

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3520329号  
(P3520329)

(45)発行日 平成16年4月19日(2004.4.19)

(24)登録日 平成16年2月13日(2004.2.13)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

B 2 9 C 67/00

B 2 9 C 67/00

B 8 1 C 5/00

B 8 1 C 5/00

請求項の数4(全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-352681(P2000-352681)  
(22)出願日 平成12年11月20日(2000.11.20)  
(65)公開番号 特開2002-154163(P2002-154163A)  
(43)公開日 平成14年5月28日(2002.5.28)  
審査請求日 平成12年11月20日(2000.11.20)

(73)特許権者 396019376  
和歌山大学長  
和歌山県和歌山市栄谷930  
(72)発明者 三輪 昌史  
和歌山県和歌山市松江西2丁目1-17  
(74)代理人 100072051  
弁理士 杉村 興作

審査官 須藤 康洋

(56)参考文献 特開2001-158050 (J P, A)  
特開 平11-170377 (J P, A)  
特開 平3-193433 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)  
B29C 67/00

(54)【発明の名称】 マイクロ光造形法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 液状の光硬化性樹脂の内部にレーザ光を走査させながら連続的に照射し、複数の面状体から3次元的に構成されてなる3次元微小構造物を作製する方法であって、

前記光硬化性樹脂の前記内部を線分的に連続させて硬化することにより、前記3次元微小構造物の底面部分を形成し、次いで、前記3次元微小構造物の側面部分を形成し、次いで、前記3次元微小構造物の上面部分を形成することを特徴とする、マイクロ光造形法。

【請求項2】 前記3次元微小構造物の全体に対して紫外光を照射させることにより、前記3次元微小構造物内の未硬化部分を硬化させることを特徴とする、請求項1に記載のマイクロ光造形法。

【請求項3】 前記3次元微小構造物は、1mm以下の

オーダの大きさを有することを特徴とする、請求項1又は2に記載のマイクロ光造形法。

【請求項4】 前記3次元微小構造物は、10μm以下のオーダの大きさを有することを特徴とする、請求項3に記載のマイクロ光造形法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ光造形法に関し、特にマイクロセンサ、マイクロアクチュエータ及びマイクロマシンの分野で用いることのできる、ケースや構造材などの微小構造物の作製に対して好適に用いることのできるマイクロ光造形法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の光造形法では、例えば、特開平9-141749号公報又は特開平10-202756号

公報に記載されているように、作製すべき構造物のスライスデータを基に所定の光を光硬化性樹脂に照射してスライス状に硬化させ、このスライス状に硬化した光硬化性樹脂を積層させることによって、目的とする3次元構造物を作製していた。

【0003】しかしながら、作製すべき3次元構造物の大きさが小さくなると、例えば、その3次元構造物に突起状物を形成しようとした場合、この突起状物を支持するための支持部材が必要とされる。この支持部材についても、通常は前述したようなスライスデータに基づき、前記光硬化性樹脂に光を照射して硬化することによって作製し、目的とする突起状物が形成された後は手作業によって除去される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】3次元構造物の大きさが比較的大きい場合は、前記支持部材の作製及び除去は比較的容易に行うことができるが、前記3次元構造物の大きさが数十 $\mu\text{m}$ オーダあるいは数 $\mu\text{m}$ オーダになると、極めて困難になる。

【0005】また、従来の光造形法では、光硬化性樹脂に対して所定の光を照射することにより前記光硬化性樹脂をスライス状に一括して硬化させ、この硬化したスライス状の光硬化性樹脂を積層させて前記3次元構造物を作製していたため、硬化に際して長時間を要するという問題もあった。

【0006】本発明は、簡易かつ比較的短時間で微小な3次元構造物を作製することのできる新規な光造形法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、本発明は、液状の光硬化性樹脂の内部にレーザ光を走査させながら連続的に照射し、複数の面状体から3次元的に構成されてなる3次元微小構造物を作製する方法であって、前記光硬化性樹脂の前記内部を線分的に連続させて硬化することにより、前記3次元微小構造物の底面部分を形成し、次いで、前記3次元微小構造物の側面部分を形成し、次いで、前記3次元微小構造物の上面部分を形成することを特徴とする、マイクロ光造形法に関する。

【0008】本発明者らは、上記目的を達成すべく新規な光造形法を見出すべく鋭意検討を行った。その結果、液状の光硬化性樹脂の内部の所定の部位に焦点が合うようにしてレーザ光を照射するとともに、前記レーザ光を走査することによって前記光硬化性樹脂の前記内部を線分的に硬化し、これをある一定方向に対して連続的に行うことにより前記線分状に硬化した光硬化性樹脂が積層され、その結果、前記光硬化性樹脂が面状に硬化してなる微小構造物が得られることを見出した。

【0009】また、前記操作を前記光硬化性樹脂の前記内部に対して3次元的に連続して行い、前記面状の構造

物が3次元的に結合してなる3次元微小構造物が得られることを見出した。

【0010】さらに、最初にその構造物の底面を構成し、順次側面及び上面を構成することにより、前記3次元微小構造物を構成する各面を連続させて強固に作製することができるため、最終的に得られる構造物の強度を増大させることができる。

【0011】図1は、本発明のマイクロ光造形法によって微小構造物が作製されるまでの過程を示すモデル図である。最初に、液状の光硬化性樹脂の内部にレーザ光を、ある一定方向に連続的に走査させて照射すると、図1(a)に示すように、前記液状の光硬化性樹脂の前記内部において、硬化した線分状の光硬化性樹脂Aが複数積層されるようになる。そして、この操作を継続して実施し、線分状の光硬化性樹脂Aがある程度の量で積層されると、図1(b)に示すように、底面を構成する面状の微小構造体B1が形成される。

【0012】さらに、前記レーザ光の照射位置を移動させて、前記光硬化性樹脂の前記内部の他の部分を照射することにより、前記同様に、側面を構成する図1(c)に示すような面状の微小構造体B2及びB3が形成される。さらに、図1(d)に示すような上面を構成する面状の微小構造体B5が形成されて、最終的には、図1(e)に示すような3次元微小構造体Cが形成されるものである。

【0013】本発明のマイクロ光造形法によれば、3次元微小構造体を構成する光硬化性樹脂の表層部分に相当する、光硬化性樹脂の内部の所定部位に焦点が有るようにレーザ光を照射し、この所定部位のみを線分的に硬化させるので、前記構造体を比較的短時間で作製することができる。

【0014】さらには、光硬化性樹脂を線分的に硬化させ、硬化した線分状の光硬化性樹脂を積層させることによって目的とする微小構造物を作製するので、例えば突起状物であっても、これを線分状の光硬化性樹脂から構成することによって、支持部材を必要とすることなく形成することができる。

【0015】なお、図1(e)に示すような3次元微小構造物を作製した後において、その内部に残留する未硬化の光硬化性樹脂は、必要に応じて図1(e)に示すような3次元微小構造物を作製した後、この構造物全体に紫外光を照射することによって硬化することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。図2は、本発明のマイクロ光造形法において好適に用いることのできるマイクロ光造形装置の構成を示す概略図である。図2に示すマイクロ光造形装置は、レーザ光源1と、このレーザ光源1から発せられたレーザ光のスポット径を絞るための倒立型光学顕微鏡2と、熔融状態の光硬化性樹脂を配置し、レ

ーザ光照射によって微小構造物を作製するための3次元電動ステージ3とを具えている。

【0017】レーザ光源1と倒立型光学顕微鏡2との間には、電動シャッタ4が設けられており、3次元電動ステージ3にドライバ5を介して接続されたコンピュータ6からの信号に基づき、3次元電動ステージ3の動作に連動して開閉するように構成されている。また、3次元電動ステージ3の上方にはCCDカメラ7及びVTR8が具えられており、レーザ照射による線分状の光硬化性樹脂の形成過程、及びこれら線分状の光硬化性樹脂が積層されることによる、面状又は3次元状の微小構造物の形成過程がリアルタイムで観察できるように構成されている。

【0018】3次元電動ステージ3上には、スポイトなどを用いて滴下した液状の光硬化性樹脂Xが配置されている。レーザ光源1から発せられたレーザ光は、開状態の電動シャッタ4を通して倒立型光学顕微鏡2に入射し、光の波長程度にまでスポット径が絞られた後、3次元電動ステージ3上に設置された光硬化性樹脂Xの内部に照射される。そして、3次元電動ステージ3を任意の方向に適宜に走査させることによって、レーザ光を光硬化性樹脂Xの内部に走査させながら連続的に照射し、図1(a)に示すような線分状に硬化した複数の光硬化性樹脂Aを作製する。

【0019】次いで、3次元電動ステージ3を他の方向に連続的に走査させながらレーザ光を照射することによって、図1(b)~(d)に示すような面状の微小構造体を作製し、最終的に図1(e)に示すような3次元微小構造体を作製する。電動シャッタ4は、レーザ光の走査方向、すなわち3次元電動ステージ3の走査方向の変換及び中断などに応じ、コンピュータ6からの信号に基づいて適宜に閉状態を採る。

【0020】レーザ光源は、使用する光硬化性樹脂の種類及び要求されるレーザ光強度などに応じて任意のものを用いることができる。例えば、He-Cdレーザ、Nd:YAGレーザの第3高調波、チタン酸サファイアレーザの第2高調波、及び青色半導体レーザを用いることができる。図2に示すその他の構成要素においては、市販のものを用いることができる。

【0021】さらに、本発明において使用する光硬化性樹脂の種類についても、作製すべき面状又は3次元状の微小構造体の種類に応じて任意に選択することができる。具体的には、ウレタンアクリルレート系、エポキシアクリルレート系、エステルアクリルレート系、及びアクリルレート系を例示することができる。また、使用するレーザ光源の波長の光を吸収できるように、上記光硬化性樹脂に対して所定の増感剤、例えば、ベンゾフェノン系を添加することもできる。

【0022】本発明においては、上述したような微小構造体を作製した後、内部に残留している未硬化の光硬化

性樹脂は、紫外線を照射することによって一括して硬化させることができる。本発明によれば、光硬化性樹脂の表層部分のみを硬化させるとともに、内部の未硬化樹脂についても紫外線照射によって一括して硬化させるので、最終的に光硬化性樹脂を全体的に硬化させる必要がある場合においても、その硬化時間は従来の比で極めて短くすることができる。

【0023】本発明のマイクロ光造形法によれば、1mm以下のオーダ、特に10 $\mu$ m以下のオーダ、すなわち $\mu$ mオーダの大きさの微小構造物を簡易に作製することができる。なお、ここでいう「1mm以下のオーダ」及び「10 $\mu$ m以下のオーダ」とは、例えば、図1(e)に示すような矩形状の3次元微小構造物を作製した場合の、一辺当たりの大きさをいう。

【0024】なお、3次元微小構造物を作製する場合、光硬化性樹脂の表層部分にレーザ光を照射させて硬化させることにより、最初にその構造物の底面を構成し、順次側面及び上面を構成する。これによって、前記3次元微小構造物を構成する各面を連続させて強固に作製することができるため、最終的に得られる構造物の強度も増大する。

【0025】

【実施例】図3は、図2に示すような装置を用い、光硬化性樹脂としてノブコキュア800(アクリル系樹脂)を用いるとともに、レーザ光源としてチタン酸サファイアレーザ(波長800nm)を用い、これをSHGを用いて400nmに変換したパルス光を用い、ノブコキュア800を二光子吸収による誘起を利用して硬化させた、一辺が約10 $\mu$ mの三角柱型の3次元微小構造体である。このように、本発明のマイクロ光造形法に従うことによって、10 $\mu$ mオーダの3次元微小構造体を得られることが分かる。なお、図3に示す3次元微小構造体の作製に際しては、本発明の好ましい態様にしたがって最初に底面を作製することにより実施した。

【0026】以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。例えば、上記図2においては、レーザ光のスポット径を絞るための倒立型光学顕微鏡を用いているが、正立型光学顕微鏡を用いることもできる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のマイクロ光造形法によれば、光硬化性樹脂の表層部分にレーザ光を照射し、この部分を硬化させることによって目的とする微小構造物を作製するので、比較的短時間の作製が可能となる。さらには、線分状に硬化させた光硬化性樹脂を積層させることによって、目的とする構造物を作製することにより、突起状物などの特異形状物もこの線分で構成することにより、支持部材を必用とすることなく簡易に形

成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のマイクロ光造形法によって微小構造物が作製されるまでの過程を示すモデル図である。

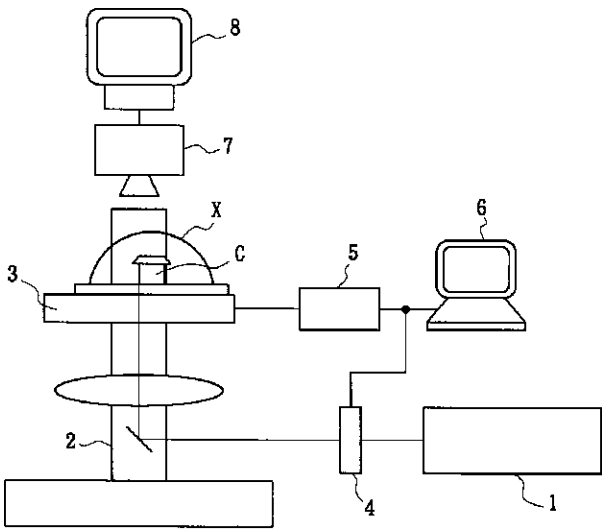
【図2】 本発明のマイクロ光造形法において好適に用いることのできるマイクロ光造形装置の構成を示す概略図である。

【図3】 本発明のマイクロ光造形法によって作製した3次元微小構造物の一例を示す写真である。

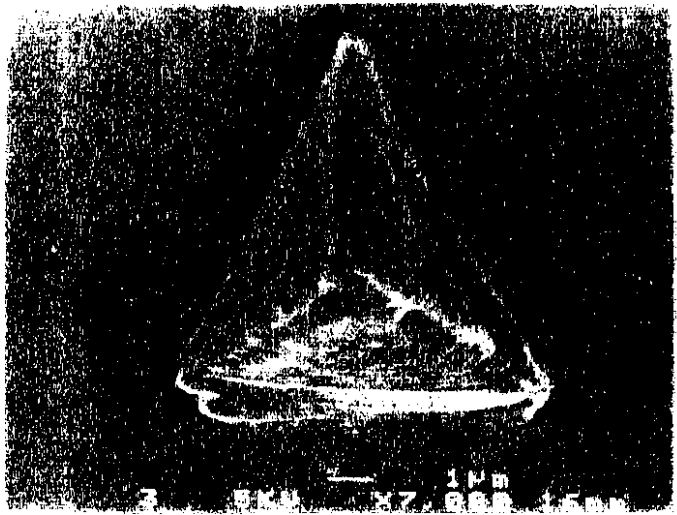
【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 2 倒立型光学顕微鏡
- 3 3次元電動ステージ
- 4 電動シャッタ
- 5 ドライバ
- 6 コンピュータ
- 7 CCDカメラ
- 8 VTR

【図2】



【図3】



【図1】

