

(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6月22日(22.06.2017)

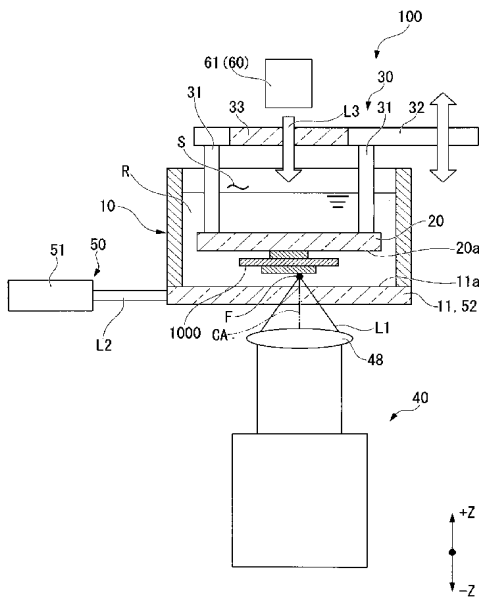
(10) 国際公開番号
WO 2017/104368 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 67/00 (2017.01) B33Y 30/00 (2015.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084752
 - (22) 国際出願日: 2016年11月24日(24.11.2016)
 - (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 2015-245452 2015年12月16日(16.12.2015) JP
 - (71) 出願人: 国立大学法人横浜国立大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒2408501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 Kanagawa (JP).
 - (72) 発明者: 丸尾 昭二(MARUO Shoji); 〒2408501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人横浜国立大学内 Kanagawa (JP). 谷口周平(TANIGUCHI Shuhei); 〒2408501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人横浜国立大学内 Kanagawa (JP). 永瀬 史憲(NAGASE Fuminori); 〒2408501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人横浜国立大学内 Kanagawa (JP).
 - (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, JP, KE, KG, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL FABRICATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 光造形装置

[図1]



(57) Abstract: An optical fabrication device for fabricating a structural member using one-photon absorption, the optical fabrication device comprising: a storage tank that stores liquid photocuring resin; a stage that is arranged inside the storage tank and is provided in such a way that the clearance between the stage and a bottom surface of the storage tank can be changed; and a first irradiation unit that irradiates light for curing the photocuring resin. A bottom part of the storage tank is a transmission window that transmits light. The first irradiation unit includes a first light source that emits light, a condensing optical system which is arranged on an optical path of light between the first light source and the transmission window, and in which a focal position is set at a position separated from a surface of the transmission window on the storage tank interior side, and a control unit that controls the output of the light emitted from the first light source. The control unit controls the output so that the light intensity of light at the surface falls below a threshold of light intensity at which the photocuring resin is cured.

(57) 要約: 光造形装置は、1光子吸収を利用して構造物を造形する光造形装置であって、液状の光硬化性樹脂を貯留する貯留槽と、貯留槽の内部に配置され、貯留槽の底面との離間距離を変更可能に設けられたステージと、光硬化性樹脂を硬化させる光を照射する第1照射部と、を備え、貯留槽の底部は、光を透過させる透過窓であり、第1照射部は、光を射出する第1光源と、第1光源と透過窓との間の光の光路上に配置され、透過窓の貯留槽内側の表面から離間した位置に焦点位置が設定された集光光学系と、第1光源から射出される光

の出力を制御する制御部と、を有し、制御部は、表面における光の光強度が、光硬化性樹脂が硬化する光強度の閾値を下回るように出力を制御する。

WO 2017/104368 A1

明 細 書

発明の名称：光造形装置

技術分野

[0001] 本発明は、光造形装置に関するものである。

本願は、2015年12月16日に出願された日本国特願2015-245452号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、光硬化性樹脂を用いた光造形法を実施する光造形装置が知られている。公知の光造形装置としては、液状の光硬化性樹脂を貯留する貯留槽の下部から、光硬化性樹脂を硬化させる光を照射し、硬化物を上に引き上げながら造形を行う構成が知られている。「光硬化性樹脂を硬化させる光」とは、例えば紫外線である。

[0003] このような装置構成では、硬化物が貯留槽の底面に付着し、硬化物の引き上げが困難となることがある。

[0004] これに対し、貯留槽の底面への付着を抑制した光造形装置が検討されている（例えば、非特許文献1参照）。

[0005] 非特許文献1に記載された装置では、貯留槽の底面は、紫外線と酸素とを透過させる性質を有している。そのため、底面近傍の光硬化性樹脂においては、酸素濃度が高くなっており、光硬化反応が阻害されている。

[0006] これにより、非特許文献1に記載されている装置においては、貯留槽内で硬化した樹脂の貯留槽底面への付着を抑制し、従来の装置よりも高速な造形を可能としている。

先行技術文献

非特許文献

[0007] 非特許文献1：John R. Tumbleston, "Continuous liquid interface production of 3D objects", Science, 20 March 2015, Vol.347, no.6228, p.1349-1352

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上記非特許文献1に記載された光造形装置においては、貯留槽底面の近傍の光硬化性樹脂における酸素濃度が変化すると、光重合が阻害される範囲が変化する。そのため、硬化物を引き上げる方向において所望の解像度を実現しようとする場合、貯留槽底面の近傍の光硬化性樹脂における酸素濃度を制御する必要が生じる。酸素濃度の制御のためには、貯留槽の底面を透過する酸素量を制御する必要があるが、このような制御は困難である。

[0009] そのため、酸素による光重合阻害を利用した方法に代えて、貯留槽への硬化物の付着を抑制可能な光造形装置が求められていた。

[0010] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、光硬化性樹脂を貯留する貯留槽への硬化物の付着を抑制した新規な光造形装置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

[0011] 上記の課題を解決するため、本発明は以下の態様を採用した。

(1) 本発明の一態様に係る光造形装置は、液状の光硬化性樹脂を貯留する貯留槽と、前記貯留槽の内部に配置され、前記貯留槽の底面との離間距離を変更可能に設けられたステージと、前記光硬化性樹脂を硬化させる光を照射する第1照射部と、前記光硬化性樹脂の硬化を阻害する阻害光を照射する第2照射部と、を備え、前記貯留槽の底部は、前記光を透過させる透過窓であり、前記第1照射部は、前記光を射出する第1光源と、前記第1光源と前記透過窓との間の前記光の光路上に配置され、前記透過窓の前記貯留槽内側の表面から離間した位置に焦点位置が設定された集光光学系と、を有し、前記第2照射部は、前記表面に前記阻害光を照射する。

[0012] (2) 上記(1)の態様においては、1光子吸収を利用して構造物を造形する光造形装置であって、前記第1光源から射出される前記光の出力を制御する制御部を有し、前記制御部は、前記表面における前記光の光強度が、前記光硬化性樹脂が硬化する光強度の閾値を下回るように前記出力を制御し、

前記第2照射部は、前記焦点位置と前記表面との間に、前記阻害光を照射する構成としてもよい。

[0013] (3) 上記(1)または2の態様においては、前記第2照射部は、前記透過窓を介して前記貯留槽に入射する前記光の光線束の中心軸と交差する方向から、前記阻害光を照射する構成としてもよい。

[0014] (4) 上記(1)～(3)の態様においては、前記第2照射部は、前記阻害光を射出する第2光源と、前記阻害光を前記表面に導光する導光手段と、を有する構成としてもよい。

[0015] (5) 上記(4)の態様においては、前記導光手段は、前記阻害光が内部に入射されるとともに、前記内部で前記阻害光を全反射させる導光板であり、前記導光板は、前記透過窓を兼ねる構成としてもよい。

[0016] (6) 上記(4)の態様においては、前記導光手段は、前記阻害光を走査する走査装置である構成としてもよい。

[0017] (7) 上記(4)の態様においては、前記導光手段は、シリンドリカルレンズを含む光学系である構成としてもよい。

[0018] (8) 上記(1)～(6)のいずれか1つの態様においては、前記ステージを照明する照明光源と、照明された前記ステージを撮像する撮像装置と、を有する構成としてもよい。

[0019] (9) 上記(1)～(8)の態様においては、前記集光光学系は、集光レンズと、前記集光レンズの位置を、前記光の光線束の中心軸と同方向に変更可能とする駆動系と、を有する構成としてもよい。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、光硬化性樹脂を貯留する貯留槽への硬化物の付着を抑制した新規な光造形装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係る光造形装置の説明図である

[図2]第1照射部および撮像部の構成を示す模式図である。

[図3A]光硬化性樹脂のエネルギー準位図である。

[図3B]光硬化性樹脂のエネルギー準位図である。

[図4]透過窓の近傍の様子を示す拡大図である。

[図5]第2実施形態に係る光造形装置の説明図である。

発明を実施するための形態

[0022] [第1実施形態]

以下、図1～図4を参照しながら、本発明の第1実施形態に係る光造形装置について説明する。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の寸法や比率などは適宜異ならせてある。

[0023] 図1は、第1実施形態に係る光造形装置100の説明図である。図に示すように、本実施形態の光造形装置100は、貯留槽10と、ステージ20と、駆動部30と、第1照射部40と、第2照射部50と、撮像部60と、を有している。光造形装置100は、1光子吸収を利用して液状の光硬化性樹脂Rを硬化させ、構造物1000を造形する。

[0024] また、以下の説明においては、図1に示す+Z方向を「上」、-Z方向を「下」として示すことがある。

[0025] 貯留槽10は、液状の光硬化性樹脂Rを貯留する容器である。貯留槽10は、上方が開口した容器であり、液状の光硬化性樹脂Rを貯留する内部空間Sを有している。貯留槽10の底部は、光透過性を有する透過窓11となっている。透過窓11の形成材料としては、光透過性を有するならば種々の材料を用いることができるが、ガラス、石英などの無機材料を用いることが好ましい。

[0026] ステージ20は、貯留槽10の内部空間Sに配置される板状部材である。ステージ20は、ステージ20の下面20aに製造される構造物1000を保持する。

[0027] 本実施形態のステージ20は、光透過性を有する形成材料を用いて形成されている。ステージ20の形成材料としては、光透過性を有するならば種々の材料を用いることができるが、ガラス、石英などの無機材料やアクリル樹脂などのプラスチックを用いることが好ましい。

- [0028] 駆動部30は、ステージ20を上下移動させる機能を有する。駆動部30は、ステージ20を上方から保持する保持部31と、保持部31が接続され上下移動するアーム32とを有している。光造形装置100では、駆動部30が上下移動することにより、駆動部30が接続されたステージ20が上下移動する。これにより、ステージ20は、貯留槽10の底面との離間距離を変更可能である。
- [0029] アーム32は、ステージ20の上方の位置に、光透過性を有する窓33が設けられていてもよい。図では、窓33として光透過性を有する部材が配置されていることとして示しているが、これに限らない。アーム32は、窓33の位置が開口し、窓33の位置に光透過性を有する部材などの構造物が配置されていない構成であってもよい。
- [0030] 第1照射部40は、光硬化性樹脂Rを硬化させる光L1を射出する。第2照射部50は、光硬化性樹脂Rの硬化を阻害する阻害光L2を射出する。これら、第1照射部40および第2照射部50については、後に詳述する。
- [0031] 撮像部60は、ステージ20において造形される構造物1000を撮像する。具体的には、撮像部60は、構造物1000を照明する照明光源61と、照明された構造物1000を撮像する不図示のカメラと、を有している。不図示のカメラは、本実施形態における「撮像装置」に該当する。
- [0032] 照明光源61は、光透過性を有するステージ20に対し貯留槽10とは反対側に配置されている。照明光源61から射出された照明光L3は、光透過性を有する窓33およびステージ20を透過し、ステージ20の下面20aに製造される構造物1000を照明する。カメラでは、照明された構造物1000の像を撮像する。これにより、仕上がりを確認しながら構造物1000を造形することができる。また、構造物1000の造形を開始する際、位置合わせが容易となり精度良く構造物1000を造形することができる。
- [0033] 図2は、第1照射部40および撮像部60の構成を示す模式図である。
- [0034] 図1に示した照明光源61から射出された照明光L3は、透過窓11、集光光学系48、ガルバノミラー47を介してビームスプリッター46に入射

する。照明光L 3は、ビームスプリッター4 6において光L 1の光路から分けられ、撮像部6 0が有するミラー6 3および結像レンズ6 4を介してカメラ6 2に入射する。カメラ6 2は、本実施形態における「撮像装置」に該当する。

[0035] カメラ6 2としては、例えばCCD (Charge-Coupled Device) イメージセンサや、CMOS (Complementary MOS) イメージセンサを用いたビデオカメラを採用することができる。カメラ6 2では、ステージ2 0において造形される構造物1 0 0 0を撮像している。

[0036] 一方、図2に示すように、第1照射部4 0は、第1光源4 1、ミラー4 2、減光光学系4 3、ミラー4 4、拡大光学系4 5、ビームスプリッター4 6、ガルバノミラー4 7、集光光学系4 8、制御部4 9を有している。

[0037] 第1光源4 1は、光硬化性樹脂Rを硬化させる光L 1を射出する。ミラー4 2、減光光学系4 3、ミラー4 4、拡大光学系4 5、ビームスプリッター4 6、ガルバノミラー4 7、集光光学系4 8は、第1光源4 1と光L 1の光路上に配置されている。

[0038] 第1光源4 1は、光L 1を射出するレーザー光源である。光L 1の波長は、用いる光硬化性樹脂Rの吸収波長帯域に応じて適宜選択することができる。光L 1としては、所望の位置以外における光硬化性樹脂Rの硬化を抑制するため、例えば波長4 0 5 n mの青色光のような可視光領域の光を用いるとよい。

[0039] 第1光源4 1から射出された光L 1は、ミラー4 2で反射し、減光光学系4 3に入射する。減光光学系4 3は、波長に影響を与えることなく入射した光の光量を少なくする機能を有する。減光光学系4 3としては、例えば、公知の減光フィルタを用いることができる。減光光学系4 3を透過した光L 1は、光量が低下する。

[0040] また、光L 1の光量を低下させることができるならば、減光光学系4 3として減光フィルタ以外の構成を採用してもよい。例えば、光L 1が直線偏光である場合、減光光学系4 3として偏光板を用いてもよい。減光光学系4 3

が偏光板である場合、光L 1の光線束の中心軸回りに偏光板の配置角度を調整する構成を採用する。これにより、偏光板の吸収軸と光L 1の偏光の振動方向との角度を調整し、光L 1の透過量を制御することができる。この場合、偏光板は、偏光板の配置角度を変更可能とする駆動系を有しているといよい。

[0041] 減光光学系4 3を透過した光L 1は、ミラー4 4で反射し、拡大光学系4 5に入射する。拡大光学系4 5は、光L 1の光線幅を拡大させる機能を有する。拡大光学系4 5は、単一のレンズで構成されていてもよく、複数のレンズで構成されていてもよい。

[0042] 拡大光学系4 5を透過した光L 1は、ビームスプリッター4 6を透過し、ガルバノミラー4 7に入射する。ガルバノミラー4 7は、光L 1の中心軸を、ステージ2 0の下面2 0 aにおける第1の方向に変化させる第1走査ミラー4 7 aと、光L 1の中心軸をステージ2 0の下面2 0 aにおける第2の方向に変化させる第2走査ミラー4 7 bとを含んでいる。例えば、第1の方向と第2の方向とは、下面2 0 aにおいて互いに直交する方向である。

[0043] ガルバノミラー4 7を介した光L 1は、集光光学系4 8に入射する。集光光学系4 8は、光L 1を集光光学系4 8の焦点位置に集光する機能を有する。集光光学系4 8は、単一のレンズで構成されていてもよく、複数のレンズで構成されていてもよい。

[0044] 本実施形態の光造形装置1 0 0において、集光光学系4 8の焦点位置Fが、透過窓1 1の貯留槽内側の表面1 1 aから離間した位置に設定されている。焦点位置Fにおける光L 1の光強度が、光硬化性樹脂Rが硬化する光強度の閾値を超えると、焦点位置Fにおいて光硬化性樹脂Rが硬化する。これにより、構造物1 0 0 0を造形することができる。

[0045] 集光光学系4 8は、集光レンズと、集光レンズの位置を光Lの光線束の中心軸と同方向に変更可能とする駆動系を有する構成としてもよい。この場合、集光レンズは、単一のレンズで構成されていてもよく、複数のレンズで構成されていてもよい。

- [0046] このような駆動系としては、例えば公知の piezoアクチュエータが挙げられる。集光光学系 48 がこのような駆動系を有している場合、駆動部 30 によるステージ 20 の位置制御と、集光光学系 48 の駆動系による集光レンズの位置制御とを協働させ、焦点位置 F の位置を好適に制御することができる。また、集光光学系 48 の駆動系は、駆動部 30 よりも焦点位置 F の微細な位置制御が可能である。そのため、構造物 1000 の解像度を好適に高めることができる。
- [0047] なお、本実施形態においては、第 1 光源 41 から射出された光 L1 が、ガルバノミラー 47 に入射した後に、集光光学系 48 に入射することとして示した。しかし、ガルバノミラー 47 と集光光学系 48 との配置は、光 L1 の光路において逆になってもよい。
- [0048] 制御部 49 は、第 1 光源 41 から射出される光 L1 の出力を制御する。具体的には、制御部 49 は、表面 11a における光 L1 の光強度が、光硬化性樹脂 R が硬化する光強度の閾値を下回るように、第 1 光源 41 の出力を制御する。
- [0049] また、減光光学系 43 が偏光板である場合、制御部 49 は、減光光学系 43 における光の透過量を制御する。具体的には、制御部 49 は、第 1 光源 41 の出力を制御した上で、減光光学系 43 により光量の微調整を行う。これにより、表面 11a における光 L1 の光強度が、光硬化性樹脂 R が硬化する光強度の閾値を下回るように、より細かく制御することができる。
- [0050] さらに、集光光学系 48 が駆動系を有する場合、制御部 49 は、当該駆動系を制御する。
- [0051] 光造形装置 100 においては、光硬化性樹脂 R の硬化が焦点位置 F において生じ、かつ表面 11a において生じないようにするため、光 L1 の出力、集光光学系 48 の集光特性を適宜制御するとよい。これにより、光造形装置 100 においては、光硬化性樹脂 R の硬化が透過窓 11 の表面 11a において生じず、得られる構造物 1000 が透過窓 11 に付着することを抑制可能である。

- [0052] 光造形装置 100 においては、上述のように、表面 11a における光 L1 の光強度を制御している。しかし、造形時間が長時間になると、焦点位置 F と表面 11a との間の光硬化性樹脂 R の光重合が進行し、光硬化性樹脂 R が硬化してしまう。すると、焦点位置 F と表面 11a との間に光硬化性樹脂 R のゲルが滞留して造形の解像度が低下する、または構造物 1000 が表面 11a に付着する、といった不具合を生じるおそれがある。
- [0053] そのため、本実施形態の光造形装置 100 では、光硬化性樹脂 R の硬化を阻害する阻害光 L2 を射出する第 2 照射部 50 を用い、阻害光 L2 を表面 11a に照射することとしている。
- [0054] 図 1 に示すように、第 2 照射部 50 は、透過窓 11 を介して貯留槽 10 に入射する光 L1 の光線束の中心軸 CA と交差する方向から、阻害光 L2 を照射する。
- [0055] 第 2 照射部 50 は、阻害光 L2 を射出する第 2 光源 51 と、阻害光 L2 が内部に入射されるとともに、内部で阻害光 L2 を全反射させる導光板 52 と、を有している。本実施形態の光造形装置 100 においては、導光板 52 は、透過窓 11 を兼ねている。
- [0056] ここで、阻害光 L2 により光硬化性樹脂 R の硬化が阻害されるメカニズムについて概略を説明する。図 3A, 3B は、光硬化性樹脂 R のエネルギー準位図であり、図 3A は光硬化性樹脂 R の硬化反応を示し、図 3B は阻害光 L2 により光硬化性樹脂 R の硬化が阻害される様子を示す。
- [0057] まず、図 3A に示すように、基底状態の軌道 G にある電子 E は、光 L1 のエネルギーを吸収すると、第 1 励起状態の軌道 E1 に励起する。軌道 E1 に励起した電子 E は、内部転換により反応状態の軌道 R1 に遷移し、重合反応を開始する。
- [0058] 一方、図 3B に示すように、軌道 E1 に励起した電子 E に対し、阻害光 L2 を照射すると、次の 2 種のエネルギー状態の変化を生じ、光硬化性樹脂 R の硬化を阻害する。
- [0059] 第 1 に、阻害光 L2 が、軌道 G と軌道 E1 とのエネルギー差に相当するエ

エネルギーを有する場合、軌道E1に励起した電子Eに対し阻害光L2を照射すると、励起した電子はエネルギーを誘導放出する。その結果、軌道E1に励起した電子Eは、軌道Gに遷移する。これにより、電子Eが軌道E1から軌道R1に遷移しなくなり、光硬化性樹脂Rの硬化が阻害される。

[0060] 第2に、阻害光L2が、軌道E1と第1励起状態よりも高い励起状態にある軌道E2とのエネルギー差に相当するエネルギーを有する場合、軌道E1に励起した電子Eに対し阻害光L2を照射すると、励起した電子はエネルギーを吸収する。その結果、軌道E1に励起した電子Eは、軌道E2に遷移する。これにより、電子Eが軌道E1から軌道R1に遷移しなくなり、光硬化性樹脂Rの硬化が阻害される。

[0061] 図4は、透過窓11または導光板52の近傍の様子を示す拡大図である。第2照射部50においては、導光板52の端部から導光板52の内部に向けて、阻害光L2が入射される。その際、阻害光L2は、導光板52の内壁において全反射する角度で入射される。

[0062] このように阻害光L2が入射された導光板52の表面では、全反射の際に阻害光L2のエバネッセント光が生じる。エバネッセント光のしみ出す幅Wは、全反射した光の波長以下であることが知られている。そのため、導光板52の幅全体に阻害光L2を入射すると、導光板52の表面、すなわち透過窓11の表面11aの全体に薄く阻害光L2が漏れ出すこととなる。

[0063] 阻害光L2は、上述したメカニズムで光硬化性樹脂Rの硬化を阻害するため、阻害光L2が照射された透過窓11の表面11aの近傍では、光硬化性樹脂Rの硬化が阻害される。したがって、光造形装置100では、焦点位置Fと表面11aとの間において光硬化性樹脂Rのゲルの生成を抑制し、造形の解像度の低下を抑制することができる。また、光造形装置100では、構造物1000の表面11aへの付着を抑制することができる。

[0064] 以上のような構成の光造形装置100によれば、光硬化性樹脂Rを貯留する貯留槽10への硬化物の付着を抑制した新規な光造形装置とすることができる。

[0065] なお、本実施形態においては、光造形装置100が阻害光L2を射出する第2照射部50を有することとしたが、光造形装置100が第2照射部50を有さないこととしてもよい。

[0066] また、本実施形態においては、制御部49は、表面11aにおける光L1の光強度が、光硬化性樹脂Rが硬化する光強度の閾値を下回るように、第1光源41の出力を制御することとしたが、これに限らない。表面11aに光硬化性樹脂Rの硬化物が付着するかどうかは、光L1による光硬化性樹脂Rの硬化反応と、阻害光L2による光硬化性樹脂Rの硬化反応阻害との競争となる。そのため、表面11aにおける光L1の光強度が、光硬化性樹脂Rが硬化する光強度の閾値を上回るとしても、阻害光L2の光量を増やすことで、表面11aへの硬化物の付着を抑制することが可能である。

[0067] また、本実施形態においては、光造形装置100が1光子吸収を利用して構造物を造形することとしたが、これに限らない。光造形装置100は、2光子吸収を利用して構造物を造形することとしてもよい。2光子吸収を利用した硬化反応では、焦点位置Fにおける硬化反応をより狭い領域に絞ることが可能である。一方で、長時間使用することにより、焦点位置Fと表面11aとの間において光硬化性樹脂Rの硬化が徐々に進行することが想定される。

。そのような場合であっても、第2照射部50から阻害光L2を照射することにより、確実に表面11aへの硬化物の付着を抑制することが可能である。

。

[0068] また、本実施形態においては、ステージ20に対し貯留槽10とは反対側に照明光源61を配置し、ステージ20を介してステージ20の下面20aの構造物1000を照明することとしたが、これに限らない。

[0069] 例えば、ステージ20が光透過性を有さない場合、光L1と同軸で照明光L3を入射させる必要がある。そのような場合には、照明光L3が光L1と同軸となるよう、照明光源61から射出された照明光L3を導光する公知の光学系を配置してもよい。このような光学系としては、例えば、図2におい

て拡大光学系45とビームスプリッター46との間の光路上に配置されるハーフミラーが挙げられる。これにより、ステージ20が不透明であったとしても、ステージ20において構造物を造形する下面20aを照明光L3で確実に照明することができる。

[0070] [第2実施形態]

図5は、本発明の第2実施形態に係る光造形装置200の説明図である。本実施形態の光造形装置200は、第1実施形態の光造形装置100と一部共通している。したがって、本実施形態において第1実施形態と共通する構成要素については同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

[0071] 光造形装置200が有する貯留槽10は、側壁12における側壁12と、底部である透過窓11との境界付近に、表面11aと平行に延在する透過窓13が設けられている。

[0072] また、光造形装置200が有する第2照射部55は、透過窓13を介して、焦点位置Fと表面11aとの間に、障害光L2を照射している。第2照射部55は、障害光L2を射出する第2光源51と、透過窓13を介して障害光L2を表面11aと平行に走査する走査装置56と、を有している。走査装置56としては、例えばガルバノミラーを用いることができる。走査装置56は、本実施形態における「導光手段」に該当する。

[0073] このような光造形装置200では、第1照射部40から照射される光L1の中心軸CAと重なるように、第2照射部55から障害光L2を照射する。また、第2照射部50は、光L1の照射位置の変化に伴って障害光L2を走査し、光L1の照射位置に追従して障害光L2を照射する。

[0074] 障害光L2が照射された光硬化性樹脂Rは、上述したように硬化反応が阻害されるため、表面11aの近傍においては、光硬化性樹脂Rの硬化が阻害される。

[0075] このような構成の光造形装置200によっても、光硬化性樹脂Rを貯留する貯留槽10への硬化物の付着を抑制した新規な光造形装置とすることができる。

- [0076] なお、図5では、光造形装置200が第2照射部55を1つ備え、貯留槽10の側壁12に設けられた透過窓13を介して阻害光L2を照射することとして示したが、これに限らない。
- [0077] 阻害光L2は、光硬化性樹脂Rの内部を進行する際に減衰するため、透過窓13から遠い位置の光硬化性樹脂Rには、硬化阻害に十分な光量の阻害光L2が到達しないおそれがある。そのため、透過窓13を貯留槽10の周方向に延在して設け、かつ第2照射部55を複数設けて、焦点位置Fと表面11aとの間に複数方向から阻害光L2を照射する構成としても構わない。「複数方向から」とは、例えば「貯留槽10の四方から」である。このような構成とすると、表面11aの近傍において、阻害光L2の光量が不足する場所を低減、または無くすることができる。その結果、光硬化性樹脂Rを貯留する貯留槽10への硬化物の付着を一層抑制することができる。
- [0078] また、図5では、導光手段として走査装置56を用い、走査装置56にて阻害光L2を走査し、光L1の照射位置に追従して阻害光L2を照射することとしたが、これに限らない。例えば、導光手段としてシリンドリカルレンズを用い、シリンドリカルレンズを介した阻害光L2を透過窓13から入射させることとしてもよい。
- [0079] シリンドリカルレンズを含む複数のレンズを組み合わせることで、阻害光L2を一方向には拡大するとともに当該一方向と直交する方向には拡大させないこととして、幅広のシート状の光とすることができる。このような阻害光L2を、透過窓11の表面に沿うように透過窓13から入射させると、阻害光L2の操作が不要となる。その結果、表面11aの全面を阻害光L2で容易に照明することができる。
- [0080] このような構成の場合も、透過窓13を貯留槽10の周方向に延在して設け、焦点位置Fと表面11aとの間に複数方向からシート状の阻害光L2を照射する構成としても構わない。
- [0081] 以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施の形態例について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。上述し

た例において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

符号の説明

[0082] 10…貯留槽、11, 13…透過窓、11a…表面、20…ステージ、33…窓、40…第1照射部、41…第1光源、48…集光光学系、49…制御部、50, 55…第2照射部、51…第2光源、52…導光板、56…走査装置、61…照明光源、100, 200…光造形装置、1000…構造物、CA…中心軸、F…焦点位置、L1…光、L2…障害光、L3…照明光、R…光硬化性樹脂、S…内部空間

請求の範囲

- [請求項1] 液状の光硬化性樹脂を貯留する貯留槽と、
前記貯留槽の内部に配置され、前記貯留槽の底面との離間距離を変更可能に設けられたステージと、
前記光硬化性樹脂を硬化させる光を照射する第1照射部と、
前記光硬化性樹脂の硬化を阻害する阻害光を照射する第2照射部と、
を備え、
前記貯留槽の底部は、前記光を透過させる透過窓であり、
前記第1照射部は、前記光を射出する第1光源と、
前記第1光源と前記透過窓との間の前記光の光路上に配置され、前記透過窓の前記貯留槽内側の表面から離間した位置に焦点位置が設定された集光光学系と、を有し、
前記第2照射部は、前記表面に前記阻害光を照射する光造形装置。
- [請求項2] 1光子吸収を利用して構造物を造形する請求項1に記載の光造形装置であって、
前記第1光源から射出される前記光の出力を制御する制御部を有し、
前記制御部は、前記表面における前記光の光強度が、前記光硬化性樹脂が硬化する光強度の閾値を下回るように前記出力を制御し、
前記第2照射部は、前記焦点位置と前記表面との間に、前記阻害光を照射する光造形装置。
- [請求項3] 前記第2照射部は、前記透過窓を介して前記貯留槽に入射する前記光の光線束の中心軸と交差する方向から、前記阻害光を照射する請求項1または2に記載の光造形装置。
- [請求項4] 前記第2照射部は、前記阻害光を射出する第2光源と、
前記阻害光を前記表面に導光する導光手段と、を有する請求項1から3のいずれか1項に記載の光造形装置。
- [請求項5] 前記導光手段は、前記阻害光が内部に入射されるとともに、前記内

部で前記障害光を全反射させる導光板であり、

前記導光板は、前記透過窓を兼ねる請求項4に記載の光造形装置。

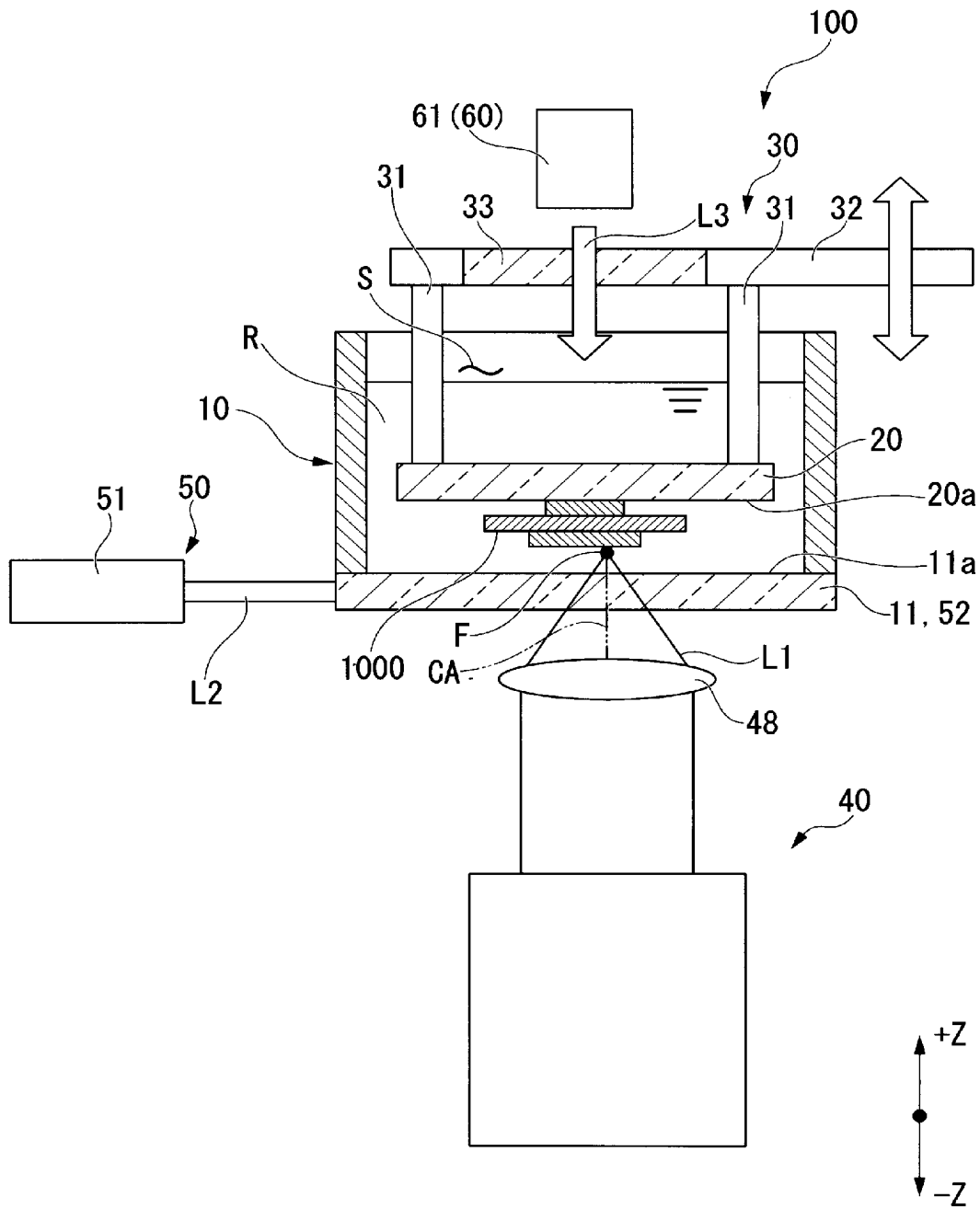
[請求項6] 前記導光手段は、前記障害光を走査する走査装置である請求項4に記載の光造形装置。

[請求項7] 前記導光手段は、シリンドリカルレンズを含む光学系である請求項4に記載の光造形装置。

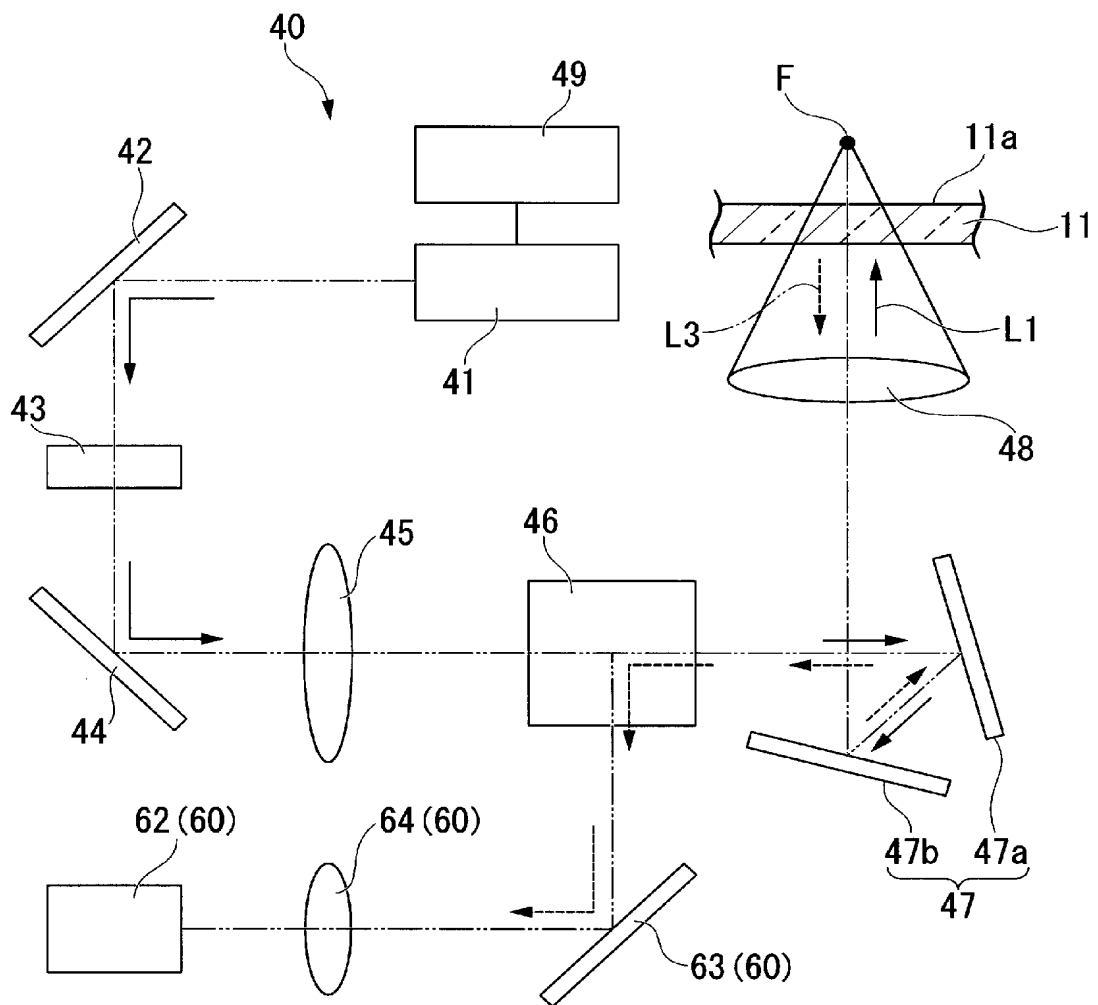
[請求項8] 前記ステージを照明する照明光源と、
照明された前記ステージを撮像する撮像装置と、を有する請求項1から6のいずれか1項に記載の光造形装置。

[請求項9] 前記集光光学系は、集光レンズと、
前記集光レンズの位置を、前記光の光線束の中心軸と同方向に変更可能とする駆動系と、を有する請求項1から8のいずれか1項に記載の光造形装置。

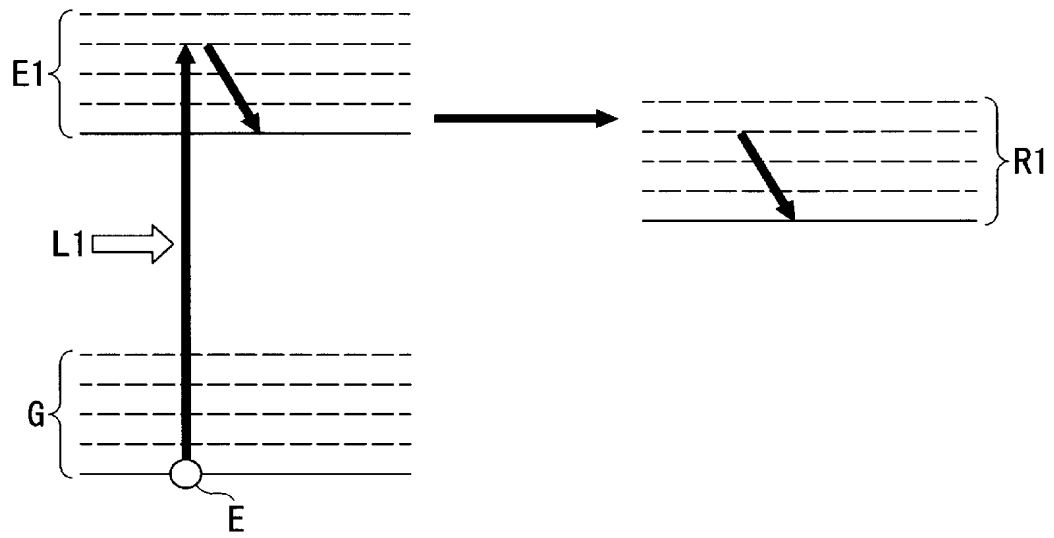
[図1]



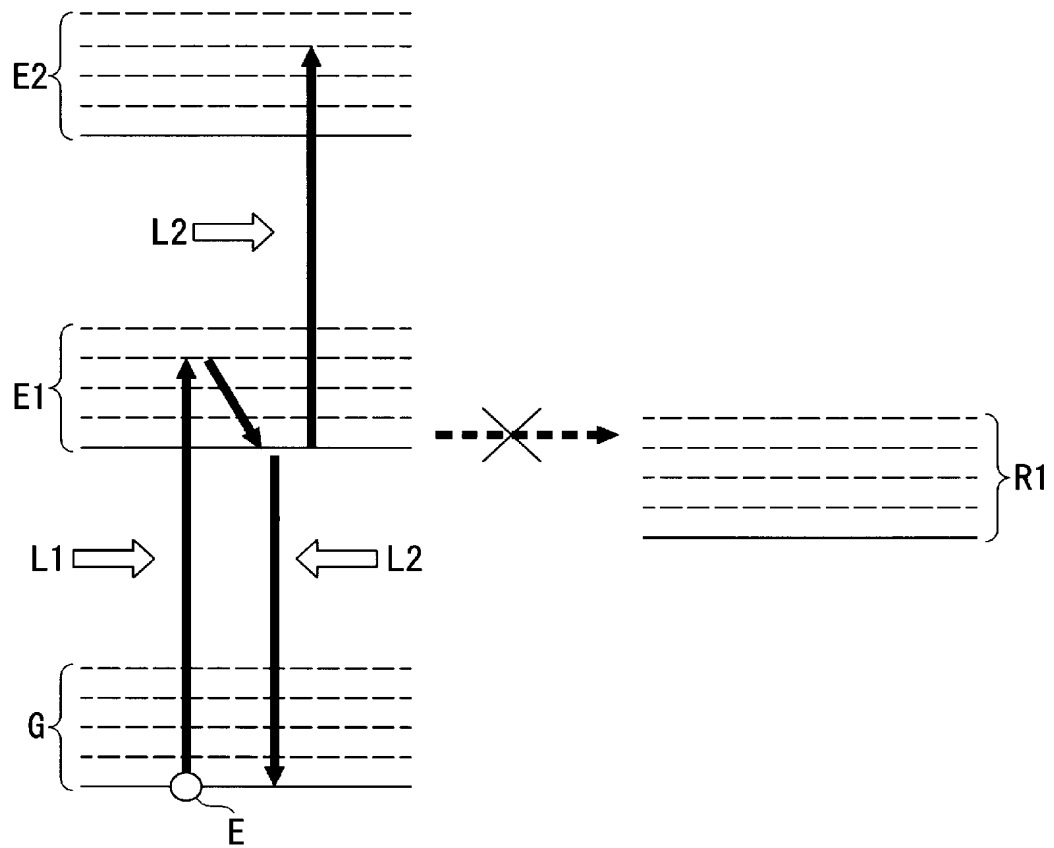
[図2]



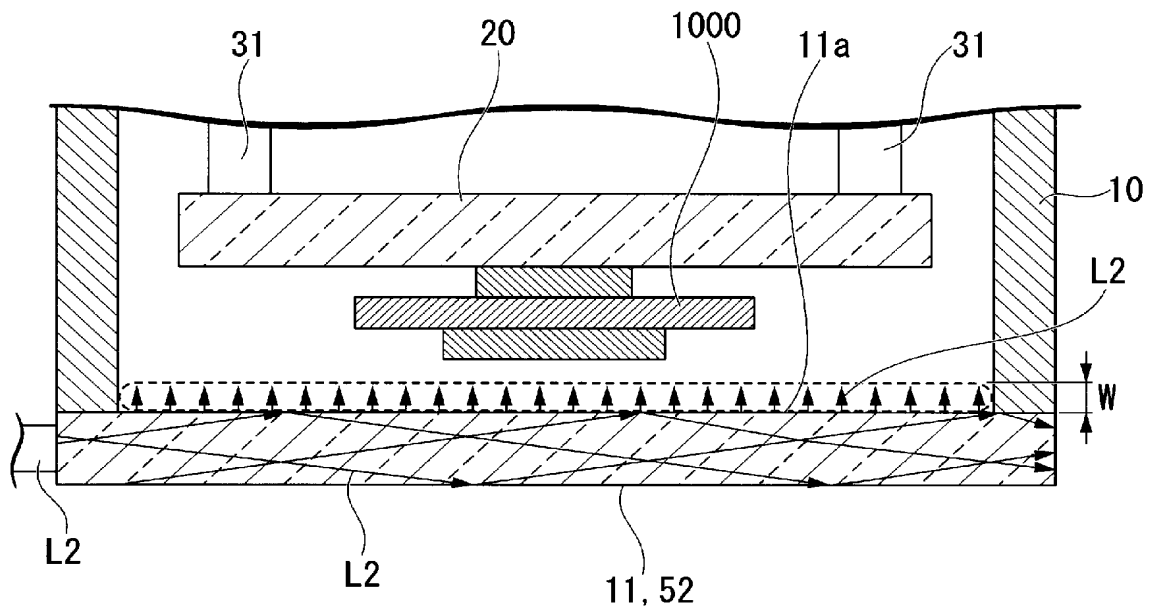
[図3A]



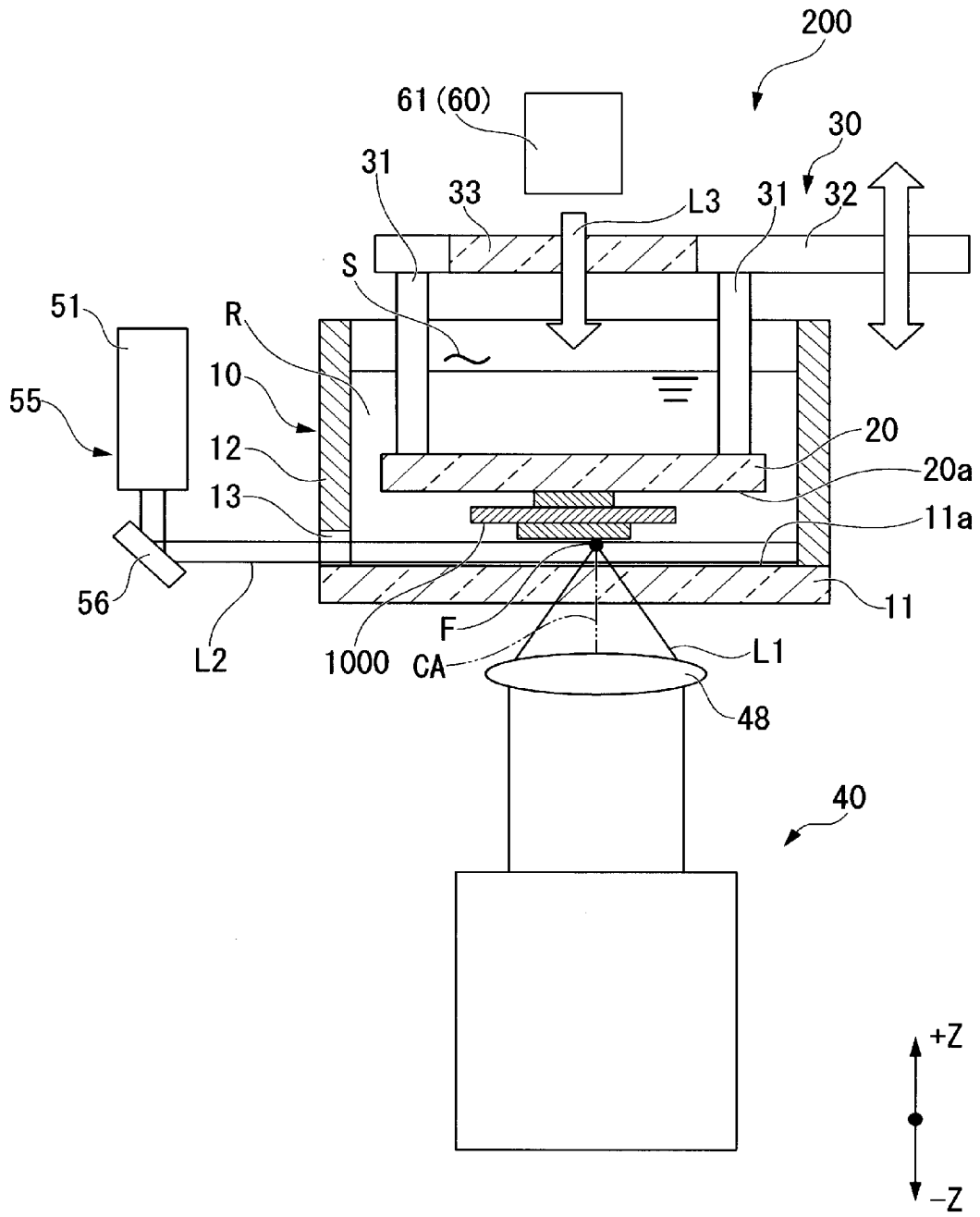
[図3B]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/084752

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B29C67/00(2017.01) 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)
B29C67/00, B33Y30/00

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 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2016-509964 A (Carbon 3D, Inc.), 04 April 2016 (04.04.2016), entire text & WO 2014/126837 A2	1-9
A	JP 4-232728 A (E.I. Du Pont de Nemours & Co.), 21 August 1992 (21.08.1992), entire text & US 5175077 A & US 5236326 A & EP 465273 A2 & DE 69110205 C & AU 625631 B & CA 2045943 A1	1-9

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
11 January 2017 (11.01.17)

Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)

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. B29C67/00(2017.01)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. B29C67/00, 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)
 JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

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
P, A	JP 2016-509964 A (カーボンスリーディー, インコーポレイテッド) 2016.04.04, 全文 & WO 2014/126837 A2	1-9
A	JP 4-232728 A (イー・アイ・デュボン・ドウ・ヌムール・アンド・ カンパニー) 1992.08.21, 全文 & US 5175077 A & US 5236326 A & EP 465273 A2 & DE 69110205 C & AU 625631 B & CA 2045943 A1	1-9

☐ 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 11.01.2017	国際調査報告の発送日 24.01.2017
--------------------------	--------------------------

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) 辰己 雅夫	4 R	2941
	電話番号 03-3581-1101 内線 3471		