

(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2020-97786
(P2020-97786A)

(43) 公開日 令和2年6月25日(2020.6.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	4 E 1 6 8
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	4 F 2 1 3
B 2 9 C 64/153 (2017.01)	B 2 9 C 64/153	4 G 0 5 2
B 2 9 C 64/268 (2017.01)	B 2 9 C 64/268	4 K 0 1 8
B 2 9 C 64/273 (2017.01)	B 2 9 C 64/273	

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2020-796 (P2020-796)
 (22) 出願日 令和2年1月7日(2020.1.7)
 (62) 分割の表示 特願2017-175389 (P2017-175389)
 の分割
 原出願日 平成29年9月13日(2017.9.13)
 (31) 優先権主張番号 10 2016 120 244.4
 (32) 優先日 平成28年10月24日(2016.10.24)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 ドイツ(DE)

(71) 出願人 506154834
 ツェーエル・シュッツレヒツフェアヴァル
 トゥングス・ゲゼルシャフト・ミト・ベシ
 ユレンクテル・ハフツング
 ドイツ連邦共和国、96215 リヒテン
 フェルス、アン・デア・ツァイル、2
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (72) 発明者 フランク・ヘルツォーク
 ドイツ連邦共和国、96215 リヒテン
 フェルス、レンラインスヴェーク、24

最終頁に続く

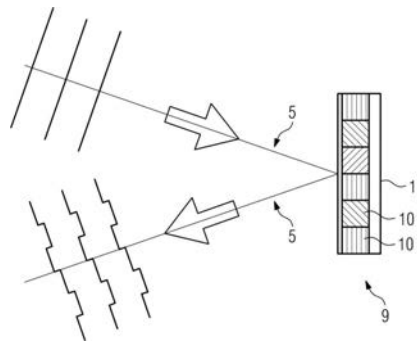
(54) 【発明の名称】 三次元の物体を付加製造するための装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 レーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームのビーム特性、特にビームプロフィルの適切な変更の可能性を顧慮して改善された、三次元の物体を付加製造するための装置の提供。

【解決手段】 少なくとも1つのレーザビームパラメータによって定義されたビーム特性を有する、特に少なくとも1つのレーザビームパラメータによって定義されたビームプロフィルを有するレーザビーム5を発生させるために設置されたレーザビーム発生装置と、特にユーザ側で設定可能又は設定された目標値に基づいて、レーザビーム発生装置によって発生されたレーザビーム5の、ビーム特性、特にビームプロフィルに影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータを適切に変更するために設置された、レーザビーム発生装置に付設された変調装置を有する装置。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザービーム発生装置(4)によって発生されたレーザービーム(5)によって固化可能な構築材料(3)から成る構築材料層を連続的に層ごとに選択的に露光し、これに伴って固化することによって三次元の物体(2)を付加製造するための装置(1)であって、

少なくとも1つのレーザービームパラメータによって定義されたビーム特性を有する、又は少なくとも1つのレーザービームパラメータによって定義されたビームプロファイルを有するレーザービーム(5)を発生させるために設置されたレーザービーム発生装置(4)と、

設定可能又は設定された目標値に基づいて、レーザービーム発生装置(4)によって発生されたレーザービーム(5)の、ビーム特性、又はビームプロファイルに影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータを適切に変更するために設置された、レーザービーム発生装置(4)に付設された変調装置(9)を有すること、

その際、変調装置(9)が、強度が、半径方向内側から外側に向かって減少し、かつ横断面が円形のレーザービーム(5)を発生させるか、又はレーザービーム(5)を比較的先のとがった強度分布を有する2つの点状のレーザービーム(5)へと分割するよう構成されていることを特徴とする装置。

【請求項 2】

変調装置(9)が、レーザービーム発生装置(4)によって発生されたレーザービーム(5)のビームパス内へ介装可能又は介装された複数の光変調素子(10)を有し、これら光変調素子が、レーザービーム発生装置(4)によって発生されたレーザービーム(5)の少なくとも1つのビーム成分の、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータに影響を与えるために設置されていること、を特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

光変調素子(10)が、少なくとも1つの行及び/又は列で配置又は形成されていること、を特徴とする請求項2に記載の装置。

【請求項 4】

光変調素子(10)が、個々に又はグループごとに、レーザービーム(5)の、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータへの影響を可能にする状態へ切替え可能であること、を特徴とする請求項2又は3に記載の装置。

【請求項 5】

光変調素子(10)が、液晶素子として形成されているか、少なくとも1つの液晶素子を有すること、を特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 6】

変調装置(9)が、空間光変調器として形成されているか、空間光変調器を有すること、を特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 7】

変調装置(9)が、レーザービーム発生装置(4)の下流に接続され、変調装置が、コリメータ装置(8)と光学ミラー装置(12)の間に配置又は形成されていること、を特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 8】

変調装置(9)が、レーザービーム発生装置(4)の下流に光学的に接続され、変調装置(9)の下流に、光学ミラー装置(12)と、第1のレンズ装置(15)と、空間フィルタ装置(16)と、別のレンズ装置(17)と、フーリエレンズ装置(13)が接続されていること、を特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 9】

変調装置(9)の下流に、選択的に露光すべき構築材料層へレーザービーム(5)を偏向するために設置されたビーム偏向装置(14)が接続されていること、を特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

変調装置(9)を介して適切に変更可能な、ビーム特性、又はビームプロフィールに影響を与えるレーザビームパラメータが、レーザビーム(5)の、又はレーザビーム(5)の波面の振幅であり、変調装置(9)が、レーザビーム(5)の振幅を変更するために設置されていること、及び/又は、

変調装置(9)を介して適切に変更可能な、ビーム特性、又はビームプロフィールに影響を与えるレーザビームパラメータが、レーザビーム(5)の、又はレーザビーム(5)の波面の位相であり、変調装置(9)が、レーザビーム(5)の位相を変更するために設置されていること、及び/又は、

変調装置(9)を介して適切に変更可能な、ビーム特性、又はビームプロフィールに影響を与えるレーザビームパラメータが、レーザビーム(5)の、又はレーザビーム(5)の波面の偏光であり、変調装置(9)が、レーザビーム(5)の偏光を変更するために設置されていること、を特徴とする請求項1~9のいずれか1項に記載の装置。

10

【請求項11】

請求項1~10のいずれか1項に記載の装置(1)のための変調装置(9)において、変調装置(9)が、設定可能又は設定された目標値に基づいて、装置側のレーザビーム発生装置(4)によって発生されたレーザビーム(5)の、ビーム特性、又はビームプロフィールに影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータを適切に変更するために設置されていること、を特徴とする変調装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、レーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームによって固化可能な構築材料から成る構築材料層を連続的に層ごとに選択的に露光し、これに伴って固化することによって三次元の物体を付加製造するための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

相応の装置は、三次元の物体を負荷製造するためにそれ自身公知である。相応の装置の典型的な実施形態は、セレクトィブレザシタリング法もしくはセレクトィブレザメルティング法を実施するための装置である。相応の装置の重要な機能性成分は、レーザビーム発生装置であり、このレーザビーム発生装置は、それぞれの構築材料層の選択的な露光のために使用されるレーザビームを発生させるために設置されている。レーザビームは、1つ又は複数のレーザビームパラメータによって定義されるビーム特性もしくは1つ又は複数のレーザビームパラメータによって定義されるビームプロフィールを備える。

30

【0003】

公知の装置のレーザビーム発生装置は、典型的にガウス状の強度プロフィールもしくはビームプロフィールを有するレーザビームを発生させる。この場合、レーザビームの強度の事情によっては必要な変更は、レーザビームのデフォーカスもしくは焦点位置の移動によって可能であり、しかしながらこれにより、レーザビームのビームプロフィールは変更されない。

【0004】

40

しかしながら、特に相応の装置によって実現可能な露光ストラテジの最大限可能な可変性を顧慮して、レーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームのビーム特性、特にビームプロフィールの適切な変更の可能性に応じた需要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の根底にある課題は、特にレーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームのビーム特性、特にビームプロフィールの適切な変更の可能性を顧慮して改善された、三次元の物体を付加製造するための装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0006】

課題は、請求項1による三次元の物体を付加製造するための装置によって解決される。これに従属する請求項は、装置の可能な実施形態に該当する。

【0007】

ここで説明する装置（“装置”）は、レーザービームによって固化可能な構築材料から成る構築材料層を連続的に層ごとに選択的に露光し、これに伴って固化することによって、三次元の物体、即ち例えば技術的な部品もしくは技術的な部品群を付加製造するために設置されている。構築材料は、特に粒状もしくは粉末状の金属材料、プラスチック材料、及び/又はセラミック材料であり得る。選択的に固化すべきそれぞれの構築材料層の選択的な固化は、物体に関する構造データに基づいて行なわれる。相応の構造データは、それぞれ付加製造すべき物体の幾何構造的形態を表し、例えば付加製造すべきそれぞれの物体の“スライスされた”CADデータを含み得る。装置は、SLM装置、即ちセレクトィブレーザーメルティング法（SLM法）を実施するための装置として、又は、SLS装置、即ちセレクトィブレーザーシタリング法（SLS法）を実施するための装置として、形成され得る。

10

【0008】

装置は、付加的な構築過程を実施するために典型的に必要な機能性成分を、即ち特に個々の構築材料層を連続的に層ごとに選択的に固化するためにレーザービームを発生させるために設置されたレーザービーム発生装置と、1つの構築平面内に選択的に固化すべき構築材料層を形成するために設置されたコーティング装置を有する。構築平面は、支持装置の典型的に（垂直方向に）移動可能に支承された支持要素の表面又は構築材料層であり得る。一般に、構築平面に、少なくとも1つの選択的に固化すべきもしくは選択的に固化された構築材料層が形成されている。装置によって実施される付加的な構築過程は、装置に付属する典型的に不活性化可能なプロセスチャンバ内で行なわれる。プロセスチャンバは、装置のハウジング構造の一部を構成し得る。

20

【0009】

レーザービーム発生装置は、少なくとも1つのレーザービームパラメータ、即ち特に振幅、位相、偏光によって定義されたビーム特性、即ち特に少なくとも1つのレーザービームパラメータによって定義されたビームプロファイルを有するレーザービームを発生させるために設置されている。レーザービーム発生装置によって発生されたレーザービームは、例えばガウス状のビームプロファイルを備え得る。

30

【0010】

更に、装置は、変調装置を有する。変調装置は、レーザービーム発生装置から来るもしくはレーザービーム発生装置によって発生されたレーザービームの、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータを適切に変更もしくは変調するために設置されている。特に、変調装置は、レーザービーム発生装置によって発生されたレーザービームの、ビームプロファイルに影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータを適切に変更するため、即ちレーザービーム発生装置によって発生されたレーザービームのビームプロファイルを適切に変更するために設置されている。即ち、変調装置により、相応のレーザービームパラメータを適切に変更することによって、（ほぼ）任意の、即ち場所的に及び/又は時間的に可変のビーム特性を有する、特に任意のビームプロファイル - 模範的にだけガウスプロファイル又はトップハットプロファイルを参照されたい - を有するレーザービームを、発生させることができる。特に、変調装置によって、レーザービーム発生装置によって発生されたレーザービームの波面は、適切に変更することができる。波面が、ビームプロファイルを決定的に決めるので、波面の変更は、典型的にレーザービームのビームプロファイルの変更を伴う。波面もしくはビームプロファイルの変更とは、レーザービーム発生装置によって発生されたレーザービームの（唯一の）波面もしくは（唯一の）ビームプロファイルの複数の不連続のビームプロファイルもしくは波面への分割であると理解し得る。従って、（唯一の）焦点領域を有するレーザービームは、変調装置によってそれぞれ1つの焦点領域を有する複数のレーザービームへ発生され得る。

40

50

【 0 0 1 1 】

ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータの適切な変更もしくは変調は、特にユーザ側で例えばプログラミングによって設定可能もしくは設定された目標値に基づいて行なわれる。目標値は、一般に、ビーム特性に該当する少なくとも1つのレーザビームパラメータ（目標レーザビームパラメータ）に該当し得る。特に、目標値は、レーザビームのビームプロファイル（目標ビームプロファイル）に該当し得る。

【 0 0 1 2 】

相応の目標値を設定するために、装置は、適当な入力装置を、例えば装置側のユーザインターフェースの構成要素として有し、このユーザインターフェースを介して、ユーザは、（ユーザ側の）入力を、即ち特にイメージ入力、テキスト入力又は音声入力を、相応の目標値を設定するため - 一般には所望のビーム特性、即ち特に所望のビームプロファイルを備えるレーザビームを設定するため - に行なうことができる。相応の入力装置は、例えばタッチスクリーン装置として形成すること又はタッチスクリーン装置を有することができる。当然、相応の入力を、外部の、それにもかかわらず装置とデータ通信をする、例えばコンピュータの構成要素としての入力装置において行なうことも可能である。

10

【 0 0 1 3 】

前述のことから、変調装置がレーザビーム発生装置に付設されていることがわかる。レーザビーム発生装置への変調装置の付設は、特に、レーザビーム発生装置から来るもしくはレーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームが変調装置に命中するように構成されている。従って、変調装置は、レーザビーム発生装置から来るレーザビームのビームパス内へ介装可能もしくは介装されている。レーザビーム発生装置とこれに付設された変調装置は、場合によっては存在するビーム偏向装置（スキャナ装置）以外に、装置側の露光装置の重要な構成要素を構成する。

20

【 0 0 1 4 】

相応の変調装置の実装により、特にレーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームのビーム特性、特にビームプロファイルの適切な変更の可能性を顧慮して改善された三次元の物体を付加製造するための装置が与えられている。

【 0 0 1 5 】

しかしながら、相応の変調装置の実装により、装置もしくはこれにより実施される付加的な構築過程のための更なる利点が得られる：

30

【 0 0 1 6 】

例えば、変調装置によって実現可能なレーザビームのビーム特性の適切な変更により、付加的に製造すべきもしくは製造された物体の品質の向上を実現することができる。付加的に製造すべきもしくは製造された物体の品質の向上は、特に、ビーム特性の適切な変更によって、選択的に固化すべきもしくは固化された構築材料層の場所的及び/又は時間的に決定される温度調整もしくは温度制御が実現できることによって理由づけられる。これは、特に、難処理性の構築材料の、即ち特に比較的狭いプロセス窓内でしか処理できない構築材料の処理にとって有利である。ビーム特性の適切な変更により、構築材料への適切な熱的影響は、構築材料層内の本来固化すべき固化領域、特に溶融範囲もしくは溶融池の周囲で実現できる。従って、構築材料の処理性を助長する温度調整効果もしくは熱処理効果を得ることができる。異なるビームプロファイルの調整も、付加的に製造すべきもしくは製造された物体の品質に対してプラスの影響を及ぼすことができる。

40

【 0 0 1 7 】

更に、変調装置によって実現可能なビーム特性の適切な変更は、構築時間の低減を、これにより装置によって実施可能な付加的な構築過程の効率の向上を実現することができる。構築時間の低減もしくは効率の向上は、特に、必用に応じて異なる、即ち例えば大面積又は小面積のビームプロファイルが実現できることによって、理由付けられる。例えば平面のビームプロファイルもしくは例えば平面の波面の分割により、複数の例えばストリップ状のビームプロファイルもしくは複数の例えばストリップ状の波面が、例えば実現できる。1つのビームプロファイルの複数のビームプロファイルへの相応の分割に依存せずに、異なるビ

50

ームプロファイルの調整も、装置によって実施可能な付加的な構築過程の構築時間の低減に対してプラスの影響を及ぼすことができる。

【0018】

変調装置によって実現可能なビーム特性の適切な変更により、変調装置は、更に、別の（光学的な）機能を担うことができるので、装置の構造的構成は、場合によっては簡素化することができる。変調装置は、例えば構築材料層上でレーザビームを偏向もしくは位置決めするために使用されるので、場合によってはビーム偏向装置を省略することができる。また、変調装置は、焦点平面を変更するために使用することもできるので、場合によっては（また）、焦点平面を調整するための装置もしくは相応の装置に典型的に付属する光学素子、特にレンズを省略することができる。最後に、変調装置は（また）、レーザビームをコリメートするために使用することができるので、場合によっては（また）、レーザビームをコリメートするためのコリメーション装置を省略することができる。

10

【0019】

変調装置は、レーザビーム発生装置から来るもしくはレーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームのビームパス内へ介装可能もしくは介装された複数の光変調素子（“変調素子”）を有することができる、これら光変調素子は、レーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームの少なくとも1つのビーム成分の、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータに影響を与えるために設置されている。それぞれの変調素子の数及び配置に応じて、個々の、複数の又は全ての変調素子に、レーザビーム発生装置から来るレーザビームの所定のビーム成分が命中することがあり得る。それぞれの変調素子に命中するビーム成分は、変調素子によって、そのビーム特性、即ち例えば、振幅、位相及び偏光に関して変更することができるので、全体として、そのビーム特性、言及したように例えばそのビームプロファイルに関して変更されたレーザビームが得られる。

20

【0020】

変調素子は、典型的にレーザビームのビームパス内へ介装可能又は介装された変調装置のハウジング構造内に配置又は形成され、このハウジング構造内に、これら変調素子は、典型的に、（互いに相対的な）所定の空間的配置及び/又は整向で存在する。この場合、変調素子は、特にピクセル式に、少なくとも1つの行及び/又は列で配置又は形成することができる。従って、複数の変調素子が、行状及び/又は列状に隣接した配置で存在できる。

30

【0021】

変調素子は、個々に又はグループごとに、レーザビームの、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータへの影響を可能にする状態（アクティブな状態）へ切替え可能にすることができる。特に、各変調素子は、それぞれの変調素子が、レーザビームもしくはレーザビーム成分の少なくとも部分的な透過又は反射を可能にする第1の状態と、それぞれの変調素子がレーザビームもしくはレーザビーム成分の少なくとも部分的な透過又は反射を可能にしない第2の状態へ切り替えることができる。変調素子の切替の根底にある制御は、変調装置に付属する制御装置によって行なうことができる。制御装置は、典型的に（直接的又は間接的に）既に言及した装置側の入力装置と連絡し、この入力装置を介して、（ユーザ側で）設定可能もしくは設定された相応の目標値を入力することができる。

40

【0022】

変調素子は、具体的に、液晶素子とすることができる、もしくは、これら変調素子は、相応の液晶素子を有することができる。従って、変調装置は、空間光変調器 - 英語で “spatial light modulator” 略してSLM - として形成することができ、この空間光変調器は、相応の液晶素子の適当な配置、整向及び切替えによって、レーザビームの個々の又は複数のレーザビームパラメータ、即ち特に振幅、位相又は偏光に別々又は累積的に影響を与えるために設置されている。

【0023】

50

前の段落から、変調装置を解して適切に変更可能な、ビーム特性、特にビームプロフィールに影響を与えるレーザビームパラメータが、特に、レーザビームのもしくはレーザビームの波面の振幅、位相又は偏光であり得ることがわかる。即ち、変調装置は、特に、レーザビームのもしくはレーザビームの波面の振幅、位相又は偏光を適切に変更するために設置することができる。

【0024】

言及したように、変調装置は、典型的にレーザビーム発生装置から来るもしくは典型的にレーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームのビームパス内に介装可能もしくは介装されている。従って典型的に、変調装置は、レーザビーム発生装置の下流に（光学的に）接続されている。

10

【0025】

これから出発して、変調装置は、第1の模範的な配置によれば、特に少なくとも1つのコリメータレンズを有するコリメータ装置と光学ミラー装置の間に配置又は形成することができる。この場合、変調装置は、一方ではコリメータ装置に、他方ではミラー装置に、直接的に隣接して配置又は形成することができる。第2の模範的な配置によれば、変調装置の下流に、光学ミラー装置と、特に光学レンズを有する第1のレンズ装置と、特に光学的空間フィルタを有する空間フィルタ装置と、特に別の光学レンズを有する別のレンズ装置と、特にフーリエレンズを有するフーリエレンズ装置を接続することができる。従って、前記の順序で配置された前で言及した光学素子の相応の配置により、いわゆる4f結像を実現することができる。前述のことから、変調装置が、一般に異なった配置で、装置もしくは装置側の露光装置の異なる光学素子の間に配置又は形成できること、がわかる。

20

【0026】

存在する場合には、変調装置の下流に、選択的に露光すべき構築材料層へレーザビームを偏向するために設置されたビーム偏向装置もしくはスキャナ装置が（光学的に）接続されている。ビーム偏向装置は、典型的に、装置側の露光装置からのレーザビームの出口の前のビームパス内に介装された最後の構築素子を構成し、露光装置の構成要素を、言及したようにレーザビーム発生装置と変調装置が典型的に構成する。

【0027】

本発明は、説明した装置のための変調装置にも関する。変調装置は、特にユーザ側で設定可能又は設定された目標値に基づいて、装置側のレーザビーム発生装置によって発生されたレーザビームの、ビーム特性、特にビームプロフィールに影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータを適切に変更するために設置されている。装置と関係して前で述べたことは、同様に変調装置に対しても当て嵌まる。

30

【0028】

本発明を、図の実施例により詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】 1つの実施例による装置の原理図

【図2】 1つの実施例による装置の原理図

【図3】 図1, 2に示した詳細IIIの原理図

40

【図4】 ビームプロフィールの原理図

【図5】 ビームプロフィールの原理図

【図6】 ビームプロフィールの原理図

【図7】 ビームプロフィールの原理図

【発明を実施するための形態】

【0030】

図1は、1つの実施例による装置1の原理図を示す。明らかに、図1には、以下で説明する原理を解説するために重要な装置1の部分が示されている。

【0031】

装置1は、レーザビーム5によって固化可能な構築材料3、即ち例えば金属粉から成る

50

構築材料層を連続的に層ごとに選択的に露光し、これに伴って固化することによって三次元の物体 2、即ち特に技術的な部品もしくは技術的な部品群を付加製造するために使用される。固化すべきそれぞれの構築材料層の選択的な固化は、物体に関する構築データに基づいて行なわれる。相応の構築データは、それぞれ付加製造すべき物体 2 の幾何学的もしくは幾何構造的形態を表す。相応の構築データは、例えば製造すべき物体 2 の“スライスされた”CADデータ含むことができる。

【0032】

装置 1 は、不活性化可能なプロセスチャンバ（詳細には示していない）を有し、このプロセスチャンバ内で、それぞれの物体 2 の本来の付加製造が行なわれる。プロセスチャンバ内に、付加的な構築過程を実施するために必要な機能性成分の少なくとも一部が、即ち特に水平に整向された二重矢印 P 1 によって示されるように移動可能に支承されかつ構築平面内の固化すべき構築材料層を形成するために設置されたコーティング装置 6 が、配置もしくは形成され得る。プロセスチャンバは、装置 1 のハウジング構造（示していない）の一部を構成し得る。

10

【0033】

それぞれの構築材料層を選択的に露光するために、装置は、複数の機能性の構成要素を備える露光装置 7 を有する。露光装置 7 の機能性の構成要素の構成もしくは機能を、以下で解説する。

【0034】

露光装置 7 の第 1 の構成要素は、レーザビーム発生装置 4 である。レーザビーム発生装置 4 は、少なくとも 1 つのレーザビームパラメータ、即ち特に振幅、位相、偏光によって定義されたビーム特性、特に定義されたビームプロファイルを有するレーザビーム 5 を発生させるために設置されている。レーザビーム発生装置 4 によって発生されたレーザビーム 5 は、例えばガウス状のビームプロファイルを備える。

20

【0035】

レーザビーム発生装置 4 の直ぐ下流に（光学的に）接続されて、コリメータレンズ（詳細には示していない）を有するコリメータ装置 8 が配置されている。コリメータ装置 8 は、コリメーションのため、即ちレーザビーム発生装置 4 から来る（発散的な）レーザビーム 5 を平行化するために使用される。従って、コリメータ装置 8 は、レーザビーム 5 のビームパス内へ介装されている。

30

【0036】

コリメータ装置 8 の直ぐ下流に（光学的に）接続されて、変調装置 9 が配置されている。変調装置 9 は、レーザビーム 5 の、ビーム特性に影響を与える少なくとも 1 つのレーザビームパラメータを適切に変更もしくは変調するために設置されている。特に、変調装置 9 は、レーザビーム 5 の、ビームプロファイルに影響を与える少なくとも 1 つのレーザビームパラメータを適切に変更するために、即ち、レーザビーム 5 のビームプロファイルを適切に変更するために設置されている。変調装置 9 により、相応のレーザビームパラメータを適切に変更することによって、（ほぼ）任意の、即ち特に墓所的及び / 又は時間的に可変のビーム特性、特に任意のビームプロファイル - 模範的にだけガウスプロファイル又はトップハットプロファイルを参照されたい - を有するレーザビーム 5 を、発生させることができる。特に、変調装置 9 により、レーザビーム 5 の波面、従ってビームプロファイルを適切に変更することができる。波面もしくはビームプロファイルの変更とは、更に以下で図 6、7 に示した横断面もしくは強度プロファイルの説明と関係して開設されるような、レーザビーム 5 の（唯一の）ビームプロファイルの複数の不連続なビームプロファイルへの分割であると理解し得る。

40

【0037】

レーザビーム 5 のビーム特性に影響を与えるそれぞれのレーザビームパラメータの、変調装置 9 によって可能な適切な変更は、特にユーザ側で例えばプログラミングによって設定可能もしくは設定された目標値に基づいて行なわれる。目標値は、ビーム特性に該当する少なくとも 1 つのレーザビームパラメータ（目標レーザビームパラメータ）に該当し得

50

る。特に、目標値は、レーザビーム 5 のビームプロフィール（目標ビームプロフィール）に該当し得る。

【0038】

相応の目標値を設定するために、装置 1 は、適当な入力装置（示してない）を、例えば装置側のユーザインターフェース（示してない）の構成要素として有し、このユーザインターフェースを介して、ユーザは、（ユーザ側の）入力を、即ち特にイメージ入力、テキスト入力又は音声入力を、相応の目標値を設定するため - 一般には所望のビーム特性、即ち特に所望のビームプロフィールを備えるレーザビーム 5 を設定するため - に行なうことができる。

【0039】

従って、変調装置 9 は、レーザビーム発生装置 4 に付設されている。レーザビーム発生装置 4 への変調装置 9 の付設は、レーザビーム発生装置 4 から来るもしくはレーザビーム発生装置 4 によって発生されたレーザビーム 5 が変調装置 9 に命中するように構成されている。従って、変調装置 9 は、同様に、レーザビーム 5 のビームパス内へ介装されている。

【0040】

図 1, 2 に示された詳細 I I I の 1 つの原理図を示す図 3 からわかるように、変調装置 9 は、レーザビーム 5 のビームパス内へ介装可能もしくは介装された複数の光変調素子 10 を有し、これら光変調素子は、レーザビーム 5 の少なくとも 1 つのビーム成分の、ビーム特性に影響を与えるレーザビームパラメータに影響を与えるために設置されている。それぞれの光変調素子 10 の数及び配置に応じて、個々の、複数の又は全ての光変調素子 10 に、レーザビーム 5 の所定のビーム成分が命中することがあり得る。それぞれの光変調素子 10 に命中するビーム成分は、変調素子 10 によって、そのビーム特性、即ち例えば、振幅、位相及び偏光に関して変更することができるので、全体として、そのビーム特性に関して変更されたレーザビーム 5 が得られる。

【0041】

図 3 により、変調素子 10 が、レーザビーム 5 のビームパス内へ介装された変調装置 9 のハウジング構造 11 内に配置もしくは形成され、このハウジング構造内に、これら変調素子は、（互いに相対的な）所定の空間的配置及び / 又は整向で存在する。この場合、変調素子 10 は、特にピクセル式に、1 つの行もしくは列で - 当然、複数の行及び / 又は列での配置も考えられる - 配置もしくは形成されている。

【0042】

変調素子 10 は、個々に又はグループごとに、レーザビーム 5 の、ビーム特性に影響を与える 1 つのレーザビームパラメータへの影響を可能にする状態（アクティブな状態）へ切替え可能にすることができる。特に、各変調素子 10 は、それぞれの光変調素子 10 が、例えばレーザビーム 5 もしくはレーザビーム成分の少なくとも部分的な透過又は反射を可能にする第 1 の状態と、それぞれの光変調素子 10 が、例えばレーザビーム 5 もしくはレーザビーム成分の少なくとも部分的な透過又は反射を可能にしない第 2 の状態へ切り替えることができる。変調素子 10 の切替えの根底にある制御は、変調装置 9 に付属する制御装置（示してない）によって行なうことができる。制御装置は、（直接的又は間接的に）既に言及した装置側の入力装置と連絡し、この入力装置を介して、（ユーザ側で）設定可能もしくは設定された相応の目標値を入力することができる。

【0043】

変調素子 10 は、具体的に、液晶素子とすることができる。従って、変調装置 9 は、空間光変調器 - 英語で “ s p a t i a l l i g h t m o d u l a t o r ” 略して S L M - として形成され、この空間光変調器は、相応の液晶素子の適当な配置、整向及び切替えによって、レーザビーム 5 の個々の又は複数のレーザビームパラメータ、即ち特に振幅、位相又は偏光に別々又は累積的に影響を与えるために設置されている。従って、変調装置 9 を介して適切に変更可能な、ビーム特性、特にビームプロフィールに影響を与えるレーザビームパラメータは、特にレーザビーム 5 のもしくはレーザビーム 5 の波面の振幅、位相

10

20

30

40

50

又は偏光である。即ち、変調装置 9 は、特に、レーザビーム 5 のもしくはレーザビーム 5 の波面の振幅、位相又は偏光を適切に変更するために設置されている。

【0044】

図 3 に示した実施例で、変調装置 9 が、(レーザビーム 5 の強度及び偏光の変更のない)レーザビーム 5 の位相の適切な変更によって、レーザビーム 5 の平坦なビームプロファイルもしくは平坦な波面から出発して、適切な位相変更に基づいてレーザビーム 5 の段状のビームプロファイルもしくは段状の波面を発生させるために設置できることが、図解されている。これは、当然純粋に模範的であると理解することができる。

【0045】

変調装置 9 の直ぐ下流に(光学的に)接続されて、ミラー素子(詳細には示していない)を有するミラー装置 12 が配置されている。ミラー装置 12 は、変調装置 9 から来るレーザビーム 5 を、ミラー装置 12 の直ぐ下流に(光学的に)接続されて配置された、フーリエレンズ(詳細には示していない)を有するフーリエレンズ装置 13 へ偏向するために使用される。従って、ミラー装置 12 とフーリエレンズ装置 13 は、同様にレーザビーム 5 のビームパス内へ介装されている。

10

【0046】

フーリエレンズ装置 13 の直ぐ下流に(光学的に)接続されて、ビーム偏向装置 14 (スキャナ装置)が配置されている。ビーム偏向装置 14 は、レーザビーム 5 をそれぞれ選択的に固化すべき構築材料層へ適切に偏向するために使用される。従って、ビーム偏向装置 14 は、露光装置 7 からのレーザビーム 7 の出口の前のレーザビーム 5 のビームパス内へ介装された最後の構成要素を構成する。

20

【0047】

図 2 は、別の実施例による装置 1 の原理図を示す。明らかに、図 2 にも、説明する原理を解説するために重要な装置 1 の部分だけが示されている。

【0048】

図 2 に示した実施例では、ミラー装置 12 の直ぐ下流に、光学レンズ(詳細には示していない)を有する第 1 の(もしくは別の)レンズ装置 15 が、(光学的に)接続されて配置されている。第 1 のレンズ装置 15 の直ぐ下流に、例えばピンホールの形態の光学的空間フィルタ(詳細には示していない)を有する空間フィルタ装置 16 が、(光学的に)接続されて配置されている。空間フィルタ装置 16 の直ぐ下流に、別の光学レンズ(詳細には示していない)を有する第 2 の(もしくは別の)レンズ装置 17 が、(光学的に)接続されて配置されている。別のレンズ装置 17 の下流に、フーリエレンズ装置 13 とビーム偏向装置 14 が接続されている。前記の順序で配置された前で言及した光学素子の説明した配置により、4f 結像が実現可能である。

30

【0049】

図 4 ~ 7 は、レーザビーム 5 のビームプロファイルのそれぞれ 1 つの原理図を示す。この場合、図 4 及び 6 は、それぞれ、変調装置 9 によって設定可能もしくは設定された目標値に基づいて変更されたレーザビーム 5 の(レーザビーム 5 の伝播方向に関する)横断面を示す。図 5 には、レーザビーム 5 の図 4 に示した横断面に対する強度分布が、図 7 には、レーザビーム 5 の図 6 に示した横断面に対する強度分布が、図示されている。

40

【0050】

図 4 , 6 により、変調装置 9 によって、半径方向に可変の強度を有する - 具体的に、強度は、半径方向に内側から外側に向かって減少する - 例えば横断面が円形のレーザビーム 5 を発生させ得ることが、明らかである。

【0051】

図 5 , 7 により、変調装置 9 によって、レーザビーム 5 の(唯一の)ビームプロファイルを複数の不連続なビームプロファイルもしくは波面へ分割することも実現し得ることが、明らかである。具体的に、レーザビーム発生装置 4 から来るレーザビーム 5 は、ここでは比較的先のとがった強度分布を有する 2 つの点状のレーザビーム 5 へ分割されている。

【0052】

50

(付記)

以上の開示から、以下の付記が提案される。

<実施態様 1 >

レーザビーム発生装置(4)によって発生されたレーザビーム(5)によって固化可能な構築材料(3)から成る構築材料層を連続的に層ごとに選択的に露光し、これに伴って固化することによって三次元の物体(2)を付加製造するための装置(1)であって、

- 少なくとも1つのレーザビームパラメータによって定義されたビーム特性を有する、特に少なくとも1つのレーザビームパラメータによって定義されたビームプロファイルを有するレーザビーム(5)を発生させるために設置されたレーザビーム発生装置(4)と、

- 特にユーザ側で設定可能又は設定された目標値に基づいて、レーザビーム発生装置(4)によって発生されたレーザビーム(5)の、ビーム特性、特にビームプロファイルに影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータを適切に変更するために設置された、レーザビーム発生装置(4)に付設された変調装置(9)

を有すること、を特徴とする装置。

<実施態様 2 >

変調装置(9)が、レーザビーム発生装置(4)によって発生されたレーザビーム(5)のビームパス内へ介装可能又は介装された複数の光変調素子(10)を有し、これら光変調素子が、レーザビーム発生装置(4)によって発生されたレーザビーム(5)の少なくとも1つのビーム成分の、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータに影響を与えるために設置されていること、を特徴とする実施態様1に記載の装置。

<実施態様 3 >

光変調素子(10)が、特にピクセル式に、少なくとも1つの行及び/又は列で配置又は形成されていること、を特徴とする実施態様2に記載の装置。

<実施態様 4 >

光変調素子(10)が、個々に又はグループごとに、レーザビーム(5)の、ビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータへの影響を可能にする状態へ切替え可能であること、を特徴とする実施態様2又は3に記載の装置。

<実施態様 5 >

光変調素子(10)が、液晶素子として形成されているか、少なくとも1つの液晶素子を有すること、を特徴とする実施態様2~4のいずれか1項に記載の装置。

<実施態様 6 >

変調装置(9)が、空間光変調器として形成されているか、空間光変調器を有すること、を特徴とする実施態様1~5のいずれか1項に記載の装置。

<実施態様 7 >

変調装置(9)が、レーザビーム発生装置(4)の下流に接続され、変調装置が、特に少なくとも1つのコリメータレンズを有するコリメータ装置(8)と光学ミラー装置(12)の間に配置又は形成されていること、を特徴とする実施態様1~6のいずれか1項に記載の装置。

<実施態様 8 >

変調装置(9)が、レーザビーム発生装置(4)の下流に光学的に接続され、変調装置(9)の下流に、光学ミラー装置(12)と、特に光学レンズを有する第1のレンズ装置(15)と、特に光学的空間フィルタを有する空間フィルタ装置(16)と、特に別の光学レンズを有する別のレンズ装置(17)と、特にフーリエレンズを有するフーリエレンズ装置(13)が接続されていること、を特徴とする実施態様1~7のいずれか1項に記載の装置。

<実施態様 9 >

変調装置(9)の下流に、選択的に露光すべき構築材料層へレーザビーム(5)を偏向するために設置されたビーム偏向装置(14)が接続されていること、を特徴とする実施態様1~8のいずれか1項に記載の装置。

10

20

30

40

50

< 実施態様 10 >

変調装置(9)を介して適切に変更可能な、ビーム特性、特にビームプロファイルに影響を与えるレーザビームパラメータが、レーザビーム(5)の、特にレーザビーム(5)の波面の振幅であり、変調装置(9)が、レーザビーム(5)の振幅を変更するために設置されていること、及び/又は、

変調装置(9)を介して適切に変更可能な、ビーム特性、特にビームプロファイルに影響を与えるレーザビームパラメータが、レーザビーム(5)の、特にレーザビーム(5)の波面の位相であり、変調装置(9)が、レーザビーム(5)の位相を変更するために設置されていること、及び/又は、

変調装置(9)を介して適切に変更可能な、ビーム特性、特にビームプロファイルに影響を与えるレーザビームパラメータが、レーザビーム(5)の、特にレーザビーム(5)の波面の偏光であり、変調装置(9)が、レーザビーム(5)の偏光を変更するために設置されていること、

を特徴とする実施態様1~9のいずれか1項に記載の装置。

< 実施態様 11 >

実施態様1~10のいずれか1項に記載の装置(1)のための変調装置(9)において、変調装置(9)が、特にユーザ側で設定可能又は設定された目標値に基づいて、装置側のレーザビーム発生装置(4)によって発生されたレーザビーム(5)の、ビーム特性、特にビームプロファイルに影響を与える少なくとも1つのレーザビームパラメータを適切に変更するために設置されていること、を特徴とする変調装置。

【符号の説明】

【0053】

- 1 装置
- 2 三次元の物体
- 3 構築材料
- 4 レーザビーム発生装置
- 5 レーザビーム
- 6 コーティング装置
- 7 露光装置
- 8 コリメータ装置
- 9 変調装置
- 10 光変調素子
- 11ハウジング構造
- 12ミラー装置
- 13フーリエレンズ装置
- 14ビーム偏向装置
- 15第1のレンズ装置
- 16空間フィルタ装置
- 17第2のレンズ装置
- P1二重矢印

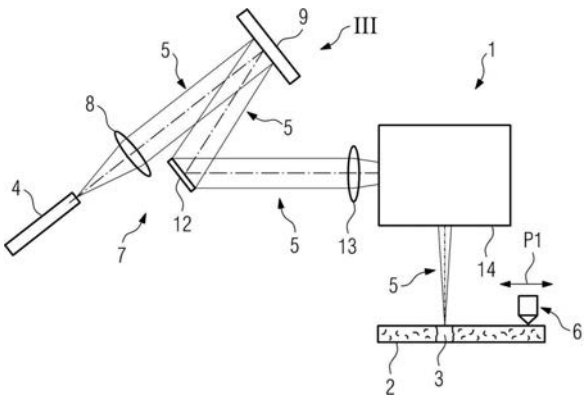
10

20

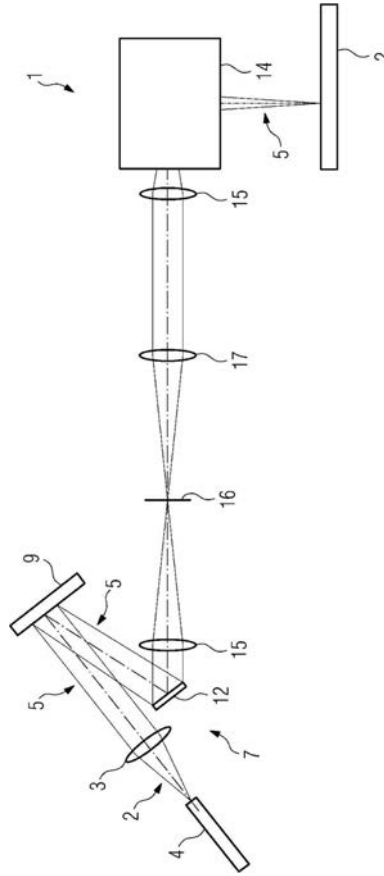
30

40

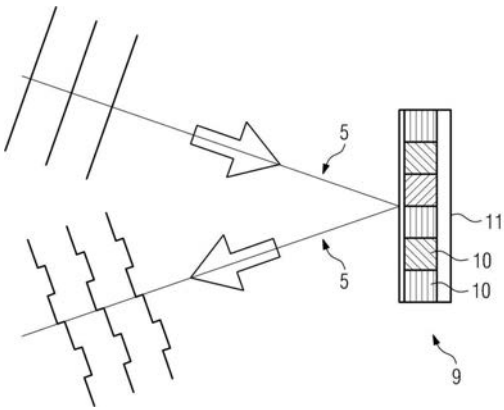
【 図 1 】



【 図 2 】



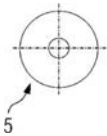
【 図 3 】



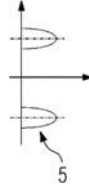
【 図 6 】



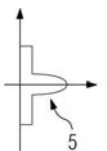
【 図 4 】



【 図 7 】



【 図 5 】



【手続補正書】

【提出日】令和2年1月7日(2020.1.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザービーム発生装置(4)によって発生されたレーザービーム(5)によって固化可能な構築材料(3)から成る構築材料層を連続的に層ごとに選択的に露光し、これに伴って固化することによって三次元の物体(2)を付加製造するための装置(1)であって、

少なくとも1つのレーザービームパラメータによって定義されたビーム特性を有する、又は少なくとも1つのレーザービームパラメータによって定義されたビームプロファイルを有するレーザービーム(5)を発生させるために設置されたレーザービーム発生装置(4)と、

設定可能又は設定された目標値に基づいて、レーザービーム発生装置(4)によって発生されたレーザービーム(5)の、ビーム特性、又はビームプロファイルに影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータを適切に変更するために設置された、レーザービーム発生装置(4)に付設された変調装置(9)を有すること、

その際、変調装置(9)が、強度が、半径方向内側から外側に向かって減少し、かつ横断面が円形のレーザービーム(5)を発生させるか、又はレーザービーム(5)を比較的先のとがった強度分布を有する2つの点状のレーザービーム(5)へと分割するよう構成されていることを特徴とする装置。

【手続補正書】

【提出日】令和2年1月14日(2020.1.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

三次元の物体を付加製造するための装置であって、

少なくとも1つのレーザービームパラメータによって定義されたビーム特性を有するレーザービームを発生させるために設置されたレーザービーム発生装置と、

設定可能又は設定された目標値に基づいて、前記レーザービーム発生装置によって発生された前記レーザービームのビーム特性に影響を与える少なくとも1つのレーザービームパラメータを適切に変更するために設置され、前記レーザービーム発生装置に付設された変調装置とを有し、

前記変調装置が、前記レーザービーム発生装置の下流に接続され、コリメータ装置と光学ミラー装置との間に配置又は形成されている装置。

【請求項2】

前記変調装置が、空間光変調器として形成されている、又は空間光変調器を有する請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記コリメータ装置が、少なくとも1つのコリメータレンズを有する請求項1又は2に記載の装置。

【請求項4】

前記変調装置が、前記レーザービーム発生装置の下流に光学的に接続され、前記光学ミラー装置と、第1のレンズ装置と、空間フィルタ装置と、別のレンズ装置と、フーリエレン

ズ装置とが、前記変調装置の下流に接続されている請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

前記変調装置の下流に、選択的に露光すべき構築材料層へ前記レーザービームを偏向するために設置されたビーム偏向装置が接続されている請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記変調装置を介して適切に変更可能であり、前記ビーム特性に影響を与える前記レーザービームパラメータが、

前記レーザービームの振幅であり、前記変調装置が、前記レーザービームの前記振幅を変更するために設置されている、及び/又は、

前記レーザービームの位相であり、前記変調装置が、前記レーザービームの前記位相を変更するために設置されている、及び/又は、

前記レーザービームの偏光であり、前記変調装置が、前記レーザービームの前記偏光を変更するために設置されている請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

前記変調装置が、前記レーザービーム発生装置によって発生された前記レーザービームのビームパス内へ介装可能又は介装された複数の光変調素子を有し、前記光変調素子が、前記レーザービーム発生装置によって発生された前記レーザービームの少なくとも 1 つのビーム成分の、前記ビーム特性に影響を与える少なくとも 1 つの前記レーザービームパラメータに影響を与えるために設置されている請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 8】

前記光変調素子が、少なくとも 1 つの行及び/又は列で配置又は形成されている請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記光変調素子が、個々に又はグループごとに、前記レーザービームの、前記ビーム特性に影響を与える少なくとも 1 つの前記レーザービームパラメータへの影響を可能にする状態へ切替え可能である請求項 7 又は 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記光変調素子が、液晶素子として形成されているか、少なくとも 1 つの液晶素子を有する請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 11】

三次元の物体を付加製造するための方法であって、

少なくとも 1 つのレーザービームパラメータによって定義されたビーム特性を有するレーザービームをレーザービーム発生装置により発生させ、

設定可能又は設定された目標値に基づいて、前記レーザービーム発生装置によって発生された前記レーザービームのビーム特性に影響を与える少なくとも 1 つのレーザービームパラメータを、前記レーザービーム発生装置に付設された変調装置により適切に変更し、

前記変調装置が、前記レーザービーム発生装置に接続され、コリメータ装置と光学ミラー装置との間に配置又は形成されている方法。

【請求項 12】

前記変調装置が、前記レーザービーム発生装置の下流に光学的に接続され、前記光学ミラー装置と、第 1 のレンズ装置と、空間フィルタ装置と、別のレンズ装置と、フーリエレンズ装置とが、前記変調装置の下流に接続されている請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記変調装置の下流に接続されたビーム偏向装置により、選択的に露光すべき構築材料層へ前記レーザービームを偏向する請求項 11 又は 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記変調装置を介して適切に変更可能であり、前記ビーム特性に影響を与える前記レーザービームパラメータが、

前記レーザービームの振幅であり、前記変調装置が、前記レーザービームの前記振幅を変更するために設置されている、及び/又は、

前記レーザービームの位相であり、前記変調装置が、前記レーザービームの前記位相を変更するために設置されている、及び/又は、

前記レーザービームの偏光であり、前記変調装置が、前記レーザービームの前記偏光を変更するために設置されている請求項 1 1 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記変調装置が、前記レーザービーム発生装置によって発生された前記レーザービームのビームパス内へ介装可能又は介装された複数の光変調素子を有し、

前記光変調素子により、前記レーザービーム発生装置によって発生された前記レーザービームの少なくとも 1 つのビーム成分の、前記ビーム特性に影響を与える少なくとも 1 つの前記レーザービームパラメータに影響を与える請求項 1 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 6】

個々に又はグループごとに、前記レーザービームの、前記ビーム特性に影響を与える少なくとも 1 つの前記レーザービームパラメータへの影響を可能にする状態へ、前記光変調素子を切替える請求項 1 5 に記載の方法。

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	
B 2 9 C 64/393 (2017.01)	B 2 9 C 64/393	
B 3 3 Y 50/02 (2015.01)	B 3 3 Y 50/02	
B 2 3 K 26/062 (2014.01)	B 2 3 K 26/062	
B 2 3 K 26/067 (2006.01)	B 2 3 K 26/067	
B 2 3 K 26/064 (2014.01)	B 2 3 K 26/064	Z
B 2 3 K 26/34 (2014.01)	B 2 3 K 26/34	
B 2 3 K 26/21 (2014.01)	B 2 3 K 26/21	Z
B 2 8 B 1/30 (2006.01)	B 2 8 B 1/30	

(72)発明者 フローリアーン・ベックマン
ドイツ連邦共和国、9 6 2 1 5 リヒテンフェルス、ズデーテンストラッセ、1 5

(72)発明者 マルクス・シュタルク
ドイツ連邦共和国、9 6 1 3 5 ヴァイツェンブルク、ザマースヴィンケル、6

Fターム(参考) 4E168 CB04 DA39 EA06 EA11 EA13 KA01
4F213 WA25 WA34 WB01 WL02 WL12 WL13 WL76 WL77 WL85 WL96
4G052 DA02 DB12 DC06
4K018 CA44 EA51 EA60