

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/104368

発行日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(43) 国際公開日 平成29年6月22日(2017.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B29C 64/264 (2017.01)</b>	B29C 64/264	4F213
<b>B29C 64/106 (2017.01)</b>	B29C 64/106	
<b>B33Y 30/00 (2015.01)</b>	B33Y 30/00	
<b>B33Y 50/02 (2015.01)</b>	B33Y 50/02	
<b>B29C 64/30 (2017.01)</b>	B29C 64/30	

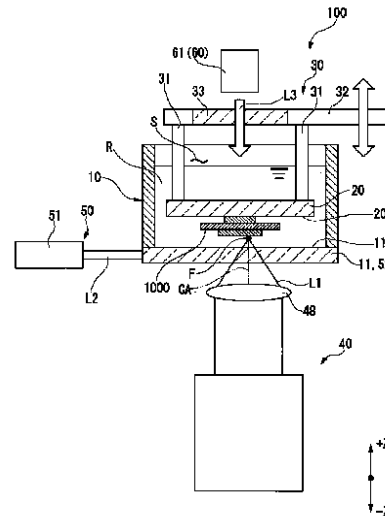
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全15頁)

出願番号	特願2017-555949 (P2017-555949)	(71) 出願人	504182255 国立大学法人横浜国立大学 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2016/084752	(74) 代理人	110001634 特許業務法人 志賀国際特許事務所
(22) 国際出願日	平成28年11月24日(2016.11.24)	(72) 発明者	丸尾 昭二 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
(31) 優先権主張番号	特願2015-245452 (P2015-245452)	(72) 発明者	谷口 周平 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
(32) 優先日	平成27年12月16日(2015.12.16)	(72) 発明者	永瀬 史憲 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
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光造形装置

## (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。



## 【特許請求の範囲】

## 【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。

10

## 【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。

20

## 【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。

20

## 【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請求項 4 に記載の光造形装置。

30

## 【請求項 6】

前記導光手段は、前記阻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。

40

## 【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。

## 【発明の詳細な説明】

## 【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日に提出された日本国特願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】

50

## 【 0 0 0 2 】

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。

## 【 0 0 0 3 】

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。

## 【 0 0 0 4 】

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）。

10

## 【 0 0 0 5 】

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。

## 【 0 0 0 6 】

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 】

20

## 【 0 0 0 7 】

【 非特許文献 1 】 John R. Tumbleston, "Continuous liquid interface production of 3 D 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 】

## 【 0 0 0 8 】

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あるが生じる。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。

30

## 【 0 0 0 9 】

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。

## 【 0 0 1 0 】

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 】

## 【 0 0 1 1 】

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。

40

( 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。

## 【 0 0 1 2 】

( 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

50

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、前記障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、前記障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、前記障害光を射出する第 2 光源と、前記障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。

10

【0015】

(5) 上記(4)の態様においては、前記導光手段は、前記障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、前記障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。

20

【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。

30

【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 3 A】光硬化性樹脂のエネルギー準位図である。

【図 3 B】光硬化性樹脂のエネルギー準位図である。

40

【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

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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】

50

図 1 に示した照明光源 6 1 から射出された照明光 L 3 は、透過窓 1 1、集光光学系 4 8、ガルバノミラー 4 7 を介してビームスプリッター 4 6 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。

【 0 0 3 5 】

カメラ 6 2 としては、例えば C C D (Charge-Coupled Device) イメージセンサや、C M O S (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。

10

【 0 0 3 6 】

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。

【 0 0 3 7 】

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。

【 0 0 3 8 】

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。

20

【 0 0 3 9 】

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。

【 0 0 4 0 】

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よい。

30

【 0 0 4 1 】

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。

【 0 0 4 2 】

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。

40

【 0 0 4 3 】

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。

50

## 【0044】

本実施形態の光造形装置100においては、集光光学系48の焦点位置Fが、透過窓11の貯留槽内側の表面11a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1000を造形することができる。

## 【0045】

集光光学系48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、例えば公知のピエゾ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】

10

20

30

40

50

図 1 に示すように、第 2 照射部 5 0 は、透過窓 1 1 を介して貯留槽 1 0 に入射する光 L 1 の光線束の中心軸 C A と交差する方向から、阻害光 L 2 を照射する。

【 0 0 5 5 】

第 2 照射部 5 0 は、阻害光 L 2 を射出する第 2 光源 5 1 と、阻害光 L 2 が内部に入射されるとともに、内部で阻害光 L 2 を全反射させる導光板 5 2 と、を有している。本実施形態の光造形装置 1 0 0 においては、導光板 5 2 は、透過窓 1 1 を兼ねている。

【 0 0 5 6 】

ここで、阻害光 L 2 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 3 A , 3 B は、光硬化性樹脂 R のエネルギー準位図であり、図 3 A は光硬化性樹脂 R の硬化反応を示し、図 3 B は阻害光 L 2 により光硬化性樹脂 R の硬化が阻害される様子を示す。

10

【 0 0 5 7 】

まず、図 3 A に示すように、基底状態の軌道 G にある電子 E は、光 L 1 のエネルギーを吸収すると、第 1 励起状態の軌道 E 1 に励起する。軌道 E 1 に励起した電子 E は、内部転換により反応状態の軌道 R 1 に遷移し、重合反応を開始する。

【 0 0 5 8 】

一方、図 3 B に示すように、軌道 E 1 に励起した電子 E に対し、阻害光 L 2 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。

【 0 0 5 9 】

第 1 に、阻害光 L 2 が、軌道 G と軌道 E 1 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 E 1 に励起した電子 E に対し阻害光 L 2 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 E 1 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 E 1 から軌道 R 1 に遷移しなくなり、光硬化性樹脂 R の硬化が阻害される。

20

【 0 0 6 0 】

第 2 に、阻害光 L 2 が、軌道 E 1 と第 1 励起状態よりも高い励起状態にある軌道 E 2 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 E 1 に励起した電子 E に対し阻害光 L 2 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 E 1 に励起した電子 E は、軌道 E 2 に遷移する。これにより、電子 E が軌道 E 1 から軌道 R 1 に遷移しなくなり、光硬化性樹脂 R の硬化が阻害される。

30

【 0 0 6 1 】

図 4 は、透過窓 1 1 または導光板 5 2 の近傍の様子を示す拡大図である。第 2 照射部 5 0 においては、導光板 5 2 の端部から導光板 5 2 の内部に向けて、阻害光 L 2 が入射される。その際、阻害光 L 2 は、導光板 5 2 の内壁において全反射する角度で入射される。

【 0 0 6 2 】

このように阻害光 L 2 が入射された導光板 5 2 の表面では、全反射の際に阻害光 L 2 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 5 2 の幅全体に阻害光 L 2 を入射すると、導光板 5 2 の表面、すなわち透過窓 1 1 の表面 1 1 a の全体に薄く阻害光 L 2 が漏れ出すこととなる。

40

【 0 0 6 3 】

阻害光 L 2 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 L 2 が照射された透過窓 1 1 の表面 1 1 a 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 1 0 0 では、焦点位置 F と表面 1 1 a 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 1 0 0 では、構造物 1 0 0 0 の表面 1 1 a への付着を抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

以上のような構成の光造形装置 1 0 0 によれば、光硬化性樹脂 R を貯留する貯留槽 1 0 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。

【 0 0 6 5 】

50



なお、本実施形態においては、光造形装置 100 が障害光 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、障害光 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、障害光 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。

10

【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 から障害光 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。

20

【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。

30

【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。

40

【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、

50

光 L 1 の照射位置の変化に伴って障害光 L 2 を走査し、光 L 1 の照射位置に追従して障害光 L 2 を照射する。

【 0 0 7 4 】

障害光 L 2 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障害されるため、表面 1 1 a の近傍においては、光硬化性樹脂 R の硬化が障害される。

【 0 0 7 5 】

このような構成の光造形装置 2 0 0 によっても、光硬化性樹脂 R を貯留する貯留槽 1 0 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。

【 0 0 7 6 】

なお、図 5 では、光造形装置 2 0 0 が第 2 照射部 5 5 を 1 つ備え、貯留槽 1 0 の側壁 1 2 に設けられた透過窓 1 3 を介して障害光 L 2 を照射することとして示したが、これに限らない。

10

【 0 0 7 7 】

障害光 L 2 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 1 3 から遠い位置の光硬化性樹脂 R には、硬化障害に十分な光量の障害光 L 2 が到達しないおそれがある。そのため、透過窓 1 3 を貯留槽 1 0 の周方向に延在して設け、かつ第 2 照射部 5 5 を複数設けて、焦点位置 F と表面 1 1 a との間に複数方向から障害光 L 2 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 1 0 の四方から」である。このような構成とすると、表面 1 1 a の近傍において、障害光 L 2 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 1 0 への硬化物の付着を一層抑制することができる。

20

【 0 0 7 8 】

また、図 5 では、導光手段として走査装置 5 6 を用い、走査装置 5 6 にて障害光 L 2 を走査し、光 L 1 の照射位置に追従して障害光 L 2 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障害光 L 2 を透過窓 1 3 から入射させることとしてもよい。

【 0 0 7 9 】

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、障害光 L 2 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。このような障害光 L 2 を、透過窓 1 1 の表面に沿うように透過窓 1 3 から入射させると、障害光 L 2 の操作が不要となる。その結果、表面 1 1 a の全面を障害光 L 2 で容易に照明することができる。

30

【 0 0 8 0 】

このような構成の場合も、透過窓 1 3 を貯留槽 1 0 の周方向に延在して設け、焦点位置 F と表面 1 1 a との間に複数方向からシート状の障害光 L 2 を照射する構成としても構わない。

【 0 0 8 1 】

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。

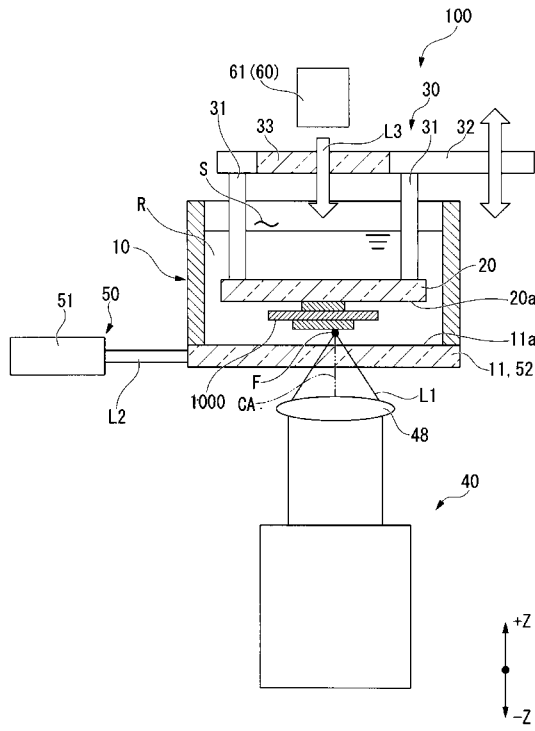
40

【 符号の説明 】

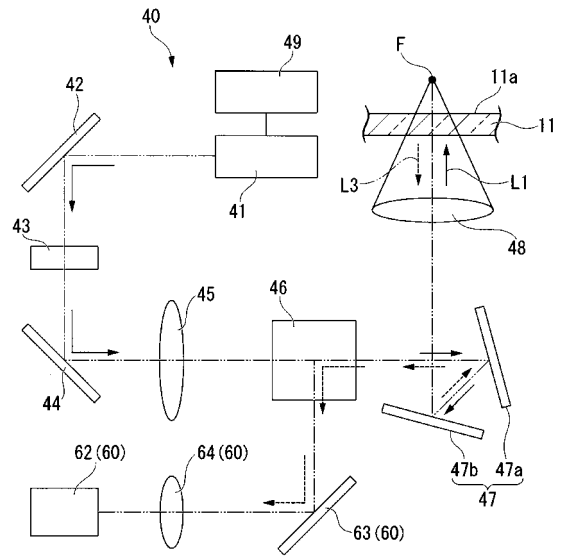
【 0 0 8 2 】

1 0 ... 貯留槽、 1 1 , 1 3 ... 透過窓、 1 1 a ... 表面、 2 0 ... ステージ、 3 3 ... 窓、 4 0 ... 第 1 照射部、 4 1 ... 第 1 光源、 4 8 ... 集光光学系、 4 9 ... 制御部、 5 0 , 5 5 ... 第 2 照射部、 5 1 ... 第 2 光源、 5 2 ... 導光板、 5 6 ... 走査装置、 6 1 ... 照明光源、 1 0 0 , 2 0 0 ... 光造形装置、 1 0 0 0 ... 構造物、 C A ... 中心軸、 F ... 焦点位置、 L 1 ... 光、 L 2 ... 障害光、 L 3 ... 照明光、 R ... 光硬化性樹脂、 S ... 内部空間

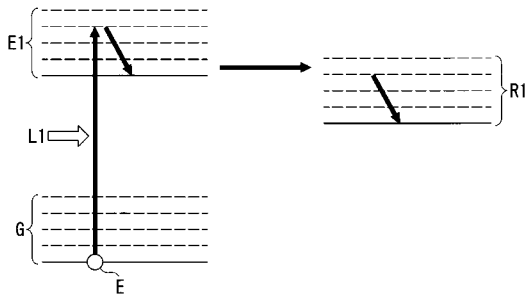
【 図 1 】



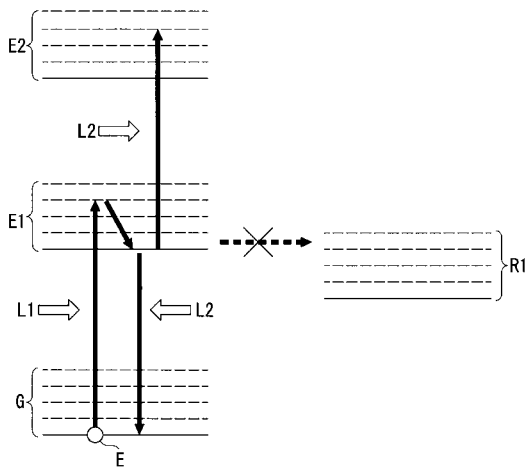
【 図 2 】



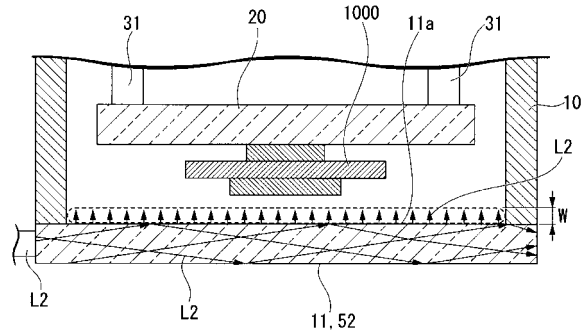
【 図 3 A 】



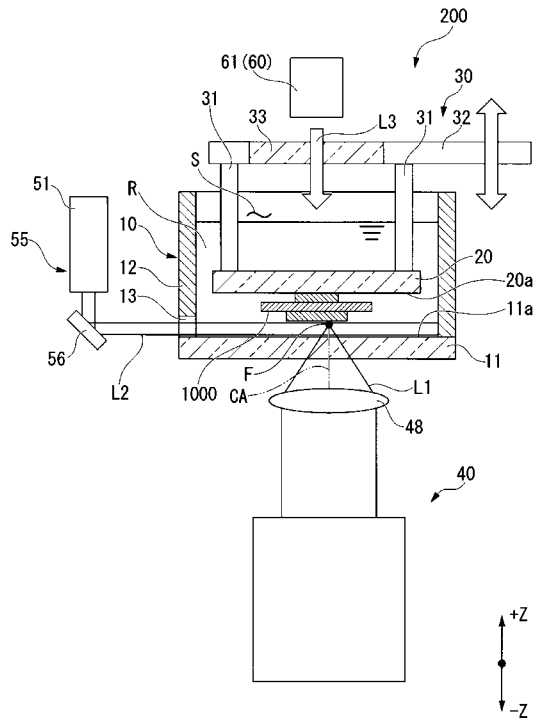
【 図 3 B 】



【 図 4 】



【 図 5 】



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2016/084752
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> B29C67/00(2017.01)i, B33Y30/00(2015.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> 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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
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
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 8 4 7 5 2	
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イ, 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。		C欄の続きにも文献が列挙されている。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 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	4R 2941
		電話番号 03-3581-1101 内線 3471	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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

(出願人による申告)平成27年度、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)/革新的設計生産技術」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

Fターム(参考) 4F213 WA25 WB01 WL12 WL76 WL85

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。