

(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
2015年6月25日(25.06.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/093032 A1

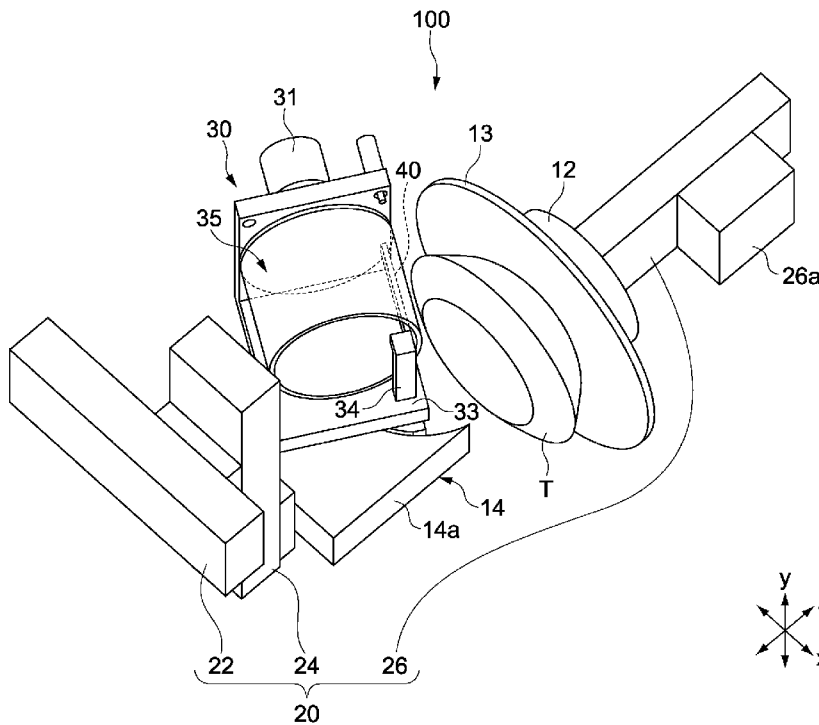
- (51) 国際特許分類:
B29C 67/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/006230
- (22) 国際出願日: 2014年12月15日(15.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-264074 2013年12月20日(20.12.2013) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 安河内 裕之 (YASUKOCHI, Hiroyuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂7-5-4 7 U & M赤坂ビル 2 F 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SHAPING DEVICE AND SHAPING METHOD

(54) 発明の名称: 造形装置および造形方法



(57) Abstract: [Solution] A shaping device comprising a stage, an irradiation unit, a travel mechanism, and a stage rotation mechanism. The irradiation unit selectively irradiates energy rays on to an area of material supplied upon the stage. The travel mechanism relatively moves the stage and the irradiation unit in at least the lamination direction of the material. The stage rotation mechanism rotates the stage.

(57) 要約: 【解決手段】造形装置は、ステージと、照射ユニットと、移動機構と、ステージ回転機構とを具備する。前記照射ユニットは、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する。前記移動機構は、少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる。前記ステージ回転機構は、前記ステージを回転させる。

WO 2015/093032 A1

明 細 書

発明の名称：造形装置および造形方法

技術分野

[0001] 本発明は、光等のエネルギー線で硬化する材料により3次元の物体を形成する造形装置およびこの造形装置による造形物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 造形装置の主な方式の1つとして、例えば光造形方式は、光硬化性樹脂にレーザ光を部分選択的に照射することにより、樹脂の所望の部分を硬化させて描画し、造形物を形成する方式である。光造形方式の中でも、規制液面法と呼ばれる方式では、光硬化性樹脂の液面が例えば平坦なガラス面により規制され、そのガラスを介して、レーザ光が液面とガラス面との界面にフォーカスされることで描画される。

[0003] 特許文献1に記載の造形装置は、例えば円筒状のドラムを備え、ドラムと造形ステージとの間に一方向に長いスリット領域を形成して、このスリット領域内で光硬化性材料に光を照射する。これは1次元規制液面法と呼ばれる。これにより、ドラムから材料の硬化層をきれいに剥がすことができる（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-40757号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般に、造形装置による造形物の形成に要する時間は長く、生産性が低いという欠点がある。本技術の目的は、造形物の形成に要する時間を短縮することができる造形装置およびこれによる造形物の製造方法を提供することにある。

[0006] 一方、造形装置による造形精度を高めること、つまり高精度に印刷するこ

との要求は年々高まりつつある。本技術の別の目的は、高精度な造形物を形成することができる造形装置およびこれにおける造形物の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る造形装置は、ステージと、照射ユニットと、移動機構と、ステージ回転機構とを具備する。

前記照射ユニットは、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する。

前記移動機構は、少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる。

前記ステージ回転機構は、前記ステージを回転させる。

[0008] 移動機構により積層造形が可能となるとともに、ステージの回転により、未硬化の材料を遠心力で振り切り、除去することができる。これにより、洗浄液で未硬化材料を洗い流す等の除去方法に比べ、造形物の形成に要する時間を短縮することができる。

[0009] 一方、ステージが回転可能であることにより、造形物を回転させながら造形を行うことができる。したがって、平面内での2軸スキャンによる通常の印刷（による1層分の造形）に比べ、造形時間を短縮することができる。

[0010] 本技術の他の形態に係る造形装置は、ステージと、第1の照射ユニットと、移動機構と、第2の照射ユニットとを具備する。

前記第1の照射ユニットは、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する。

前記移動機構は、前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる。

前記第2の照射ユニットは、前記第1の照射ユニットにより照射された前記材料に、エネルギー線を照射する。

[0011] この造形装置は、第2の照射ユニットにより後硬化処理を行うことにより、高精度な造形物を形成することができる。

[0012] 本技術の他の形態に係る造形装置は、ステージと、露光ユニットと、移動機構とを具備する。

前記露光ユニットは、複数の固体発光素子で構成された発光アレイを有し、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的に、前記発光アレイにより露光する。

前記移動機構は、少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記発光アレイとを相対的に移動させる。

[0013] 発光アレイが用いられることにより、露光ユニットの走査方向を減らすことができる。これにより造形物の形成に要する時間を短縮することができる。

[0014] 本技術の他の形態に係る造形装置は、ステージと、規制体と、照射ユニットと、移動機構とを具備する。

前記規制体は、前記ステージに向けて凸状の曲面でなる表面を有する。前記規制体は、前記ステージに対向することで、前記ステージと前記表面との間に、前記ステージに垂直な方向に形成される最小隙間の位置を含む保持領域を形成するように配置され得る。

前記照射ユニットは、前記保持領域内に保持された材料のうち、前記最小隙間の位置からずれた位置にある材料に、エネルギー線を照射する。

前記移動機構は、前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる。

[0015] これにより、高精度な造形物を形成することができる。

[0016] 本技術の他の形態に係る造形装置は、ステージと、規制体と、照射ユニットと、移動機構とを具備する。

前記規制体は、複数の領域に区画された表面を有する。前記規制体は、前記ステージに対向することで、前記表面の前記複数の領域のうち任意の1つの領域と前記ステージとの間に保持領域を形成するように配置され得る。

前記照射ユニットは、前記保持領域に保持された材料に、エネルギー線を照射する。

前記移動機構は、前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる。

[0017] これにより、複数の材料が一体となった高機能な構造体を、高精度に形成することができる。

[0018] 本技術の他の形態に係る造形装置は、規制体と、照射ユニットと、走行体と、移動機構とを具備する。

前記規制体は、造形対象面に向けて凸状の曲面でなる表面を有する。前記規制体は、前記造形対象面に対向することで、前記造形対象面と前記表面との間の隙間を含む保持領域を形成するように配置され得る。

前記照射ユニットは、前記保持領域内に保持された材料の領域にエネルギー線を照射する。

前記走行体は、前記規制体および前記照射ユニットを搭載し、前記造形対象面上を走行する。

前記移動機構は、前記走行体に搭載され、前記材料の積層方向で前記規制体を移動させる。

[0019] これにより、造形装置を大型化することなく、あらゆるサイズの構造体を形成することができる。

[0020] 本技術の一形態に係る造形物は、第1の材料で構成される構造体と、第2の材料で構成される充填部とを具備する。

前記第1の材料で構成される構造体は、外面と、第1の空隙と、前記第1の空隙の容積より大きい容積を有する第2の空隙と、前記外面および前記第1の空隙を連通する連通路とを含む。

前記第2の材料で構成される充填部は、前記連通路および前記第1の空隙内に充填され、前記第1の材料とは異なる固体の材料である。

[0021] 本技術の一形態に係る造形物の製造方法は、ステージ上に材料を供給することを含む。

前記ステージ上に供給された前記材料の領域にエネルギー線を照射することで、1層以上の前記材料が印刷される。

前記ステージを回転させることにより、または、吸引により、前記印刷で硬化した材料上に残る未硬化の材料が除去される。

前記未硬化の材料の除去後、前記材料の供給の工程、および前記1層以上の前記材料を硬化させる工程が順に行われる。

[0022] 本技術の一形態に係る造形物の製造方法は、エネルギー線を、第1の材料の領域に1層ごとに選択的に照射することにより、外面と、第1の空隙と、前記第1の空隙の容積より大きい容積を有する第2の空隙と、前記外面および前記第1の空隙を連通する連通路とを含む構造体を形成することを含む。

前記第1の空隙内に、前記第1の材料とは異なる第2の材料が、前記連通路を介して毛細管力により充填される。

前記充填された第2の材料が硬化される。

発明の効果

[0023] 以上、本技術によれば、造形物の形成に要する時間を短縮することができる。あるいは、高精度な造形物を形成することができる。

[0024] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、第1の実施形態に係る造形装置を模式的に示す斜視図である。

[図2]図2は、主に露光ヘッドユニットをy方向で見た図である。

[図3]図3は、照射ユニットおよびドラムをx方向で見た図である。

[図4]図4Aは、露光時の造形装置の要部をx方向で見た図であり、図4Bはそれをy方向で見た図である。

[図5]図5AおよびBは、回転の遠心力により未硬化材料を除去する動作を示す。

[図6]図6は、回転による未硬化材料の除去の他の形態を示す。

[図7]図7AおよびBは、第2の実施形態に係る造形装置の動作を順に示す。

[図8]図8AおよびBは、図7Bに続き、第2の実施形態に係る造形装置の動作を順に示す。

[図9]図9 AおよびBは、第3の実施形態に係る造形装置の要部をx方向で見た図である。

[図10]図10は、第4の実施形態に係る造形装置の要部を示す。

[図11]図11は、図10に示した中空パイプ状の構造体の他の製造方法を示す。

[図12]図12 AおよびBは、この造形装置による他の造形物の製造方法を示す。

[図13]図13は、回転対象形状でない構造体を示す斜視図である。

[図14]図14は、図1または10に示した造形装置によって形成され得る、マイクロ流路を有する構造体を示す斜視図である。

[図15]図15 AおよびBは、図14に示す構造体の製造方法を説明する図である。

[図16]図16 Aは、参考例として通常の造形法によって形成された、図14に示した構造体と同様の構造体を示す斜視図である。図16 Bは、その構造体のボス部を示す。

[図17]図17は、立体メッシュ構造を構成するための単位セル構造を示す斜視図である。

[図18]図18は、第5の実施形態に係る造形装置の要部を示す。

[図19]図19は、照射位置の最小隙間の位置からのずれ量を定量的に説明するための図である。

[図20]図20は、第5の実施形態の変形例を示す。

[図21]図21は、第6の実施形態に係る造形装置に用いられるドラムを示す斜視図である。

[図22]図22は、図21に示すドラムの断面図である。

[図23]図23は、本技術の一形態に係る構造体を模式的に示す断面図である。

[図24]図24は、第8の実施形態に係る造形装置を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しながら、本技術の実施形態を説明する。

1. 造形物の生産性を阻害する要因の考察

[0027] 1) 例えば、造形装置による造形終了後、未硬化の樹脂材料を洗浄液で洗い流し、除去する工程がある。これが造形物の生産性を落とす原因の1つであった。

[0028] 2) 造形装置が元々持つコンセプトとして、造形の対象物が汎用的であり、特定の造形物に最適化されていない点にある。一般的に、光造形は、ほとんどがモックアップ用途であった。汎用的には、どのような形状でも造形できなければならない。また、自由液面法を用いる光造形装置には、構造的に工夫の余地が少ない。

[0029] 2. 第1の実施形態

1) 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を模式的に示す斜視図である。造形装置100は、ワークプレート13、露光ヘッドユニット30、移動機構20、プレート回転機構12（ステージ回転機構）、 θ 回転機構14（規制体回転機構）を備える。

[0030] 移動機構20は、z移動機構26、x移動機構22、およびy移動機構24を含む。x-y平面が水平面であり、z方向がその水平面に垂直な方向（重力方向）である。本明細書では、「移動機構」は、物体を直進移動させる機構であり、回転移動を行う「回転機構」と区別する。

[0031] ワークプレート13は、造形物の形成するためのステージとして機能する。ワークプレート13は例えば円盤状に構成されている。図1では、例えば容器状の造形物Tがワークプレート13上に形成されている。

[0032] プレート回転機構12はワークプレート13に接続されており、ワークプレート13を回転させる図示しないモータを有する。

[0033] z移動機構26は、モータ等を含む駆動部26aを備える。z移動機構26は、駆動部26aの駆動によりワークプレート13を、このワークプレート13の表面（ステージ面）に垂直な方向であるz方向に沿って移動させる

ことが可能に構成されている。z 移動機構 26 は、プレート回転機構 12 に接続されており、プレート回転機構 12 とワークプレート 13 とを一体的に z 方向に移動させる。

[0034] なお、z 移動機構がワークプレート 13 に接続され、プレート回転機構が、この z 移動機構およびワークプレート 13 を一体的に回転するような構成であってもよい。

[0035] 露光ヘッドユニット 30 は、例えばワークプレート 13 より下部側に配置されている。すなわちワークプレート 13 上の、造形物 T が形成される表面は下側に向いている。露光ヘッドユニット 30 は、例えば光を照射する照射ユニット（あるいは露光ユニット）40 と、造形物の材料となる光硬化性樹脂（以下、樹脂材料という。）を保持して樹脂材料 R の液面を規制する規制体としての円筒状のドラム 35 と、このドラム 35 を回転可能に支持する支持部 33 とを備える。支持部 33 には例えばドラム 35 を回転させるモータ 31 が取り付けられている。

[0036] 図 2 は、主に露光ヘッドユニット 30 を y 方向で見た図である。ドラム 35 の長手方向（x 方向）の一端 35 b には、モータ 31 の駆動軸が、図示しない接続部材を介して接続されている。ドラム 35 の一端 35 b は閉じていてもよい。ドラム 35 の他端は開口されている（開口端 35 c）。ドラム 35 は、ガラスやアクリル等、光が透過する材料で構成される。

[0037] 照射ユニット 40 は、ドラム 35 内に配置され、ドラム 35 の長手方向に沿って長い形状で設けられている。照射ユニット 40 は、複数の固体発光素子として、複数の LED（Light Emitting Diode）41 で構成される LED アレイ（発光アレイ）45 を備える。複数の LED 41 は、ドラム 35 の長手方向に沿って 1 次元状に配列される。LED アレイ 45 は、半導体等の回路基板 43 に実装され、回路基板 43 は取付部材 36 に取り付けられている。取付部材 36 は、例えばドラム 35 内からその開口端 35 c を介してドラム 35 の外方へ突出し、支持柱 34 に接続されている。

[0038] 図 3 は、照射ユニット 40 およびドラム 35 を x 方向で見た図である。な

お、図2、3では、理解をしやすくするために、照射ユニット40の構成要素(LED41等)の、ドラム35に対する大きさの比率を大きくして描いている。

[0039] この造形装置100は、樹脂材料Rを供給する供給ユニットの一部である供給ノズル15を備える。供給ノズル15は、例えばx方向に沿って長く形成され、ドラム35の上部であってワークプレート13の近傍の位置に配置されている。供給ノズル15は、ワークプレート13とドラム35の表面35aとの間に樹脂材料Rを供給する。

[0040] 供給ノズル15は長い形状でなくてもよく、その場合、供給ノズル15をx方向に走査する機構が備えられる。

[0041] 照射ユニット40は、LEDアレイ45から出射した光を、ワークプレート13（またはワークプレート13上の形成途中の硬化物）上に供給される樹脂材料Rに、ドラム35の側壁を介して照射する。露光ヘッドユニット30は、後述するように、x移動機構22、y移動機構24および θ 回転機構14によりこれら3軸の自由度で移動可能である。したがって、露光ヘッドユニット30は、ドラム35の表面35aをワークプレート13の表面と対面するように、ドラム35をワークプレート13に対して配置させることができる。このようにドラム35とワークプレート13とが対向することにより、ドラム35の表面と、ワークプレート13（またはワークプレート13上の形成途中の硬化物）との間に、毛細管力で樹脂材料Rを保持する保持領域Hが形成される。

[0042] LEDアレイ45は例えばLED41ごとに集光レンズ42を備えている。集光レンズ42群は1次元のマイクロレンズアレイで構成される。これら集光レンズ42の焦点が保持領域Hに保持された樹脂材料Rに合致するように、照射ユニット40およびワークプレート13の相対位置が設定されている。あるいは、LED41から出射された拡散光を集光レンズ42により平行光にするような光学設計によれば、集光レンズ42の焦点距離に関係なく、照射ユニット40およびワークプレート13の距離を決定することができ

る。マイクロレンズアレイとして、屈折率分布型のロッドレンズアレイが使われる場合もある。

[0043] 各LED41のピッチは適宜設定可能であり、例えばサブミリメートルオーダーのごく微小なピッチとすることができる。

[0044] 回路基板43は、LEDアレイ45の各LED41を個別に駆動するドライバを備えている。ドライバは、例えばこの造形装置100の全体を制御するホストコンピュータの命令にしたがってLED41を駆動する。すなわちドライバは、複数のLED41のうち、樹脂材料Rを硬化させたい領域に対応する1以上のLED41を個別に駆動することにより、選択的に照射（露光）する。

[0045] LEDアレイ45は、典型的には紫外線を照射する。この場合、樹脂材料として紫外線硬化性樹脂が用いられる。もちろん可視光や赤外線が用いられてもよく、樹脂材料もそれらに応じて適宜変更可能である。

[0046] 図1に示すように、 θ 回転機構14は、ベースステージ14aを有し、ベースステージ14aに接続された露光ヘッドユニット30をy軸の周りに回転させることが可能に構成されている。露光ヘッドユニット30の支持部33のうち、ドラム35の下側に設けられたベース部が、ベースステージ14aの図示しない回転軸に接続されている。ベース部に対する、その回転軸の位置は特に限定されず、ベース部の中央であってもよいし、中央以外の位置であってもよい。

[0047] y移動機構24は、 θ 回転機構14のベースステージ14aに接続され、 θ 回転機構14および露光ヘッドユニット30を一体的にy方向に移動させるように構成されている。

[0048] x移動機構22は、y移動機構24に接続され、y移動機構24、 θ 回転機構14、および露光ヘッドユニット30を一体的にx方向に移動させるように構成されている。

[0049] なお、造形装置100は、造形物の形成のために、z移動機構26、x移動機構22、y移動機構24、プレート回転機構12、および θ 回転機構1

4のすべてを用いる必要はない。許容される造形時間や造形物の形状等に応じて適宜、造形時に使用される移動機構または回転機構が設定される。

[0050] 2) 造形装置の動作

移動機構20および θ 回転機構14の動作により、ワークプレート13およびドラム35が、図2に示すような位置に配置される。ワークプレート13およびドラム35の表面の間の最小隙間 g (図3参照)は、樹脂材料の印刷の1層分の厚さに対応する。すなわち、最小隙間 g は z 方向の造形の分解能に対応する。この分解能を低くする場合は最小隙間 g が大きく設定され、分解能を高くする場合は最小隙間 g を小さく設定される。作業者は、ホストコンピュータに適宜その設定を入力することができる。

[0051] 供給ノズル15から、その最小隙間 g の位置を含む保持領域Hに樹脂材料Rが供給される。図4Aは露光時の造形装置100の要部を x 方向で見た図であり、図4Bはそれを y 方向で見た図である。なお、図4AおよびB以降では、照射ユニット40を単純化して一方向に長い直方体として描いている。

[0052] 図4AおよびBに示すように、 y 移動機構24により照射ユニット40を含む露光ヘッドユニット30が走査されながら、照射ユニット40は、LEDアレイ45を用いて、保持領域に保持された樹脂材料Rの領域に選択的に露光する。LEDアレイ45は1次元アレイであるので、その1次元に直交する y 方向に沿って移動することにより、2次元状に樹脂材料Rが露光されて印刷される。露光により硬化した樹脂材料である硬化物T'を下部からの支えるものは何もないが、硬化物T'はワークプレート13に付着して固定されているので落下しない。

[0053] 露光ヘッドユニット30が y 方向に移動している間、モータ31は、例えばその露光ヘッドユニット30の移動速度に対応するような、ドラム35の表面の接線方向の速度を発生させる。なお、ドラム35が樹脂材料Rに密着していることにより、 y 方向の露光ヘッドユニット30の移動力で連れられて回転する場合は、モータ31の動作は不要となる。

[0054] 図2に示すように、光の照射位置は、保持領域Hにおける樹脂材料Rの y

方向の領域のうちの、上記最小隙間 g の位置か、または、後の実施形態で説明するように、その最小隙間 g の位置からずれた位置とされる。このように、保持領域 H における樹脂材料 R の y 方向の領域のうち、光が照射される範囲は、保持領域 H に保持された全樹脂材料 R のうちごく一部である。したがって、 y 方向の 1 回の走査で必要とされる樹脂材料 R の量は、保持領域 H に保持された樹脂材料の量で十分である。

[0055] 1 層分の樹脂材料の印刷が終了すると、上記の動作を繰り返すことにより、材料が積層されつつ印刷が行われる。この場合、造形装置 100 は、1 層ごとに z 移動機構 26 の動作によりワークプレート 13 を移動（上昇）させながら印刷する。

[0056] 形成された硬化物 T' の下には支えがないので、移動機構 20 によりワークプレート 13 からドラム 35 が離れることにより、樹脂材料に働く毛細管力が解除され、不要な未硬化の樹脂材料（以下、未硬化材料という。）の大部分は重力により下に流れ落ちる。

[0057] 1 層分または 2 以上の所定層分の樹脂材料の印刷が終了する。この時点で、図 5 A に示すように、未硬化材料が、硬化物 T' の下部に付着している。図 5 B に示すように、プレート回転機構 12 の動作によりワークプレート 13 が回転する。これにより、遠心力により、途中まで形成された硬化物 T' 上に残る未硬化材料が周囲に飛散し、除去される。この場合、プレート回転機構 12 は、未硬化材料の「除去機構」として機能する。

[0058] このように遠心力により樹脂材料が除去されることにより、洗浄液で未硬化材料を洗い流す等の除去方法に比べ、造形物の形成に要する時間を短縮することができる。すなわち、洗浄液を使用する方法は、造形物の生産性を阻害する原因の 1 つとなっていたが、本技術によれば、造形物の生産性を向上させることができる。

[0059] 造形物の形成後（造形完了後）、エタノール等の溶剤で造形物を洗浄する際には、その溶剤の使用量を大幅に減らすことができる。

[0060] 点光源で主走査方向を x 方向とし副走査方向を y 方向とした一般的な露光

の走査方法に比べ、本実施形態のようにLEDアレイ45を用いることにより、x方向の走査速度の限界を超えることができる。すなわち、LEDアレイ45がy方向のみ走査されることにより、短時間で2次元領域を選択露光することができる。

[0061] LEDアレイ45は多数の発光点を有するため、点光源に比べ、トータルでの光のパワー（つまりエネルギー）が大きくなり、硬化速度をさらに高めるので、造形時間を短縮することができる。

[0062] x方向の機械的な走査を行う必要がなく、ドラム35内の機械を減らすことができるので、ドラム35の径を小さくすることができたり、機構が簡単になる等の利点がある。

[0063] 3) 未硬化材料の除去動作の変形例

図6は、回転による未硬化材料の除去の他の形態を示す。この造形装置は、プレート回転機構12を、ワークプレート13に対して傾斜させる傾斜機構16を備える。例えばプレート回転機構12とワークプレート13との間に、傾斜機構16が配置される。傾斜機構16は、所定の角度範囲内の任意の角度で、プレート回転機構12を傾斜させるように構成されている。これにより、z軸を傾斜させることができる。

[0064] 図のようにプレート回転機構12が傾斜された状態で、プレート回転機構12がワークプレート13を回転させる。造形物の形状や、造形物のワークプレート13上の配置によっては、このように回転軸が傾斜している方が効率良く未硬化材料を飛散させることができる。例えば、硬化物T'の領域のうち、ワークプレート13のうち中心に近いほど、回転時に働く遠心力が小さくなる。ワークプレート13に対して回転軸の傾斜が所定の角度に設定されることにより、回転時に、ワークプレート13の中心位置にある材料に所望の遠心力を与えることができ、未硬化材料を除去することができる。

[0065] 3. 第2の実施形態

次に第2の実施形態について説明する。これ以降の説明では、図1等にした実施形態に係る造形装置100が含む部材や機能等について同様のもの

は説明を簡略化または省略し、異なる点を中心に説明する。

- [0066] 図7A、B、図8A、Bは、第2の実施形態に係る造形装置の動作を順に示し、それぞれx方向で見た図である。図7Aに示すように、この造形装置の露光ヘッドユニット130は、選択露光を行う上記の照射ユニット40（第1の照射ユニット）に加え、追加照射ユニット（第2の照射ユニット）46をさらに備える。追加照射ユニット46は、第1の照射ユニット40と同様に、1次元のLEDアレイを有しているか、または固体発光素子を用いないx方向に長いランプであってもよい。
- [0067] 追加照射ユニット46は、例えばドラム35の外側であればどこでもよい。また、露光ヘッドユニット130と一体的に動くように設けられることにより、造形時間の効率が良く、また別途の移動機構20を設ける場合に比べ、機構を減らし、造形装置を小型化することができる。
- [0068] 図7AおよびBに示すように、1層以上の所定層分の選択露光プロセスが終了すると、図8AおよびBに順に示すように、追加照射ユニット46により、硬化物T'上に残る未硬化材料を硬化させる。
- [0069] この場合、造形装置は、図7AおよびBで示した選択露光プロセスを、y方向の走査の往路の間に行い、図8AおよびBで示した後硬化（追加照射）を、y方向の走査の復路の間に行ってもよい。これにより造形時間を短縮することができる。
- [0070] 後硬化処理を行うことにより、上述したような溶剤で造形物を洗浄する工程も不要になる。
- [0071] 本実施形態は、上記第1の実施形態と組み合わせてもよい。例えば、図5Bに示したようにプレート回転機構12による未硬化材料の除去後、図8に示した後硬化処理が行われてもよい。
- [0072] 例えば、選択露光時において樹脂材料が完全に硬化する光量で露光するのではなく、形状を維持できる程度の少ない光量で露光し、全層の造形終了後、追加で全体を露光して完全に硬化させる、という方法も考えられる。しかしながら、この場合、追加の全体照射により、造形物が完全硬化するので全体

が収縮する。造形物全体の収縮率は、全体ではない所定層数分の樹脂材料の硬化物の収縮率に比べ大きくなる。したがって、この場合、造形精度が低下する場合がある。

[0073] これに対しこの第2の実施形態に係る技術では、1層ごと、あるいは数層毎に、後硬化処理を行うことにより、収縮する層は、未完の硬化物T'の1層あるいは数層の、ごく薄い層に限られるので、寸法の変化は最小限に抑えることができる。これにより、高精度で高品質な造形物を形成することができる。第1の実施形態による回転除去と、この第2の実施形態を組み合わせることにより、造形物の精度をより高めることができる。

[0074] 追加照射ユニット46は、第1の照射ユニット40による単位時間および単位立体角のエネルギーより大きい、単位時間および単位立体角当たりのエネルギーを持つ光を、樹脂材料に照射するようにしてもよい。

[0075] 追加照射ユニット46を設けず、後硬化処理のための照射を、第1の照射ユニット40が行うようにしてもよい。

[0076] 4. 第3の実施形態

図9AおよびBは、第3の実施形態に係る造形装置の要部をx方向で見た図である。この造形装置は、露光ヘッドユニット30と一体で移動可能に、あるいは独立して移動可能に、除去機構の少なくとも一部としての吸引機構50が設けられている。吸引機構50は、図示しない減圧機構に接続されており、未硬化材料を吸引するように構成されている。

[0077] 例えば図に示すように、露光プロセスの途中、すなわち露光ヘッドユニット30が走査されて移動している間に、吸引機構50が硬化物T'に接近し、未硬化材料を吸引して除去する。これにより、造形の時間効率を上げることができる。

[0078] 吸引機構50の別の形態として、例えば多孔質体を用いられ、多孔質体が硬化物に押し当てられるようにしてもよい。多孔質体としては、メッシュ体やスポンジが用いられる。

[0079] 造形物として流路構造体を形成する場合は、ワークプレート13に空圧用

の穴を設けておき、この穴から、造形物の流路に直接、圧縮空気などを送る方法もある。

[0080] 別の形態に係る除去機構は、エアブロー等を用いて、気体を硬化物に吹き付けるようにして未硬化材料を除去してもよい。

[0081] 5. 第4の実施形態

図10は、第4の実施形態に係る造形装置の要部を示す。この造形装置は、図1に示した造形装置100において、例えば長さが短く形成されたドラム135を用いている。照射ユニット140の長さもそれに合わせて短く形成されている。

[0082] 造形装置は、例えば中空パイプ状の構造体を形成する場合、ドラム135はxやy方向に走査されず静止したままにする。そして、樹脂材料の1層ごとに、プレート回転機構12がワークプレート13を回転させながら、照射ユニット40が露光を行う。1層ごとにワークプレート13が1回転し、1層分の露光が完了後、z移動機構26によりワークプレート13が1層分上昇する。造形装置は、この工程を順に繰り返す。

[0083] 一般的な造形装置は、x、y方向の走査を要するが、本実施形態に係る造形装置は、ワークプレート13を回転させるのみで造形物を形成することができる。短時間で、円筒状あるいは容器状の造形物を形成することができる。また、造形装置の構成を簡単にすることができ、造形装置の小型化を実現できる。

[0084] 図11は、図10に示した中空パイプ状の構造体の他の製造方法を示す。本実施形態に係る造形装置は、プレート回転機構12によりワークプレート13を回転させ、その回転を連続させ、かつ、z移動機構26によるワークプレート13の移動も連続させることにより、照射ユニット140は樹脂材料を露光しながらせん状に樹脂材料を積層していく。この場合も、ドラム135を静止させたまま露光が行われる。本実施形態では、図10に示した製造方法に比べ、造形時間をさらに短縮することができる。

[0085] なお、この場合、樹脂材料の供給タイミングは適宜設定されればよい。

- [0086] 図12AおよびBは、この造形装置による他の造形物の製造方法を示す。この造形物Tは、中空の球状体（または球形状を利用した容器）である。造形装置は、プレート回転機構12によりワークプレート13を回転させながら、また、 θ 回転機構14（図1参照）により露光ヘッドユニットを回転させながら樹脂材料を露光し、硬化物を1層ごとに積層していく。すなわち、1層ごとあるいは2以上の所定層ごとに、樹脂材料の積層方向を適宜変更することで、球面や曲面形状を効率良く形成することができる。
- [0087] この場合、図11に示したように、造形装置は、ワークプレート13の回転を連続させて、らせん状に硬化物を積層してもよい。
- [0088] このような製造方法によれば、自由な曲率の球面や曲面を持つ構造体を、短時間で形成することができる。
- [0089] 図10、11、12A、Bに示した構造体は、回転対称形状を有していた。しかしながら、図10に示した造形装置は、プレート回転機構12に、 θ 回転機構14、 x 移動機構22、および y 移動機構24の動作を組み合わせることにより、回転対称形状でない構造体ももちろん形成することができる。
- [0090] 図13は、その構造体を示す斜視図である。造形装置は、平面を持つ側壁210、また、4角に曲面（R）220を有する容器状の非回転対称形状の構造体を形成することができる。例えば、造形装置は、 x 移動機構22および y 移動機構24（図1参照）を動作させることにより、平面を持つ側壁210を形成することができ、プレート回転機構12を動作させることにより、曲面220の部分形成することができる。
- [0091] なお、この場合も、造形装置は、図10に示したように、1層ごとに樹脂材料を積層してもよいし、あるいは、図11に示したようにらせん状に樹脂材料を積層してもよい。
- [0092] 図10～12に示した構造体は、図1に示したように長い形状を有するドラム35を備えた造形装置によっても、もちろん形成され得る。
- [0093] 以上のように、1次元規制液面法を用いる光造形では、樹脂材料を毛細管

現象により、トラップするので、造形面の姿勢の自由度が高い。すなわち、床面、壁面、天井面など、あらゆる姿勢で造形が行える。このため、造形装置にさまざまな工夫を行うことができ、造形物の形状の自由度も高い。

[0094] また、1次元規制液面法の造形装置では、微細で制御された緻密な立体メッシュ構造を作成可能になる。その応用例として、軽量で剛性の高い構造材の製造が考えられる。このような構造は、上述のような中空パイプ状や球状に形成されることが多い。1次元規制液面法によれば、このような中空パイプや球状の構造の作成に適した、図1や10に示した造形装置の構成を実現することができる。

[0095] 図14は、図1または10に示した造形装置によって形成され得る、マイクロ流路を有する構造体を示す斜視図である。

[0096] この構造体250は、直方体状の本体260と、この本体260の側面に設けられた中空パイプ状のボス部270とを備える。本体260は、その上面に設けられた穴265と、この穴の底部からボス部270の内部まで連通するL字状の流路263とを有する。

[0097] 造形装置によるこの構造体の具体的な製造方法は、次のような方法である。ここでは、図1に示した造形装置100による製造方法について説明する。造形装置100は、照射ユニット40のy方向の移動、および1層ごとの硬化物の積層のためのz方向の移動により、流路263および穴265を有する本体260を形成する（図15A参照）。

[0098] 次に、造形装置100は、 θ 回転機構14（これに加えさらにx移動機構22を用いる場合もある）により、照射ユニット40の長手方向がz方向に向くように、露光ヘッドユニット30を回転させる。そして、造形装置100は、本体260の側面上から、ボス部270の軸方向（x方向）に沿って1層ごとの積層により、このボス部270を形成する（図15B参照）。

[0099] 図16Aは、参考例としてx、yの走査（平面走査）、およびその平面に垂直な方向の樹脂材料の積層（垂直積層）による、通常の造形法によって形成された、図14に示した構造体と同様の構造体を示す斜視図である。図1

6 Bは、その構造体のボス部を示す。

[0100] 平面走査および垂直積層を用いる造形法では、その平面内の分解能と垂直面内の分解能とが異なる。垂直面内の分解能は、樹脂材料の1層ごとの厚さ（積層ピッチ）に依存する。このことを利用すると、平面内の分解能を高くし、積層ピッチを厚くして、高速に造形することが可能になる。しかし、この場合は、造形物において平面に平行な分解能は高いが、それに垂直な面の分解能は低くなる。このため、造形物の形状によっては、高速に造形が行えず、また、必要な精度が得られないことがある。

[0101] このようなマイクロ流路構造では、流路やボス部の形状精度が重要になる。図16Bに示すように、ボス部370の側面形状やその穴の内面形状が、垂直面内の低分解能の影響を受け、階段状に形成されてしまう。ボス部の場合、本来は、その垂直面内で高分解能を要し、平面内の分解能は不要である。しかし、通常の造形法は、積層方向を変えることはできないので、ボス部370を垂直方向に積層して形成する。

[0102] これに対して、図15Bに示すように、本実施形態に係る造形装置100は、平面内の分解能が高めた本体260と、垂直面内の分解能を高めたボス部270とを分けて形成することができる。このように、本実施形態では、高分解能を必要とする方向に応じて、適宜その積層方向を変えて造形物を形成することができる。

[0103] また、図16Bに示す例の構造体は、ボス部370を支持する支持部375を有する。一般に、垂直方向のみの積層造形の場合、下部の層の造形範囲より広い範囲で上層の領域を造形する場合、つまり、ボス部370のようなオーバーハングがある場合、このような支持部375が不可欠となる。また、造形終了後、この支持部375を除去する場合があります、構造体の完成までに時間を要する。

[0104] これに対して、本実施形態に係る造形装置100は、積層方向を適宜変えることができるので、支持部375の形成は不要となる。また、これにより造形時間を短縮することができる。

[0105] 図17は、立体メッシュ構造を構成するための単位セル構造を示す斜視図である。

[0106] 本技術による造形装置は、この単位セル構造300を基本構造として、微細で緻密な立体メッシュ構造を形成することができる。単位セル構造300は、第1の方向（例えば水平方向）に設けられたハニカム構造310と、その第1の方向とは異なる第2の方向（例えば垂直方向）に設けられ、ハニカム構造310をつなぐ接続構造320とを有する。接続構造320は、例えば棒状の部材で形成される。

[0107] このような単位セル構造300で構成される立体メッシュ構造は、上下方向の剛性は低く、一方、水平方向では剛性が高いという特徴を有する。すなわち、立体メッシュ構造は、剛性の異方性を有する。このように異方性を積極的に利用することにより、一方向に伸縮が容易な高機能な実現することができる。

[0108] 図17に示した単位セル構造300は、一方向のみに剛性を有する構造体なので、一方向のみの積層方向による造形法であっても、比較的に作りやすい。しかし、一方向のみの積層方向による一般的な造形法により、例えば複数の異なる方向で、剛性を有する構造体、例えば複数の異なる方向にハニカム構造を形成しようとする、造形に長時間を要する。これに対し、本技術に係る造形装置によれば、積層方向が自由であるため、それを短時間で形成することができる。

[0109] また、本技術に係る造形装置は、剛性の異方性だけでなく、電磁的特性、光学的特性の異方性を持たせる構造も、簡単に形成することができる。これらはメタマテリアルの分野に応用することができる。

[0110] 6. 第5の実施形態

図18は、第5の実施形態に係る造形装置の要部を示す。

[0111] この造形装置に係る照射ユニット40は、ドラム35とステージとの距離が最も小さくなる最小隙間 g （図2参照）から、 y 方向でずれた位置にある樹脂材料Rに、光を照射するように配置されている。最小隙間を通る z 軸上

の中心線Cは、ドラム35の円筒の半径に沿う線であり、照射位置がこの中心線Cからy方向にずれるように、照射ユニット40の位置が設定される。その照射位置は、その中心線C上の位置にあるドラム35の部分が、照射位置から遠ざかる方向となる側（図中、中心線Cより左側）である。

[0112] このように、照射ユニット40による照射位置が中心線Cからずれて設定されることにより、次のようなメリットがある。

[0113] 例えば、硬化する時の収縮率が比較的大きい樹脂材料が使用される場合を想定する。樹脂材料の収縮率が大きいと、最小隙間の位置において、樹脂材料の収縮後、その収縮した材料とドラム35の表面との間に、周囲の未硬化の樹脂材料（以下、樹脂液という。）が毛細管力により流れ込み、それが中途半端に硬化する。その結果、高精度な硬化面を形成することができない場合がある。

[0114] あるいは、最小隙間位置で樹脂材料が収縮した時に、上記のように樹脂液に働く毛細管力よりも、その樹脂液の粘度や、ドラム35の表面に対して樹脂液に働く摩擦力が大きい場合、樹脂液は当該最小隙間位置には移動しない。その場合、樹脂材料が収縮した分の体積の領域が真空となる。このような真空領域が形成されると、高精度な造形物を形成できないおそれがある。

[0115] 本実施形態に係る造形装置では、最小隙間位置からずれた位置にある樹脂材料Rが収縮することにより、その収縮後の硬化物の厚さが、最小隙間と実質的に同じ厚さ（あるいはそれよりわずかに薄い厚さ）となる。すなわち、その収縮後の硬化物の厚さが、最小隙間と実質的に同じ厚さとなる程度に、最小隙間からずれた位置に照射位置が設定される。

[0116] これにより、最小隙間位置への樹脂液の流入や真空領域の発生を抑えることができ、高精度な造形物を形成することができる。

[0117] またこのように、樹脂材料の厚さ方向の収縮の自由度を高めることにより、その分、その厚さ方向に垂直な面内での収縮を抑える効果がある。

[0118] 図19は、照射位置の最小隙間gの位置からのずれ量を定量的に説明するための図である。

[0119] 図中の円は、ドラム35の表面35aを表す円である。最小隙間の位置からのずれ量dDを求めるものとする。ただし、 $dD \ll Rg$ とする。

[0120] α : 樹脂材料の厚さ方向の収縮率

dH : 樹脂材料の収縮厚さ

Ht : 樹脂材料の目標膜厚

Rg : 円筒の半径

[0121] 樹脂材料の収縮は、下記の式(1)で表すことができる。

[数1]

$$dH = Ht \left(\frac{1}{1-\alpha} - 1 \right) \quad \dots \text{式(1)}$$

幾何では、図19から下記の式(2)を得ることができる。

[数2]

$$dH = \frac{dD^2}{2 \times Rg} \quad \dots \text{式(2)}$$

上記式(1)および(2)から、下記の式(3)を得ることができる。

[数3]

$$dD = \sqrt{2 \times Rg \times Ht \times \left(\frac{1}{1-\alpha} - 1 \right)} \quad \dots \text{式(3)}$$

[0122] 図20は、第5の実施形態の変形例を示す。図18に示した例において、ドラム135に対する照射ユニット40のy方向における位置が固定である場合、造形のためのy方向の走査が片道に限られる。そこで、図20に示す例に係る造形装置は、照射ユニット40を、ドラム35に対して、照射ユニットの長手方向に直交する方向(y方向)に移動させる機構(照射位置移動機構)を備える。これにより、照射ユニット40のy方向における位置を、y方向の往路と復路で、中心線Cを挟んで交互に変更することで、往復の露

光処理が可能となる。その結果、図18に示した例に比べ、造形時間を短縮することができる。

[0123] また、このような機構により、造形装置は、樹脂材料の積層膜厚に応じて、y方向における最適な照射位置を確保することができる。例えば1つまたは複数の造形物の形成工程で、積層膜厚を変化させる場合、その設定された積層膜厚に応じて、照射位置の最適値を選択することができる。

[0124] 7. 第6の実施形態

一般に、積層造形では、1つの材料で造形物が形成される。複数の材料で造形物を形成することができれば、その造形物の機能や用途の幅が広がると考えられる。第6の実施形態に係る技術の目的は、複数の材料を使用することができる造形装置およびその造形物の製造方法を提供することにある。

[0125] 図21は、第6の実施形態に係る造形装置に用いられるドラムを示す斜視図である。図22は、このドラム60の断面図である。

[0126] このドラム60は、複数の領域60A、60B、60Cに区画された表面を有し、ワークプレート13（図1参照）に対向することで、それら領域のうち任意の1つの領域と、ワークプレート13との間に、樹脂材料の保持領域が形成されるように構成される。

[0127] 例えば、ドラム60の表面には、それら領域を形成するための区画壁61を有する区画部材65が設けられている。区画壁61は、例えばドラム60の長手方向に沿って延設されたリブ部61aと、ドラム60の表面の円周方向に沿って設けられたリング部61bとを有する。各領域60A、60B、60Cは、これらリブ部61aおよびリング部61bにより画定される。

[0128] リブ部61aの先端には、その長手方向にわたってフランジ部62が設けられている。フランジ部62の突出方向は、円周方向である。このフランジ部62により、ドラム60表面、リブ部61a、およびフランジ部62で囲まれた空間内に樹脂材料Rを溜めることができ、樹脂材料Rを落下させたり、他の樹脂材料と混ざらないようにすることができる。

[0129] 図の例では、各領域60A、60B、60Cは、ドラム60の円周方向に

沿って120°ずつ、つまり3等分に分割されて構成されるが、もちろん、2等分であってもよいし、4等分以上であってもよい。また、領域は不等分に分割されていてもよい。

[0130] 造形装置、例えば複数の異なる材料を用いて、それらの領域60A、60B、60Cでそれぞれ印刷を行う。複数の異なる材料としては、例えば粘度の異なる材料、誘電率の異なる複数の材料、あるいは、導電性を持つ材料と持たない材料などがある。

[0131] 例えば、造形装置は、複数の領域60A、60B、60Cのうち第1の領域60Aをワークプレートの表面に対面させ、それら第1の領域60Aとドラム60の表面との間に形成された保持領域に第1の材料を供給する。そして造形装置は、第1の材料で造形物の第1の部分形成する。次に、ドラム60を回転させることで、複数の領域のうち第2の領域60Bをワークプレートの表面に対面させ、それらの間に形成された保持領域に第2の材料を供給する。そして造形装置は、第2の材料で造形物の第2の部分形成する。

[0132] このような造形装置および製造方法によれば、複数の材料が一体となった高機能な構造体を、高精度に製造することができる。

[0133] 複数の樹脂材料を使用するために、例えば特許文献1の図18、19に記載のように、複数のドラムを使用し、材料ごとにドラムを変えることが考えられる。しかしながら、この場合、造形装置が大型化することは避けられない。本実施形態によれば、造形装置の小型化を実現しながらも、複数の材料が一体となった高機能な構造体を形成することができる。

[0134] 8. 第7の実施形態

第7の実施形態に係る技術の目的は、複数の材料を用いて高機能な構造体を製造する方法を提供し、また、その構造体を提供することにある。本技術は、構造体内の複数の空隙のうち、樹脂材料を充填させる空隙と、充填させない空隙とを意図的に制御する「制御含浸」の技術である。

[0135] 図23は、本技術の概念を説明するために、本技術により製造される構造体を模式的に示す断面図である。この構造体（造形物）400は、複数の材

料、例えば2種類の材料で構成される。この構造体400の第1の材料で構成される部分410は、外面401と、複数の微小空隙（第1の空隙）402と、これらの微小空隙402より大きい容積を有する空隙（第2の空隙）403と、微小空隙402および外面401を連通する連通路（図示せず）とを含む。第1の材料とは異なる第2の材料で構成される部分420は、連通路および微小空隙402内に充填された充填部404されている。

[0136] 例えば、微小空隙402のサイズ（直径など）は数十～数百 μm 程度であり、空隙403は、例えば数 mm 以上である。微小空隙402のサイズは、使用される第2の材料の種類によって適宜設定される。

[0137] 微小空隙402は、典型的には、例えば図17に示したように単位セル構造300を用いて構成されてもよい。すなわち、微小空隙402を形成する第1の材料は、単位セル構造300による骨格であり、立体メッシュ構造であればよい。

[0138] 空隙403は、構造体400が元々設計上持っている空隙であり、中空の構造体を実現するための空隙である。

[0139] この構造体400の製造方法は、次のようなものである。例えば、上記各実施形態に係る造形装置のうちいずれか1つが、構造体のうち第1の材料でなる造形物を形成する。第1の材料としては、例えば光硬化性樹脂が用いられる。第1の材料でなるこの造形物を、例えば液体の第2の材料に含浸させる。そうすると、外面401から連通路を介して毛細管力により、微小空隙402に第2の材料が流入する。これにより充填部404が形成される。

[0140] 空隙403は容積が大きいので、第2の材料がその空隙403のすべてに充填されることはなく、例えば空隙403の表面（内面）にのみ第2の材料が付着する。第2の材料として、例えば熱硬化性樹脂等が用いられる場合、第1の材料で形成される造形物の第2の材料への含浸後に、熱処理を行うことにより、第2の材料が硬化して（固体になり）、構造体が完成する。

[0141] 第2の材料として、光硬化性樹脂を用いる必要がなく、材料の選択の幅が広がる。したがって、高機能な構造体を実現することができる。第2の材料

として第1の材料より低粘度の材料、あるいは安価な材料が用いられてもよい。あるいは、第2の材料として、第1の材料より比重の小さい材料を用いることにより、構造体の軽量化を図ることができるし、また、空隙403に何も充填されない場合に比べ、構造体の剛性を高めることができる。すなわち、高剛性および軽量の両方を実現することができる。

[0142] 本実施形態において、第1の材料を構成する部分410には、外面401と空隙403とを連通する連通路（第1の連通路）と、微小空隙402と空隙403とを連通する連通路（第2の連通路）とが形成されていてもよい。第1の材料でなる造形物を第2の材料に含浸させた場合、外面401から第1の連通路および空隙403を介して、第2の連通路および微小空隙402に第2の材料が充填される。

[0143] このような構造体の構造に加え、上記のように微小空隙402と外面401とを連通する連通路が設けられていてもよい。

[0144] 9. 第8の実施形態

一般に、造形装置により形成される構造体として、人が手で持つことができるサイズから例えば自動車のボディのようなサイズまで、幅広いサイズを適用可能である。しかし、構造体のサイズが大型化するほど、それに対応して造形ステージを大きくする必要があり、造形装置を大型化せざるを得ない。第8の実施形態に係る技術の目的は、造形装置を大型化することなく、あらゆるサイズの構造体を形成することができる造形装置を提供することにある。

[0145] 図24は、第8の実施形態に係る造形装置を示す側面図である。

[0146] この造形装置150は、造形対象面Dに対向して配置され得るドラム35と、このドラム35を搭載し、造形対象面Dを走行する走行体70とを備える。走行体70は、本体78と、本体78に回転可能に接続された例えば2組（合計4つ）のホイール75を有する。

[0147] ドラム35は、本体78に図示しないモータによって回転可能に取り付けられている。ドラム35内には、上記各実施形態と同様な照射ユニット40

が設けられている。本体 78 には、樹脂材料の積層方向にドラム 35 を移動させて、造形対象面 D とドラム 35 の表面との距離を制御する図示しない移動機構が搭載されている。

[0148] 図中、左右のホイール 75 の回転軸の高さが異なっている。これは、図中の左右方向（走行体 70 の走行方向）における、硬化物 T' の形状の違いや、造形途中の層数の違い等を吸収するためである。このようなホイール 75 の高さの違いを吸収する機構として、バネ等が用いられる。

[0149] 造形対象面 D は、造形物 T が形成される対象の面であり、走行体 70 が移動できる面であれば、その面積や長さは問わない。

[0150] このように、走行体 70 が自走することにより、造形装置よりも大きなサイズの構造体を形成することができる。すなわち造形装置を大型化することなく、あらゆるサイズの構造体を形成することができる。

[0151] 応用例として、この造形装置は、例えば建築物の壁等の資材を形成することができる。例えば、造形装置が自身で形成した構造物を基準とし、その基準の構造物の上面を造形対象面 D として、材料を積層していくことができる。

[0152] 10. その他の実施形態

本技術は、以上説明した実施形態に限定されず、他の種々の実施形態を実現することができる。

[0153] 上記実施形態では、x 移動機構 22、y 移動機構 24 は、露光ヘッドユニット 30 を移動させる機構であり、z 移動機構 26 は、ワークプレート 13 を移動させる機構であった。このような構成に限られず、x、y 移動機構 24 がワークプレート 13 を移動させる機構であり、あるいは、z 移動機構 26 が露光ヘッドユニット 30 を移動させる機構であってもよい。すなわち、露光ヘッドユニット 30 とワークプレートとの移動は相対的なものであってよい。

[0154] 上記実施形態に係る照射ユニットは、エネルギー線として光を照射するものであった。他のエネルギー線として、例えば、超音波または電子線等が用

いられてもよい。

上記実施形態に係る照射ユニットとして、LEDアレイを有するものが用いられた。しかし、これに限られず、例えばx方向にライン状の光を照射可能な照射ユニットとして、例えばロッドレンズによりライン状の光を形成したり、ポリゴンミラーやガルバノミラー等を使用して、ライン方向に走査してライン状の光を形成したりする照射ユニットが用いられてもよい。

例えば図20で説明した、照射位置移動機構は、光源を移動させるのではなく、上記ポリゴンミラーの取り付け角度や別のミラーの角度を変えることにより、照射位置を変えるようにしてもよい。

[0155] 図18に示した第5の実施形態以外の造形装置による造形については、例えばドラムを備えていない造形装置により、すなわち1次元規制液面法を用いずに、他の一般的な光造形法を用いて造形物を形成してもよい。

[0156] 上記照射ユニットは、1次元のLEDアレイを備えていたが、2次元LEDアレイを備えていてもよい。あるいは、照射ユニット40は、1点に照射する0次元の光源を有し、この光源を少なくともxおよびy方向の2軸で走査して印刷してもよい。

[0157] 規制体の形状を円筒状、つまりドラム形状とした。しかし、規制体は円筒体の一部で構成されていてもよい。あるいは、規制体のx方向で見た表面の形状、円以外にも、楕円や放物線など、円錐曲線であってもよく、すなわち、ワークプレート13に向けて凸状の曲面を有してればどのような形状でもよい。

[0158] 上記実施形態に係る造形装置は、材料を保持領域Hに供給する供給ユニットを備えていたが、作業者の手作業により材料を保持領域に供給してもよい。

[0159] 以上説明した各形態の特徴部分のうち、少なくとも2つの特徴部分を組み合わせることも可能である。

[0160] 本技術は以下のような構成もとることができる。

(1)

ステージと、
前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する照射ユニットと、
少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる移動機構と、
前記ステージを回転させるステージ回転機構と
を具備する造形装置。

(2)

(1)に記載の造形装置であって、
前記ステージに向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記ステージに対向することで、前記ステージと前記表面との間に保持領域を形成するように配置され得る規制体をさらに具備し、
前記照射ユニットは、前記保持領域内に保持された前記材料に、前記規制体を介して前記エネルギー線を照射する
造形装置。

(3)

(1)または(2)のうちいずれか1つに記載の造形装置であって、
前記照射ユニットによる照射により形成される前記材料に、エネルギー線を照射する追加照射ユニットをさらに具備する
造形装置。

(4)

(1)から(3)のうちいずれか1つに記載の造形装置であって、
前記移動機構は、前記ステージが有するステージ面に直交する軸、および前記ステージ面に沿う互いに直交する2軸に沿って、前記ステージおよび前記照射ユニットを相対的に移動させる
造形装置。

(5)

(1)に記載の造形装置であって、

前記ステージが有するステージ面に沿う軸の周りで前記規制体を回転させる規制体回転機構をさらに具備する

造形装置。

(6)

ステージと、

前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する第1の照射ユニットと、

前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる移動機構と、

前記第1の照射ユニットにより照射された前記材料に、エネルギー線を照射する第2の照射ユニットと

を具備する造形装置。

(7)

(6)に記載の造形装置であって、

前記第2の照射ユニットは、前記第1の照射ユニットの照射による単位時間および単位立体角当たりのエネルギーより大きい、単位時間および単位立体角当たりのエネルギーを持つエネルギー線を前記材料に照射する

造形装置。

(8)

(6)に記載の造形装置であって、

前記照射ユニットによる照射により硬化した前記材料上に残る未硬化の材料を除去する除去機構をさらに具備する

造形装置。

(9)

ステージと、

複数の固体発光素子で構成された発光アレイを有し、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的に、前記発光アレイにより露光する露光ユニットと

少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記発光アレイとを相対的に移動させる移動機構と

を具備する造形装置。

(10)

(9)に記載の造形装置であって、

前記複数の固体発光素子は、1次元状に配列され、

前記移動機構は、前記複数の固体発光素子の配列方向に直交する方向に沿って、前記ステージおよび前記発光アレイを相対的に移動させる機構をさらに有する

造形装置。

(11)

(9)に記載の造形装置であって、

前記複数の固体発光素子は、2次元状に配列されている

造形装置。

(12)

ステージと、

前記ステージに向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記ステージに対向することで、前記ステージと前記表面との間に、前記ステージに垂直な方向に形成される最小隙間の位置を含む保持領域を形成するように配置され得る規制体と、

前記保持領域内に保持された材料のうち、前記最小隙間の位置からずれた位置にある材料に、エネルギー線を照射する照射ユニットと、

前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる移動機構と

を具備する造形装置。

(13)

(12)に記載の造形装置であって、

前記照射ユニットによるエネルギー線の照射位置を、前記規制体に対して

、前記最小隙間の位置からのずれの方向に移動させる照射位置移動機構をさらに具備する

造形装置。

(14)

(12) または (13) に記載の造形装置であって、

前記規制体の表面は、円筒状の面であり、

前記照射ユニットは、光を照射するように構成され、

前記材料が光硬化性樹脂である場合、前記光硬化性樹脂の厚さ方向の収縮率を α 、その収縮厚さを dH 、前記光硬化性樹脂の目標膜厚を Ht 、前記円筒の半径を Rg 、前記最小隙間の位置からのずれ量を dD とし、 $dD \ll Rg$ の場合、以下の式を満たす

造形装置。

[数4]

$$dD = \sqrt{2 \times Rg \times Ht \times \left(\frac{1}{1 - \alpha} - 1 \right)} \quad \dots \text{式(3)}$$

(15)

ステージと、

複数の領域に区画された表面を有し、前記ステージに対向することで、前記表面の前記複数の領域のうち任意の1つの領域と前記ステージとの間に保持領域を形成するように配置され得る規制体と、

前記保持領域に保持された材料に、エネルギー線を照射する照射ユニットと、

前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる移動機構と

を具備する造形装置。

(16)

(15) に記載の造形装置であって、

前記任意の1つの領域である第1の領域と、前記ステージとの間に、第1の材料を供給可能であり、前記任意の1つの領域である、前記第1の領域とは異なる第2の領域と、前記ステージとの間に、前記第1の材料とは異なる第2の材料を供給可能な供給ユニットをさらに具備する造形装置。

(17)

(15) または (16) に記載の造形装置であって、前記規制体は、前記複数の領域を区画する区画壁を有する造形装置。

(18)

造形対象面に向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記造形対象面に対向することで、前記造形対象面と前記表面との間の隙間を含む保持領域を形成するように配置され得る規制体と、

前記保持領域内に保持された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する照射ユニットと、

前記規制体および前記照射ユニットを搭載し、前記造形対象面を走行する走行体と、

前記材料の積層方向で前記規制体を移動させる移動機構とを具備する造形装置。

(19)

外面と、第1の空隙と、前記第1の空隙の容積より大きい容積を有する第2の空隙と、前記外面および前記第1の空隙を連通する連通路とを含む第1の材料で構成される構造体と、

前記連通路および前記第1の空隙内に充填され、前記第1の材料とは異なる固体の第2の材料と

を具備する造形物。

(20)

外面と、第1の空隙と、前記第1の空隙の容積より大きい容積を有する第

2の空隙と、前記外面および前記第2の空隙を連通する第1の連通路と、前記第1の空隙および前記第2の空隙を連通する第2の連通路とを含む第1の材料で構成される構造体と、

前記第2の連通路および前記第1の空隙内に充填され、前記第1の材料とは異なる固体の第2の材料とで構成される充填部と

を具備する造形物。

(21)

ステージ上に材料を供給し、

前記ステージ上に供給された前記材料の領域にエネルギー線を照射することで、1層以上の前記材料を印刷し、

前記ステージを回転させることにより、または、吸引により、前記印刷で硬化した材料上に残る未硬化の材料を除去し、

前記未硬化の材料の除去後、前記材料の供給の工程、および前記1層以上の前記材料を硬化させる工程を順に行う

造形物の製造方法。

(22)

(21)に記載の造形物の製造方法であって、

前記未硬化の材料の除去後、前記材料の供給前に、前記印刷で硬化した前記材料に、エネルギー線を照射することで、後硬化を行う工程をさらに具備する

造形物の製造方法。

(23)

エネルギー線を、第1の材料の領域に1層ごとに選択的に照射することにより、外面と、第1の空隙と、前記第1の空隙の容積より大きい容積を有する第2の空隙と、前記外面および前記第2の空隙を連通する第1の連通路と、前記第1の空隙および前記第2の空隙を連通する第2の連通路とを含む構造体を形成し、

前記第1の空隙内に、前記第1の材料とは異なる第2の材料を、前記第1

の連通路および前記第 2 の連通路を介して毛細管力により充填し、

前記充填された第 2 の材料を硬化させる

造形物の製造方法。

(24)

エネルギー線を、第 1 の材料の領域に 1 層ごとに選択的に照射することにより、外面と、第 1 の空隙と、前記第 1 の空隙の容積より大きい容積を有する第 2 の空隙と、前記外面および前記第 1 の空隙を連通する連通路とを含む構造体を形成し、

前記第 1 の空隙内に、前記第 1 の材料とは異なる第 2 の材料を、前記連通路を介して毛細管力により充填し、

前記充填された第 2 の材料を硬化させる

造形物の製造方法。

(25)

ステージ上に材料を供給し、

前記ステージ上に供給された前記材料の領域に選択的にエネルギー線を照射することで、1 層以上の前記材料を印刷し、

前記印刷されて得られる前記材料にさらにエネルギー線を照射することで、後硬化を行い、

前記後硬化の後、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射することで、1 層以上の前記材料を印刷する

造形物の製造方法。

(26)

ステージ上に材料を供給し、

複数の固体発光素子で構成された発光アレイにより、前記ステージ上に供給された前記材料の領域に選択的に露光し、

前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記発光アレイを相対的に移動させる

造形物の製造方法。

(27)

ステージと、

前記ステージに向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記ステージに対向することで、前記ステージと前記表面との間に、前記ステージに垂直な方向に形成される最小隙間の位置を含む保持領域を形成するように配置され得る規制体とを具備する造形装置による造形物の製造方法であって、

前記ステージ上に材料を供給し、

照射ユニットにより、前記保持領域内に保持された材料のうち、前記最小隙間の位置からずれた位置にある材料に、エネルギー線を照射し、

前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる

造形物の製造方法。

(28)

複数の領域に区画された表面を有する規制体を前記ステージに対向させることで、前記表面の前記複数の領域のうち任意の1つの領域である第1の領域と前記ステージとの間に保持領域を形成し、

前記保持領域内に第1の材料を供給し、

前記保持領域内に保持された前記第1の材料の領域に選択的にエネルギー線を照射することで、第1の材料で構成される1層以上の第1の構造体を形成し、

前記規制体を前記ステージに対向させることで、前記複数の領域のうち任意の1つの領域である、前記第1の領域とは異なる第2の領域と、前記ステージとの間に保持領域を形成し、

前記保持領域内に、前記第1の材料とは異なる第2の材料を供給し、

前記保持領域内に保持された前記第2の材料の領域に選択的にエネルギー線を照射することで、第2の材料で構成される1層以上の第2の構造体を前記第1の構造体上に形成する

造形物の製造方法。

(29)

造形対象面に向けて凸状の曲面でなる表面を有する規制体を、前記造形対象面に対向させることで、前記造形対象面と前記表面との間の隙間を含む保持領域を形成し、

前記保持領域内に保持された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射しながら、前記規制体および前記照射ユニットを搭載した走行体を、前記造形対象面上を走行させ、

前記材料の積層方向で前記規制体を移動させる
造形物の製造方法。

符号の説明

- [0161] 1 2…プレート回転機構
1 3…ワークプレート
1 4… θ 回転機構
1 5…供給ノズル
2 0…移動機構
2 2…x移動機構
2 4…y移動機構
2 6…z移動機構
3 0、1 3 0…露光ヘッドユニット
3 5、6 0、1 3 5…ドラム
3 5 a…ドラムの表面
4 0、1 4 0…照射ユニット（第1の照射ユニット）
4 1…LED
4 5…LEDアレイ
4 6…照射ユニット（第2の照射ユニット）
5 0…吸引機構
6 0 A、6 0 B、6 0 C…領域
6 1…区画壁

- 7 0 …走行体
- 1 0 0、1 5 0 …造形装置
- 4 0 0 …構造体（造形物）
- 4 0 1 …外面
- 4 0 2 …微小空隙
- 4 0 3 …空隙
- 4 0 4 …充填部

請求の範囲

- [請求項1] ステージと、
前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する照射ユニットと、
少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる移動機構と、
前記ステージを回転させるステージ回転機構と
を具備する造形装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の造形装置であって、
前記ステージに向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記ステージに対向することで、前記ステージと前記表面との間に保持領域を形成するように配置され得る規制体をさらに具備し、
前記照射ユニットは、前記保持領域内に保持された前記材料に、前記規制体を介して前記エネルギー線を照射する
造形装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の造形装置であって、
前記照射ユニットによる照射により形成される前記材料に、エネルギー線を照射する追加照射ユニットをさらに具備する
造形装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の造形装置であって、
前記移動機構は、前記ステージが有するステージ面に直交する軸、および前記ステージ面に沿う互いに直交する2軸に沿って、前記ステージおよび前記照射ユニットを相対的に移動させる
造形装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の造形装置であって、
前記ステージが有するステージ面に沿う軸の周りで前記規制体を回転させる規制体回転機構をさらに具備する
造形装置。

- [請求項6] ステージと、
前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的にエネルギー線を照射する第1の照射ユニットと、
前記材料の積層方向で、前記ステージと前記照射ユニットとを相対的に移動させる移動機構と、
前記第1の照射ユニットにより照射された前記材料に、エネルギー線を照射する第2の照射ユニットと
を具備する造形装置。
- [請求項7] 請求項6に記載の造形装置であって、
前記第2の照射ユニットは、前記第1の照射ユニットの照射による単位時間および単位立体角当たりのエネルギーより大きい、単位時間および単位立体角当たりのエネルギーを持つエネルギー線を前記材料に照射する
造形装置。
- [請求項8] 請求項6に記載の造形装置であって、
前記照射ユニットによる照射により硬化した前記材料上に残る未硬化の材料を除去する除去機構をさらに具備する
造形装置。
- [請求項9] ステージと、
複数の固体発光素子で構成された発光アレイを有し、前記ステージ上に供給された材料の領域に選択的に、前記発光アレイにより露光する露光ユニットと
少なくとも前記材料の積層方向で、前記ステージと前記発光アレイとを相対的に移動させる移動機構と
を具備する造形装置。
- [請求項10] 請求項9に記載の造形装置であって、
前記複数の固体発光素子は、1次元状に配列され、
前記移動機構は、前記複数の固体発光素子の配列方向に直交する方

向に沿って、前記ステージおよび前記発光アレイを相対的に移動させる機構をさらに有する

造形装置。

[請求項11]

請求項9に記載の造形装置であって、

前記複数の固体発光素子は、2次元状に配列されている

造形装置。

[請求項12]

ステージと、

前記ステージに向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記ステージに対向することで、前記ステージと前記表面との間に、前記ステージに垂直な方向に形成される最小隙間の位置を含む保持領域を形成するように配置され得る規制体と、

前記保持領域内に保持された材料のうち、前記最小隙間の位置からずれた位置にある材料に、エネルギー線を照射する照射ユニットと、

前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる移動機構と

を具備する造形装置。

[請求項13]

ステージと、

複数の領域に区画された表面を有し、前記ステージに対向することで、前記表面の前記複数の領域のうち任意の1つの領域と前記ステージとの間に保持領域を形成するように配置され得る規制体と、

前記保持領域に保持された材料に、エネルギー線を照射する照射ユニットと、

前記材料の積層方向で、前記ステージおよび前記規制体を相対的に移動させる移動機構と

を具備する造形装置。

[請求項14]

請求項13に記載の造形装置であって、

前記任意の1つの領域である第1の領域と、前記ステージとの間に、第1の材料を供給可能であり、前記任意の1つの領域である、前記

第1の領域とは異なる第2の領域と、前記ステージとの間に、前記第1の材料とは異なる第2の材料を供給可能な供給ユニットをさらに具備する

造形装置。

[請求項15] 請求項13に記載の造形装置であって、
前記規制体は、前記複数の領域を区画する区画壁を有する
造形装置。

[請求項16] 造形対象面に向けて凸状の曲面でなる表面を有し、前記造形対象面
に対向することで、前記造形対象面と前記表面との間の隙間を含む保
持領域を形成するように配置され得る規制体と、

前記保持領域内に保持された材料の領域に選択的にエネルギー線を
照射する照射ユニットと、

前記規制体および前記照射ユニットを搭載し、前記造形対象面上を
走行する走行体と、

前記走行体に搭載され、前記材料の積層方向で前記規制体を移動さ
せる移動機構と

を具備する造形装置。

[請求項17] 外面と、第1の空隙と、前記第1の空隙の容積より大きい容積を有
する第2の空隙と、前記外面および前記第1の空隙を連通する連通路
とを含む第1の材料で構成される構造体と、

前記連通路および前記第1の空隙内に充填され、前記第1の材料と
は異なる固体の第2の材料とで構成される充填部と

を具備する造形物。

[請求項18] ステージ上に材料を供給し、
前記ステージ上に供給された前記材料の領域にエネルギー線を照射
することで、1層以上の前記材料を印刷し、

前記ステージを回転させることにより、または、吸引により、前記
印刷で硬化した材料上に残る未硬化の材料を除去し、

前記未硬化の材料の除去後、前記材料の供給の工程、および前記 1 層以上の前記材料を硬化させる工程を順に行う

造形物の製造方法。

[請求項19]

請求項 18 に記載の造形物の製造方法であって、

前記未硬化の材料の除去後、前記材料の供給前に、前記印刷で硬化した前記材料に、エネルギー線を照射することで、後硬化を行う工程をさらに具備する

造形物の製造方法。

[請求項20]

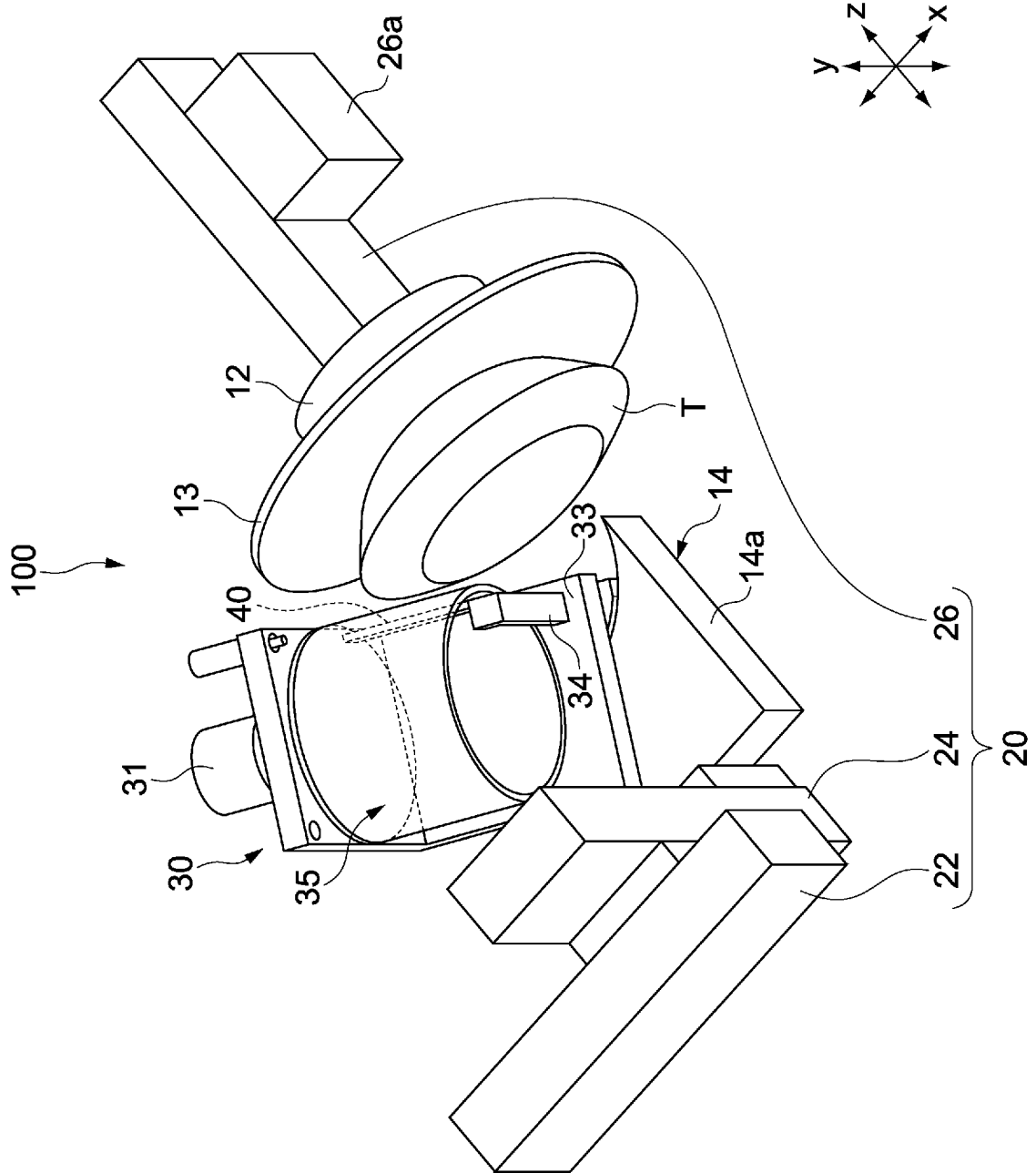
エネルギー線を、第 1 の材料の領域に 1 層ごとに選択的に照射することにより、外面と、第 1 の空隙と、前記第 1 の空隙の容積より大きい容積を有する第 2 の空隙と、前記外面および前記第 1 の空隙を連通する連通路とを含む構造体を形成し、

前記第 1 の空隙内に、前記第 1 の材料とは異なる第 2 の材料を、前記連通路を介して毛細管力により充填し、

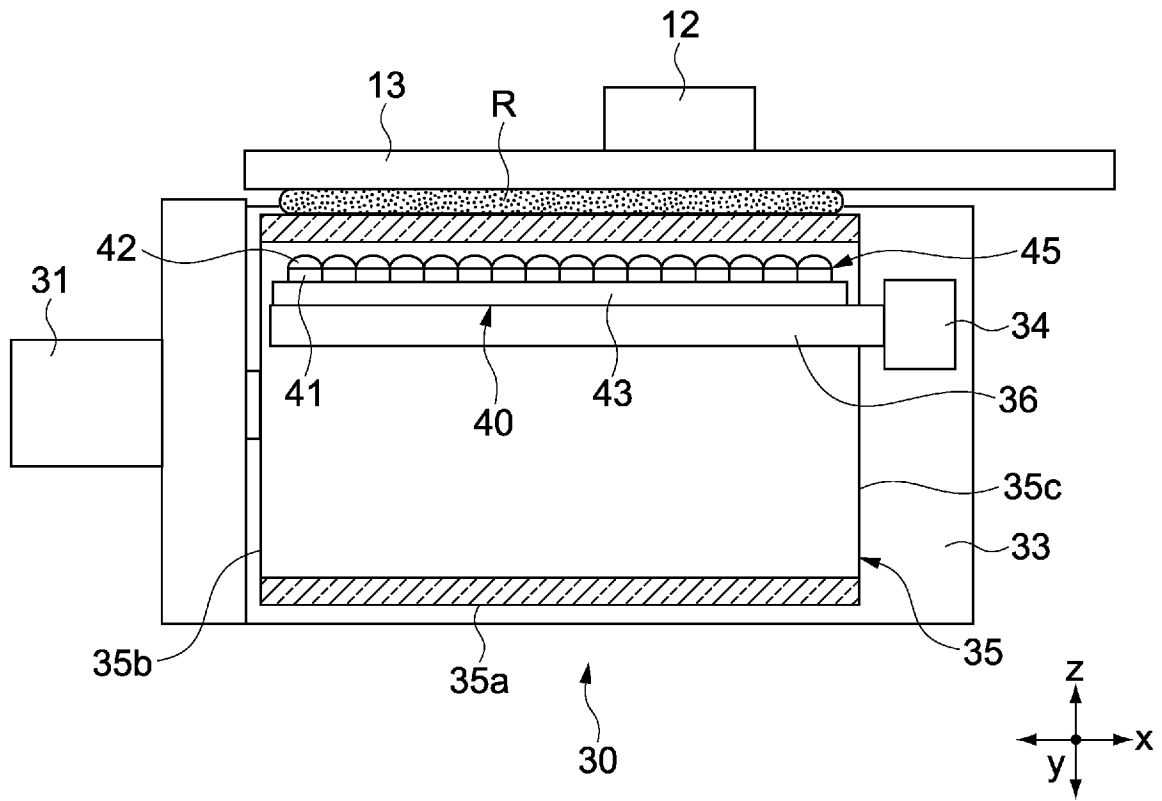
前記充填された第 2 の材料を硬化させる

造形物の製造方法。

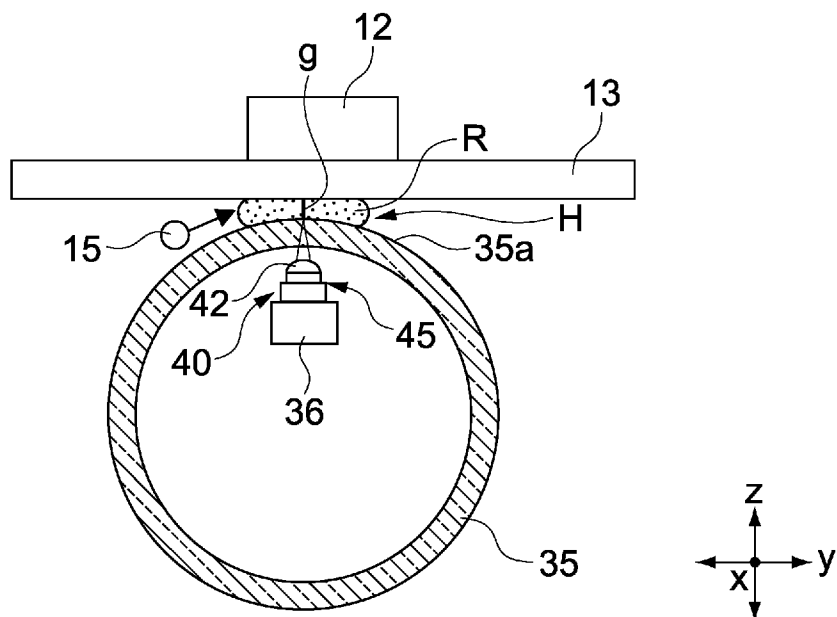
[図1]



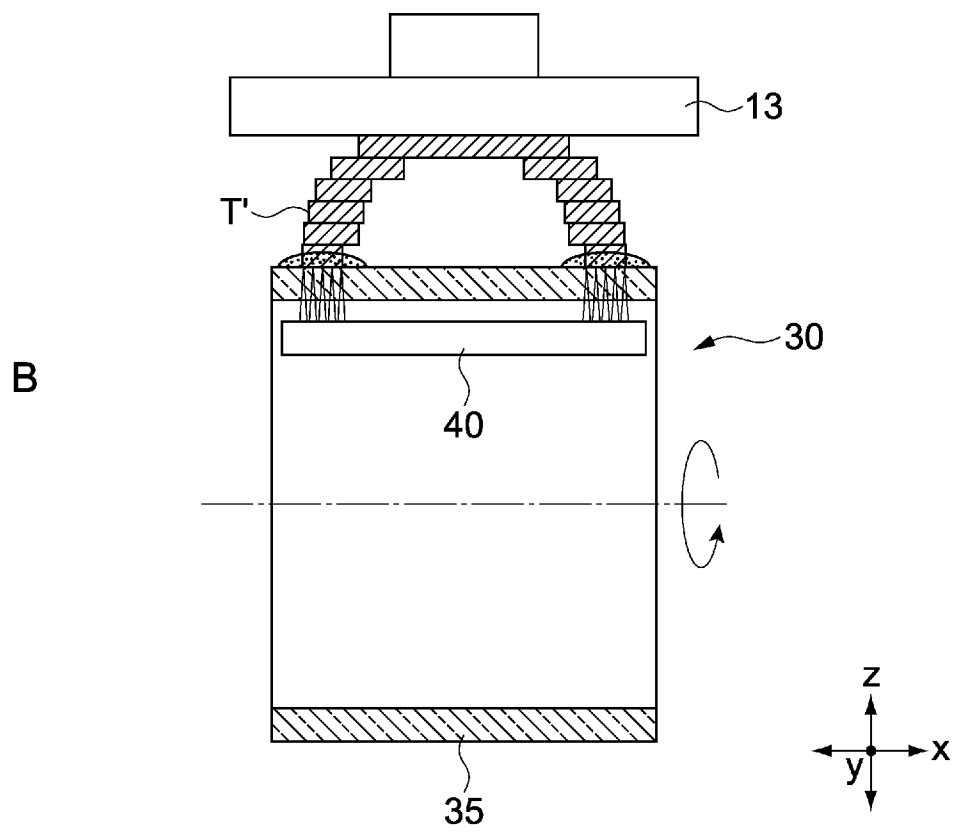
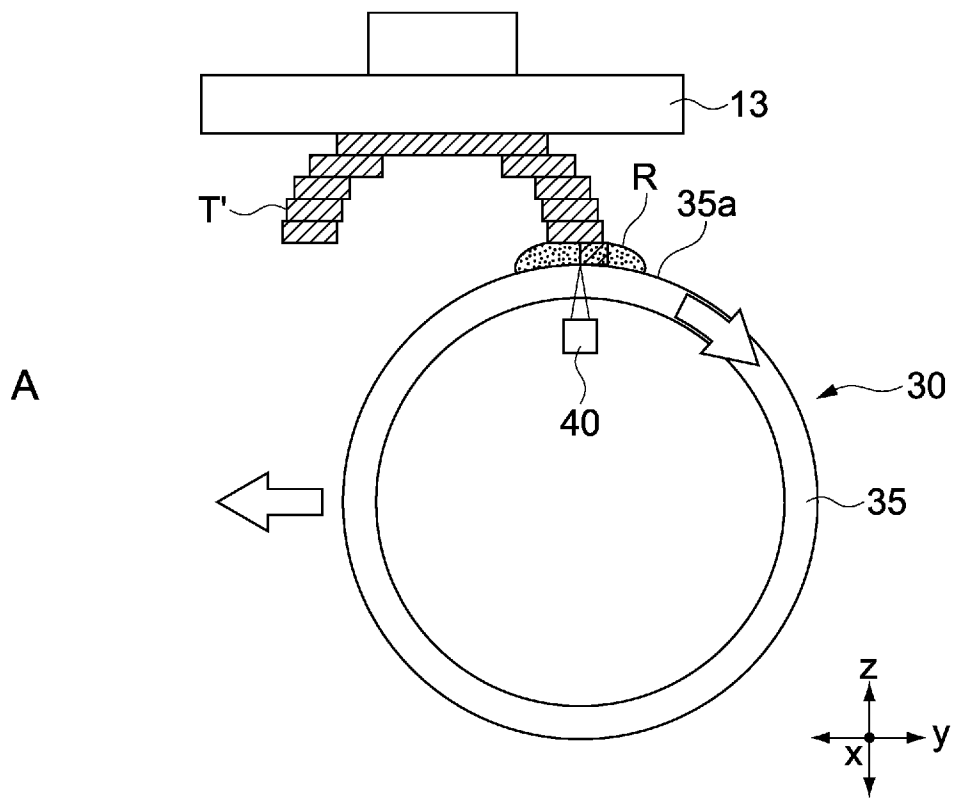
[図2]



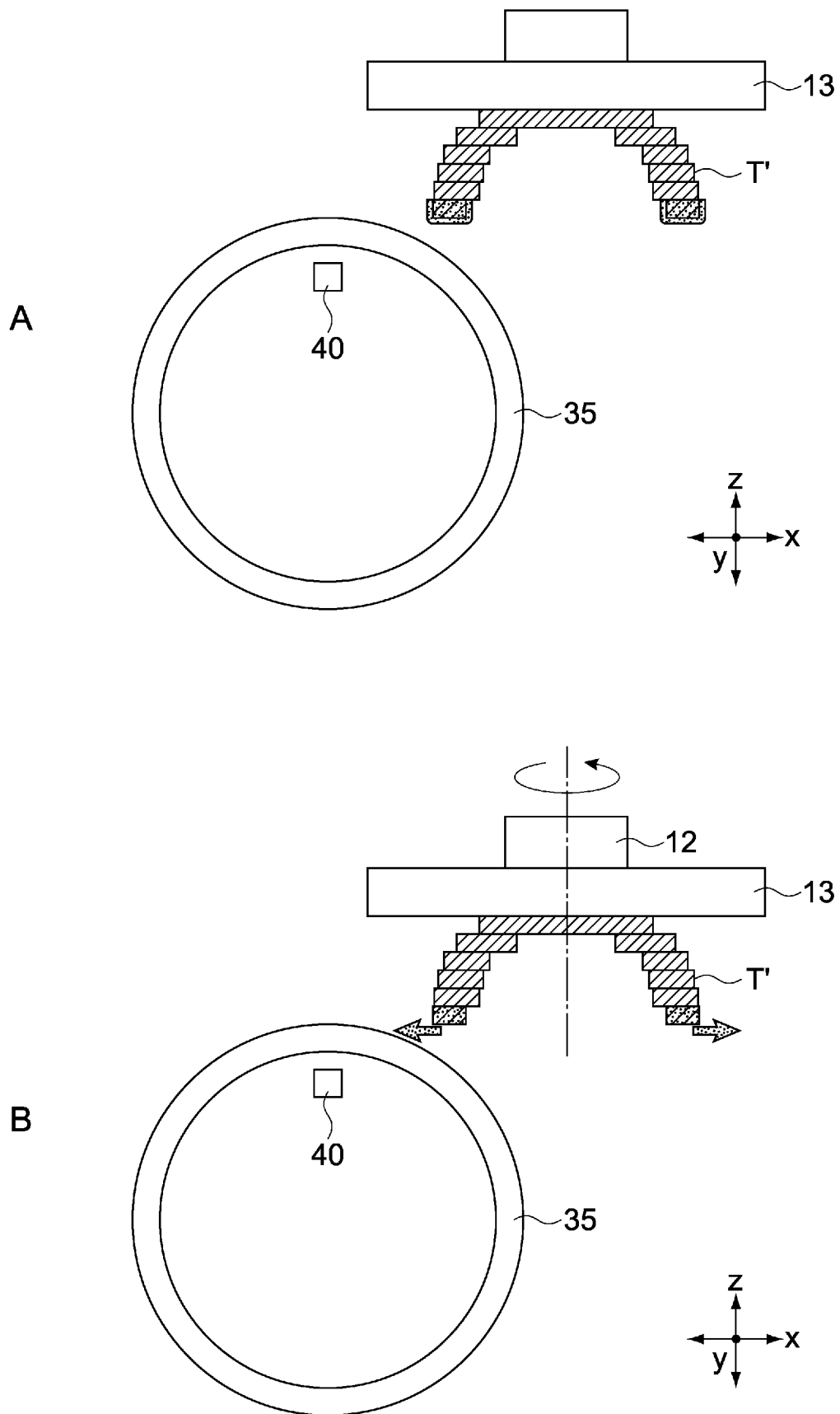
[図3]



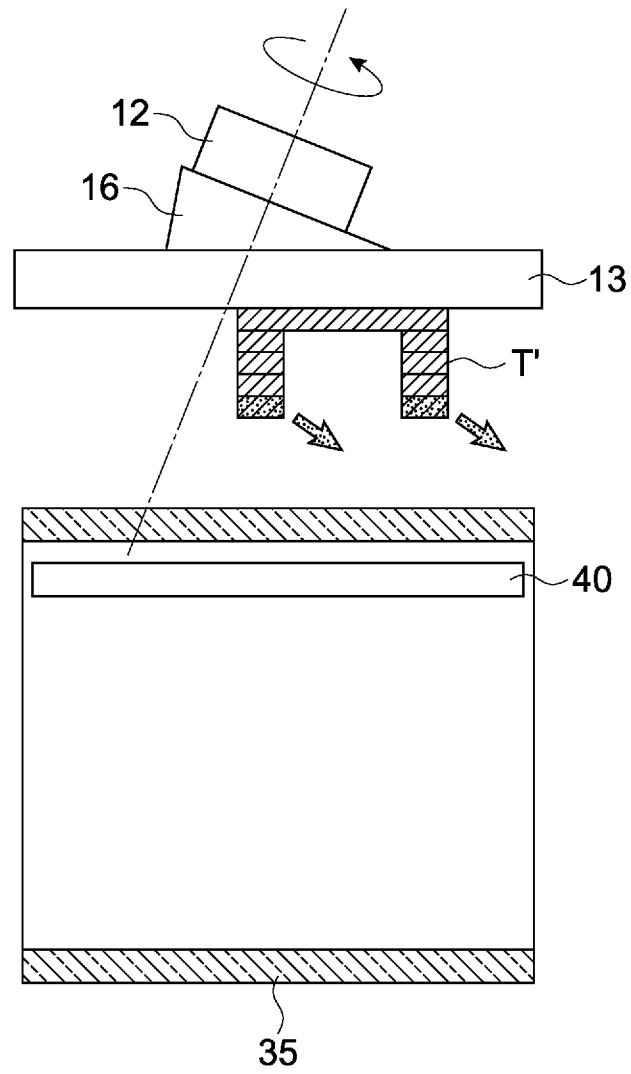
[図4]



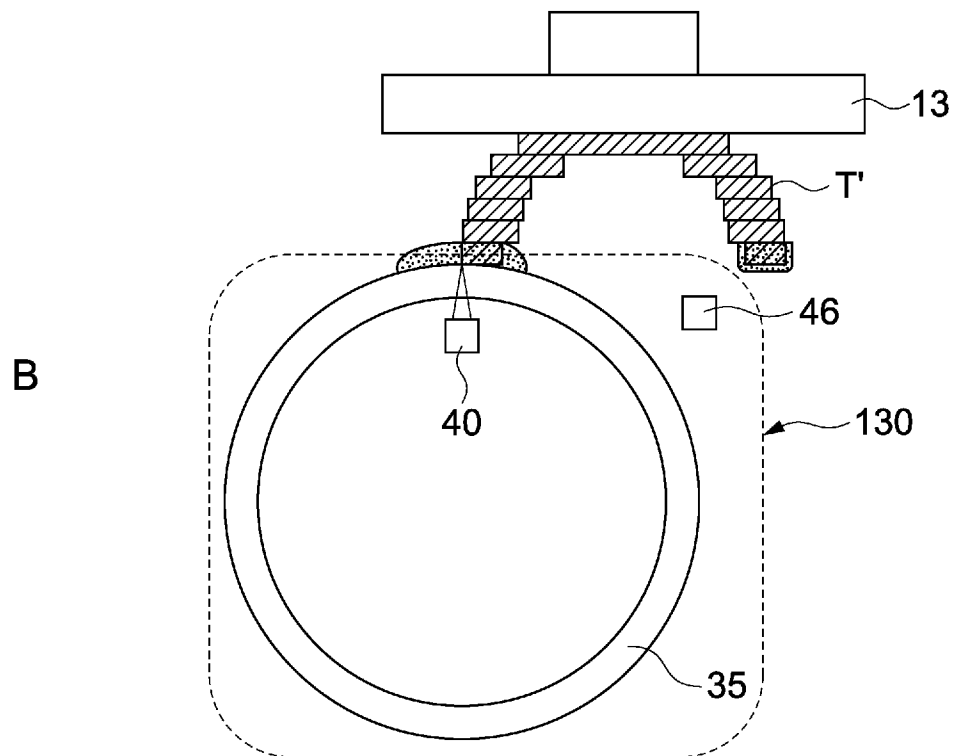
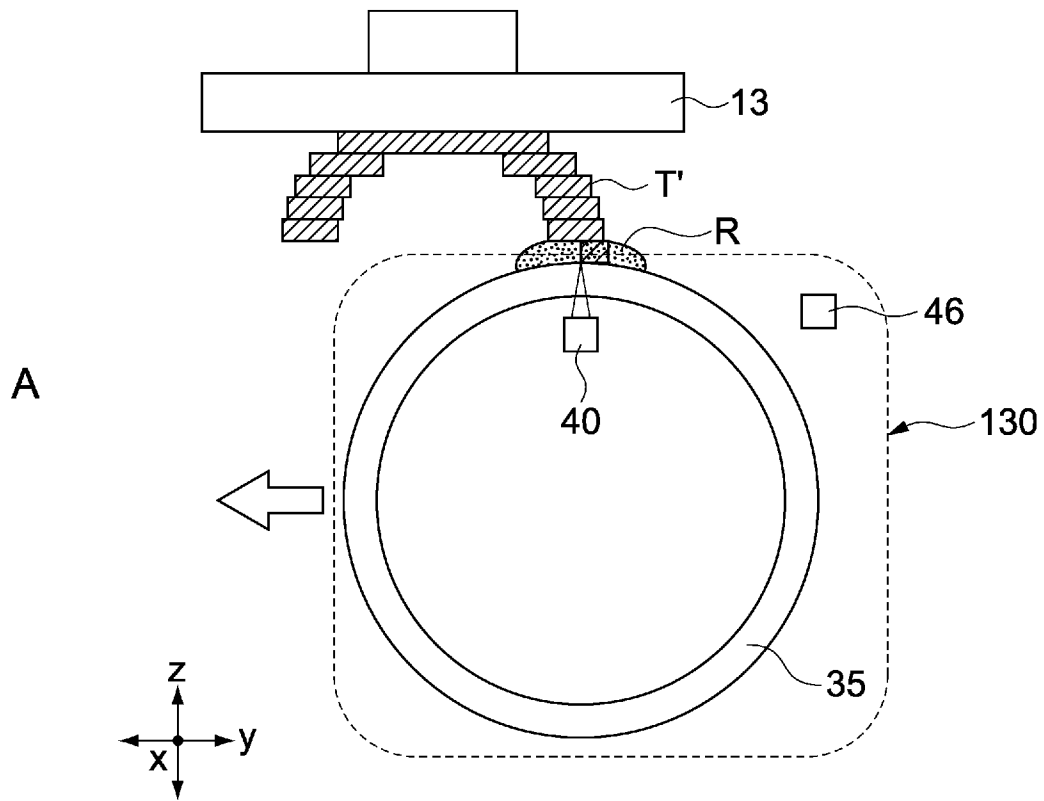
[図5]



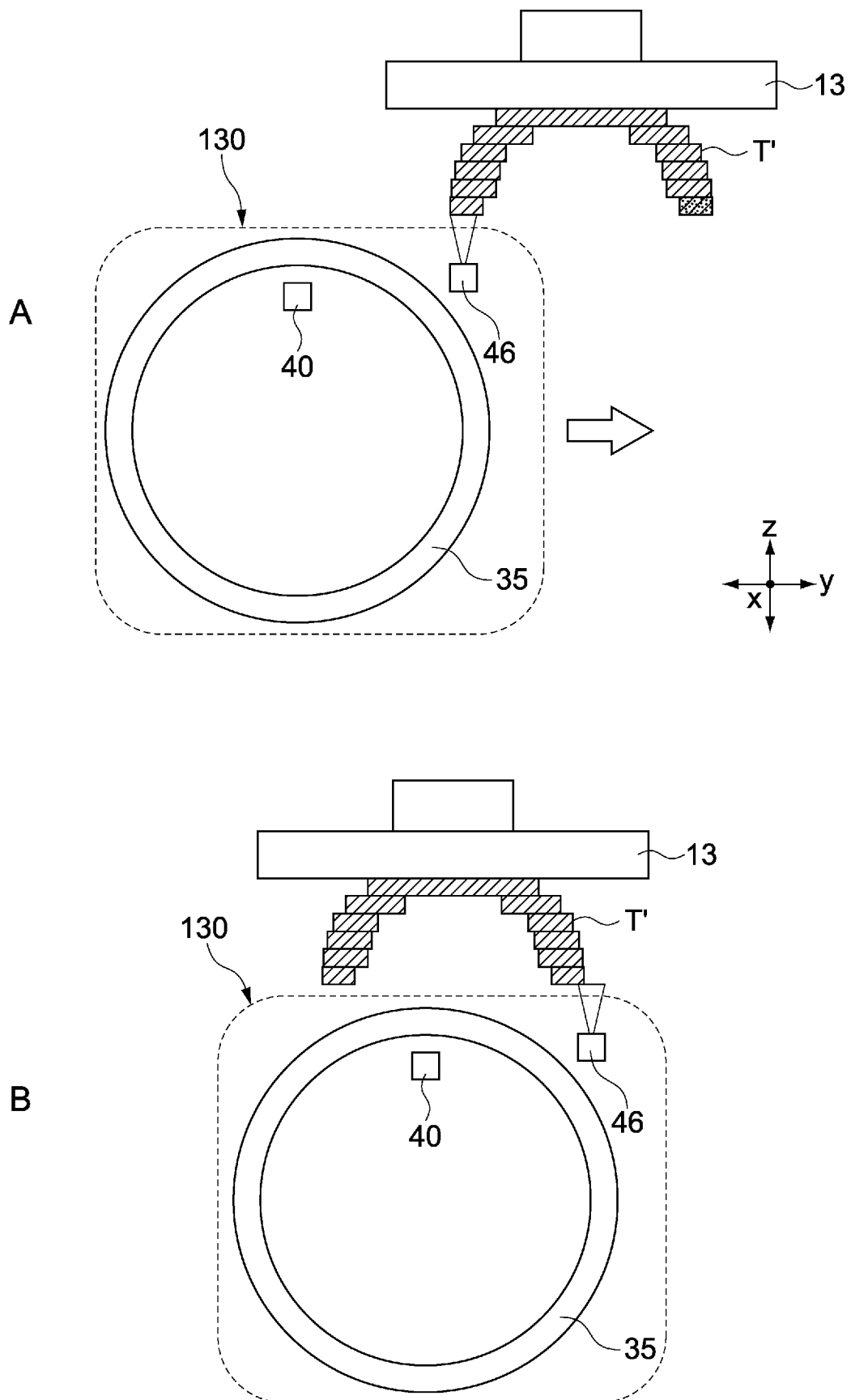
[図6]



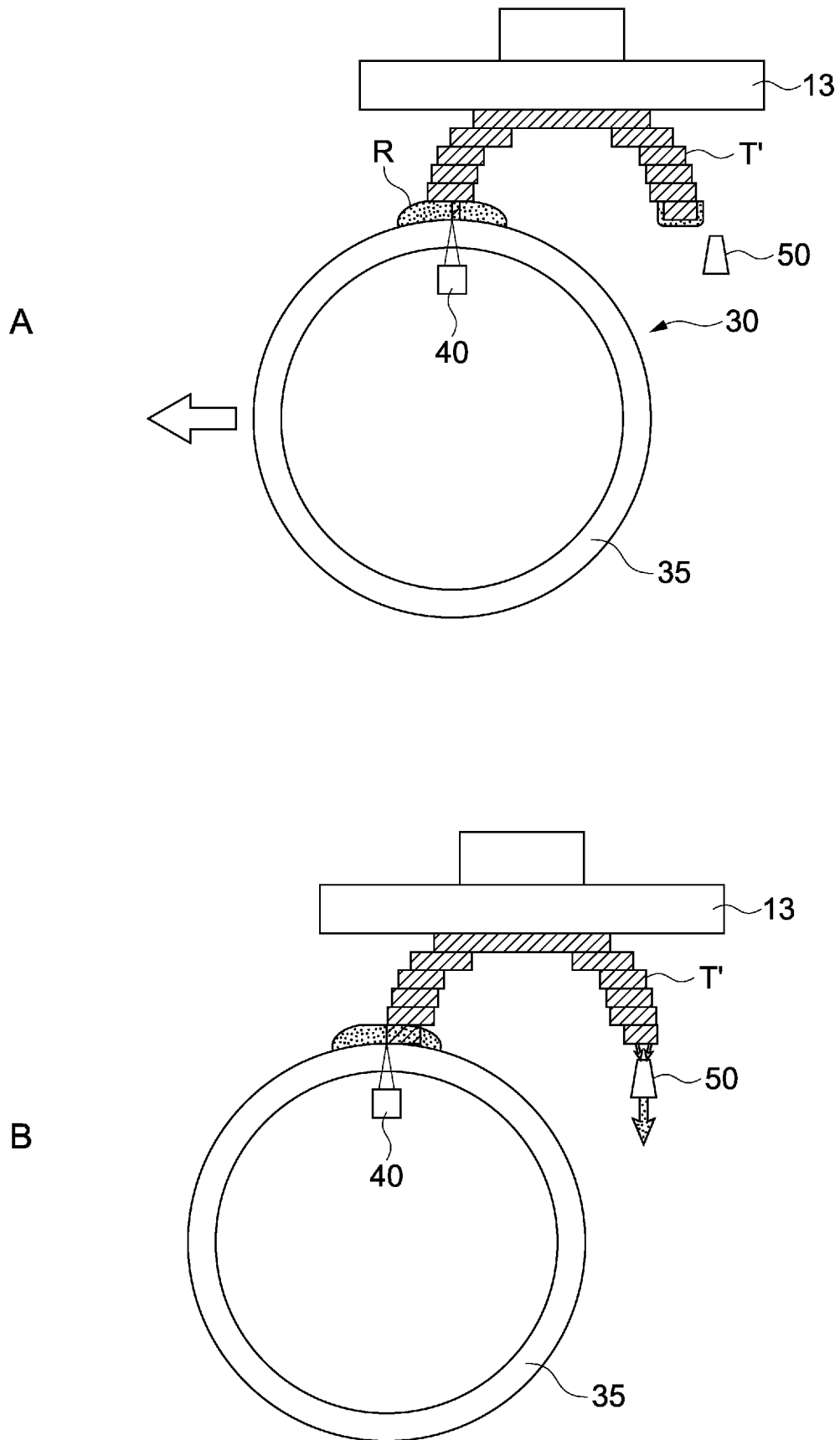
[図7]



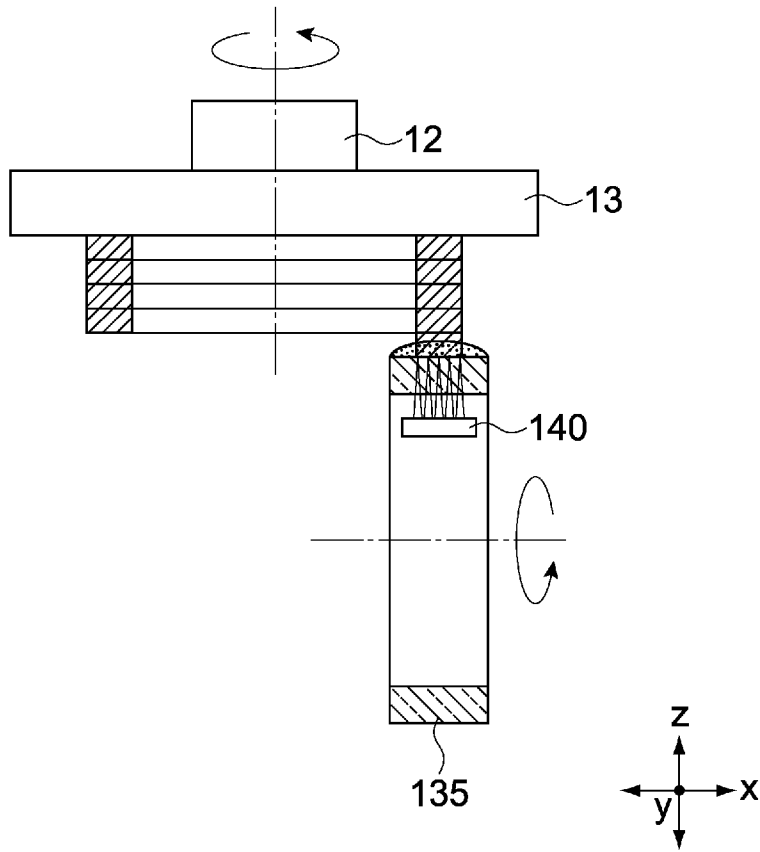
[図8]



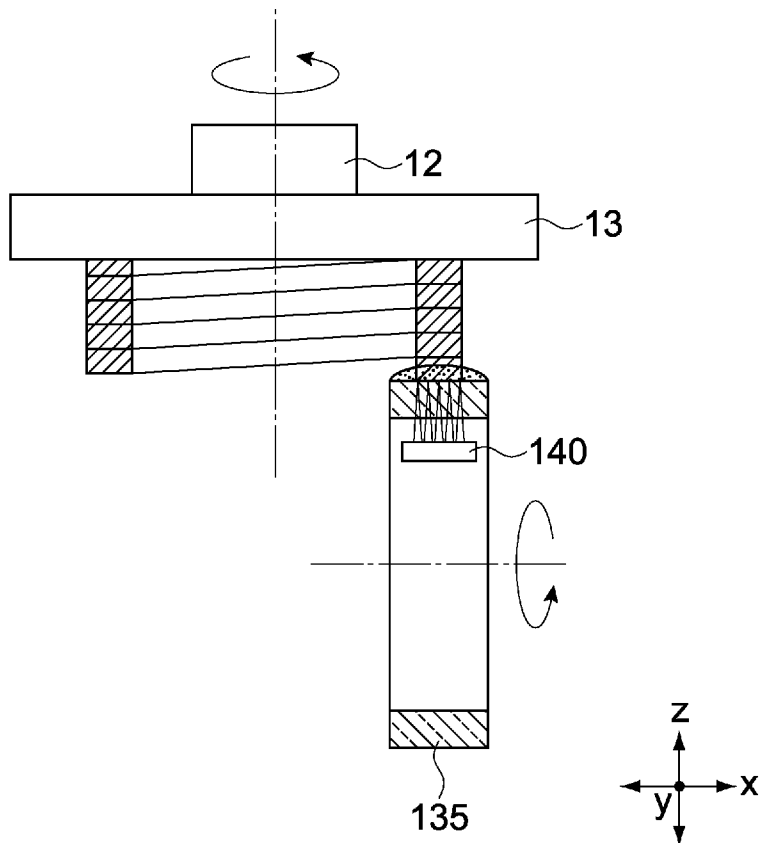
[図9]



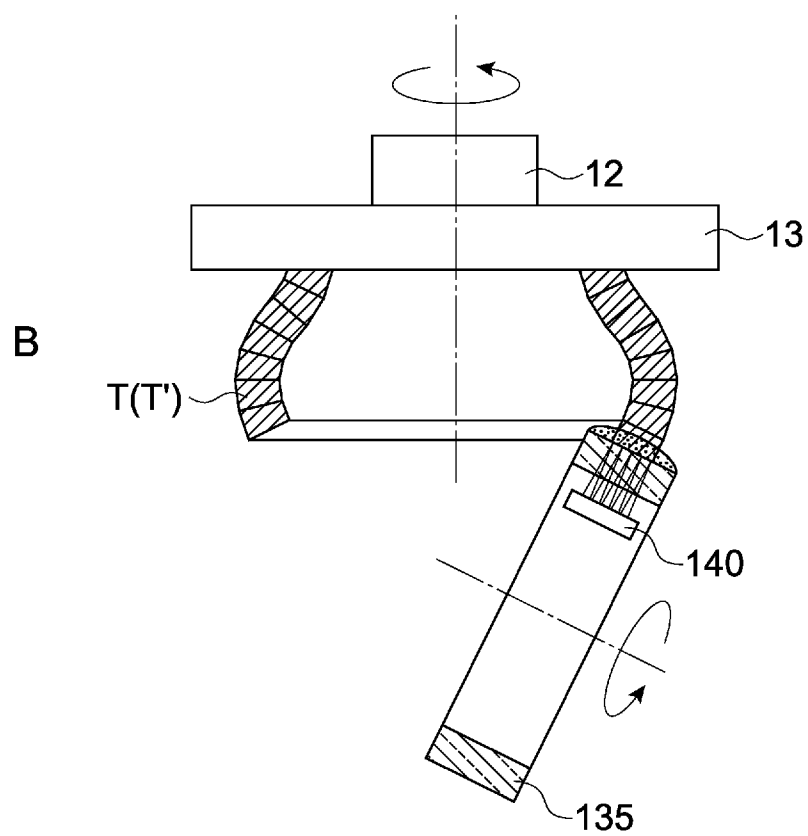
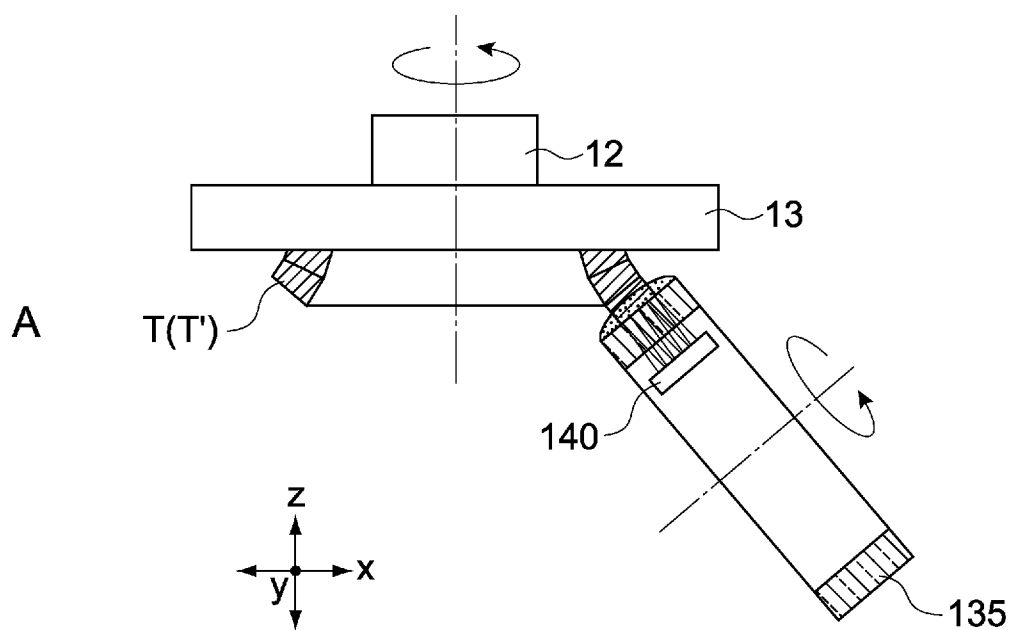
[図10]



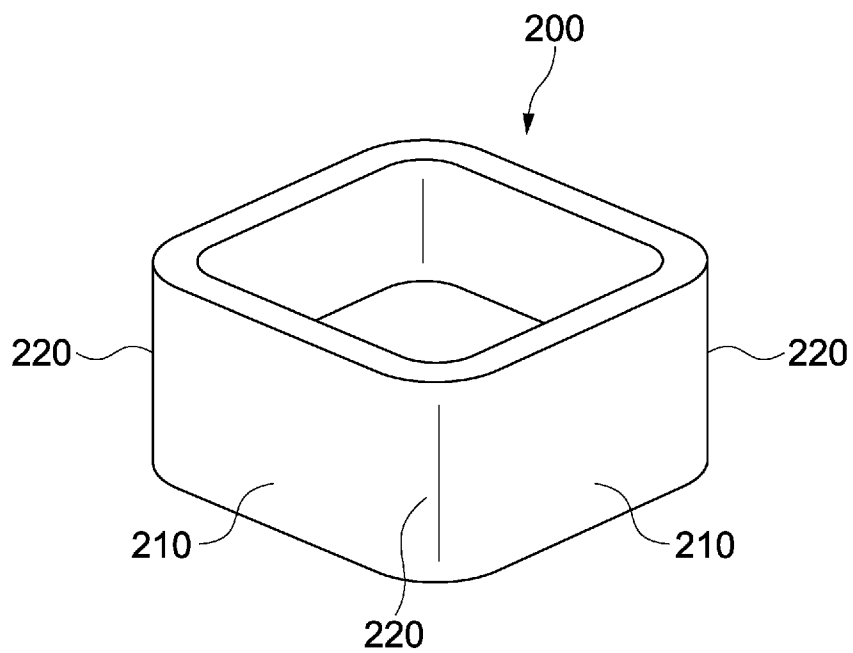
[図11]



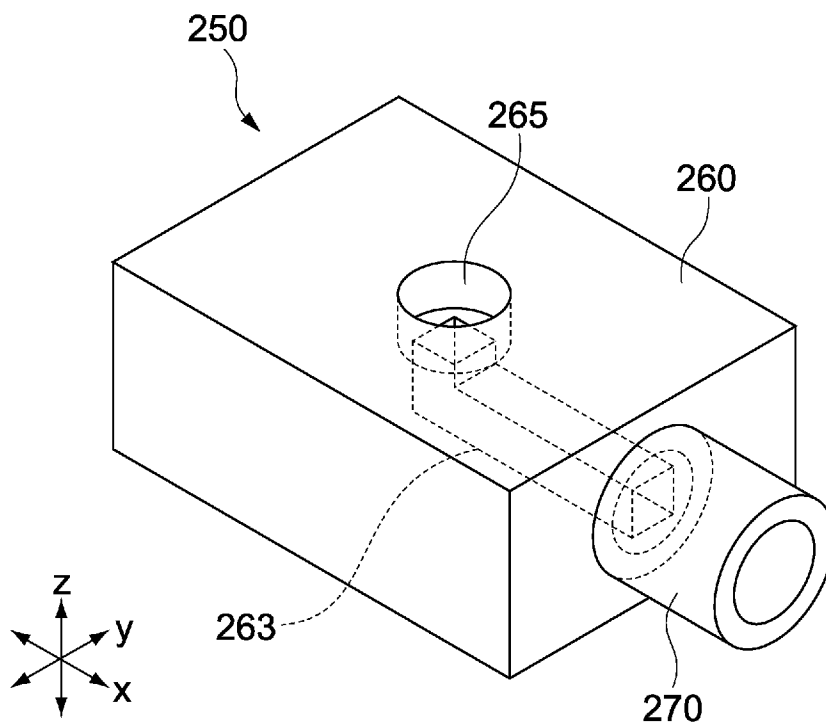
[図12]



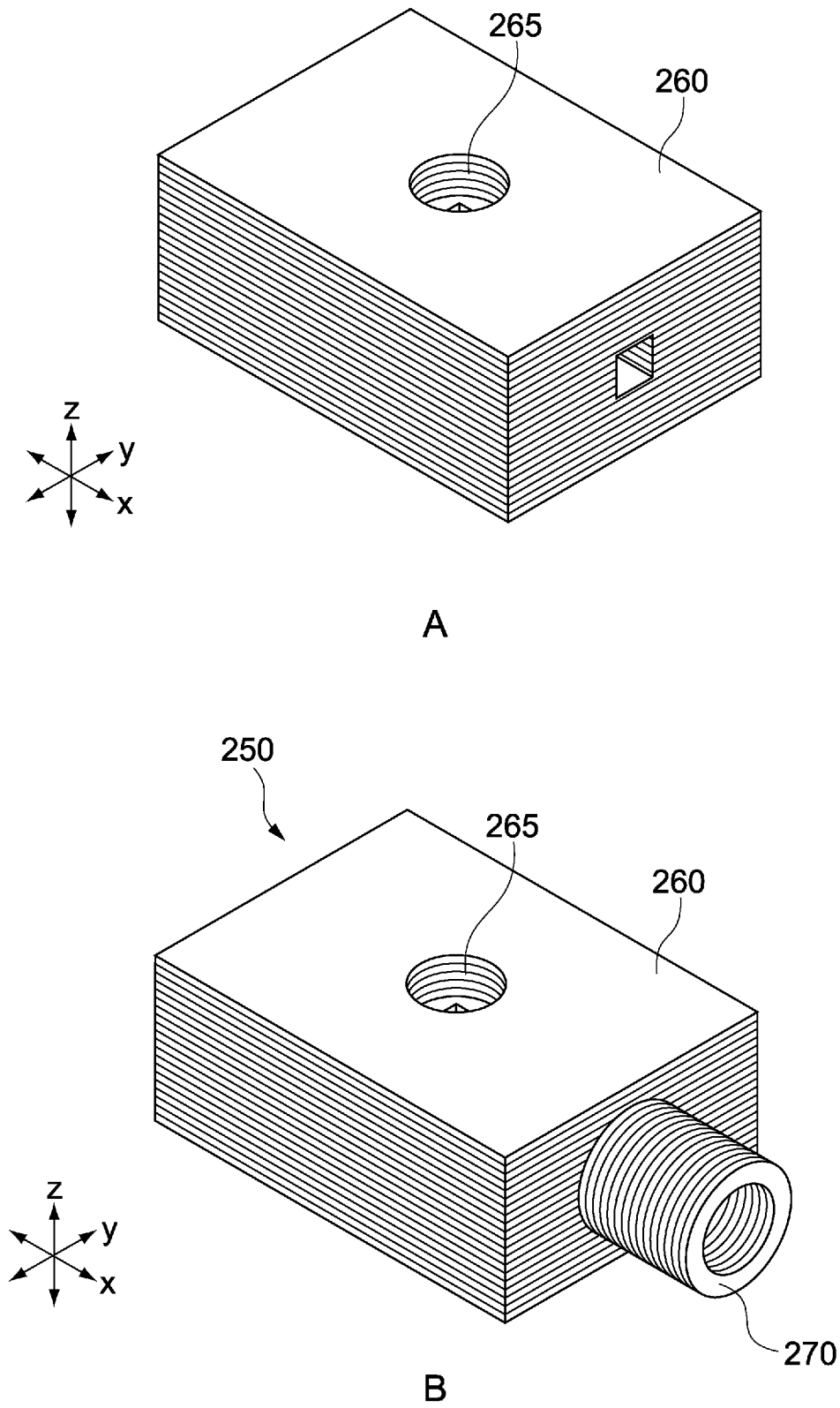
[図13]



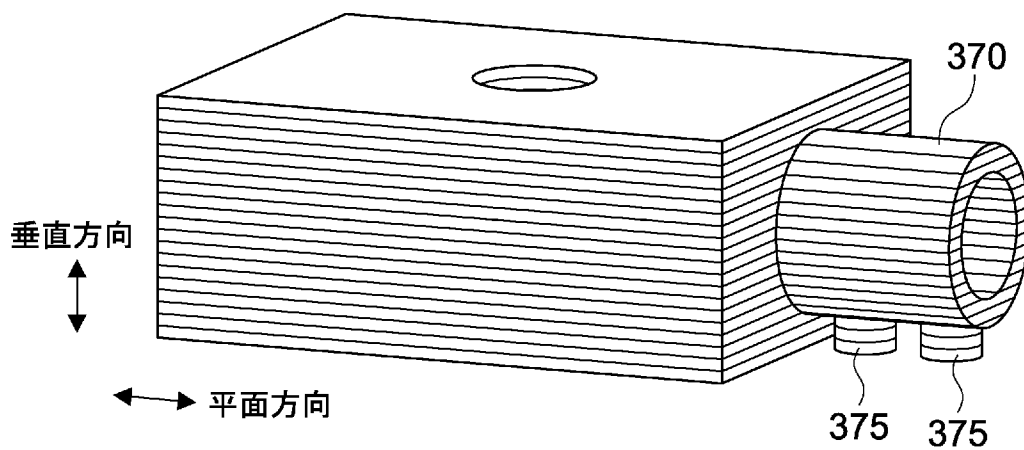
[図14]



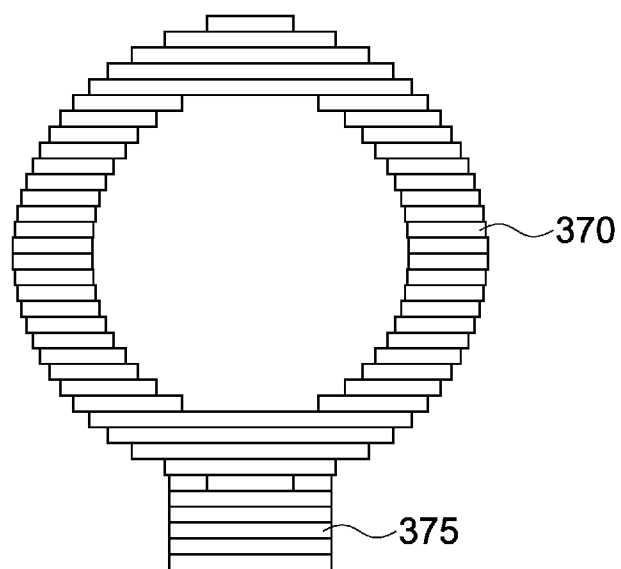
[図15]



[図16]

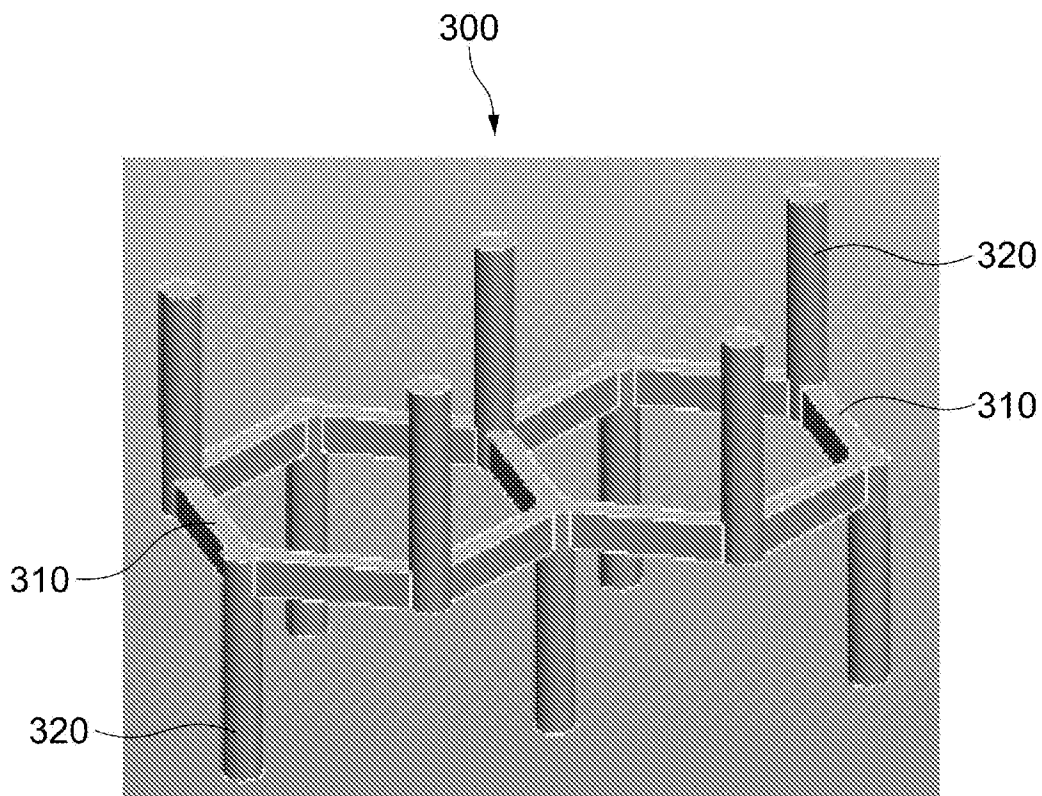


A

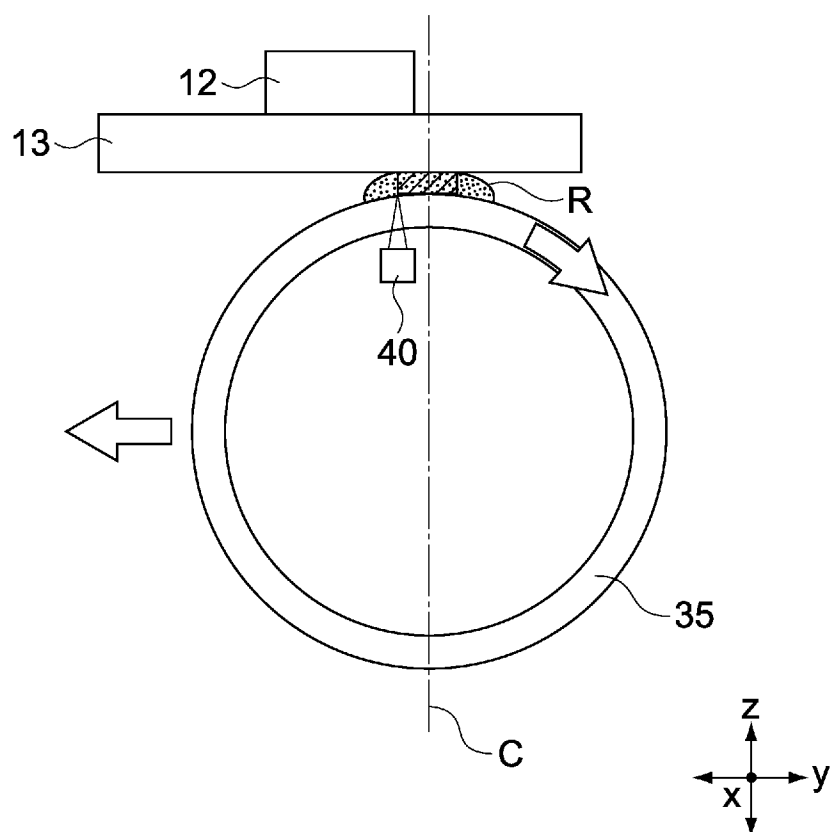


B

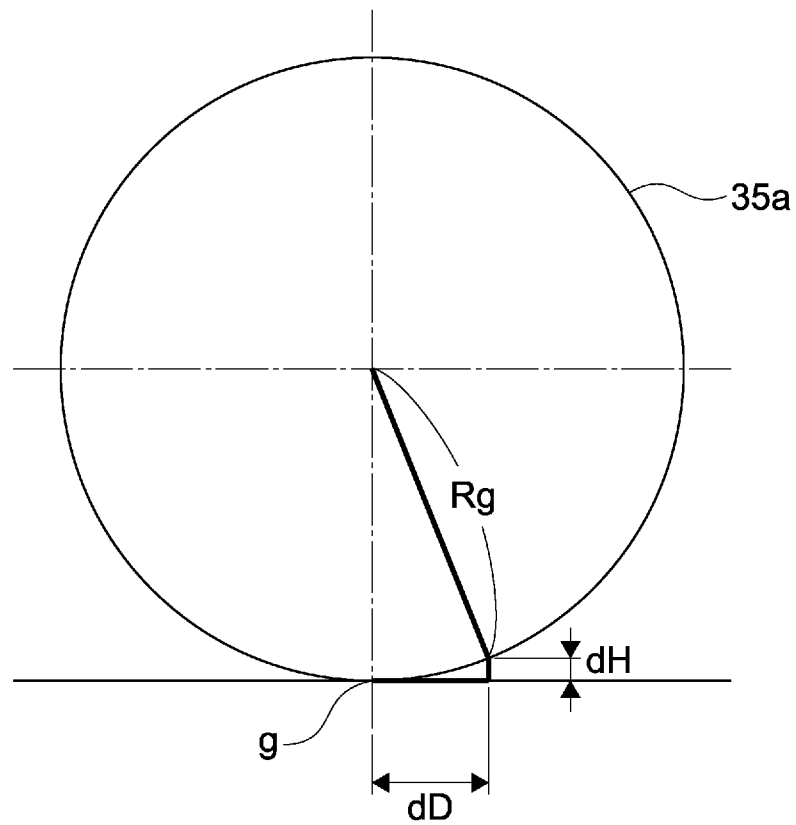
[図17]



[図18]



[図19]

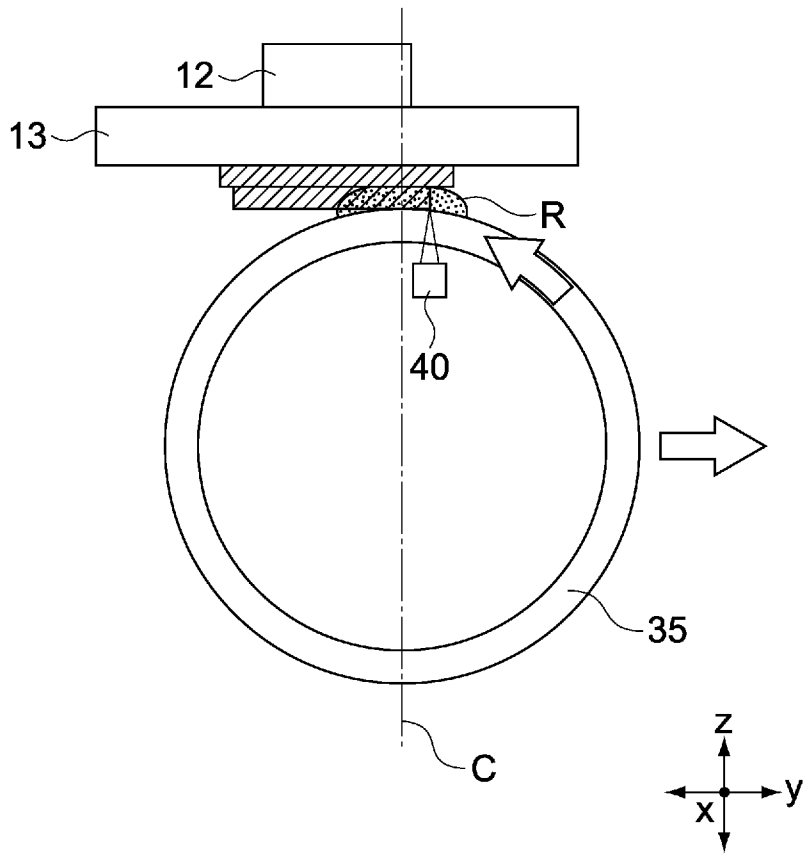


$$dH = Ht \left(\frac{1}{1 - \alpha} - 1 \right) \quad \dots \text{式(1)}$$

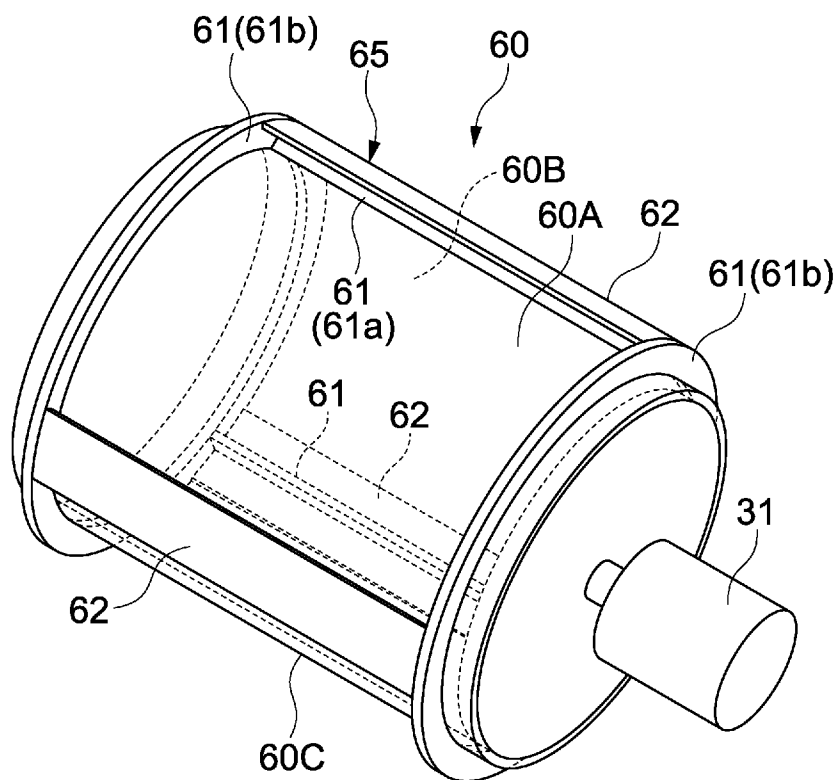
$$dH = \frac{dD^2}{2 \times Rg} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$dD = \sqrt{2 \times Rg \times Ht \times \left(\frac{1}{1 - \alpha} - 1 \right)} \quad \dots \text{式(3)}$$

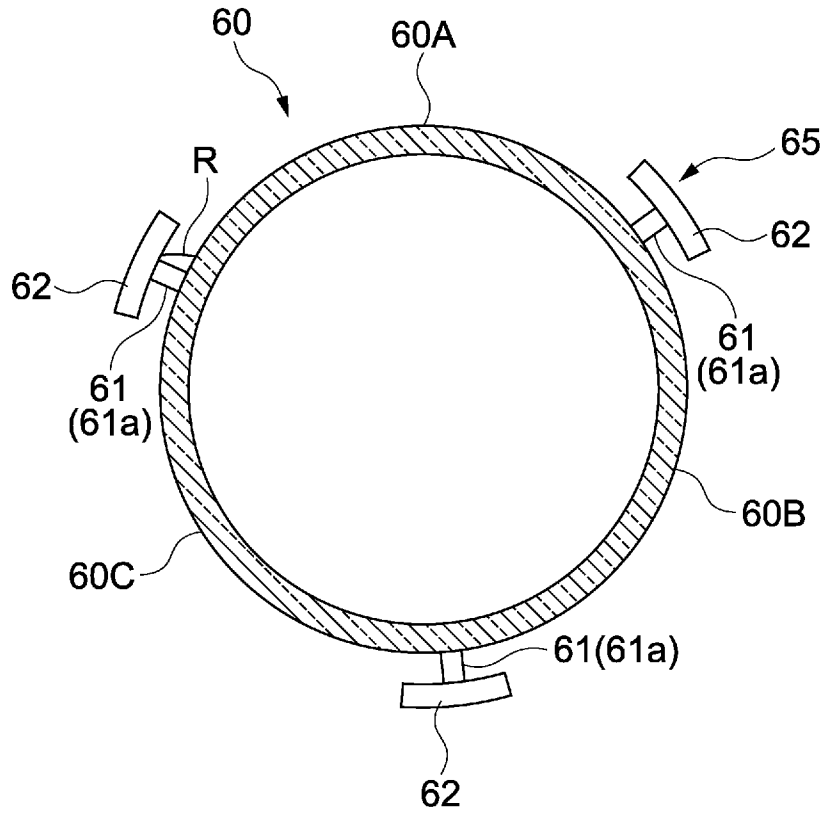
[図20]



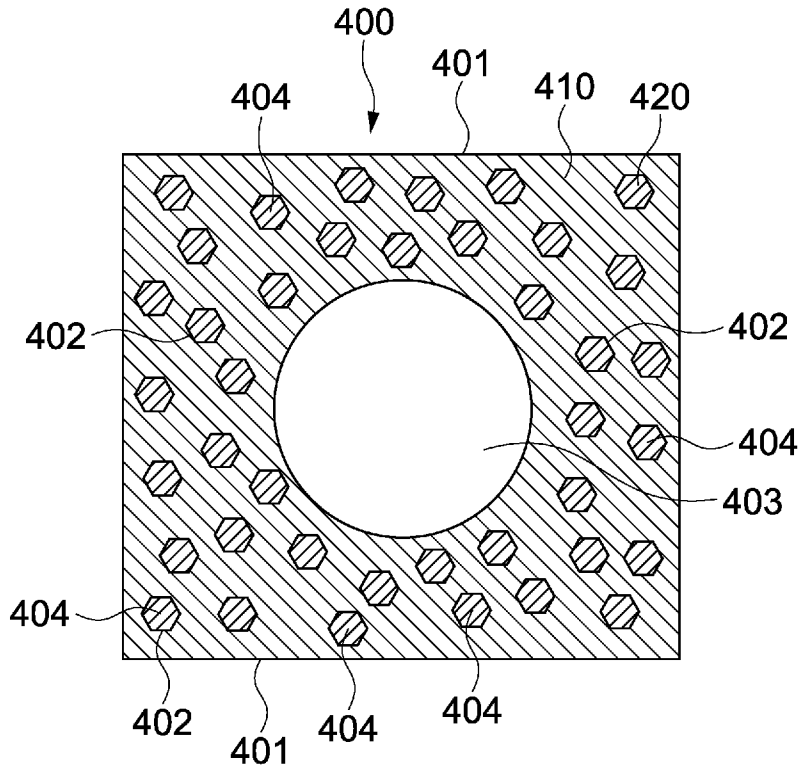
[図21]



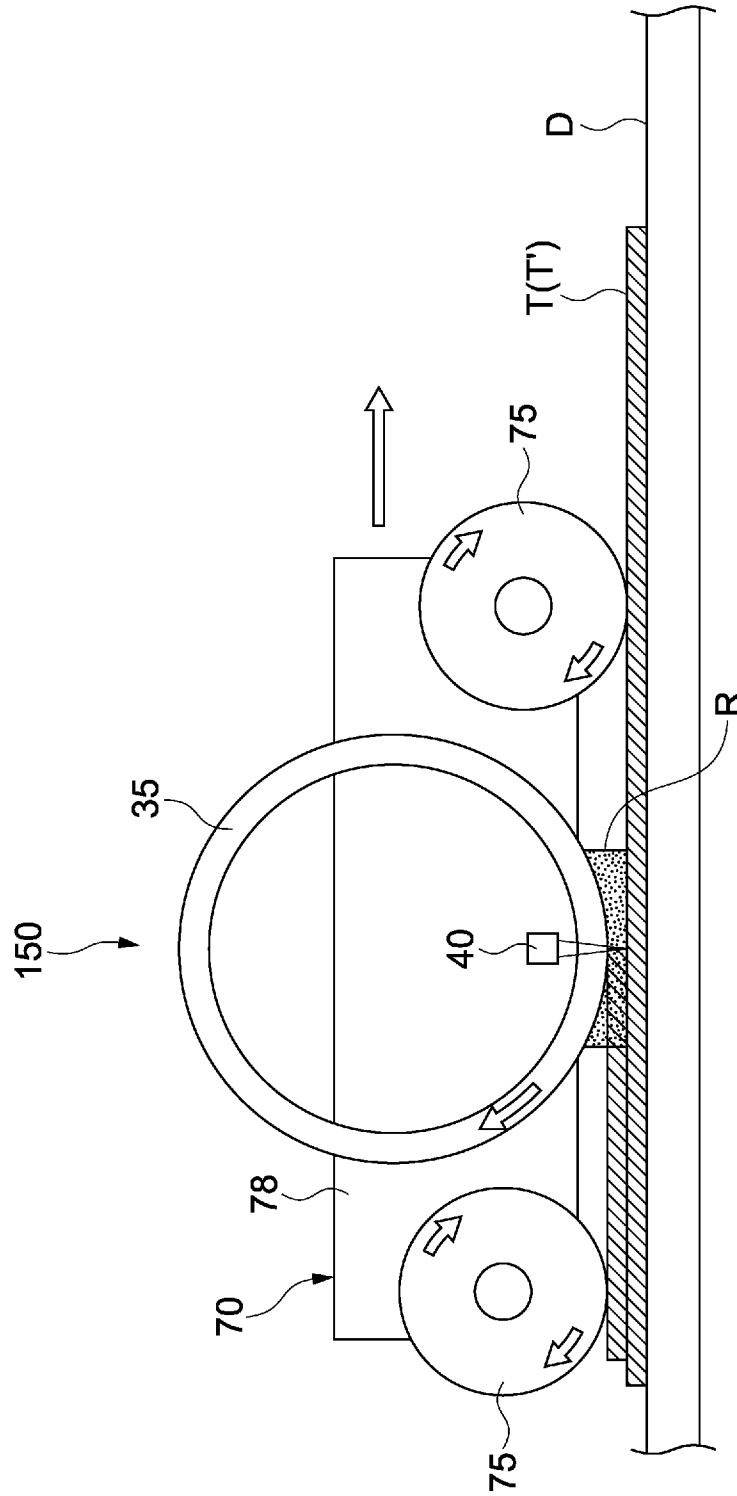
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C67/00 (2006.01) 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)

B29C67/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 2012-040757 A (Sony Corp.), 01 March 2012 (01.03.2012), paragraphs [0038] to [0094], [0188]; fig. 1 to 8 & US 2012/0045617 A1 & CN 102371680 A	1, 2, 4, 5, 12-16 3, 9-11
X Y	JP 7-108609 A (Teijin Seiki Co., Ltd.), 25 April 1995 (25.04.1995), paragraphs [0023] to [0048]; fig. 1 to 9 & US 5650260 A & DE 4430374 A1	6-8, 18, 19 3
Y	JP 11-254543 A (Teijin Seiki Co., Ltd.), 21 September 1999 (21.09.1999), paragraphs [0015] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	9-11

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
19 February 2015 (19.02.15)

Date of mailing of the international search report
03 March 2015 (03.03.15)

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/JP2014/006230

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-249804 A (Hitachi, Ltd.), 06 September 2002 (06.09.2002), paragraphs [0028] to [0040]; fig. 4 to 12 (Family: none)	17, 20
X	JP 2004-034298 A (Hitachi, Ltd.), 05 February 2004 (05.02.2004), paragraphs [0019] to [0023]; fig. 4 to 6 (Family: none)	17, 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006230

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1 describes "a shaping device comprising a stage, an irradiation unit, a drum which forms a holding region with the stage therebetween, a movement mechanism which relatively moves the stage and the drum in a material stacking direction, and a rotation mechanism for the stage", and claims 1, 2 do not have a special technical feature since they lack novelty in the light of document 1.

Consequently, multiple inventions (invention groups) are involved in claims.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C67/00(2006.01)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. B29C67/00

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 Y	JP 2012-040757 A (ソニー株式会社) 2012.03.01, 段落【0038】 - 【0094】, 【0188】, 第1-8 図 & US 2012/0045617 A1 & CN 102371680 A	1, 2, 4, 5, 12-16 3, 9-11
X Y	JP 7-108609 A (帝人製機株式会社) 1995.04.25, 段落【0023】 - 【0048】, 第1-9 図 & US 5650260 A & DE 4430374 A1	6-8, 18, 19 3

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
19.02.2015

国際調査報告の発送日
03.03.2015

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)	4 R	3838
関根 崇		
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 11-254543 A (帝人製機株式会社) 1999. 09. 21, 段落【0015】－ 【0018】, 第1図 (ファミリーなし)	9-11
X	JP 2002-249804 A (株式会社日立製作所) 2002. 09. 06, 段落【0028】 －【0040】, 第4-12図 (ファミリーなし)	17, 20
X	JP 2004-034298 A (株式会社日立製作所) 2004. 02. 05, 段落【0019】 －【0023】, 第4-6図 (ファミリーなし)	17, 20

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1には、「ステージ、照射ユニット、前記ステージとの間に保持領域を形成するドラム、材料の積層方向において前記ステージとドラムとを相対的に移動させる移動機構、及び、前記ステージの回転機構を有する造形装置」が記載されており、請求項1, 2は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求の範囲には、複数の発明（群）が含まれる。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。