

(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
28. Juli 2016 (28.07.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/116320 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B29C 67/00 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/050409
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
12. Januar 2016 (12.01.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
A50038/2015 22. Januar 2015 (22.01.2015) AT
- (71) **Anmelder:** WAY TO PRODUCTION GMBH [AT/AT];
Salesianergasse 23/18, 1030 Wien (AT).
- (72) **Erfinder:** FITZINGER, Andreas; Salesianergasse 23/18,
1030 Wien (AT). GRUBER, Simon; Salesianergasse
23/18, 1030 Wien (AT).
- (74) **Anwalt:** PUCHBERGER, BERGER & PARTNER;
Reichsratsstraße 13, 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, 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, KN, KP,
KR, 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.

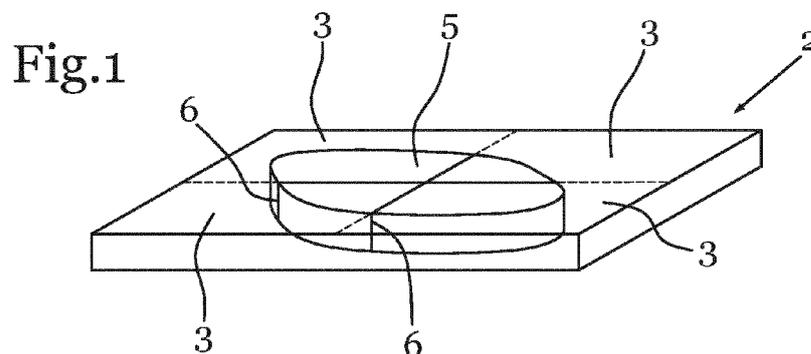
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, LU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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)

(54) **Title:** METHOD FOR EXPOSING A THREE-DIMENSIONAL REGION

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR BELICHTUNG EINES DREIDIMENSIONALEN BEREICHS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for exposing a three-dimensional region (1), wherein the three-dimensional region is divided into at least two successive layers (2) which are exposed in chronological order, wherein each layer (2) is divided into at least two exposure fields (3) having at least a first part-region (4), a second part-region (4'), optionally a third part-region (4''), and optionally further part-regions, wherein adjacent exposure fields (3) overlap in individual part-regions (4', 4'') in order to avoid incorrectly exposed areas.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Belichtung eines dreidimensionalen Bereichs (1), wobei der dreidimensionale Bereich in zumindest zwei aufeinanderfolgende Schichten (2) unterteilt wird, die in zeitlicher Abfolge belichtet werden, wobei jede Schicht (2) in zumindest zwei Belichtungsfelder (3) mit zumindest einem ersten Teilbereich (4), einem zweiten Teilbereich (4'), gegebenenfalls einem dritten Teilbereich (4'') sowie gegebenenfalls weiteren Teilbereichen unterteilt wird, wobei benachbarte Belichtungsfelder (3) in einzelnen Teilbereichen (4', 4'') zur Vermeidung fehlbelichteter Gebiete überlappen.



WO 2016/116320 A1

Verfahren zur Belichtung eines dreidimensionalen Bereichs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Belichtung eines dreidimensionalen Bereichs.

Aus dem Stand der Technik sind sogenannte 3D-Druckverfahren Verfahren zur Bildung eines formstabilen Objektes durch Belichtung eines dreidimensionalen Bereichs einer nicht formstabilen Masse bekannt. Bei diesen Verfahren wird eine pulverförmige oder flüssige Substanz durch Einwirkung von Licht- oder Wärmestrahlung in einem dreidimensionalen Bereich selektiv ausgehärtet, um dadurch einen festen Körper zu bilden. Der dreidimensionale Bereich wird zu diesem Zweck in zumindest zwei aneinander angrenzende Schichten unterteilt, die in zeitlicher Abfolge mit einer vorbestimmten Belichtungsintensität belichtet werden. Durch die Belichtung härtet die Substanz aus und wird formstabil, sodass eine Schicht nach der anderen belichtet werden kann.

Ein Problem derartiger Verfahren besteht darin, dass das verfügbare optische Belichtungsfeld durch das eingesetzte optische Belichtungssystem und die verwendete Auflösung begrenzt ist. Um auch Bereiche belichten zu können, die größer als das optische Belichtungsfeld bei gegebener Auflösung sind, ist es bekannt, jede einzelne Schicht in zumindest zwei Belichtungsfelder mit aneinander angrenzenden Teilbereichen zu unterteilen. Die gesamte Schichtinformation wird dabei durch zeitlich aufeinander abfolgende Belichtung mehrerer Teilbereiche erzeugt.

Ein Problem bei diesen bekannten Verfahren zur Belichtung großer Bereiche besteht darin, dass in den Randbereichen, in denen benachbarte Teilbereiche aneinanderstoßen, durch nicht korrekte Ausrichtung entweder ein Überlapp oder eine Lücke der Belichtungsintensität entstehen kann. Dies äußert sich in diesen Bereichen in einer zu starken Belichtung, was zu Überhärtung führt, oder einer zu schwachen oder fehlenden Belichtung, was zu einer fehlenden Aushärtung führt. Da außerdem die fehlerhafte Ausrichtung in der Regel von Schicht zu Schicht gleich bleibt, äußert sich dieser Fehler in einer deutlich sichtbaren Nahtstelle bei dem zu erzeugenden Objekt, die insbesondere auch als unerwünschte geometrische Ungenauigkeit, Nahtstelle oder Bruchstelle in Erscheinung tritt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zu schaffen, bei dem diese Fehlbelichtung (Über-, Unter- oder Nichtbelichtung) vermieden wird, und das es ermöglicht, auf einfache Weise dreidimensionale Bereiche zu belichten, die größer als das zur Verfügung stehende Belichtungsfeld sind, wobei die Bildung von Naht- und Bruchstellen an den Grenzen der Teilbereiche vermieden werden soll.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird zunächst dadurch gelöst, dass benachbarte Belichtungsfelder in einzelnen Teilbereichen überlappen. Dadurch wird vermieden, dass zwischen den Belichtungsfeldern Lücken entstehen, in denen keine oder eine verminderte Aushärtung erfolgt. Bei beispielsweise rechteckiger Anordnung der Teilbereiche erfolgt ein Überlapp zweier Teilbereiche an den Rändern, und ein Überlapp von vier Teilbereichen an den Ecken.

Die Form und Ausbildung der überlappenden Teilbereiche kann erfindungsgemäß beliebig sein. Die überlappenden Teilbereiche können insbesondere rechteckige, dreieckige, oder andere geometrische Formen annehmen. Insbesondere bei der Belichtung unregelmäßiger Strukturen kann erfindungsgemäß die Verwendung nicht-rechteckiger überlappender Teilbereiche vorgesehen sein.

Erfindungsgemäß kann es auch vorgesehen sein, einen Überlapp einer beliebigen Anzahl von Teilbereichen zuzulassen, um eine möglichst schnelle Belichtung des gesamten Bereichs zu erzielen, wobei die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen entsprechend angepasst wird, um in den überlappenden Teilbereichen einen Zielwert der Belichtungsintensität zu erzielen.

Erfindungsgemäß kann die Ausdehnung der überlappenden Teilbereiche bei pixelbasierter Belichtung von der verwendeten Auflösung abhängig sein und kann vorzugsweise zumindest ein bis fünf Pixel betragen.

Zur Vermeidung einer Überbelichtung in den Überlappungsbereichen kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die mittlere Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen niedriger ist als in den nicht überlappenden Teilbereichen.

Dabei wird im einfachsten Fall in den überlappenden Teilbereichen jeweils beispielsweise nur mit der halben Belichtungsenergie und/oder der halben Belichtungszeit des vorbestimmten Zielwertes belichtet. In Summe ergibt sich dadurch in den überlappenden Teilbereichen der Zielwert der Belichtungsintensität.

Dies kann erfindungsgemäß durch das direkte Ansteuern der Pixel in den überlappenden Teilbereichen mittels Pulsweitenmodulation erfolgen, oder durch Einsatz einer partiellen Graustufe im Überlappungsbereich. Es können je nach Anzahl der Belichtungsfelder mehrere Überlappungsbereiche vorgesehen sein und somit mehrere partielle Intensitätswerte pro Einzelbild nötig sein.

Je nachdem, mit wie vielen Teilbereichen der Überlapp durchgeführt wird, wird die Belichtungsintensität in diesen Bereichen entsprechend verringert, um den vorgesehenen Zielwert der Belichtungsintensität zu erreichen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass an den Rändern eines Teilbereichs nur mit halber Intensität belichtet wird, und an den Ecken nur mit einem Viertel der Intensität des nicht überlappenden Bereichs. Bei der Überlappung einer beliebigen Anzahl von Teilbereichen kann die Belichtungsintensität in diesen Teilbereichen auf ein entsprechendes Bruchteil der Belichtungsintensität im nicht überlappenden Teilbereich reduziert werden, um in Summe in den überlappenden Teilbereichen den Zielwert der Belichtungsintensität zu erreichen.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen angrenzender Schichten unterschiedlich ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen von Schicht zu Schicht variiert. Dies hat den Vorteil, dass, auch wenn die resultierende Intensität und die genaue Form des Überlappungsbereichs nicht genau eingestellt werden kann, keine das gesamte gebildete Objekt durchziehende Nahtstelle entsteht, welche in Folge als Bruchstelle oder einer geometrischen Ungenauigkeit in Erscheinung treten würde.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen in einer oder zwei Ortskoordinaten der Schicht variiert, sodass die Belichtungsintensität in diesen Bereichen ortsabhängig ist.

Dadurch lässt sich ein beliebiger Energieverlauf in den überlappenden Teilbereichen des Belichtungsfeldes realisieren. Dadurch kann insbesondere erreicht werden, dass beispielsweise im Inneren des zu belichtenden Objekts eine andere Belichtungsintensität oder ein anderer Verlauf der Belichtungsintensität erzielt wird, als am Rand des zu belichtenden Objekts.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass in einzelnen überlappenden Teilbereichen eine örtlich konstante Belichtungsintensität vorgesehen ist, und in anderen überlappenden Teilbereichen eine örtlich variable Belichtungsintensität vorgesehen ist. So kann beispielsweise in den Ecken eines Teilbereichs eine konstante Belichtungsintensität, und in den Rändern eine in x- oder y-Richtung variable Belichtungsintensität vorgesehen sein, wobei x und y die zweidimensionalen Ortskoordinaten einer Schicht bezeichnen. Die Belichtungsintensität kann auch in diesem zweidimensionalen Bereich um den jeweiligen Zielwert der Intensität variieren.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen an einem Punkt des Belichtungsfelds, also einer festen x- und y-Koordinate, entlang aufeinanderfolgender Schichten um einen schichtabhängigen Zielwert variiert. Dies hat den erfindungsgemäßen Vorteil, dass entlang aufeinanderfolgender Schichten der Zielwert der Belichtung im Mittel erzielt wird, auch wenn die Belichtungsfelder und Überlappungsbereiche nicht völlig exakt eingestellt sind, sodass die Bildung einer Nahtstelle entlang der Schichten völlig vermieden wird.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Variation um den schichtabhängigen Zielwert zumindest 5%, vorzugsweise zumindest 10% des Zielwerts beträgt.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass die Belichtungsfelder gleichzeitig belichtet werden. Erfindungsgemäß kann ebenfalls vorgesehen sein, dass die Belichtungsfelder in zeitlicher Abfolge belichtet werden.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass mehrere Belichtungen gleicher oder unterschiedlicher Intensität in zeitlicher Abfolge durchgeführt werden.

Beispielsweise kann zunächst das gesamte Belichtungsfeld mit einer Grundintensität, und danach ausgewählte Teilbereiche zumindest einmal mit einer zusätzlichen Intensität belichtet werden.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass die Belichtung kontinuierlich erfolgt, indem ein Belichtungsfeld in konstanter oder variabler Geschwindigkeit über den zu belichtenden Bereich geführt wird, wobei das projizierte Belichtungsmuster kontinuierlich geändert wird. Beispielsweise kann das Belichtungsmuster in Form einer kontinuierlichen Projektion oder eines Videos abgespielt werden, und das Belichtungsfeld in darauf abgestimmter Geschwindigkeit bewegt werden.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich aus den Patentansprüchen, den Zeichnungen und der Figurenbeschreibung.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand nicht ausschließlicher Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des zu belichtenden Bereichs und einen Ausschnitt einer zu belichtenden Schicht;

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung von vier überlappenden Belichtungsfeldern und eines einzigen Belichtungsfeldes mit mehreren Teilbereichen;

Fig. 3 zeigt eine zweidimensionale Darstellung eines Belichtungsfeldes und Verläufe der Belichtungsintensität entlang gegebener Schnittstellen;

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Verlaufs der Belichtungsintensität in zwei Punkten des Belichtungsfeldes entlang aufeinanderfolgender Schichten;

Fig. 5a – 5c zeigen weitere schematischer Darstellungen einer erfindungsgemäßen Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des zu belichtenden dreidimensionalen Bereichs 1. Dieser ist entlang der z-Achse in aufeinanderfolgende Schichten 2 unterteilt, die beispielhaft mit a, b, c bezeichnet sind. Bei der Belichtung werden die Schichten der Reihe nach abgearbeitet und das zu belichtende Objekt 5 Schicht für Schicht generiert.

Im rechten Bereich der Fig. 1 ist eine zu belichtende Schicht 2 schematisch dargestellt. Die Schicht 2 umfasst vier, in einem Rechteck angrenzend liegend angeordnete, rechteckige Belichtungsfelder 3, die durch unterbrochene Linien angedeutet sind. Das zu entwickelnde Objekt 5 befindet sich im Inneren der Schicht 2.

An den Trennstellen zwischen den einzelnen Belichtungsfeldern 3 bilden sich bei geometrisch exakt aufeinander angepassten Belichtungsfeldern die schematisch dargestellten Nahtstellen 6 aus, deren Vermeidung eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 2 zeigt eine Darstellung der vier Belichtungsfelder 3, die in ihren Randbereichen überlappen. Eines der Belichtungsfelder ist exemplarisch hervorgehoben und im rechten Teil der Fig. 2 dargestellt. Das Belichtungsfeld 3 umfasst erste, zweite und dritte Teilbereiche 4, 4', 4'', wobei der erste Teilbereich 4 nicht mit anderen Belichtungsfeldern überlappt, der zweite Teilbereich 4' mit einem anderen Belichtungsfeld überlappt, und der dritte Teilbereich 4'' mit drei anderen Belichtungsfeldern überlappt. Entsprechend ist die Belichtungsintensität in den ersten, zweiten und dritten Teilbereichen 4, 4', 4'' jeweils unterschiedlich.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Belichtungsfeldes 3 und den Verlauf der Belichtungsintensität I entlang der x-Koordinate in den Schichten a, b und c an den y-Koordinaten y_1 und y_2 . Ebenfalls angedeutet ist der Verlauf des zu belichtenden Objekts 5, wobei die Belichtungsintensität außerhalb dieses Objekts 5 in der Regel auf Null abfällt.

Als Beispiel ist der Verlauf der Belichtungsintensität I in Schicht a dargestellt. Entlang der y-Koordinate y_1 ist die Belichtungsintensität zunächst 0,25, da im Teilbereich 4'' vier Belichtungsfelder überlappen. Ab der x-Koordinate x_a steigt die Intensität auf 0,5, da im Teilbereich 4' zwei Belichtungsfelder überlappen. Entlang der y-Koordinate y_2 ist die Belichtungsintensität zunächst 0,5, da im Teilbereich 4' zwei Belichtungsfelder überlappen. Ab der x-Koordinate x_a steigt die Intensität auf 1, da im Teilbereich 4 keine Belichtungsfelder überlappen.

Für die Schichten b und c sind exemplarisch weitere Verläufe der Intensität I dargestellt. So kann die Intensität in x-Richtung linear, nichtlinear oder zusammengesetzt bis zur Koordinate x_a mit unterschiedlicher Steigung ansteigen, wie für Schicht b gezeigt. Die Intensität kann auch zunächst hoch sein, und dann in x-Richtung linear, nichtlinear oder exponentiell abfallen, wie exemplarisch für Schicht c dargestellt.

Auch ein linearer oder nichtlinearer Verlauf der Intensität in y-Richtung kann erfindungsgemäß vorgesehen sein. Die jeweils gewählten Verläufe der Intensität sind von der jeweiligen Aufgabe abhängig.

Fig. 4 zeigt exemplarisch einen Verlauf der Belichtungsintensität in Richtung der z-Koordinate entlang der Schichten 2 an den festen Positionen x_1, y_1 (im Teilbereich 4'') und x_1, y_2 (im Teilbereich 4') innerhalb der Überlappungsbereiche eines Belichtungsfelds 3. Die Belichtungsintensität I_1, I_2 wird derart gewählt, dass sie um den an dieser Stelle jeweils erforderlichen Zielwert variiert, sodass auch bei fehlerhaft eingestellter Überlappung der Teilbereiche 4', 4'' die Bildung von Nahtlinien vermieden wird, und im Mittel entlang der Schichten die Belichtungsintensität an diesem Punkt korrekt ist.

Fig. 5a zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Intensitätsverlaufs in vier aufeinanderfolgenden Schichten a, b, c und d, die jeweils zwei erste, nicht überlappende Teilbereiche 4, sowie einen zweiten, überlappenden Teilbereich 4' aufweisen. Der örtliche Verlauf der Belichtungsintensität in den Schichten a, b, c und d ist mit I_a, I_b, I_c und I_d gekennzeichnet und folgt jeweils im Wesentlichen einem glocken- oder gaußförmigen Verlauf, wobei erfindungsgemäß auch beliebige andere Verläufe vorgesehen sein können. Um zu verhindern, dass sich die Maxima der Intensität in jeder Schicht an der selben x-Position befinden, ist der gaußförmige Verlauf in jeder Schicht bezüglich der benachbarten Schichten verschoben angeordnet.

Fig. 5b zeigt die selbe Schichtanordnung, wobei in jeder Schicht mit einem Punkt das Maximum der Intensität angedeutet ist. Indem die Maxima in benachbarten Schichten stets an unterschiedlichen x-Positionen zu liegen kommen, wird die Bildung einer geradlinigen Nahtstelle vermieden, sodass das Zusammenfügen der nebeneinander liegenden Teilbereiche 4 und der übereinander liegenden Schichten a, b, c, d begünstigt wird.

Fig. 5c zeigt eine weitere schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Intensitätsverlaufs in drei nebeneinander angeordneten Teilbereichen n , $n+1$ und $n+2$ mit überlappenden Teilbereichen $4'$. In den überlappenden Teilbereichen $4'$ wird die Belichtungsintensität jedes Teilbereichs 4 linear auf Null reduziert, sodass sich durch Addition der Intensität in den überlappenden Teilbereichen der Zielwert der Belichtungsintensität ergibt. Erfindungsgemäß können auch beliebige andere Verläufe der Belichtungsintensität vorgesehen sein.

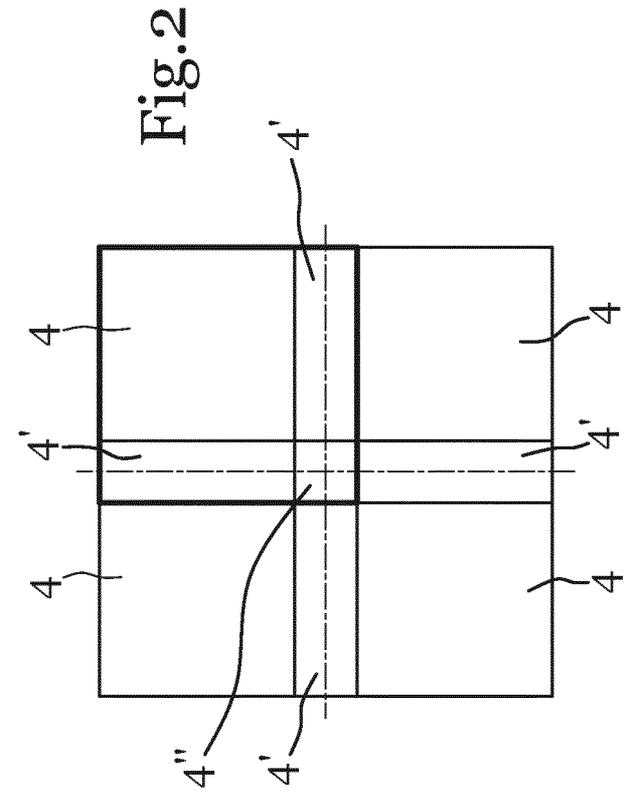
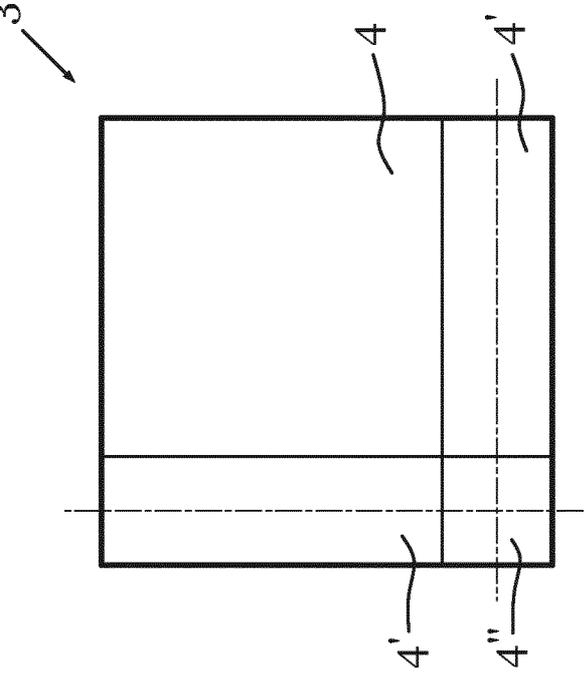
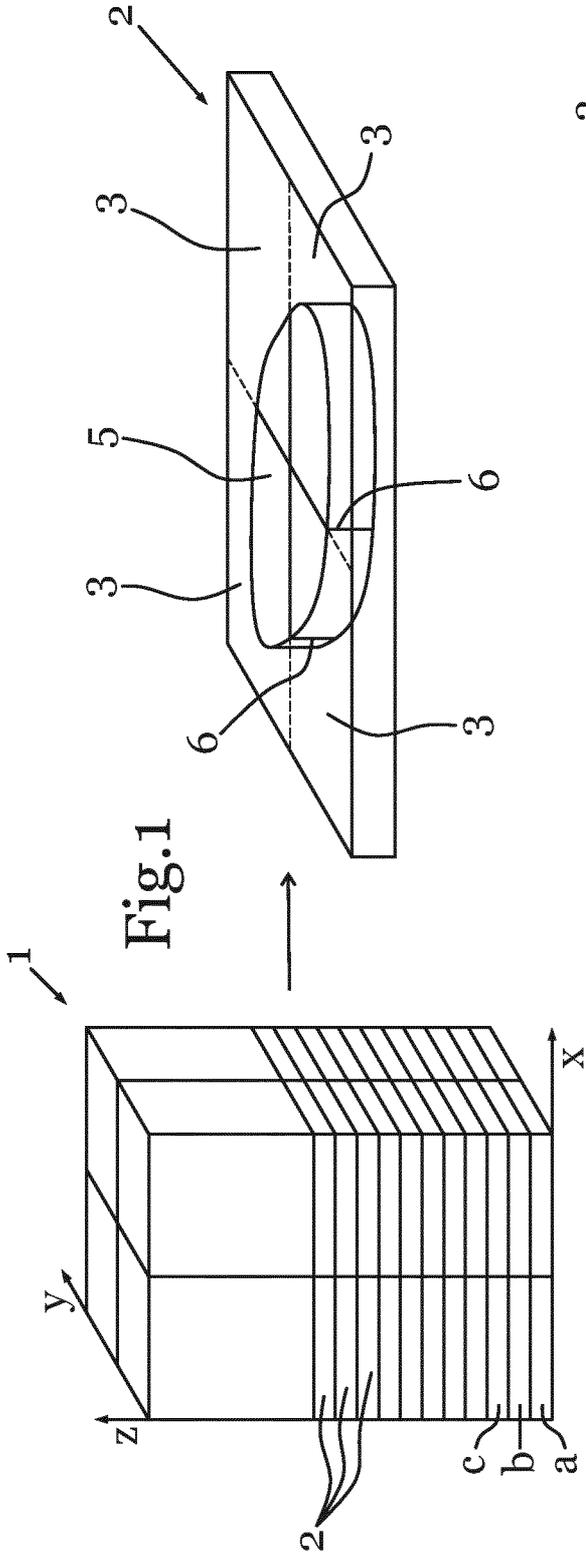
Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die vorliegenden Ausführungsbeispiele sondern umfasst sämtliche Verfahren im Rahmen der nachfolgenden Patentansprüche. Darüber hinaus erstreckt sich die Erfindung auch auf die durch Anwendung des Verfahrens generierten dreidimensionalen Objekte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Belichtung eines dreidimensionalen Bereichs (1), wobei der dreidimensionale Bereich in zumindest zwei aufeinanderfolgende Schichten (2) unterteilt wird, die in zeitlicher Abfolge belichtet werden, wobei jede Schicht (2) in zumindest zwei Belichtungsfelder (3) mit zumindest einem ersten Teilbereich (4), einem zweiten Teilbereich (4'), gegebenenfalls einem dritten Teilbereich (4'') sowie gegebenenfalls weiteren Teilbereichen unterteilt wird, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Belichtungsfelder (3) in einzelnen Teilbereichen (4', 4'') zur Vermeidung fehlbelichteter Gebiete überlappen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Vermeidung einer Überbelichtung die mittlere Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen (4', 4'') niedriger ist als in den nicht überlappenden Teilbereichen (4).
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen (4', 4'') angrenzender Schichten (2) unterschiedlich ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen (4', 4'') in einer oder zwei Ortskoordinaten variiert, sodass die Belichtungsintensität in diesen Bereichen ortsabhängig ist.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einzelnen überlappenden Teilbereichen (4') eine örtlich konstante Belichtungsintensität vorgesehen ist, und in anderen überlappenden Teilbereichen (4'') eine örtlich variable Belichtungsintensität vorgesehen ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen (4', 4'') an einem Punkt des Belichtungsfelds (3) entlang aufeinanderfolgender Schichten (2) um einen schichtabhängigen Zielwert variiert.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Variation zumindest 5%, vorzugsweise zumindest 10% des Zielwerts beträgt.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Variation in einem zweiten Teilbereich (4') niedriger ist als in einem dritten Teilbereich (4'').
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsfelder (3) gleichzeitig belichtet werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsfelder in zeitlicher Abfolge belichtet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbereiche (4, 4', 4'') eine im Wesentlichen rechteckige Form aufweisen.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbereiche (4, 4', 4'') eine beliebige geometrische Form aufweisen.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine beliebige Anzahl, vorzugsweise zwei oder vier, Teilbereiche (4', 4'') überlappen, wobei die Belichtungsintensität in den überlappenden Teilbereichen entsprechend angepasst wird, um in den überlappenden Teilbereichen einen Zielwert der Belichtungsintensität zu erzielen.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in einzelnen oder allen Teilbereichen (4, 4', 4'') mehrere Belichtungen gleicher oder unterschiedlicher Intensität in zeitlicher Abfolge durchgeführt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtung kontinuierlich erfolgt, indem ein Belichtungsfeld in konstanter oder variabler Geschwindigkeit über den zu belichtenden Bereich geführt wird, wobei das projizierte Belichtungsmuster kontinuierlich angepasst wird.
16. Dreidimensionales Objekt, generiert unter Anwendung eines Verfahrens zur Belichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15.



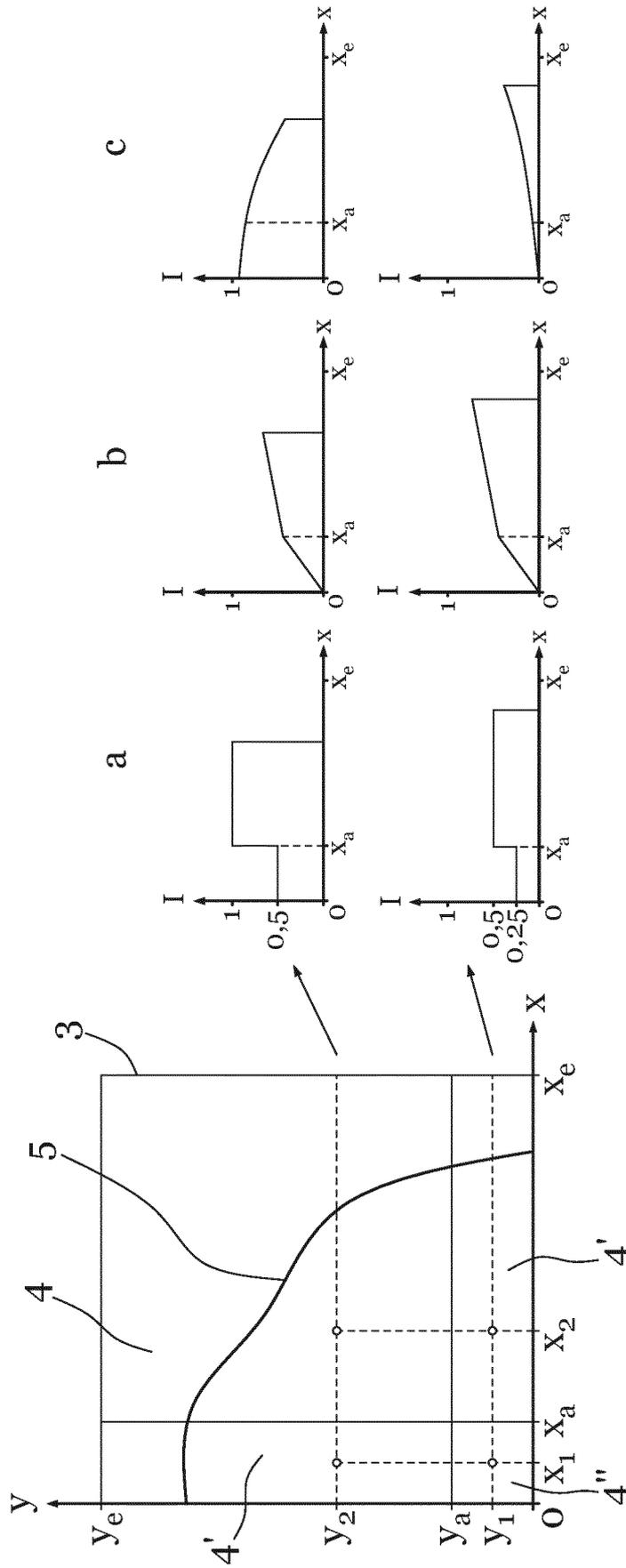


Fig.3

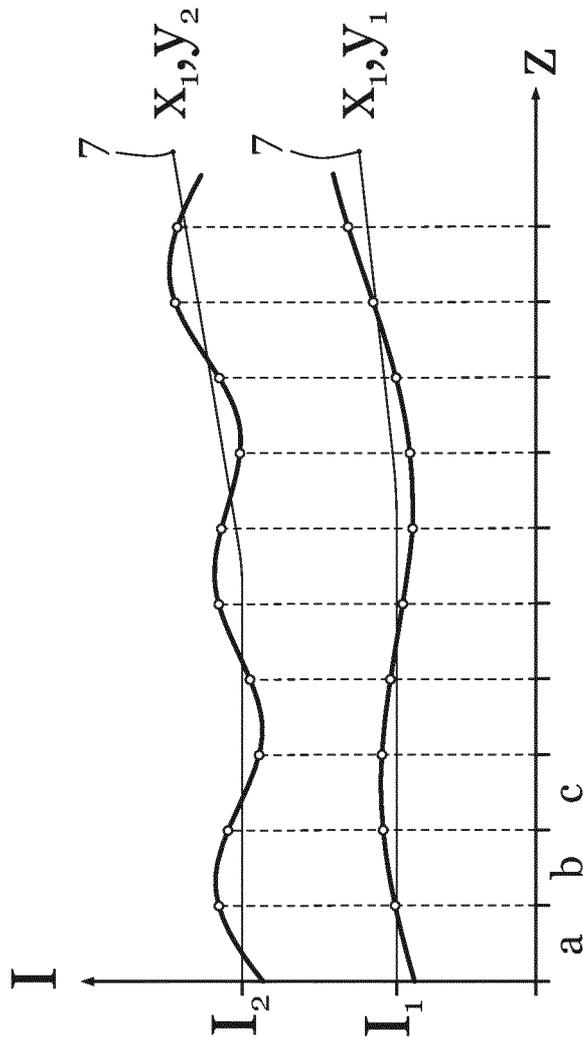


Fig.4

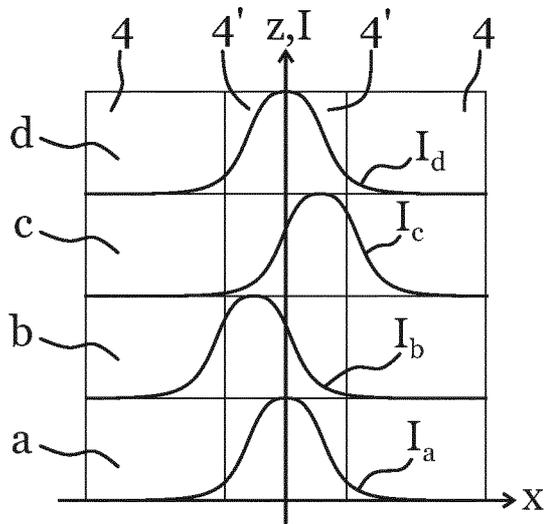


Fig.5a

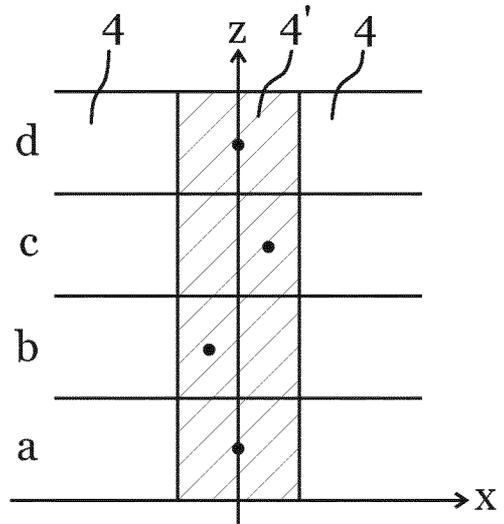


Fig.5b

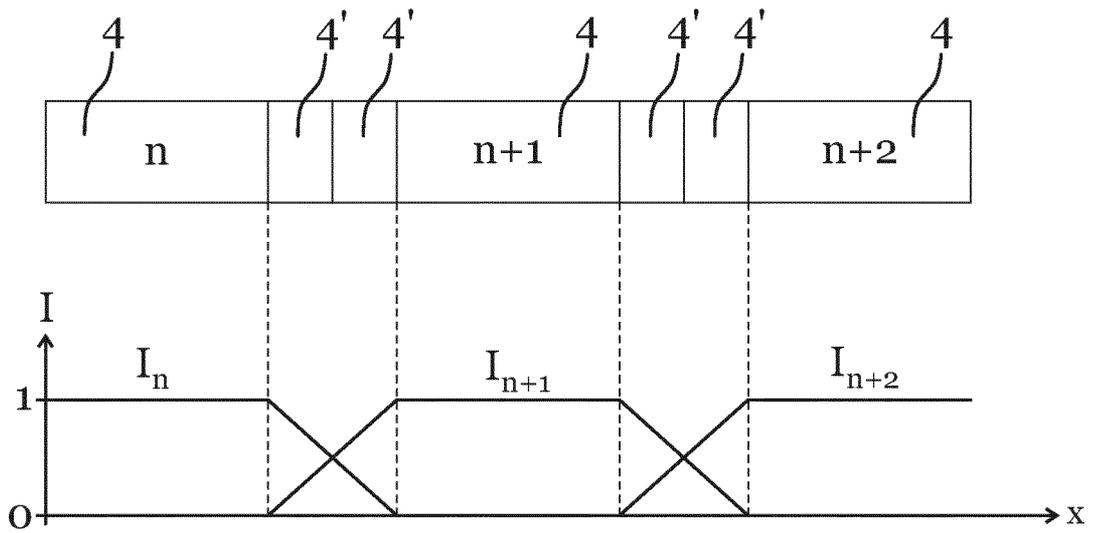


Fig.5c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/050409

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	WO 2014/016402 A1 (PHENIX SYSTEMS [FR]) 30 January 2014 (2014-01-30)	1,2,9-16
Y	figures 5, 11 page 1, lines 3-6 page 8, lines 13-19 page 9, lines 1-7, 26-29 page 10, lines 15-16 page 13, lines 21-22 page 14, lines 21-24	3-8
X	WO 2004/056512 A1 (ARCAM AB [SE]; LARSSON MORGAN [SE]) 8 July 2004 (2004-07-08)	16
Y	page 27, lines 6-30	3-8
X	EP 1 864 785 A1 (JSR CORP [JP]) 12 December 2007 (2007-12-12) column 3, lines 1-7 column 2, lines 29-37	1,2,16

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 22 March 2016	Date of mailing of the international search report 31/03/2016
--------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

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 Gasner, Benoit
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/050409

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2014016402	A1	30-01-2014	EP 2877315 A1	03-06-2015
			FR 2993805 A1	31-01-2014
			JP 2015530285 A	15-10-2015
			US 2015210013 A1	30-07-2015
			WO 2014016402 A1	30-01-2014

WO 2004056512	A1	08-07-2004	AT 489185 T	15-12-2010
			AU 2003292911 A1	14-07-2004
			CA 2507698 A1	08-07-2004
			CN 1729068 A	01-02-2006
			EP 1583628 A1	12-10-2005
			JP 2006510806 A	30-03-2006
			SE 0203767 A	20-06-2004
			US 2006228248 A1	12-10-2006
			WO 2004056512 A1	08-07-2004

EP 1864785	A1	12-12-2007	CN 101151141 A	26-03-2008
			EP 1864785 A1	12-12-2007
			JP 4525424 B2	18-08-2010
			JP 2006272916 A	12-10-2006
			KR 20080003379 A	07-01-2008
			US 2009133800 A1	28-05-2009
			WO 2006109425 A1	19-10-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050409

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	WO 2014/016402 A1 (PHENIX SYSTEMS [FR]) 30. Januar 2014 (2014-01-30)	1,2,9-16
Y	Abbildungen 5, 11 Seite 1, Zeilen 3-6 Seite 8, Zeilen 13-19 Seite 9, Zeilen 1-7, 26-29 Seite 10, Zeilen 15-16 Seite 13, Zeilen 21-22 Seite 14, Zeilen 21-24 -----	3-8
X	WO 2004/056512 A1 (ARCAM AB [SE]; LARSSON MORGAN [SE]) 8. Juli 2004 (2004-07-08)	16
Y	Seite 27, Zeilen 6-30 -----	3-8
X	EP 1 864 785 A1 (JSR CORP [JP]) 12. Dezember 2007 (2007-12-12) Spalte 3, Zeilen 1-7 Spalte 2, Zeilen 29-37 -----	1,2,16
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 22. März 2016		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 31/03/2016
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 Gasner, Benoit

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050409

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014016402 A1	30-01-2014	EP 2877315 A1	03-06-2015
		FR 2993805 A1	31-01-2014
		JP 2015530285 A	15-10-2015
		US 2015210013 A1	30-07-2015
		WO 2014016402 A1	30-01-2014

WO 2004056512 A1	08-07-2004	AT 489185 T	15-12-2010
		AU 2003292911 A1	14-07-2004
		CA 2507698 A1	08-07-2004
		CN 1729068 A	01-02-2006
		EP 1583628 A1	12-10-2005
		JP 2006510806 A	30-03-2006
		SE 0203767 A	20-06-2004
		US 2006228248 A1	12-10-2006
		WO 2004056512 A1	08-07-2004

EP 1864785 A1	12-12-2007	CN 101151141 A	26-03-2008
		EP 1864785 A1	12-12-2007
		JP 4525424 B2	18-08-2010
		JP 2006272916 A	12-10-2006
		KR 20080003379 A	07-01-2008
		US 2009133800 A1	28-05-2009
WO 2006109425 A1	19-10-2006		
