

(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
03. September 2020 (03.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/174411 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 64/124 (2017.01) *B33Y 10/00* (2015.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB2020/051626

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Februar 2020 (26.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
19450004.7 26. Februar 2019 (26.02.2019) EP

(71) Anmelder: UPNANO GMBH [AT/AT]; Modecenterstra-
ße 22, Top Nr. D 36, 1030 Wien (AT).

(72) Erfinder: GRUBER, Peter; Kienmayergasse 29/Top 16,
1140 Wien (AT).

(74) Anwalt: KESCHMANN, Marc; Haffner und Keschmann
Patentanwälte GmbH, Schottengasse 3a, 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, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: METHOD FOR LITHOGRAPHY-BASED GENERATIVE PRODUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL COMPO-
NENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR LITHOGRAPHIEBASIERTEN GENERATIVEN FERTIGUNG EINES
DREIDIMENSIONALEN BAUTEILS

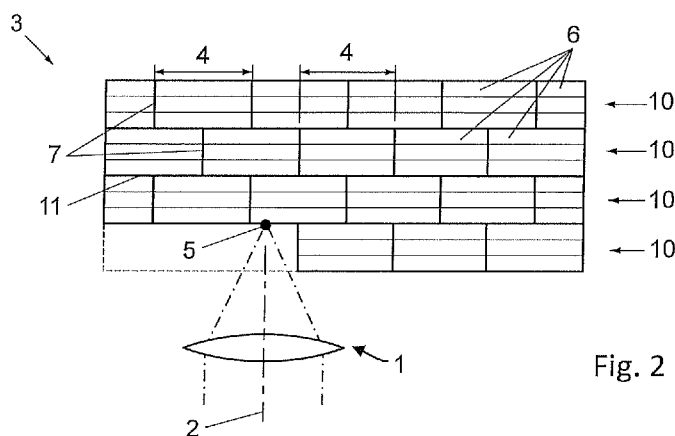


Fig. 2

(57) Abstract: In the case of a method for lithography-based generative production of a three-dimensional component (3), in which electromagnetic radiation emitted by an irradiating device is focused on focal points (5) within a material one after the other, whereby in each case a volume element of the material located at the focal point (5) is solidified by means of multiphoton absorption, wherein a substructure (6) is built up in each case from the volume elements in a writing region (4) of the irradiating device, the operation of building up the component (3) comprises the following steps: a) a plurality of substructures (6) are arranged next to one another, after that b) substructures (6) are arranged over one another such that upper substructures (6) bridge the boundary surface(s) (7) between lower substructures (6) arranged next to one another.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur lithographiebasierten generativen Fertigung eines dreidimensionalen Bauteils (3), bei dem von einer Bestrahlungseinrichtung ausgesendete elektromagnetische Strahlung nacheinander auf Fokuspunkte (5) innerhalb eines Materials fokussiert wird, wodurch jeweils ein am Fokuspunkt (5) befindliches Volumenelement des Materials mittels Multiphotonenabsorption verfestigt wird, wobei in einem Schreibbereich (4) der Bestrahlungseinrichtung aus den Volumenelementen jeweils eine Teilstruktur (6) aufgebaut wird, umfasst der Aufbau des Bauteils (3) folgende Schritte: a) eine Mehrzahl von Teilstrukturen (6) wird nebeneinander angeordnet, danach b) Teilstrukturen (6) werden übereinander angeordnet, sodass obere Teilstrukturen (6) die Grenzfläche(n) (7) zwischen nebeneinander angeordneten, unteren Teilstrukturen (6) überbrücken.

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)

Verfahren zur lithographiebasierten generativen Fertigung
eines dreidimensionalen Bauteils

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur
5 lithographiebasierten generativen Fertigung eines
dreidimensionalen Bauteils, bei dem von einer
Bestrahlungseinrichtung ausgesendete elektromagnetische
Strahlung nacheinander auf Fokuspunkte innerhalb eines
Materials fokussiert wird, wodurch jeweils ein am
10 Fokuspunkt befindliches Volumenelement des Materials
mittels Multiphotonenabsorption verfestigt wird, wobei in
einem Schreibungsbereich der Bestrahlungseinrichtung aus den
Volumenelementen jeweils eine Teilstruktur aufgebaut wird
und eine Mehrzahl von Teilstrukturen nebeneinander
15 angeordnet wird.

Ein Verfahren zur Ausbildung eines Formkörpers, bei dem die
Verfestigung eines flüssigen photosensitiven Materials
mittels Multiphotonenabsorption vorgenommen wird, ist
20 beispielsweise aus der DE 10111422 A1 bekannt geworden.
Dazu strahlt man mit einem fokussierten Laserstrahl in das
Bad des photosensitiven Materials ein, wobei die
Bestrahlungsbedingungen für einen die Verfestigung
auslösenden Mehrphotonenabsorptionsprozess nur in
25 unmittelbarer Umgebung des Fokus erfüllt sind, sodass man
den Fokus des Strahls nach Maßgabe der Geometriedaten des
herzustellenden Formkörpers innerhalb des Badvolumens zu
den zu verfestigenden Stellen führt. Die Bestrahlung des
Materialbades erfolgt bei dem Verfahren gemäß der
30 DE 10111422 A1 von oben, wobei die Strahlungsintensität so
gewählt wird, dass die Flüssigkeit für die verwendete
Strahlung oberhalb des Fokuspunktes im Wesentlichen
transparent ist, sodass ein direktes Polymerisieren des

Badmaterials ortsselektiv innerhalb des Badvolumens, d.h. auch weit unterhalb der Badoberfläche stattfindet.

Bestrahlungseinrichtungen für Multiphotonen-

- 5 Absorptionsverfahren umfassen eine Optik zum Fokussieren eines Laserstrahls sowie eine Ablenkeinrichtung zum Ablenken des Laserstrahls. Konstruktionsbedingt weisen solche Bestrahlungseinrichtungen einen begrenzten Schreibungsbereich auf, innerhalb dessen die Ablenkeinrichtung
- 10 den Laserstrahl bewegt. Der vorgegebene Schreibungsbereich ist in der Regel kleiner als das für das herzustellende Bauteil erforderliche Volumen. Das Bauteil muss daher in eine Mehrzahl von Teilstrukturen aufgeteilt werden, die jeweils einem Schreibungsbereich entsprechen und nacheinander aufgebaut
- 15 werden. Nach dem Aufbau einer Teilstruktur wird die Bestrahlungseinrichtung für den Aufbau der nächsten Teilstruktur relativ zum Material verlagert und die nächste Teilstruktur wird unmittelbar an die vorangehende Teilstruktur geschrieben. Dieses sog. „stitching“ kann im
- 20 Stoßbereich zwischen zwei aneinandergrenzenden Teilstrukturen eine Unstetigkeit verursachen, welche eine mechanische Schwachstelle des Bauteils bildet.

Bei der Anwendung von Multiphotonen-Absorptionsverfahren

- 25 besteht ein weiteres Problem darin, dass bereits gebildete verfestigte Strukturen nachfolgend zu strukturierende Bereiche verschatten. Dies bedeutet, dass die für die Verfestigung ins Material eingebrachte Strahlung in bestimmten Fällen bereits verfestigte Strukturbereiche
- 30 durchdringen müsste, um zu dem zu verfestigenden Volumenelement zu gelangen. Derartige Verschattungen können zu Strukturierungsfehlern führen.

In der EP 3093123 A1 ist ein Verfahren beschrieben, welches Verschattungen dadurch vermeidet, dass die einhüllenden Grenzflächen zwischen benachbarten Teilstrukturen geneigt zu der Hauptrichtung des Struktureintrags verlaufen. Die einhüllenden Grenzflächen der Teilstruktur verlaufen derart schräg zur Hauptrichtung des Struktureintrags, dass eine Verdeckung bzw. Verschattung des Struktureintrags entlang der Hauptrichtung durch bereits vorhandene Teilstrukturen vermieden wird. Es ist daher möglich, für die Teilstruktur eine vergleichsweise betragsmäßig große Tiefe entlang der Hauptrichtung zu wählen. Daher ist zur Herstellung der Gesamtstruktur eine Zerlegung in eine vergleichsweise geringe Anzahl von Teilstrukturblöcken nötig.

Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, ein verbessertes Verfahren anzugeben, mit welchem nicht nur der Verschattungsproblematik Rechnung getragen wird, sondern auch die durch das Stitching-Verfahren verursachte mechanische Bruchanfälligkeit des Bauteils verbessert wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung bei einem Verfahren der eingangs genannten Art vor, dass der Aufbau des Bauteils folgende Schritten umfasst: a) eine Mehrzahl von Teilstrukturen wird nebeneinander angeordnet, danach b)) Teilstrukturen werden übereinander angeordnet, sodass obere Teilstrukturen die Grenzfläche(n) zwischen nebeneinander angeordneten, unteren Teilstrukturen überbrücken. Dadurch, dass das Bauteil nicht nur in nebeneinander liegende, sondern auch in übereinander liegende Teilstrukturen zerlegt wird, kann die Dicke der Teilstrukturen geringer gewählt werden. Insbesondere kann die Dicke der Teilstrukturen so gering gewählt werden, dass sich keine Verschattungen ergeben.

Bevorzugt kann hierbei vorgesehen sein, dass das Bauteil mehrere übereinanderliegende Lagen umfasst, die jeweils aus einer Mehrzahl von nebeneinander angeordneten

5 Teilstrukturen gebildet werden, wobei das Bauteil lagenweise aufgebaut wird, wobei die Teilstrukturen einer oberen Lage die Grenzfläche(n) zwischen aneinandergrenzenden Teilstrukturen der unmittelbar darunter liegenden Lage überbrücken. Dabei können zur
10 Ausbildung einer unteren Lage zuerst mehrere Teilstrukturen nebeneinander aufgebaut werden, bevor unmittelbar darüber die Teilstrukturen der nächsten, oberen Lage aufgebaut werden. Dadurch werden Verschattungen wesentlich reduziert bzw. bei entsprechend dünner Ausbildung der Lagen gänzlich
15 vermieden, weil der Schatten lediglich durch die Höhe einer Lage erzeugt wird. Die Erfindung beschreitet somit einen anderen Lösungsweg als die EP 3093123 A1, wo das Bauteil lediglich aus nebeneinander angeordneten Teilstrukturen, d.h. aus einer einzigen Lage aufgebaut wird.

20

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird somit anders als bei der Lösung gemäß der EP 3093123 A1 für jede Teilstruktur keine vergleichsweise betragsmäßig große Tiefe entlang der Hauptrichtung gewählt, sondern die Tiefe der Teilstrukturen
25 ist auf die Dicke einer Lage begrenzt, die wiederum nicht größer als die abschattungsfreie Eindringtiefe gewählt ist.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann daher auf die Ausbildung von schräg zur Eintragsrichtung verlaufenden
30 Grenzflächen zwischen zwei aneinandergrenzenden Teilstrukturen verzichtet werden, wodurch der Steuerungsaufwand für die Strukturierungseinrichtung

reduziert wird. Vielmehr verlaufen die Grenzflächen bevorzugt parallel zur Eintragsrichtung.

Es ist aber auch denkbar, dass im Rahmen der Erfindung so wie bei der Lösung gemäß der EP 3093123 A1 zwischen zwei aneinandergrenzenden Teilstrukturen schräg zur Eintragsrichtung verlaufende Grenzflächen ausgebildet werden.

- 10 Der lagenweise Aufbau des Bauteils ermöglicht es weiters die mechanische Stabilität dadurch zu verbessern, dass die Teilstrukturen einer Lage die Grenzfläche(n) zwischen aneinandergrenzenden Teilstrukturen der unmittelbar darunter liegenden Lage überbrücken. Dadurch entsteht ein
- 15 Versatz zwischen den Teilstrukturen der einzelnen Lagen, ähnlich wie der Versatz von Mauersteinen in einem Mauerwerksverband. Auf Grund des Versatzes werden die durch die Stoßstellen bzw. Grenzflächen zwischen zwei aneinander angrenzenden Teilstrukturen einer Lage auftretenden
- 20 Schwachstellen kompensiert und insbesondere das Ausbreiten von Rissen entlang der Grenzflächen im Bauteil verhindert.

- Unter einer Teilstruktur wird im Rahmen der Erfindung ein Bereich des herzustellenden Körpers verstanden, der dem
- 25 Schreibbereich der Bestrahlungseinrichtung entspricht und dessen in Richtung der Eintragsrichtung gemessene Dicke im Fall des lagenweisen Aufbaus der Dicke einer Lage entspricht. Um eine Mehrzahl von Teilstrukturen auszubilden, ist bevorzugt vorgesehen, dass der
- 30 Schreibbereich der Bestrahlungseinrichtung durch Veränderung der Relativposition der Bestrahlungseinrichtung relativ zum Material quer zur Eintragsrichtung der Bestrahlungseinrichtung verschoben wird, um nach dem Aufbau

einer Teilstruktur eine nächste Teilstruktur aufzubauen. Hierbei kann entweder die Bestrahlungseinrichtung relativ zum ortsfesten Material verschoben werden oder es kann das Material bzw. das das Material aufnehmende Behältnis
5 relativ zur ortsfesten Bestrahlungseinrichtung verschoben werden.

Wenn im Rahmen der Erfindung Teilstrukturen angesprochen werden, die nebeneinander liegen, so bedeutet dies, dass
10 der Schreibungsbereich der Bestrahlungseinrichtung wie oben beschrieben quer zur Eintragsrichtung verschoben wird, um zuerst die eine und dann die andere der nebeneinander liegenden Teilstrukturen herzustellen. Nebeneinander liegende Teilstrukturen sind somit Teilstrukturen, die quer
15 zur Eintragsrichtung der Bestrahlungseinrichtung unmittelbar aneinander anschließen.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Grenzfläche zwischen übereinander liegenden Lagen durchgehend eben ausgebildet
20 ist. Die eine Lage ausbildenden, aneinander grenzenden Teilstrukturen weisen somit die gleiche Dicke auf, sodass sich eine Lage einheitlicher Dicke ergibt. Die Lagen erstrecken sich hierbei quer zur Eintragsrichtung.

25 Alternativ kann die Grenzfläche zwischen übereinander liegenden Teilstrukturen aber auch gestuft ausgebildet sein. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn eine obere Teilstruktur an ihrer Unterseite eine Oberfläche aufweist, die an der Grenzfläche zwischen zwei unteren Teilstrukturen
30 eine Stufe aufweist. Weiters ist es vorteilhaft, wenn eine untere Teilstruktur an ihrer Oberseite eine Oberfläche aufweist, die an der Grenzfläche zwischen zwei oberen Teilstrukturen eine Stufe aufweist. Auf Grund einer solchen

Stufenkonfiguration erscheint die Dicke einer benachbarten Teilstruktur um die Höhe der Stufe tiefer, sodass der Verschattungseffekt weiter verringert werden oder die Dicke der Teilstrukturen ohne Verschlechterung der

- 5 Verschattungsbedingungen um die Höhe der Stufe erhöht werden kann.

Eine vorteilhafte Ausbildung sieht in diesem Zusammenhang vor, dass die Höhe der Stufe 10-50%, insbesondere 20-40%,
10 der Dicke (in Höhenrichtung gemessen) der Teilstruktur gewählt wird.

Für eine zufriedenstellende mechanische Stabilität des Bauteils ist der Versatz der übereinander liegenden
15 Teilstrukturen bevorzugt so gestaltet, dass sich eine ausreichende Überdeckung bzw. Überlappung der Teilstrukturen ergibt. Eine bevorzugte Ausbildung sieht hierbei vor, dass zwei an einer Grenzfläche aneinander grenzende untere Teilstrukturen jeweils von der diese
20 Grenzfläche überbrückenden oberen Teilstruktur zu wenigstens 10%, bevorzugt wenigstens 30%, besonders bevorzugt wenigstens 40%, insbesondere zu 50%, überlappt werden.

25 Um zu vermeiden, dass eine bereits aufgebaute Teilstruktur benachbarte Bereiche einer angrenzenden Teilstruktur derselben Lage verschattet, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Dicke der Teilstrukturen und/oder der Lagen weniger als 100µm, vorzugsweise weniger als 50µm, vorzugsweise weniger
30 als 30µm, insbesondere weniger als 10 µm beträgt. Insbesondere beträgt die Dicke der Teilstrukturen und/oder der Lagen bei einer numerischen Apertur des Bestrahlungssystems von 1,4 höchstens 10 µm, bei einer

numerischen Apertur des Bestrahlungssystems von 0,8 höchstens 30 μm beträgt und bei einer numerischen Apertur des Bestrahlungssystems von 0,4 höchstens 50 μm .

- 5 Die einzelnen Teilstrukturen können schichtweise aufgebaut werden, d.h. aus mehreren Schichten gefertigt werden.

Eine besonders bevorzugte Verfahrensweise ergibt sich, wenn das Material auf einem Materialträger, wie z.B. in einer
10 Wanne, vorliegt, und die Bestrahlung des Materials von unten durch den für die Strahlung zumindest bereichsweise durchlässigen Materialträger erfolgt. Hierbei kann eine Bauplattform in Abstand vom Materialträger positioniert und das Bauteil durch Verfestigen von zwischen der Bauplattform
15 und dem Materialträger befindlichem Material auf der Bauplattform aufgebaut werden. Alternativ ist es aber auch möglich, die Bestrahlung des Materials von oben vorzunehmen.

- 20 Die Strukturierung eines geeigneten Materials mittels Multiphotonenabsorption bietet den Vorteil einer überaus hohen Strukturauflösung, wobei Volumenelemente mit minimalen Strukturgrößen von bis zu 50nm x 50nm x 50nm erzielbar sind. Bedingt durch das kleine Fokuspunktvolumen
25 ist der Durchsatz eines solchen Verfahrens allerdings sehr gering, da z.B. für ein Volumen von 1mm^3 insgesamt mehr als 10^9 Punkte belichtet werden müssen. Dies führt zu sehr langen Bauzeiten, was der Hauptgrund für den geringen industriellen Einsatz von Multiphotonenabsorptions-
30 Verfahren ist.

Um den Bauteiledurchsatz zu erhöhen ohne die Möglichkeit einer hohen Strukturauflösung zu verlieren, sieht eine

bevorzugte Weiterbildung der Erfindung vor, dass das Volumen des Fokuspunkts während des Aufbaus des Bauteils zumindest einmal variiert wird, sodass das Bauteil aus verfestigten Volumenelementen unterschiedlichen Volumens
5 aufgebaut wird.

Durch das variable Volumen des Fokuspunktes sind (bei kleinem Fokuspunktvolumen) hohe Auflösungen möglich. Gleichzeitig ist (bei großem Fokuspunktvolumen) eine hohe
10 Schreibgeschwindigkeit (gemessen in mm^3/h) erzielbar. Durch das Variieren des Fokuspunktvolumens kann also eine hohe Auflösung mit großem Durchsatz kombiniert werden. Die Variation des Fokuspunktvolumens kann dabei zum Beispiel so genutzt werden, dass im Inneren des aufzubauenden Bauteils
15 ein großes Fokuspunktvolumen verwendet wird, um den Durchsatz zu erhöhen, und an der Oberfläche des Bauteils ein kleineres Fokuspunktvolumen zur Anwendung kommt, um die Bauteiloberfläche mit hoher Auflösung auszubilden. Eine Vergrößerung des Fokuspunktvolumens ermöglicht einen
20 höheren Strukturierungsdurchsatz, da das in einem Belichtungsvorgang verfestigte Materialvolumen vergrößert wird. Um bei hohem Durchsatz eine hohe Auflösung beizubehalten, können kleine Fokuspunktvolumina für feinere Strukturen und Oberflächen, und größere Fokuspunktvolumina
25 für grobe Strukturen und/oder zum Füllen von Innenräumen verwendet werden.

Bei einer bevorzugten Verfahrensweise erfolgt die Variation des Fokusvolumens derart, dass das Volumenverhältnis
30 zwischen dem größten Fokuspunktvolumen während der Fertigung eines Bauteils und dem kleinsten Fokuspunktvolumen mindestens 2, bevorzugt mindestens 5 beträgt.

Das Prinzip der Multiphotonenabsorption wird im Rahmen der Erfindung genutzt, um im photosensitiven Materialbad einen photochemischen Vorgang zu initiieren.

5 Multiphotonenabsorptionsverfahren umfassen beispielsweise auch Verfahren der 2-Photonenabsorption. Als Folge der photochemischen Reaktion kommt es zur Veränderung des Materials in mindestens einen anderen Zustand, wobei es typischerweise zu einer Photopolymerisation kommt. Das
10 Prinzip der Multiphotonenabsorption beruht darauf, dass der genannte photochemische Vorgang nur in jenen Bereichen des Strahlengangs stattfindet, in denen eine für die Multiphotonenabsorption ausreichende Photonendichte vorliegt. Die höchste Photonendichte tritt im Brennpunkt
15 des optischen Abbildungssystems auf, sodass die Multiphotonenabsorption mit ausreichender Wahrscheinlichkeit nur im Fokuspunkt auftritt. Außerhalb des Brennpunktes ist die Photonendichte geringer, sodass die Wahrscheinlichkeit der Multiphotonenabsorption
20 außerhalb des Brennpunktes zu gering ist, um eine unumkehrbare Veränderung des Materials durch eine photochemische Reaktion zu bewirken. Die elektromagnetische Strahlung kann in der verwendeten Wellenlänge weitestgehend ungehindert das Material passieren und nur im Fokuspunkt
25 kommt es zu einer Interaktion zwischen photosensitivem Material und elektromagnetischer Strahlung. Das Prinzip der Multiphotonenabsorption ist beispielsweise in *Zipfel et al*, „*Nonlinear magic: multiphoton microscopy in the biosciences*“, NATURE BIOTECHNOLOGY VOLUME 21 NUMBER 11
30 NOVEMBER 2003, beschrieben.

Als Quelle für die elektromagnetische Strahlung kann es sich vorzugsweise um einen kollimierten Laserstrahl

handeln. Der Laser kann sowohl eine oder mehrere, feste oder variable Wellenlängen emittieren. Insbesondere handelt es sich um einen kontinuierlichen oder gepulsten Laser mit Pulslängen im Nanosekunden-, Pikosekunden- oder

5 Femtosekunden-Bereich. Ein gepulster Femtosekundenlaser bietet dabei den Vorteil, dass eine geringere mittlere Leistung für die Multiphotonenabsorption benötigt wird.

Unter photosensitivem Material wird jedes unter
10 Baubedingungen fließfähige Material verstanden, das durch Multiphotonenabsorption im Fokuspunktvolumen in einen zweiten Zustand übergeht - beispielsweise durch Polymerisation. Die Materialveränderung muss sich dabei auf das Fokuspunktvolumen und dessen direkte Umgebung
15 begrenzen. Die Veränderung der Substanzeigenschaften kann dauerhaft sein und beispielsweise in einer Veränderung von einem flüssigen in einen festen Zustand bestehen, kann jedoch auch nur vorübergehend sein. Auch eine dauerhafte Veränderung kann im Übrigen reversibel oder nicht
20 reversibel sein. Die Änderung der Materialeigenschaften muss nicht zwingend vollständig von einem in den anderen Zustand übergehen, sondern kann auch als Mischform beider Zustände vorliegen.

25 Die Leistung der elektromagnetischen Strahlung und die Belichtungsdauer beeinflussen die Qualität des erzeugten Bauteils. Durch Anpassung der Strahlungsleistung und/oder der Belichtungsdauer kann das Volumen des Fokuspunktes in einem engen Bereich variiert werden. Bei zu hohen
30 Strahlungsleistungen treten zusätzliche Prozesse auf, die zur Beschädigung des Bauteils führen können. Ist die Strahlungsleistung zu gering, kann sich keine dauerhafte Materialeigenschaftsänderung einstellen. Für jedes

photosensitive Material gibt es daher typische Bauprozessparameter die mit guten Bauteileigenschaften verbunden sind.

- 5 Die oben beschriebene Variation des Fokuspunktvolumens beruht hierbei jedoch nicht auf einer Änderung der Intensität der verwendeten elektromagnetischen Strahlung. Vielmehr wird mit der für den Bauprozess gewählten (optimalen) Strahlungsintensität gearbeitet, die während
10 des Bauteilaufbaus unverändert gelassen wird. Das Verfahren wird daher bevorzugt so durchgeführt, dass die Änderung des Fokuspunktvolumens bei gleichbleibender Strahlungsintensität vorgenommen wird, wobei die verwendete durchschnittliche Leistung der elektromagnetischen
15 Strahlung dementsprechend angepasst wird.

- Als Fokuspunktvolumen wird daher jenes Volumen eines belichteten Punktes nach dem Aufbereitungsschritt bei den typischen Bauprozessparametern verstanden. Unter der oben
20 beschriebenen Änderung des Fokuspunktvolumens wird eine Veränderung der räumlichen Intensitätsverteilung im Fokuspunkt verstanden. Hierbei kann die räumliche Intensitätsverteilung des Fokuspunktes sowohl in eine oder mehrere Richtungen verändert werden. So kann zum Beispiel
25 durch Reduktion der effektiven numerischen Apertur des optischen Abbildungssystems die Intensitätsverteilung in alle drei Raumrichtungen vergrößert werden. Bei der Verwendung eines diffraktiven optischen Elementes kann der Fokus in eine Linie oder Fläche verändert, oder die Anzahl
30 der Fokuspunkte erhöht werden.

Eine Reihe von apparativen Möglichkeiten zur Veränderung des Fokuspunktvolumens ist in der WO 2018/006108 A1 beschrieben.

- 5 Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Änderung des Fokuspunktvolumens in wenigstens einer, bevorzugt zwei, insbesondere in drei, senkrecht zueinander stehenden Raumrichtungen erfolgt.
- 10 Insbesondere kann die elektromagnetische Strahlung mittels einer Ablenkeinheit abgelenkt werden, um den Fokuspunkt in einer im Wesentlichen senkrecht zur Eintragsrichtung verlaufenden Ebene innerhalb des Schreibbereichs zu verstellen.

15

- Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Verfahrens zum Aufbau eines dreidimensionalen Bauteils, Fig. 2 ein Verfahren nach der
- 20 Erfindung, Fig. 3 eine abgewandelte Ausführung des Verfahrens nach Fig. 2, Fig. 4 eine weitere abgewandelte Ausführung des Verfahrens nach Fig. 2, Fig. 5 eine weitere abgewandelte Ausführung des Verfahrens nach Fig. 2, Fig. 6
- 25 eine weitere abgewandelte Ausführung des Verfahrens nach Fig. 2 und Fig. 7 und Fig. 8 weitere abgewandelte Ausführungen.

- In Fig. 1 ist mit 1 schematisch eine optische Einheit 1
- 30 einer Bestrahlungseinrichtung im Querschnitt dargestellt, welche eine Eintragsrichtung 2 aufweist. Die Eintragsrichtung 2 gibt die Richtung an, in welcher die elektromagnetische Strahlung von der

Bestrahlungseinrichtung auf das auszubildende Bauteil 3 in der Grundeinstellung abgegeben wird. Die Bestrahlungseinrichtung weist einen Schreibbereich mit einer Ausdehnung 4 auf, die der Breite entspricht, innerhalb welcher die abgegebene Strahlung innerhalb des Materials, welches durch die Strahlung verfestigt werden soll, auf Fokuspunkte 5 fokussiert werden kann. Um nacheinander auf verschiedene Fokuspunkte innerhalb des Schreibbereichs fokussieren zu können, umfasst die Bestrahlungseinrichtung eine nicht näher dargestellte Einheit, wie z.B. eine Ablenkeinheit. Wenn die genannte Einheit ausgebildet ist, um die Einstrahlungsrichtung zu ändern, so ist unter dem Begriff „Eintragsrichtung“ die Haupteintragsrichtung der Bestrahlungseinrichtung in der Grundstellung zu verstehen.

Da die Ausdehnung 4 des Schreibbereichs nicht ausreicht, um das gesamte Bauteil zu erzeugen, wird das Bauteil aus einer Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Teilstrukturen 6 aufgebaut. Dabei kann so vorgegangen werden, dass die Teilstruktur 6 in Höhenrichtung aus einer Mehrzahl von Schichten 9 aufgebaut wird. Zuerst wird eine erste Teilstruktur 6 ausgebildet, die innerhalb des Schreibbereichs der Bestrahlungseinrichtung liegt. Danach wird der Schreibbereich durch Verlagerung der Bestrahlungseinrichtung relativ zum Bauteil 3 oder durch Verlagerung des Bauteils 3 relativ zur Bestrahlungseinrichtung seitlich verschoben, um neben der ersten Teilstruktur 6 eine zweite Teilstruktur 6 aufzubauen. Dies wird solange wiederholt, bis aus allen Teilstrukturen das fertige Bauteil 3 zusammengesetzt wurde. Ein solcherart aufgebautes Bauteil besitzt an den

Grenzflächen 7 zwischen nebeneinander angeordneten Teilstrukturen 6 mechanische Schwachstellen.

Weiters tritt bei Überschreitung einer bestimmten, in der
5 Eintragsrichtung gemessenen Höhe einer Teilstruktur 6 eine Verschattung auf. Dies bedeutet, dass eine bereits aufgebaute Teilstruktur 6 den aus der optischen Einheit 1 kommenden, auf einen Fokuspunkt innerhalb der links daran anschließenden Teilstruktur gerichteten Strahl abschatten
10 kann, wie dies anhand der Linie 8 schematisch dargestellt ist. In dem durch die Linie 8 begrenzten Bereich kommt es daher zu Strukturierungsfehlern, die es zu vermeiden gilt.

In Fig. 2 ist ersichtlich, dass das Bauteil 3 gemäß dem
15 erfindungsgemäßen Verfahren wieder aus einer Mehrzahl von Teilstrukturen 6 aufgebaut wird, wobei die Teilstrukturen 6 nun nicht nur nebeneinander, sondern auch übereinander angeordnet sind. Bei der Ausbildung gemäß Fig. 2 sind die Teilstrukturen 6 hierzu in übereinander angeordneten Lagen
20 10 angeordnet, sodass die Grenzfläche 11 zwischen übereinander liegenden Lagen 10 durchgehend eben ausgebildet ist. Dadurch, dass das Bauteil 3 nicht nur in seitlicher Richtung, sondern auch in Höhenrichtung aus einer Mehrzahl von Teilstrukturen 6 zusammengesetzt wird,
25 kann jede einzelne Teilstruktur 6 mit einer im Hinblick auf die Vermeidung von Verschattungen verringerten Höhe ausgebildet werden. Weiters wird dadurch die Möglichkeit eröffnet, die Teilstrukturen 6 der einzelnen Lagen 10 seitlich gegeneinander zu versetzen, sodass obere
30 Teilstrukturen 6 die Grenzflächen 7 zwischen nebeneinander angeordneten, direkt darunter liegenden Teilstrukturen 6 überbrücken. Bei der Ausbildung gemäß Fig. 2 beträgt der seitliche Versatz die Hälfte der Breite der einzelnen

Teilstrukturen 6, sodass zwei an einer Grenzfläche 7 aneinander grenzende untere Teilstrukturen 6 jeweils von der diese Grenzfläche 7 überbrückenden oberen Teilstruktur 6 zu 50%, überlappt werden.

5

Bei der abgewandelten Ausbildung gemäß Fig. 3 beträgt der Versatz lediglich 10%.

Während die Grenzflächen 7 zwischen nebeneinander angeordneten Teilstrukturen 6 parallel zur Eintragsrichtung 2 verlaufen, zeigt Fig. 4 verschiedene alternative Möglichkeiten, nämlich schräg zur Eintragsrichtung 2 verlaufende, gekrümmte und gestufte Grenzflächen 7. Dadurch kann Verschattungen zusätzlich vorgebeugt werden.

15

In Fig. 5 ist eine weitere abgewandelte Ausbildung dargestellt, bei der die übereinander liegenden Teilstrukturen 6 nicht lagenartig angeordnet sind, sondern gemäß einer gestuften Anordnung. Die Teilstrukturen 6 weisen an ihrer Unterseite sowie an ihrer Oberseite jeweils eine Oberfläche auf, die an der Stelle, an der zwischen darunter oder zwischen darüber liegenden Teilstrukturen eine Grenzfläche 7 vorgesehen ist, eine Stufe hat. Auf Grund einer solchen Stufenkonfiguration ist der im Hinblick auf eine Verschattung relevante, vorstehende Anteil b der Höhe a einer Teilstruktur 6 geringer als bei einer Ausbildung gemäß Fig. 2, sodass Verschattungen noch wirksamer vermieden werden oder die Höhe der Teilstrukturen ohne Erhöhung des Verschattungsrisikos vergrößert werden kann.

30

In Fig. 6 ist eine alternative Anordnung der Teilstrukturen 6 dargestellt, wobei die Grenzflächen 11 zwischen

übereinander liegenden Teilstrukturen 6 bzw. zwischen den
Lagen 10 nun nicht im rechten Winkel zur Eintragsrichtung
2, sondern in einem Winkel von max. 45° , bevorzugt max. 30°
zur Eintragsrichtung 2 schräg verlaufen.

5

Fig. 7 zeigt eine weitere Möglichkeit der erfindungsgemäßen
Anordnung der Teilstrukturen 6. Die Teilstrukturen 6 weisen
hier einen hexagonalen Querschnitt auf, sodass sich eine
wabenförmige Anordnung aus nebeneinander und übereinander
angeordneten Teilstrukturen ergibt.

10

Bei der Ausbildung gemäß Fig. 8 sind die Teilstrukturen 6
in der Form von Kreuzen ausgebildet.

15

Anzumerken ist, dass die Teilstrukturen 6 wie in den Fig. 1
bis 8 gezeigt lediglich durch Umrandungslinien dargestellt
sind, die denjenigen räumlichen Bereich angeben, in dem die
Verfestigung der Volumenelemente innerhalb der jeweiligen
Teilstruktur stattfindet, ohne dass eine bestimmte

20

Strukturierung dargestellt ist. Es versteht sich, dass im
Rahmen der Herstellung eines Bauteils der jeweils
gewünschten Geometrie nicht alle Volumenelemente innerhalb
einer Teilstruktur verfestigt werden müssen, sondern dass
innerhalb der Teilstrukturen Volumenbereiche freibleiben

25

können.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur lithographiebasierten generativen
Fertigung eines dreidimensionalen Bauteils (3), bei dem von
5 einer Bestrahlungseinrichtung ausgesendete
elektromagnetische Strahlung nacheinander auf Fokuspunkte
(5) innerhalb eines Materials fokussiert wird, wodurch
jeweils ein am Fokuspunkt (5) befindliches Volumenelement
des Materials mittels Multiphotonenabsorption verfestigt
10 wird, wobei in einem Schreibungsbereich (4) der
Bestrahlungseinrichtung aus den Volumenelementen jeweils
eine Teilstruktur (6) aufgebaut wird, dadurch
gekennzeichnet, dass der Aufbau des Bauteils folgende
Schritte umfasst: a) eine Mehrzahl von Teilstrukturen (6)
15 wird nebeneinander angeordnet, danach b) Teilstrukturen (6)
werden übereinander angeordnet, sodass obere Teilstrukturen
(6) die Grenzfläche(n) (7) zwischen nebeneinander
angeordneten, unteren Teilstrukturen (6) überbrücken.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass das Bauteil mehrere übereinanderliegende Lagen (10)
umfasst, die jeweils aus einer Mehrzahl von nebeneinander
angeordneten Teilstrukturen (6) gebildet werden, wobei das
Bauteil (3) lagenweise aufgebaut wird, wobei die
25 Teilstrukturen einer oberen Lage (10) die Grenzfläche(n)
(7) zwischen aneinandergrenzenden Teilstrukturen (6) der
unmittelbar darunter liegenden Lage (10) überbrücken.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Grenzfläche (11) zwischen übereinander liegenden
Lagen (10) durchgehend eben ausgebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfläche (11) zwischen übereinander liegenden Teilstrukturen (6) gestuft ausgebildet ist.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schreibungsbereich (4) der Bestrahlungseinrichtung durch Veränderung der Relativposition der Bestrahlungseinrichtung relativ zum

10 Material quer zur Eintragsrichtung (2) der Bestrahlungseinrichtung verschoben wird, um nach dem Aufbau einer Teilstruktur (6) eine nächste, danebenliegende Teilstruktur (6) aufzubauen.

15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwei an einer Grenzfläche (7) aneinander grenzende untere Teilstrukturen (6) jeweils von der diese Grenzfläche (7) überbrückenden oberen Teilstruktur (6) zu wenigstens 10%, bevorzugt wenigstens
20 30%, besonders bevorzugt wenigstens 40%, insbesondere zu 50%, überlappt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Teilstrukturen (6)
25 und/oder der Lagen (10) weniger als 100µm, vorzugsweise weniger als 50µm, vorzugsweise weniger als 30µm, insbesondere weniger als 10 µm beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Material auf einem Materialträger,
30 wie z.B. in einer Wanne, vorliegt, und die Bestrahlung des Materials von unten durch den für die Strahlung zumindest bereichsweise durchlässigen Materialträger erfolgt.

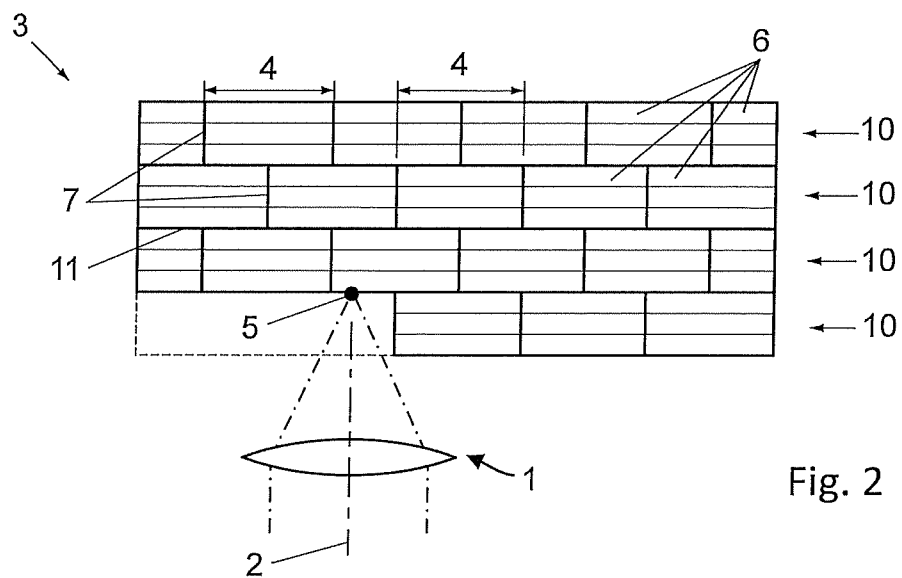
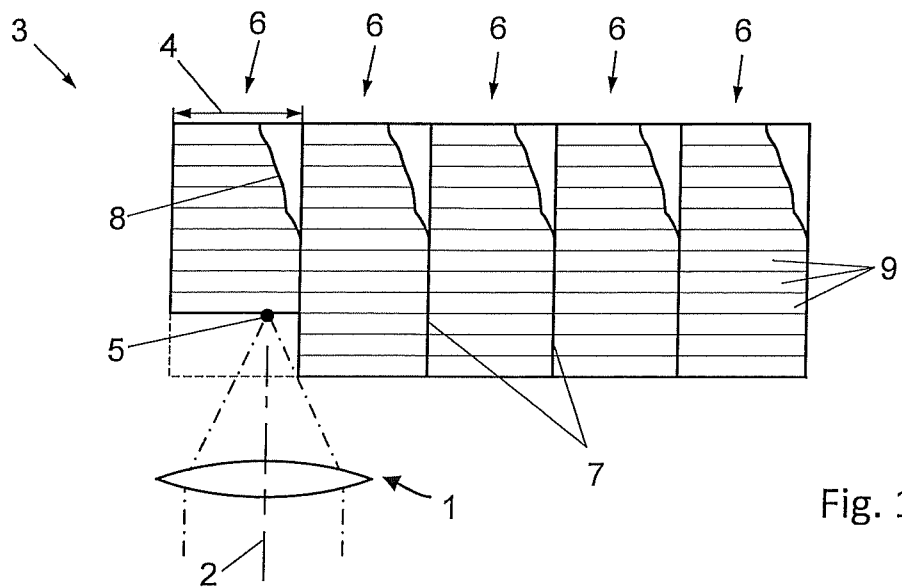
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Bauplattform in Abstand vom Materialträger
positioniert wird und das Bauteil durch Verfestigen von
5 zwischen der Bauplattform und dem Materialträger
befindlichem Material auf der Bauplattform aufgebaut wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch
gekennzeichnet, dass das Volumen des Fokuspunkts (5)
10 während des Aufbaus des Bauteils zumindest einmal variiert
wird, sodass das Bauteil (3) aus verfestigten
Volumenelementen unterschiedlichen Volumens aufgebaut wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Änderung des Fokuspunktvolumens in wenigstens
einer, bevorzugt zwei, insbesondere in drei, senkrecht
zueinander stehenden Raumrichtungen erfolgt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch
20 gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung
mittels einer Ablenkeinheit abgelenkt wird, um den
Fokuspunkt (5) in einer im Wesentlichen senkrecht zur
Eintragsrichtung (2) verlaufenden Ebene innerhalb des
Schreibbereichs (4) zu verstellen.

25
13. Dreidimensionales Bauteil (3) hergestellt durch ein
Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12.



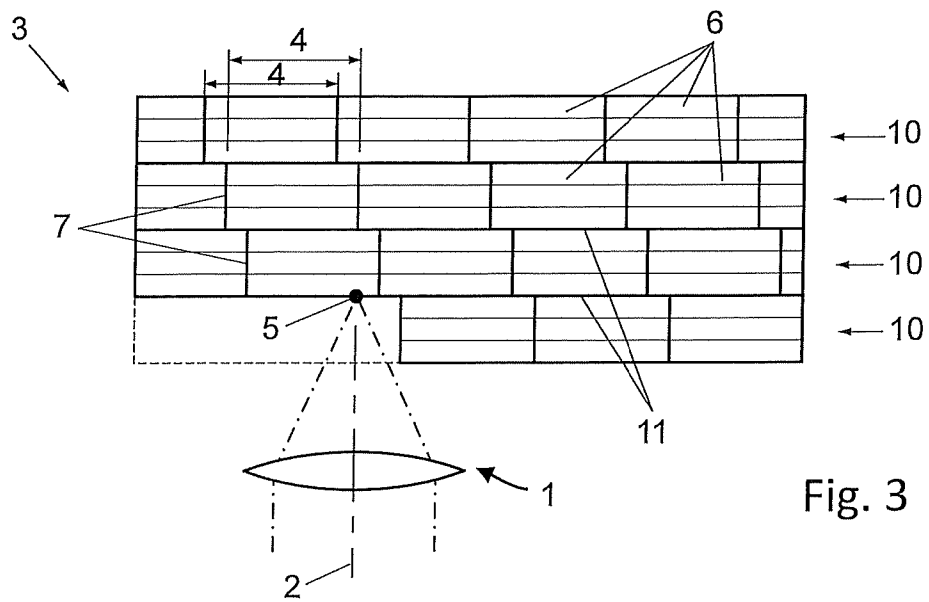


Fig. 3

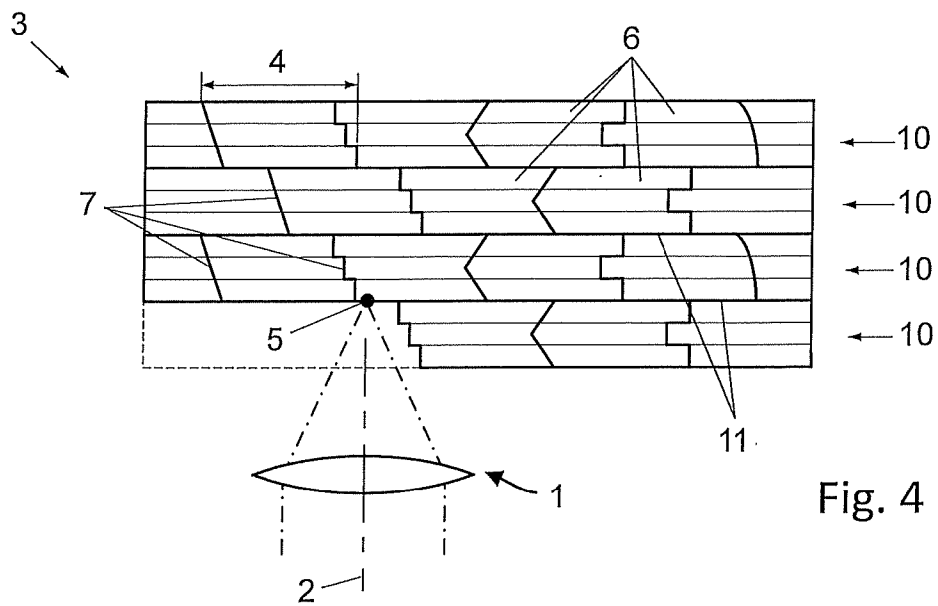
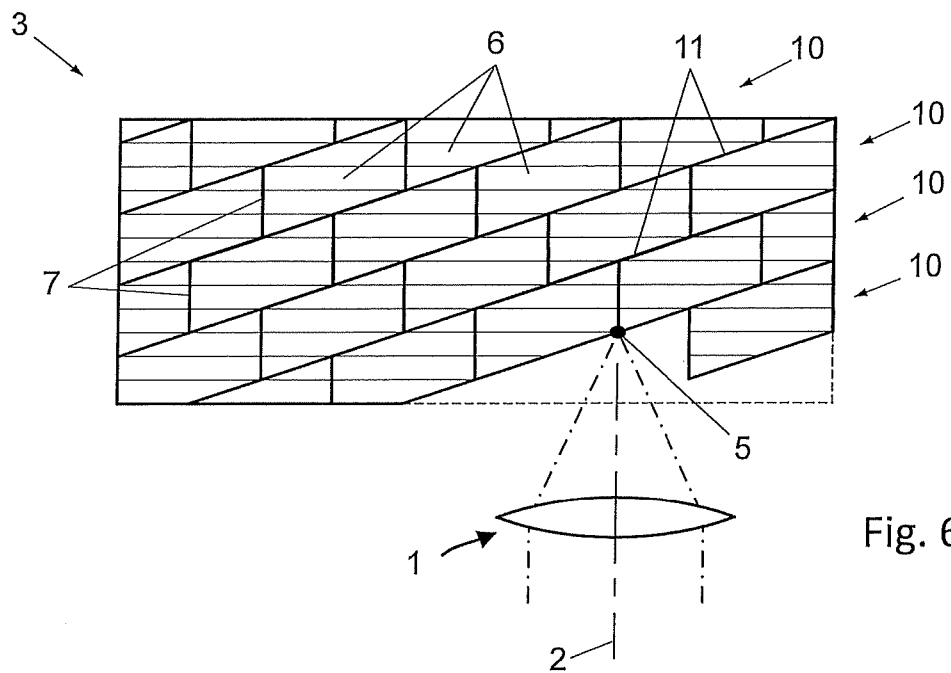
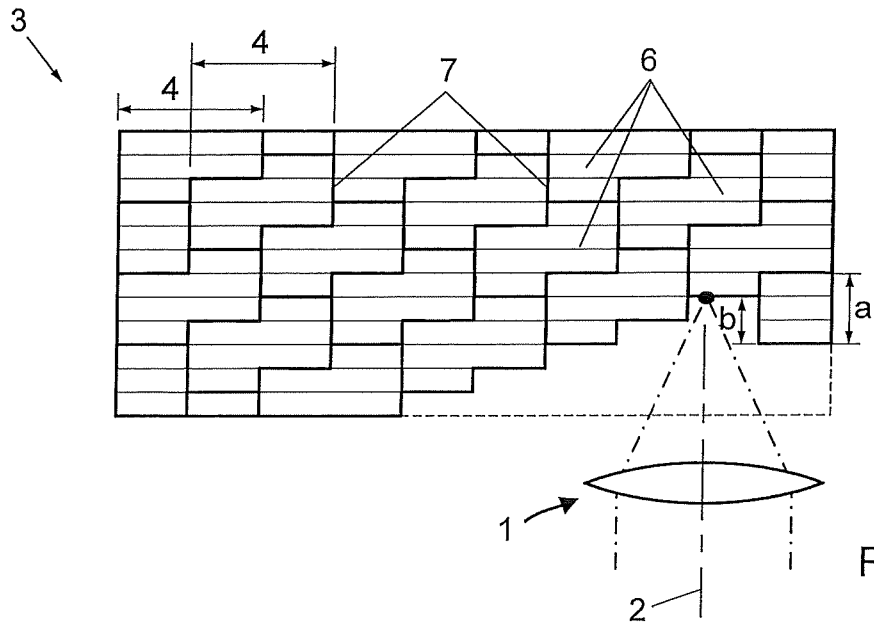
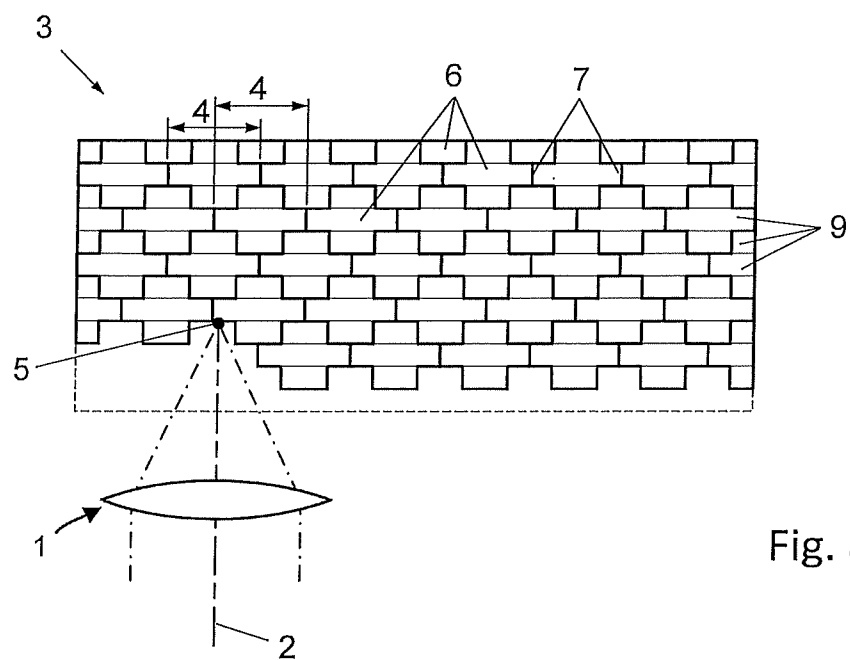
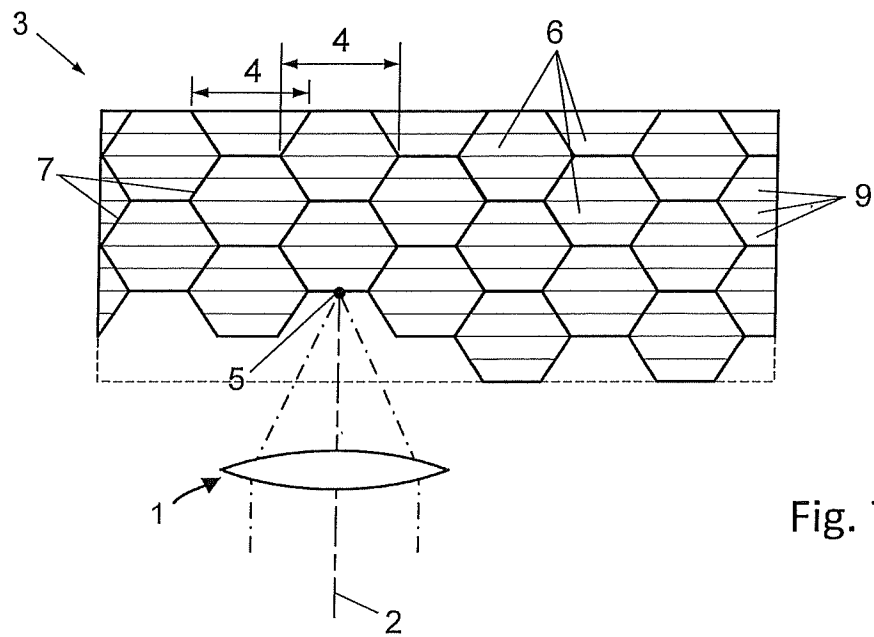


Fig. 4





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/051626

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B29C 64/124**(2017.01)i; **B33Y 10/00**(2015.01)i

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 3093123 A1 (NANOSCRIBE GMBH [DE]) 16 November 2016 (2016-11-16) cited in the application paragraphs [0024], [0032] - [0035]; figure 4	1-13
X	DE 102017110241 A1 (NANOSCRIBE GMBH [DE]) 15 November 2018 (2018-11-15)	13
A	paragraph [0052]; figure 4	1-12



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

23 April 2020

Date of mailing of the international search report

11 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Zattoni, Federico

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2020/051626

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3093123	A1	16 November 2016	CN	106156399	A	23 November 2016
				DE	102015208852	A1	17 November 2016
				EP	3093123	A1	16 November 2016
				JP	2016210189	A	15 December 2016
				US	2016332365	A1	17 November 2016
DE	102017110241	A1	15 November 2018	CN	110573291	A	13 December 2019
				DE	102017110241	A1	15 November 2018
				EP	3621766	A1	18 March 2020
				KR	20190142337	A	26 December 2019
				US	2020047408	A1	13 February 2020
				WO	2018206161	A1	15 November 2018

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2020/051626

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C64/124 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 3 093 123 A1 (NANOSCRIBE GMBH [DE]) 16. November 2016 (2016-11-16) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0024], [0032] - [0035]; Abbildung 4	1-13
X	DE 10 2017 110241 A1 (NANOSCRIBE GMBH [DE]) 15. November 2018 (2018-11-15)	13
A	Absatz [0052]; Abbildung 4	1-12



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

23. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/05/2020

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

Zattoni, Federico

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2020/051626

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3093123 A1	16-11-2016	CN 106156399 A	23-11-2016
		DE 102015208852 A1	17-11-2016
		EP 3093123 A1	16-11-2016
		JP 2016210189 A	15-12-2016
		US 2016332365 A1	17-11-2016

DE 102017110241 A1	15-11-2018	CN 110573291 A	13-12-2019
		DE 102017110241 A1	15-11-2018
		EP 3621766 A1	18-03-2020
		KR 20190142337 A	26-12-2019
		US 2020047408 A1	13-02-2020
		WO 2018206161 A1	15-11-2018
