

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-223790
(P2004-223790A)

(43) 公開日 平成16年8月12日(2004.8.12)

(51) Int. Cl.⁷
B29C 67/00

F I
B29C 67/00

テーマコード(参考)
4F213

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-12049 (P2003-12049) (22) 出願日 平成15年1月21日 (2003.1.21)</p>	<p>(71) 出願人 000002325 セイコーインスツルメンツ株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 (74) 代理人 100079212 弁理士 松下 義治 (72) 発明者 村松 宏 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内 Fターム(参考) 4F213 AA44 AR07 AR09 WA25 WA97 WL02 WL12 WL35 WL45 WL80 WL85 WL94</p>
---	--

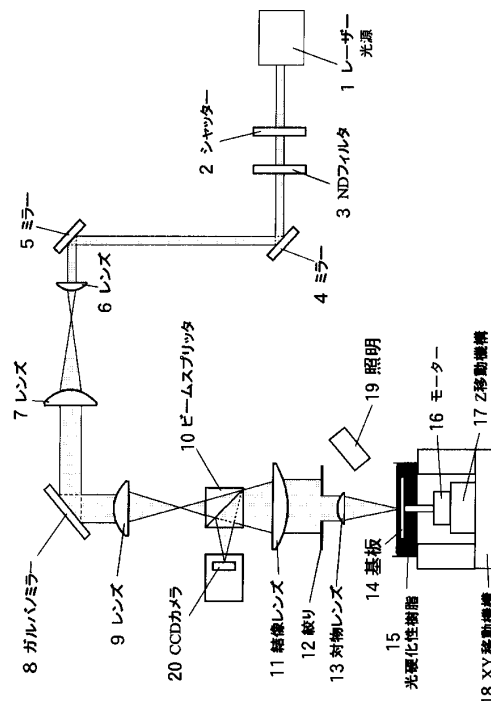
(54) 【発明の名称】 曲線形状をもつ微細造形物を光造形法により滑らかに作製する方法および装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、マイクロ光造形加工において、曲線パターンの造形を滑らかに仕上げることができる手法を提示すること、並びにそれを実行する装置を提供することにある。

【解決手段】本発明の方法は、光硬化性樹脂15に光を照射することにより光硬化性樹脂15を硬化させて構造物を形成させる光造形法において、曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製するために、造形物基台側の回転駆動と光ビームの一方方向走査とを組み合わせるようにした。その方法を実行するマイクロ光造形装置として、液状の光硬化性樹脂15の液面下にある基板14を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを一方方向に振らせる機構とを備えるようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光硬化性樹脂に光を照射することにより前記樹脂を硬化させて構造物を形成させる光造形法において、造形物基台側の回転駆動と光ビームの一方向走査とを組み合わせることで相対変位させることにより、曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製する光造形方法。

【請求項 2】

液状の光硬化性樹脂の液面下にある水平基板を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方向に振らせる機構とを備えることによって、曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製できることを特徴とするマイクロ光造形装置。

10

【請求項 3】

液状の光硬化性樹脂の液面下にある水平方向の軸を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方向に振らせる機構とを備え、前記軸の側面を基台となし該基台の回転とビーム走査を組み合わせることにより曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製できることを特徴とするマイクロ光造形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、立体形状データを基にして液体状の光硬化性樹脂に対し、形状部分にレーザー光を照射することにより前記樹脂を硬化させて前記立体形状を形成させる所謂光造形の技術に関する。

20

【0002】

【従来の技術】光造形のプロセスについて図5の概念図を基にまず説明する。ステップ1で作製したい形状をCAD情報としてコンピュータ上で作製するか外部からコンピュータに入力する。ステップ2でCADにより三次元の静止画形態に変換する。ステップ3で該三次元形状を1軸方向に直交する面で厚さd毎にスライスして各層毎の断面形状情報を得る。ステップ4で該各層毎の断面形状情報に基づき、下層部分から順次形成する。この手法は液状の光硬化性樹脂の容器内に少なくとも上下方向に駆動されるテーブルを配置し、該テーブル面が樹脂液面下dの位置にくるようにセットすると共に、前記テーブル上の樹脂層にレーザースポットを照射しながら最下層の断面形状をなぞるように走査する。すると、厚みdの樹脂層の内レーザースポットがあてられた部分だけが硬化してテーブル上に最下層形状S1が形状形成される。ステップ5では前記テーブルをdだけ下方に変位させる。するとステップ4で形成された最下層形状S1の面上に厚みdの液体樹脂層がかぶることになる。この状態で第2層目の断面形状をなぞるようにビームスポットを走査し、最下層形状S1の面上に第2層形状S2が光硬化して形成される。以下順次にテーブルの下方移動と各層毎の断面データに基づくレーザー走査を繰り返し、各層毎の形状を形成してゆく。そしてステップ5に示すように最上層の形状Snを形成して所望の三次元形状の造形を終了する。以上が積層型光造形プロセスの基本である。

30

【0003】

この光造形の技術は複雑な立体形状を得るのに適した方法として機械部品の加工等に採用され実用化されている。最近ではマイクロマシンの作製にこの光造形技術を用いることが研究されている。ところで、この造形方法は光ビームのスポット部分で樹脂の硬化を起こさせるものであり、二次元パターンの形状形成を行なうときにはX(またはY)方向の主走査とY(またはX)方向の副走査とを組み合わせることでビームスポットの移動を行なわせるパターンを形成させる。この光ビームの走査機構としては機械的なXY二次元駆動機構によるものもあるが、被加工物がマイクロマシンのように微細構造物である場合にはガルバノミラーを用いて光学的にビーム走査を行なうことが一般的である。因みに特許文献1にはX方向ガルバノミラーとY方向ガルバノミラーとによってビーム走査が行なわれる機構が開示されている。図6に示すようにその装置はレーザー管から成る光源aを備え、レーザー管aからの光はミラーbによって反射されるようになっている。またミラーbの後方には音響

40

50

光学変調器から成るシャッター c が配されていてシャッター c のさらに後方にはハーフミラー d が配されている。ハーフミラー d で反射されたビームは可動ユニット内のミラー e に導かれるようになっていて、このミラー e の後方にはフォーカスレンズ f と集光レンズ g とが配されている。またこの可動ユニット 30 は X 方向ガルバノミラー GM - X と Y 方向ガルバノミラー GM - Y とを備えている。これらのガルバノミラー GM - X , GM - Y はそれぞれスキャナ S - X , S - Y によって制御されるようになっている。

【0004】

この発明は、造形対象物の大きさに合わせてガルバノミラーと光硬化樹脂の液面との間隔を調整して等比的に適切な位置精度および精細度を確保できるようにした立体形状成形装置を提供することを目的としたもので、そのための構成として X 方向ガルバノミラー GM - X と Y 方向ガルバノミラー GM - Y を用いてタンク h 内の光硬化性樹脂溶液 i の液面にビームを照射して光造形を行なうようにした装置において、最終段側のガルバノミラー GM - Y とタンク h 内の溶液 i の液面との間の間隔を可変とするための送りねじ j およびモーター k を設け、造形物の大きさに合わせて上記の間隔を調整してスキャン半径を任意に設定できるようにしたものである。

10

しかし、この従来、X 方向ガルバノミラーと Y 方向ガルバノミラーとによってビーム走査が行なわれる機構は、X (または Y) 方向の主走査と Y (または X) 方向の副走査とを組み合わせることでビームスポットの移動を行なわせパターンを形成させるものであるため、楕円や真円といった曲線形状を形成しようとしても滑らかに仕上がらないという問題がある。図 2 の A に示すような円や葉パターンを従来の走査方法で光造形で形成させる場合、図 20 の上部に示すように走査線の幅はビーム径 となり主走査方向にライン走査され、1 走査線が終了すると副走査方向に だけシフトされ次のライン走査がなされ、これが順次繰返される。すると、図 2 の B に示すように原パターンの情報に基づいて各走査線毎の光照射が行なわれその部分だけ樹脂が硬化する。それによって形成された光造形が図 2 の C に示される。この C から判るように X 方向と Y 方向の形状は忠実に再現できるのであるが、斜めの線は階段状になってしまい滑らかな形状を形成することができない。この現象は大きな造形物を作製する場合には目立つことはないが、マイクロマシンを作製する場合にはビーム径 が無視できなくなりこの問題が顕現化することになる。

20

【0005】

【特許文献 1】特開平 5 - 77323 号公報

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、マイクロ光造形加工において、曲線パターンの造形を滑らかに仕上げることができる手法を提示すること、並びにそれを実行する装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、光硬化性樹脂に光を照射することにより前記樹脂を硬化させて構造物を形成させる光造形法において、曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製するために、造形物基台側の回転駆動と光ビームの一方方向走査とを組み合わせるようにした。

その方法を実現させるマイクロ光造形装置として、少なくとも部分的に液状の光硬化性樹脂の液面下にある基板を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方方向に振らせる機構とを備えるようにした。また、少なくとも部分的に液状の光硬化性樹脂の液面下にある基台となる軸を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方方向に振らせる機構とを備えるようにした。

40

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明の方法を実施する装置の全体構成について、図 1 を参照しつつ説明する。1 はレーザー光源であり、2 はレーザービームの通過 / 遮断機能をもつシャッター、3 はニュートラルデンシティフィルタ (ND フィルタ) で、レーザー光の透過量を制限する機能を有する。4

50

、5はミラー、6、7、9はレンズ、8はビームをX方向に走査させるガルバノミラー、10は光を透過光と反射光に二分するビームスプリッタ、11は結像レンズであり、12は絞り、13は対物レンズ、そして14はガラス基板、15は光硬化性樹脂、16はモーター、17はZ移動機構、18はZ移動機構をXY方向に移動させる二次元移動機構であり、19は観察用の照明で、20が観察用のCCD撮像カメラである。レーザ光源1からのレーザ光はNDフィルター3で透過量を制限されレンズ6で一旦集光されてから広げられ、レンズ7で平行光線とされる。平行光線とされたレーザ光はガルバノミラー8でX方向に振られる。走査偏向されたレーザ光はレンズ9により集光されてから広げられ結像レンズ11へ入れられるが、本装置では集光点と結像レンズ11間の位置にビームスプリッタ10が配設される。この結像レンズ11でレーザ光は平行光線にされ、絞り12を通過したレーザ光が対物レンズ13で光硬化性樹脂層に集光される。このレーザスポットが照射された部分の樹脂が光硬化する。ここで、光硬化させるパターンはCAD情報から得られた該当層の断面形状であるが、この二次元位置情報に基づきモーター16によるガラス基板14の回転運動に対応して前記ガルバノミラー8が走査されレーザスポットが断面形状をなぞる。すなわち、本発明では従来のX主走査とY副走査とによって二次元平面をカバーする代わりに、回転角と回転中心からの距離で二次元平面をカバーするものである。また、跳びパターンなどの場合にはスポット移動の間シャッター2がレーザ光を遮断する。そして該当層の加工が終了したならばシャッター2がレーザ光を遮断した状態でZ方向移動機構17でZ方向に層の厚み分変位させ、一つ上の層のパターンを形成する。また、図1に示した本装置ではビームスプリッタ10とその分岐光学路上に配置されたCCDカメラ20および照明19を設置しているが、これはこの光硬化現象を加工途上においてリアルタイムで観察できる機能を備えたものである。ここで、シャッター2にAOモジュレータ(音響光学変調素子)を用いることができ、この場合には、回転と連動した十分な応答速度を得ることができる。

【0009】

本発明の特徴点はモーター16によるガラス基板14の回転とガルバノミラー8の直線走査を組み合わせ、レーザスポットを偏向走査する点にある。図2を用いて説明したように曲線状のパターン輪郭が階段状になってしまう従来方式の不都合を上記の偏向走査方式によって解消し、滑らかな曲線を形成することができる。すなわち、直線走査線毎に区分形成するのではなく、回転運動と半径方向の直線走査により輪郭に沿ったビームスポットの移動ができるため、パターン輪郭を忠実に再現することができるのである。

図3は光硬化加工が行われる光硬化性樹脂槽近傍の拡大図である。図中21はへらであり、これは光硬化が行なわれる前に樹脂液面の平滑化をするためのものである。23はリングで樹脂槽の底部を貫通するモーター回転軸22の回転を許容すると共に樹脂液のシールを確保するためのものである。図のAはへら21によって樹脂面の平滑化を実行している図であり、図のBは光ビーム走査のためへら21を光学路から退避させている状態を示している。へら21による平滑化は従来のXY二次元走査を行なう場合にはパターンを形成する領域全体に対して行なう必要があったが、本発明の回転運動と半径方向の直線走査による場合には直線走査がなされる半径方向部分だけ一方向に行えば足り、事前の前処理の負担が軽減される。ちなみに従来はへら21を円を描くように1回転させたり、縦横縦横と四方に移動させて樹脂面の全体を平滑していたところである。

上記の例では基板14を水平状態で回転させているが、必ずしも厳密に水平方向の基板に限定する必要はなく、少なくとも部分的に液状の光硬化性樹脂の液面下にある基板14が水平成分をもって回転させられるようにすればよい。

【0010】

また、液状の光硬化性樹脂の液面下にある水平方向の軸を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方向に振らせる機構とを備え、前記軸の側面を基台となし滑らかな曲線加工を施す手法を提示する。図4に示した例は光造形加工が行なわれる基台を回転駆動される水平軸とし、その軸上に軸方向の直線走査を行なう光ビーム走査とを組み合わせたものである。図中14'が基台となる基

軸であり、16がモーター、17がモーター16を介して基軸14'を上下駆動するZ移動機構、18はZ移動機構16と樹脂槽とを相対的に二次元移動させるXY移動機構である。前記基軸14'は樹脂槽の側壁を貫通させ、しかも上下左右に移動可能である必要から槽の側壁の一部をジャバラ24構造とし、基軸14'を進退および回転自在とするためリング23で支承されるようにしている。この基軸14'を軸回りに回転させつつ光ビームを固定照射すると該基軸の周面にリング状の光造形が実行される。1回転に付ビーム幅分だけ軸方向に直線走査させると該基軸の周面に密に螺旋状に光造形が実行され外周面を被覆するように形成される。この回転運動と直線走査との組み合わせでは円筒形状であるとか円錐形状であるとか棒状体といった軸対称の造形物の形成に適している。図4のAは棒状体を形成している例を、図のBでは円錐台形の造形物を形成している例を示している。

10

上記の例では基軸14'を水平状態で回転させているが、基台の回転運動と光ビームの直線走査の組み合わせからなる本発明の偏向走査機構は、必ずしも上記の基台の水平回転と光ビームの直線走査の組み合わせに限定されるものではない。少なくとも基軸14'は部分的に液状の光硬化性樹脂の液面下において、水平成分を持った軸であればよい。

【0011】

【発明の効果】

光硬化性樹脂に光を照射することにより前記樹脂を硬化させて構造物を形成させる本発明の光造形方法は、造形物基台側の回転駆動と光ビームの一方向走査とを組み合わせることにより、光ビームスポットを偏向走査するものであるから曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製することができる。

20

本発明のマイクロ光造形装置は、少なくとも部分的に液状の光硬化性樹脂の液面下にある基板を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方向に振らせる機構とを備えるものであるから、基台を回転させ、光ビームスポットを偏向走査することにより曲線形状をもつ造形物を滑らかに作製することができる装置を提供できる。しかも、その場合、へらを用いて光硬化性樹脂の液面の平滑化を行なう前処理は半径方向部分だけ一方向に行えば足り、装置としてはへらの駆動機構が一次元でよいこととなり構成および装置の動作が簡単になる。

また、少なくとも部分的に液状の光硬化性樹脂の液面下にある基台となる軸を回転させる機構と、上方より光ビームを光硬化性樹脂に照射する光学系に該光ビームを少なくとも一方向に振らせる機構とを備えた本発明のマイクロ光造形装置は、曲線形状をもつ軸対称の構造物を滑らかに作製できる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を実行するマイクロ光造形装置の全体構成を示す図である。

【図2】ビームスポットをXY二次元偏向走査したときの光造形を説明する図である。

【図3】マイクロ光造形装置における樹脂液面平滑化処理を説明する図である。

【図4】回転する基軸と光ビームの直線走査を組み合わせた本発明の装置を示す図である。

【図5】光造形のプロセスを説明する図である。

【図6】2つのガルバノミラーを用いたXY二次元走査機構を備えた従来装置の説明図である。

40

【符号の説明】

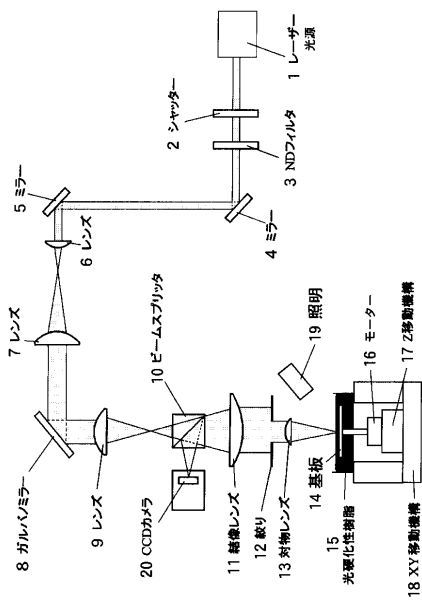
1	レーザ光源	15	光硬化性樹脂
2	シャッター	16	モーター
3	フィルター	17	Z移動機構
4, 5	ミラー	18	XY移動機構
6, 7, 9	レンズ	19	照明
8	ガルバノミラー	20	撮像カメラ
10	ビームスプリッタ	21	へら
11	結像レンズ	22	軸

50

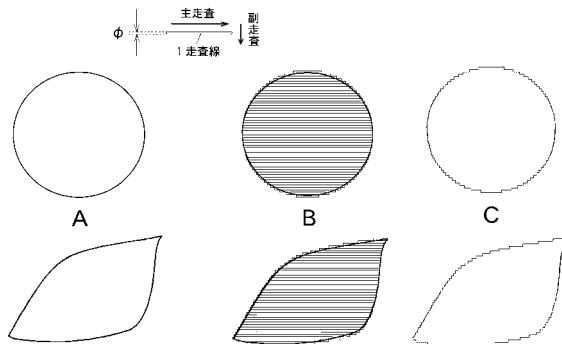
- 1 2 絞り
- 1 3 対物レンズ
- 1 4 ガラス基板
- 1 4' 基軸

- 2 3 Oリング
- 2 4 ジャバラ

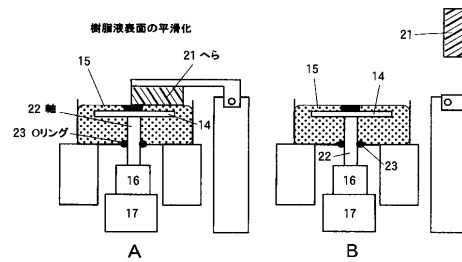
【図1】



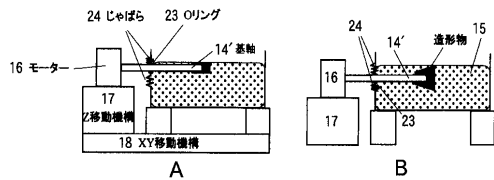
【図2】



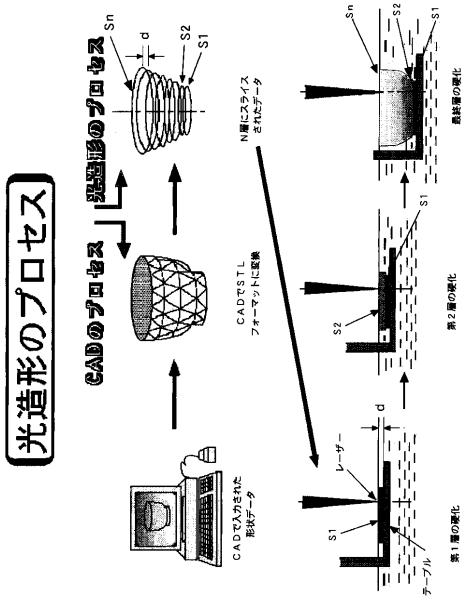
【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

