

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Juni 2017 (22.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/100811 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 67/00 (2017.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2016/060120
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. Dezember 2016 (09.12.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 51079/2015 17. Dezember 2015 (17.12.2015) AT
- (72) Erfinder; und
- (71) Anmelder : STADLMANN, Klaus [AT/AT]; Wollzeile
11, 4. Stock/ Tür 3, 1010 Wien (AT).
- (74) Anwalt: PATENTANWALTSKANZLEI MATSCHNIG
& FORSTHUBER OG; P.O.Box 36, Biberstraße 22,
1010 Wien (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

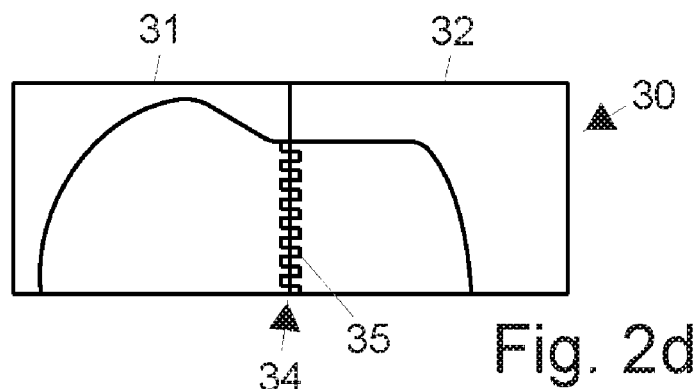
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A THREE-DIMENSIONAL OBJECT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES DREIDIMENSIONALEN GEGENSTANDS



(57) Abstract: The aim of the invention is to produce a three-dimensional object in a stereolithographic process. This is achieved in that a plurality of layers (30) are cured in a chronological sequence such that, as a whole, the layers form the three-dimensional object. The layers are divided into two or more sub-regions (31, 32) which lie substantially adjacent to one another within the layer. One sub-region in an edge area (34) adjoining the other sub-region of the same layer contains area sections (35) which protrude into the other sub-region in a formfitting manner. The sub-regions are developed one after the other and thus together form the desired layer regions.

(57) Zusammenfassung: Zum Erzeugen eines dreidimensionalen Gegenstands in einem stereolithographischen Prozess wird eine Vielzahl von Schichten (30) in zeitlicher

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Abfolge ausgehärtet, sodass deren Gesamtheit den dreidimensionalen Gegenstand bildet. Die Schichten werden in zwei oder mehr Teilbereiche (31, 32) unterteilt, die innerhalb der Schicht im Wesentlichen neben einander liegen, wobei ein Teilbereich in einem Randgebiet (34) zu einem anderen Teilbereich derselben Schicht Gebietsteile (35) beinhaltet, die formschlüssig in den anderen Teilbereich hineinragen. Diese Teilbereiche werden nacheinander entwickelt und bilden so insgesamt die gewünschten Schichtbereiche.

VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES DREIDIMENSIONALEN GEGENSTANDS

Die Erfindung betrifft ein 3D-Druck-Verfahren, genauer gesagt ein Verfahren zum Erzeugen eines dreidimensionalen Gegenstands in einem stereolithographischen Prozess durch Entwickeln einer Vielzahl von Schichten in zeitlicher Abfolge, deren Gesamtheit den dreidimensionalen Gegenstand bildet, wobei zumindest eine der Schichten in zwei oder mehr Teilbereiche unterteilt wird, welche im Wesentlichen neben einander liegen; die so festgelegten Teilbereiche werden in voneinander gesonderten Entwicklungsschritten entwickelt. Das Entwickeln einer Schicht bzw. eines Teilbereichs einer Schicht erfolgt in der Regel durch Aushärten einer hierfür geeigneten Substanz.

Verfahren dieser Art sind bekannt, wobei neben Stereolithographie verschiedene andere Bezeichnungen wie Rapid Prototyping, Fotosolidification oder 3D-Druck geläufig sind. In einem stereolithographischen Prozess wird durch schichtweises oder kontinuierliches Aneinanderreihen von Schichten bzw. Schichtinformationen ein dreidimensionaler Körper aus einer fotosensitiven Substanz erzeugt. Bei einem Herstellungsprozess dieser Art wird eine aushärtbare Substanz verwendet, um Schicht für Schicht durch Erzeugen einer geometrischen Schichtinformation, die beispielsweise durch eine digitale Maske oder durch einen bewegten Laserstrahl erzeugt werden kann, einen dreidimensionalen Gegenstand („Körper“ oder „Objekt“) mit einer vorgebbaren gewünschten Formgebung zu erzeugen. Die aushärtbare Substanz ist in der Regel ein lichtempfindliches Material, das flüssig oder pastös ist und bei Bestrahlung durch geeignetes Licht aushärtet, zumeist eine flüssige Monomerformulierung.

Es sind unterschiedliche 3D-Druckverfahren zur Generierung von dreidimensionalen Objekten aus einem fotosensitiven Material bekannt. Je nach Verfahren werden hierbei pastöse, flüssige oder auch granulare Materialien durch Einwirkung elektromagnetischer Strahlung (z.B. durch UV-Strahlung, IR-Strahlung) verfestigt. Ein Beispiel sind Stereolithographieverfahren, welche pixelbasierte Maskenbelichtungsverfahren nützen, um ein fotosensitives Material örtlich gezielt auszuhärten. Bei diesen kann die ursprüngliche Schichtinformation in Teilinformationen für Teilbereiche der einzelnen Schichten umgewandelt werden, um dann bereichsweise ausgehärtet zu werden.

Belichtungssysteme, die pixelbasierte Maskenbelichtungssysteme (z.B. Micro Optical Mirror Devices, bzw. MEMS [microelectromechanical systems], die auch unter dem Markennamen DLP bekannt sind) nutzen um eine Schichtinformation zu generieren, sind bei einer gegebenen Auflösung der Pixel auf einen Belichtungsbereich bestimmter Größe begrenzt. Dadurch können nur Objekte in einem 3D-Druckverfahren generiert werden, die in den vorgegeben Belichtungsbereich passen. Dies gilt auch für andere Belichtungsverfahren, wie beispielsweise optische Systeme, welche Galvano-Scanner nutzen.

Ein an sich bekannter Ansatz, diese Beschränkung hinsichtlich der Größen zu umgehen, besteht darin, dass eine für den Belichtungsbereich zu große Schichtinformation in kleinere Teilbereiche aufgespaltet und in Form dieser Teilbereiche sequentiell belichtet wird.

Ein Beispiel eines derartigen Verfahren ist in EP 1946910 A2 beschrieben. Darin werden mehrere Projektionseinrichtungen durch einen Logikverbund zusammengeschlossen, um einen größeren Belichtungsbereich zu erhalten. Dieser Belichtungsbereich weist an den Kanten der zusammenstoßenden Einzelbilder linienförmige Überschneidungen, sogenannte „Seams“, auf. Außerdem wird in EP 1946910 A2 der Einsatz von sogenannten Graustufen beschrieben, also Bereichen in der Größenordnung von $\frac{1}{2}$ bis 1 Pixel, in dem die Intensität nicht der gesamten zur vollständigen Entwicklung einer Schicht erforderlichen Intensität entspricht. Somit wird die gesamte Schichtinformation durch Festlegen von Grenzlinien in einzelne Bereiche unterteilt, die dann über die entsprechende Bestrahlungsquelle entwickelt werden, wobei die Ränder der Bereich mithilfe der Graustufen in sich vollständig überlagert werden.

In EP 1666235 A1 ist ein kontinuierliches Belichtungsverfahren beschrieben, in dem eine Schichtinformation, welche größer als eine einzelne Belichtungsfläche der pixelbasierten Maske bei einer gegebenen Auflösung ist, und der zugehörnde Belichtungsprozess durch Projizieren eines mit einer Bewegungseinrichtung synchronisierten Videos erfolgt. Dadurch kann ein schmaler, aber in der Länge theoretisch unbegrenzter Bereich ortsselektiv ausgehärtet werden. Durch zeilenweises Abrastern kann so auch die Ausdehnung in der Richtung quer zur Bewegungsrichtung beliebig erweitert werden. Dadurch ergeben sich wiederum Überlappungsbereiche, in denen eine doppelte Belichtung durch Modulierung der Bestrahlungsintensität erfolgt, um einen Verbund der nebeneinander liegenden Streifen zu erreichen.

Die bekannten Verfahren haben einige Nachteile. An den Grenzen zwischen den Teilbereichen, die in getrennten Entwicklungsschritten erzeugt werden, ergeben sich häufig Grenzlinien oder sogar Lücken, die zu einem Bruch des hergestellten Objektes führen können. Außerdem führen materialabhängige Alterungseffekte, insbesondere beim Einsatz von Graustufen im Überlappungsbereich der Einzelbilder, zu einer unvollständigen Aushärtung. Außerdem führen die linienförmige Überschneidungsbereiche der Teilschichtinformationen zu einer ungleichmäßigen Festigkeit des hergestellten Objekts und kann zudem das Aussehen beeinträchtigen.

Die vorliegende Erfindung hat das Ziel, die genannten Nachteile der bekannten stereolithographischen Verfahren mit aus Teilbereichen zusammengesetzten Schichten zu vermeiden. Insbesondere sollen Defekte und Sollbruchstellen in Überlappungsbereichen der Einzelbilder infolge unvollständiger Entwicklung vermieden werden, und die Auswirkungen der linienförmigen Überschneidungen soll eliminiert werden, um eine größere Festigkeit mit einem verbesserten dreidimensionalen Verbund zu erreichen. Insbesondere sollen Fehler im Belichtungsprozess durch fehlerhaft ausgebildete Grenzlinien, welche zu einem Bruch des Objektes führen können, vermieden werden.

Die gestellte Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren der eingangs dargestellten Art dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß zumindest einer der Teilbereiche in einem Randgebiet zu einem anderen Teilbereich derselben Schicht Gebietsteile beinhaltet, die formschlüssig in den anderen Teilbereich hineinragen – beispielsweise kammförmig und/oder hakenförmig und/oder schwalbenschwanzartig.

Diese Lösung stellt einen neuen Ansatz zum Zusammenfügen von Bildinformationen in Teilbereichen zu einer gesamten Schichtinformation dar, ausgehend von einer Unterteilung der ursprünglichen gesamte Schichtinformation in einzelne Teilbereiche. Anstelle einer geraden oder nur geringfügig gekrümmten Trennlinie zwischen den Teilbereichen wird der Grenzbereich zwischen Teilbereiche so gestaltet, dass die Teilbereiche ineinander greifen und miteinander eine formschlüssige Verbindung der Teilbereiche eingehen; die Summe der Teilbereiche ergibt dann insgesamt die Schicht bzw. die Schichtinformation dieser Schicht.

Hierbei bedeutet "formschlüssige Verbindung", dass zumindest eines der Teilgebiete mit dem zugeordneten Teilbereich verbunden ist und die Breite des Verbindungsgebiets in Richtung zum zugeordneten Teilbereich hin nicht zunimmt; besonders günstig kann es hierbei sein, wenn das Teilgebiet über ein Verbindungsgebiet mit geringerer oder sogar abnehmender Breite mit dem zugehörigen Teilbereich verbunden ist, wie dies z.B. bei einer schwalbenschwanzartigen Verbindung der Fall ist, oder bei einer Verbindung über einen „halsartigen“ Abschnitt, der eine geringere Breite als der Hauptteil des Teilgebiets hat. Bei einer formschlüssigen Verbindung ist ein Auseinanderlösen der verbundenen Teile nicht möglich, ohne dass die Teile verformt oder gar zerstört werden, wie z.B. durch Ablösen eines oder mehrerer der Gebietsteile, die in einen anderen Teilbereich hineinragen. Auch wird die Festigkeit des Bauteiles im Teilbereich gegenüber anderen Ansätzen erhöht, da durch das Ineinandergreifen der Teilbereiche sich Risse schwer ausbreiten können. Diese Teilbereiche werden nacheinander entwickelt und bilden so insgesamt die gewünschten Schichtbereiche, die insgesamt wiederum den zu erzeugenden dreidimensionalen Gegenstand bilden.

In einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann vorgesehen sein, dass Randgebiete von Teilbereichen, die in einer Schicht aneinander grenzen, zusammenhängend sind; sie können hierbei kammförmig und/oder formschlüssig ineinander greifen. Gemäß einer günstigen Ausführungsform dieses Aspekts können die Randgebiete aneinander grenzender Teilbereiche entlang einer Aufteilungslinie ineinander greifen, die ein formwahrendes Auseinanderrücken der Randgebiete bzw. der Teilbereiche nicht zulässt. Auf diese Weise kann der Zusammenhalt innerhalb des Objekts zwischen den Teilbereichen deutlich verbessert werden.

Eine Abwandlung dieses Aspekts erweitert die Ausbildung der zusammenhängenden Randgebiete auf mehrere übereinander liegende Schichten. Dem entsprechend kann vorgesehen sein, dass eine Anzahl von übereinander liegenden Schichten in einander geometrisch entsprechende Teilbereiche aufgeteilt werden, wobei die Randgebiete einander entsprechender Teilbereiche von übereinander liegenden Schichten zusammengekommen eine zusammenhängende dreidimensionale Form bilden, wobei die so gebildeten dreidimensionalen Formen gegenseitig ineinandergreifen und ein formwahrendes Auseinanderrücken dieser dreidimensionalen Formen nicht zulassen.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können zumindest zwei der Teilbereiche, die in einer Schicht aneinander grenzen, formschlüssig in den jeweils anderen Teilbereich hineinragende Gebietsteile beinhalten.

Eine Ausgestaltung der Erfindung kann zwischen zwei aneinander grenzenden Teilbereichen einer Schicht ein Überlappungsgebiet vorsehen, das Randgebiete beider am Überlappungsgebiet beteiligten Teilbereiche beinhaltet, wobei die Randgebiete formschlüssig in den jeweils anderen Teilbereich hineinragende Gebietsteile beinhalten; hierbei wird in jedem Überlappungsgebiet die Entwicklung der Schicht jeweils zum Teil in jenen Entwicklungsschritten erfolgen, die zu den am Überlappungsgebiet beteiligten Teilbereichen gehören. Vorzugsweise sind die beiden beteiligten Teilbereiche in dem Überlappungsgebiet zueinander komplementär in Bezug auf die zu erzeugende Schicht bzw. Schichtinformation. Bei dieser Ausgestaltung kann die Aufteilung in dem Überlappungsgebiet beispielsweise dadurch erfolgen, dass das Überlappungsgebiet mosaikartig in Gebietsstücke aufgeteilt wird, und die so gebildeten Gebietsstücke zufällig zu den am Überlappungsgebiet beteiligten Teilbereichen zugeordnet werden. Durch diese zufällige Verteilung ergibt sich ein zuverlässiger und stabiler Übergang, der zugleich eine Musterbildung durch regelmäßige Strukturen vermeidet. Um ein möglichst feingliedriges Ineinandergreifen der Teilbereich zu erreichen, kann es günstig sein, wenn das mosaikartige Aufteilen in Übereinstimmung mit einer Aufteilung der Schicht in Pixel oder vorbestimmten Gruppen von Pixeln erfolgt.

Das Entwickeln der Schichten kann in der Regel durch Belichtung mit einer ein Aushärten der Schicht auslösenden Strahlung erfolgen. Eine derartige Strahlung, die zum Auslösen der Aushärtung der Substanz geeignet ist, wird hier auch als aktinische Strahlung bezeichnet.

In der Regel ist der Entwicklungsprozess so gestaltet, dass die Teilbereiche in zeitlicher Abfolge belichtet werden, vorzugsweise die Teilbereiche jeweils einer Schicht zeitlich unmittelbar aufeinanderfolgend.

Außerdem kann in übereinander liegenden Schichten eine Unterteilung der Schichten in Teilbereiche derart erfolgen, dass die Randgebiete der verschiedenen Schichten (z.B. aufeinanderfolgenden Schichten) zueinander gespiegelte und/oder invertierte Geometrien aufweisen.

Um eine Beeinträchtigen der Formgebung des zu erzeugenden Körpers hinsichtlich seiner Außenkontur zu vermeiden, kann es günstig sein, wenn die Gebietsteile, die formschlüssig in einen anderen Teilbereich hineinragen, von der äußeren Kontur des zu erzeugenden dreidimensionalen Gegenstands beabstandet sind, vorzugsweise in einem vorgegebenen Mindestabstand.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann die Entwicklung aller Schichten oder einzelner der Schichten in einer Mehrzahl (d.h. zwei oder mehr) Belichtungsdurchgängen erfolgen, wobei die Belichtungsdurchgänge einer Schicht in zeitlicher Abfolge und jeweils im Wesentlichen für die gesamte Schicht stattfinden. In diesem Fall kann die Erfindung so ausgeführt werden, dass in zumindest einem der Belichtungsdurchgänge die betreffende Schicht in zumindest zwei Teilbereiche unterteilt wird, welche im Wesentlichen neben einander liegen und jeweils in gesonderten Entwicklungsschritten entwickelt werden, wobei zumindest einer dieser Teilbereiche in einem Randgebiet zu einem anderen Teilbereich derselben Schicht in demselben Belichtungsdurchgang Gebietsteile beinhaltet, die formschlüssig in den anderen Teilbereich hineinragen.

Im Rahmen der Erfindung kann die Belichtung, und somit auch die Erzeugung der Schichtinformation, auch kontinuierlich erfolgen. Beispielsweise kann dies durch eine relative Bewegung zwischen Belichtungsfläche und Lichtquelle erreicht werden, wobei beispielsweise ein Maskenbelichtungssystem (z.B. ein DMD, DLP) zum Einsatz kommt, dessen erzeugtes Belichtungsmuster sich je nach Position der Belichtungsfläche oder der Lichtquelle entsprechend der Position und der entsprechenden Relativgeschwindigkeit kontinuierlich ändert und somit eine kontinuierliche Projektion darstellt.

Die Erfindung samt weiterer Ausgestaltungen und Vorzüge wird im Folgenden anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel näher beschrieben, das in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. Die Zeichnungen zeigen in schematischer Weise

Fig. 1 den Aufbau eines dreidimensionalen Objekts aus einer Vielzahl von Schichten, die jeweils in Teilbereiche aufgeteilt werden;

Fig. 2a–2e illustrieren die Aufteilung einer Schicht in zwei Teilbereiche, wobei Fig. 2a eine Schicht mit der Schichtinformation für ein dreidimensionales Objekt zeigt,

Fig. 2b die Aufteilung der Schicht in zwei Teilbereiche, Fig. 2c das Festlegen eines Überlappungsgebiets, und Fig. 2d und 2e das Aufteilen des Überlappungsgebiets mit kammartig bzw. hakenartig verzahnten Grenzbereichen darstellen;

Fig. 3 illustriert eine Ausführungsform mit einer Aufteilung von Pixeln eines Überlappungsgebiets gemäß einer zufälligen Zuordnung zu den beiden Teilbereichen;

Fig. 4 illustriert eine Ausführungsform mit einer Aufteilung von Pixeln eines Überlappungsgebiets gemäß einer zufälligen Zuordnung und Graustufen;

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, in der übereinander liegende Schichten ineinander verzahnt werden; und

Fig. 6 zeigt eine Aufsicht einer Schicht der Fig. 5.

Die perspektivische Ansicht der Fig. 1 zeigt einen Raumbereich 1, in dem ein dreidimensionaler Körper 2 mittels eines stereolithographischen Verfahrens erzeugt wird. Gemäß einer üblichen Vorgangsweise ist der Raumbereich 1 in eine Vielzahl von übereinander liegenden Schichten 3 aufgeteilt; die Schichten 3 haben vorzugsweise eine gleichbleibende Dicke. In dem Raumbereich 1 wird der dreidimensionale Körper 2 aus einer Vielzahl übereinander liegender Schichtinformationen 4 gebildet. Hierbei bezeichnet Schichtinformation jene Bereiche innerhalb einer Schicht, die gemäß dem zu erzeugenden Körper 2 entwickelt werden. Mit dem Bezugszeichen 4 ist beispielhaft die Schichtinformation der obersten Schicht bezeichnet. Die Fig. 1 zeigt auch beispielhaft zwei der Schichten 3a, 3b mit der darin jeweils enthaltenen Schichtinformation 4a, 4b. Die Schichtinformationen 4, 4a, 4b werden zeitlich aufeinander folgend entwickelt, beispielsweise beginnend mit der obersten Schicht und nach unten voranschreitend (in anderen Ausführungsvarianten gegebenenfalls umgekehrt), wodurch der Körper 2 Schicht für Schicht erzeugt wird. Die Form des Körpers 2 kann beliebig gewählt sein. Der Körper 2 wird von einer Halterung (nicht gezeigt) gehalten, mit der er über die erste erzeugte Schichtinformation 4 (d.i. hier die der obersten Schicht) verbunden ist und in der Regel während des Herstellungsvorgangs verbunden bleibt. Meist befindet sich der Körper 2 abgesehen von dieser Haltestelle an der ersten erzeugten Schicht vollständig innerhalb des Gesamtbereichs 1. Jedoch kann der Körper 2 darüberhinaus an einer oder mehreren Seitenflächen des Raumbereichs 1 anliegen; beispielsweise kann wie in

dem gezeigten Ausführungsbeispiel gezeigt der Körper 2 der Vorderseite des Gesamtbereichs 1 anliegen.

Gemäß der Erfindung erfolgt die Entwicklung des lichtempfindlichen Materials in einer Schicht in zumindest zwei zeitlich gesonderten Entwicklungsschritten, die jeweils einen Teilbereich der Schicht entwickeln. Hierfür wird die Schicht in zwei oder mehr Teilbereiche aufgeteilt, die innerhalb der Schicht im Wesentlichen neben einander liegen, wobei ein Teilbereich in einem Randgebiet zu einem anderen Teilbereich derselben Schicht Gebietsteile beinhaltet, die formschlüssig in den anderen Teilbereich hineinragen. Diese Teilbereiche werden nacheinander entwickelt und bilden so insgesamt die gewünschten Schichtbereiche jeweils einer Schicht. Die Teilbereiche sämtlicher Schichten ergeben somit insgesamt den gesamten dreidimensionalen Körper.

Die Schichten 3, 3a, 3b sind in Fig. 1 bereits mit einer Aufteilung in erfindungsgemäße Teilbereiche dargestellt. In der gezeigten Ausführungsform ist die Aufteilung der Schichten im Wesentlichen gleichbleibend, jedoch kann im Rahmen der Erfindung die Aufteilung auch von Schicht zu Schicht variieren.

In Fig. 2a bis 2e ist die Aufteilung einer Schicht in zwei Teilbereiche illustriert. Fig. 2a zeigt eine beispielhafte Schicht 30 mit der Schichtinformation 40 eines dreidimensionalen Objekts. Die Schicht 30 wird – beispielsweise, weil sie zu groß für einen einzelnen Belichtungsprozess ist, oder aus anderen Gründen – in zwei Teilbereiche 31, 32 aufgeteilt, die beispielsweise wie in Fig. 2b gezeigt beiderseits einer Teilungslinie 33 liegen. Die hier gezeigte Teilungslinie 33 ist gerade, sie kann in anderen Ausführungsformen jedoch auch gebogen oder aus geraden oder gekrümmten Kurventeilen zusammengesetzt sein. Sodann wird – Fig. 2c – ein Überlappungsgebiet (oder Übergangsbereich) 34 festgelegt, der entlang der Teilungslinie verläuft, beispielsweise mit einer Breite B, die im gezeigten Ausführungsbeispiel entlang der Teilungslinie gleich bleibt. Die Breite des Überlappungsgebiets kann jedoch auch entlang des Verlaufs der Teilungslinie variieren, insbesondere wenn die Teilungslinie gekrümmt ist oder aus Teilstücken mit verschiedenen Orientierungen zusammengesetzt ist. Das Überlappungsgebiet wird sodann auf die beiden Teilbereiche neu aufgeteilt, wobei Gebietsteile, die zu einem Teilbereich gehören zwischen Gebietsteile, die zu dem anderen gehören hineinragen. Auf diese Weise ergibt sich eine formschlüssige Verbindung der beiden Teilbereiche 31, 32. Als Beispiele unter vielen zeigt Fig. 2d eine Aufteilung des Überlappungsgebiets 35 mit

kammartig verzahnten Grenzbereichen, sowie Fig. 2e ein Überlappungsgebiet 36 mit hakenartig ineinander greifenden Gebietsteilen.

Die Aufteilung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass das Überlappungsgebiet in längs der Teilungslinie aufeinanderfolgende Gebietsteile segmentiert wird, und diese Gebietsteile abwechselnd den anliegenden Teilbereichen zugeordnet werden. Die Gebietsteile können beispielsweise parallel orientierte Streifen oder Rechtecke sein, wodurch sich eine kammartige Aufteilung wie in Fig. 2d ergeben kann. Zusätzlich können die Gebietsteile Vorsprünge oder Mäandermuster ausbilden, wodurch sich die Gebiete ineinander verhaken. In all diesen Fällen ergibt sich eine Verzahnung mit Gebietsteilen, die formschlüssig in den jeweils anderen Teilbereich hineinragen, wobei vorzugsweise die Randgebiete von Teilbereichen, die in einer Schicht aneinander grenzen, jeweils zusammenhängend sind. Wie auch anhand der Beispiele der Fig. 2d und 2e erkennbar ist, wird in dem Überlappungsgebiet 34 die Teilungslinie durch eine komplexe Aufteilungslinie ersetzt, entlang der die Randgebiete der aneinander grenzenden Teilbereiche ineinander greifen. Auf diese Weise ist eine innige Verbindung der beiden Teilbereiche sicher gestellt; insbesondere ist ein Auseinanderrücken der Randgebiete nicht möglich, ohne dass es zu einer Deformierung oder einem Bruch in oder neben dem Überlappungsgebiet kommt.

Gemäß der Erfindung kann die in den Teilbereichen gebildete Bildinformation von Schicht zu Schicht nicht nur in seiner örtlichen Position und Ausdehnung, sondern auch in der gebildeten Geometrie variieren. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein in den Teilbereichen bzw. Überlappungsgebieten gebildetes Muster sich von dem Muster der vorangegangenen Schicht und/oder der nächsten zu erzeugenden Schicht in diesem Bereich unterscheidet.

So kann beispielsweise im einfachsten Fall von Schicht zu Schicht in dem Überlappungsgebiet oder einem Teil davon eine Spiegelung und/oder Inversion der geometrischen Information des Musters im Überlappungsgebiet der vorhergehenden Schicht gebildet werden. Die Spiegelung kann beispielsweise an der Teilungslinie oder einer Mittellinie des Überlappungsgebiets erfolgen, oder an einer Linie senkrecht dazu; auch kann eine Punktspiegelung (z.B. an einem Mittelpunkt des betreffenden Gebiets) vorgenommen werden. Inversion bedeutet die Umkehrung der Zuordnung der Gebietsteile zu den beiden beteiligten Teilbereichen; oder mit anderen Worten, ausgedrückt in Graustufen, bedeutet Inversion die Ersetzung eines Graustufenwertes x durch den Wert $1-x$. Somit wird das

gespiegelte und/oder invertierte Muster bzw. die invertierte Form des formschlüssigen Musters in aufeinanderfolgenden Überlappungsgebieten verschiedener Schichten verwendet. Dies vereinfacht die Berechnung des Musters im Überlappungsgebiet.

Das Überlappungsgebiet kann auch mosaikartig in Gebietsstücke aufgeteilt werden, und sodann werden die mosaikartigen Gebietstücke nach einem vorher festgelegten Verfahren oder zufällig (z.B. mittels eines Pseudozufallszahlengenerators) zu den beteiligten Teilbereichen zugeordnet. In einem besonders einfachen, aber dennoch effektiven Spezialfall kann das mosaikartige Aufteilen gemäß den Pixeln erfolgt (oder vorbestimmten Gruppen von Pixeln, z.B. mit Pixelgebieten zu je $n \times m$ Pixel, wobei n und m positive ganze Zahlen sind, auch $n = m > 1$ ist möglich), die einer rasterbasierten Entwicklung der Schicht zugrunde gelegt werden.

Fig. 3 illustriert ein Beispiel einer Aufteilung eines Überlappungsgebiets 23 mit einer Breite von 3 Pixel. Die Pixel des Überlappungsgebiets werden regellos („zufällig“) dem einen Teilbereich 21 oder dem anderen Teilbereich 22 zugeordnet, was in der Figur durch die entsprechende Schraffierung angedeutet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch mit Belichtung gemäß Graustufen kombiniert werden. Hierbei erfolgt die Zuordnung der Teilgebiete oder Pixel (bzw. Pixelgruppen) in dem Überlappungsgebiet nicht unmittelbar zu den beiden Teilbereichen, sondern zu Grauwerten, die Werte zwischen 0 und 1 annehmen können, entsprechend Werten zwischen 0% und 100%. Grauwerte sind für die Belichtung in Überlappungsbereichen bei stereolithographischen Prozessen bekannt. Hierbei wird für ein Gebiet die zum Entwickeln nötige Belichtungs-dosis jeweils zum Teil in den beiden Entwicklungsschritten der beiden beteiligten Teilbereiche zugeführt, sodass insgesamt die nötige Belichtungs-dosis erreicht wird, z.B. zu jeweils 50%, oder zu je 40% und 60% (entsprechend einer Graustufe $x = 0.4 = 40\%$). Im Grenzfall bedeutet ein Graustufenwert $x = 100\%$, dass die Belichtung zur Gänze im Belichtungsschritt des ersten Teilbereichs erfolgt, während $x = 0\%$ die Belichtung (nur) im Belichtungsschritt des zweiten Teilbereichs bedeutet.

Die Breite B und der Ort des Überlappungsgebiets kann gleichbleiben oder von Schicht zu Schicht variieren. So könnte beispielweise ein Überlappungsstreifen in Schicht n aus $B=5$ Pixelreihen gebildet werden, in der vorhergehenden Schicht $n-1$ aus 4 Pixelreihen und

bei der nachfolgende Schicht $n+1$ aus 8 Pixelreihen; diese Zahlen sind natürlich nur beispielhafter Art. Somit kann sich die Ausdehnung der Überlappungsgebiete bzw. der darin gebildeten Teilgebiete von Schicht zu ändern.

Fig. 4 illustriert eine Variante der Aufteilung der Fig. 3 mit Graustufen. Wiederum sind durch die Schraffierung die Zuordnungen der Pixel im Überlappungsgebiet 43 zu den Teilbereichen 41 und 42 (= Graustufen 100% bzw. 0%) symbolisiert. Die punktiert dargestellten Pixel 44 erhalten eine Graustufe. Beispielsweise ist der Wert der Graustufe 50%, d.h. die Pixel werden je zur Hälfte in beiden Belichtungsschritten der beiden Teilbereiche 41 und 42 belichtet. In anderen Varianten können die Graustufen verschieden gewählt sein. Beispielsweise können die Graustufen abwechselnd oder zufällig verteilt die Werte 30% und 70% annehmen. Natürlich können auch andere Graustufenwerte sowie eine größere Anzahl von Graustufenwerten, je nach gewünschter Anwendung, zum Einsatz kommen.

Eine weitere Variante ist in Fig. 5 und 6 illustriert. Wenn einem Pixel (oder Gebietsteil) eine Belichtungs-dosis von mehr als 100% zugeführt wird, so führt dies zu einem Schichtbereich mit einer höheren Dicke als die übrige Schicht. Auf diese Weise können in die jeweils darüber liegende Schicht hineinragende Stifte oder Zähne geformt werden. Beispielsweise weist in Fig. 5 der Teilbereich 51 an der Grenze zum Teilbereich 52 Zähne 53 auf, die z.B. durch eine Belichtung mit 200% der „normalen“ Belichtungs-dosis im Hauptgebiet des Teilbereichs erzeugt werden können. Diese Zähne 53 ragen in Öffnungen 60 des Teilbereichs 61 der darüber liegenden Schicht. Diese Öffnungen entsprechen einer Belichtung mit 0%. Der andere Bereich 62 der oberen Schicht weist wiederum Zähne auf, die in eine (nicht gezeigte) dritte Schicht eingreifen können, usw. Fig. 6 zeigt eine Aufsicht auf die obere (zweite) Schicht der Fig. 5, wobei entlang der Teilungslinie zwischen den Teilbereichen 61 und 62 die emporragenden Zähne 53 der darunter liegenden Schicht erkennbar sind.

Dieser Aspekt der Erfindung ermöglicht, dass die Geometrie-Information der Schichten und deren Teilbereiche so abgewandelt wird, dass sie in Summe zu einer Verzahnung der Schichten des gebildeten Objektes beitragen, während ein Ausbilden einer einfachen linienförmigen Naht vermieden wird, die eine Bruch- oder Trennungsbildung erleichtern könnte.

Gemäß der Erfindung wird durch die Summe der Teilbereiche, welche durch zumindest teilweise Überlagerung von mindestens zweier aneinandergrenzender Teilbereiche gebildet

wird, eine Schichtinformation erzeugt welche mit der gewünschten Schichtgeometrie des zu bildenden Objektes wieder geometrisch übereinstimmt. Im Rahmen der Erfindung stellt jeweils ein Teilgebiet im Überlappingsgebiet eines Teilbereiches zumindest in Summe ein Teil der Belichtungsfläche der zu erzeugenden Schicht dar. Der Belichtungsprozess kann dabei unterschiedliche Belichtungszeiten, Abfolgen und Intensitäten zwischen dem Teilgebiet und dem Teilbereich, dem es zugehört, aufweisen.

Im Allgemeinen können mehrere übereinander liegenden Schichten in – vorzugsweise aber nicht notwendiger Weise einander geometrisch entsprechende – Teilbereiche aufgeteilt werden, und diese Teilbereiche greifen formschlüssig ineinander. Hierbei können die Randgebiete einander entsprechender Teilbereiche von übereinander liegenden Schichten zudem zusammengekommen eine zusammenhängende dreidimensionale Form bilden, sodass die so gebildeten dreidimensionalen Formen gegenseitig ineinandergreifen und ein formwahrendes Auseinanderrücken nicht zulassen.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr beinhaltet die Erfindung sämtliche Ausgestaltungen gemäß den Ansprüchen. Gemäß der Erfindung wird der Überlappungsbereich in „Sektoren“ (d.h. Teilgebiete) unterteilt, die über die ursprüngliche Grenzlinie, die die Teilungslinie zwischen angrenzenden Teilbereichen darstellt, übergreifen und insofern nicht mehr der ursprünglichen geometrischen Information entsprechen. Erst durch Überlagerung der Sektoren der beteiligten Teilbereiche wird die ursprüngliche geometrische Information des Schichtbereiches wieder hergestellt.

Durch Kombination der entsprechenden Sektoren der Teilbereiche ergibt sich wieder die vollständige Schichtinformation der jeweiligen Schicht, beispielweise dadurch, dass die entsprechenden Sektoren in ihrer geometrischen Information zueinander ergänzend wirken, d.h. zueinander komplementär sind. Dadurch wird eine Überbelichtung der Schichten vermieden. Dies kann auch in Kombination mit den oben beschriebenen Graustufen erfolgen, z.B. mit Graustufen der Werte x und $1-x$. Anstelle von Graustufen kann auch eine Pulsweiten-Modulation (PWM) bei pixelbasierten Belichtungssystemen erreicht werden.

Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn die in den Überlappingsgebieten gebildeten Teilgebiete – d.h. „Sektoren“ – die ursprüngliche Geometrie der Schichtinformation der

Teilbereiche berücksichtigt – insbesondere die Konturen, die der Oberfläche des zu erzeugenden dreidimensionalen Körpers entsprechen; beispielsweise kann ein Sektor einen Teil der Kontur der Geometrie des Teilbereiches, d.h. der Teilungslinie, beinhalten. Da beim Erzeugen des Körpers zumindest dessen äußere Kontur erhalten bleiben bzw. genau abgebildet werden soll, kann es günstig sein, wenn erst ab einem gewissen Mindestabstand von der äußeren Kontur – z.B. 2 Pixel – eine komplexe Aufteilung gemäß der Erfindung (z.B. durch ein Mosaik oder eine Verzahnung wie oben beschrieben) erfolgt. Beispielsweise würde in diesem Fall ein Pseudozufallsgenerator erst in einem Abstand von der äußeren Oberfläche des Körpers mit einer Aufteilung der Teilgebiete bzw. Pixel in einem Überlappungsgebiet gemäß der Erfindung beginnen; der (Mindest)Abstand kann z.B. gemäß einem Offset, der in Pixel oder absoluten Einheiten (z.B. Millimeter) definiert wird, vorgegeben werden.

Außerdem kann die Belichtung eines Sektors auch mehrfach erfolgen, nämlich in weiteren Belichtungsschritten zusätzlich zu jenen beiden, die zu den beiden Teilbereichen gehören, und in unterschiedlichen Zeitabfolgen und Intensitäten. Insbesondere kann eine Schicht in mehreren ($k > 1$) Durchgängen belichtet werden, die jeweils einen Teil der Belichtung (z.B. mit Belichtungsintensität = $1/k$ der gewünschten Endintensität) liefern; in jedem Durchgang kann eine andere Unterteilung der Schicht in Teilbereiche vorgesehen sein, sodass die Überlappungsgebiete der Durchgänge voneinander unterschiedlich sind. So kann ein Gebietsstück in einem Durchgang einem Sektor eines Überlappungsgebiet entsprechen, wobei dieser Sektor einmal mit einer Intensität belichtet werden kann, die einem der beteiligten Teilbereiche des jeweiligen Durchgangs entspricht; in den übrigen Durchgängen kann das Gebietsstück inmitten eines Teilbereichs liegen, sodass in diesen Durchgängen die Belichtung mit einer Intensität gemäß dem jeweiligen Teilbereich erfolgt. In einer Variante hierzu können für ein bestimmtes Gebietsstück zusätzlich die Intensitätswerte der verschiedenen Durchgänge so variiert werden, dass die Gesamtsumme der Intensitäten gleich bleibt, nämlich die gewünschten Belichtungsintensität. Dies kann zusätzlich den inneren Zusammenhalt der Teilbereiche und Sektoren in einer Schicht sowie der Schichten untereinander verbessern.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Erzeugen eines dreidimensionalen Gegenstands (2) in einem stereolithographischen Prozess durch Entwickeln einer Vielzahl von Schichten (3) in zeitlicher Abfolge, deren Gesamtheit den dreidimensionalen Gegenstand bildet, wobei zumindest eine der Schichten (3, 3a, 3b, 30) in zumindest zwei Teilbereiche unterteilt wird, welche im Wesentlichen neben einander liegen und jeweils in gesonderten Entwicklungsschritten entwickelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Teilbereiche (21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52, 61, 62) in einem Randgebiet (23, 34, 43) zu einem anderen Teilbereich derselben Schicht Gebietsteile (35, 36, 53, 63) beinhaltet, die formschlüssig in den anderen Teilbereich hineinragen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Randgebiete von Teilbereichen, die in einer Schicht aneinander grenzen, zusammenhängend sind und kammförmig und/oder formschlüssig (35, 36) ineinander greifen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Randgebiete aneinander grenzender Teilbereiche entlang einer Aufteilungslinie ineinander greifen, die ein formwahrendes Auseinanderrücken der Randgebiete nicht zulässt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von übereinander liegenden Schichten in einander geometrisch entsprechende Teilbereiche (51, 52, 61, 62) aufgeteilt werden, wobei die Randgebiete einander entsprechender Teilbereiche von übereinander liegenden Schichten zusammengenommen eine zusammenhängende dreidimensionale Form bilden, wobei die so gebildeten dreidimensionalen Formen gegenseitig ineinandergreifen und ein formwahrendes Auseinanderrücken nicht zulassen.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei der Teilbereiche, die in einer Schicht aneinander grenzen, formschlüssig in den jeweils anderen Teilbereich hineinragende Gebietsteile beinhalten.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei aneinander grenzenden Teilbereichen (21, 22, 31, 32, 41, 42) einer Schicht ein

Überlappungsgebiet (23, 34, 43) vorgesehen ist, das Randgebiete beider am Überlappungsgebiet beteiligten Teilbereiche beinhaltet, wobei die Randgebiete formschlüssig in den jeweils anderen Teilbereich hineinragende Gebietsteile beinhalten, wobei in jedem Überlappungsgebiet die Entwicklung der Schicht jeweils zum Teil in jenen Entwicklungsschritten erfolgt, die zu den am Überlappungsgebiet beteiligten Teilbereichen gehören.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufteilung in dem Überlappungsgebiet (23, 43) dadurch erfolgt, dass das Überlappungsgebiet mosaikartig in Gebietsstücke aufgeteilt wird, und die so gebildeten Gebietsstücke zufällig zu den am Überlappungsgebiet beteiligten Teilbereichen zugeordnet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das mosaikartige Aufteilen in Übereinstimmung mit einer Aufteilung der Schicht in Pixel oder vorbestimmten Gruppen von Pixeln erfolgt.

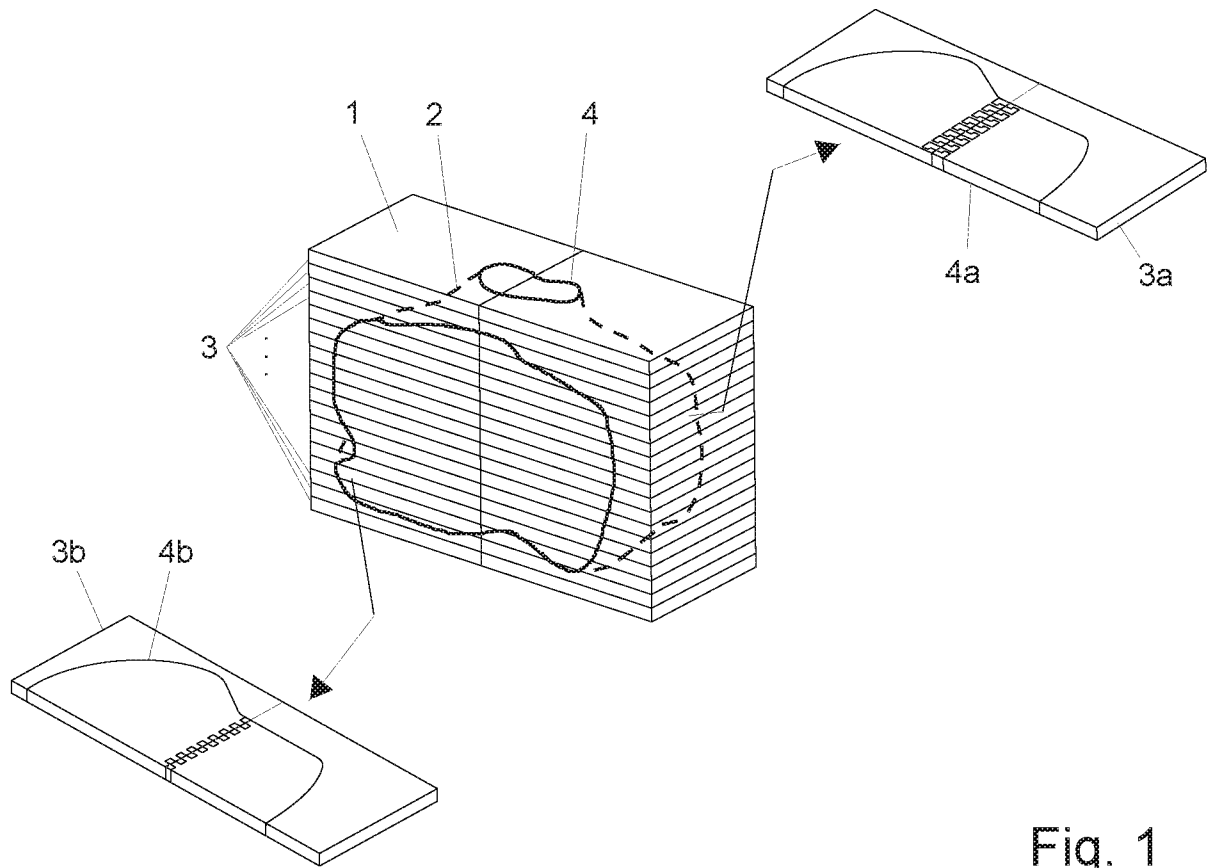
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Entwickeln der Schichten durch Belichtung mit einer ein Aushärten der Schicht auslösenden Strahlung erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbereiche in zeitlicher Abfolge belichtet werden, vorzugsweise die Teilbereiche jeweils einer Schicht zeitlich unmittelbar aufeinanderfolgend.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in übereinander liegenden Schichten jeweils eine Unterteilung der Schicht in Teilbereiche erfolgt, wobei die Randgebiete in verschiedenen Schichten zueinander gespiegelte und/oder invertierte Geometrien aufweisen.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gebietsteile, die formschlüssig in einen anderen Teilbereich hineinragen, von der äußeren Kontur des zu erzeugenden dreidimensionalen Gegenstands (2) beabstandet sind, nämlich in einem vorgegebenen Mindestabstand.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entwicklung zumindest einer Schicht in einer Mehrzahl von Belichtungsdurchgängen erfolgt, wobei die Belichtungsdurchgänge einer Schicht in zeitlicher Abfolge und jeweils im Wesentlichen für die gesamte Schicht stattfinden, wobei in zumindest einem der Belichtungsdurchgänge die betreffende Schicht in zumindest zwei Teilbereiche unterteilt wird, welche im Wesentlichen neben einander liegen und jeweils in gesonderten Entwicklungsschritten entwickelt werden, wobei zumindest einer dieser Teilbereiche in einem Randgebiet zu einem anderen Teilbereich derselben Schicht in demselben Belichtungsdurchgang Gebietsteile beinhaltet, die formschlüssig in den anderen Teilbereich hineinragen.



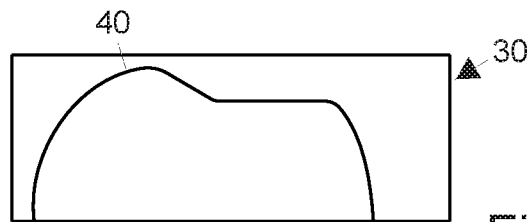


Fig. 2a

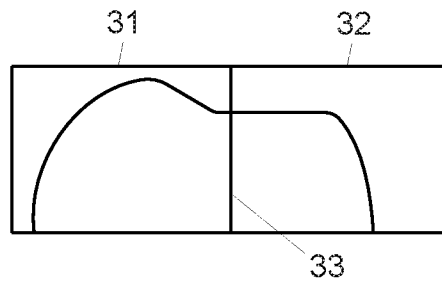


Fig. 2b

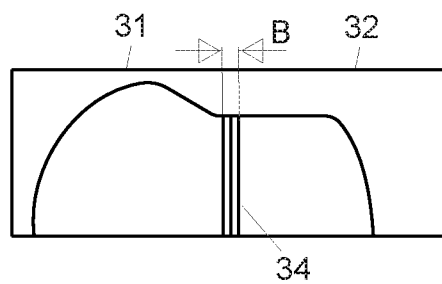


Fig. 2c

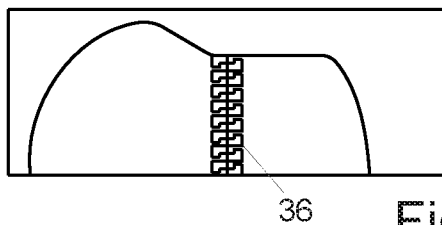


Fig. 2e

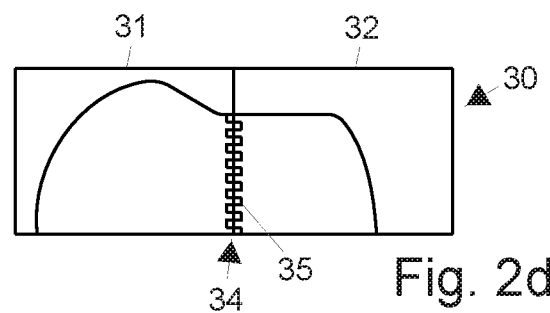


Fig. 2d



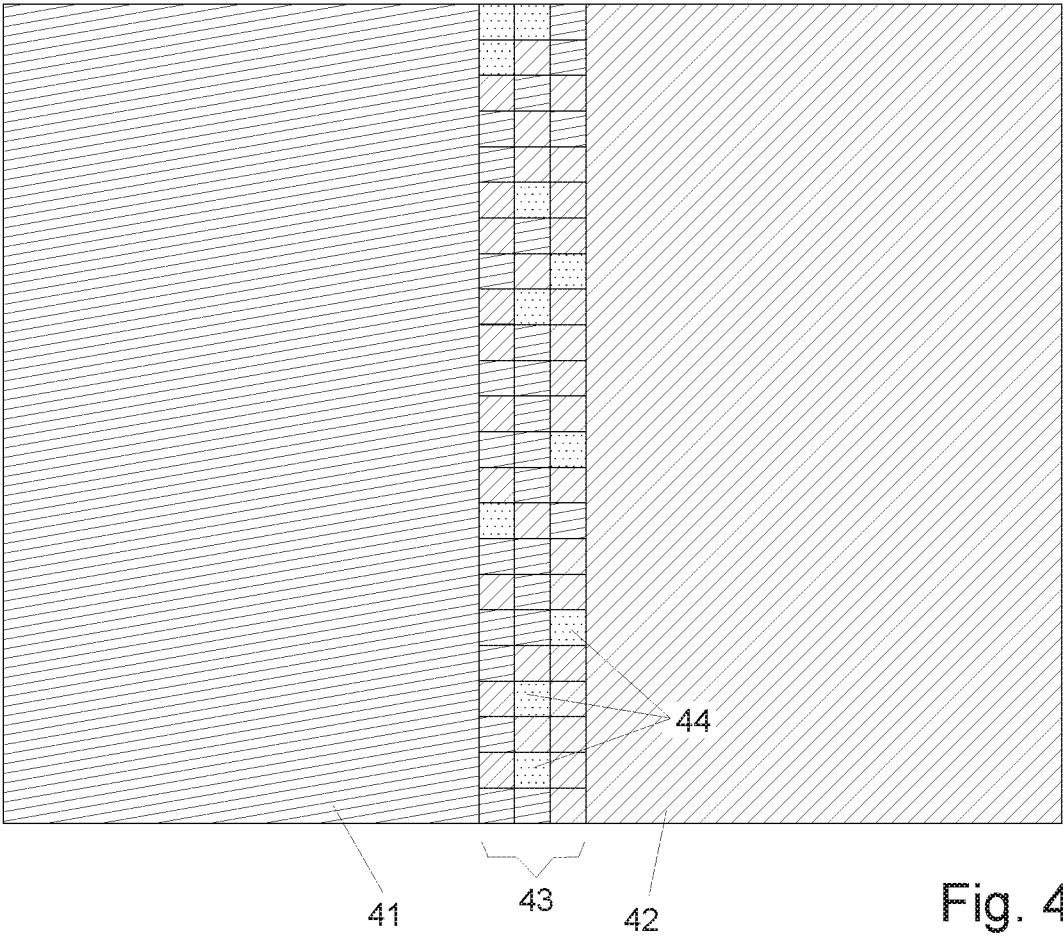


Fig. 4

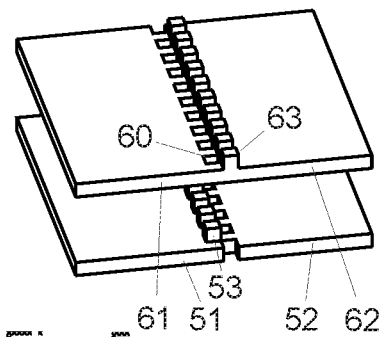


Fig. 5

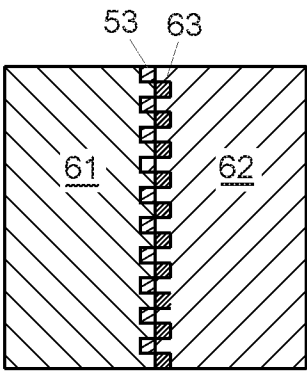


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2016/060120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C67/00 B33Y10/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C B33Y

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 067 608 A1 (SONY CORP [JP]) 10 June 2009 (2009-06-10) figure 2 figure 3 paragraph [0022] paragraph [0047]	1-3,5,9, 10,13
X	US 2003/033128 A1 (NAGANO KAZUHIKO [JP] ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13) figure 5B figure 5C figure 7 figure 12 figure 18 paragraph [0010] paragraph [0041] ----- -/-	1-3,5,9, 11,13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2017

Date of mailing of the international search report

19/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Borsch, Sebastian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2016/060120

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 241 430 A1 (GLOBAL FILTRATION SYSTEMS INC [US]) 20 October 2010 (2010-10-20) figure 1A figure 8C paragraph [0048] paragraph [0050] paragraph [0089] paragraph [0114] -----	1-3,5,9, 10,12,13
X	EP 2 251 185 A1 (IVOCLAR VIVADENT AG [LI]; UNIV WIEN TECH [AT]) 17 November 2010 (2010-11-17)	1-6,9, 10,13
Y	paragraph [0016] paragraph [0020] paragraph [0073] paragraph [0068] figure 9b figure 10a -----	7,8
Y	US 2008/054531 A1 (KEREKES THOMAS ALAN [US] ET AL) 6 March 2008 (2008-03-06) paragraph [0058] -----	7,8
X	WO 2014/199134 A1 (RENISHAW PLC [GB]) 18 December 2014 (2014-12-18) figure 4 page 11, line 30 - page 12, line 8 -----	1-3,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2016/060120

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2067608	A1	10-06-2009	EP 2067608 A1 10-06-2009
		JP 2009132127 A	18-06-2009
		US 2009140172 A1	04-06-2009

US 2003033128	A1	13-02-2003	JP 2002331591 A 19-11-2002
		US 2003033128 A1	13-02-2003

EP 2241430	A1	20-10-2010	EP 2241430 A1 20-10-2010
		EP 2419258 A2	22-02-2012
		US 2010262272 A1	14-10-2010
		WO 2010120839 A2	21-10-2010

EP 2251185	A1	17-11-2010	EP 2251185 A1 17-11-2010
		JP 2010259804 A	18-11-2010
		US 2010283188 A1	11-11-2010

US 2008054531	A1	06-03-2008	CN 101244629 A 20-08-2008
		EP 1894704 A1	05-03-2008
		JP 4937044 B2	23-05-2012
		JP 2008068621 A	27-03-2008
		US 2008054531 A1	06-03-2008
		US 2016332368 A1	17-11-2016

WO 2014199134	A1	18-12-2014	CN 105492188 A 13-04-2016
		EP 3007879 A1	20-04-2016
		JP 2016527101 A	08-09-2016
		US 2016114432 A1	28-04-2016
		WO 2014199134 A1	18-12-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B29C67/00 B33Y10/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B29C B33Y

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 067 608 A1 (SONY CORP [JP]) 10. Juni 2009 (2009-06-10) Abbildung 2 Abbildung 3 Absatz [0022] Absatz [0047]	1-3,5,9, 10,13
X	US 2003/033128 A1 (NAGANO KAZUHIKO [JP] ET AL) 13. Februar 2003 (2003-02-13) Abbildung 5B Abbildung 5C Abbildung 7 Abbildung 12 Abbildung 18 Absatz [0010] Absatz [0041]	1-3,5,9, 11,13
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. März 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/04/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Borsch, Sebastian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 241 430 A1 (GLOBAL FILTRATION SYSTEMS INC [US]) 20. Oktober 2010 (2010-10-20) Abbildung 1A Abbildung 8C Absatz [0048] Absatz [0050] Absatz [0089] Absatz [0114] -----	1-3,5,9, 10,12,13
X	EP 2 251 185 A1 (IVOCLAR VIVADENT AG [LI]; UNIV WIEN TECH [AT]) 17. November 2010 (2010-11-17)	1-6,9, 10,13
Y	Absatz [0016] Absatz [0020] Absatz [0073] Absatz [0068] Abbildung 9b Abbildung 10a -----	7,8
Y	US 2008/054531 A1 (KEREKES THOMAS ALAN [US] ET AL) 6. März 2008 (2008-03-06) Absatz [0058] -----	7,8
X	WO 2014/199134 A1 (RENISHAW PLC [GB]) 18. Dezember 2014 (2014-12-18) Abbildung 4 Seite 11, Zeile 30 - Seite 12, Zeile 8 -----	1-3,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2016/060120

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2067608 A1	10-06-2009	EP 2067608 A1	10-06-2009
		JP 2009132127 A	18-06-2009
		US 2009140172 A1	04-06-2009
US 2003033128 A1	13-02-2003	JP 2002331591 A	19-11-2002
		US 2003033128 A1	13-02-2003
EP 2241430 A1	20-10-2010	EP 2241430 A1	20-10-2010
		EP 2419258 A2	22-02-2012
		US 2010262272 A1	14-10-2010
		WO 2010120839 A2	21-10-2010
EP 2251185 A1	17-11-2010	EP 2251185 A1	17-11-2010
		JP 2010259804 A	18-11-2010
		US 2010283188 A1	11-11-2010
US 2008054531 A1	06-03-2008	CN 101244629 A	20-08-2008
		EP 1894704 A1	05-03-2008
		JP 4937044 B2	23-05-2012
		JP 2008068621 A	27-03-2008
		US 2008054531 A1	06-03-2008
		US 2016332368 A1	17-11-2016
WO 2014199134 A1	18-12-2014	CN 105492188 A	13-04-2016
		EP 3007879 A1	20-04-2016
		JP 2016527101 A	08-09-2016
		US 2016114432 A1	28-04-2016
		WO 2014199134 A1	18-12-2014