(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6466939号
(P6466939)

(45)発行日　平成31年2月6日(2019.2.6)　(24)登録日　平成31年1月18日(2019.1.18)

(51)Int.Cl.		F I	
B29C 64/135	(2017.01)	B29C	64/135
B33Y 10/00	(2015.01)	B33Y	10/00
B33Y 30/00	(2015.01)	B33Y	30/00
B33Y 50/02	(2015.01)	B33Y	50/02

請求項の数 22　(全 17 頁)

(21)出願番号	特願2016-533042(P2016-533042)
(86)(22)出願日	平成26年11月20日(2014.11.20)
(65)公表番号	特表2017-503678(P2017-503678A)
(43)公表日	平成29年2月2日(2017.2.2)
(86)国際出願番号	PCT/AT2014/000207
(87)国際公開番号	WO2015/074088
(87)国際公開日	平成27年5月28日(2015.5.28)
審査請求日	平成29年11月6日(2017.11.6)
(31)優先権主張番号	A901/2013
(32)優先日	平成25年11月22日(2013.11.22)
(33)優先権主張国	オーストリア(AT)

(73)特許権者　512184825
テクニシュ　ウニヴァアズィテート　ウィーン
オーストリア国　１０４０　ウィーン、カールスプラッツ　１３
(73)特許権者　517446360
イヴォクラール　ヴィヴァデント　アーゲー
リヒテンシュタイン公国、エフエル　－　９４９４　シャーン、ベンデーレシュトラーセ　２
(74)代理人　110000855
特許業務法人浅村特許事務所

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成形体を層ごとに構築するために光重合性材料を処理するためのデバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

成形体の層状構築のために光重合性材料を処理するための方法であって、

ａ）少なくとも一部の領域において透明である底部を有し、前記光重合性材料がその中に含有されるタンクを提供するステップと、

ｂ）指定された厚さを有する前記光重合性材料の層が、構築プラットフォームの下側、又は、すでに存在する場合には、前記構築プラットフォーム上に形成された前記成形体の部分の最も下側の硬化された層と、前記タンク底部との間に画定されるような高さまで、前記構築プラットフォームを移動させるステップと、

ｃ）前記材料層を所望の形状に硬化させるために、位置特有暴露によって前記タンク底部を通して下方から前記層を光に暴露するステップと、

ｄ）前記成形体の最後の層が形成されるまで、ステップｂ）及びｃ）を繰り返すステップとを含み、

前記光重合性材料が、室温（２０℃）において少なくとも２０Ｐａ．ｓの粘性を有し、前記光重合性材料の前記層が、その粘性を低下させるために前記タンク内で少なくとも３０℃の温度まで加熱される、方法において、

前記光重合性材料（６）の前記層の加熱が、前記タンク底部（２）上又は前記タンク底部（２）内に配設された少なくとも１つの加熱素子を備える固定式加熱デバイスによって、前記タンク底部（２）のエリアにわたる及び直接前記タンク底部（２）上の、並びにプロセス・ゾーン内のみの熱の投入によってもたらされ、前記プロセス・ゾーンは、前記透

明なタンク底部（２）とこれまで構築された成形体の間の領域であり、前記加熱デバイスは、前記タンク（１）の前記透明な底部領域上を少なくとも部分的に延び、透明であるように設計されていることを特徴とする、方法。

【請求項２】

前記光重合性材料（６）の前記温度が、ステップｂ）、ｃ）、及びｄ）の間、少なくとも３０℃の温度で維持されることを特徴とする、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記光重合性材料（６）が、少なくとも５０００の分子量を有する、請求項１又は２に記載の方法。

【請求項４】

前記構築プラットフォーム（５）上に形成された前記成形体の部分に接着する未硬化の光重合性材料（６）が、冷却によって固化されることを特徴とする、請求項１から３までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項５】

前記光重合性材料（６）が、セラミック又は金属粉末などの粒子で充填されることを特徴とする、請求項１から４までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項６】

前記光重合性材料（６）が、ステップｂ）の前に、均一な層厚さを達成するために、前記構築プラットフォーム（５）の下方を通して移動されたドクター・ナイフ（１１）を用いて前記タンク内に分配され、前記ドクター・ナイフ（１１）は、移動方向に離間され、前記タンク底部（２）上を前記タンク底部（２）に対して一定の距離を離して移動される、２つのドクター・ブレード（１６、１７）を備えることを特徴とする、請求項１から５までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項７】

前記光重合性材料（６）が、前記分配の際に、オーバーフロー・チャネル（１９）を通って、前記２つのドクター・ブレード（１６、１７）間に形成されたチャンバ（１８）に押し入れられることを特徴とする、請求項６に記載の方法。

【請求項８】

新しい光重合性材料（６）が、前記２つのドクター・ブレード（１６、１７）間に形成された上方向に開放するチャンバ（１８）内に導入されることによって再充填されることを特徴とする、請求項６又は７に記載の方法。

【請求項９】

少なくとも第３のドクター・ブレード（２７）であって、前記２つのドクター・ブレード（１６、１７）間に配設され、未使用の材料が前記タンク底部（２）から持ち上げられるような位置に移動される、第３のドクター・ブレードが、提供されることを特徴とする、請求項６、７、又は８に記載の方法。

【請求項１０】

断熱材が、２つの温度ゾーンを形成するために、前記光重合性材料（６）の槽と、前記構築プラットフォーム（５）、又は前記構築プラットフォーム（５）上に形成された前記成形体との間に配置されることを特徴とする、請求項１から９までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項１１】

請求項１から１０までのいずれか一項に記載の方法を実施するためのデバイスであって、

少なくとも一部の領域において透明である底部を有し、光重合性材料がその中に充填され得るタンクと、

前記タンク底部の上方に調整可能な高さで保持される構築プラットフォームと、

前記構築プラットフォームの下側と前記タンク底部との間に形成された材料層の位置選択的暴露のために前記タンク底部を通して下方から制御されることが可能である暴露ユニットと、

制御ユニットであって、前記暴露ユニットを制御することによって、前記構築プラットフォーム上の重ね合わされた層を、各々指定されたジオメトリで、連続暴露ステップにおいて重合させるように、また、前記成形体を所望の形状に連続的に構築するために、層に対する各暴露ステップ後に、前記タンク底部に対する前記構築プラットフォームの相対位置を適合させるように構成される、制御ユニットと、

前記タンク内の前記光重合性材料の層を少なくとも３０℃の温度まで加熱するための固定式加熱デバイスを備える、デバイスにおいて、

前記加熱デバイスが、前記タンク底部（２）上又は前記タンク底部（２）内に配設された少なくとも１つの加熱素子を備え、熱の投入が、前記タンク（１）の前記透明な底部領域上を少なくとも部分的に延び、透明であるように設計される前記加熱デバイスによって、前記タンク底部（２）のエリアにわたって及び直接前記タンク底部（２）上で、並びにプロセス・ゾーン内のみに起こるように構成され、前記プロセス・ゾーンは、前記透明なタンク底部（２）とこれまで構築された成形体との間の領域であることを特徴とする、デバイス。

【請求項１２】

前記少なくとも１つの加熱素子が、加熱フィルムを含むことを特徴とする、請求項１１に記載のデバイス。

【請求項１３】

温度センサ（１５）であって、前記光重合性材料（６）の指定された温度が得られる及び／又は維持されることを可能にするような様式で前記加熱デバイスの加熱力を制御するために前記制御ユニットと相互作用する、温度センサ（１５）が提供されることを特徴とする、請求項１１又は１２に記載のデバイス。

【請求項１４】

前記構築プラットフォーム（５）が、前記構築プラットフォーム（５）上に形成された成形体の部分に接着する未硬化の光重合性材料（６）を冷却し、固化させるために冷却デバイスに関連付けられることを特徴とする、請求項１１から１３までのいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項１５】

移動可能に案内されるドクター・ナイフ（１１）及び前記構築プラットフォーム（５）下を通る前記ドクター・ナイフ（１１）の往復移動のための駆動ユニットが、提供され、前記ドクター・ナイフ（１１）は、移動方向に離間され、前記タンク底部（２）上で前記タンク底部（２）に対して一定の距離を離して移動可能である２つのドクター・ブレード（１６、１７）を備えることを特徴とする、請求項１１から１４までのいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項１６】

下方向に開放するチャンバ（１８）が、前記２つの平行なドクター・ブレード（１６、１７）間に形成され、前記チャンバの少なくとも１つの壁は、オーバーフロー・チャネルを形成するために前記ドクター・ナイフ（１１）の移動方向に前記壁を通り抜ける、少なくとも１つの開口部（１９）を含むことを特徴とする、請求項１５に記載のデバイス。

【請求項１７】

少なくとも１つの開口部（２１）が、前記チャンバ（１８）の２つの対向して位置する壁内に各々形成されることを特徴とする、請求項１６に記載のデバイス。

【請求項１８】

前記２つのドクター・ブレード（１６、１７）間の端部側の前記下方向に開放するチャンバ（１８）が、入口開口部を各々含むことを特徴とする、請求項１６又は１７に記載のデバイス。

【請求項１９】

前記チャンバ（１８）が、その上側に再充填開口部を備えることを特徴とする、請求項１６、１７、又は１８に記載のデバイス。

【請求項２０】

少なくとも第３のドクター・ブレード（２７）であって、前記２つのドクター・ブレード（１６、１７）間に配設され、前記タンク底部（２）に向かう方向に前記２つのドクター・ブレード（１６、１７）に対して突出する、第３のドクター・ブレード（２７）が、提供されることを特徴とする、請求項１５から１９までのいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項２１】

前記ドクター・ナイフ（１１）及びドクター・ブレード（１６、１７）が、一体品として形成され、ポリマー材料で作製されることを特徴とする、請求項１５から２０までのいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項２２】

断熱材が、２つの温度ゾーンを提供するために、前記光重合性材料（６）の槽と、前記構築プラットフォーム（５）、又は前記構築プラットフォーム（５）上に形成された成形体との間に配置されることを特徴とする、請求項１１から２１までのいずれか一項に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、成形体の層状構築のために光重合性材料を処理するための方法であって、

ａ）少なくとも一部の領域において透明である底部を有し、光重合性材料がその中に含有されるタンクを提供するステップと、

ｂ）指定された厚さを有する光重合性材料の層が、構築プラットフォームの下側、又はすでに存在する場合、構築プラットフォーム上に形成された成形体の部分の最も下側の硬化された層と、タンク底部との間に画定されるような高さまで、構築プラットフォームを移動させるステップと、

ｃ）材料層を所望の形状に硬化させるために、位置選択的暴露によってタンク底部を通して下方から層を暴露するステップと、

ｄ）成形体の最後の層が形成されるまで、ステップｂ）及びｃ）を繰り返すステップとを含む、方法に関する。

【０００２】

本発明は、さらに、前記方法を実施するためのデバイスに関する。

【背景技術】

【０００３】

最初に定義された種類の方法及びデバイスは、欧州特許第２５０５３４１　Ａ１号及び国際公開第２０１０／０４５９５０　Ａ１号から知られている。

【０００４】

そのような方法及びデバイスは、特に高速プロトタイピングと呼ばれる文脈において、リソグラフィに基づく成形部品のジェネレーティブ・マニュファクチャリングを可能にする。前記のステレオリソグラフィ方法では、新しく適用される材料層が、位置選択的暴露によって所望の形状に各々重合され、それによって、層状成形により、所望の本体が、適用される一連の層から結果として生じる三次元形状で連続的に生み出される。

【０００５】

競合する３Ｄ印刷方法とは異なり、リソグラフィ・ベースのジェネレーティブ・マニュファクチャリングは、印刷される構成要素の非常に良好な精密性及び表面品質を達成するという大きな利点を提供する。これらの方法が、製造エンジニアリングにおいて幅広く使用されることを妨げる大きな欠点は、これらの材料の低い破壊靱性（衝撃強さ）である。競合する方法（たとえば、選択的レーザ焼結－ＳＬＳ、又は熱溶解積層法－ＦＤＭ）は、フォトポリマーよりかなり高い衝撃強さを有する熱可塑性材料（たとえば、ＡＢＳ－アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン）の処理を可能にする。これが、現在利用可能なジェネレーティブ・マニュファクチャリング方法が、たとえば、プロトタイピングなどの選択された用途にしか使用できない理由である。プラスチック部品の連続生産のための製造

ツールとしての使用は、例外的な場合にしか意味をなさないが、群を抜いて最大の市場となっている。

【０００６】

フォトポリマーの低い衝撃強さは、とりわけ、ポリマー・ネットワークの鎖間の弱い分子間相互作用に結び付けられる。光重合に基づく用途（塗料及びコーティング産業、歯科用コンポジットフィル）の基本は、通常、比較的薄い開始物質であり、この物質は、その低い粘性のために室温で容易に加工可能である。光重合中に、共有結合が化学的架橋結合によって形成され、その結果から生じるポリマー・ネットワークは、共有結合の架橋結合点の強い結合エネルギーにより、比較的高い硬度及び剛性を有する。物理的性質のものである二次結合（ファンデルワールス結合、水素架橋結合）も同様に、ポリマー鎖間で作用するが、その低い結合エネルギーにより、ネットワーク全体の機械的特性にはほとんど寄与しない。この一連（constellation）は、そこから生じる低い材料破壊靱性の問題を伴い、これは、サンプル内の初期のクラックが、クラックの先端部における高い応力集中のためにその正面の共有結合を打ち砕くとすぐに、クラックが成長し始めることに起因する。この形態のポリマー・ネットワークは、塑性変形の機会を有さず、靱性は、実質的に、クラックの先端部上の新しく作り出された表面の表面エネルギーによってのみ決定される。

【０００７】

熱可塑性物質は、複数の小さいクラックを機械的応力下で比較的大量に引き起こす、小さいエラストマー粒子を選択的に導入することによって靱性に関して改変され得ることが知られている。しかし、エラストマー粒子は、クラックがさらに成長することを防止し、それによって周囲マトリクスが可塑的に変形（ひび割れ）し、エネルギーを消散させることを可能にする。そのため、破壊に靱性のあるポリマーの基本は、可塑化する可能性を有するマトリクス、及び複数の決定的に重要ではないクラックを生み出し、したがって大量の可塑化を可能にする埋め込まれた粒子である。

【０００８】

フォトポリマーでは、可塑化及び靱性におけるそれぞれの増大は、強い分子間相互作用を有するモノマー系を使用することによって達成され得る。しかし、この結果、開始材料は、室温において固体であり、又は極めて粘性であり、それにより、リソグラフィ・ベースのジェネレーティブ・マニュファクチャリングにおけるその処理性は、かなり複雑化される。

【０００９】

充填された光重合性材料（スリップ）の処理は、ここでも、開始材料の高い粘性を暗示する。この場合、焼結可能な材料（たとえばセラミック又は金属）が、粉体形態で厚い感光性合成樹脂に混ぜ合わされる。硬化されたポリマーは、個々の層の硬化中に、結合体として作用する。成形体の層状構築が完了したとき、硬化されたポリマーは、熱によって除去され、残りの充填材料（たとえばセラミック粉末）は、その後、一緒に焼結されて中実構造となる。この方法により、ジェネレーティブ・マニュファクチャリングの利点すべてを、これらの方法に基本的に適切ではない材料に対しても利用することが可能になる。この文脈では、充填の程度、すなわちスリップ内の粉末の部分が、処理性及び材料品質に関する重要な要因の１つである。しかし、たいていの場合、高い程度の充填は、開始材料の高粘性に結び付けられ、これは、高い反力、スリップの脱混合及びより困難な材料供給などのいくつかの問題を生じさせる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】欧州特許第２５０５３４１　Ａ１号

【特許文献２】国際公開第２０１０／０４５９５０　Ａ１号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】
したがって、本発明は、高粘性又はさらには固体固さを有する開始材料も処理することができるという趣旨で、リソグラフィ・ベースのジェネレーティブ・マニュファクチャリング方法をさらに開発することを目的とする。さらに、本発明は、プロトタイピングだけではなく製造（ラピッド・マニュファクチャリング）にも適している高品質材料を処理することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
この目的を解決するために、最初に定義された種類の方法における本発明は、本質的には、光重合性材料が高い分子間相互作用を含み、光重合性材料の層が、その粘性を低下させるためにタンク内で少なくとも３０℃の温度まで加熱されることを提供する。高い分子間相互作用では、室温（２０℃）において粘性の上昇が現れる。この場合、分子間相互作用は、特に、開始材料が室温において少なくとも２０Ｐａ．ｓの粘性を有する場合に十分であると考えられる。好ましい様式では、材料層は、少なくとも４０℃に加熱される。本発明は、さまざまな放射線硬化重合体が、すでに、温度の小さい上昇で粘性の顕著な低下を呈するという発見に基づく。最大５０℃までの加熱が、通常、いかなる追加の動力消費も正当な限界値内であるように行われる。特別な場合では、８０℃までの加熱が必要となり得る。温度が高くなるにつれ、フォトポリマーの望ましくない熱的重合が起こる。材料加熱は、好ましくは、プラントのプロセス・ゾーンでのみ実施される。プロセス・ゾーンは、透明タンク底部とこれまで構築された成形体との間の領域を含む。通常、１０μｍから１０００μｍの間の厚さを有するフォトポリマー層が、加熱される。成形体が含有されるプラントの残りのプロセス空間は、プロセス・ゾーンの温度より低い温度を有することができる。粘性材料は、好ましくは、大きい表面エリアにわたって及び直接的にインターフェイス部（タンク底部）において加熱される。
【００１３】
さらに、タンク内の材料分配及び層形成が、多くの力及び時間を費やすことなく成功するという趣旨の粘性の大きい低減は、好ましくは、暴露エリア内にある材料だけではなく、材料槽全体が加熱される場合にのみ確実にされるということが見出された。ワイヤとして形成された混合デバイスの領域内の材料の部分的な量のみの加熱は、欧州特許第２５０５３４１　Ａ１号において説明するように、不十分であることが判明している。
【００１４】
本発明により、リソグラフィ・ベースのジェネレーティブ・マニュファクチャリング方法の文脈において、改良された材料特性、特に、高い精密性、非常に良好な表面品質、優れた衝撃強さ、及び高められた熱成形抵抗を、最終生成物において達成することを可能にする開始材料を使用することが可能になる。したがって、そのような方法は、連続生産においてますます使用され得る。
【００１５】
好ましいプロセス制御は、光重合性材料の温度が、ステップｂ）、ｃ）及びｄ）の間、少なくとも３０℃、好ましくは少なくとも４０℃で維持されることを提供する。材料槽は、したがって、それぞれ必要とされる高温で一貫して維持され、それによって頻繁な温度変更の必要性を未然に防ぐ。
【００１６】
特定の好ましい様式では、光重合性材料の加熱、及び、任意選択によりその温度の維持は、タンク底部を介した熱の投入によって、特に、タンク底部上又はその中に配設された少なくとも１つの加熱素子、たとえば加熱フィルムによってもたらされる。熱の投入は、こうしてタンク底部を介して起こり、それによってエネルギー効率の良い伝熱を確実にする。しかし、底部を介した熱の投入はまた、熱放射によって、たとえばタンク底部を電磁波、特に赤外光で照射することによっても実施され得る。
【００１７】
リソグラフィ・ベースのジェネレーティブ・マニュファクチャリングは、化学反応中に

、暴露された層の大きな収縮を伴うことが知られている。そのような収縮は、その後、最終生成物の内部応力及び反り（warping）を引き起こす。収縮の程度は、反応基の濃度に依存する。反応基（たとえば、アクリレート基、メタクリレート基、又はエポキシド基）の濃度が高いほど、収縮は大きくなる。より長い鎖の開始モノマーを使用するとき、フォトポリマーは、より低密度の反応基を有することになる。これらのより長い鎖の開始モノマーは、文献から知られている薄いフォトポリマーと比較して、その粘性を増大させる。高い粘性のフォトポリマーを処理するための本方法により、構成要素の収縮を最小限に抑え、構成要素の高められた精密性を達成することがこうして可能になる。

【００１８】

プロセス・ゾーン内に広がる高温により、フォトポリマーの反応性もまた、増大される。室温における処理と比較して、反応基の低減は、システム全体の反応性を劣化させることなくこうして可能になる。

【００１９】

本発明の文脈において、少なくとも５０００の相対分子量を有する光重合性材料が、好ましくは使用される。好ましい様式では、以下のフォトポリマー／モノマー系が使用され得る：

・少なくとも５０００の相対分子量を有する単機能性及び多機能性のウレタン・アクリレート及びウレタン・メタアクリレート

・少なくとも５０００の相対分子量を有する単機能性及び多機能性のアクリレート及びメタクリレート

・少なくとも５０００の相対分子量を有する単機能性及び多機能性のエポキシド

【００２０】

本発明の特定の利点は、それぞれの材料層の位置選択的暴露中に、周囲の材料が、硬化された層の自由表面に接着され続けるという事実の実施にある。従来のどちらかと言えば薄いフォトポリマーでは、そのような接着材料は、一連の連続的な層構築において成形体の表面を流れ落ち、液体材料槽内に戻る。他方で、高い粘性の開始材料では、材料槽から出現したときに室温まで冷えた未硬化材料は、その固体に近い固さを再度とり、それによって、プロセス・ゾーン内より低い温度が、残りの構築空間内に広がる場合、成形体の表面に接着され続ける。特に、固化した残留モノマーを含む接着材料は、その後、成形体を特に有利な様式で形成するための支持材料としての役割を果たすことができる。支持材料は、したがって、従来技術による従来の方法（たとえばステレオリソグラフィ）では成形体に機械的に連結される必要がある、別に必要とされる、別個の支持体の代用品になることができる。本発明の方法では、固化した支持材料は、成形体を構築プロセスの後でわずかに加熱することによって、簡単な様式で再度除去され得る。支持構造体の機械的取り外しがもはや必要ではないプロセスが、こうして利用可能になり、これは、３Ｄ印刷構成要素の製造の自動化には極めて有利である。或いは、支持体は、成形体と共に硬化された材料の層で構築可能であり、ここでは、支持体とその後支持される成形体の部分との間の移行部にある少なくとも１つの層だけが、冷却によって固化される。支持体と、支持される成形体の部分との間の、こうして生み出された接着層は、その後、仕上げられた成形体を加熱することによって柔軟にされ、流体にされ、それによって支持体の容易な取り外しを可能にすることができる。

【００２１】

この文脈における本発明による方法は、さらに、構築プラットフォーム上に形成された成形体の部分に接着する未硬化の光重合性材料が、冷却によって固化されるように開発される。冷却は、この場合、停滞周囲空気において実施され得る。そうではあるが、動いている冷却されていない周囲空気もまた、室温までの冷却を加速させるために使用され得る。或いは、周囲温度以下まで冷却される冷却剤と共に作動するさまざまな冷却ユニットの使用も、当然ながら可能である。

【００２２】

２つの温度ゾーンの形成を促進するために、断熱材が、光重合性材料の槽と構築プラッ

トフォーム、又はその上に形成された成形体との間に配置され得る。加熱された槽からその上方に配設された冷却ゾーン内への望ましくない熱の投入は、こうして最小限に抑えられる。

【００２３】

有利な材料特性は、好ましくは、光重合性材料が、最初に述べたように、セラミック材料又は金属などの焼結可能な材料で充填されることで達成され得る。この場合、高い品質の構成要素は、特に、４２から６５容量％の間の充填の程度において生み出されることが判明している。

【００２４】

本明細書において開示するタイプの方法は、ほとんど、均一の材料層を確実にするために材料をタンク内で循環させる又は再分配するためのツールを使用する。本発明は、この点において、好ましくは、光重合性材料が、ステップｂ）の前に、均一な層厚さを達成するために、構築プラットフォームの下方を通して移動されたドクター・ナイフを用いてタンク内に分配される趣旨で開発され、この場合、ドクター・ナイフは、好ましくは、移動方向に離間され、タンク底部上をこれに対して一定の距離を離して移動される、２つのドクター・ブレードを備える。２つのブレードを備える構成では、ドクター・ナイフは、特に、未使用のスリップの一定且つ迅速な供給も確実にする。この点において、タンク底部に対するドクター・ブレードの縦方向距離が、簡単な調整ユニットを用いて調整され、適用される材料の層厚さの調整をこうして可能にすることが提供される。ドクター・ナイフは、好ましくは、これを往復移動で駆動する駆動ユニットに連結される。２つのドクター・ブレードを備える構成は、両方向運動における材料チャージを可能にし、それによってプロセス時間を大幅に短縮する。それとは対照的に、従来のドクター・ナイフを使用するシステムでは、ドクター・ナイフ又はワイパ要素は、新しい層が適用され得る前に、前方向及び後方向に移動される必要がある。

【００２５】

２つのドクター・ブレードを備える構成は、さらに、ドクター・ブレード間に、未使用材料のリザーバとしての役割を果たすことができるチャンバが形成され得るという利点を有する。分配ステップにおけるドクター・ナイフの往復移動中に、未使用材料は、こうして、チャンバから下方向に流れて場合によって材料層内の既存の穴、開放空間又はくぼみを充填することができ、ドクター・ナイフは移動方向に遅れて続き、層厚さを画定する。槽レベル内の開放空間又はくぼみは、特に、構築プラットフォーム又は成形体のすでに硬化された層が、暴露手順後に槽からその中に引き出される領域を結果として生じさせる。未使用スリップは、基本的にはチャンバ内に含有されるため、比較的少ない材料が、構築プロセスを開始し、信頼性の高い材料供給を維持するために必要とされる。

【００２６】

ドクター・ナイフの往復移動中に、移動方向に先行するドクター・ブレードは、ドクター・ナイフがタンクの他方の端部に到達するまで、余分の材料を前方に押し出す。ここでは、ブレードの正面で小さい波形の形態で収集した余分の材料は、ドクター・ブレードとタンクの端壁の間に蓄積し、横方向にドクター・ナイフの横に又はドクター・ナイフの上側縁上を流れて戻る傾向がある。蓄積材料を利用し又は処理するために、好ましくは、材料が、分配ステップ中又は終了時に、オーバーフロー・チャネルを通って２つのドクター・ブレード間に形成されたチャンバ内に押し入れられることが、提供される。これは、チャンバ内の材料が、その後の分配ステップに再度利用可能になるようにする。加えて、材料は、圧迫され、オーバーフロー・チャネルを通って流れることによって常にブレンドされ、それにより、特に充填されたフォトポリマーの脱混合のリスクが、かなり低減される。

【００２７】

本発明による方法中に、必要な場合、新しいフォトポリマーの十分な供給が確実にされることが必要である。

【００２８】

特に簡単な様式で、この文脈では、新しい光重合性材料は、２つのドクター・ブレード間に形成された上方向に開放するチャンバ内に導入されることによって再充填されることが提供される。再充填は、好ましくは、投与ユニットを使用することによって、チャンバの上側開口部を介して達成される。

【００２９】

さらに、好ましい別の開発は、少なくとも第３のドクター・ブレードであって、好ましくは、２つのドクター・ブレード間に配設され、未使用の材料がタンク底部から持ち上げられるような位置に移動される、第３のドクター・ブレードが提供されることを提供する。このようにして、未使用材料は、ドクター・ナイフの往復移動ごとにタンク底部から持ち上げられ、２つのドクター・ブレード間に形成されたチャンバ内に輸送され、ここで完璧な混合及び均一化が起こる。

【００３０】

第３のドクター・ブレードが、ドクター・ブレードの高さを調整する際に別個に再調整される必要がないことを確実にするために、第３のドクター・ブレードは、好ましくは、タンク底部に対して弾性的に押し付け可能であるように配設される。これは、ブレード自体が弾性材料から作製されることで、又はブレードが復元力に対して内方向に変位可能であるように保持されることで実現され得る。これは、ドクター・ナイフのそれぞれの高さ位置に関係なく、第３のドクター・ブレードをタンク底部に接触させる。

【００３１】

本発明の基礎となる目的を解決するために、別の態様による本発明は、成形体の層状構築のために光重合性材料を処理するためのデバイスであって、

－少なくとも一部の領域において透明である底部を有し、光重合性材料がその中に充填され得るタンクと、

－タンク底部の上方に調整可能な高さで保持される構築プラットフォームと、

－構築プラットフォームの下側とタンク底部との間に形成された材料層の位置選択的暴露のためにタンク底部を通して下方から制御されることが可能である暴露ユニットと、

－暴露デバイスを制御することによって、構築プラットフォーム上の重ね合わされた層を、各々指定されたジオメトリで、連続暴露ステップにおいて重合させるように、また、成形体を所望の形状に連続的に構築するために、層に対する各暴露ステップ後に、タンク底部に対する構築プラットフォームの相対位置を適合させるように構成された制御ユニットとを備える、デバイスを提供する。

【００３２】

本発明によれば、前記デバイスは、タンク内のすべての量の光重合性材料を少なくとも３０℃の温度まで加熱するための固定式加熱デバイスを特徴とする。そのようにする際、加熱デバイスは、暴露ユニットとは別個のデバイスとなることが必須である。

【００３３】

加熱デバイスは、好ましくは、タンク底部上又はその中に配設された少なくとも１つの加熱素子、たとえば加熱フィルムを備える。加熱フィルムは、抵抗加熱として構成されたほとんど蛇行形状の加熱ワイヤが中に配設される、たとえば、プラスチックの薄い担体素子を含む。加熱デバイス、たとえば加熱フィルムは、タンクの透明な底部領域の外側に配置され得る。特に、２つの加熱素子、たとえば加熱フィルムは、１つの素子が、透明な底部領域又は暴露エリアの両側に各々配置されて設けられ得る。これらの横方向の領域では、ドクター・ナイフの停止位置が、暴露手順中にもたらされる。したがって、そのような配置は、間違いのない暴露のみならず、ブレードを備えるドクター・ナイフの場合、２つのドクター・ブレード間のチャンバ内に主に存在する未使用のフォトポリマーの迅速加熱も可能にする。

【００３４】

或いは、又は追加的に、加熱デバイスは、タンクの透明な底部領域上を少なくとも部分的に延び、透明であるように設計されることが、提供され得る。しかし、この場合、加熱フィルムの光学特性が、特に透明性、及び粗粒子が含まれないという事実に留意する必要

がある。

【００３５】

温度制御は、温度センサが設けられる場合に特に容易であり、この温度センサは、光重合性材料の指定された温度が得られる及び／又は維持されることを可能にするような様式で加熱デバイスの加熱力を制御するために制御ユニットと相互作用する。温度センサは、好ましくは、ＰＴ温度プローブとして設計され、加熱フィルム内に組み込まれ得る。

【００３６】

成形体の形成のために未使用のフォトポリマーを含む支持構造の形成を促進するために、好ましくは、構築プラットフォームが、構築プラットフォーム上に形成された成形体の部分に接着する未硬化の光重合性材料を冷却し、固化させるために冷却デバイスに関連付けられることが、提供される。

【００３７】

好ましい様式では、移動可能に案内されるドクター・ナイフ及び構築プラットフォーム下を通るドクター・ナイフの往復移動のための駆動ユニットが、提供され、前記ドクター・ナイフは、好ましくは、移動方向に離間され、タンク底部上でこれに対して一定の距離を離して移動可能である２つのドクター・ブレードを備える。この点において、好ましくは下方向に開放するチャンバが、有利には、２つの好ましくは平行なドクター・ブレード間に形成されてよく、このチャンバの少なくとも１つの壁は、オーバーフロー・チャネルを形成するためにドクター・ナイフの移動方向に前記壁を通り抜ける、少なくとも１つの開口部を含む。

【００３８】

ドクター・ナイフの領域内の光重合性材料、特に、２つのドクター・ブレード間のリザーバ・チャンバ内に存在する材料が冷えることを防止するために、好ましい別の開発は、ドクター・ナイフが加熱可能であることを提供する。ドクター・ナイフには、特に、少なくとも１つの加熱素子、たとえば電気抵抗加熱素子が装備され得る。

【００３９】

別の好ましい開発は、少なくとも１つの開口部が、チャンバの２つの対向して位置する壁内に各々形成されることを企図する。

【００４０】

さらに、２つのドクター・ブレード間の端部側の下方向に開放するチャンバは、入口開口部を各々備えることができ、それによって、底部近くの、移動方向に先行するドクター・ブレード上に蓄積する材料が、チャンバ内に流れることも可能にする。

【００４１】

加えて、少なくとも第３のドクター・ブレードであって、好ましくは、２つのドクター・ブレード間に配設され、タンク底部に向かう方向に２つのドクター・ブレードに対して突出する、第３のドクター・ブレードが、提供され得る。

【００４２】

特に好ましい様式では、ドクター・ナイフ及び２つの外側ドクター・ブレードは、一体品として形成される。この場合のドクター・ブレードは、好ましくは、ポリマー材料、たとえば、ポリテトラフルオロエチレン又はポリオキシメチレンで作製される。ドクター・ナイフは、こうして、特に耐摩耗性及び硬性になるように構成され得る。高い耐摩耗性により、作動中に、大きな磨滅は起こらず、それにより、フォトポリマーは汚染されない。ドクター・ナイフ用に提案される材料は、さらに、クリーニングすることが容易である。

【００４３】

暴露ユニットは、基本的に、どのようなものであれ、任意の様式で構成可能であり、本発明は、可視光の使用に限定されない。実際、使用される光重合性材料をそれによって硬化することができれば、いかなる電磁放射も可能である。したがって、たとえばＵＶ光が使用されてよい。或いは、可視範囲内の波長を有する光が、使用され得る。

【００４４】

暴露ユニットは、好ましくは、タンク底部の下方に配設される。これは、制御ユニット

によって制御されて、タンク底部の下側の指定された暴露エリアを所望のジオメトリのパターンで選択的に暴露する。暴露ユニットは、好ましくは、１つ又は複数の発光ダイオードを含む光源を備え、それによって約１５から２００ｍＷ／ｃｍ２の光量が、好ましくは、暴露エリア内で達成される。暴露ユニットによって照射される光の波長は、好ましくは、３５０から５００ｎｍの間の範囲である。光源の光は、光変調器による位置選択的暴露によって強度に関して変調され、タンクの底部の下側の暴露エリアに、その結果生じた所望のジオメトリを有する強度パターンにおいて、投射され得る。光変調器として、マイクロミラーフィールド、ＬＣＤフィールド、及びそのようなものなどのさまざまなタイプのＤＬＰチップ（デジタル光処理チップ）が、企図され得る。或いは、光源は、レーザを備えることができ、その光線は、制御ユニットによって制御される移動可能な鏡によって、暴露エリアを連続的に走査する。

【００４５】

構築プラットフォームは、好ましくは、制御ユニットによって高さ調整可能であるように、持ち上げ機構内のタンク底部の上方に保持される。制御ユニットは、好ましくは、層の厚さ、すなわち構築プラットフォーム又は生み出された最後の層と、タンク底部との間の距離を持ち上げ機構によって調整するように構成される。

【００４６】

タンクは、好ましくは、２部分で形成され、好ましくは多層の透明タンク底部と、材料タンク・フレームとを備える。タンク底部の最も下側の層は、たとえば、支持要素としての役割を果たす巨大なガラスパネルを含む。これは、シリコーン層及び非粘着層によって重ね合わされ、それによって、印刷プロセス中の反力の低減を確実にする。フレームは、好ましくは、化学耐性のプラスチック材料から作製される。

【００４７】

材料容器として機能することに加えて、タンク・フレームは、それと同時に、有利にはタンクシステム用の支え手段としての役割も果たす。簡単で迅速なタンクの交換が、こうして可能にされる。タンクシステムの２部分設計は、印刷プロセス後の簡単な迅速クリーニングを可能にする。

【００４８】

さらに、単一のタンク本体は、パーティション壁によって相互に分離されたいくつかのタンク・セグメントに細分割されて、本発明の意味において複数のタンクを形成することができる。

【００４９】

次に、本発明は、図に概略的に示す例示的な実施例によってより詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【００５０】

【図１】本方法の連続的段階における、本発明によるデバイスの概略的横断面図である。
【図２】本方法の連続的段階における、本発明によるデバイスの概略的横断面図である。
【図３】本方法の連続的段階における、本発明によるデバイスの概略的横断面図である。
【図４】構築プラットフォームなしのデバイスの斜視図である。
【図５】図４によるタンクの斜視図である。
【図６】本発明によって使用されるドクター・ナイフの斜視図である。
【図７】図６によるドクター・ナイフの概略断面図である。
【図８】２つの温度ゾーンを含む、本発明によるデバイスの改変された構成を示す図である。
【図９】図８の成形体の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【００５１】

本発明によるデバイスの作動原理が、最初に、図１～３を参照して説明され、ここでは、欧州特許第２５０５３４１　Ａ１号において開示された装置にも参照がなされる。デバイスは、タンク１を備えており、タンク１のタンク底部２は、少なくとも部分的領域３に

おいて透明又は半透明である。タンク底部２のこの部分的領域３は、少なくとも、タンク底部２の下方に配設された暴露ユニット４の延長部を覆う。暴露ユニット４は、現在形成されるべき層の所望のジオメトリでタンク底部２上に暴露場を生成するために、光源と、制御ユニットによって制御される強度を位置選択的暴露式に調整するための光変調器とを備える。或いは、暴露ユニット４はまた、レーザを使用することができ、その光線は、制御ユニットによって制御される移動可能な鏡によって、所望の強度パターンで暴露場を連続的に走査する。

【００５２】

暴露ユニット４の反対側且つタンク１の上方には、構築プラットフォーム５が設けられ、構築プラットフォーム５は、持ち上げ機構（図示せず）によって支持され、タンク底部２の上方の、暴露ユニット４の領域の上方で高さ調整可能な様式で保持されるようになっている。構築プラットフォーム５も同様に、透明又は半透明であることが可能であり、それにより、構築プラットフォーム５の下側における少なくとも第１の層の形成中にその上方からも暴露するために、構築プラットフォーム５の上方に設けられた別の暴露ユニットによって光を放射することができ、それによって構築プラットフォーム５上で硬化された第１の層が、実際に確実に構築プラットフォーム５に接着すること確実にするようになっている。

【００５３】

タンク１は、高い粘性の光重合性材料６の充填材を含有する。充填剤のメニスカス（meniscus）は、位置選択的暴露に関して画定されることとなる層の厚さよりも明らかに高い。光重合性材料の層の画成は、以下の様式で実行される。構築プラットフォーム５は、持ち上げ機構によって、制御された様式で下降され、それにより、（第１の暴露ステップの前に）その下側が、光重合性材料６の充填剤内に浸漬され、正確には所望の層厚さａ（図２を参照）が構築プラットフォーム５の下側とタンク底部２との間に残り続けるような程度まで、その下側がタンク底部２に近づく。この浸漬プロセス中に、光重合性材料は、構築プラットフォーム５の下側とタンク底部２との間の内部空間から押し出される。層厚さａを調整した後、所望の形状に硬化させるために、前記層に望まれる層の位置選択的暴露が起こることとなる。特に第１の層の形成中に、特に構築プラットフォーム５の下側と光重合性材料６との間の接触領域における安全且つ完璧な硬化を確実にするために、したがって、構築プラットフォーム５に対する第１の層の良好な接着を確実にするために、暴露は、上方から透明又は半透明構築プラットフォーム５を通してもたらされてもよい。層の形成後に、構築プラットフォーム５は、持ち上げ機構によって再度持ち上げられる。

【００５４】

これらのステップは、その後複数回繰り返され、タンク底部２に対する、最後に形成された層７の下側の距離は、所望の厚さａに合わせて各々調整され、次の層は、その後、所望に応じて位置選択的式に硬化される。

【００５５】

暴露ステップ後に、構築プラットフォーム５を持ち上げた後、材料損失が、図３に示すように暴露エリア内に存在する。これは、厚さａを有する調整された層の硬化に続き、この層からの材料が硬化され、構築プラットフォーム５及びその上にすでに形成された成形体の部分と共に持ち上げられるという事実によるものである。成形体のすでに形成された部分の下側と、タンク底部２との間でこうして失われた光重合性材料は、暴露エリアの周囲領域から光重合性材料６の充填剤で充填される必要がある。しかし、材料の高い粘性により、成形体部の下側とタンク底部の間の暴露エリア内に自然に流れて戻ることはなく、それにより、材料の沈み又は「穴」がそこに残され得る。

【００５６】

図４による図は、明確にするために図１から３では省略されたデバイスの構成要素を示す。タンクはここでも１で示され、その底部は、透明領域３を有する。ガイドレール８が、タンク１に関連付けられ、ガイドレール８の上で、キャリッジ９が二重矢印１０の方向に移動可能に案内される。駆動装置は、キャリッジ９を往復移動させる役割を果たし、キ

ャリッジ９は、ドクター・ナイフ１１用のブラケットを備える。ブラケットは、ガイドと、ドクター・ナイフ１１を二重矢印１２の方向に垂直方向に調整するための調整デバイスとを含む。こうして、タンク１の底部からドクター・ナイフ１１の下側縁の距離が、調整され得る。ドクター・ナイフ１１は、構築プラットフォームが図３に示すように持ち上げられた後に使用され、指定された層厚さの調整時に材料６を均一に分配する役割を果たし、構築プラットフォーム５の領域内で起こる材料損失を補完し、必要に応じて新しい材料を送るようになっている。材料分配手順の結果から生じる材料６の層厚さは、タンク１の底部２からのドクター・ナイフ１１の下側縁の距離によって画定される。

【００５７】

さらに、タンク底部２の透明領域６の両側に設けられた加熱フィルム１３及び１４が、図４から明らかになり、前記加熱フィルム１３、１４は、材料６を、その粘性を低減させるために加熱する役割を果たす。

【００５８】

図５から、加熱フィルム１３及び１４は、よりはっきりと明らかである。加えて、温度センサ１５が示され、温度センサ１５は、加熱フィルム１４及び材料６それぞれの温度を測定する役割を果たす。

【００５９】

図６は、ドクター・ナイフ１１の構成を詳細に示す。ドクター・ナイフは、２つの平行なドクター・ブレード１６及び１７を備え、その間に、チャンバ１８が、ドクター・ナイフ１１の内部に形成される。ドクター・ナイフ１１の長手方向側面には、３つのオーバーフロー・チャネル１９が設けられ、これらを介して、材料６は、矢印２０に沿ってチャンバ１８内に流れることができる。また、図６では見ることができないが、それぞれのオーバーフロー・チャネルが、ドクター・ナイフ１１の後部長手方向側面にも設けられている。さらに、チャンバ１８は、ドクター・ナイフ１１の両端において開放しており（開口部２１）、それによって矢印２２に沿った材料６の流入をここでも可能にする。必要であれば、新しい材料が、上側開口部２５を介してチャンバ１８内に導入され得る。

【００６０】

次に、ドクター・ナイフ１１の機能が、図７による断面図によって説明される。矢印２３の方向のドクター・ナイフ１１の移動時、ドクター・ブレード１６及び１７それぞれの下側縁は、指定された層厚さを有する材料層２６を画定する。ドクター・ブレード１６及び１７は、底部３から等しい距離で配設される。余分な材料６が、移動方向に先行するドクター・ブレード１７の正面に移動され、このとき矢印２４の方向の流れ移動が結果として生じる。ドクター・ナイフ１１が、移動されてその移動の最後にタンク１の内壁に押し付けられるとき、ドクター・ブレード１７の正面に蓄積された材料は、オーバーフロー・チャネル１９を介してチャンバ１８内に押し入れられる。材料は、横方向に、横方向開口部２１を介してチャンバ１８内に流れることができる。

【００６１】

ドクター・ブレード１６と１７の間には、第３のドクター・ブレード２７が設けられ、第３のドクター・ブレード２７は、図７に概略的に示され、ドクター・ブレード１６及び１７より深いところに配置される。第３のドクター・ブレード２７は、タンク底部３と接触し、タンク底部から未使用材料を持ち上げる。ドクター・ナイフ１１の往復移動ごとに、未使用材料は、こうしてチャンバ１８内に輸送され、ここでブレンド作用及び均一化が起こる。

【００６２】

ドクター・ナイフ１１は、２つのドクター・ブレード１６及び１７、並びにチャンバ１８を備え、ほぼ線対称になるように設計されることから、後方向又は前方向の移動が、その後の暴露ステップのために材料を均一に分配するために行われる。これは、従来の構成に勝る本質的な利点であり、従来の構成では、後方向及び前方向の両方の移動がこの目的のために必要とされる。

【００６３】

図８は、２つの温度ゾーンがさらに設けられた、図１から３によるデバイスを示す。図１～３と同じ参照番号が、同一の部分に対して使用される。デバイスは、タンク１を備え、そのタンク底部２は、少なくとも部分的領域３において透明又は半透明である。タンク底部２のこの部分的領域３は、タンク底部２の下方に配設された暴露ユニット４の延長部を覆う。暴露ユニット４の反対側且つタンク１の上方には、構築プラットフォーム５が設けられ、構築プラットフォーム５は、持ち上げ機構（図示せず）によって支持され、タンク底部２の上方の暴露ユニット４の領域内に高さ調整可能な様式で保持されるようになっている。高い粘性の光重合性材料６の充填剤が、タンク１内に含有される。図１から３に関連して説明する様式で、複数の層７が築かれ、その最も下側の層のみが、明確にするために入れられている。図８による例示的な実施例では、２つのオーバーハング部分２９を含む成形体２８が、構築された。

【００６４】

構築プロセス中に、支持体３０が、オーバーハング部分２９の各々に対して設けられる必要がある。この場合、支持体３０は、オーバーハング部分２９に対する構築プラットフォームの機能を担う。支持体３０は、構築プラットフォーム５上に仮装着することができ、又は、本発明の例示的な実施例のように、成形体２８と共に層で築くこともできる。支持体３０と構築されるオーバーハング部分２９の間の移行部上には、少なくとも１つの概略的に示された非重合化材料の層３１が形成される。層３１は、槽６からの材料が、支持体に接着されたままで形成され、この材料は、硬化後、支持体３０とそれぞれのオーバーハング部分２９との間の接着層として機能する。材料の硬化を促進するために、冷却ゾーン３２が設けられ、この中では、加熱された槽６のゾーン３３内より低い温度、特に周囲温度又は２０℃を下回る温度が、広がる。２つのゾーン３２及び３３の熱的分離を確実にするために、断熱材３４が、前記ゾーン間に配置される。断熱材３４は、好ましくは事前成形された、特に環状のものであり、タンク１の上方に直接置かれる。

【００６５】

本発明に導く取り組みは、委託研究契約（Grant Agreement）第２６０４３号（ＰＨＯＣＡＭ）下の第７欧州研究開発フレームワーク（Seventh Framework Programme）内で、欧州連合によって支援された。

【図１】

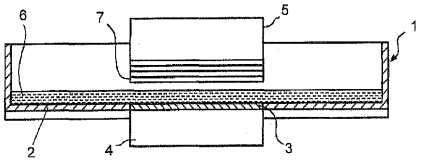

Fig. 1

【図２】

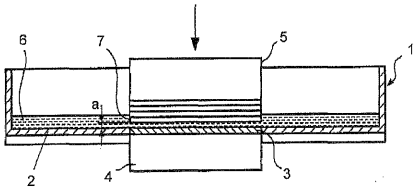

Fig. 2

【図３】

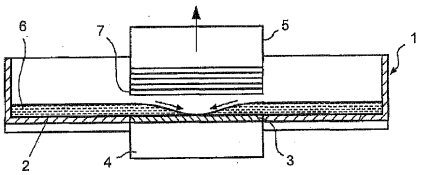

Fig. 3

【図４】

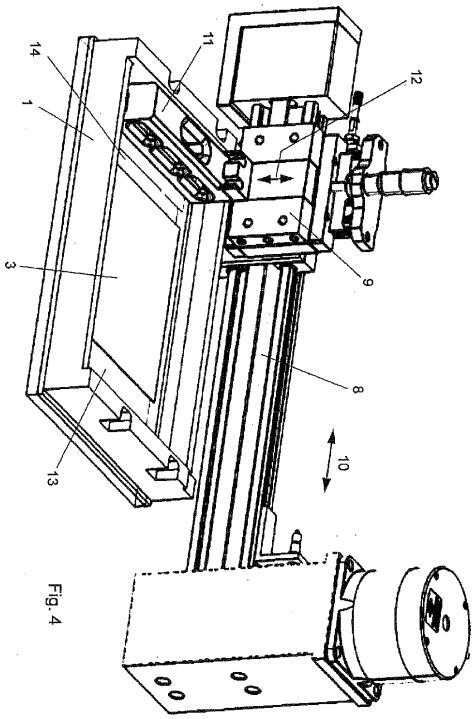

Fig. 4

【図５】

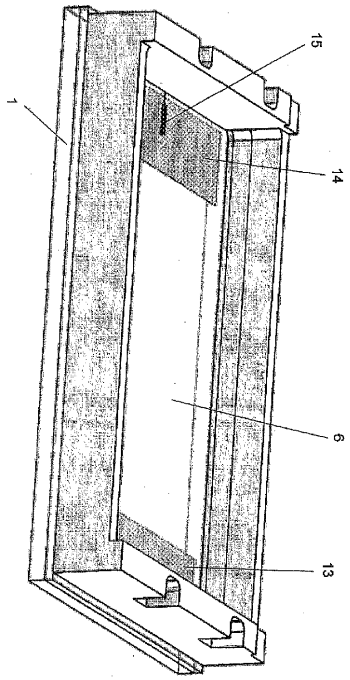

Fig. 5

【図６】

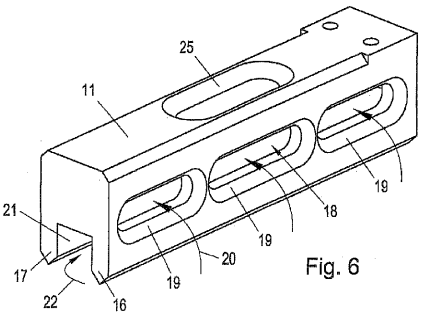

Fig. 6

【図７】

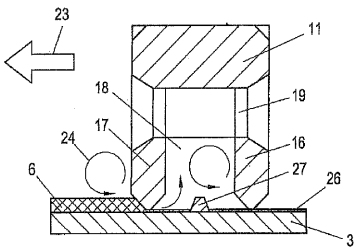

Fig. 7

【図８】

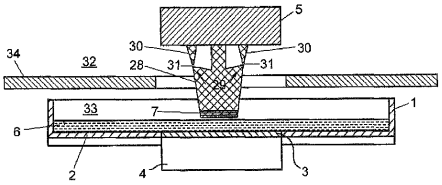

Fig. 8

【図９】

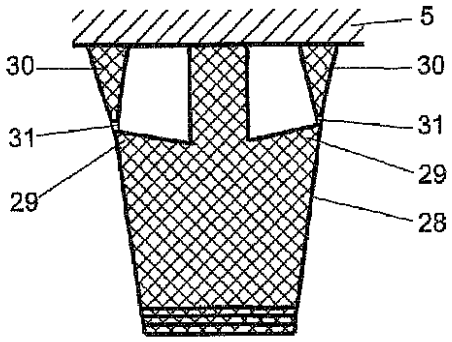

Fig. 9

フロントページの続き

(72)発明者　スタンペル、ユルゲン
オーストリア国、ウィーン、クリーフーバーガッセ　１３／２９
(72)発明者　グリューバー、シモン
オーストリア国、ウィーン、ハーメルリンクプラッツ　９／７

審査官　辰己　雅夫

(56)参考文献　特開２０１２－２０６５１３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１３－５００８８８（ＪＰ，Ａ）
特表２０１６－５０９９６４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２９Ｃ６４／００－６４／４０
Ｂ３３Ｙ１０／００－９９／００