

(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2013-22965
(P2013-22965A)

(43) 公開日 平成25年2月4日(2013.2.4)

(51) Int.Cl.
B29C 67/00 (2006.01)

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 10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-163136 (P2012-163136)
(22) 出願日 平成24年7月23日 (2012.7.23)
(31) 優先権主張番号 10 2011 079 521.9
(32) 優先日 平成23年7月21日 (2011.7.21)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 501073862
エボニック デグサ ゲーエムベーハー
Evonik Degussa GmbH
ドイツ連邦共和国 エッセン レリングハウ
ゼー シュトラーセ 1-11
Rellinghauser Stras
se 1-11, D-45128 Es
sen, Germany

(74) 代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
ンハルト

(74) 代理人 100099483
弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

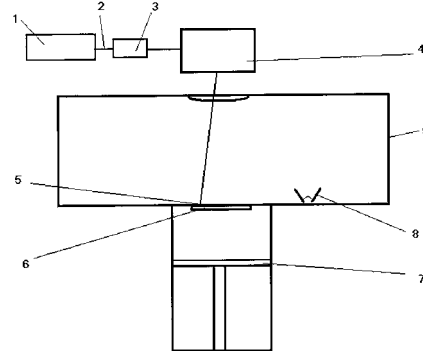
(54) 【発明の名称】 三次元の物体を層状に製造するための装置と方法及びモールド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】粉末状のポリマーから成るモールドを形成するためのレーザ焼結方法において、ポリマー材料がレーザの焦点における局所的な温度ピークによって損傷することを解決する手段を提供する。

【解決手段】レーザビーム2がスキャンシステム4によって粉末表面5に偏向される前に、適切なビーム成形装置3によって変形されるようにする。ビーム成形装置3としては屈折型ビーム成形器、ホモジナイザ等を用いることが出来る。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくともレーザを備えている、三次元の物体を層状に製造するための装置において、該装置はビーム成形システムを備えていることを特徴とする、装置。

【請求項 2】

前記ビーム成形システムは焦点における出力密度に関する最大値を、焦点における出力密度の平均値を超えて 50%未満に調整する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記ビーム成形システムは、屈折型ビーム成形器及び / 又はホモジナイザである、請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

ポリマー粉末から三次元の物体を層状に製造するための方法において、

前記ポリマー粉末の選択性の溶融又は焼結をレーザによって行い、焦点における出力密度に関するレーザの最大値は焦点における出力密度の平均値を超えて 50%未満であることを特徴とする、方法。

【請求項 5】

前記焦点における出力密度に関する最大値は、前記焦点における出力密度の平均値を超えて 20%未満である、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記焦点における出力密度に関する最大値は、前記焦点における出力密度の平均値を超えて 10%未満である、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

前記焦点における出力密度分布をビーム変形によって調整する、請求項 4 乃至 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記ビーム変形を屈折型ビーム成形器及び / 又はホモジナイザを用いて行なう、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の装置又は請求項 4 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法を用いてポリマー粉末から製造されることを特徴とする、モールド。

【請求項 10】

ISO307 に準拠して、使用されるポリマー粉末に比べて 10%以上小さくない溶液粘度を有する、請求項 9 に記載のモールド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元の物体を層状に製造するための装置と方法、並びにこの装置又は方法により製造されるモールドに関する。

【背景技術】

【0002】

プロトタイプを迅速に準備することが最近頻繁に課される課題である。これを実現する方法として、ラピッドプロトotyping (Rapid Prototyping) / ラピッドマニファクチャリング (Rapid Manufacturing) 又は積層造形法 (Additive Fabrication) が挙げられる。特に適している方法は、粉末状の原材料を基礎として、また選択性の溶融及び硬化によって所望の構造が層状に製造されるものである。そのような方法においては、溶融された領域を包囲する粉体層が十分な支持効果を提供するので、張り出し部及びアンダーカットにおける支持構造を省略することができる。同様に、支持部を除去する後処理も省略される。この方法は小ロット生産にも適している。製造空間温度は、製造プロセス中に層状に製造される構造体に変形が生じない選定される。

【0003】

10

20

30

40

50

ラピッドプロトタイピング/ラピッドマニファクチャリングに非常に良く適している方法は選択性のレーザ焼結（粉末造形；Selective Laser Sintering）である。粉末状のポリマーから成るモールドを形成するためのレーザ焼結方法（ラピッドプロトタイピング）は特許明細書US 6136948及びWO 96/06881（いずれもDTM社による出願）に詳細に記載されている。その用途のために多数のポリマー及びコポリマー、例えばポリアセテート、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリエチレン、イオノマー及びポリアミドが必要とされる。

【0004】

上述の方法における問題は、ポリマー材料がレーザの焦点における局所的な温度ピークによって損傷することである。局所的な温度ピークはポリマーの分子鎖を破壊する虞がある。更には処理時に、ポリマー材料の成分がレーザの焦点における温度ピークによって放出されることがある。放出された物質はプロセスを妨害する。何故ならば、それらの物質はレンズ又はパイロメータのような重要な構成部材に堆積し、またそれらの機能に障害を生じさせるからである。レーザエネルギーを単に低下させることは問題の解決にとって有用ではない。何故ならば、そのようにレーザエネルギーを低下した場合には、粉末材料を高速に十分に溶融するためには、十分なエネルギーが供給されないからである。この措置によってプロセス時間が著しく延長される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

【特許文献1】US 6136948

【特許文献2】WO 96/06881

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って本発明の課題は、レーザ焼結プロセスを改善することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

装置に関しては、装置がビーム成形システムを備えていることによって課題を解決する。

30

【0008】

方法に関しては、ポリマー粉末の選択性の溶融又は焼結をレーザによって行い、焦点における出力密度に関するレーザの最大値が焦点における出力密度の平均値を超えて50%未満であることによって課題を解決する。

【0009】

モールドに関しては、モールドが本発明による装置又は本発明による方法によってポリマー粉末から製造されることによって課題を解決する。

【発明の効果】

【0010】

驚くべきことに、この問題はレーザの焦点における適切な出力密度分布もしくはエネルギー密度分布によって解決できることが分かった。

40

【0011】

本発明の第1の対象は、少なくともレーザを備えている、三次元の物体を層状に製造するための装置であり、この装置はビーム成形システムを備えている。有利には、ビーム成形システムによって、焦点における出力密度に関する最大値が焦点における出力密度の平均値を超えて50%未満、有利には20%未満、特に有利には10%未満に調整される。

【0012】

驚くべきことに、レーザの焦点における出力密度の最大値が全体の焦点にわたる出力密度に関する値を50%以上上回らないように出力密度分布が構成される場合には、それによって分子量減成を回避できることが分かった。レーザビームに関して一般的なほぼガウ

50

ス形状のレーザ出力分布（電磁界の振幅は伝播軸との距離が大きくなるに連れ指数的に低下する）はこの要求を満たすものではなく、むしろ分子量減成が観測される。特に本発明による装置は、ビーム成形システムを設けるだけで、コーティング装置における比較的大規模な改造を行う必要なく、本発明による利点を達成することができるという利点を有している。

【0013】

基本的には、当業者には公知であるあらゆるビーム成形システムが本発明による装置に適しており、また有利にはその種のビーム成形システムは屈折型ビーム成形器（Refraktiven Beam Shaper）及び／又はホモジナイザである。

【図面の簡単な説明】

10

【0014】

【図1】本発明による装置の一つの実施の形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明による装置の一つの実施の形態が図1に示されている。つまり、物体を層状に製造するための装置は製造容器9を備えている。この製造容器内では、実質的に平坦であり、且つ、製造容器の上端に対して実質的に平行に配向されている上面を備えている支持体7が配置されている。支持体7は製造すべき物体6を支持するために構成されている。支持体7を（図示していない）高さ調整装置によって垂直方向に移動させることができる。粉末材料が供給及び硬化される平面は作業平面5を形成する。レーザ1からはレーザビーム2が送出され、このレーザビーム2がスキャンシステム4によって粉末表面5に偏向される前に、適切な装置3によって変形される。

20

【0016】

製造容器の温度を調整することができる、及び／又は、製造容器を不活性ガス、例えばアルゴンでもって不活性化することができる。

【0017】

本発明の別の対象は、ポリマー粉末から三次元の物体を層状に製造するための方法であり、この方法においてはポリマー粉末の選択性の溶融又は焼結がレーザによって行われ、焦点における出力密度に関するレーザの最大値は焦点における出力密度の平均値を超えて50%未満である。有利には、焦点における出力密度に関する最大値は焦点における出力密度の平均値を超えて20%未満、特に有利には10%未満である。

30

【0018】

本発明による方法においては、焦点における出力密度分布が特にビーム成形器によって調整され、有利には上記において述べたように装置内のビーム成形器によって調整され、特に有利には屈折型ビーム成形器及び／又はホモジナイザを用いたビーム成形が行われる。

【0019】

基本的には、当業者には公知であるいずれのポリマー粉末も本発明による装置又は本発明による方法への使用に適している。適しているものとして、特に熱可塑性材料及び熱弾性材料、例えばポリエチレン（PE，HDPE，LDPE）、ポリプロピレン（PP）、ポリアミド、ポリエステル、ポリエステルエステル、ポリエーテルエステル、ポリフェニレンエーテル、ポリアセタール、ポリアルキレンテレフタレート、特にポリエチレンテレフタレート（PET）及びポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリビニルアセタール、ポリビニルクロライド（PVC）、ポリフェニレンオキシド（PPO）、ポリオキシメチレン（POM）、ポリスチロール（PS）、アクリルニトリル-ブタジエン-スチレン（ABS）、ポリカーボネート（PC）、ポリエーテルスルホン、サーモプラスチックポリウレタン（TPU）、ポリアリールエーテルケトン、特にポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリエーテルエーテルケトンケトン（PEEKK）、ポリアリールエーテルエーテルエーテルケトン（PEEEK）又はポリエーテルケトンエーテルケトンケトン（PEKEKK）、ポリエーテルイ

40

50

ミド (PEI)、ポリアリレンスルフィド、特にポリフェニレンスルフィド (PPS)、サーモプラスチックポリイミド (PI)、ポリアミドイミド (PAI)、ポリビニリデンフルオリド、並びに、それらの熱可塑性材料のコポリマー、例えばポリアリールエーテルケトン (PAEK) / ポリアリールエーテルスルホン (PAES) - コポリマー、混合物および / またはポリマーブレンド、が挙げられる。特に有利には、ポリマー粉末は少なくとも一つのポリアミド、特にポリアミド 12 を含んでいる。

【 0 0 2 0 】

通常の場合、動作時にはまず、製造すべき物体 6 の形状に関するデータがコンピュータにおいて構造プログラム等に基づいて作成又は記憶される。それらのデータは物体の製造のために、物体がその寸法に比べて薄い水平方向の複数の層に分割され、例えばデータセットの形態の形状データ、例えば CAD データがそれら複数の層の各々に対して準備されるように処理される。各層に関するデータの作成及び処理を各層の製造前に行なうことができるか、又は各層の製造と同時に行なうこともできる。

10

【 0 0 2 1 】

続いて、まず、製造プラットフォーム 7 が高さ調整装置を用いて、製造プラットフォーム 7 の表面が製造空間の表面を有する平面に位置している一番高い位置にまで運ばれ、続いて、第 1 の材料層の所定の厚さの値分だけ降下され、それにより、生じた区間内では凹み領域が形成されており、この凹み領域は側方ではその区間の壁によって境界付けられており、下方では製造プラットフォーム 7 の表面によって境界付けられている。更には、例えばアプリケーション 8 を用いて、硬化すべき材料の第 1 の層が所定の層厚でもって、前述の区間及び製造プラットフォーム 7 によって形成されている中空室又は凹み領域内に形成され、必要に応じて加熱装置によって適切な動作温度、例えば 100 から 360、有利には 120 から 200、特に有利には 140 から 160 に加熱される。続いて制御ユニット 4 は、偏向された光ビーム 2 が連続的に層のあらゆる箇所に入射し、その入射箇所において材料を焼結または溶融させるように偏向装置を制御する。そのようにして、まず固い基底層を形成することができる。第 2 のステップにおいては、製造プラットフォーム 7 が高さ調整装置を用いて一つの層の厚さ分だけ降下され、アプリケーション 8 を用いて、その降下によって生じる区間における凹み領域内に第 2 の材料層が形成され、必要に応じて再び加熱装置によって加熱される。

20

【 0 0 2 2 】

一つの実施の形態においては、偏向された光ビーム 2 が前述の区間の内面に接している材料層の領域上にのみ入射し、その入射箇所において材料層が焼結により硬化するように、制御ユニット 4 によって偏向方向が制御される。材料層の硬化によって、約 2 mm から 10 mm の壁厚を有する第 1 のリング状の壁層が生じ、この壁層は層の残存する粉末材料を完全に包囲している。従って制御装置のこの部分は、各層における物体の形成と同時に、製造すべき物体 6 を包囲している容器壁を形成するための装置を表している。

30

【 0 0 2 3 】

上記と同じやり方で、次の層の層厚の分だけ製造プラットフォーム 7 を降下し、材料を供給し、また加熱を行なった後に、物体 6 自体の製造を開始することができる。続いて、制御ユニットに記憶されている、製造すべき物体 6 の座標に応じて硬化されるべき層の位置に偏向された光ビーム 2 が入射するように、制御ユニット 4 は偏向装置を制御する。後続の層においても同様のプロセスが実施される。焼結されていない残存する材料と共に物体を包囲し、従って製造プラットフォーム 7 の降下時に作業台の下への材料の流出を阻止する容器壁の形態のリング状の壁領域が所望のように製造されると、物体の各層において前述の装置を用いて、リング状の壁層がその下にあるリング状の壁層の上に焼結される。EP 1037739 に応じた交換容器又は固定式に取り付けられている容器が使用される場合には、壁の作成を省略することができる。

40

【 0 0 2 4 】

冷却後に製造された物体を装置から取り出すことができる。

【 0 0 2 5 】

50

本発明による装置でもって任意のモールドも簡単に製造することができる。従って、本発明による装置又は本発明による方法を用いてポリマー粉末から製造されたモールドも同様に本発明の対象である。特に有利には、本発明により製造されたモールドはISO307 (Schott社 AVS Pro、溶媒 酸性m-クレゾール、容積測定法、二重測定、溶解温度 100、溶解時間 2 h、ポリマー濃度 5 g/l、測定温度 25) に準拠する、溶液粘度を有しており、この溶液粘度は使用されるポリマー粉末の溶液粘度に比べて10%以上小さくはない。

【0026】

更なる説明がなくとも、当業者であれば上記の記載を最も広範な範囲において利用できることが分かる。従って、有利な実施の形態及び有利な実施例は例示的に開示されたものに過ぎず、何らかの制限を課す開示として理解されるべきではない。

【0027】

以下では、複数の例に基づき本発明を詳細に説明する。本発明の代替的な実施の形態は同様のやり方で得られる。

【0028】

例：

本発明の範囲においては、表1に挙げた複数の測定方式が使用され、それらの測定方式は、技術的に可能である限りにおいて、使用される材料の特性の検出にも得られた生産物に関する特性の検出にも使用される。

【表1】

	値	単位	検査/検査装置/検査パラメータ
かさ密度	0.445	g/cm ³	DIN 53466
粒度 d50	55	μm	Malvern社のMastersizer 2000、乾式測定、Scirocco乾式粉体フィーダーを用いて20-40gの粉末を供給、振動フィーダによる供給レート70%、分散空気圧 3bar、サンプルの測定時間 5秒 (5000回の個別測定)、1.52に規定された青色光値及び屈折率、Mie理論による評価
粒度 d10	37	μm	Malvern社のMastersizer 2000 パラメータは粒度d50を参照されたい
粒度 d90	78	μm	Malvern社のMastersizer 2000 パラメータは粒度d50を参照されたい
< 10.48 μm	4.0	%	Malvern社のMastersizer 2000 パラメータは粒度d50を参照されたい
粉末流動性	32	s	DIN 53492
溶液粘度	1.6	-	ISO 307、Schott社のAVS Pro、溶媒 酸性m-クレゾール、容積測定法、二重測定、溶解温度 100°C、溶解時間 2h、ポリマー濃度 5g/l、測定温度 25°C
BET(比表面積)	6.4	m ² /g	ISO9277、Micromeritics社のTriStar 3000、窒素ガス吸着、不連続容積測定法、約0.05から0.20の相対圧力P/P0での7測定点、Heを用いるデッドボリュームの較正(99.996%)、真空下での試料準備 23°Cで1h+80°Cで16h、脱ガスされた試料を基礎とする比表面積、多重点測定により行なわれた評価
融点、最初の加熱時	187	°C	DIN 53765、Perkin Elmer社のDSC7、加熱/冷却レート 20K/min
再結晶温度	138	°C	DIN 53765、Perkin Elmer社のDSC7、加熱/冷却レート 20K/min
材料調整	材料は処理前に23°Cで24h且つ50%の大気湿度で保管される		

表1

【0029】

いずれの例においても、DE19747309に準拠する、後縮合できないポリアミド12 (PA12) 粉末が表1に挙げた粉末特性値を用いて処理される。いずれの例も以下の説明及び図1に応じて処理される。製造チャンバ9は155で180分間予熱される。その後、製造チャンバ内の温度が高められ、それにより粉末表面の温度は168になる。最初の照射の前に、40の層が照射無しで形成される。本発明によるものではない例においては、レーザー1からレーザービーム2がスキャンシステム4を用いて、(168に)温度調整され(アルゴンにより)不活性化された粉末表面5に偏向される。本発明による例においては、レーザービーム2がスキャンシステム4を用いて、(168に)温度調整され(アルゴンにより)不活性化された粉末表面5に偏向される前に、レーザービーム2が先ず適切な装置3を用いて変形される。

10

【0030】

照射すべきコンポーネントは製造フィールドの中心に位置決めされる。一辺の長さが50mmの正方形の面が輪郭照射無しで溶融される。その後、製造プラットフォーム7が0.15mmだけ降下され、コーティング装置8によって新たな粉体層が100mm/sの速度で塗布される。それらのステップは三次元コンポーネント6の高さが6mmになるまで繰り返される。照射の終了後には、装置の加熱素子がスイッチオフされて冷却フェーズが開始される前に、更に40の別の層が形成される。一つの層に対してその都度必要とされる時間は、全体の製造プロセスの間に40秒を下回る。

【0031】

少なくとも12時間の冷却時間後にコンポーネントが取り出され、付着している粉末が取り除かれる。コンポーネントの中心にあるコアからは、更なる検査のためのサンプルが取り出される。このサンプルの溶液粘度が、ISO307(検査装置 Schott社 AVS Pro、溶媒 酸性m-クレゾール、容積測定法、二重測定、溶解温度100、溶解時間2h、ポリマー濃度5g/l)に準拠して求められる。そのようにして求められた溶液粘度はポリマーの分子質量に関する尺度を表す。

20

【0032】

ここで、レーザーの焦点における出力密度分布は、全ての例において、ISO13694に準拠するPRIMES有限会社のFocusMonitorを用いて測定される。レーザー出力はISO11554に準拠して、Coherent Deutschland有限会社のLM-1000を用いて測定され、ここでは平均的な出力が表される。レーザービームの焦点は製造フィールドの中心において、ISO11146(二次モーメント法)に準拠して測定される。検査装置はその都度、粉末表面の高さにある焦点直径が0.3mmであるように構成される。出力密度の平均値は、レーザー出力がレーザー焦点の面積によって除算されることによって求められる。測定は実験室において23/50%の大気湿度で実施される。例におけるレーザーの出力制御は制御装置を用いて行なわれ、この制御装置はPWM方式で動作するものであり、これによってレーザーのパルス状の出力が生じる。

30

【0033】

例1(本発明によるものではない)

レーザー(CO₂、波長10.6μm)として、MCA Micro Controller Applications社のレーザーマルチコントローラLCT3001と、Synrad社のDC-5電源装置とを用いる、Universal Laser Systems社のULR-50を使用する。スキャナは、Scanlab社のvarioSCAN 60を用いるpowerSCAN 50を使用する。PWMのクロック周波数は2kHzであり、デューティ比は40%である。レーザーの照射エネルギーは60mJ/mm²(レーザー出力20.6W、スキャン速度1144mm/s、照射線間隔0.3mm)である。全体の焦点にわたる平均出力密度29.1kW/cm²が測定された。出力密度の最大値は64.3kW/cm²である。コンポーネントサンプルの溶液粘度はISO307に準拠して1.55が求められる。

40

【0034】

例2(本発明によるものではない)

ここでは、MCA Micro Controller Applications社のレーザーマルチコントローラLCT3001

50

と、Heim Electronic社のDL1600電源装置とRaylase社のSS-20スキャナとを用いる、Optotools社のOTF150-30-0.2ダイオードレーザ（波長980nm）を使用する。PWMのクロック周波数は2kHzであり、デューティ比は40%である。レーザエネルギーのより良い吸収のために、PA12粉末に0.1%Printex Alphaを混合する。レーザの照射エネルギーは60mJ/mm²（レーザ出力52.6W、スキャン速度2922mm/s、照射線間隔0.3mm）である。全体の焦点にわたる出力密度74.4kW/cm²が測定された。出力密度の最大値は184.8kW/cm²である。コンポーネントサンプルの溶液粘度はISO307に準拠して1.54が求められる。

【0035】

例3（本発明によるものではない）

ここでは、MCA Micro Controller Applications社のレーザマルチコントローラLCT3001と、Heim Electronic社のDL1600電源装置と、Raylase社のSS-10スキャナとを用いる、IPG社のELR-100-1550ファイバレーザ（波長1550nm）を使用する。PWMのクロック周波数は2kHzであり、デューティ比は40%である。レーザエネルギーのより良い吸収のために、PA12粉末に0.1%Printex Alphaを混合する。レーザの照射エネルギーは60mJ/mm²（レーザ出力42.1W、スキャン速度2338mm/s、照射線間隔0.3mm）である。全体の焦点にわたる出力密度59.6kW/cm²が測定された。出力密度の最大値は144.2kW/cm²である。コンポーネントサンプルの溶液粘度はISO307に準拠して1.55が求められる。

【0036】

例4（本発明）

レーザとして、MCA Micro Controller Applications社のレーザマルチコントローラLCT3001（PWMクロック周波数2kHz、デューティ比40%）と、Synrad社のDC-5電源装置とを用いる、Universal Laser Systems社のULR-50を使用する。レーザビームをMolTech有限会社のpiShaper 7_7_10.6を用いて変形する。レーザビームの変形後に、このレーザビームをScanlab社のvarioSCAN 60を用いるpowerSCAN 50スキャナによって粉末表面へと偏向する。レーザの照射エネルギーは60mJ/mm²（レーザ出力20.4W、スキャン速度1133mm/s、照射線間隔0.3mm）である。全体の焦点にわたる出力密度28.8kW/cm²が測定された。出力密度の最大値は30.5kW/cm²である。コンポーネントサンプルの溶液粘度はISO307に準拠して1.58が求められる。

【0037】

例5（本発明）

ここでは、MCA Micro Controller Applications社のレーザマルチコントローラLCT3001と、Heim Electronic社のDL1600電源装置とを用いる、Optotools社のOTF150-30-0.2ダイオードレーザ（波長980nm）を使用する。PWMのクロック周波数は2kHzであり、デューティ比は40%である。レーザビームをMolTech有限会社のpiShaper 6_6_TiSを用いて変形し、続いてRaylase社のSS-20スキャナを用いて粉末表面に偏向する。レーザエネルギーのより良い吸収のために、PA12粉末に0.1%Printex Alphaを混合する。レーザの照射エネルギーは60mJ/mm²（レーザ出力52.5W、スキャン速度2916mm/s、照射線間隔0.3mm）である。全体の焦点にわたる出力密度74.3kW/cm²が測定された。出力密度の最大値は78.1kW/cm²である。コンポーネントサンプルの溶液粘度はISO307に準拠して1.58が求められる。

【0038】

例6（本発明）

ここでは、MCA Micro Controller Applications社のレーザマルチコントローラLCT3001と、Heim Electronic社のDL1600電源装置とを用いる、IPG社のELR-100-1550ファイバレーザ（波長1550nm）を使用する。PWMのクロック周波数は2kHzであり、デューティ比は40%である。レーザビームをMolTech有限会社のpiShaper 6_6_1550を用いて変形し、続いてRaylase社のSS-10スキャナを用いて粉末表面に偏向する。レーザエネルギーのより良い吸収のために、PA12粉末に0.1%Printex Alphaを混合する。レーザの照射エネ

10

20

30

40

50

ルギは 60 mJ/mm^2 (レーザ出力 42.0 W 、スキャン速度 2333 mm/s 、照射線間隔 0.3 mm) である。全体の焦点にわたる出力密度 59.4 kW/cm^2 が測定された。出力密度の最大値は 62.5 kW/cm^2 である。コンポーネントサンプルの溶液粘度は ISO307 に準拠して 1.58 が求められる。

【0039】

例 7 (本発明)

レーザとして、MCA Micro Controller Applications社のレーザマルチコントローラ LCT 3001 (PWMクロック周波数 2 kHz 、デューティ比 40%) を用いる、Universal Laser Systems社の ULR-50 を使用する。レーザビームを Laser Components 有限会社の Beam Shapers TH-205-A-Y-A を用いて変形する。レーザビームの変形後に、このレーザビームを Scanlab 社の varioSCAN 60 を用いる powerSCAN 50 スキャナによって粉末表面へと偏向する。レーザの照射エネルギーは 60 mJ/mm^2 (レーザ出力 20.5 W 、スキャン速度 1138 mm/s 、照射線間隔 0.3 mm) である。全体の焦点にわたる出力密度 29.0 kW/cm^2 が測定された。出力密度の最大値は 30.5 kW/cm^2 である。コンポーネントサンプルの溶液粘度は ISO307 に準拠して 1.59 が求められる。

10

【0040】

例 8 (本発明)

レーザとして、MCA Micro Controller Applications社のレーザマルチコントローラ LCT 3001 (PWMクロック周波数 2 kHz 、デューティ比 40%) を用いる、Universal Laser Systems社の ULR-50 を使用する。レーザビームを Laser Components 有限会社の RD-202-A-Y-A を用いて均一化し、Laser Components 有限会社の Beam Shapers TH-205-A-Y-A を用いて変形する。レーザビームの変形後に、このレーザビームを Scanlab 社の varioSCAN 60 を用いる powerSCAN 50 スキャナによって粉末表面へと偏向する。レーザの照射エネルギーは 60 mJ/mm^2 (レーザ出力 20.3 W 、スキャン速度 1144 mm/s 、照射線間隔 0.3 mm) である。全体の焦点にわたる出力密度 28.7 kW/cm^2 が測定された。出力密度の最大値は 29.5 kW/cm^2 である。コンポーネントサンプルの溶液粘度は ISO307 に準拠して 1.6 が求められる。

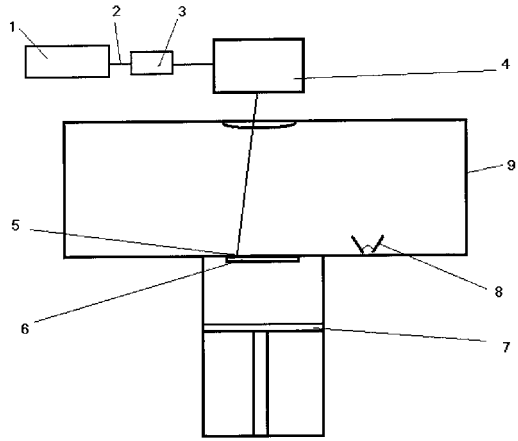
20

【0041】

ビーム変形によって、レーザの焦点における著しく均一な出力密度分布を達成することができる。出力ピークを回避することによって、溶液粘度によって測定される、分子量減成を回避もしくは低減することができる。

30

【 図 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 マイク グレーベ
ドイツ連邦共和国 ボーフム バルドゥアシュトラッセ 2 4
- (72)発明者 ズィルヴィア モンスハイマー
ドイツ連邦共和国 ハルタン・アム・ゼー タネンベルガー ヴェーク 4 7
- (72)発明者 ヴォルフガング ディークマン
ドイツ連邦共和国 ヴァルトロープ ゲラートヴェーク 1 0
- (72)発明者 ユルゲン クロイツ
ドイツ連邦共和国 マール バッハアッカーヴェーク 1 0 4
- Fターム(参考) 4F213 AC04 AR17 WA22 WA25 WB01 WL02 WL12 WL44 WL75