

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7362756号
(P7362756)

(45)発行日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(24)登録日 令和5年10月6日(2023.10.6)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 9 C	64/124 (2017.01)	B 2 9 C	64/124
B 2 9 C	64/236 (2017.01)	B 2 9 C	64/236
B 2 9 C	64/264 (2017.01)	B 2 9 C	64/264
B 2 9 C	64/393 (2017.01)	B 2 9 C	64/393
B 3 3 Y	10/00 (2015.01)	B 3 3 Y	10/00
請求項の数 12 (全11頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-549914(P2021-549914)	(73)特許権者	521375977
(86)(22)出願日	令和2年2月26日(2020.2.26)		アップナノ ゲーエムベーハー
(65)公表番号	特表2022-521626(P2022-521626 A)		オーストリア共和国 1 0 3 0 ウィーン
(43)公表日	令和4年4月11日(2022.4.11)		、モーデセンターシュトラッセ 2 2、
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/051626	(74)代理人	トップ エンエル. デー 3 6
(87)国際公開番号	WO2020/174411		110000855
(87)国際公開日	令和2年9月3日(2020.9.3)	(72)発明者	弁理士法人浅村特許事務所
審査請求日	令和4年6月21日(2022.6.21)		グルーバー、ペーター
(31)優先権主張番号	19450004.7		オーストリア共和国、ウィーン、キーン
(32)優先日	平成31年2月26日(2019.2.26)		マイヤーガッセ 2 9 / トップ 1 6
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	審査官	小山 祐樹
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 リソグラフィを用いた三次元部品の積層造形方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

リソグラフィに基づく三次元部品（3）の生成方法であって、照射装置から照射された電磁照射線は材料内の焦点（5）に連続的に集束され、それぞれの場合において、焦点（5）に位置する材料の体積要素は多光子吸収によって固化され、複数の部分構造（6）が構築され、前記照射装置の書き込み領域（4）において複数の体積要素から、前記複数の部分構造（6）のそれぞれが構築され、前記複数の部分構造（6）は前記書き込み領域を異なる位置に変位させることによって構築され、前記複数の部分構造（6）は、複数の上部構造（6）と複数の下部構造（6）とを備え、前記構築をすることは、a）前記複数の下部構造（6）が隣り合わせに配置されることと、b）前記複数の上部構造（6）が、隣り合わせに配置された前記複数の下部構造（6）間の界面（7）を橋渡しするように、前記複数の下部構造（6）上に配置されることを含み、
前記書き込み領域（4）が、前記照射装置を前記三次元部品（3）に対して相対的に移動させることなく、または、前記三次元部品（3）を前記照射装置に対して相対的に移動させることなく、前記照射装置から照射された前記電磁照射線が前記材料内で前記焦点（5）を合わせることができる幅に対応する延長部を有する領域である、方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、構成部品が、互いに隣接して配置された複数の下部構造（6）からそれぞれ形成された複数の重ね合わせた層（10）からなり、構成部品（3）が層状に構築されており、上層の層（10）の上部構造が、直下に配置された層（10

）の隣接する下側となる下部構造（６）の間の界面（７）を橋渡しすることを特徴とする方法。

【請求項３】

請求項２に記載の方法であって、他の層の上にある層（１０）の間の界面（１１）が全体的に平坦であることを特徴とする方法。

【請求項４】

請求項１または２に記載の方法で、１つ上にある上部構造（６）と下部構造（６）の間の界面（１１）が段差になっていることを特徴とする方法。

【請求項５】

前記複数の部分構造のうちのひとつの下部構造（６）が構築された後に、前記複数の部分構造のうちのひとつの次の隣接する下部構造（６）を構築するために、照射装置の照射方向（２）に対して横方向の材料に対する照射装置の相対的な位置を変更することによって、照射装置の書き込み領域（４）を変位させることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の方法。

10

【請求項６】

界面（７）で隣接する前記複数の下部構造（６）のうちの２つの下部構造が、この界面（７）を橋渡しする上部構造（６）によって、それぞれ１０％以上重なっていることを特徴とする、請求項１～５のいずれか１項に記載の方法。

【請求項７】

下部構造（６）および／または層（１０）の厚さが、１００μm未満であることを特徴とする、請求項１～６のいずれか１項に記載の方法。

20

【請求項８】

請求項１～７のいずれか１項に記載の方法であって、材料キャリア上に存在し、材料が照射線に対して少なくとも部分的に透明な材料キャリアを介して下から照射されることを特徴とする方法。

【請求項９】

請求項８に記載の方法で、材料キャリアから離れた位置に構築プラットフォームを配置し、構築プラットフォームと材料キャリアの間に配置された材料を固めることで、構築プラットフォーム上に構成部品を構築することを特徴とする方法。

【請求項１０】

30

異なる体積の固化した体積要素から構成部品（３）が構築されるように、構成部品の構築中に焦点（５）の体積を少なくとも１回変化させることを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の方法。

【請求項１１】

請求項１０に記載の方法において、焦点体積の変化は、少なくとも１つの空間方向方向で行われることを特徴とする方法。

【請求項１２】

請求項１～１１のいずれか１項に記載の方法で、書き込み領域（４）内の焦点（５）を照射方向（２）に対して本質的に垂直な面内に調整するために、偏向ユニットを用いて電磁照射を偏向させることを特徴とする方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、リソグラフィをベースとした三次元部品の生成方法であって、照射装置から照射された電磁照射線を材料内の焦点に連続的に集束させ、それぞれの場合において、焦点に位置する材料の体積要素を多光子吸収によって固化させ、照射装置の書き込み領域において体積要素からそれぞれ下部構造を構築し、複数の下部構造を隣接して配置する方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

50

多光子吸収を利用して液体感光材料の固化を行う成形体の形成方法は、例えば、独国特許公開第10111422A1号公報から知られている。この目的のために、集束されたレーザービームが感光性材料の浴中に照射され、それによって、固化のきっかけとなる多光子吸収プロセスの照射条件は、集束のすぐ近くでのみ満たされるので、ビームの集束は、製造される成形体の幾何学的データに応じて固化される領域に浴の体積内で導かれる。独国特許公開第10111422A1号公報に記載の方法では、材料浴を上方から照射し、照射線強度を選択して、液体が焦点より上の照射線に対して本質的に透明になるようにして、浴材料の直接重合が浴体積内で場所選択的に行われるようにしている。

【0003】

多光子吸収法の照射装置は、レーザー光を集光する光学系と、レーザー光を偏向する偏向素子から構成されている。このような照射装置は、その設計上、偏向装置がレーザービームを移動させる書き込み領域が限られている。この書き込み領域は、通常、製造する部品に必要な体積よりも小さい。そのため、部品を複数の部分構造に分割し、それぞれの部分構造を書き込み領域に対応させて、次々と構築していく必要がある。ある部分構造を構築した後、次の部分構造を構築するための照射装置を材料に対して相対的に変位させ、次の部分構造を先行する部分構造に直接書き込んでいく。このいわゆる「縫い目」は、隣接する2つの下部構造の間の界面領域に不連続性をもたらし、部品の機械的な弱点を形成してしまう。

【0004】

多光子吸収法を用いる場合、既に形成された固化構造が、その後に構造化される領域の影になってしまうという問題がある。これは、固化のために材料に導入された照射線が、場合によっては、固化される体積要素に到達するために、すでに固化された構造領域を貫通しなければならないことを意味する。このようなシャドーイングは、構造化のエラーにつながる可能性がある。

【0005】

欧州特許公開第3093123A1号公報には、隣接する下部構造間の包囲境界面がビーム照射部の主方向に対して傾斜して走るという点でシャドーイングを回避する方法が記載されている。下部構造の包囲境界面は、既存の下部構造によるビーム照射部の主な方向への覆いや影が避けられるように、ビーム照射部の主な方向に対して傾斜している。そのため、下部構造の主な方向の大きさが比較的大きい深さを選択することができる。そのため、全体の構造を作るためには、比較的少数の下部構造ブロックに分割するだけでよい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】独国特許公開第10111422A1号公報

欧州特許公開第3093123A1号公報

国際特許公開第2018/006108A1号公報

【非特許文献】

【0007】

【文献】Zipfel et al, "Nonlinear magic: multiphoton microscopy in the biosciences", NATURE BIOTECHNOLOGY VOLUME 21 NUMBER 11 NOVEMBER 2003

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、シャドーイングの問題が考慮されているだけでなく、ステッチ方法によって生じる機械的な破損に対する部品の感受性が改善された、改善された方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この問題を解決するために、本発明は、冒頭で述べたタイプの方法を提供するものであり、部品の構造は、a) 複数の下部構造を互いに隣接して配置し、次に、b) 上部の下部構造が互いに隣接して配置された下部構造間の界面を橋渡しするように、下部構造を互いの上に配置する、というステップを含む。隣接する部分構造だけでなく、上に配置された部分構造にも分割されているため、部分構造の厚さをより小さく選択することができる。具体的には、影ができない程度の厚さにすることができる。

【0010】

好ましくは、構成部品が、互いに隣り合って配置された複数の下部構造からそれぞれ形成された、重ね合わされた複数の層から構成されており、上層の下部構造が、すぐ下に配置された層の隣接する下部構造間の界面を橋渡ししていることを提供することができる。下の層を形成するために、まずいくつかの下部構造を隣り合わせに構築してから、次の上の層の下部構造をすぐその上に構築することができる。その結果、影が層の高さ分だけ発生するため、影の発生が大幅に減少するか、層が対応して薄く作られている場合には完全に回避される。本発明は、欧州特許公開第3093123A1号公報とは異なるアプローチをとっており、構成部品が互いに隣り合って配置された部分構造、すなわち単一の層からのみ構築される。

【0011】

本発明による方法では、欧州特許公開第3093123A1号公報による解決策とは異なり、各下部構造について主方向に沿った比較的大きな深さは選択されないが、下部構造の深さは層の厚さに制限され、その結果、影なしの浸透深さよりも大きくなるようには選択されない。

【0012】

本発明では、隣接する2つの部分構造の間に、照射方向に対して斜めに走る界面を形成しないことが可能であり、その結果、構造化装置の制御の手間が軽減される。むしろ、界面は照射方向に平行に走るのが好ましい。

【0013】

しかし、本発明の範囲内では、欧州特許公開第3093123A1号公報による解決策のように、照射方向に対して斜めに走る界面が2つの隣接する下部構造の間に形成されることも考えられる。

【0014】

また、部品の層構造は、ある層の下部構造がすぐ下の層の隣接する下部構造間の界面を橋渡しすることで、機械的安定性を向上させることができる。これにより、各層の下部構造の間には、石積みの際のレンガのオフセットに似たオフセットが生じる。このオフセットにより、各層の隣接する下部構造間の接合部や界面に発生する弱点が補われ、特に構成部品内の界面に沿ったクラックの伝播が防止されることになる。

【0015】

本発明の文脈において、下部構造とは、照射装置の書き込み領域に対応し、照射方向に測定された厚さが、層状構造の場合には1つの層の厚さに対応する、製造されるべき本体の領域を意味すると理解される。複数の下部構造を形成するためには、下部構造が構築された後に、次の下部構造を構築するために、照射装置の照射方向に対して横方向の材料に対する照射装置の相対的な位置を変化させることにより、照射装置の書き込み領域を変位させることが好ましい。この場合、照射装置を静止している材料に対して相対的に変位させるか、材料または材料を受け入れる容器を静止している照射装置に対して相対的に変位させることができる。

【0016】

本発明の範囲内で、互いに隣接する部分構造を取り上げた場合、これは、隣接する部分構造の一方を最初に生成し、次に他方を生成するために、照射装置の書き込み領域が上述のように照射方向に対して横方向に変位することを意味する。隣接している部分構造とは、照射装置の照射方向に対して横方向に直接隣接している部分構造のことである。

10

20

30

40

50

【0017】

好ましくは、他の層の上にある層の間の界面は、全体的に平坦である。層を形成する隣接する下部構造は、同じ厚さを有しているため、均一な厚さの層が得られる。ここでの層は、照射方向に対して横方向に延びている。

【0018】

また、上部構造と下部構造の間の界面を段差をつけて設計することもできる。特に、上側の下部構造が、その下側に、2つの下側の下部構造の間のインターフェイスに段差のある表面を有していると有利である。特に、下側の下部構造が、その上側に、2つの上側の下部構造の間の界面に段差のある表面を有していると有利である。このような段差のある構成により、隣接する下部構造の厚さが段差の高さ分だけ低く見えるため、影の状態を悪化させることなく、影の影響をさらに低減したり、下部構造の厚さを段差の高さ分だけ大きくしたりすることが可能となる。

10

【0019】

これに関連して、有利な実施形態では、段差の高さが、下部構造の厚さ（高さ方向に測定）の10～50%、特に20～40%になるように選択されている。

【0020】

部品の機械的安定性を確保するためには、重ね合わせた下部構造のオフセットを、下部構造が十分に覆われるように設計することが好ましい。好ましい実施形態によれば、界面で隣り合う2つの下部構造は、この界面を橋渡しする上部構造によって、それぞれ少なくとも10%、好ましくは少なくとも30%、特に好ましくは少なくとも40%、とりわけ50%重なり合っている。

20

【0021】

既に構築された下部構造が、同じ層の隣接する下部構造の隣の領域を影で覆うことを避けるために、下部構造および／または層の厚さが100 μm 未満、好ましくは50 μm 未満、好ましくは30 μm 未満、特に10 μm 未満であることが好ましく提供される。特に、下部構造および／または層の厚さは、照射系の開口数が1.4の場合は最大でも10 μm 、照射系の開口数が0.8の場合は最大でも30 μm 、照射系の開口数が0.4の場合は最大でも50 μm である。

【0022】

個々のサブストラクチャーは、複数のレイヤーで構成されている。

30

【0023】

特に好ましい手順は、材料が例えば桶などの材料担体上に存在し、照射線に対して少なくとも部分的に透明な材料担体を介して材料が下から照射される場合である。ここで、材料キャリアから離れた場所に構築プラットフォームを配置し、構築プラットフォームと材料キャリアの間に位置する材料を固化させることで、構築プラットフォーム上に構成部品を構築することができる。また、上方から照射線を照射することも可能である。

【0024】

多光子吸収を利用した適切な材料の構造化は、非常に高い構造分解能が得られるという利点があり、最小の構造サイズである50 nm x 50 nm x 50 nmの体積要素を達成することができる。しかし、焦点の体積が小さいため、このような方法のスループットは非常に低く、例えば、1 mm³の体積に対して合計109点以上を露光する必要がある。これが多光子吸収法の工業的利用が少ない主な理由である。

40

【0025】

高い構造的解像度の可能性を失うことなく構成部品のスループットを向上させるために、本発明の好ましい展開では、構成部品の構築中に焦点の体積を少なくとも1回変化させ、構成部品が異なる体積の固化した体積要素で構成されるようにしている。

【0026】

焦点体積が可変であるため、高解像度が可能である（焦点体積が小さい場合）。同時に（焦点の体積が大きい場合）、高い書き込み速度（mm³/hで測定）を達成することができる。焦点の体積を変化させることで、高解像度と高スループットを両立させることが

50

できる。焦点体積の変化は、例えば、スループットを向上させるために構築される構成部品の内部で大きな焦点体積を使用し、高解像度で構成部品の表面を形成するために構成部品の表面で小さな焦点体積を使用するように使用することができる。焦点体積を大きくすると、露光工程で固化する材料の量が増えるため、構造化のスループットを高めることができる。高解像度と高スループットを両立させるためには、微細な構造や表面には小さな焦点体積を使用し、粗い構造や内部空間への充填には大きな焦点体積を使用することができる。

【0027】

好ましい手順では、部品製造時の最大の焦点体積と最小の焦点体積の間の体積比が少なくとも2、好ましくは少なくとも5になるように焦点体積を変化させる。

10

【0028】

多光子吸収の原理は、本発明の文脈では、感光材料の浴中で光化学プロセスを開始するために使用される。多光子吸収の方法には、例えば、2光子吸収の方法も含まれる。光化学反応の結果として、材料は少なくとも1つの他の状態に変化し、典型的には光重合が起こる。多光子吸収の原理は、多光子吸収に十分な光子密度があるビームパスの領域でのみ、前述の光化学プロセスが起こるという事実に基づいている。最も高い光子密度は、光学イメージングシステムの焦点位置で発生するため、多光子吸収は焦点位置でのみ十分な確率で発生する。焦点の外側では、光子密度が低く、焦点の外側での多光子吸収の確率が低すぎるため、光化学反応によって材料に不可逆的な変化を引き起こすことができない。電磁波は、使用されている波長ではほとんど妨げられることなく材料を通過することができ、感光材料と電磁波の間には焦点の部分でのみ相互作用が生じる。多光子吸収の原理は、例えば、Zipfel et al., "Nonlinear magic: multiphoton microscopy in the biosciences", NATURE BIOTECHNOLOGY VOLUME 21 NUMBER 11 NOVEMBER 2003に記載されている。

20

【0029】

電磁照射のソースは、好ましくは、コリメートされたレーザービームとすることができる。レーザーは、1つまたは複数の、固定または可変の波長を放射することができる。特に、ナノ秒、ピコ秒またはフェムト秒の範囲のパルス長を有する連続またはパルスレーザーである。パルス状のフェムト秒レーザーは、多光子吸収に必要な平均出力が低いという利点がある。

30

【0030】

感光性材料とは、施工条件下で流動性があり、焦点体積内で多光子吸収により第2の状態に変化する材料を意味すると理解されている（例えば、重合など）。物質の変化は、焦点体積とその直接の環境に限定されなければならない。物質の特性の変化は、例えば液体から固体への変化のように恒久的なものであってもよいが、一時的なものであってもよい。永久的な変化には、可逆的なものと不可逆的なものがある。物質の特性の変化は、必ずしも一方の状態から他方の状態へ完全に移行する必要はなく、両方の状態が混在した形になることもある。

【0031】

電磁波の性能と露光時間は、製造される部品の品質に影響を与える。照射線の出力や照射時間を調整することで、焦点の体積を狭い範囲で変化させることができる。照射線の出力が高すぎると、追加のプロセスが発生して部品が損傷することがある。照射線出力が低すぎると、材料の特性に永久的な変化が起こらない。したがって、すべての感光性材料には、良好な部品特性に関連する典型的な建設プロセスパラメータがある。

40

【0032】

しかし、上述の焦点体積の変化は、使用する電磁照射線の強度の変化に基づくものではない。むしろ、構築プロセスのために選択された（最適な）照射線強度が使用され、それは部品の構築中には変更されないままである。したがって、この方法は、焦点体積の変化が照射線強度を変えずに行われ、使用される電磁照射線の平均電力がそれに応じて選択さ

50

れるような方法で行われることが好ましい。

【0033】

したがって、典型的な建設プロセスパラメータを用いた準備ステップの後の露出点の体積は、焦点点体積として理解される。上述の焦点体積の変化は、焦点の空間強度分布の変化を意味すると理解される。焦点の空間強度分布は、1つまたは複数の方向に変更することができる。例えば、光学イメージングシステムの有効な数値開口を小さくすることで、3つの空間方向すべてにおいて強度分布を大きくすることができる。回折光学素子を用いる場合は、焦点を線や面に変えたり、焦点の数を増やしたりすることができる。

【0034】

焦点の体積を変更するための多数の機器オプションが国際特許公開第2018/006108A1号公報に記載されている。

【0035】

好ましくは、焦点体積の変化は、互いに直交する少なくとも1つ、好ましくは2つ、特に3つの空間方向で行われる。

【0036】

特に、照射方向に対して本質的に垂直な面内で書き込み領域内の焦点を調整するために、偏向ユニットを用いて電磁照射を偏向させてもよい。

【0037】

本発明は、図面に模式的に示された例示的な実施形態を参照して、以下により詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】図1は、三次元構成部品を構築するための従来の方法を模式的に示す。

【図2】図2は、本発明による方法を示す。

【図3】図3は、図2による方法の修正された実施形態を示す。

【図4】図4は、図2による方法の更なる修正された実施形態を示す。

【図5】図5は、図2による方法の更なる修正された実施形態を示す。

【図6】図6は、図2による方法の更なる修正された実施形態を示す。

【図7】図7は、更なる修正された実施形態を示す。

【図8】図8は、更なる修正された実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0039】

図1では、照射装置の光学ユニット1が断面で模式的に示されており、この光学ユニット1は照射方向2を有している。照射方向2は、基本的な設定において、照射装置から形成される構成部品3に電磁照射線が照射される方向を示している。照射装置は、照射された照射線が、照射線によって固化されるべき材料内の焦点5に焦点を合わせることができる幅に対応する延長部4を有する書き込み領域を有する。書き込み領域内の異なる焦点に次々と焦点を合わせることができるよう、照射装置は、詳細を図示しないユニット、例えば、偏向ユニットを備えている。前記ユニットが照射方向を変更するように設計されている場合、「照射方向」という用語は、基本位置にある照射装置の主な照射方向として理解されるべきである。

【0040】

書き込み領域の延長部4は、構成部品全体を製造するのに十分ではないので、構成部品は、互いに隣り合って配置された複数の下部構造6から構築される。ここでの手順は、下部構造6が高さ方向の複数の層9から構築されるようにすることができる。まず、照射装置の書き込み領域内に位置する第1の下部構造6が形成される。その後、照射装置を構成部品3に対して相対的に移動させるか、構成部品3を照射装置に対して相対的に移動させることにより、書き込み領域を横方向に変位させ、第1の下部構造6の隣に第2の下部構造6を構築する。これを、すべての下部構造から完成した構成部品3ができあがるまで繰り返す。このようにして作られた部品は、隣り合って配置された部分構造6の間の界面7

10

20

30

40

50

に機械的な弱点がある。

【0041】

さらに、照射方向に測定された下部構造6のある高さを超えると、シャドーイングが発生する。これは、線8を用いて模式的に示されているように、既に構築された下部構造6が、光学ユニット1から来て左側に隣接する下部構造内の焦点に向けられたビームに影を落とす可能性があることを意味している。そのため、線8で囲まれた領域では、回避しなければならない構造上のエラーが発生する。

【0042】

図2では、本発明による方法によって、複数の下部構造6から構成部品3が再び構築され、下部構造6は、互いに隣接して配置されているだけでなく、互いに上に配置されていることがわかる。図2による実施形態では、下部構造6は、この目的のために、他の上に配置された層10に配置されているので、他の上に配置された層10の間の界面11は連続的に平坦である。構成部品3は、横方向だけでなく、高さ方向にも複数の下部構造6から構成されているため、個々の下部構造6は、影ができないように高さを抑えて設計することができる。これにより、個々の層10の下部構造6を互いに横方向にオフセットして、上側の下部構造6が、隣り合って直下に配置された下部構造6間の界面7を橋渡しする可能性も出てくる。図2による実施形態では、横方向のオフセットは、個々の下部構造6の幅の半分であり、界面7で互いに隣接する2つの下部構造6が、この界面7を橋渡しする上部下部構造6によってそれぞれ50%重なるようになっている。

【0043】

図3の改良版では、オフセットはわずか10%である。

【0044】

隣接して配置された部分構造6の間の界面7は、照射方向2に平行に走っているが、図4は、様々な代替の可能性、すなわち、湾曲した界面7や段差のある界面7、および照射方向2に対して斜めに走る界面7を示している。このようにして、シャドーイングを防止することもできる。

【0045】

図5では、さらに変更された実施形態が示されており、この実施形態では、上に1つつ横たわる下部構造6が層状に配置されておらず、むしろ段差のある配置に従って配置されている。下部構造6はそれぞれ、その下側と上側に表面を持ち、その下または上に横たわる下部構造の間に界面7が設けられている点で段差がある。このような段差のある構成により、シャドーイングに関連する下部構造6の高さaの突出部分bは、図2による実施形態よりも低くなるため、シャドーイングをさらに効果的に回避することができ、あるいはシャドーイングのリスクを高めることなく下部構造の高さを高くすることができる。

【0046】

図6には、下部構造6の代替的な配置が示されており、重ね合わされた下部構造6の間の界面11や、層10の間の界面11は、照射方向2に対して直角には伸びておらず、照射方向2に対して最大45°の角度で斜めに伸びている。好ましくは最大30°である。

【0047】

図7は、本発明による下部構造6の配置のさらなる可能性を示している。ここでは、下部構造6は六角形の断面を有しているので、互いに隣り合って上に配置された下部構造のハニカム配列になる。

【0048】

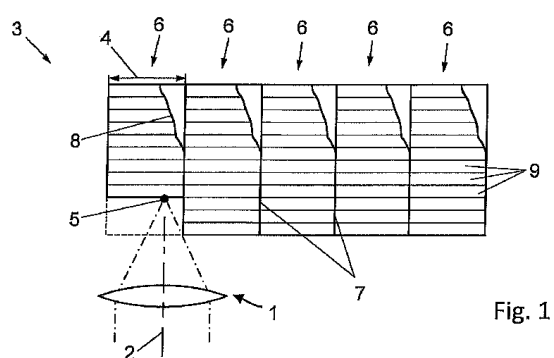
図8による実施形態では、下部構造6は十字架の形をしている。

【0049】

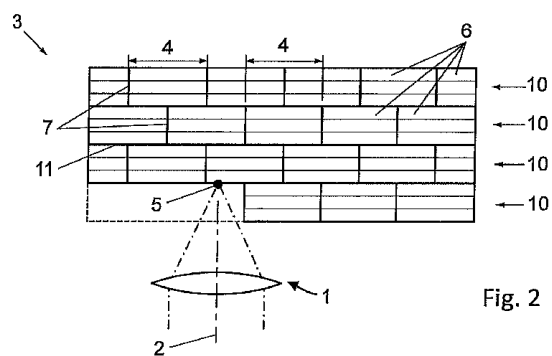
図1から図8に示されている部分構造6は、特定の構造を表すことなく、それぞれの部分構造内で体積要素の固化が行われる空間領域を示す境界線で表されているだけであることに留意すべきである。言うまでもなく、所望の形状の部品を製造する枠組みの中では、すべての体積要素が下部構造内で固化される必要はなく、体積領域が下部構造内で自由になることもある。

【図面】

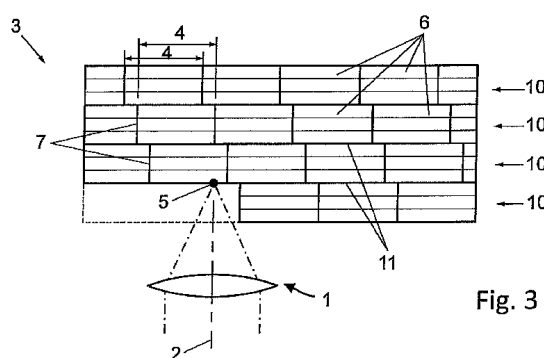
【図 1】



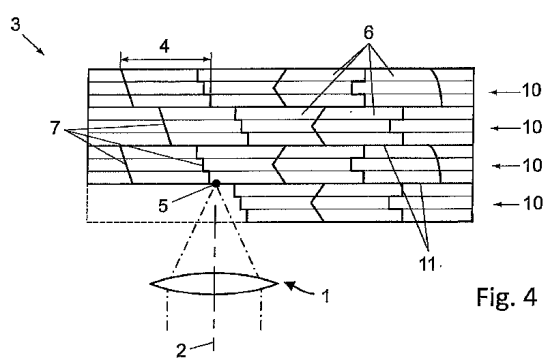
【圖 2】



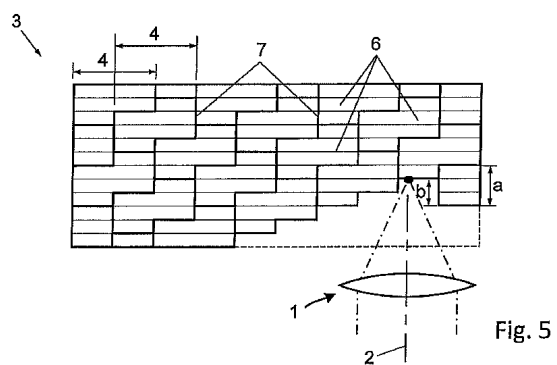
【図 3】



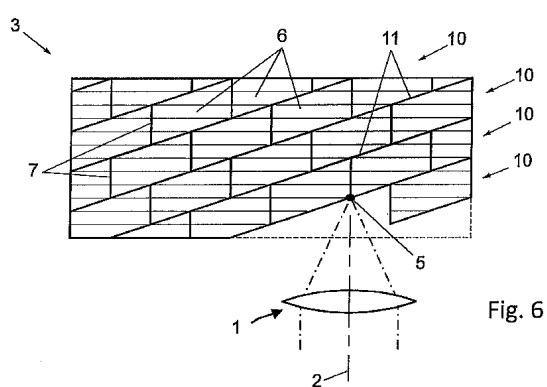
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

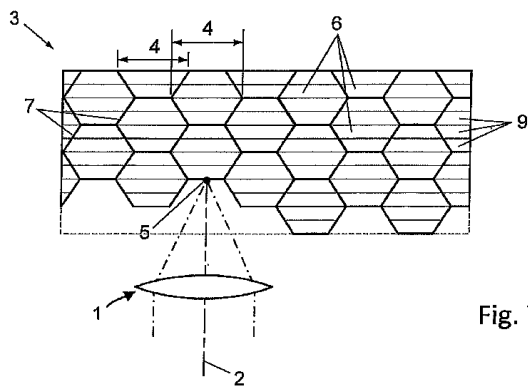


Fig. 7

【図 8】

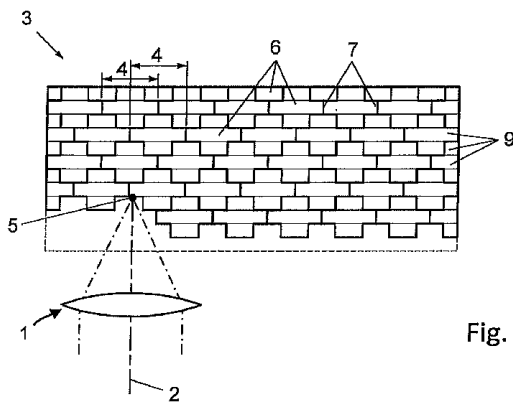


Fig. 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類 F I
 B 3 3 Y 50/02 (2015.01) B 3 3 Y 50/02
- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 2 1 0 1 8 9 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 8 / 2 0 6 1 6 1 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
 B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0
 B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0