないのが好ましい。つまり、加熱部材331側からみてステージ34が搬送部材に隠れており、積層位置において、ステージが前記加熱領域の前記延在領域と対向する領域を有していないのが好ましい。ステージ34がベルト30からはみ出ていると、はみ出し部分が加熱部材331の延在領域E1、E2によって直接加熱される。この熱によって、ステージ34上の造形物の搬送部材の端部近くの部分の加熱条件が、他の部分と異なってしまい、造形物の形状に影響を与える恐れがある。特に、積層の初期段階では影響が大きいと考えられる。

[0162] 本実施形態に係る装置1は加熱部材331の幅とベルト30の幅との関係が、上述のような関係となっている。したがって、装置1による立体物の製造方法は、以下の[1]～[3]の工程を含む。

- [0163] [1] 材料層を搬送部材上に支持して搬送する搬送工程
[2] 搬送部材上に支持された材料層を加熱する加熱工程
[3] 材料層をステージに順次積層する積層工程

[0164] そして、加熱工程[2]が、搬送部材が材料層を支持する支持面上の少なくとも一方について、支持面よりも広い領域を加熱する工程である。これにより、搬送部材の、上述のX方向またはY方向における歪みの発生を抑制し、積層不良の発生を抑制することができる。

[0165] なお、加熱工程[2]は、上述の通り積層工程[3]と同時または積層工程[3]の後に行ってもよいし、積層工程[3]の前に行ってもよい。

[0166] <第2実施形態>

第1の実施形態では、積層ユニットU3の搬送部材が無端ベルト状の部材（ベルト30）である造形装置について説明したが、積層ユニットU3の搬送部材はこれに限定されるものではない。以下、本発明の第2の実施形態に係る造形装置2について説明する。

[0167] 図9は、第2の実施形態に係る造形装置2（以下、「装置2」と称する）の構成を模式的に示す図である。装置2の構成は、積層ユニットU3以外については装置1と同様なので、積層ユニットU3以外の部分については説明を割愛する。

[0168] [積層ユニット]

積層ユニットU3は、材料層形成ユニットU2で形成された材料層を第1の搬送ベルト11から受け取り、これを順に積層することによって、立体物を形成するユニットである。

[0169] 図9に示すように、積層ユニットU3は、搬送プレート（搬送部材）301、温度調整部33、ステージ34を備えている。

[0170] 以下、積層ユニットU3の、第1の実施形態と異なる各部の構成について詳しく説明する。

[0171] （搬送プレート（搬送部材））

搬送プレート301は、材料層形成ユニットU2で形成された材料層、または装置2の外部から供給された材料層を受け取り、その材料層を積層位置まで支持して搬送する。

[0172] なお、積層位置とは、材料層の積層（ステージ34の上面またはステージ34上に形成されている造形途中の立体物37の上面への積み上げ）が行われる位置である。積層位置は、図9の構成では、搬送プレート301が温度調整部33とステージ34とで挟まれる部分となる。

[0173] 搬送プレート301は、樹脂、ポリイミド、金属などの材料からなる平板状の部材である。搬送プレート301は、例えばベルトコンベアなどの搬送プレート移動手段（不図示）によって搬送されることにより、移動可能である。搬送プレート301は所定の位置で材料層形成ユニットU2または装置2の外部から材料層を受け取った後に、搬送プレート移動手段（不図示）によって搬送され、積層位置へと移動する。これにより、搬送プレート301に支持された材料層は、積層位置まで搬送される。

[0174] （温度調整部）

温度調整部 33 は、搬送プレート 301 に支持された材料層の温度を調整する部分であり、温度調整部 33 は加熱部材 331 を有する。加熱部材 331 は、搬送プレート 301 に支持された材料層を加熱する。

[0175] 本実施形態に係る温度調整部 33 は、ベルト 30 に支持された材料層の代わりに搬送プレート 301 に支持された材料層の温度を調整する以外は、第 1 の実施形態に係る温度調整部 33 と同様である。

[0176] [加熱部材と搬送部材との関係]

図 10 は、第 2 の実施形態に係る装置 2 の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。図 10 (a) は斜視図であり、図 10 (b) は図 10 (a) の X 軸に垂直な断面図であり、図 10 (c) は図 10 (a) の Z 軸に垂直な断面図であって加熱部材と接触する搬送部材上の面を示す図である。

[0177] ここで、X 軸は搬送部材の搬送方向と一致している。

[0178] 本実施形態では、図 10 に示すとおり、Y 軸方向（搬送部材の材料層を支持する面において、搬送方向と垂直な方向）について、加熱部材 331 の幅が、搬送プレート 301 の幅よりも大きい。

[0179] また、Y 軸方向について、加熱部材 331 の幅方向の両端部は、搬送プレート 301 の幅方向の両端部からはみ出るように配置される。

[0180] ここで、積層位置において、加熱部材 331 の加熱領域を、搬送部材（搬送プレート 301）が材料層を支持する支持面 S の存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_p とする。すると、本実施形態では、Y 軸方向に沿ってみると、投影面 T_p の端部が支持面 S の端部よりも外側に存在する（図 10 (c)）。すなわち、投影面 T_p は、支持面 S の両端よりも外側に延びて存在する延在領域 E1 および E2 を有する。

[0181] なお、搬送部材として本実施形態のように板状の部材を用いる場合は、搬送部材のステージ 34 と対向する面全体が、支持面 S となる。

[0182] また、積層位置において、ステージ 34 を、搬送プレート 301 が材料層を支持する支持面 S の存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_s とする

と、投影面 T_s は、 Y 軸方向において支持面 S の両端よりも外側に延びる領域が存在しないのが好ましい。つまり、積層位置において、ステージは前記加熱領域の前記延在領域と対向する領域を有さないのが好ましい。ステージ 34 が Y 軸方向において搬送プレートからはみ出ていると、はみ出し部分が加熱部材 331 の延在領域 E_1 、 E_2 によって直接加熱される。この熱によって、ステージ 34 上の造形物の Y 軸方向の端部における加熱条件が、他の部分と異なってしまい、造形物の形状に影響を与える恐れがある。特に、積層の初期段階では影響が大きいと考えられる。

[0183] 本実施形態ではこのような構成により、搬送プレート 301 の一方の幅方向について、加熱部材 331 の端部が支持面 S からはみ出る。そのため、加熱部材 331 を搬送プレート 301 に接触させたときに、搬送プレート 301 の支持面 S の当該幅方向（ここでは Y 軸方向）の温度ムラを軽減することができる。その結果、搬送プレート 301 の支持面 S の歪みを抑制でき、積層不良の発生を抑制することができる。

[0184] 図 11 は、第 2 の実施形態の変形例に係る造形装置の、積層位置における加熱部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。図 $11(a)$ は斜視図であり、図 $11(b)$ は図 $11(a)$ の X 軸に垂直な断面図であり、図 $11(c)$ は図 $11(a)$ の Z 軸に垂直な断面図であって加熱部材と接触する搬送部材上の面を示す図である。

[0185] 本変形例では、図 11 に示すとおり、 Y 軸方向および X 軸方向の両方について、加熱部材 331 の幅が、搬送プレート 301 の幅よりも大きい。

[0186] また、 Y 軸方向および X 軸方向の両方について、加熱部材 331 の幅方向の両端部は、搬送プレート 301 の幅方向の両端部からはみ出るように配置される。

[0187] ここで、積層位置において、加熱部材 331 の加熱領域を、搬送部材（搬送プレート 301 ）が材料層を支持する支持面 S の存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_p とする。すると、本変形例では、 X 軸方向および Y 軸方向の両方について、投影面 T_p の端部が支持面 S の端部よりも外側に存在

する。すなわち、投影面 T_p は、 Y 方向について、支持面 S の両端よりも外側に延びて存在する延在領域 E_1 および E_2 を有する。

[0188] さらに、投影面 T_p は、 Y 方向と垂直な X 方向についても、支持面 S の両端よりも外側に延びて存在する延在領域 E_3 および E_4 を投影面 T_p の両端に有する。

[0189] 本実施形態ではこれにより、搬送プレート 301 のいずれの幅方向についても、加熱部材 331 の端部が支持面 S よりはみ出るように構成している。そのため、加熱部材 331 を搬送プレート 301 に接触させたときに、搬送プレート 301 の支持面 S のいずれの幅方向についても、温度ムラを軽減することができる。その結果、搬送プレート 301 の支持面 S の歪みをより抑制でき、積層不良の発生をより抑制することができる。

[0190] また、積層位置において、ステージ 34 を、搬送プレート 301 が材料層を支持する支持面 S の存在する平面上に垂直に投影した投影面を T_s とすると、投影面 T_s は、 X 軸および Y 軸方向において支持面 S の両端よりも外側に延びる延在領域が存在しないのが好ましい。すなわち、加熱部材 331 側からみて、ステージ 34 は搬送プレートに隠れており、積層位置において、ステージは前記加熱領域の前記延在領域と対向する領域を有さないのが好ましい。ステージ 34 が搬送プレートからはみ出ていると、はみ出し部分が加熱部材 331 の延在領域 $E_1 \sim E_3$ によって直接加熱される。この熱によって、ステージ 34 上の造形物の端部における加熱条件が、他の部分と異なってしまい、造形物の形状に影響を与える恐れがある。特に、積層の初期段階では影響が大きいと考えられる。

[0191] <第3実施形態>

次に、本発明の第3の実施形態に係る造形装置 3 について説明する。

[0192] 本実施形態に係る造形装置 3 は、積層ユニット U_3 が有する温度調整部 33 が加熱部材 331 に加えて、冷却部材 332 を有する以外は、第1の実施形態に係る装置 1 の構成と同様である。

[0193] 図12は、第3の実施形態の変形例に係る造形装置 3 の、積層位置にお

る加熱部材および冷却部材と搬送部材の関係を模式的に示す図である。

[0194] ここで、積層位置において、加熱部材 331 の加熱領域を、搬送部材（搬送プレート 301）が材料層を支持する支持面 S の存在する平面上に垂直に投影した投影面を T p 1 とする。このとき、投影面 T p 1 が、支持面 S の両端よりも外側に延びて存在する延在領域を投影面 T p の両端に有するようになる。これにより、加熱部材 331 によって搬送部材上に支持された材料層を加熱する際に、搬送部材の支持面 S の歪みを抑制することができる。

[0195] さらに本実施形態のように、温度調整部 33 が搬送部材上に支持された材料層を冷却する冷却部材 332 を有する場合には、冷却部材 332 と搬送部材との関係も、加熱部材 331 と搬送部材との関係と同様とすることが好ましい。すなわち、積層位置において、冷却部材 332 の冷却領域を、搬送部材（搬送プレート 301）が材料層を支持する支持面 S の存在する平面上に垂直に投影した投影面を T p 2 とする。このとき、投影面 T p 2 も、支持面 S の両端よりも外側に延びて存在する延在領域を有するようになる。これにより、冷却部材 332 によって搬送部材上に支持された材料層を冷却する際に、搬送部材の支持面 S の歪みを抑制することができる。

[0196] これにより、本実施形態によれば、加熱時に生じる支持面 S の歪みに起因する積層不良に加えて、冷却時に生じる支持面 S の歪みに起因する積層不良の発生も抑制することができる。

[0197] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために以下の請求項を添付する。

[0198] 本願は、2016年4月28日提出の日本国特許出願特願2016-091577を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てをここに援用する。

符号の説明

[0199] 30 第2の搬送ベルト（搬送部材）
33 温度調整部（加熱部材）

3 4 ステージ（積層手段）

3 5 ステージ駆動部

S 支持面

T 加熱領域の投影面

E 1、E 2 延在領域

請求の範囲

- [請求項1] 複数の材料層を順次積層して立体物を造形する造形装置であって、
- 、
- 前記材料層が積層される造形面を有するステージと、
- 前記造形面と対向する積層位置まで、前記材料層を支持して搬送する搬送部材と、
- 前記積層位置において、前記ステージの前記造形面との間で前記材料層を挟み、前記材料層を加圧および加熱するための加熱部材と、を有し、
- 前記搬送部材が前記材料層を支持する支持面が存在する平面上に前記加熱部材の加熱領域を垂直に投影したときに、前記加熱領域の投影面が、前記支持面の両端よりも外側に延びて存在する延在領域を前記加熱領域の投影面の両端に有することを特徴とする造形装置。
- [請求項2] 前記積層位置において、前記支持面上の最大造形領域が、前記加熱領域の投影面の内側に存在することを特徴とする請求項1に記載の造形装置。
- [請求項3] 前記加熱領域の投影面の前記2つの延在領域を結ぶ直線に沿った長さが、前記支持面の前記直線に沿った長さの1.05倍以上であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の造形装置。
- [請求項4] 前記積層位置において、前記ステージの前記造形面との間で前記材料層を挟み、前記材料層を冷却するための冷却部材をさらに有し、
- 前記搬送部材が前記材料層を支持する支持面が存在する平面上に前記冷却部材の冷却領域を垂直に投影したときに、前記冷却領域の投影面が、前記支持面の両端よりも外側に延びて存在する延在領域を前記冷却領域の投影面の両端に有することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の造形装置。
- [請求項5] 前記搬送部材が、回転可能な無端ベルトであることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の造形装置。

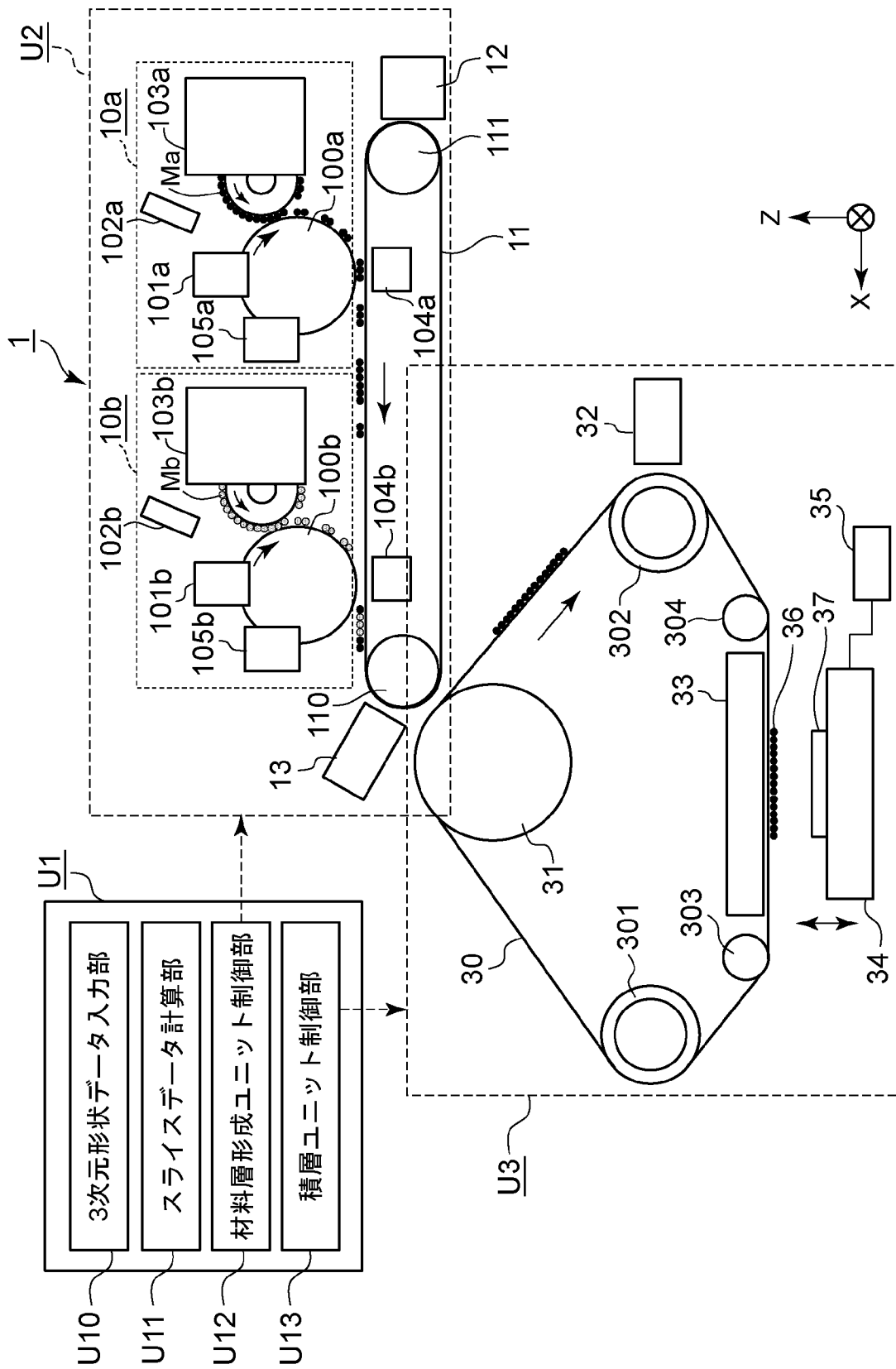
- [請求項6] 前記無端ベルトのベルト搬送方向と直交するベルト幅方向の前記加熱部材の加熱領域の長さが、前記無端ベルトのベルト幅より大きいことを特徴とする請求項5に記載の造形装置。
- [請求項7] 前記搬送部材が、平板状の搬送プレートであり、
前記搬送プレートを移動させる搬送プレート移動手段をさらに有することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の造形装置。
- [請求項8] 前記支持面が前記加熱領域の投影面の内側に存在することを特徴とする請求項7に記載の造形装置。
- [請求項9] 前記積層位置において、前記ステージは、前記加熱領域の前記延在領域と対向する領域を有さないことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の造形装置。
- [請求項10] 前記材料層を形成する材料層形成部をさらに有し、
前記材料層形成部が、電子写真プロセスによって粒子像を形成して、前記材料層を形成することを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか一項に記載の造形装置。
- [請求項11] 複数の材料層を順次積層して立体物を造形する造形装置であって、
前記材料層が順次積層される造形面を有するステージと、
回転可能な無端ベルトと、
前記無端ベルトの内周面と接触して、前記無端ベルトの外周面に支持された前記材料層を、前記ステージの前記造形面と、前記無端ベルトと、の間に挟んで加熱する加熱部材と、を有し、
前記無端ベルトのベルト搬送方向と直交するベルト幅方向の前記加熱部材の加熱領域の長さが、前記無端ベルトのベルト幅より大きいことを特徴とする造形装置。
- [請求項12] 前記無端ベルトが前記材料層を支持する支持面が存在する平面上に前記加熱部材の加熱領域を垂直に投影したときに、前記加熱領域の投影面が、前記ベルト幅方向に沿って、前記支持面の両端よりも外側に

延びて存在する延在領域を前記加熱領域の投影面の両端に有することを特徴とする請求項 1 1 に記載の造形装置。

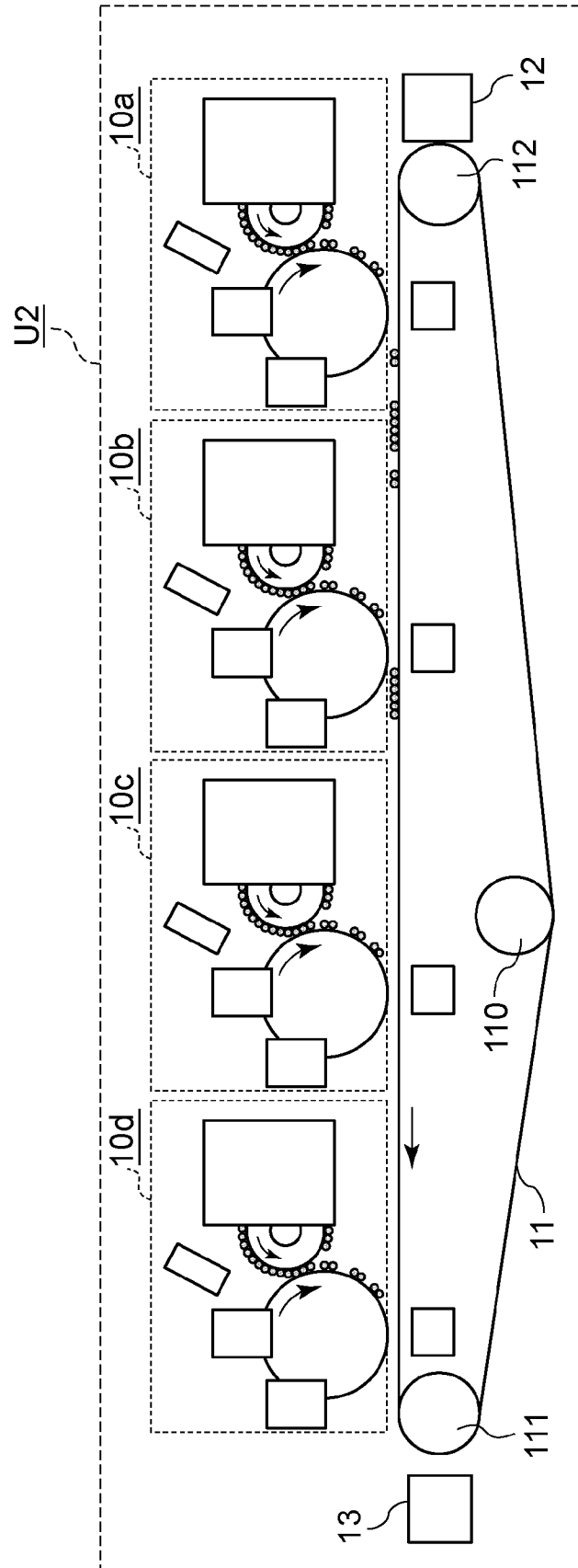
[請求項13] 前記無端ベルトのベルト搬送方向と直交するベルト幅方向の前記加熱部材の加熱領域の長さが、前記無端ベルトのベルト幅の長さの 1.05 倍以上であることを特徴とする請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の造形装置。

[請求項14] 複数の材料層を順次積層して立体物を造形する立体物の製造方法であって、
前記材料層を搬送部材上に支持して搬送する搬送工程と、
前記搬送部材上に支持された前記材料層を加熱する加熱工程と、
前記材料層をステージに順次積層する積層工程と、を有し、
前記加熱工程が、前記搬送部材が前記材料層を支持する支持面上の前記搬送部材の搬送方向および前記搬送方向に垂直な方向の少なくとも一方向について、前記支持面よりも広い領域によって前記材料層を加熱することを特徴とする立体物の製造方法。

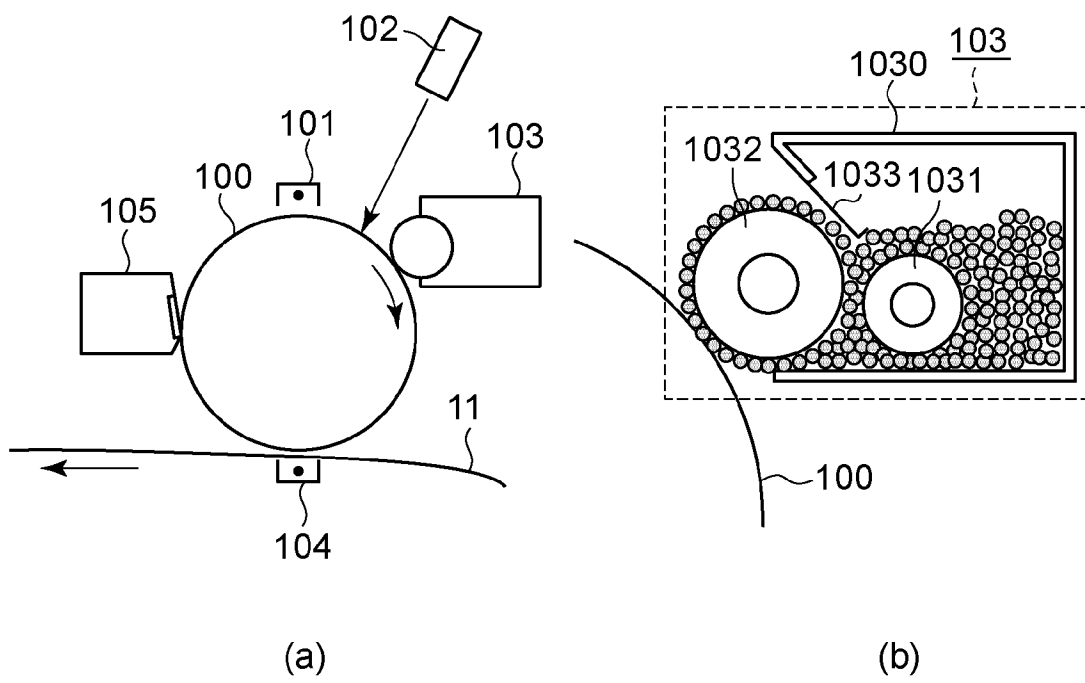
[図1]



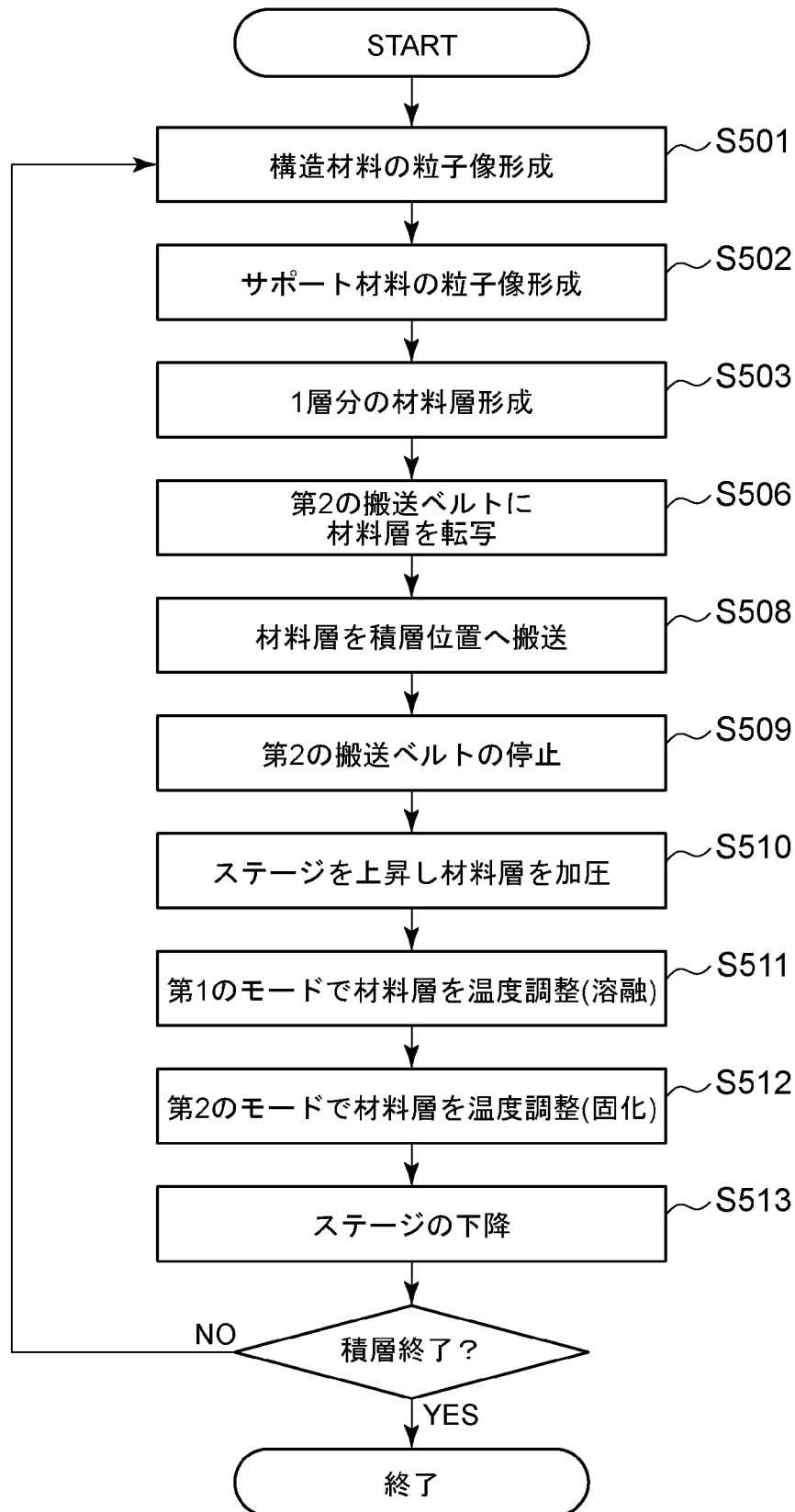
[図2]



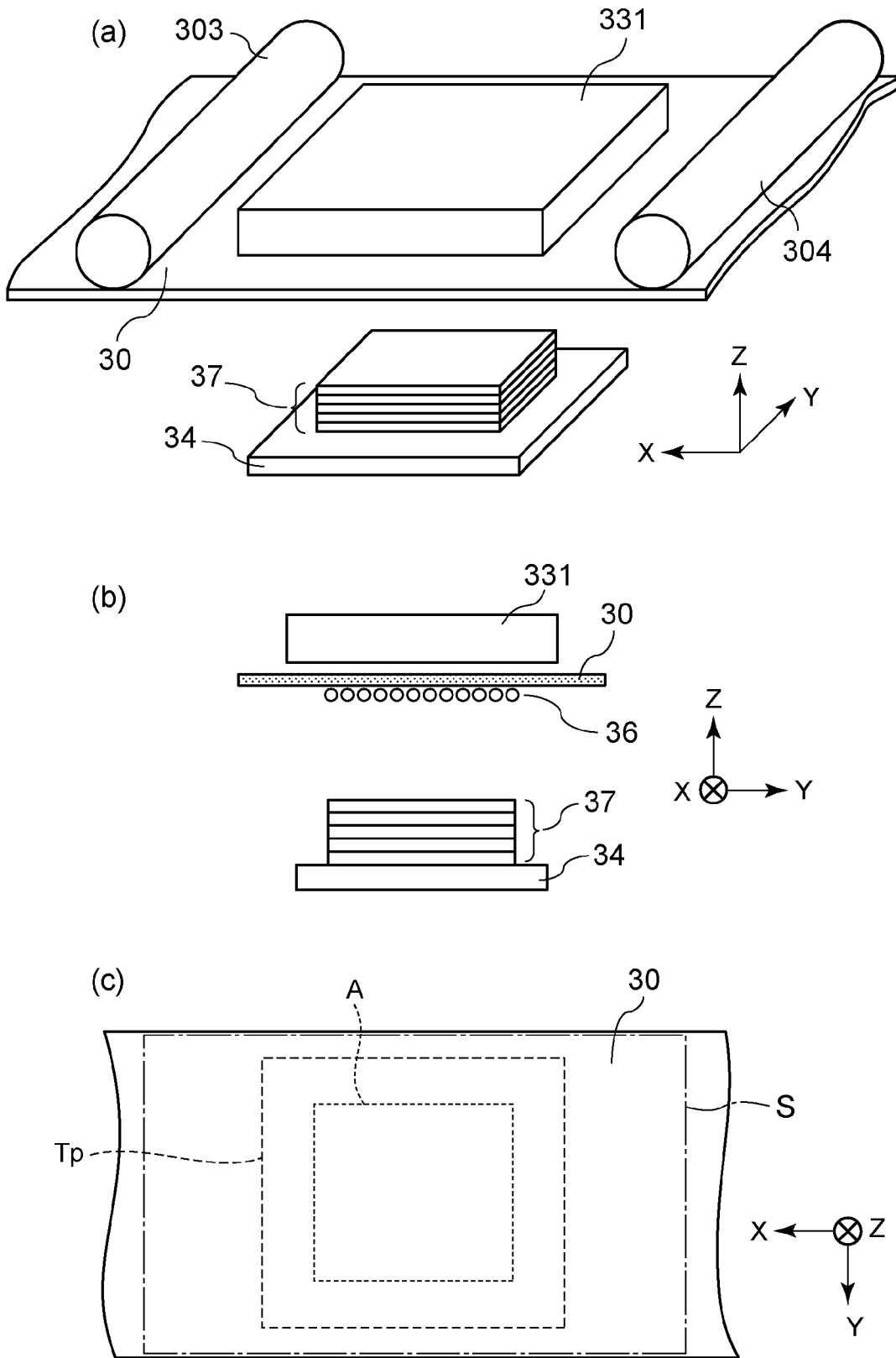
[図3]



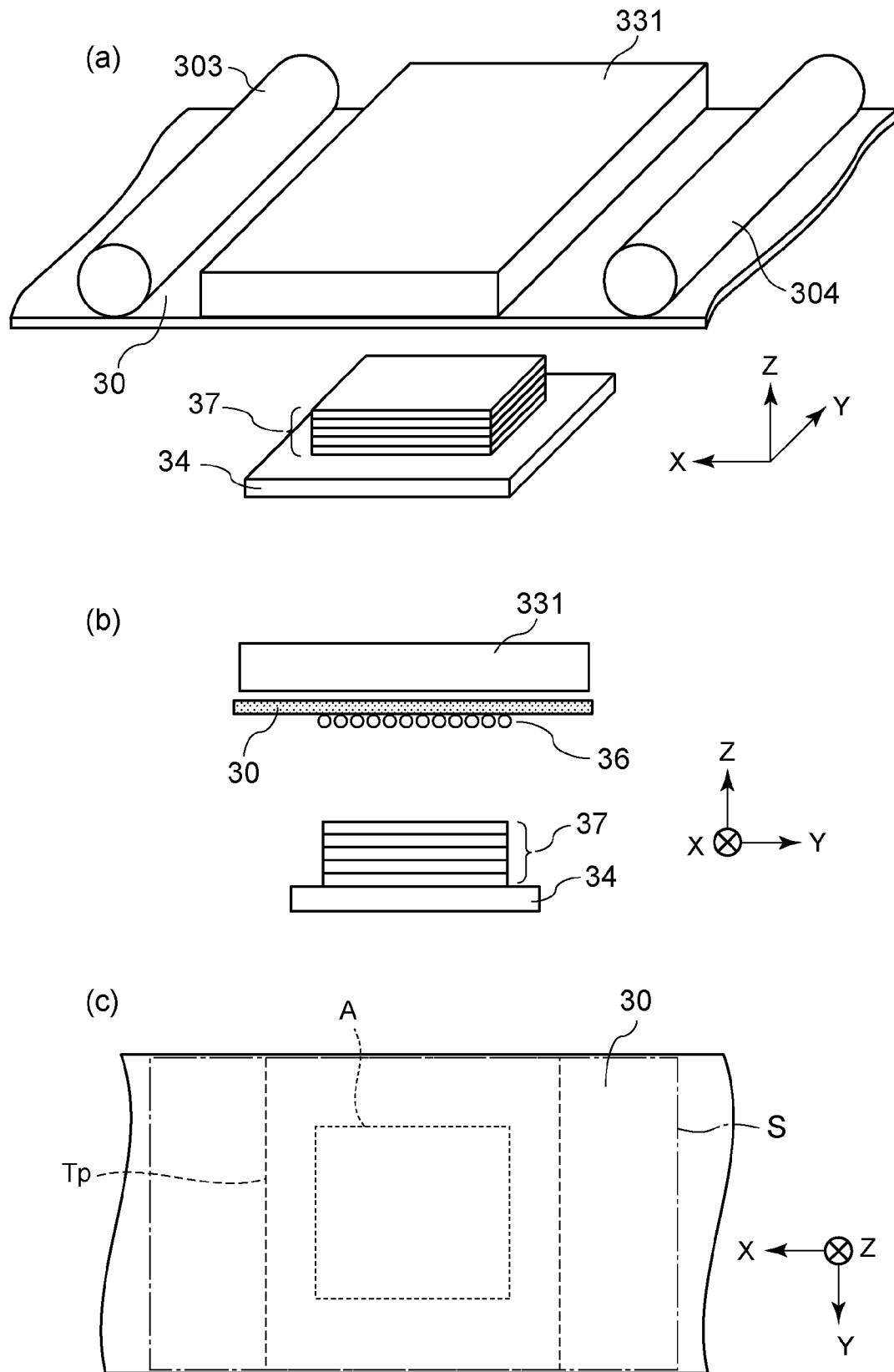
[図4]



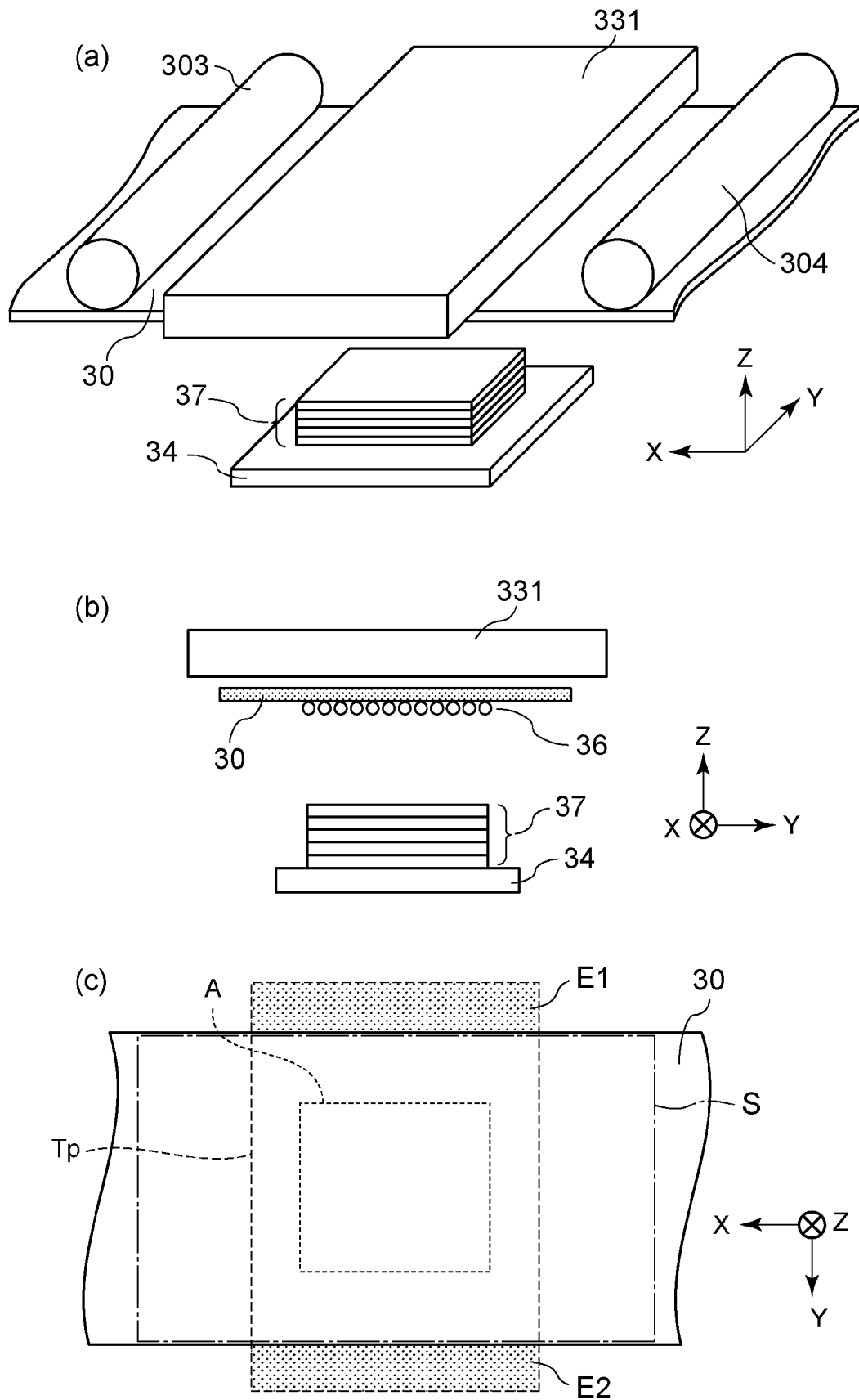
[図5]



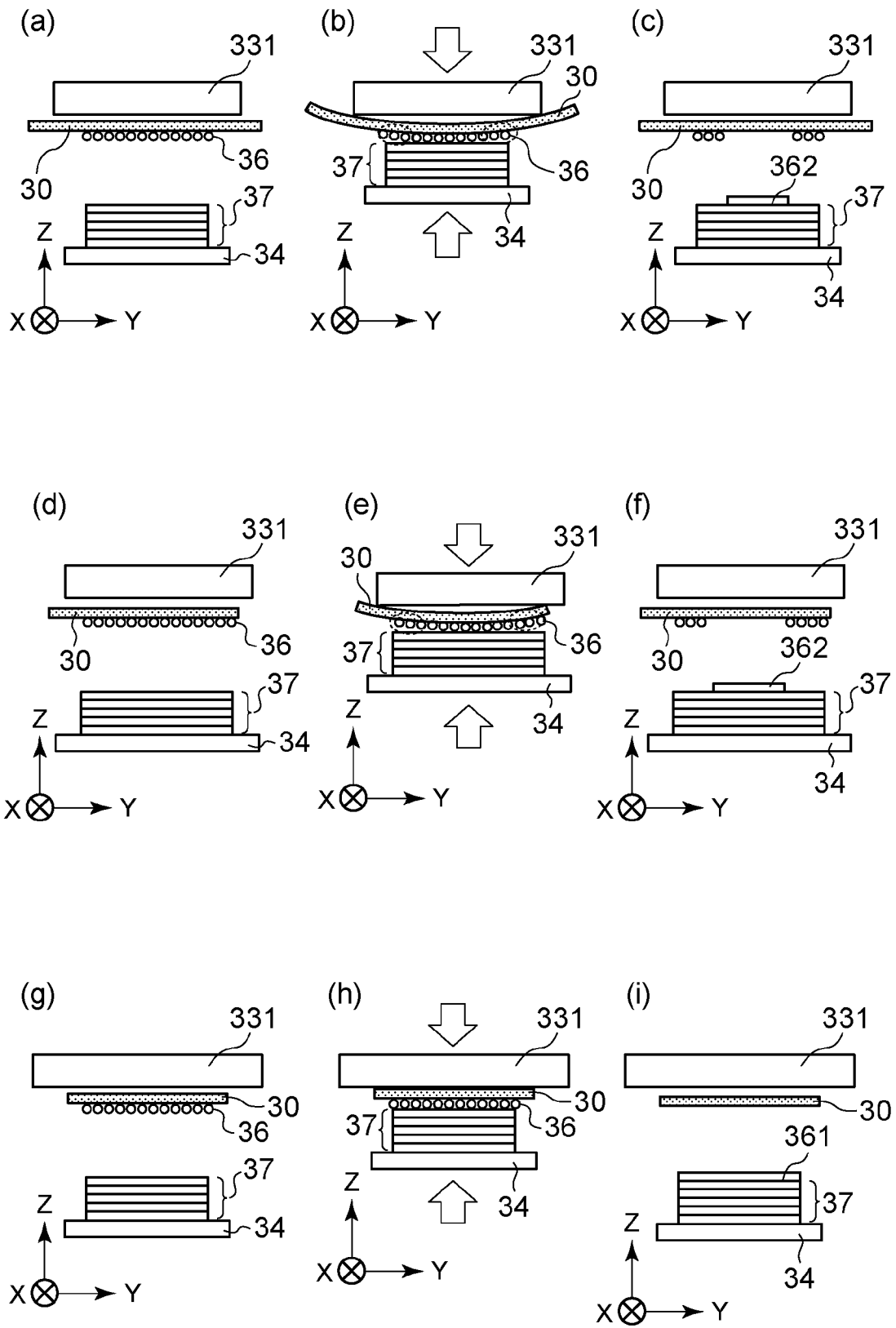
[図6]



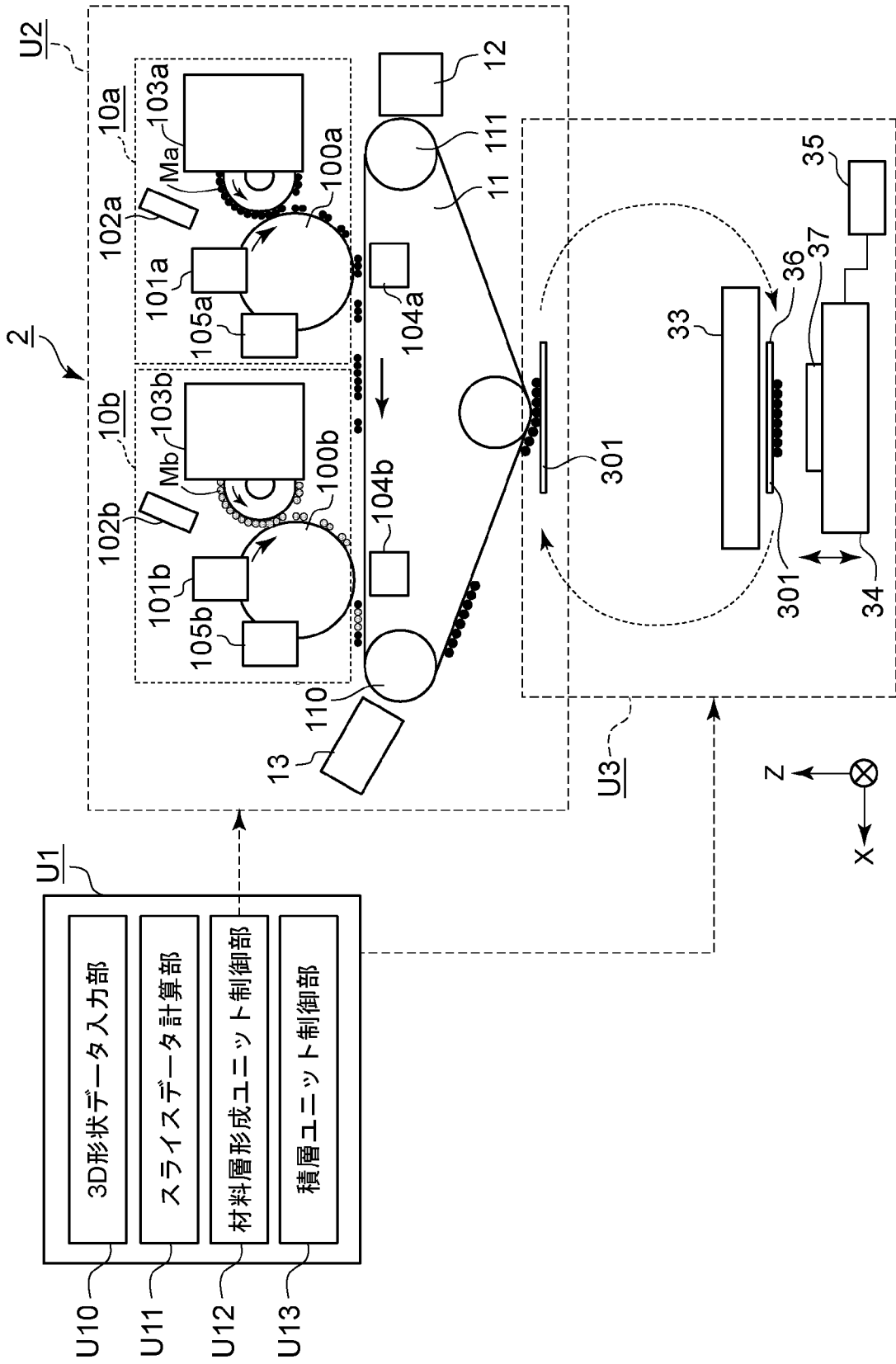
[図7]



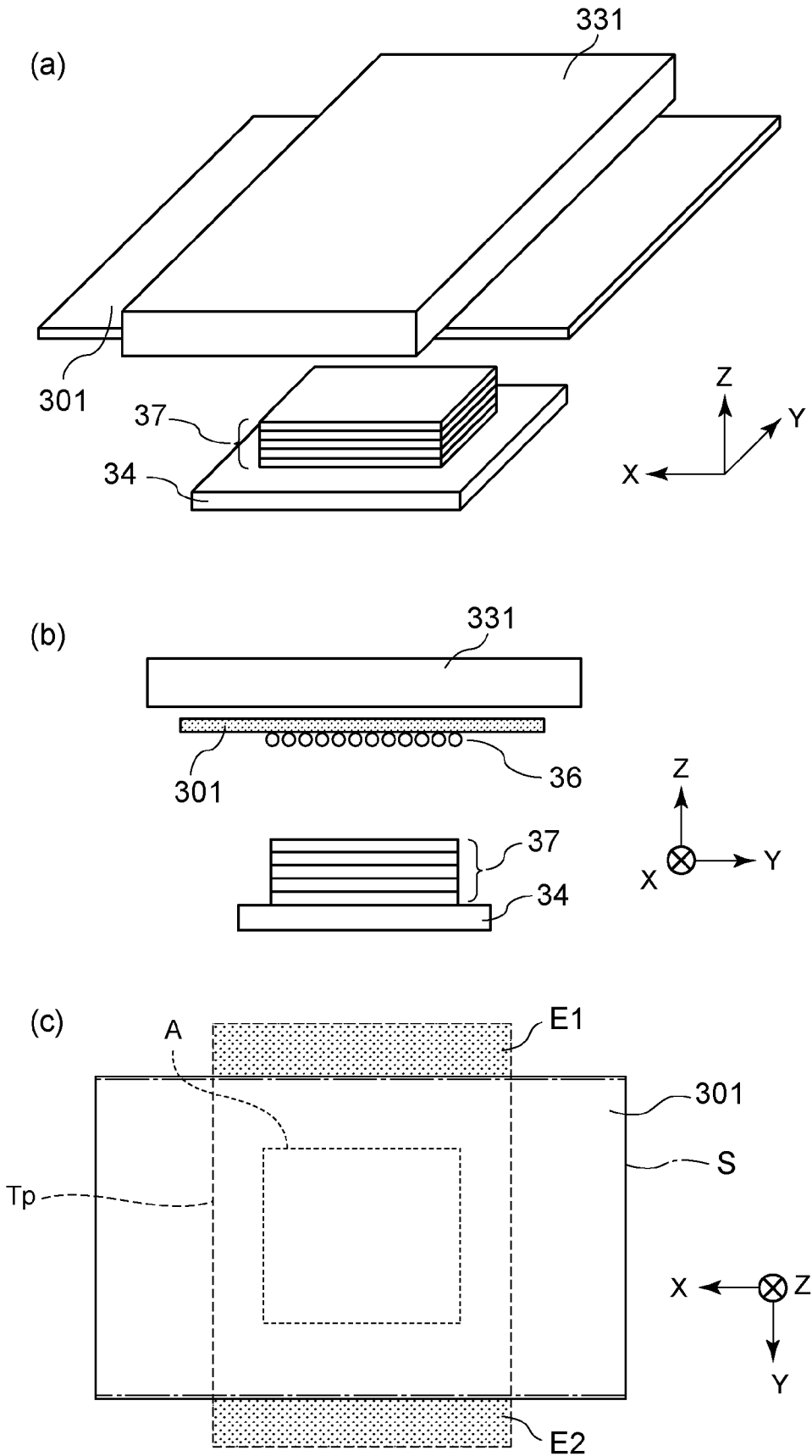
[図8]



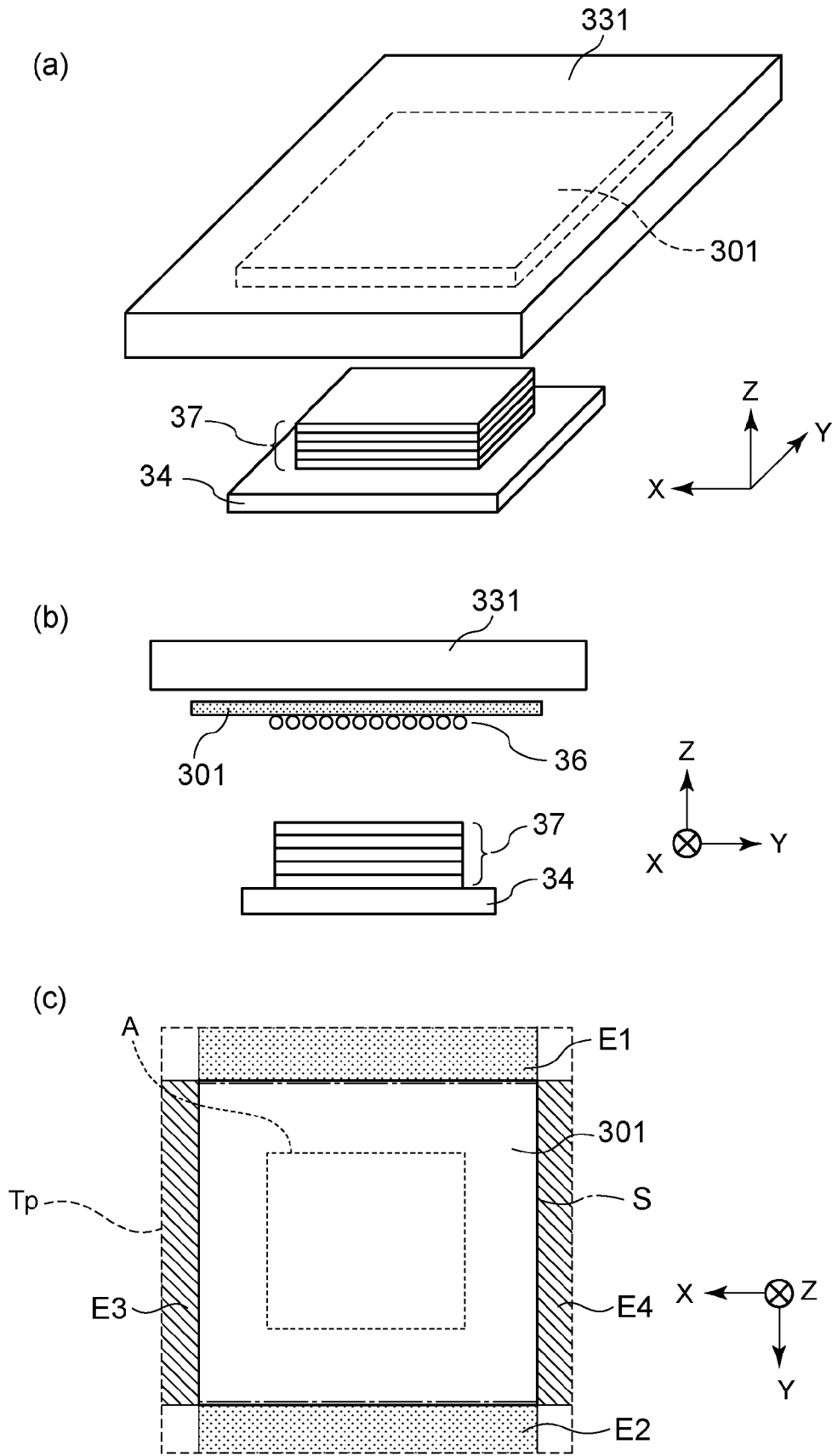
[図9]



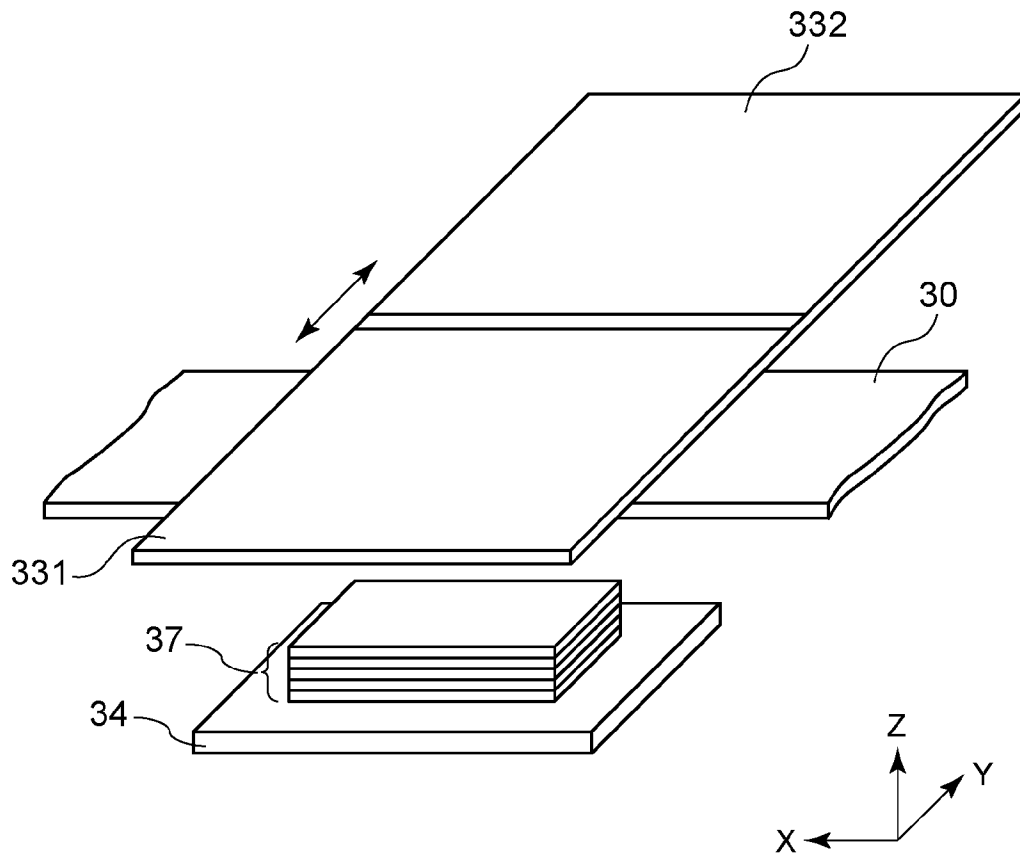
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/016047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B29C64/321(2017.01)i, B29C64/141(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)
B29C64/321, B29C64/141, B33Y10/00, B33Y30/00

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2017</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2017</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2017</i>

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 8-511217 A (GREYDA, Edward, P.), 26 November 1996 (26.11.1996), claims; page 16, lines 1 to 8; fig. 1, 2 & US 6206672 B1 claims; column 7, lines 51 to 62; fig. 1, 2 & WO 1995/026871 A1 & EP 702623 A1	1-6, 9-14 7, 8
A	JP 2003-053849 A (Konica Corp.), 26 February 2003 (26.02.2003), claims; paragraph [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 9-272153 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 October 1997 (21.10.1997), claims (Family: none)	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 02 June 2017 (02.06.17)	Date of mailing of the international search report 13 June 2017 (13.06.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B29C64/321(2017.01)i, B29C64/141(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. B29C64/321, B29C64/141, B33Y10/00, B33Y30/00

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）

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 A	JP 8-511217 A (グレンダ, エドワード・ピー) 1996. 11. 26, 特許請求の範囲、第16頁第1行-第8行、図1、2 & US 6206672 B1, claims, column 7, lines 51-62, Figs. 1, 2 & WO 1995/026871 A1 & EP 702623 A1	1-6, 9-14 7, 8
A	JP 2003-053849 A (コニカ株式会社) 2003. 02. 26, 特許請求の範囲、段落【0017】、図1 (ファミリーなし)	1-14

☑ 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

02.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

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）

内藤 康彰

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4R

4864

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
A	JP 9-272153 A (株式会社リコー) 1997. 10. 21, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-14