

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5803316号
(P5803316)

(45) 発行日 平成27年11月4日 (2015. 11. 4)

(24) 登録日 平成27年9月11日 (2015. 9. 11)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 9 C 67/00 (2006. 01)	B 2 9 C 67/00
B 3 3 Y 10/00 (2015. 01)	B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 30/00 (2015. 01)	B 3 3 Y 30/00

請求項の数 1 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-134937 (P2011-134937)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成23年6月17日 (2011. 6. 17)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2013-998 (P2013-998A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成25年1月7日 (2013. 1. 7)	(74) 代理人	100104215
審査請求日	平成26年6月4日 (2014. 6. 4)		弁理士 大森 純一
		(74) 代理人	100117330
			弁理士 折居 章
		(74) 代理人	100168181
			弁理士 中村 哲平
		(74) 代理人	100170346
			弁理士 吉田 望
		(74) 代理人	100168745
			弁理士 金子 彩子
		(74) 代理人	100176131
			弁理士 金山 慎太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エネルギー線のエネルギーで硬化する材料を供給領域に供給し、
前記供給領域に供給された前記材料の全領域のうち、選択された領域に前記エネルギー線を照射し、

前記エネルギー線の照射により、壁部と、第1の開口面積を有し、前記壁部に囲まれることで形成された第1の開口領域と、規則的に整列するように前記壁部に設けられ、第1の開口面積より小さい第2の開口面積をそれぞれ有する複数の第2の開口領域とを備えた構造物を形成する、構造物の製造方法であって、

ステージと、

第1の方向に沿う直線状の領域を含む表面を有し、前記表面のうち前記直線状の領域が前記ステージに最も近くなるように、前記ステージに対面して配置された規制体とを備えた構造物形成装置を用いて、

前記材料の供給工程において、前記ステージが配置される側の領域と前記直線状の領域との間の領域であるスリット領域に、前記材料を供給し、

さらに、少なくとも1層分の前記材料の硬化層を形成するために、前記第1の方向とは異なる第2の方向に沿って、前記規制体及び前記ステージを相対的に移動させる

構造物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

【 0 0 0 1 】

本技術は、構造物及びその製造方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 に記載の光造形物は、設計対象の物品の 3 次元モデルとして用いられ、その 3 次元モデルにおける、設計物品の肉部に相当する部分が、中空に形成され、その中空内部がハニカム構造により形成されている。これにより 3 次元モデルの部位による強度のバラツキが少なくなる（例えば、特許文献 1 の明細書段落[0 0 2 0]参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 3 4 7 1 2 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

構造物として、新たな形状の構造物の実現が求められている。

【 0 0 0 5 】

以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、新たな形状の構造物及びそ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 】

20

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するため、本技術に係る構造物は、壁部と、第 1 の開口領域と、複数の第 2 の開口領域とを具備する。

前記第 1 の開口領域は、第 1 の開口面積を有し、前記壁部に囲まれることで形成されている。

前記複数の第 2 の開口領域は、規則的に整列するように前記壁部に設けられ、第 1 の開口面積より小さい第 2 の開口面積をそれぞれ有する。

【 0 0 0 7 】

第 1 の開口領域を囲む壁部に、その第 1 の開口領域の開口面積より小さい開口面積を有する第 2 の開口領域が設けられており、新たな形状の構造物を提供できる。

30

【 0 0 0 8 】

前記構造物は、前記第 2 の開口領域を形成し、前記壁部の前記第 2 の開口領域の周囲に規則的に整列するように設けられた、前記第 2 の開口面積より小さい第 3 の開口面積を有する第 3 の開口領域をさらに具備してもよい。壁部に第 2 及び第 3 の開口領域が設けられることにより、できるだけ開口率を増やすことができる。

【 0 0 0 9 】

前記第 1 の開口領域及び前記複数の第 2 の開口領域の開口の方向がそれぞれ一致していてもよい。あるいは、前記第 1 の開口領域、前記複数の第 2 の開口領域、及び前記複数の第 3 の開口領域の開口の方向がそれぞれ一致していてもよい。

【 0 0 1 0 】

40

前記構造物の形状は、自己相似形であってもよい。つまり、構造物の形状自体が、それよりさらに大きいサイズの構造物の壁部の形状と一致するようになる。

【 0 0 1 1 】

少なくとも前記第 1 の開口領域の配列及び形状は、ハニカム構造の配列及び形状であってもよい。これにより、構造物の強度を高めることができる。

【 0 0 1 2 】

本技術に係る構造物の製造方法は、エネルギー線のエネルギーで硬化する材料を供給領域に供給する。

前記供給領域に供給された前記材料の全領域のうち、選択された領域に前記エネルギー線が照射される。

50

前記エネルギー線の照射により、壁部と、第１の開口面積を有し、前記壁部に囲まれることで形成された第１の開口領域と、規則的に整列するように前記壁部に設けられ、第１の開口面積より小さい第２の開口面積をそれぞれ有する複数の第２の開口領域とを備えた構造物が形成される。

【００１３】

ステージと、第１の方向に沿う直線状の領域を含む表面を有し、前記表面のうち前記直線状の領域が前記ステージに最も近くなるように、前記ステージに対面して配置された規制体とを備えた構造物形成装置を用いて、以下のように構造物が形成されてもよい。

前記材料の供給工程において、前記ステージが配置される側の領域と前記直線状の領域との間の領域であるスリット領域に、前記材料が供給される。

10

前記構造物の製造方法は、さらに、少なくとも１層分の前記材料の硬化層を形成するために、前記第１の方向とは異なる第２の方向に沿って、前記規制体及び前記ステージを相対的に移動させられる。

【発明の効果】

【００１４】

以上、本技術によれば、新たな形状の構造物を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】図１は、本技術の第１の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

【図２】図２は、本技術の第２の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

20

【図３】図３は、本技術の第３の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

【図４】図４は、本技術の第４の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

【図５】図５は、本技術の一実施形態に係る構造物形成装置を示す側面図である。

【図６】図６は、構造物形成装置をＺ軸方向で見た側面図である。

【図７】図７は、構造物形成装置を示す模式的な側面図及びその制御システムの構成を示すブロック図である。

【図８】図８は、規制体を拡大して示す図である。

【図９】図９Ａ～Ｃは、構造物形成装置の動作を順に示す図である。

【図１０】図１０Ａ～Ｄは、その動作時における規制体及びステージの間の領域を拡大して示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下、図面を参照しながら、本技術の実施形態を説明する。

【００１７】

[構造物の第１の実施形態]

【００１８】

図１Ａは、本技術の第１の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

【００１９】

この構造物１０は、２次元的な広がりを持つ（シート状またはフィルム状の）構造物であり、典型的には、厚さ方向（図１Ａの紙面に垂直方向）には、比較的薄い一定の厚さを有し、その厚さ方向では一様な形状に形成されている。

40

【００２０】

図１Ｂは、この構造物１０を拡大して示した図である。この構造物１０は、壁部３６と、この壁部３６に囲まれることで形成された複数の第１の開口領域３１と、壁部３６に設けられた複数の第２の開口領域３２とを備える。これら第１の開口領域３１及び第２の開口領域３２は、規則的に整列するように設けられている。第２の開口領域３２が規則的に整列して集合することにより壁部３６が形成される。

これらの開口領域３１及び３２の開口の方向（開口端面の傾き）は、図１Ａ及びＢ中、紙面に垂直方向であり、それぞれ一致している。

開口の方向が一致している、とは、実質的にそれらが一致していることを意味し、それ

50

ら開口の方向が、この構造物の設計者が「意図した」開口の方向に揃っていることを意味する。したがって、例えば１つの開口領域の開口方向が、他の複数の開口領域の開口方向と比べ、設計者が意図しない厳密に小さい角度分ずれている（例えば、その開口端面が紙面から非常に小さい角度分ずれている）としても、これらは実質的に一致している。

【００２１】

開口領域３１及び３２のそれぞれの整列の規則性の態様は様々であるが、少なくとも１つの条件として、開口領域３１（及び３２）のピッチが一定であることである。

【００２２】

第２の開口領域３２の開口面積（第２の開口面積）は、第１の開口領域３１の開口面積（第１の開口面積）より小さく形成されている。第１の開口領域３１の配列及び形状は、ハニカム構造の配列及び形状である。また、第２の開口領域３２の配列及び形状も、ハニカム構造の配列及び形状であり、第２の開口領域３２の開口面の形状は正六角形である。第１の開口領域３１の開口面の形状は、近正六角形（具体的にはアスタリスク（*）形状）である。

10

【００２３】

この構造物１０の形状は、自己相似形（フラクタル的な形状）である。すなわち、ある単位構造体（この例では、最小の正六角形である第２の開口領域３２）の集合が、その単位構造体のサイズより大きい、その単位構造体に相似形である構造体を形成する。ここでは、第２の開口領域３２が、所定数、規則的に整列して集合することにより、その第２の開口領域３２に実質的に相似形の第１の開口領域３１が形成される。

20

【００２４】

[構造物の第２の実施形態]

【００２５】

図２は、本技術の第２の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

【００２６】

この構造物１１０は、壁部１３６と、この壁部１３６に囲まれることで形成された複数の第１の開口領域１３７と、壁部１３６に設けられた複数の第２の開口領域１３８と、これらの第２の開口領域１３８（の壁）を形成する第３の開口領域１３９とを備える。第１の開口領域１３７の形状は、実質的に正六角形である。

【００２７】

30

この構造物１１０の形状は、上記第１の実施形態に係る構造物１０の自己相似形である。すなわち、図１に示した構造物１０自体が、図２に示した構造物１１０の壁部１３６を形成している。言い換えると、図１Ａに示すように、単位構造体を破線で囲まれた部分１０Ａとし、その単位構造体１０Ａで、さらに大きな開口領域（図２では第１の開口領域１３７）を形成することにより得られる構造物が、この構造物１１０である。

これらの開口領域１３７、１３８及び１３９の開口の方向は、図２中、紙面に垂直方向であり、それぞれ一致している。

【００２８】

以上のように、構造物１１０の形状が自己相似形であることにより、無限数の形状を有する構造物を実現することができる。例えば、図２に示した構造物１１０を壁部１３６として、その壁部１３６に囲まれた複数の開口領域を形成することができる。

40

【００２９】

[構造物の第３の実施形態]

【００３０】

図３は、本技術の第３の実施形態に係る構造物を示す平面図である。これ以降の説明では、図１及び２に示した実施形態に係る構造物１０及び１１０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。

【００３１】

図３に示した構造物２０は、第１の開口領域４１を形成する壁部４３を備え、壁部４３は複数の第２の開口領域４２により形成されている。構造物１０（図１参照）と構造物２

50

0と異なる点は、構造物20における1つの第1の開口領域41を形成するための第2の開口領域42の数が、構造物10のそれと異なっている点である。

【0032】

[構造物の第4の実施形態]

【0033】

図4は、本技術の第4の実施形態に係る構造物を示す平面図である。

【0034】

構造物120は、壁部146に囲まれた第1の開口領域141、複数の第2の開口領域142及び第3の開口領域143を備える。この壁部146は、上記第3の実施形態に係る構造物20により形成されている。すなわち、この構造物120の形状は、構造物20の自己相似形である。

10

【0035】

[構造物の応用例]

【0036】

以下、上記した各実施形態に係る構造物10、110、20、120の応用例を説明する。

【0037】

これらの構造物をフィルタとして利用することができる。

【0038】

一般的に、フィルタの開口率を大きくしようとすると、その開口面積が大きくなり、その開口を形成する部分の肉厚が薄くなり、フィルタの強度が低下する。逆に、フィルタの開口率を小さくして壁の肉厚を厚くすると、フィルタを通過させる流体の流量が減る。すなわち圧力損失が高くなる。

20

【0039】

本技術の構造物をフィルタとして利用する場合、開口率が大きくなるので、このような構造物の構造によって、単位質量当りの材料の表面積を大きくすることができる。

【0040】

具体的には、壁部に開口領域が設けられていることにより、高い強度を得ながらも、フィルタを通過させる流体の流量の低下を抑えることができる（低圧力損失）。特に、構造物をハニカム構造とすることにより、十分な強度、剛性を得ることができる。

30

【0041】

また、例えば図2及び4に示した構造物110、120において、1つの第3の開口領域139、143を形成する辺の一部または全部が破壊されたとしても、1つの第2の開口領域138、142を囲むすべての壁が破壊されるわけではないので、フィルタの所期の性能を維持する冗長性がある。

【0042】

本技術に係る構造物は、例えばメッキによりその表面に形成されたコーティング膜を有していてもよい。メッキは、金属メッキ、樹脂メッキ等、何でもよい。メッキが行われることにより、例えば疎水性（例えばフッ素系材料）、親水性（例えば、シリカ系、酸化チタン系の材料）、防汚性（例えばチタン系、カーボン系の材料）、耐熱性（例えばニッケル系、クロム系、チタン系）等、様々な性質を構造物に与えることができる。

40

【0043】

例えば構造物に金属メッキを行った後、樹脂メッキを行うことにより、構造物を金属繊維強化プラスチック材として利用することができる。

【0044】

[構造物の製造方法]

【0045】

図1～4に示した構造物10、110、20、120を、例えば造形装置の方式により形成することができる。

【0046】

50

造形装置は、供給された材料の全領域のうち、対象となる構造物の３次元設計データに基づいて、選択された領域にエネルギー線を照射し、供給された材料を部分的に硬化させる。これにより、任意の形状の構造物を形成することができる。

【 0 0 4 7 】

エネルギー線としては、典型的には光であり、特に紫外線が用いられる。その場合、材料は紫外線硬化性樹脂が用いられる。エネルギー線は、紫外線に限られず、赤外線、可視光、電子線、または超音波等が挙げられる。赤外線や超音波等は、比較的造形精度が低い造形物を形成する場合に用いられればよい。光照射には、典型的にはレーザー照射が用いられる。

【 0 0 4 8 】

しかし、以下に説明する造形装置（構造物形成装置）を用いることにより、実用的な速度及びコストで、高精度な構造物を形成することができる。

【 0 0 4 9 】

（構造物形成装置）

以下、構造物形成装置について説明する。この構造物形成装置は、基本的に造形装置の原理を用いる。構造物形成装置により形成された構造物は、模型としてだけでなく、実際の製品としても利用され得る。

【 0 0 5 0 】

（構造物形成装置の構成）

図５は、本技術の一実施形態に係る構造物形成装置を示す側面図である。図６は、この構造物形成装置をＺ軸方向で見た側面図である。図７は、構造物形成装置を示す模式的な側面図及びその制御システムの構成を示すブロック図である。図中、Ｘ、Ｙ及びＺ軸は、互いに直交する３軸である。

【 0 0 5 1 】

構造物形成装置１００は、ベース１１と、ベース１１に鉛直方向に立設されたＹ軸移動機構１３と、Ｙ軸移動機構１３に接続されたＺ軸移動機構１５と、Ｚ軸移動機構１５に接続されたステージ１４とを備える。また、構造物形成装置１００は、エネルギー線として例えば紫外線等のレーザー光をステージ１４に向けて照射する照射ユニット１７を備える。また、構造物形成装置１００は、ステージ１４に対面して配置された規制体１２と、レーザー光により硬化する光硬化性樹脂等の材料を、ステージ１４と規制体１２との間に供給する供給ノズル１６とを備える。

【 0 0 5 2 】

Ｙ軸移動機構１３は、Ｙ軸移動モータ１３１（図７参照）と、ベース１１に立設された支持柱１３４と、支持柱１３４にＹ軸方向（第２の方向）に沿って敷設されたガイドレール１３２と、ガイドレール１３２に接続され、Ｙ軸移動モータ１３１によりガイドレール１３２に沿って移動可能な移動ベース１３３とを有する。

【 0 0 5 3 】

Ｚ軸移動機構１５は、Ｚ軸移動モータ１５１（図７参照）を有し、ステージ１４をＺ軸方向に移動させることが可能に構成されている。ステージ１４は、図６に示すように例えば円形状に形成されているが、四角でも、その他の形状でも構わない。Ｙ軸移動機構１３及びＺ軸移動機構１５によって、ステージ１４はＹ及びＺ軸方向に沿って移動可能とされる。Ｚ軸移動機構１５により、ステージ１４の表面１４ａと、規制体１２の表面１２ａのうち最もステージ１４に近い領域（後述する直線状の領域Ａ１）との距離が制御される。Ｙ軸移動機構１３及びＺ軸移動機構１５は、移動機構として機能する。

【 0 0 5 4 】

規制体１２は、供給ノズル１６からステージ１４の表面１４ａに供給された材料のＺ軸方向に沿う厚さを規制する。図８は、規制体１２を拡大して示す図である。規制体１２は、シリンダリカル形状の一部の形状を有する（シリンダリカルレンズ形状）。すなわち、ステージ１４側に対面する、規制体１２の表面１２ａは曲面であり、その曲面がシリンダリカル面として形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

図 6 に示すように、規制体 1 2 は一方向（X 軸方向）に沿って長く形成されている。規制体 1 2 は、取り付け具 2 1 によって支持柱 1 9 に取り付けられている。取り付け具 2 1 には、X 軸方向（第 1 の方向）に沿ってスリット 2 1 a が形成されており、このスリット 2 1 a を介して照射ユニット 1 7 からのレーザ光が規制体 1 2 に入射される。

【 0 0 5 6 】

規制体 1 2 は、ガラス、アクリル、その他の透明材料により形成されている。規制体 1 2 は、エネルギー線を所定の透過率で透過させる材料であれば何でもよい。規制体 1 2 の表面 1 2 a には、材料の接触角を高める、すなわち疎水性の膜（例えばフッ素等）がコーティングされていてもよい。

10

【 0 0 5 7 】

図 8 に示すように、ステージ 1 4 は、ステージ 1 4 側と規制体 1 2 の表面 1 2 a との間に、スリット領域 S を形成するように、Z 軸移動機構 1 5 により配置可能となっている。ステージ 1 4 の表面 1 4 a と、規制体 1 2 の表面 1 2 a のうち最もステージ 1 4 に近い部分である、X 軸方向に沿った直線状の領域 A 1 とが対面することにより、スリット領域 S が形成される。この直線状の領域 A 1 は、規制体 1 2 の表面 1 2 a の一部である。

【 0 0 5 8 】

この直線状の領域 A 1 の、Y 軸方向の幅は 0.1 ~ 1mm である。また、後述する照射ユニット 1 7 から照射されるレーザ光のスポット径は、1 ~ 100 μm である。しかし、直線状の領域 A 1 の幅及びスポット径は、規制体 1 2 の大きさ、造形物（構造物）の大きさ、造形精度などによって適宜変更可能であり、それらの範囲以外の値も取り得る。

20

【 0 0 5 9 】

供給ノズル 1 6 は、X 軸に沿って長い形状を有している。供給ノズル 1 6 は、規制体 1 2 より上部に配置され、例えば図示しない部材により支持部材を介して支持柱 1 9 に取り付けられている。供給ノズル 1 6 として、その長手方向に沿って、光硬化性材料 R（図 8 参照）を吐出するための図示を省略した複数の穴を有するタイプのノズルが用いられる。あるいは、供給ノズル 1 6 として、その長手方向に沿って設けられたスリットを有するスリットコートタイプのノズルが用いられてもよい。

【 0 0 6 0 】

なお、供給ノズル 1 6 には、例えばこの供給ノズル 1 6 に光硬化性材料 R を導入するための図示しないポンプ、配管、開閉バルブ等が接続されている。

30

【 0 0 6 1 】

図 5 に示すように、照射ユニット 1 7 は、レーザ光源 1 7 1 と、レーザ光源 1 7 1 から出射されたレーザ光のビームスポットを絞る対物レンズ 1 7 2 とを備える。これらレーザ光源 1 7 1 及び対物レンズ 1 7 2 は、図示しないホルダにより一体的に保持されている。対物レンズ 1 7 2 は、規制体 1 2 を介してスリット領域 S、または、スリット領域 S を含むその近傍の領域にある光硬化性材料に焦点を合わせる。すなわち、対物レンズ 1 7 2 はレーザ光の焦点が少なくともスリット領域 S にある光硬化性材料 R に合致するような光軸上の位置に配置される。

【 0 0 6 2 】

照射ユニット 1 7 により発生するレーザ光が紫外線である場合、光硬化性材料 R として、紫外線硬化樹脂が用いられる。

40

【 0 0 6 3 】

また、上記移動機構は、照射ユニット 1 7 を一体的に X 軸方向に沿って移動させる、X 軸移動モータ 1 8 1（図 7 参照）を搭載した X 軸移動機構（スキャン機構）1 8 を有する。X 軸移動機構 1 8 により、照射ユニット 1 7 は、レーザ光源 1 8 から出射されたレーザ光を X 軸方向に沿ってスキャンすることができる。

【 0 0 6 4 】

なお、X 軸移動機構として、ポリゴンスキャナあるいはガルバノスキャナを用いてもよい。

50

【 0 0 6 5 】

上記取り付け具 2 1 のスリット 2 1 a は X 軸方向に沿って長く形成されている。したがって、X 軸移動機構 1 8 は、レーザ光をスキャンしている時、そのスリット 2 1 a を介して規制体 1 2 にレーザ光を入射させることができる。

【 0 0 6 6 】

Z 軸移動機構 1 5、Y 軸移動機構 1 3 及び X 軸移動機構 1 8 は、例えばボールネジ駆動機構、ラックアンドピニオン駆動機構、またはベルト駆動機構などにより実現することができる。

【 0 0 6 7 】

ベース 1 1 上であって、ステージ 1 4 の下方には廃液タンク 5 が設けられている。廃液タンク 5 には、供給ノズル 1 6 から吐出され、ステージ 1 4 を伝って流れ落ちる余剰の光硬化性材料等が溜められるようになっている。

【 0 0 6 8 】

なお、支持柱 1 3 4 及び支持柱 1 9 はそれぞれ 2 つずつ設けられたが（図 6 参照）、これらは、ベース 1 1 の X 軸方向においてほぼ中央位置に 1 つずつ設けられていてもよい。

【 0 0 6 9 】

図 7 に示すように、構造物形成装置 1 0 0 は、Z 軸移動モータ 1 5 1 の駆動を制御する Z 軸移動モータコントローラ 2 8、Y 軸移動モータ 1 3 1 の駆動を制御する Y 軸移動モータコントローラ 2 7、X 軸移動モータ 1 8 1 の駆動を制御する X 軸移動モータコントローラ 2 5 を備える。また、構造物形成装置 1 0 0 は、レーザ光源 1 7 1 から出射されるレーザ光のパワーを制御するレーザパワーコントローラ 2 6 を備える。これらの各コントローラ 2 5 ~ 2 8 の動作は、ホストコンピュータ 5 0 により統括的に制御される。図示されていないが、構造物形成装置 1 0 0 は、供給ノズル 1 6 に接続されたポンプや開閉バルブを駆動するためのコントローラも備えている。

【 0 0 7 0 】

上記ホストコンピュータ 5 0 は、C P U (Central Processing Unit)、R A M (Random Access Memory)、R O M (Read Only Memory) 等を備えている。C P U の代わりに、F P G A (Field Programmable Gate Array) または A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等の P L D (Programmable Logic Device) が用いられてもよい。各コントローラ 2 5 ~ 2 8 は、これらのようなハードウェアを備えるか、またはソフトウェアによりそれぞれ構成される。

【 0 0 7 1 】

典型的には、ホストコンピュータ 5 0 及び各コントローラ 2 5 ~ 2 8 は互いに有線により接続されるが、これらコントローラのうち少なくとも 1 つは無線により構造物形成装置 1 0 0 内の制御システムに接続されてもよい。

【 0 0 7 2 】

（構造物形成装置の動作）

次に、以上のように構成された構造物形成装置 1 0 0 の動作を説明する。図 9 A ~ C は、その動作を順に示す図である。図 1 0 A ~ D は、その動作時における規制体 1 2 及びステージ 1 4 の間の領域を拡大して示す図である。

【 0 0 7 3 】

図 9 (A) は、構造物形成装置 1 0 0 の静止状態を示し、移動ベース 1 3 3 が初期位置にある状態を示している。実際に造形を実行する前に、光硬化性材料 R である硬化層の 1 層分の厚さがホストコンピュータ 5 0 を介して設定される。そして、例えば Z 軸移動モータコントローラ 2 8 の制御に応じた Z 軸移動機構 1 5 の駆動により、ステージ 1 4 が、規制体 1 2 の最もステージ 1 4 に近い部分である直線状の領域 A 1 に接触した時（図 9 A 参照）のステージ 1 4 の高さ位置が、Z 軸方向での原点として設定される。

【 0 0 7 4 】

なお、この原点の設定時における、ステージ 1 4 の Y 軸方向での位置は、適宜設定可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

原点が設定されると、予め設定された、光硬化性材料 R の 1 層の厚さ分、ステージ 1 4 が規制体 1 2 から離れる。

【 0 0 7 6 】

ステージ 1 4 が規制体 1 2 から離れた後、ステージ 1 4 は Y 軸移動機構 1 3 により図 9 B に示すような所定の位置である造形開始位置に移動する。この造形開始位置とは、ステージ 1 4 と規制体 1 2 の直線状の領域 A 1 との間のスリット領域 S が形成することができるようなステージ 1 4 の Y 軸に沿った方向での位置である。この造形開始位置は、スリット領域 S が形成できるようなステージ 1 4 の位置であれば、形成される構造物の Y 軸方向での大きさにより適宜設定が変更され得る。

10

【 0 0 7 7 】

ステージ 1 4 が造形開始位置に位置すると、供給ノズル 1 6 から光硬化性材料 R が吐出され、規制体 1 2 とステージ 1 4 との間に、自重により流れ落ちる。これにより、少なくともスリット領域 S に光硬化性材料 R が満たされる。光硬化性材料 R は表面張力によって、規制体 1 2 とステージ 1 4 との間に保持される。すなわち、規制体 1 2 は、直線状の領域 A 1 によって、X 軸方向に沿う 1 次元的な領域で光硬化性材料 R の液面を規制する。この時のスリット領域 S 及びその周辺の状態を図 8 に拡大して示す。このような状態から、レーザ光の光硬化性材料 R への照射、つまり露光が開始される。

【 0 0 7 8 】

照射ユニット 1 7 がレーザ光を照射する。レーザ光源 1 7 1 から発生したレーザ光が対物レンズ 1 7 2 及び規制体 1 2 を通り、スリット領域 S の光硬化性材料 R に入射する。照射ユニット 1 7 は、X 軸移動モータコントローラ 2 5 の制御により X 軸に沿った方向で移動しながら、造形対象物の 1 層分の中の X 軸方向の 1 列分のデータに基づき、レーザパワーコントローラ 2 6 の制御に応じて、光硬化性材料 R に対して選択的に露光していく（図 1 0 A 参照）。

20

【 0 0 7 9 】

具体的には、レーザパワーコントローラ 2 6 は、構造物の上記 1 列分のデータに応じてレーザパワーの変調信号を生成し、これをレーザ光源 1 7 1 に送ることで、1 層分中の X 軸方向の 1 列分の光硬化性材料 R が選択的に露光され、硬化される。少なくともスリット領域 S にある光硬化性材料 R が露光される。レーザ光の照射による露光中は、ステージ 1 4 は停止している。

30

【 0 0 8 0 】

構造物の 1 層分の厚さは、1 ~ 100 μm であるが、この範囲に限られず適宜設定可能である。

【 0 0 8 1 】

以上のようにして、図 1 0 A に示すように、1 列分の硬化層 R 0 が形成される。

【 0 0 8 2 】

光硬化性材料 R の X 軸方向に沿った 1 列分の露光が終了すると、レーザ光の照射動作が停止し、Y 軸移動機構 1 3 による移動ベース 1 3 3 の移動によって、ステージ 1 4 が Y 軸に沿った方向で後方側（図 9（B）における上側）へ所定のピッチ移動する。この時、図 1 0 B 及び C に示すように、ステージ 1 4 とともに硬化物 R 0 が移動することにより、規制体 1 2 及びその硬化物 R 0 の間にせん断力が発生し、規制体 1 2 と硬化物 R 0 とが剥離される。上記のように規制体 1 2 の表面に疎水性の膜が形成されていることにより、この剥離はさらに容易に行われる。

40

【 0 0 8 3 】

そして、1 層目内における次の 1 列分（最初の 1 列に隣接する 1 列）の選択的な露光が上記と同様に行われる（図 1 0 D 参照）。これにより、その列の硬化物 R 1 が形成される。

【 0 0 8 4 】

構造物形成装置 1 0 0 は、以上のようなレーザ光の X 軸方向に沿ったスキャン照射、及

50

び、ステージ 1 4 の Y 軸方向に沿ったステップ送りを繰り返すことにより、図 9 C に示すように、1 層分の光硬化性材料 R の選択的な硬化層、つまり 1 層分の硬化層 R' を形成する。このように、いわゆるラスタースキャンの要領で 1 層分の露光処理が行われる。

【 0 0 8 5 】

ステージ 1 4 のこのような Y 軸に沿った方向における間欠的な移動のピッチは、レーザービームのスポット径にもより、つまり、構造物を形成するときの分解能にもよるが、この移動のピッチは適宜設定可能である。

【 0 0 8 6 】

1 層分の光硬化性材料 R への露光が終了すると、ステージ 1 4 が、Z 軸方向へ規制体 1 2 からさらに離れるように移動する。そして、これまで説明した動作を繰り返すことにより、硬化層 R' が積層されていき、任意の形状の構造物が形成されていく。

10

【 0 0 8 7 】

以上のように、規制体 1 2 の直線状の領域 A 1 がステージ 1 4 に最も近くなるように規制体 1 2 の表面 1 2 a がシリンドリカル面に形成されているので、ステージ 1 4 が Y 軸方向に沿って移動することで、規制体 1 2 の直線状の領域 A 1 は Z 軸方向に沿ってステージ 1 4 から相対的に離れていくように移動する。これにより、上述のようにせん断力が発生し、規制体 1 2 から材料の硬化物（図 1 0 B、D に示した R 0 や R 1 など）をきれいに剥がすことができる。

【 0 0 8 8 】

従来の規制液面法では、フィルムやガラス面の歪みにより構造物の平面度が悪化していたことも問題の 1 つであった。これに対し本実施形態では、規制体 1 2 の表面の形状はシリンドリカル面であり、直線状の領域 A 1 で光硬化性材料の液面が規制される。したがって、光硬化性材料 R が硬化するときの収縮力が規制体 1 2 に加えられても、規制体 1 2 に変形や歪みが発生しにくく、また、露光前における光硬化性材料 R の粘性による規制体 1 2 の変形も防止できる。これにより、硬化層の平面度を高め、また、その厚さを高精度に制御することができる。その結果、図 1 ~ 4 に示すような構造物を、小さいサイズで形成することができる。

20

【 0 0 8 9 】

構造物形成装置 1 0 0 は、例えば図 1 において構造物を平面で見て、第 2 の開口領域の開口面の直径（この例では、第 2 の開口領域内の頂点からそれに対向する頂点までの距離）を、5 ~ 10 μm といった小さいサイズの構造物を形成することができる。もちろん、従来の構造物形成装置によっても、それより大きいサイズの構造物も形成可能である。

30

【 0 0 9 0 】

従来の規制液面法では、フィルムやガラス面から構造物を引き剥がす工程に時間を要していた。しかし、本実施形態では、露光処理時においてステージ 1 4 の Y 軸に沿った方向でのステップ送りごとに規制体 1 2 から構造物が引き剥がされていく。つまり 1 層分の露光処理と引き剥がし処理の時間帯が重複しているので、構造物の形成にかかる時間を短縮することができる。

【 0 0 9 1 】

本実施形態では、直線状の領域 A 1 で光硬化性材料の液面が規制されるので、粘度の高い樹脂材料を用いても、正確な層厚で構造物を形成することができ、用いる材料の選択の幅が広がる。

40

【 0 0 9 2 】

本実施形態では、規制体 1 2 の直線状の領域 A 1 において、規制体 1 2 の、ステージ 1 4 側からの引き剥がしが、微小量ずつ断続的に（Y 軸方向に沿ったステップ送りごとに）起こる。したがって、引き剥がし力が弱く、硬化物に損傷が加えられることを防止できる。つまり、硬化物が規制体 1 2 から剥がれやすい。また、そのように引き剥がし力が弱いので、硬化物がステージ 1 4 から剥がれてしまうようなことも起こらない。

【 0 0 9 3 】

以上のように、本実施形態に係る構造物形成装置 1 0 0 によれば、図 1 ~ 4 に示した構

50

造物を、実用的な速度及びコストで、高精度に形成することができる。

【0094】

[その他の実施形態]

【0095】

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が実現される。

【0096】

上記各実施形態に係る構造物10、110、20、120では、第1の開口領域及び第2の開口領域（及び第3の開口領域）の開口方向が一致していた。しかし、これらの開口方向が異なってもよい。例えば、図1Aに示した第1の開口領域31の開口方向は紙面に垂直である場合に、第2の開口領域の開口方向は、紙面に平行、つまり構造物10の厚さ方向に直交する方向であってもよい。図3に示した第2の開口領域、図2、4に示した第3の開口領域も、同様に、構造物の厚さ方向に直交する方向であってもよい。

10

【0097】

上記各実施形態に係る構造物10、110、20、120は、自己相似形であった。しかし、それは自己相似形に限られない。それは、第1の開口領域を形成する壁部に規則的に整列した、その第1の開口領域の開口面積より小さい開口面積の第2開口領域が設けられた構造物であれば、どのような形状の構造物であってもよい。

【0098】

例えば第1及び第2の開口領域の形状が円、楕円、あるいは3角以上の矩形であってもよい。この場合、第1及び第2の開口領域の形状が異なってもよい。構造物が、自己相似形の場合、第3、第4、・・・と続く開口領域の形状についても、これと同様のことが言える。

20

【0099】

上記各実施形態に係る構造物では、また、複数の第1の開口領域（実質的に同じ開口面積を有する開口領域同士）の形状が同じであったが、これらのうち少なくとも1つが他と異なる形状に形成されていてもよい。

【0100】

上記各実施形態に係る構造物は、ハニカム構造を有していたが、ハニカム構造に限られない。

【0101】

上記実施形態に係る構造物形成装置の規制体は、シリンドリカル形状の一部であったが、シリンドリカル形状の全部の形状を有していてもよい。その場合、その規制体はエネルギー線に対して透明な材料のソリッドタイプでもよいし、あるいは、中空タイプでもよい。

30

【0102】

その規制体の表面の形状は、シリンドリカル面でなくもよく、楕円面、双曲面等の曲面であってもよい。あるいはその表面は、曲面でなくとも、Y軸方向で狭い幅（レーザースポット径の2~5倍程度）を持つ平面であってもよい。

【0103】

上記実施形態では、造形時にZ軸方向において、規制体12が静止し、ステージ14が移動した。このような方式に限られず、Z軸方向において、規制体が移動し、ステージ14が静止していてもよいし、あるいは、それら両方が移動してもよい。

40

【0104】

上記実施形態では、構造物の1層分の硬化層を形成するために、ステージ14が鉛直方向に移動した。しかし、構造物の1層分の硬化層を形成するために、規制体及びステージが水平方向に相対的に移動してもよいし、鉛直方向の成分を含み、鉛直方向とは異なる方向、すなわち斜め方向に相対的に移動してもよい。

【0105】

上記実施形態では、構造物の1層分の硬化層を形成するために、規制体12及びステージ14が相対的に移動する方向として、規制体12の直線状の領域A1が延びる方向（第

50

1 の方向) に直交する方向であった。しかし、第 2 の方向は、第 1 の方向とは異なっていればよく、第 1 の方向に対して斜め方向でもよい。

【 0 1 0 6 】

上記実施形態では、X 軸方向において、規制体 1 2 及びステージ 1 4 は静止し、照射ユニット 1 7 が X 軸方向に沿って移動したが、照射ユニットが静止し、規制体及びステージが一体的に X 軸移動してもよい。

【 0 1 0 7 】

上記実施形態に係る構造物形成装置は、2 層以上硬化層を積層して構造物を形成した。しかし、構造物形成装置は、少なくとも 1 層分の硬化層を形成することにより、図 1 ~ 4 に示したような薄型の構造物を形成してもよい。

10

【 0 1 0 8 】

上記の実施形態では、構造物を形成する装置として、構造物形成装置を例に挙げた。しかし、例えば図 1 ~ 4 に示した構造物の開口領域の直径が mm オーダーである場合、射出成形によっても、それらの構造物を形成することができる。開口領域が μm オーダーである場合、その構造物は小さすぎるので、射出成形では困難になる。

【 0 1 0 9 】

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。

【 0 1 1 0 】

本技術は以下のような構成もとることができる。

20

(1) 壁部と、

第 1 の開口面積を有し、前記壁部に囲まれることで形成された第 1 の開口領域と、規則的に整列するように前記壁部に設けられ、第 1 の開口面積より小さい第 2 の開口面積をそれぞれ有する複数の第 2 の開口領域とを具備する構造物。

(2) (1) に記載の構造物であって、

前記第 2 の開口領域を形成し、前記複数の第 2 の開口領域のうち 1 つの第 2 の開口領域の周囲に規則的に整列するように前記壁部に設けられ、前記第 2 の開口面積より小さい第 3 の開口面積をそれぞれ有する複数の第 3 の開口領域をさらに具備する構造物。

(3) (1) に記載の構造物であって、

前記第 1 の開口領域及び前記複数の第 2 の開口領域の開口の方向がそれぞれ一致している構造物。

30

(4) (2) に記載の構造物であって、

前記第 1 の開口領域、前記複数の第 2 の開口領域、及び前記複数の第 3 の開口領域の開口の方向がそれぞれ一致している構造物。

(5) (1) から (4) のうちいずれか 1 つに記載の構造物であって、

前記構造物の形状は、自己相似形である

構造物。

40

(6) (1) から (5) のうちいずれか 1 つに記載の構造物であって、

少なくとも前記第 1 の開口領域の配列及び形状は、ハニカム構造の配列及び形状である構造物。

(7) エネルギー線のエネルギーで硬化する材料を供給領域に供給し、

前記供給領域に供給された前記材料の全領域のうち、選択された領域に前記エネルギー線を照射し、

前記エネルギー線の照射により、壁部と、第 1 の開口面積を有し、前記壁部に囲まれることで形成された第 1 の開口領域と、規則的に整列するように前記壁部に設けられ、第 1 の開口面積より小さい第 2 の開口面積をそれぞれ有する複数の第 2 の開口領域とを備えた構造物を形成する

50

構造物の製造方法。

(8) (7) に記載の構造物の製造方法であって、
ステージと、

第 1 の方向に沿う直線状の領域を含む表面を有し、前記表面のうち前記直線状の領域が
前記ステージに最も近くなるように、前記ステージに対面して配置された規制体とを備え
た構造物形成装置を用いて、

前記材料の供給工程において、前記ステージが配置される側の領域と前記直線状の領域
との間の領域であるスリット領域に、前記材料を供給し、

前記構造物の製造方法は、さらに、少なくとも 1 層分の前記材料の硬化層を形成するた
めに、前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に沿って、前記規制体及び前記ステージを相
対的に移動させる

10

構造物の製造方法。

【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

1 0、1 1 0、2 0、1 2 0 ... 構造物

1 2 ... 規制体

1 2 a ... 表面

1 3 ... Y 軸移動機構

1 4 ... ステージ

1 5 ... Z 軸移動機構

20

1 6 ... 供給ノズル

1 7 ... 照射ユニット

1 8 ... X 軸移動機構

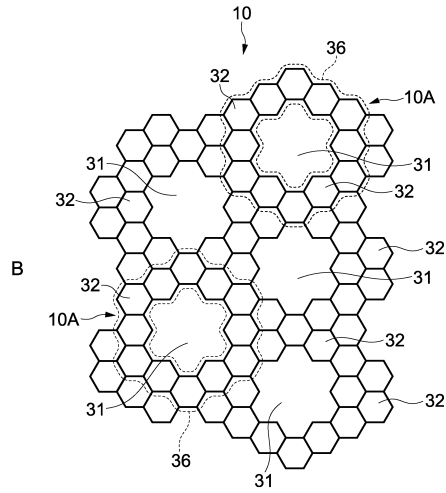
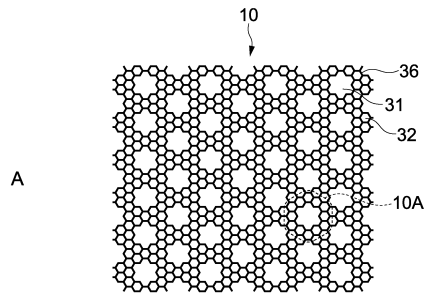
3 6、4 3、1 2 6、1 3 6 ... 壁部

3 1、1 3 7、4 1、1 4 1 ... 第 1 の開口領域

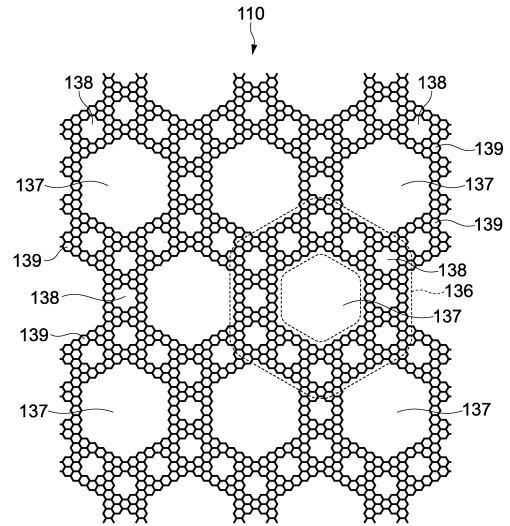
3 2、1 3 8、4 2、1 4 2 ... 第 2 の開口領域

1 3 9、1 4 3 ... 第 3 の開口領域

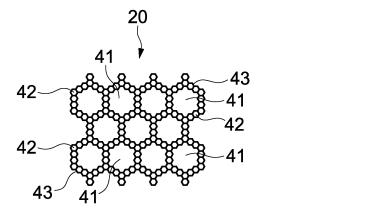
【図 1】



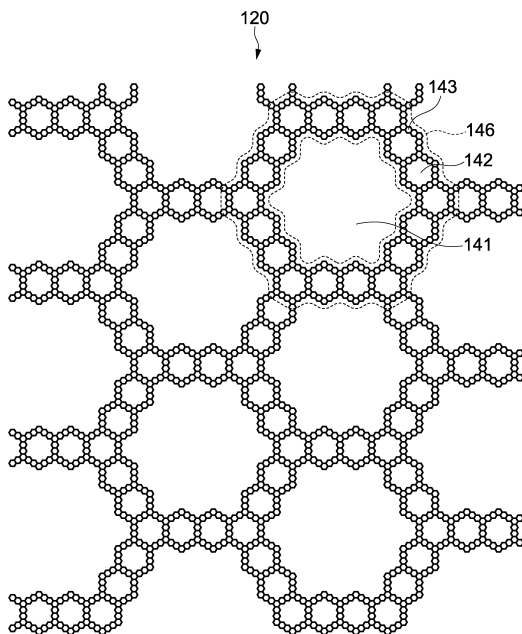
【図 2】



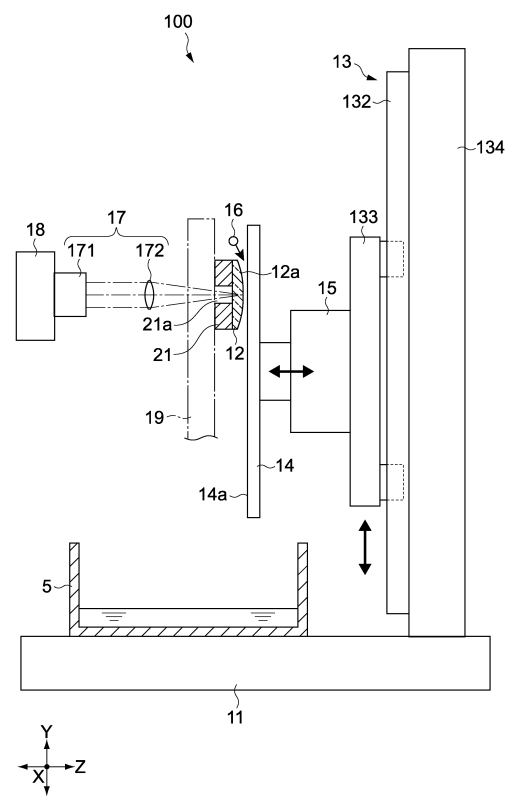
【図 3】



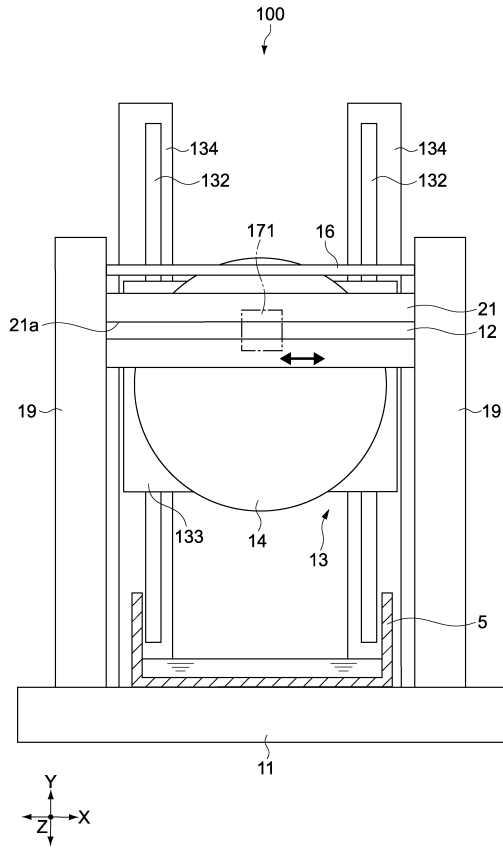
【図 4】



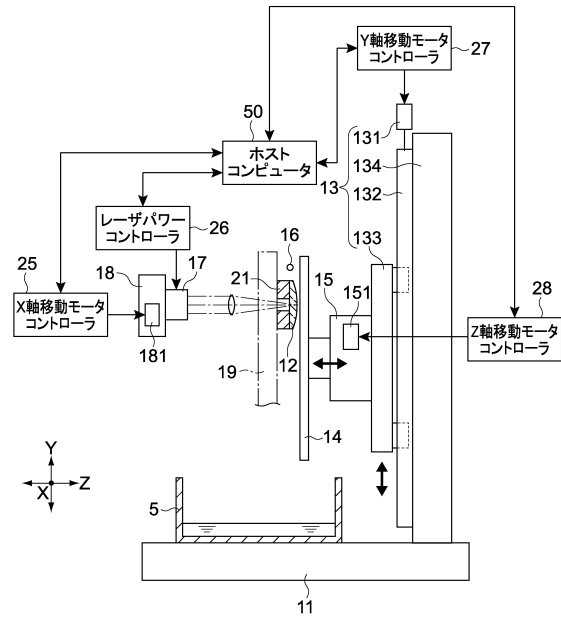
【図 5】



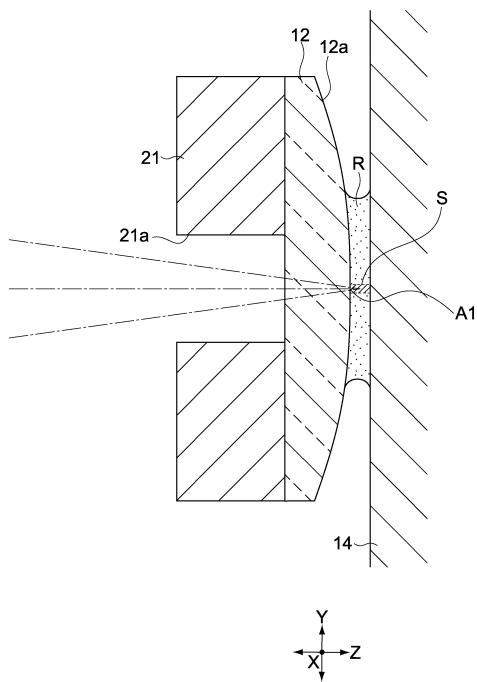
【図 6】



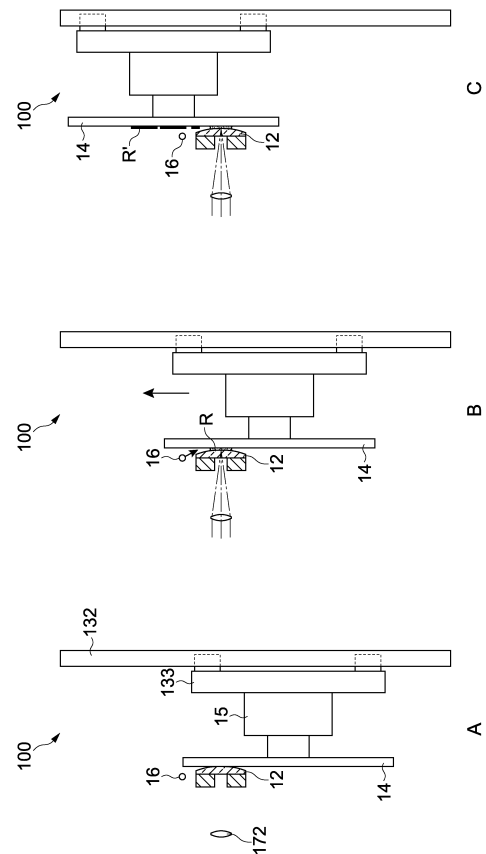
【図 7】



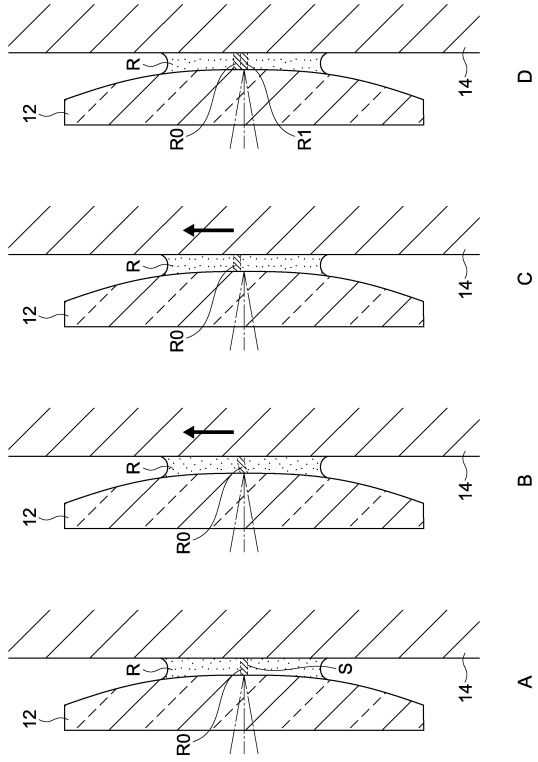
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 安河内 裕之
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 鏡 宣宏

(56)参考文献 特表平6-509530(JP,A)
特開2002-347125(JP,A)
国際公開第2005/027611(WO,A1)
特開2002-349246(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
B29C 67/00-67/08
B01D 39/00-39/20