

(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
20. November 2014 (20.11.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/184055 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/059212

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Mai 2014 (06.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 209 246.6 17. Mai 2013 (17.05.2013) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **WIPPERMANN, Frank**; Berliner Str. 57,
98617 Meiningen (DE). **BRÜCKNER, Andreas**;
Dornburger Straße 83, 07743 Jena (DE). **LANGE,
Nicolas**; Lassallestr. 14, 07743 Jena (DE). **BRÄUER,
Andreas**; Rabis 19, 07646 Schlöben (DE).

(74) Anwälte: **ZIMMERMANN, Tankred** et al.; 246, 82043
Pullach (DE).

(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, LT, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A STRAY-LIGHT-SUPPRESSING STRUCTURE AND DEVICE HAVING
SAME

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER FALSCHLICHTUNTERDRÜCKENDEN STRUKTUR UND
VORRICHTUNG MIT DERSELBEN

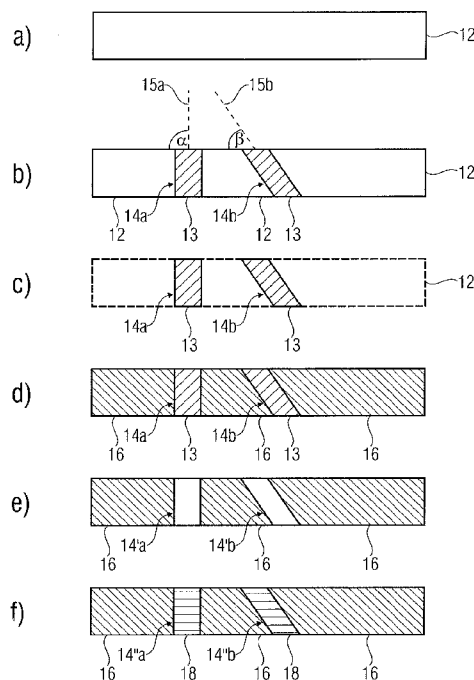


FIG 1

(57) **Abstract:** In a method for producing a multi-channel optical module, a curable material (12) is irradiated channel-by-channel with different irradiation angles (α ; β) or masked channel-by-channel and irradiated with different irradiation angles (α ; β). Regions of the non-irradiated or non-masked region of the material (12) are replaced by an opaque material (16).

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zur Herstellung eines mehrkanaligen optischen Moduls wird ein aushärtbares Material (12) kanalweise mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel (α ; β) bestrahlt oder kanalweise maskiert und mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel (α ; β) bestrahlt. Bereiche des nicht bestrahlten oder des nicht maskierten Bereichs des Materials (12) werden durch ein lichtundurchlässiges Material (16) ersetzt.

WO 2014/184055 A1



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 Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur und Vorrichtung mit derselben

5

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer falschlichtunterdrückende Struktur und eine Vorrichtung mit derselben.

10

Zur Vermeidung von Falschlicht in den Abbildungskanälen von Multiaperturoptiken werden möglichst lichtabsorbierende Strukturen in den Bereichen zwischen den für die optische Abbildung erforderlichen Arealen, beispielsweise Linsen oder Linsenausschnitte, angeordnet, um die Kanäle optisch von einander zu isolieren. Um den Gesamtflächenbedarf des Aufbaus möglichst klein zu halten, werden die vorzugsweise lichtabsorbierenden Strukturen möglichst schmal und in der dritten Dimension, der Richtung der optischen Achse der Kamera, durchgehend ausgebildet. Infolge der unterschiedlichen Neigungen der optischen Achsen benachbarter Kanäle ergibt sich eine optimale Flächenausnutzung, wenn die vorzugsweise absorbierenden Strukturen hinterschnittene Kanten oder Oberflächen aufweisen.

20

Bekannte Aufbauten basieren entweder auf in Planartechnik lithografisch hergestellten Blendenarrays aus Chrom, Schwarzchrom oder photostrukturierbaren Polymeren oder auf geprägten oder gegossenen Komponenten unter Nutzung von Abformverfahren.

25

Um die gewünschte Kanalisolation bei lithografisch hergestellten Blendenarrays erzielen zu können, werden mehrere Blendenlagen mit angepasster Geometrie, wie beispielsweise Blendenform, -größe oder -position, in mehreren Lagen übereinander angeordnet und ahmen so den Effekt einer in der Höhe durchgehend Falschlicht unterdrückenden Struktur nach. Die Bereiche ober- und unterhalb der Blenden sind jedoch transparent und gestatten bei ungünstiger Dimensionierung der Blenden das Übersprechen zwischen Kanälen. Bei einer optimalen Falschlichtunterdrückung resultiert hingegen ein erhöhter Flächenbedarf, da die nicht transparenten Bereiche zwischen den Abbildungskanälen lateral vergrößert werden, um das Übersprechen zwischen den Kanälen zu verhindern. Für die Beibehaltung der optimalen Falschlichtunterdrückung werden aus Fertigungstoleranzen resultierende variierende laterale Positionen der einzelnen lithografischen Lagen untereinander durch verbreitete lichtabsorbierende Bereiche kompensiert, so dass sich die laterale Abmessung des Aufbaus vergrößert und somit vom gewünschten Minimum entfernt. Zudem beinhalten

30

35

lithografische, lagenweise Herstellungsverfahren gegenüber Abformverfahren oft eine erhöhte Anzahl von Prozessschritten und damit einen erhöhten Prozessaufwand.

5 Geprägte oder gegossene Komponenten unter Nutzung von Abformverfahren ermöglichen keinen optimalen und mithin minimalen Abstand zwischen den Kanälen. Eine optimale
Flächenausnutzung führt aufgrund der unterschiedlichen Neigungen der optischen Achsen
benachbarter Kanäle zu hinterschnittenen Kanten oder Oberflächen der optischen Kanäle.
Hinterschnittene Kanten oder Oberflächen verhindern jedoch eine Entformung der Werk-
stücke von den Abformwerkzeugen. Folglich resultiert in nachteiliger Weise ein insgesamt
10 größerer Flächenbedarf für die Gesamtanordnung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrich-
tung zu schaffen, mit denen optische Kanäle derart zueinander angeordnet werden können,
dass eine optimale Flächenausnutzung unter Umgehung der vorgenannten Nachteile er-
15 möglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß An-
spruch 10 gelöst.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die oben beschriebenen
Probleme bei herkömmlichen Herstellungsverfahren dadurch vermieden werden, dass aus-
gehend von einem einstückigen Trägermaterial aus einem durch Bestrahlung aushärtbaren
Material die optischen Kanäle mit unterschiedlichen Winkeln in einem Bearbeitungspro-
zess durch Bestrahlung des Materials hergestellt werden.

25 Dies vermeidet den aufwendigen Aufbau aus mehreren Lagen und ermöglicht hinterschnittene
Kanten oder Oberflächen der optischen Kanäle. Ferner lassen sich absorbierende
Strukturen mit minimalen Dimensionen definieren.

30 Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Träger aus aushärtbarem Polymer gebildet, in
welchem die auszubildenden optischen Kanäle mittels Bestrahlung ausgehärtet werden.

Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel ist der Träger aus photoempfindlichem
Polymer gebildet, so dass Bereiche zwischen den optischen Kanälen entwickelt werden
35 können und Bereiche, in denen optische Kanäle ausgebildet werden, unbestrahlt bleiben.

Gemäß Ausführungsbeispielen erfolgt die Herstellung der falschlichtunterdrückenden
Struktur durch selektive Aushärtung oder Belichtung einer geeigneten Polymerschicht,

beispielsweise ein härtendes Polymer oder ein Photolack, welcher eine lichtempfindliche Löslichkeit nach der Belichtung umfasst, wobei die selektive Aushärtung oder Belichtung durch ein Blendenarray unter Nutzung optischer Strukturen erfolgt, welche eine kanalweise Strahlformung durchführen.

5

Bei einem ersten Ausführungsbeispiel wird ein härtendes Polymer in einer Schicht angeordnet und lokal selektiv und mit kanalweise unterschiedlichem Winkel durch Bestrahlung ausgehärtet. Nachfolgend wird das nicht gehärtete Polymer mit einem geeigneten Lösungsmittel herausgespült. Die so entstandenen Zwischenräume zwischen den ausgehärteten Bereichen, welche die optischen Kanäle definieren, werden mit einem möglichst licht- oder strahlungsabsorbierenden Material aufgefüllt. In einem weiteren, optionalen Schritt können die zuvor ausgehärteten Polymerbereiche, die die optischen Kanäle definieren, unter Nutzung eines geeigneten Lösungsmittels entfernt werden.

10

15

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel wird ein lichtempfindliches Polymer, welches bei Bestrahlung seine Löslichkeit ändert, in einer Schicht angeordnet und lokal selektiv mit kanalweise unterschiedlichem Winkel durch Bestrahlung belichtet. Nachfolgend wird das belichtete oder das nicht belichtete Polymer mit einem geeigneten Lösungsmittel entwickelt und damit herausgespült. Anschließend werden die so entstandenen Zwischenräume zwischen den ausgehärteten Bereichen mit einem möglichst licht- oder strahlungsabsorbierenden Material aufgefüllt. Hierfür können insbesondere thermisch oder zeitlich härtende Polymere genutzt werden. In einem weiteren, optionalen Schritt können die nach der Entwicklung zunächst verbliebenen Polymerbereiche unter Nutzung eines geeigneten Lösungsmittels entfernt werden.

20

25

Bei der Herstellung kann gemäß Ausführungsbeispielen eine Strahlformungsoptik, die eine makroskopische Linse, die über alle Kanäle des Aufbaus ausgedehnt ist, und ein vor dem zu belichtenden oder auszuhärtenden Polymer angeordnetes Blendenarray, das eine Blende pro Kanal umfasst, verwendet werden. Alternativ kann die Strahlformungsoptik bei anderen Ausführungsbeispielen ein Mikrolinsenarray mit einer Linse pro Kanal und ein Blendenarray mit jeweils einer Blende pro Kanal umfassen, wobei die Blenden bezüglich der Zentren der Mikrolinsen kanalweise unterschiedlich versetzt sind.

30

35

Bei wiederum anderen Ausführungsbeispielen umfasst die Strahlformungsoptik ein Array aus in lateraler oder axialer Richtung un stetig geformten Ausschnitten dezentrierter Linsen mit einem Ausschnitt und einer Blende pro Kanal, wobei die Blenden bezüglich der Zentren der Linsenausschnitte unversetzt angeordnet sein können.

Weitere Ausführungsbeispiele zeigen eine mehrlagige Anordnung von Linsen- und/oder Blendenarrays, insbesondere auch eine Kombination von Linsenarrays und makroskopischen Linsen.

- 5 Die Strahlformungsoptiken können sowohl refraktive als auch diffraktive optische Elemente in den makroskopischen Linsen oder den Linsenarrays aufweisen. Damit kann sowohl eine bündelnde als auch eine strahlablenkende Funktion der Strahlformungsoptik realisiert werden.
- 10 Die falschlichtunterdrückende Struktur kann im Mehrfachnutzen auf Waferlevel mit einem optimalen respektive minimalen Flächenbedarf hergestellt werden, wobei durch die Ausgestaltung der falschlichtunterdrückenden Struktur gleichzeitig eine optimale Falschlichtunterdrückung ermöglicht wird.
- 15 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind der Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- 20 Fig. 1a-f ein erstes Ausführungsbeispiel zum kanalweisen Bestrahlen eines Polymers mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel;
- 25 Fig. 2a-c ein zweites Ausführungsbeispiel zum kanalweisen Bestrahlen eines lichtempfindlichen Polymers mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel;
- 30 Fig. 3a-h Verfahrensschritte zum Herstellen einer falschlichtunterdrückenden Struktur mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 4 den Verfahrensschritt des kanalweise selektiven Bestrahls mit kanalweise unterschiedlichem Winkel gemäß Fig. 3a durch Anordnen einer makroskopischen Linse und eines Blendenarrays;
- 35 Fig. 5 den Verfahrensschritt des kanalweisen Bestrahls gemäß Fig. 3a mit unterschiedlichem Winkel durch Anordnen eines Mikrolinsenarrays aus Linsenausschnitten;

- Fig. 6 den Verfahrensschritt des lokal selektiven Bestrahle-
 den gemäß Fig. 3a, bei
 dem das Bestrahlen durch ein Mikrolinsenarray und eine makroskopische
 Linse erfolgt;
- 5 Fig. 7 die kanalweise Bestrahlung mehrerer nebeneinander angeordneter Mul-
 tiaperturoptiken durch Anordnen makroskopischer Linsen und Mikrolin-
 senarrays;
- 10 Fig. 8 die kanalweise Bestrahlung mehrerer nebeneinander angeordneter falsch-
 lichtunterdrückender Strukturen gemäß Fig. 7 unter Verwendung von Mik-
 rolinsenarrays mit daran angeordneten Blendenstrukturen;
- 15 Fig. 9 die kanalweise Bestrahlung mehrerer nebeneinander angeordneter falsch-
 lichtunterdrückender Strukturen gemäß Fig. 8 unter Verwendung zusätzli-
 cher makroskopischer Linsen;
- 20 Fig. 10 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung mit einer falschlichtunterdrü-
 ckenden Struktur und einer beabstandet zur falschlichtunterdrückenden
 Struktur angeordneten Bildfläche;
- 25 Fig. 11 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 10, bei der die Bild-
 fläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet
 ist;
- 30 Fig. 12 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 10, bei der zusätzli-
 ches lichtabsorbierendes oder opakes Material zwischen der falschlichtun-
 terdrückenden Struktur und dem Linsenfeld angeordnet ist;
- 35 Fig. 13 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 12, bei der bei der die
 Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur ange-
 ordnet ist;
- Fig. 14 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 12, bei der das zu-
 sätzliche Material zusätzlich zwischen den Linsen des Linsenfeldes ange-
 ordnet ist;

- Fig. 15 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 14, bei der bei der die Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;
- 5 Fig. 16 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 12, bei der anstelle des lichtabsorbierenden oder opaken Materials transparentes Material angeordnet ist;
- 10 Fig. 17 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 16, bei der bei der die Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;
- 15 Fig. 18 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 14, bei der anstelle des lichtabsorbierenden oder opaken Materials transparentes Material angeordnet ist;
- 20 Fig. 19 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 18, bei der bei der die Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;
- Fig. 20 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 14 mit einer zwischen der falschlichtunterdrückenden Struktur und dem Linsenfeld angeordneten Glasschicht;
- 25 Fig. 21 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog Fig. 20, bei der die Glasschicht zwischen falschlichtunterdrückender Struktur und Bildfläche angeordnet ist; und
- 30 Fig. 22 eine Vorrichtung mit zwei falschlichtunterdrückenden Strukturen, zwischen denen die Glasschicht angeordnet ist.

Fig. 1 zeigt erstes Ausführungsbeispiel zur Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturanordnung. Fig. 1a zeigt die Bereitstellung eines einstückigen Trägers, welcher durch Bestrahlung aushärtbares oder polymerisierendes Materials 12 umfasst.

Fig. 1b zeigt ein kanalweises Bestrahlen des aushärtbaren Materials 12 derart, dass Bereiche des aushärtbaren Materials 12, die optische Kanäle 14a und 14b definieren, durch eine

Bestrahlung 15a und 15b ausgehärtet werden, wobei die Bestrahlung 15a in einem Winkel α und die Strahlung 15b in einem Winkel β bezüglich einer Oberfläche des aushärtbaren Materials 12 erfolgt, wobei die Winkel α und β voneinander verschieden sind. Daraus resultiert, dass die Oberflächen der ausgehärteten optischen Kanäle 14a und 14b zueinander
5 hinterschnittene Oberflächen aufweisen. Durch die Bestrahlung 15a und 15b härtet das aushärtbare Material 12 durch Polymerisation aus, sodass die Volumina der optischen Kanäle 14a und 14b nach der Bestrahlung 15a und 15b ausgehärtetes Material 13 umfassen.

Fig. 1c zeigt die optischen Kanäle 14a und 14b nach Entfernen des nicht bestrahlten aushärtbaren Materials 12. Das nicht bestrahlte und mithin nicht polymerisierte aushärtbare Material 12 wird dabei mit einem Lösungsmittel entfernt. Nach dem Entfernen des aushärtbaren Materials 12 sind lediglich die beiden optischen Kanäle 14a und 14b, deren Volumina ausgehärtetes Material 13 umfassen, ausgebildet.

Fig. 1d zeigt das Einbringen lichtundurchlässigen Materials 16 in die Bereiche, aus denen in Fig. 1c das aushärtbare Material 12 entfernt wurde. Hierfür können beispielsweise thermisch oder zeitlich härtende oder durch Strahlung aushärtbare Polymere genutzt werden. Das lichtundurchlässige Material 16 verhindert Falschlichteffekte oder Übersprechen zwischen den optischen Kanälen 14a und 14b. Dadurch sind die optischen Kanäle 14a und 14b
20 optisch voneinander isoliert.

Fig. 1e zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem aus dem Träger der Figur 1d ausgehärtetes Material 13, das in Fig. 1b durch Bestrahlung ausgehärtet wurde und die optischen Kanäle 14a und 14b definiert, entfernt ist. Nach dem Entfernen des Materials der
25 optischen Kanäle 14a und 14b sind die optischen Kanäle 14'a und 14'b als Freiräume ausgebildet. Das Entfernen kann beispielsweise mit einem das ausgehärtete Material 13, nicht jedoch das lichtundurchlässige Material 16 lösende Lösungsmittel erfolgen.

Die optischen Eigenschaften der freigelegten optischen Kanäle 14'a und 14'b sind gegenüber Temperaturschwankungen konstanter als die optischen Eigenschaften von optischen Kanälen 14a und 14b in denen das Material verbleibt. Insbesondere findet im Falle einer Temperaturänderung keine durch zwischen lichtundurchlässigem Material 16 und ausgehärtetem Material 13 verschiedenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten induzierte Verformung von optischen Oberflächen statt, sodass durch die optischen Kanäle 14'a und
35 14'b transmittiertes Licht keine unerwünschte Beeinflussung, wie bspw. eine Brechung an der Oberfläche, erfährt.

Fig. 1f zeigt ein nächstes Ausführungsbeispiel, in welchem in die in Fig. 1e bereitgestellten Freiräume in einem weiteren Schritt transparentes Material 18 eingebracht wird. Dieses transparente Material 18 ist entlang der so hergestellten optischen Kanäle 14''a und 14''b für Licht oder Strahlung, beispielsweise in einem definierten Wellenlängenbereich, durchlässig und kann eine vom ausgehärteten Material 13 oder von den Freiräumen verschiedene optische Eigenschaft umfassen. Gemäß Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass Anteile eines bestimmten Lichtspektrums aus Licht, welches die optischen Kanäle 14''a und 14''b durchquert, herausgefiltert wird.

- Die Verfahrensschritte der Fig. 1e und 1f des Entferns des ausgehärteten Materials 13 in den optischen Kanälen 14a und 14b und/oder des Ersetzens des ausgehärteten Materials 13 durch das transparente Material 18 können gemäß Ausführungsbeispielen auch lediglich an einem der beiden optischen Kanäle 14a, 14b durchgeführt werden.
- Durch die von einander unabhängigen Bestrahlungswinkel der optischen Kanäle 14a und 14b weisen die optischen Kanäle voneinander unabhängige Verläufe innerhalb des Trägermaterials auf. Damit ist es möglich, unter Verzicht auf lithografische oder Abformverfahren Aperturen herzustellen, deren optische Kanäle hinterschnittene Kanten oder Oberflächen aufweisen und deren Oberflächenbedarf im Material minimal ist, da keinerlei Positionierungstoleranzen einzelner lithografischer Schichten oder zusätzliche, während eines Abformvorganges benötigte, Zwischenräume benötigt werden.

Die Definition der Bereiche, in denen die optischen Kanäle ausgebildet werden, erfolgt durch lokal variierendes Bestrahlen derart, dass manche Bereiche des im ersten Schritt bereitgestellten Materials bestrahlt werden und andere Bereiche unbestrahlt bleiben. Die Trennung von bestrahlten und unbestrahlten Bereichen kann beispielsweise über eine Maskierung der Oberfläche des bereitgestellten Materials oder die Verwendung von Linsen- oder Blendenstrukturen erfolgen, wie nachfolgend erläuterte Ausführungsbeispiele darlegen.

- Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, in welchem optische Kanäle 21a und 21b in einem photoaktiven Positivlack ausgebildet werden.

Der in Fig. 2a bereitgestellte einstückige Träger umfasst einen Positivlack 22 und wird in Fig. 2b ebenfalls lokal selektiv bestrahlt. Anders als im vorangegangenen ersten Ausführungsbeispiel werden die Bereiche, in denen die optischen Kanäle 21a und 21b vorgesehen sind, mit einer Maske 23 maskiert, so dass die Bestrahlung in den Bereichen 24a-c erfolgt und in den Bereichen der optischen Kanäle 14a und 14b verhindert ist. Durch die Bestrah-

lung ändert sich die Löslichkeit des Positivlacks 22 in den nicht maskierten und belichteten Bereichen 24a-c durch eine photochemische Reaktion, so dass, wie in Fig. 2c dargestellt, die belichteten Bereiche von den optischen Kanälen 21a und 21b räumlich getrennt sind, entfernt werden können und nach der Entfernung die aus Positivlack 22 gebildeten optischen Kanäle 21a und 21b bereitstehen.

Die weiteren Schritte des Herstellungsverfahrens beinhalten analog zu den Fig. 1d das Einbringen lichtundurchlässigen Materials im Bereich zwischen den optischen Kanälen. In weiteren Ausführungsbeispielen wird der Positivlack analog Fig. 1e aus den Bereichen der optischen Kanäle entfernt und durch ein transparentes Material ersetzt.

Zur Definition der Bestrahlungswinkel und der Bereiche der optischen Kanäle werden gemäß Ausführungsbeispielen Blendenstrukturen und/oder Linsen bzw. Linsenstrukturen genutzt, wie nachfolgend darlegt wird.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik, bei dem eine Kombination aus Linsen und Blenden zur Definition der optischen Kanäle verwendet wird.

Fig. 3a zeigt den Verfahrensschritt des lokal selektiven Bestrahls eines auf einem Substrat 28 angeordneten aushärtbaren Materials 12. Beabstandet zu der, dem Substrat 28 abgewandten Hauptseite bzw. Hauptoberfläche des aushärtbaren Materials 12 wird eine Linsenstruktur 32 angeordnet. Die Linsenstruktur 32 umfasst einen Glasträger 34 mit zwei Hauptseiten, wobei an den beiden Hauptseiten je eine Polymerschicht 36a und 36b angeordnet ist. Über die Polymerschichten 36a und 36b sind Linsenstrukturen 38a-e und 38f-j mit dem Glasträger 34 verbunden. Eine Blendenstruktur 44 umfasst Blendenelemente 42a-f, wobei die Blendenstruktur 44 derart zwischen der Linsenstruktur 32 und dem aushärtbaren Material 12 angeordnet ist, dass die Blendenelemente 42a-f bezüglich der Zentren 46a-e der Linsenstrukturen 38a-j versetzt sind. Durch die Kombination der Linsenstruktur 32 mit der Blendenstruktur 44 wird die Bestrahlung 48 für jeden optischen Kanal 14a-e individuell abgelenkt, so dass die optischen Achsen 52a-e der optischen Kanäle 14a-e bezüglich einer Hauptseite des aushärtbaren Materials 12 individuelle Winkel α - ϵ aufweisen. Die Linsenstruktur 32 in Kombination mit der Blendenstruktur 44 ermöglicht die Aushärtung des aushärtbaren Materials 12 im Bereich der optischen Kanäle 14a-e derart, dass sich entlang eines optischen Kanals 14a-e ein erster Durchmesser D1a-e von einem zweiten Durchmesser D2a-e unterscheidet und ein Durchmesser des jeweiligen optischen Kanals 14a-e im Verlauf des optischen Kanals 14a-e variabel ist. Alternativ kann der Durchmesser

eines optischen Kanals 14a-e über seinen Verlauf konstant sein, so dass die Durchmesser D1a-e und D2a-e gleich sind.

Fig. 3b zeigt die an dem Substrat 28 angeordneten optischen Kanäle 14a-e aus ausgehärtetem Material 13, nachdem das unbelichtete aushärtbare Material 12 analog Fig. 1c aus den Bereichen zwischen den optischen Kanälen 14a-e entfernt ist.

Ist das aushärtbare Material 12 beispielsweise ein unter Strahlung polymerisierendes und in seinem Ausgangszustand hochviskoses Material, so verbleibt es in den Bereichen, in denen keine optischen Kanäle 14a-e ausgebildet werden, hochviskos. Nach erfolgtem Aushärten kann das unbestrahlte aushärtbare Material 12 mit einem Lösungsmittel entfernt werden. Die polymerisierten optischen Kanäle 14a-e werden dadurch nicht gelöst und verbleiben an dem Substrat 28.

Fig. 3c zeigt das Anordnen eines durch Bestrahlung aushärtbarem Materials 54 in den freigelegten Zwischenräumen zwischen den optischen Kanälen 14a-e. Das aushärtbare Material 54 hat im ausgehärteten Zustand lichtabsorbierende Eigenschaften.

Eine in Fig. 3d dargestellte Bestrahlung 56 des aushärtbaren Materials 54 bewirkt dessen Aushärtung zum lichtundurchlässigen Material 16, so dass die Bereiche zwischen den optischen Kanälen 14a-e das lichtundurchlässige Material 16 umfassen und die optischen Kanäle 14a-e durch das lichtundurchlässige Material 16 voneinander isoliert sind.

Bei alternativen Ausführungsbeispielen erfolgt die Aushärtung des aushärtbaren Materials 54 durch einen zeitlich oder thermisch gesteuerten Prozess.

Fig. 3e zeigt die Anwendung eines Lösungsmittels 58, auf die in Fig. 3d gezeigte Struktur, um das ausgehärtete Material 13 in den optischen Kanälen 14a-e zu lösen, so dass, wie in Fig. 3f dargestellt, die optischen Kanäle 14'a-e freigelegt werden.

Fig. 3g zeigt die Applikation eines Lösungsmittels 62, das eine Ablösung des die optischen Kanäle 14'a-e von einander isolierenden lichtundurchlässigen Materials 16 vom Substrat 28 bewirkt, so dass nach der Applikation des Lösungsmittels 62, wie in Fig. 3h dargestellt, das Substrat 28 vom lichtundurchlässigen Material 16 getrennt ist.

Eine so hergestellte falschlichtunterdrückende Struktur 64 mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik umfasst die optischen Kanäle 14'a-e und das

lichtundurchlässige Material 16, welches im Bereich außerhalb der optischen Kanäle 14'a-e ausgebildet ist.

5 Diese falschlichtunterdrückende Struktur mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik kann zur Definition von Abbildungskanälen von optischen Systemen genutzt werden.

10 Die in Fig. 3a dargestellte Definition der optischen Kanäle durch die mehrere Linsen umfassende Linsenstruktur 32 in Kombination mit der Blendenstruktur 44 kann auch, wie in nachfolgendem Ausführungsbeispiel erläutert, durch Anordnen einer makroskopischen Linse erfolgen.

Figur 4 zeigt das Anordnen einer über die laterale Ausdehnung der optischen Kanäle 14a-e angeordnete makroskopischen Linse 66. Die makroskopische Linse 66 bündelt die Be-
15 strahlung 48 in Richtung des an dem Substrat 28 in Richtung der makroskopischen Linse 66 angeordneten aushärtbaren Materials 12. Durch Anordnen einer Glasschicht 68 und daran angeordneten Blendenelementen 42a-f wird die Bestrahlung 48 in den Bereichen der Blendenelemente 42a-f an einer Durchquerung des Glasschicht 68 und mithin einer Be-
20 strahlung des aushärtbaren Materials 12 gehindert. Dadurch, dass die Bestrahlung 48 die Glasschicht 68 lediglich in den Bereichen zwischen den Blendenelementen 42a-f durchqueren kann, definieren optische Eigenschaften der makroskopischen Linse 66, beispielsweise eine Brennweite oder ein Abstand der makroskopischen Linse 66 zum aushärtbaren Material 12, in Kombination mit der Anordnung der Blendenelemente 42a-f, beispielsweise die lateralen Ausdehnungen der Bereiche zwischen den Blendenelementen 42a-f oder
25 ein Abstand der Blendenelemente 42a-f zum aushärtbaren Material 12 Position, die Winkel α - ϵ und die laterale Ausdehnung der optischen Kanäle 14a-e.

Die makroskopische Linse 66 führt in Kombination mit den Blendenelementen 42a-f eine Strahlformung der Bestrahlung 48 derart durch, dass das aushärtbare Material 12 durch
30 einzelne Strahlenbündel 74a-e bestrahlt wird und die Strahlenbündel 74a-e die optischen Kanäle 14a-e definieren.

Bei Ausführungsbeispielen werden Blendenelemente alternativ oder zusätzlich zu den an der dem aushärtbaren Material 12 abgewandten Hauptseite der Glasschicht 68 angeordneten
35 Blendenelemente 42a-f an der dem aushärtbaren 12 zugewandten Hauptseite bzw. Hauptoberfläche der Glasschicht 68 angeordnet, um eine exaktere Formung und Steuerung der Bestrahlung zu ermöglichen.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden Blendenelemente oder -strukturen alternativ oder zusätzlich zu vorigen Ausführungsbeispielen beabstandet von der Glasschicht 68 oder Blendenelemente ohne eine Glasschicht 68 angeordnet.

- 5 Fig. 5 zeigt einen Verfahrensschritt analog Fig. 3a, bei dem eine Linienstruktur 32', durch welche die Bestrahlung 48 durchgeführt wird, die Bestrahlungswinkel α - ϵ definiert. Die Linienstruktur 32' umfasst den Glasträger 34, an welchem die Polymerschichten 36a und 36b sowie die optischen Elemente 38a-j angeordnet sind. Die Blendenelemente 42a-l sind ebenfalls an dem Glasträger 34 angeordnet und bilden eine zweilagige Blendenstruktur 75, deren eine Lage an der dem aushärtbaren Material 12 zugewandten Hauptseite und deren andere Lage an der dem aushärtbaren Material 12 abgewandten Hauptseite des Glasträgers 34 angeordnet wird, wobei die Linienstruktur 32' und die Blendenstruktur 44 benachbart zueinander angeordnet sind. Alternativ kann die Blendenstruktur auch beabstandet von der Linienstruktur angeordnet sein, wie es vorangegangene Ausführungsbeispiele zeigen.
- 10 Auch kann die angeordnete Blendenstruktur 44 einlagig ausgebildet sein und lediglich an einer der Hauptseiten des oder beabstandet zum Glasträger 34 angeordnet sein.
- 15

- Die Linienstrukturen 38a und 38f, 38b und 38g, 38c und 38h, 38d und 38i sowie 38e und 38j bilden je eine Linse 72a-e, die aufgrund der Formung Linienstrukturen 38a-j eine Formung bzw. Ablenkung der Bestrahlung 48 bewirken. Dabei ist die Linse 72a dem optischen Kanal 17a, die Linse 72b dem optischen Kanal 14b, die Linse 72c dem optischen Kanal 14c, die Linse 72d dem optischen Kanal 14d sowie die Linse 72e dem optischen Kanal 14e zugeordnet.
- 20

- 25 Fig. 6 zeigt, dass die Anordnung von Linsen, Linienstrukturen oder Blendenstrukturen so gewählt werden kann, dass neben mehrlagigen Blendenstrukturen auch Linsen bzw. Linienstrukturen mehrlagig angeordnet sind.

- Der in Fig. 5 dargestellte Bestrahlungsvorgang wird in Fig. 6 derart erweitert, dass mit einem größeren Abstand zum aushärtbaren Material 12 als die Linienstruktur 32' eine zusätzliche makroskopische Linse 66 angeordnet wird, so dass die Bestrahlung 48 in einer Strahlungsrichtung hin zum aushärtbaren Material 12 zuerst die makroskopische Linse 66 und anschließend die Linienstruktur 32' mit der daran angeordneten zweilagigen Blendenstruktur 75 durchquert.
- 30

35

Eine derartige mehrlagige Linsenanordnung kann beispielsweise dazu genutzt werden, eine divergente Strahlung durch eine makroskopische Linse zu kollimieren und anschließend

diese kollimierte Strahlung mittels einer Linsenstruktur in eine kanalweise Strahlung zu unterteilen oder auszurichten.

Fig. 7 zeigt den Schritt des kanalweisen Bestrahle-
5 chem mehrere falschlichtunterdrückende Strukturen 64a-c für Multiaperturoptiken herge-
stellt werden. Eine Glasschicht 77, an welcher makroskopische Linsen 66a-c angeordnet
sind, wird so angeordnet, dass sich die Glasschicht 77 über die laterale Ausdehnung sämt-
licher zu fertigenden Strukturen 64a-c erstreckt und jeder Struktur 64a-c eine makroskopi-
sche Linse 66a-c zugeordnet wird. Zwischen den makroskopischen Linsen 66a-c und dem
10 aushärtbaren Material 12 werden die Linsenstrukturen 32a-c sowie die einlagigen Blenden-
strukturen 44a-c angeordnet.

Der Schritt des kanalweisen Bestrahle-
15 tert. aus Fig. 3a wird für jede bestrahlte falschlichtunterdrückende Struktur 64a-c analog Fig. 6 durch eine makroskopische Linse 66a-c erwei-
tert.

Das in Fig. 3 beschriebene Herstellungsverfahren kann analog Fig. 5 mit einer mehrlagigen
Anordnung von Linsen durchgeführt werden und so erweitert werden, dass gleichzeitig
mehrere Multiaperturoptiken nebeneinander und gleichzeitig auf einem Wafer gefertigt
20 werden. Der Abstand der zu realisierenden Strukturen und mithin Strahlformungsoptiken
ist beliebig.

Fig. 8 zeigt, dass der in Fig. 5 beschriebene Fertigungsschritt des kanalweisen Bestrahle-
25 ten auch gleichzeitig für mehrere falschlichtunterdrückende Strukturen 64a-c mit hinterschnit-
tenen Kanten/Oberflächen für Multiaperturoptiken durchgeführt werden kann. Hierfür wird
aushärtbares Material 12 über die laterale Ausdehnung mit Linsenstrukturen 32'a-c be-
deckt, so dass Bestrahlung 48a-c derart geformt und/oder gelenkt wird, dass mehrere
Strukturen 64a-c aus dem aushärtbaren Material 12 ausgebildet werden.

30 Die Herstellung mehrerer falschlichtunterdrückender Strukturen mit hinterschnittenen
Kanten/Oberflächen für Multiaperturoptiken gleichzeitig nebeneinander ermöglicht es bei-
spielsweise, dass derartige Module aus einem gesamten Wafer ausgeformt und anschlie-
ßend voneinander getrennt werden. Somit kann durch die gleichzeitige Fertigung mit ge-
ringem operativen Aufwand eine große Stückzahl an falschlichtunterdrückenden Struktu-
35 ren gefertigt werden.

Fig. 9 zeigt den Verfahrensschritt des kanalweisen Bestrahle-
an einem gemeinsamen Träger 77 angeordneten makroskopischen Linsen 66a-c sowie den Linsen-

strukturen 32'a-c und den Blendenstrukturen 75a-c, bei dem analog den Fig. 7 und 8 gleichzeitig mehrere falschlichtunterdrückenden Strukturen nebeneinander bestrahlt werden.

- 5 Generell ermöglichen Ausführungsbeispiele eine beliebige Kombination von makroskopischen Linsen, Linsenstrukturen sowie Blendenstrukturen zur Definition der optischen Kanäle.

Fig. 10 zeigt eine Vorrichtung 10 mit einer falschlichtunterdrückenden Struktur 64 mit
10 hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik, die z. B. durch das oben beschriebene Verfahren hergestellt wurde. Die falschlichtunterdrückende Struktur umfasst optische Kanäle 14'a-e, die Freiräume umfassen und an deren einer Hauptseite eine Bildfläche 76 beabstandet angeordnet ist. Die Bildfläche 76 ist ausgebildet, um durch die optischen Kanäle 14'a-e transmittiertes Licht oder Strahlung zu erfassen oder abzubilden. Bei
15 spielsweise kann es sich bei der Bildfläche 76 um einen CCD (Charge-Coupled-Device)-Sensor handeln, so dass jeder der optischen Kanäle 14'a-e das Licht auf einen Bereich des Bildsensors transmittiert. An der der Bildfläche 76 abgewandten Hauptseite der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 ist ebenfalls beabstandet ein Linsenfeld 78 angeordnet. Das Linsenfeld 78 umfasst einen Glasträger 82, an dessen beiden Hauptseiten je eine Po-
20 lymer-schicht 84a und 84b angeordnet sind, wobei an der Polymerschicht 84a die Linsenelemente 86a-e und an der gegenüberliegend angeordneten Polymerschicht 84b die Linselemente 86f-j angeordnet sind. Durch die jeweils gegenüberliegende Anordnung zweier Linsenelemente 86a und 86f, 86b und 86g, 86c und 86h, 86d und 86i sowie 86e und 86j werden durch die jeweils zwei Linsenelemente und die Abschnitte der dazwischen ange-
25 ordneten Polymerschichten 84a und 84b sowie des Glasträgers 82 die Linsen 88a-e ausgebildet, wobei jede der Linsen 88a-e dem axial benachbarten optischen Kanal 14'a-e zugeordnet ist.

Die optischen Achsen 92a-e der optischen Kanäle 14'a-e weisen bezüglich der parallel
30 zueinander verlaufenden Hauptseiten des lichtundurchlässigen Materials 16 voneinander verschiedene Winkel α - ϵ auf. Das Linsenfeld 78 ist bezüglich der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 sowie der Bildfläche 76 derart angeordnet, dass die dem optischen Kanal 14'a-e zugeordnete Linse 88a-e entlang der optischen Achse 92a-e positioniert ist und der Brennpunkt der jeweiligen Linse 88a-e benachbart zur Bildfläche 76 positioniert ist.

35

Fig. 10 beschreibt eine mögliche Anwendung der durch die Verfahrensschritte vorheriger Ausführungsbeispiele hergestellten falschlichtunterdrückenden Struktur 64. Die falschlichtunterdrückenden Struktur 64 ist derart angeordnet, dass sie bezüglich der Linsen 88a-e

des Linsenfeldes 78 respektive der Brenn- oder Bildpunkte eine Falschlichtunterdrückung zwischen benachbarten Brenn- oder Bildpunkten ermöglicht. Durch die Anordnung der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 zwischen der Bildfläche 76 und den Linsen 88a-e kann damit die Aufnahmequalität der Bildfläche 76 oder die Güte eines projizierten Bildes erhöht werden. Das zwischen den optischen Kanälen 14'a-e angeordnete lichtabsorbierende Material 16 verhindert das Übersprechen zwischen den optischen Kanälen 14'a-e, so dass jeder optische Kanal 14'a-e eine Licht- oder Strahlungstransmission mit einer möglichst großen Unabhängigkeit von benachbarten optischen Kanälen 14'a-e zulassen kann.

Fig. 11 zeigt Vorrichtung 10 analog Fig. 10, wobei die falschlichtunterdrückende Struktur 64 direkt benachbart und ohne einen Abstand zur Bildfläche 76 angeordnet ist. Das Linsenfeld 78 ist weiterhin derart positioniert, dass je eine Linse 88a-e des Linsenfeldes 78 entlang der optischen Achse des ihr zugeordneten optischen Kanals 14'a-e positioniert ist und der Brenn- oder Bildpunkt der jeweiligen Linse 88a-e an der der Linse 88a-e zugewandten Oberfläche der Bildfläche 76 positioniert ist.

Im Gegensatz zu Fig. 10, wo die falschlichtunterdrückende Struktur beabstandet von der Bildfläche angeordnet ist, ist die falschlichtunterdrückende Struktur in Fig. 11 direkt auf der Bildfläche angeordnet. Eventuelle, durch die Spalte zwischen der falschlichtunterdrückenden Struktur und der Bildfläche ausgebildeten optischen Transmissionspfade zwischen optischen Kanälen sind im Ausführungsbeispiel der Fig. 11 geschlossen. Der Grad der Falschlichtunterdrückung kann durch Minimierung bzw. Entfernung des Abstandes zwischen der falschlichtunterdrückenden Struktur und der Bildfläche zusätzlich erhöht sein.

Fig. 12 zeigt eine Vorrichtung analog Vorrichtung 10 aus Fig. 10, bei der in dem Abstand zwischen dem Linsenfeld 78 und der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 an lateral außenliegenden Stellen zusätzliches Material 96 angeordnet ist, welches ausgebildet ist, um den Abstand zwischen dem Linsenfeld 78 und der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 zu fixieren. Bei dem zusätzlichen Material 96 handelt es sich beispielsweise um einen thermisch oder unter UV-Strahlung härtenden Klebstoff, um eine Relativbewegung zwischen dem Linsenfeld 78 und der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 zu reduzieren oder zu verhindern und um beispielsweise die Fokussierung der Linsen 88 auf die Bildfläche 76 beizubehalten. Das zusätzliche Material 96 weist lichtabsorbierende oder opake Eigenschaften auf. Damit wird Falschlicht von Orten, die lateral zur Vorrichtung angeordnet sind, zusätzlich reduziert oder unterdrückt. Das zusätzliche Material 96 kann beispielsweise einen umlaufenden Rahmen an der den Linsen zugewandten Hauptseite der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 bilden.

Fig. 13 zeigt eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 12 gezeigt ist, wobei die falschlichtunterdrückende Struktur 64 auf der Bildfläche 76 angeordnet ist, wie es anhand Fig. 11 beschrieben wurde.

- 5 Fig. 14 zeigt eine Vorrichtung analog zur Vorrichtung aus Fig. 12, bei der das lichtabsorbierende oder opake zusätzliche Material 96 zusätzlich zwischen den Linsen 88a-e angeordnet ist. Durch das zusätzliche Material 96 werden die optischen Kanäle 14'a-e durch in axialer Richtung verlängert und eine Falschlichtunterdrückung zwischen den optischen Kanälen 14'a-e im Bereich zwischen dem Linsenfeld 78 und der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 verbessert. Die beschriebene zusätzliche Isolation der optischen Kanäle ermöglicht eine weitere Erhöhung der Projektions- oder Bildqualität. Zudem stabilisiert das zusätzliche Material 96 das Linsenfeld 78 gegenüber der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 durch mehrere Stützstellen derart, dass Durchbiegungen des Linsenfeldes 78 und mithin eine Verschiebung von Brenn- oder Bildpunkten einzelner Linsen 88 verhindert ist.
- 10
15

Fig. 15 zeigt eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 14 gezeigt ist, wobei die falschlichtunterdrückenden Struktur 64 auf der Bildfläche 76 angeordnet ist, wie es anhand Fig. 11 beschrieben wurde.

20

- Fig. 16 zeigt eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 12 gezeigt ist, wobei anstelle des lichtabsorbierenden Materials 96 ein transparentes Material 98 verwendet wird. Ist in einem späteren Einsatzbereich der Multiaperturoptik keine Unterdrückung von lateral zur falschlichtunterdrückenden Struktur eintreffendem Falschlicht erforderlich, so kann die Ausgestaltung der Beabstandung des Linsenfeldes 78 zur falschlichtunterdrückenden Struktur 64 durch ein transparentes zusätzliches Material 98 einfacher oder kostengünstiger sein als bei der Anordnung von lichtabsorbierendem oder opaken Material 96.
- 25

- Fig. 17 zeigt eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 16 gezeigt ist, wobei die falschlichtunterdrückende Struktur 64 auf der Bildfläche 76 angeordnet ist, wie es anhand Fig. 11 beschrieben wurde.
- 30

- Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 14 gezeigt ist, wobei alternativ zu dem lichtabsorbierendem oder opaken zusätzlichen Material 96 transparentes Material 98 angeordnet ist, wie es anhand Fig. 16 beschrieben wurde.
- 35

Fig. 19 zeigt eine Vorrichtung wie sie in Fig. 18 gezeigt ist, wobei die falschlichtunterdrückende Struktur 64 auf der Bildfläche 76 angeordnet ist, wie es anhand Fig. 11 beschrieben wurde.

- 5 Fig. 20 zeigt eine Vorrichtung analog der Vorrichtung aus Fig. 14, bei der zwischen der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 und dem zusätzlichen Material 96 eine Glasschicht 102 angeordnet ist, welche sich über die gesamte laterale Ausdehnung der falschlichtunterdrückende Struktur 64 erstreckt. Die Glasschicht kann beispielsweise zur Stabilisierung der optischen Kanäle ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich können optische Strukturen
10 in oder an der Glasschicht angeordnet sein, beispielsweise diffraktive oder refraktive optische Elemente. Diese ermöglichen eine weitere, bezüglich des Linsenfeldes 78 zusätzliche, optische Formung oder Filterung von durch die optischen Kanäle transmittiertem Licht oder Strahlung.
- 15 Fig. 21 zeigt die Vorrichtung aus Fig. 20, bei der die Glasschicht 102 an der dem Linsenfeld 78 abgewandten Hauptseite der falschlichtunterdrückenden Struktur 64 und direkt benachbart zur Bildfläche 76 angeordnet ist.

Fig. 22 zeigt eine Vorrichtung, bei der an einer ersten falschlichtunterdrückenden Struktur 20 64a zusätzliches Material 96 und das Linsenfeld 78 analog Fig. 14 angeordnet sind, wobei zwischen der ersten falschlichtunterdrückenden Struktur 64a und einer, in Richtung der Bildfläche 76 angeordneten, zweiten falschlichtunterdrückenden Struktur 64b die Glasschicht 102 direkt benachbart zu den falschlichtunterdrückenden Strukturen 64a und 64b angeordnet ist.

25 Bei alternativen Ausführungsbeispielen ist eine, mit Verfahren vorheriger Ausführungsbeispiele hergestellte, falschlichtunterdrückende Struktur 64 in einer lateralen Schnittebene durchtrennt und die Glasschicht 102 zwischen den beiden entstehenden Schnittflächen angeordnet. Prinzipiell kann die Glasschicht 102 mit stabilisierender und/oder optischer Wirkung
30 an einer beliebigen Stelle entlang des axialen Verlaufs der optischen Kanäle 14a-e angeordnet sein.

Obwohl das Linsenfeld 78 in vorangegangenen Ausführungsbeispielen der Fig. 10 bis 22 eine Glasschicht umfasst, sind die Linsen 88 in alternativen Ausführungsbeispielen an einer
35 polymeren Schicht in Abwesenheit von Glas gebildet sein.

Obwohl in vorangegangenen Ausführungsbeispielen die Linsen 88 und die Schichten 84 als aus Polymerstoffen gebildet beschrieben sind, können die Linsen 88 und/oder die

Schichten 84 in alternativen Ausführungsbeispielen aus einem anderen optischen Werkstoff, beispielsweise Glas, gefertigt sein. In weiteren Ausführungsbeispielen sind die Linsen 88 und die Schichten 84 einstückig gebildet. In weiteren Ausführungsbeispielen sind die Linsen 88, die Schichten 84 und die Schicht 82 aus einem identischen Material und
5 sämtliche dieser Komponenten einstückig gebildet.

Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, sodass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein ent-
10 sprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung dar.

15 Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzbereich der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten,
20 die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur (64; 64a-c) mit
5 zumindest zwei optischen Kanälen (14a-e; 14'a-e; 14''a-e), mit folgenden Schritten:

Bereitstellung eines durch Bestrahlung aushärtbaren Materials (12) oder eines
10 durch Bestrahlung seine Löslichkeit ändernden Materials (22);

kanalweises gleichzeitiges Bestrahlen des Materials (12; 22) mit unterschiedlichem
Bestrahlungswinkel (α - ϵ) oder kanalweises Maskieren des Materials (12; 22) und
Bestrahlen des Materials (12; 22) mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel (α - ϵ);
und

15 Ersetzen des nicht bestrahlten oder des nicht maskierten Bereichs des Materials
(12) durch ein lichtundurchlässiges Material (16);

20 wobei der Bestrahlungswinkel (α - ϵ) derart gewählt ist, dass die sich ergebenden optischen
Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) die unterschiedlichen Winkel (α - ϵ) und zueinander
hinterschnittene Kanten oder Oberflächen aufweisen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Bestrahlen folgende Schritte umfasst:

25 Anordnen zumindest einer Linse (66; 66a-c; 38a-j; 72a-e) mit einem Abstand zum
aushärtbaren Material (12; 22);

Anordnen einer zumindest zwei Blenden (42a-l) umfassenden Blendenstruktur (44;
30 44a-c; 75; 75a-c) zwischen dem aushärtbaren Material (12; 22) und der Linsenstruktur
(32; 32'; 32'a-c), wobei die Blenden (42a-l) die Bestrahlungswinkel (α - ϵ)
festlegen; und

Bestrahlen des Materials (12; 22) durch die zumindest eine Linse (66; 66a-c; 38a-j;
35 72a-e).

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem

die zumindest eine Linse (66; 66a-c) eine laterale Ausdehnung aufweist, um sich über die optischen Kanäle (14a-e) zu erstrecken, wobei jedem der optischen Kanäle (14a-e) jeweils eine Blende (42a-l) der Blendenstruktur (44; 44a-c; 75; 75a-c) zugeordnet ist.

5

4. Verfahren gemäß Anspruch 2, mit:

10

mehreren Linsen (38a-j; 72a-e), wobei jedem optischen Kanal (14a-e) zumindest eine Linse (38a-j; 72a-e) und eine Blende (42a-l) der Blendenstruktur (44; 44a-c; 75; 75a-c) zugeordnet ist, wobei die einem optischen Kanal (14a-e) zugeordnete Blende (42a-l) bezüglich eines Zentrums einer diesem optischen Kanal (14a-e) zugeordneten Linse (38a-j) versetzt angeordnet ist, und wobei die versetzte Anordnung zu einer versetzten Anordnung von Linsen (38a-j) und Blenden (42a-l) anderer optischer Kanäle (14a-e) verschieden ist.

15

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Bestrahlen folgende Schritte umfasst:

20

Anordnen von zumindest zwei Linsen (38a-j; 72a-e), die die unterschiedlichen Bestrahlungswinkel bewirken, beabstandet zu dem aushärtbaren Material, wobei jedem der optischen Kanäle (14a-e) jeweils eine Linse (38a-j; 72a-e) zugeordnet ist; und

Bestrahlen des Materials durch die Linsenstruktur (32; 32'; 32'a-c).

25

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die falschlichtunterdrückende Struktur (64; 64a-c) einen weiteren optischen Kanal (14a-e) mit einer optischen Achse (52a-e) umfasst, wobei die optische Achse (52a-e) des weiteren Kanals (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) bezüglich einer optischen Achse (52a-e) des ersten oder des zweiten optischen Kanals (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) einen gleichen oder verschiedenen Winkel (α - ϵ) aufweist.

30

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das aushärtbare Material (12) oder das durch Bestrahlung seine Löslichkeit ändernde Material (22) ein unter Strahlungseinwirkung polymerisierendes Material oder einen photoaktiven Positivlack oder Negativlack umfasst.

35

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) mit einem entlang ihres Verlaufs im aushärtbaren Material veränderlichen oder konstanten Durchmesser (D1a-e; D2a-e) gebildet werden.

- 5 9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, welches ferner folgenden Schritt umfasst:

Entfernen des die optischen Kanäle (14a-e) definierenden bestrahlten oder maskierten Materials (13; 22); oder

10

Ersetzen des die optischen Kanäle definierenden bestrahlten oder maskierten Materials (13; 22) durch ein transparentes Material (18).

10. Vorrichtung, mit:

15

einem lichtabsorbierenden oder opaken Material (16); und

zumindest zwei optischen Kanälen (14a-e; 14'a-e; 14''a-e),

20

wobei die optischen Achsen (52a-e) zumindest zweier optischer Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) einen von einander verschiedenen Winkel (α - ϵ) zu einer Ebene einer Hauptseite des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) aufweisen; und

25

wobei zumindest zwei der optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) die verschiedenen Winkel (α - ϵ) und zueinander hinterschnittene Kanten oder Oberflächen umfassen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der ein Durchmesser (D1a-e; D2a-e) der optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) entlang eines Verlaufs innerhalb des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) veränderlich oder konstant ist.

30

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei der das lichtabsorbierende oder opake Material (16) eine Glasschicht (102) an einer Hauptseite des lichtabsorbierenden oder opaken Materials oder zwischen zwei Hauptseiten des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) umfasst.

35

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, die ferner eine Bildfläche (76) einer optischen Struktur umfasst, die mit einem Abstand oder direkt angrenzend an eine Hauptseite des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) angeordnet ist.
- 5 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei der an einer Hauptseite des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) eine Glasschicht (82) mit daran angeordneten Linsen (86a-j; 88a-e) derart angeordnet ist, dass die Linsen (86a-j; 88a-e) entlang der optischen Achsen (52a-e) der optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) angeordnet sind.
- 10 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei der die optischen Achsen (52a-e) der optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) eine Bildfläche (76) eines optischen Systems treffen.
- 15 16. Optisches System, mit
- einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 15, bei der die optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) derart angeordnet sind, dass eine Bildebene auf eine Bilderfassungsfläche des optischen Systems projiziert wird.

1/29

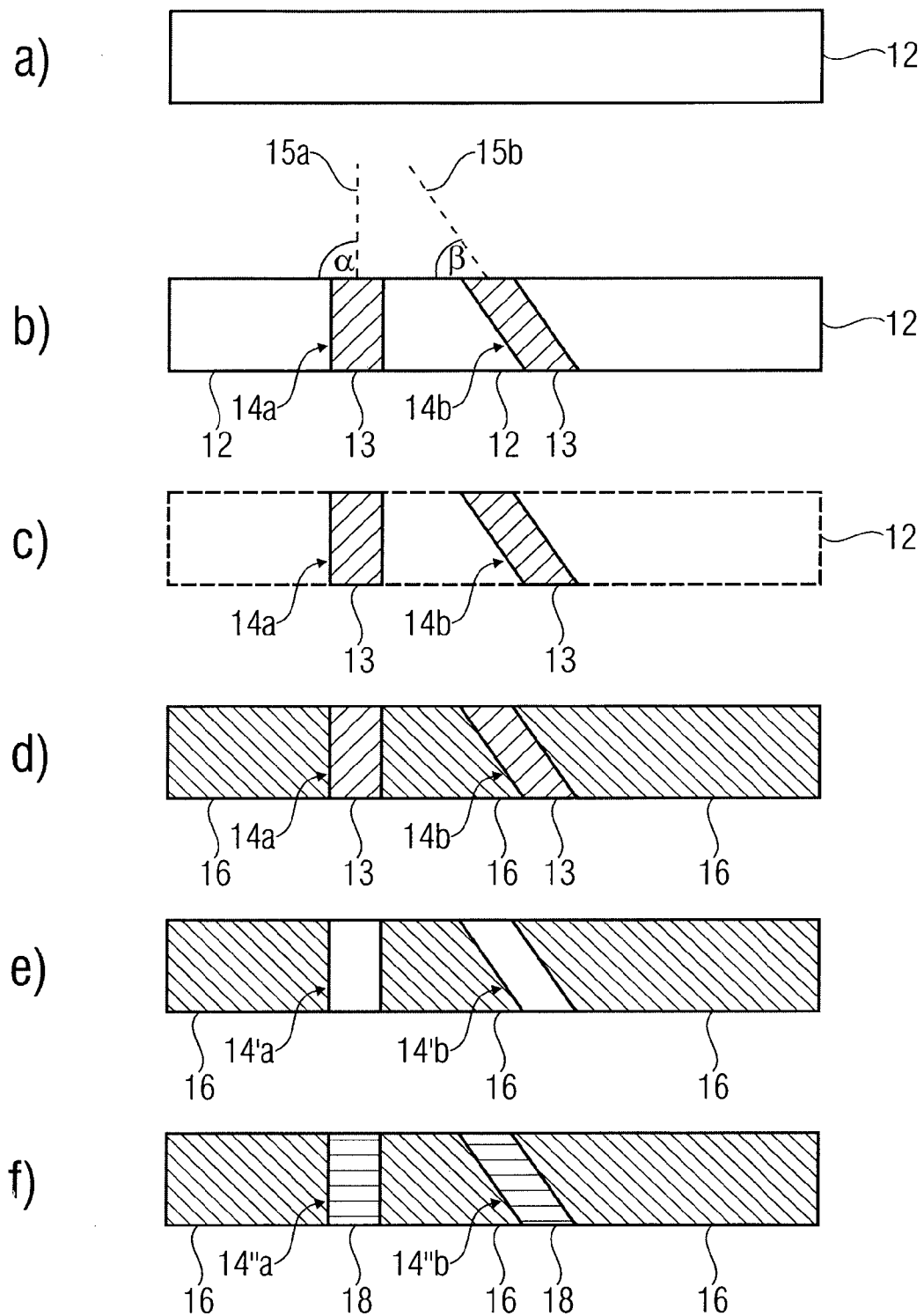


FIG 1

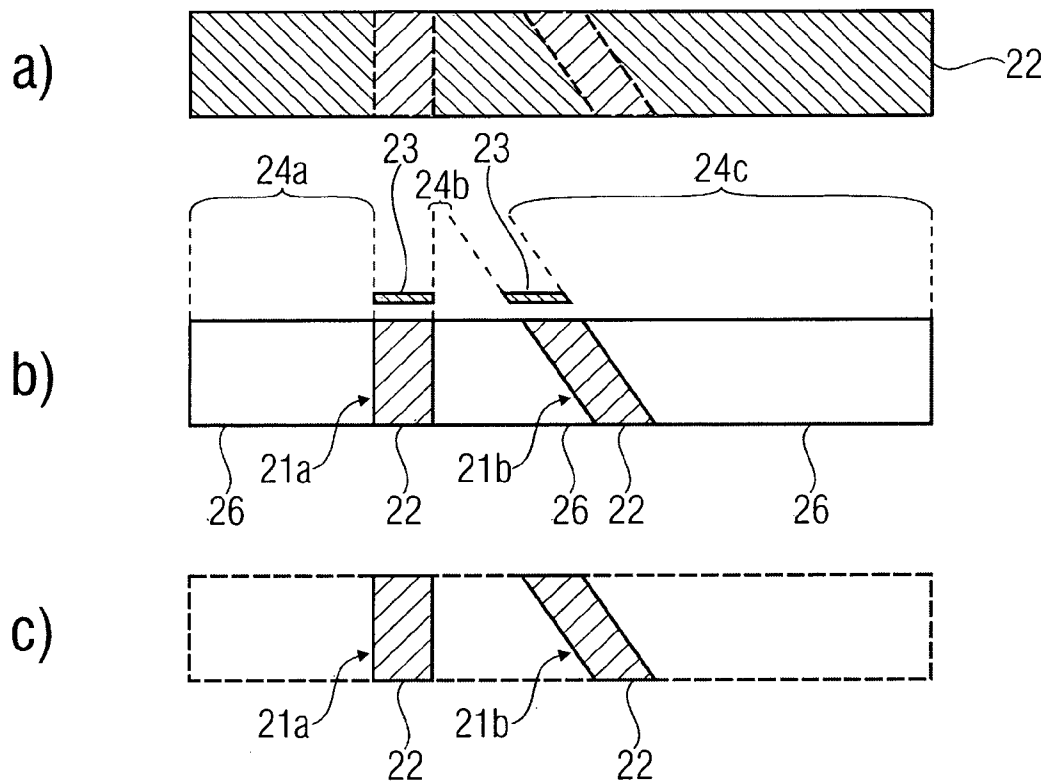


FIG 2

3/29

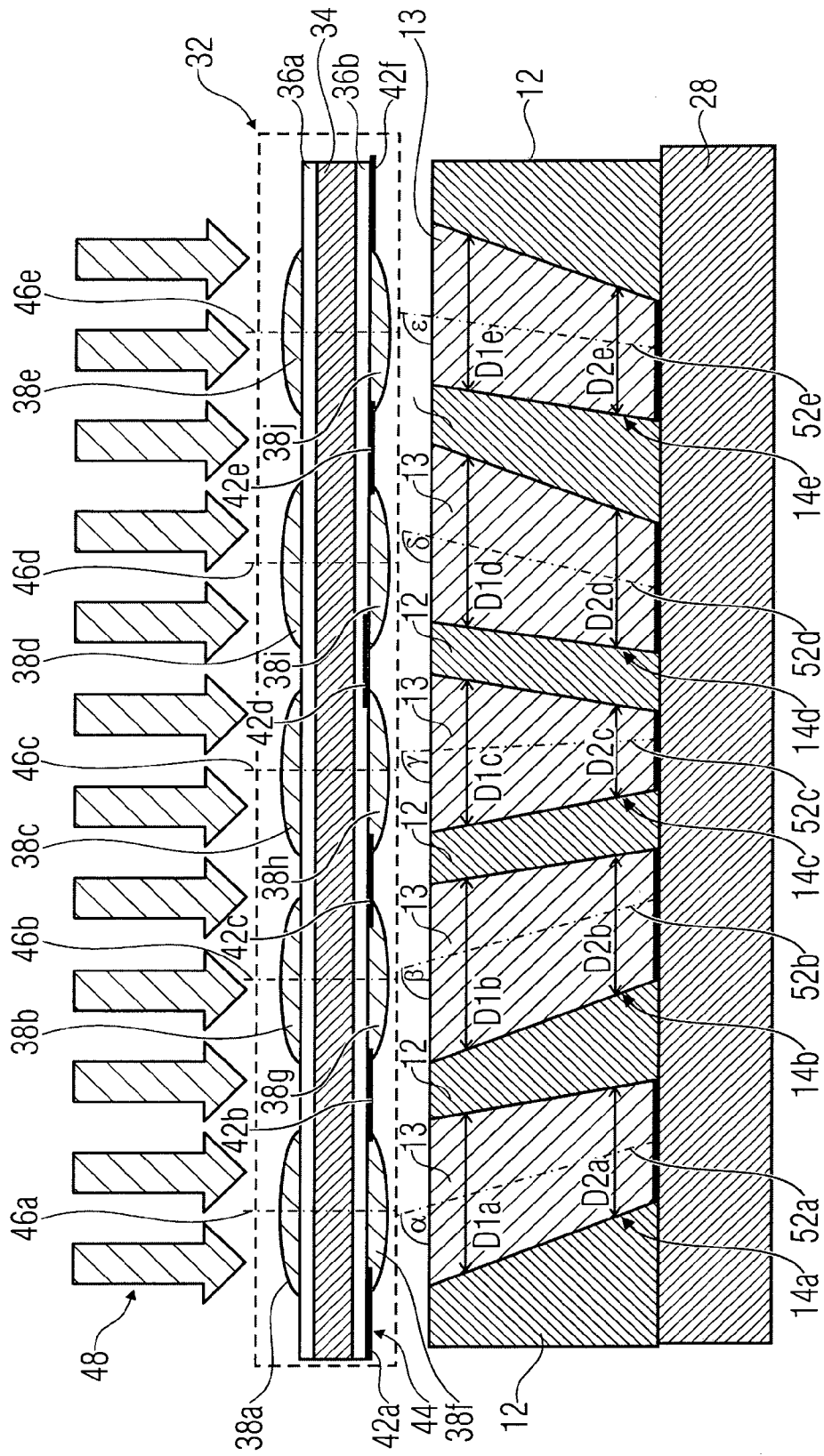


FIG 3A

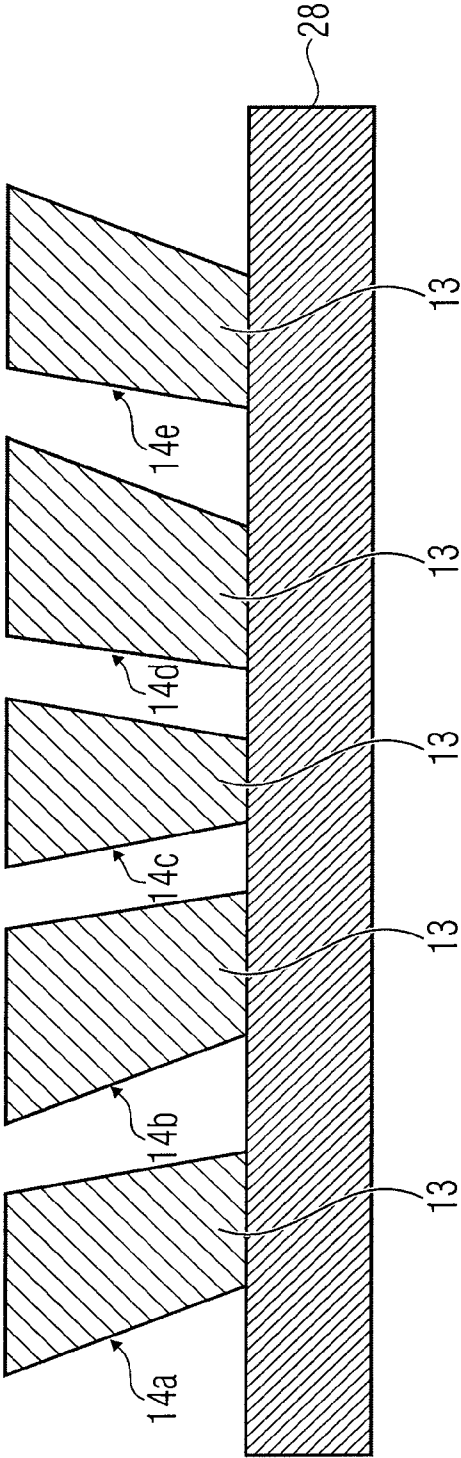


FIG 3B

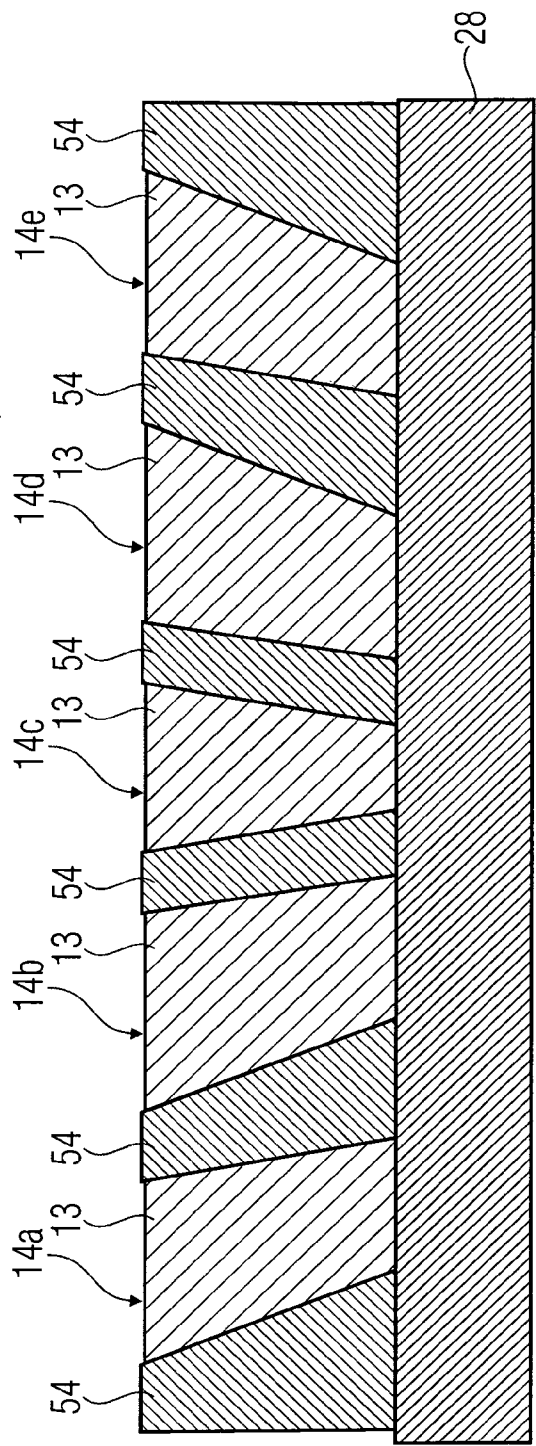


FIG 3C

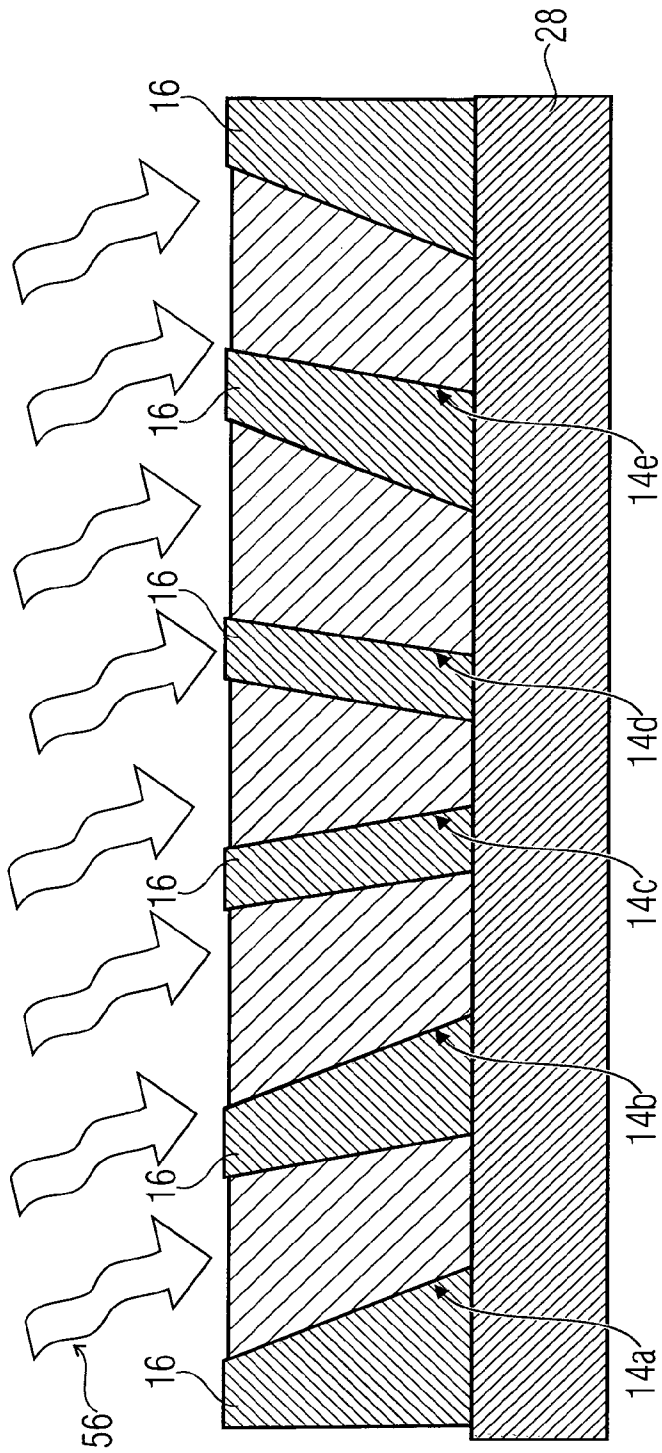


FIG 3D

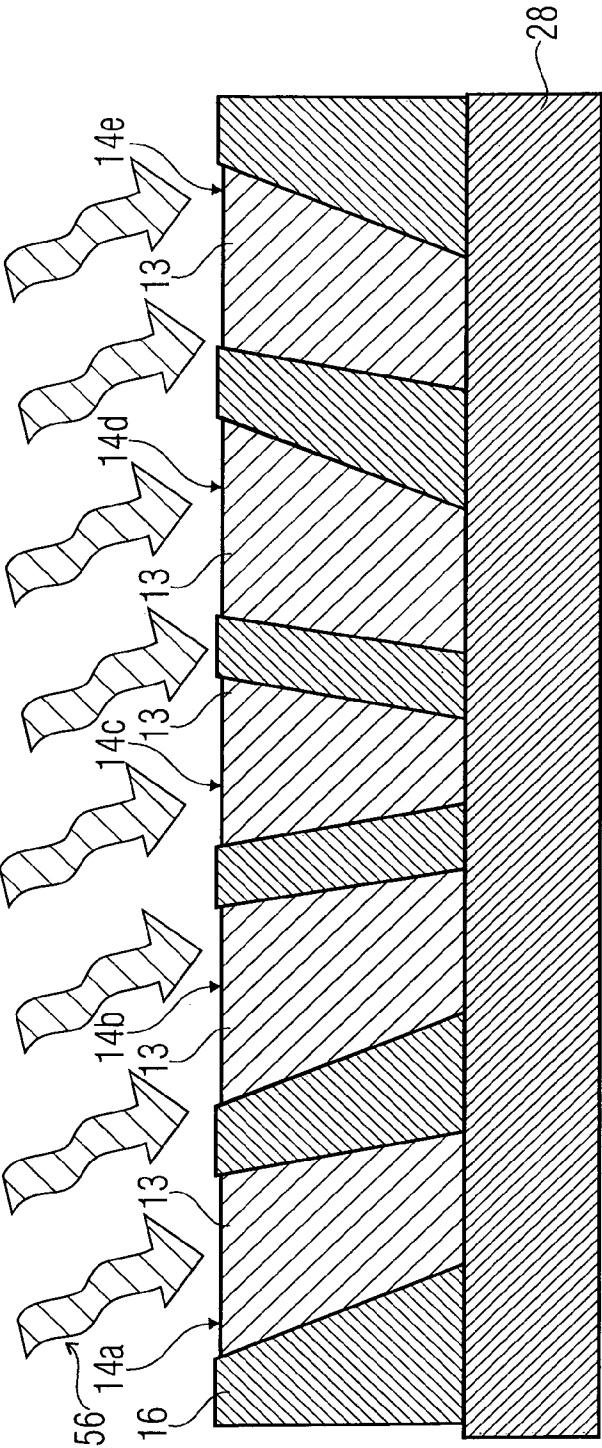


FIG 3E

8/29

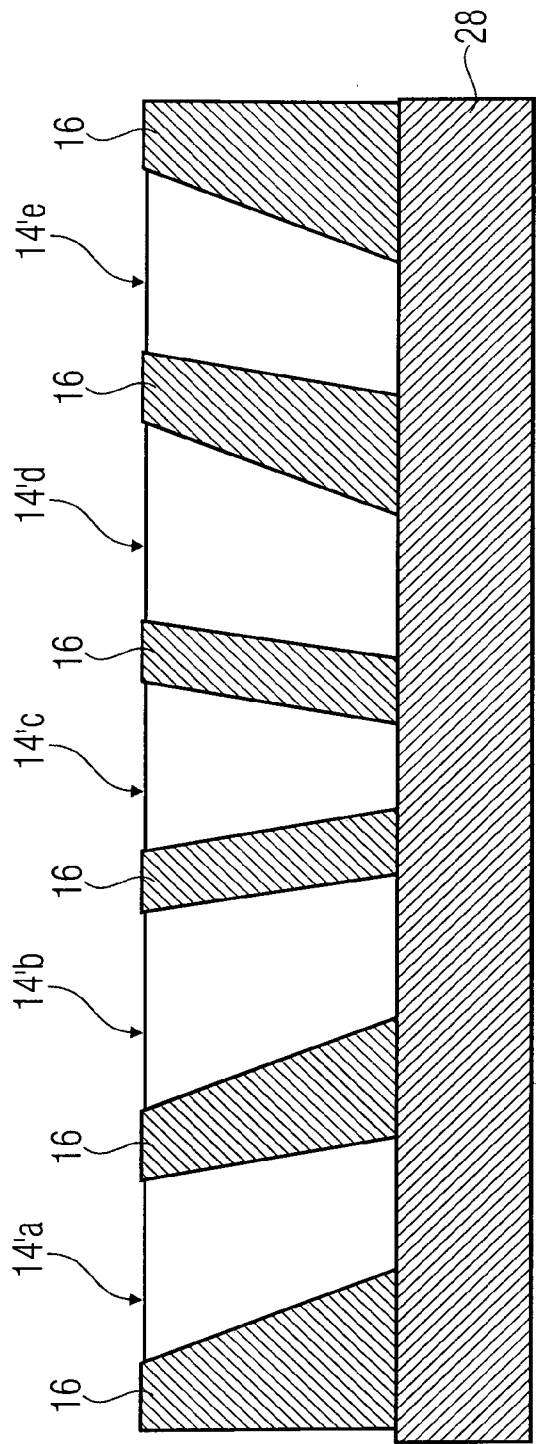


FIG 3F

9/29

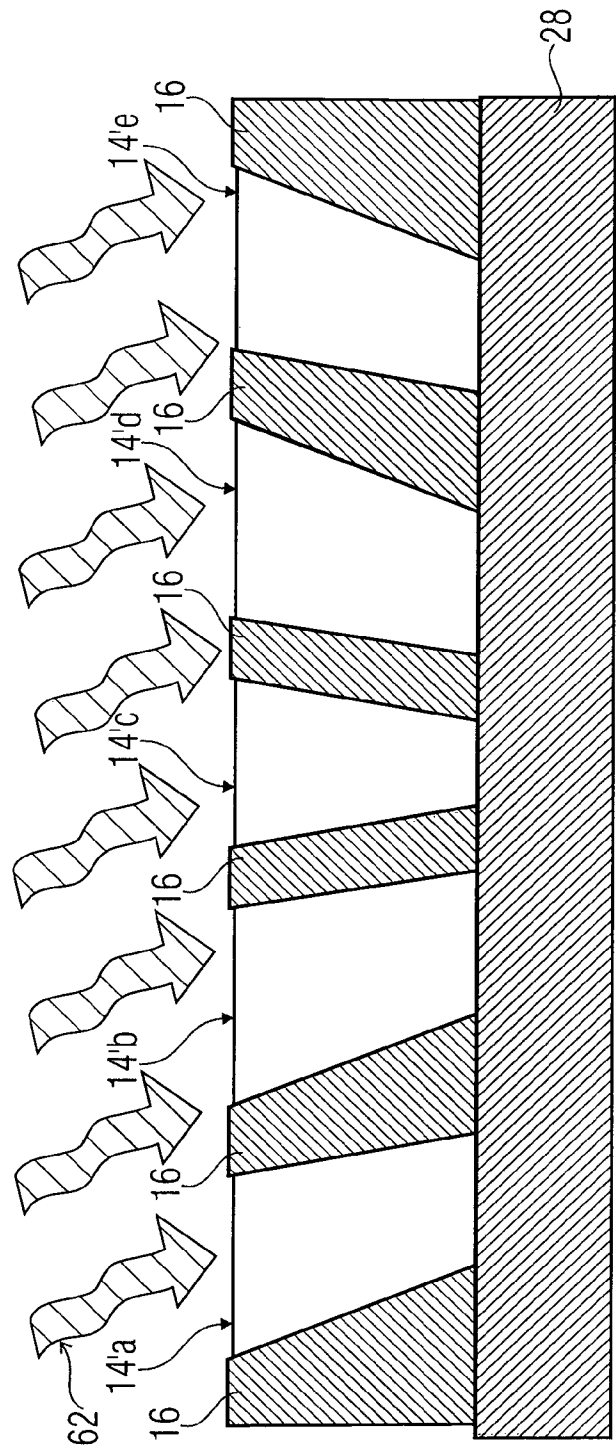


FIG 3G

10/29

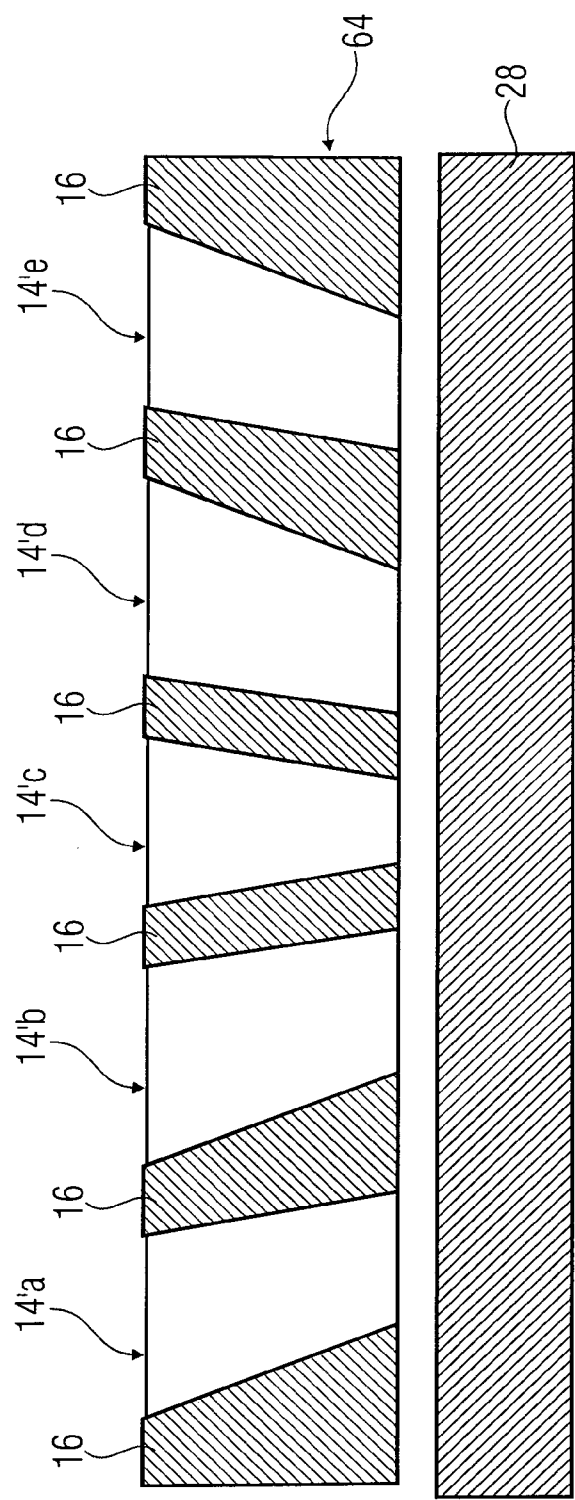


FIG 3H

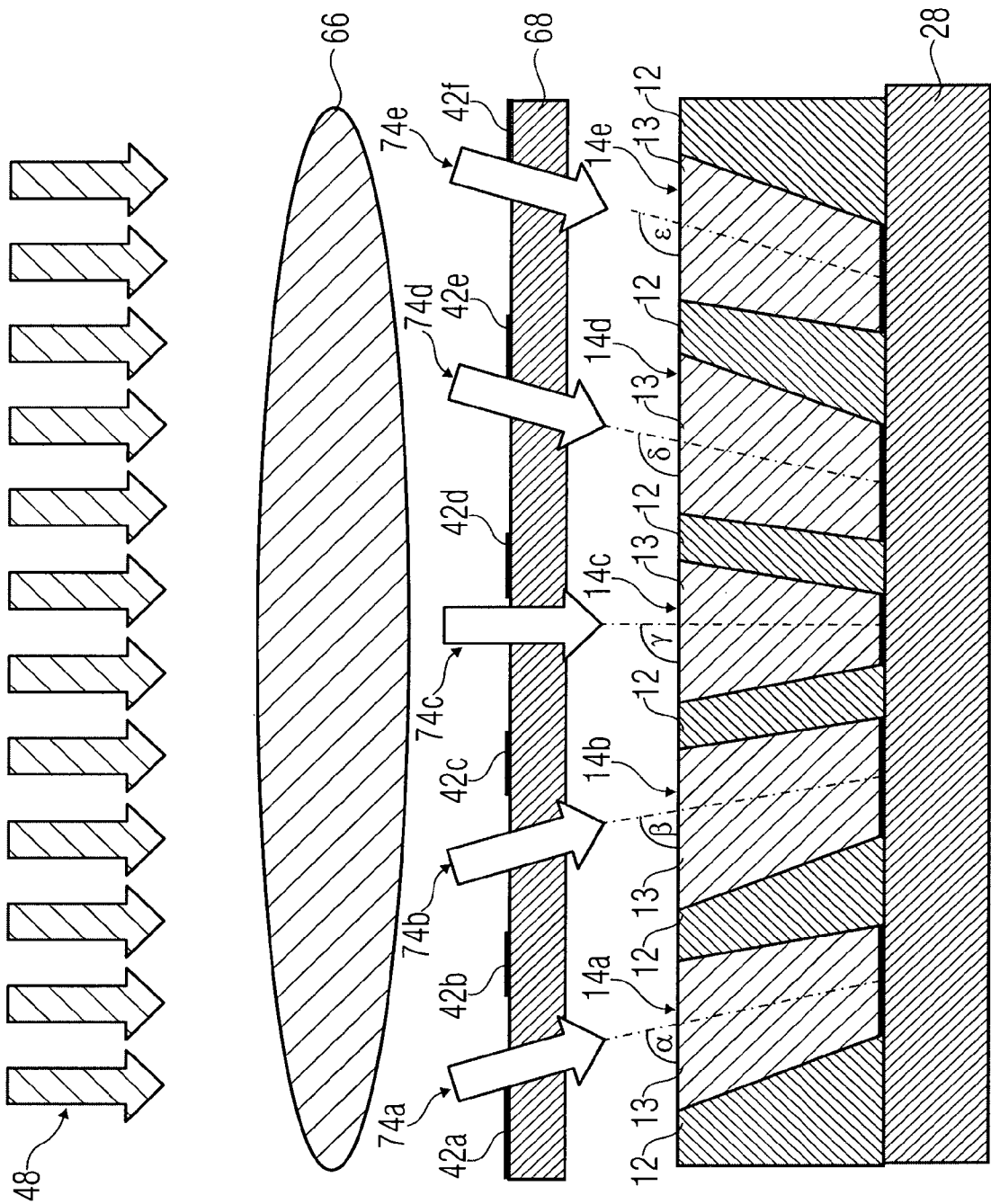


FIG 4

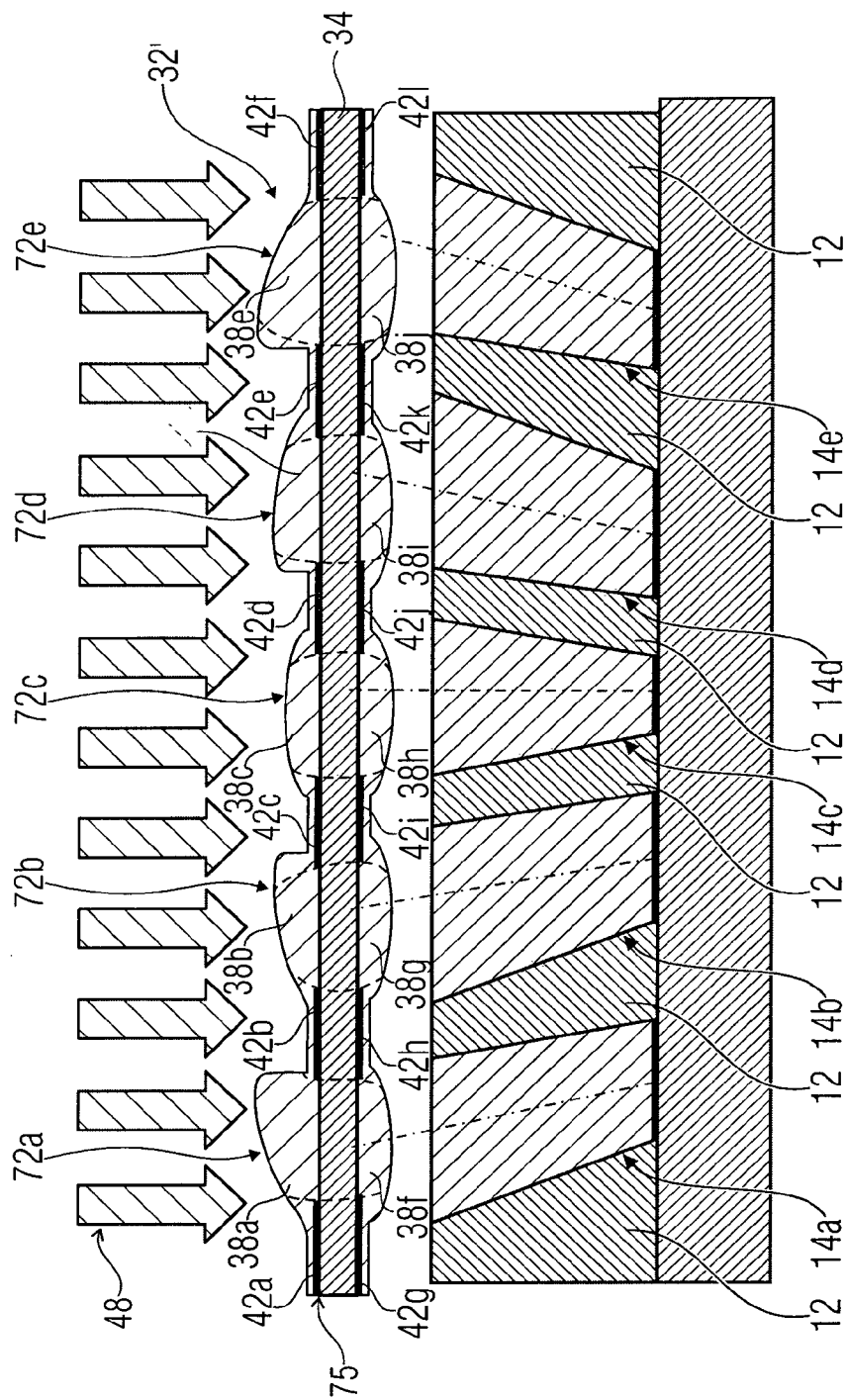
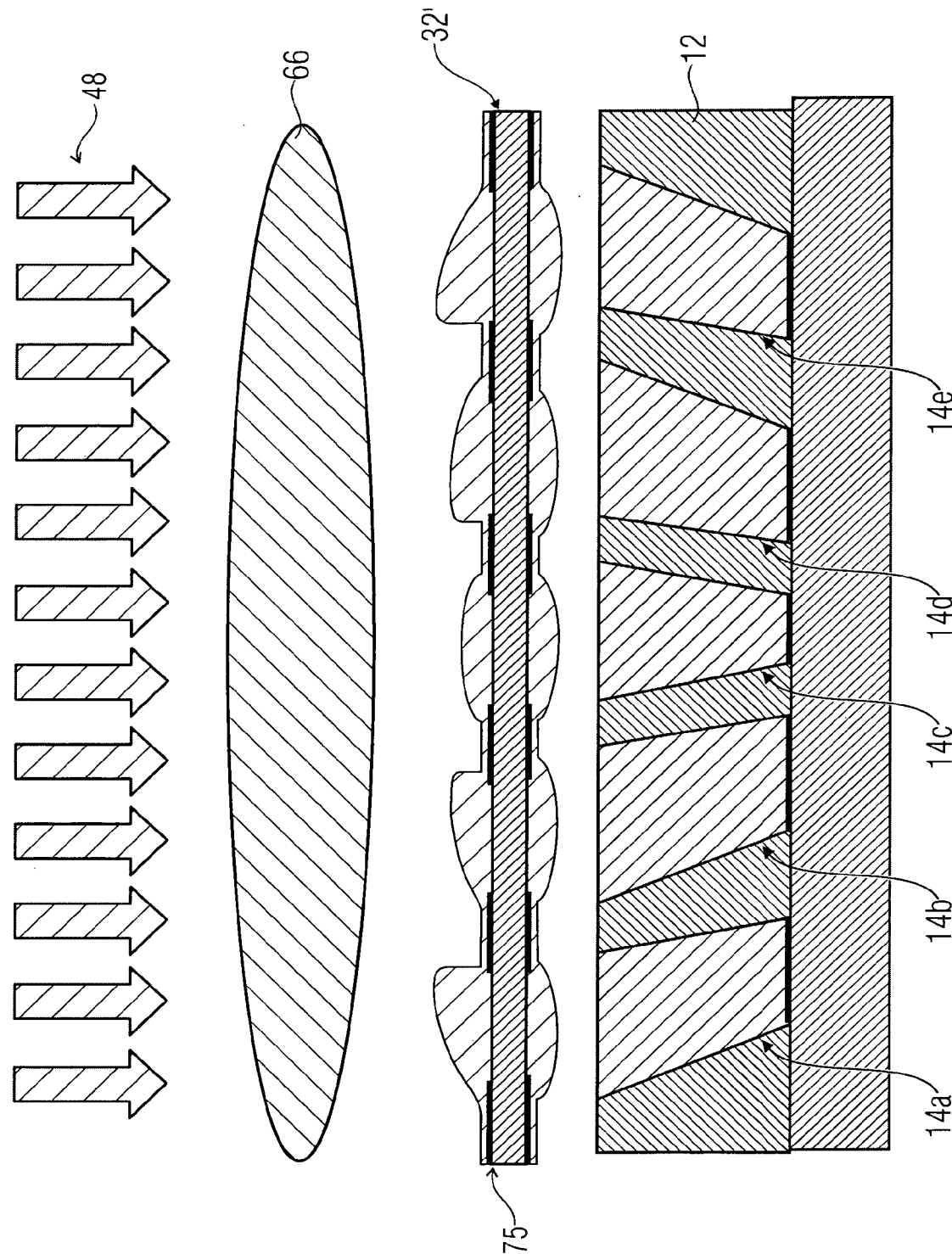


FIG 5



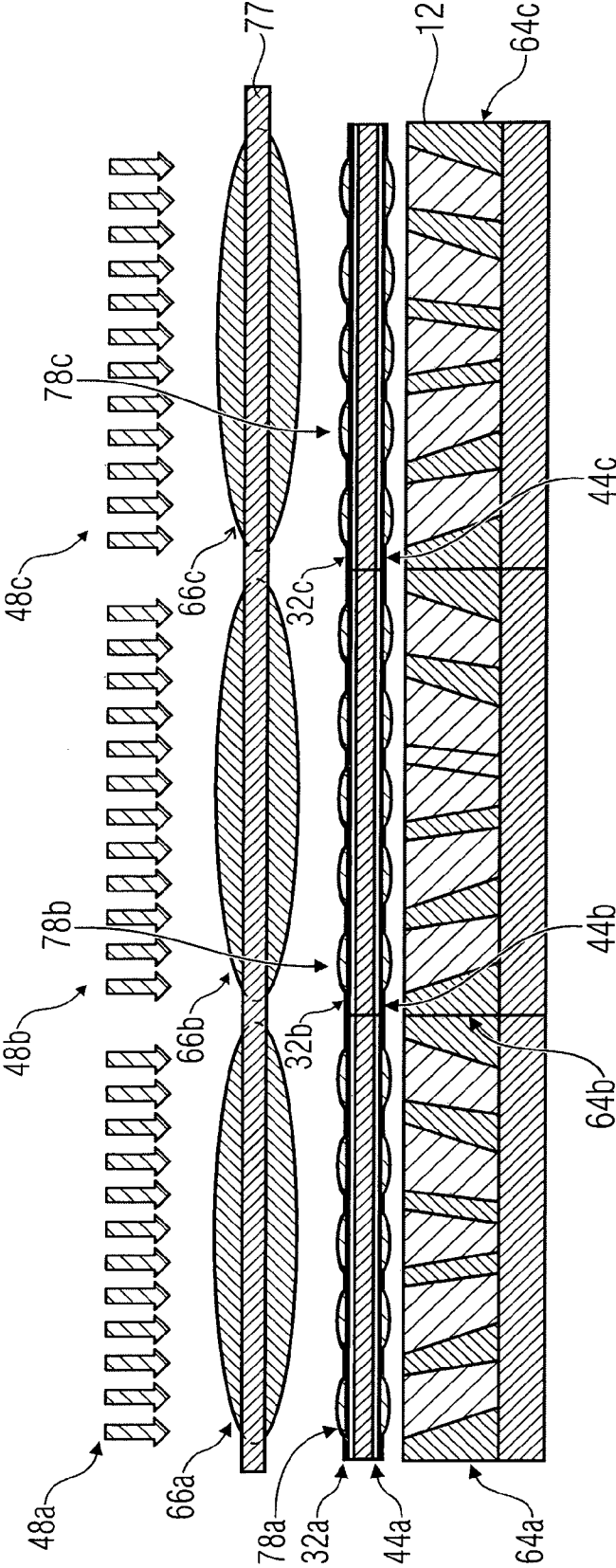


FIG 7

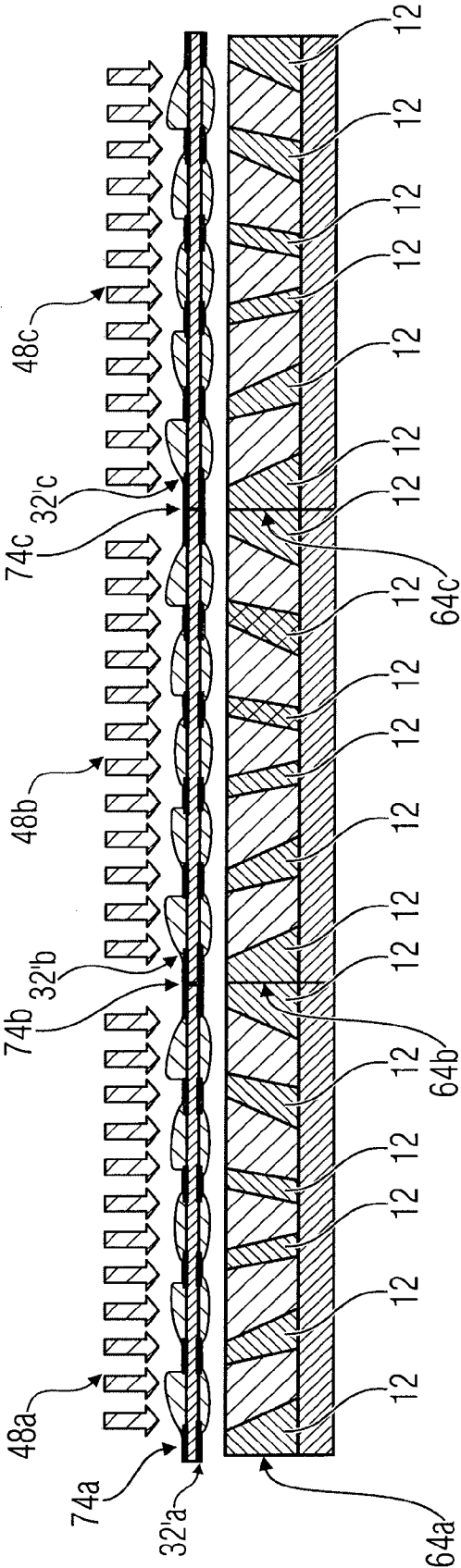


FIG 8

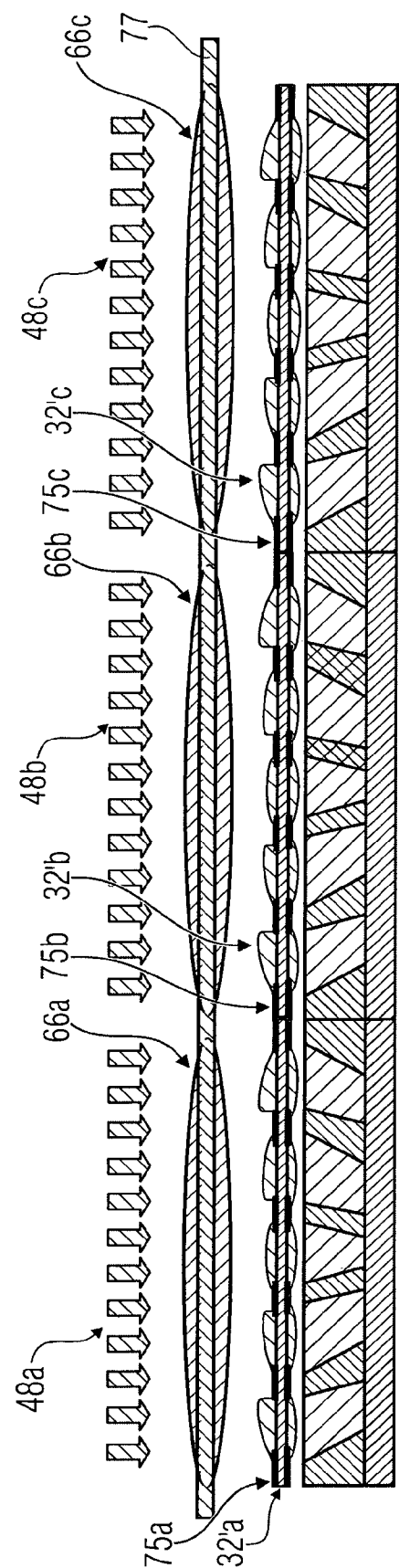


FIG 9

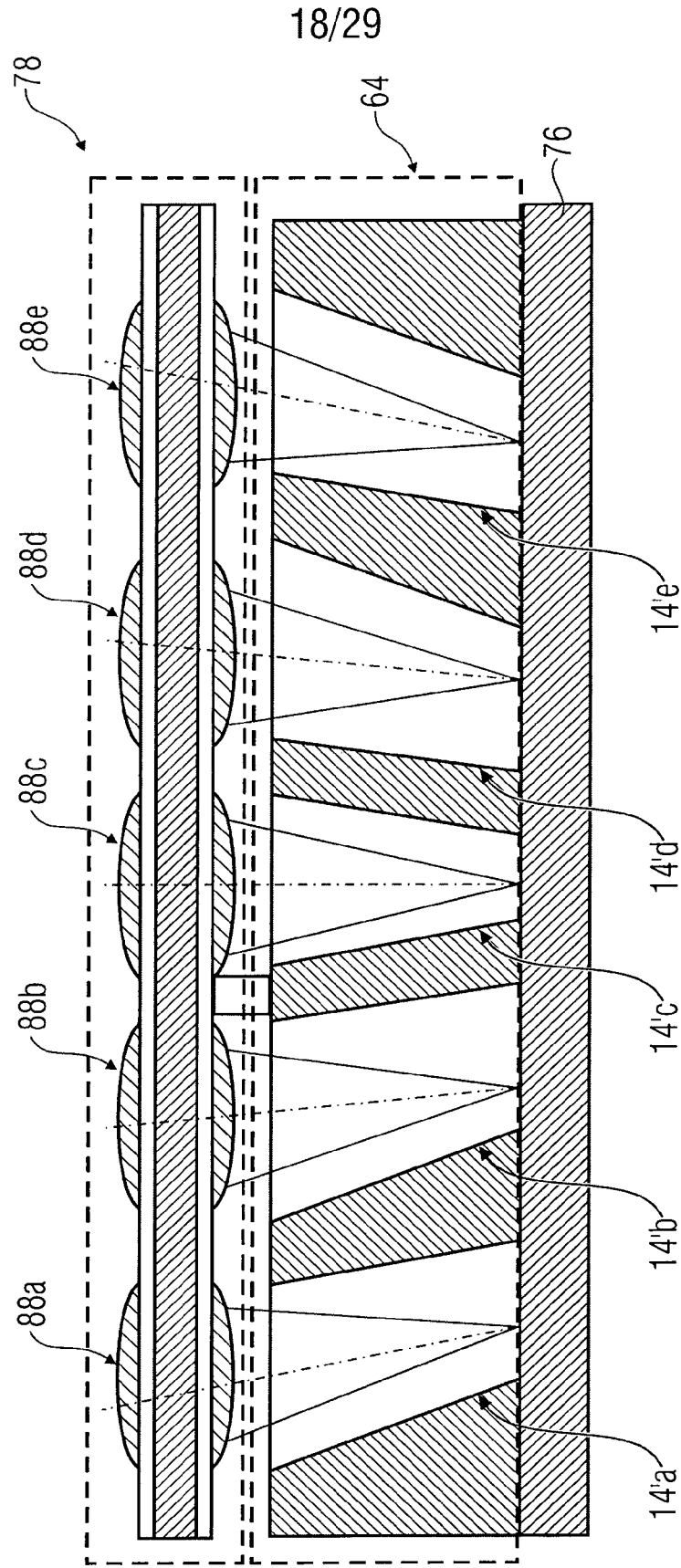
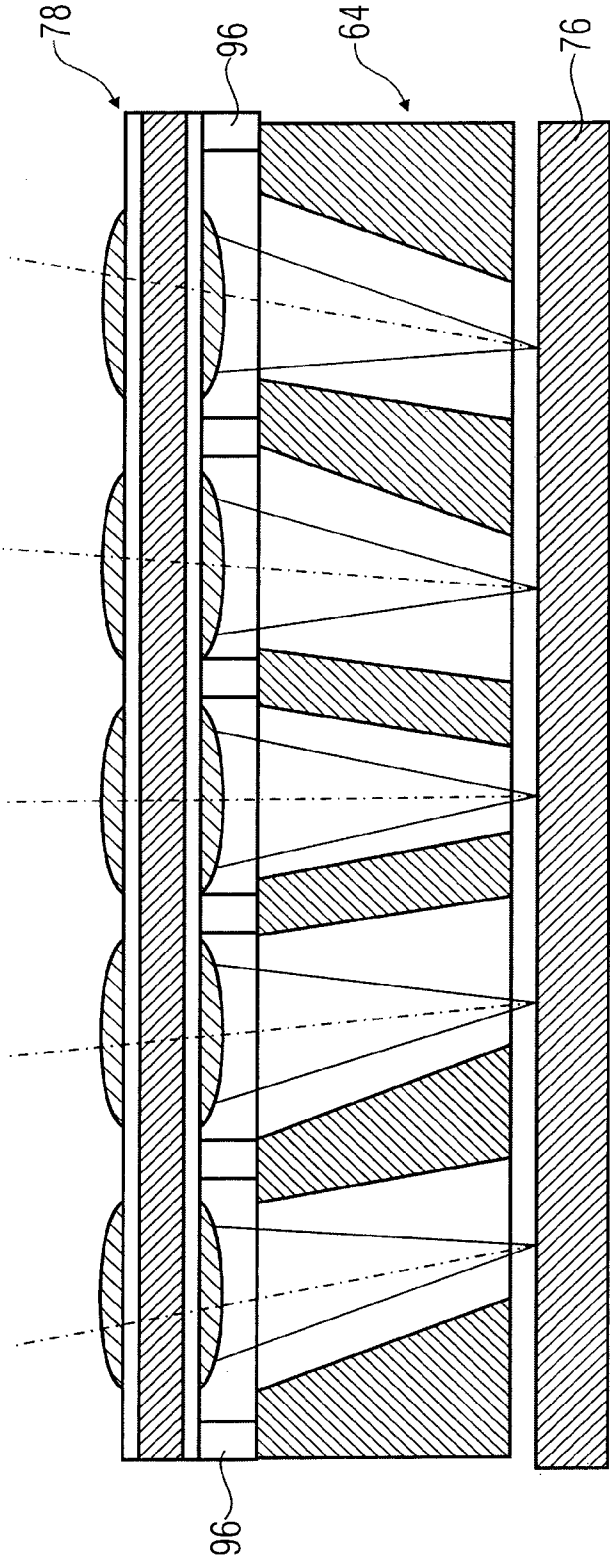


FIG 11



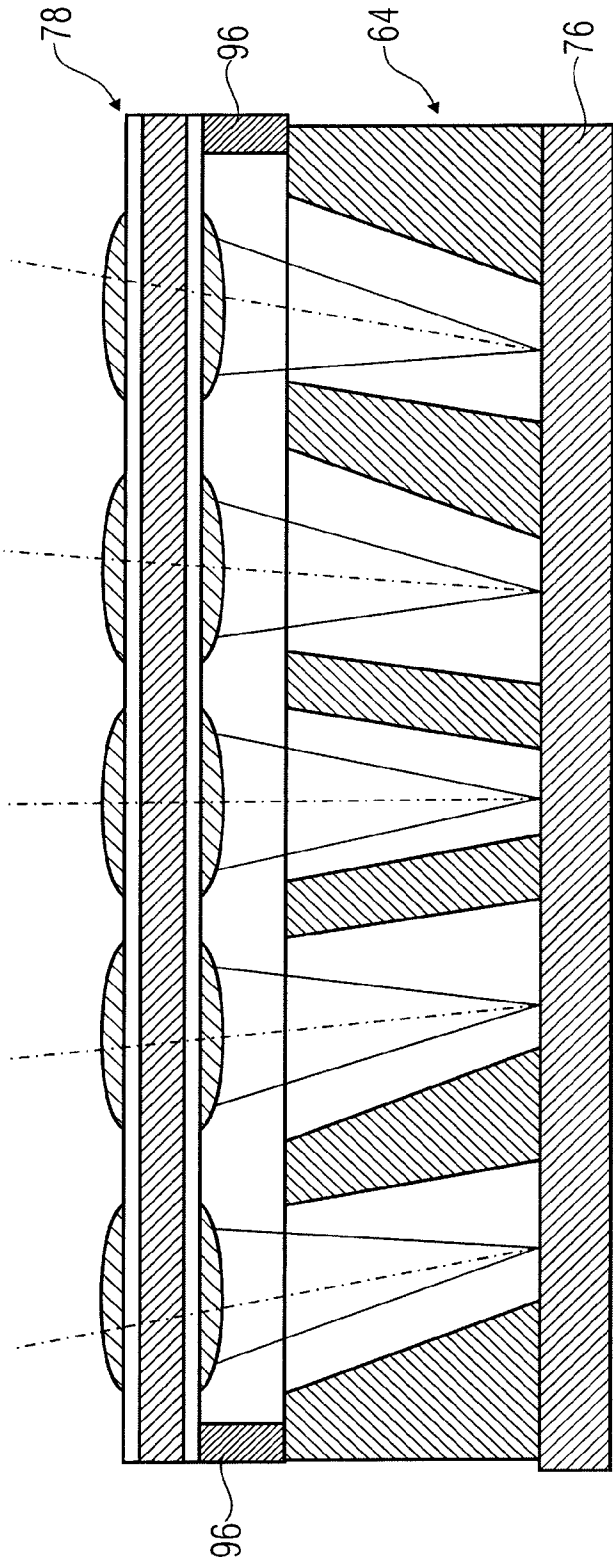


FIG 13

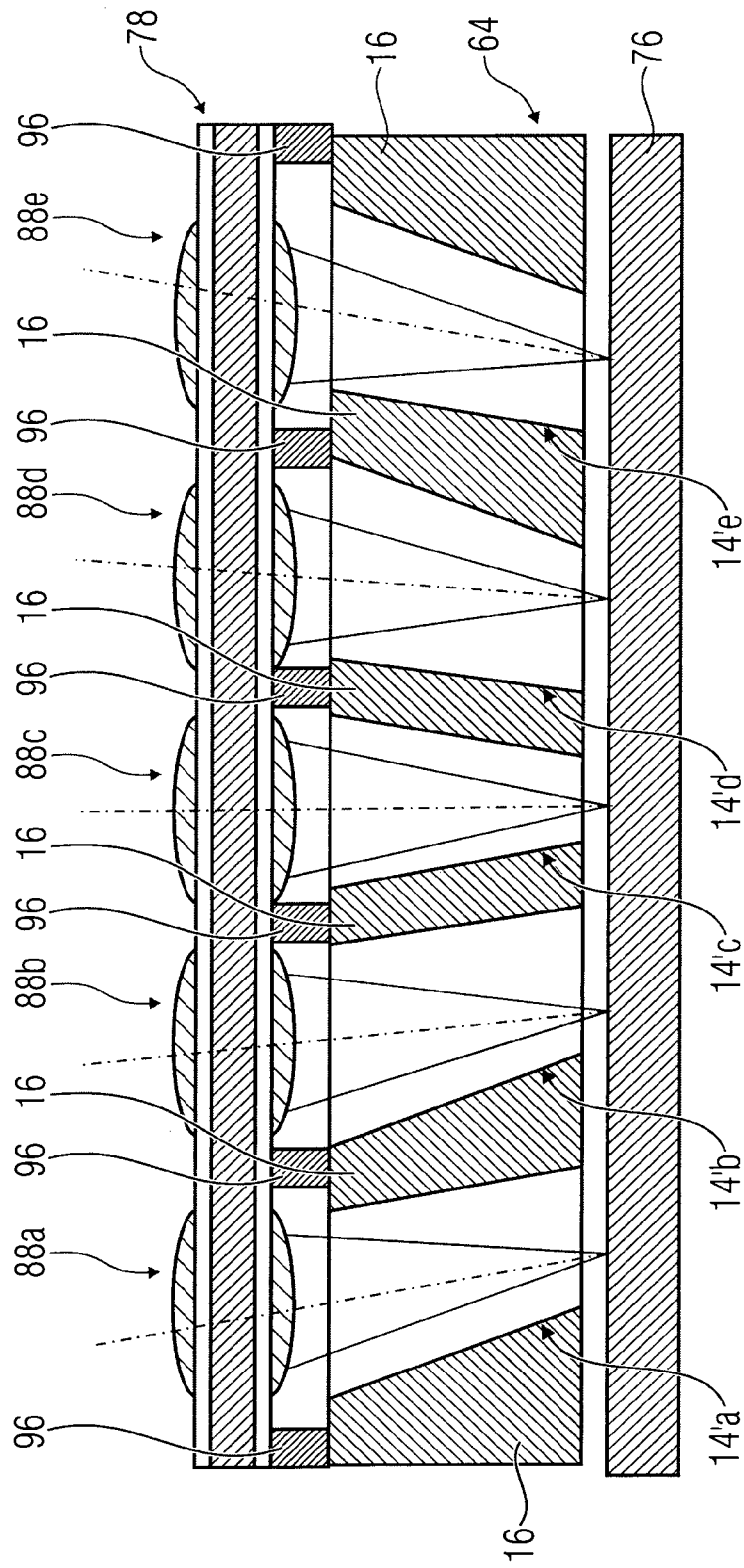


FIG 14

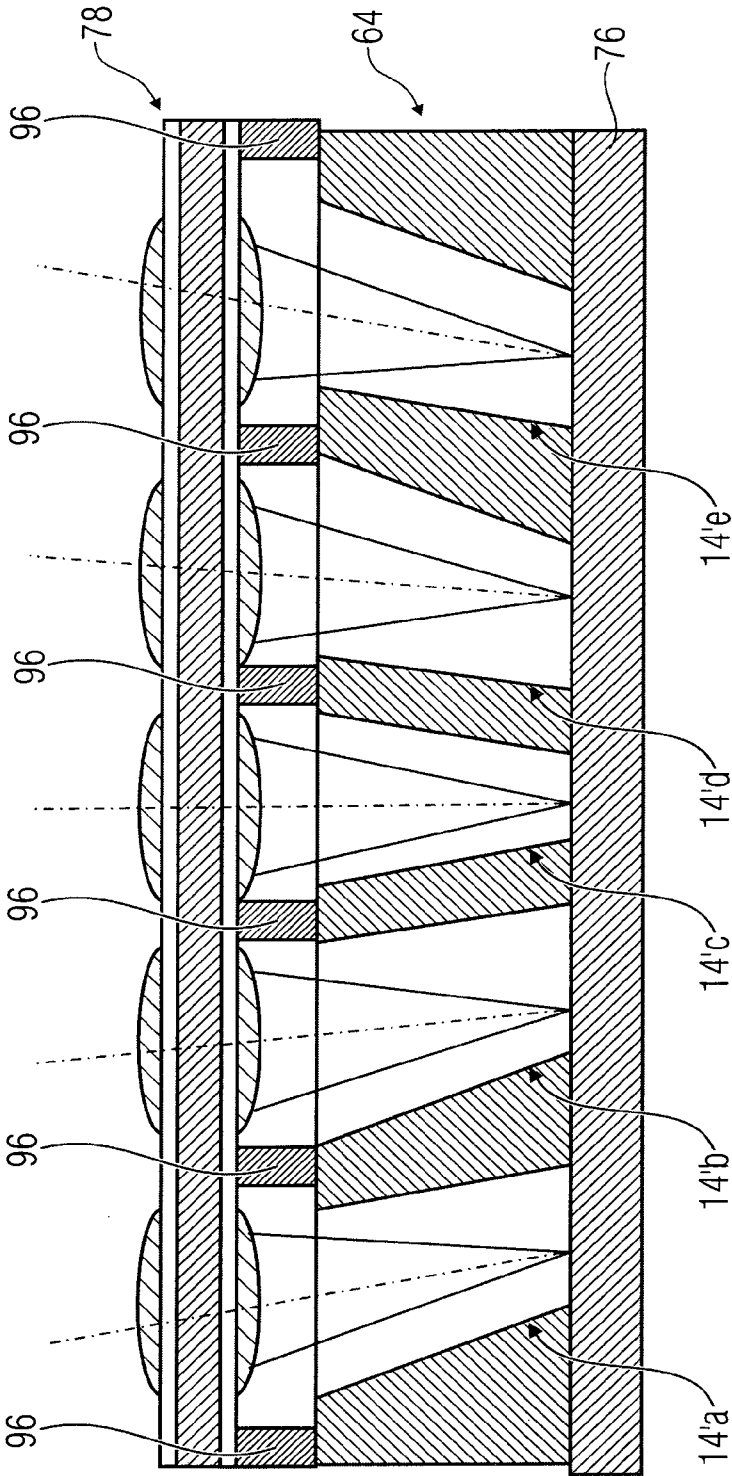


FIG 15

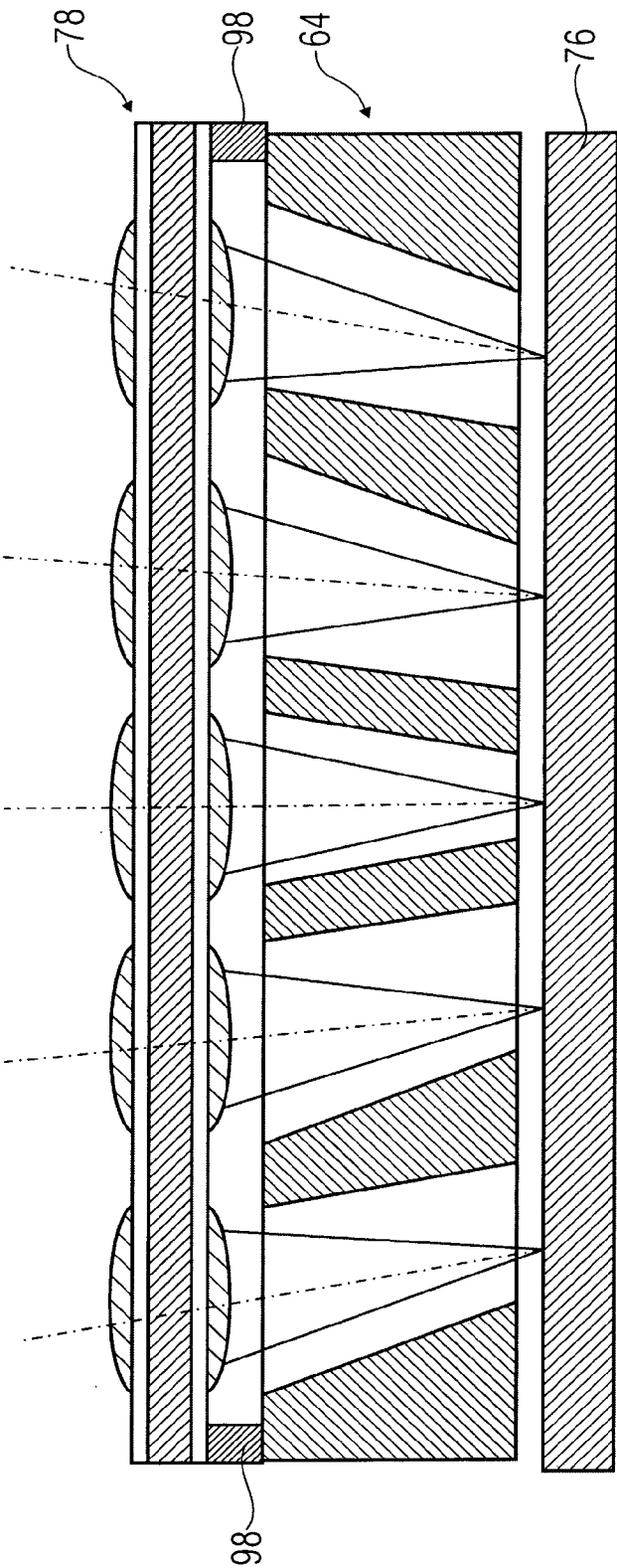


FIG 16

24/29

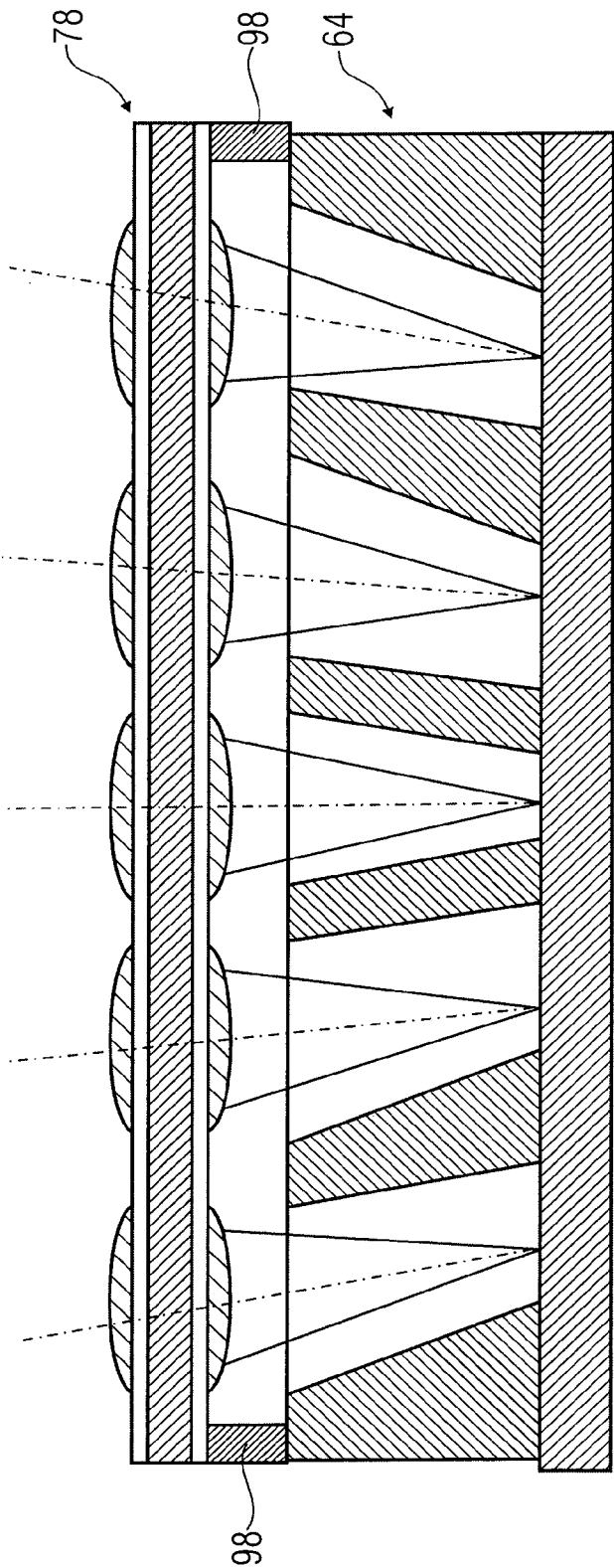


FIG 17

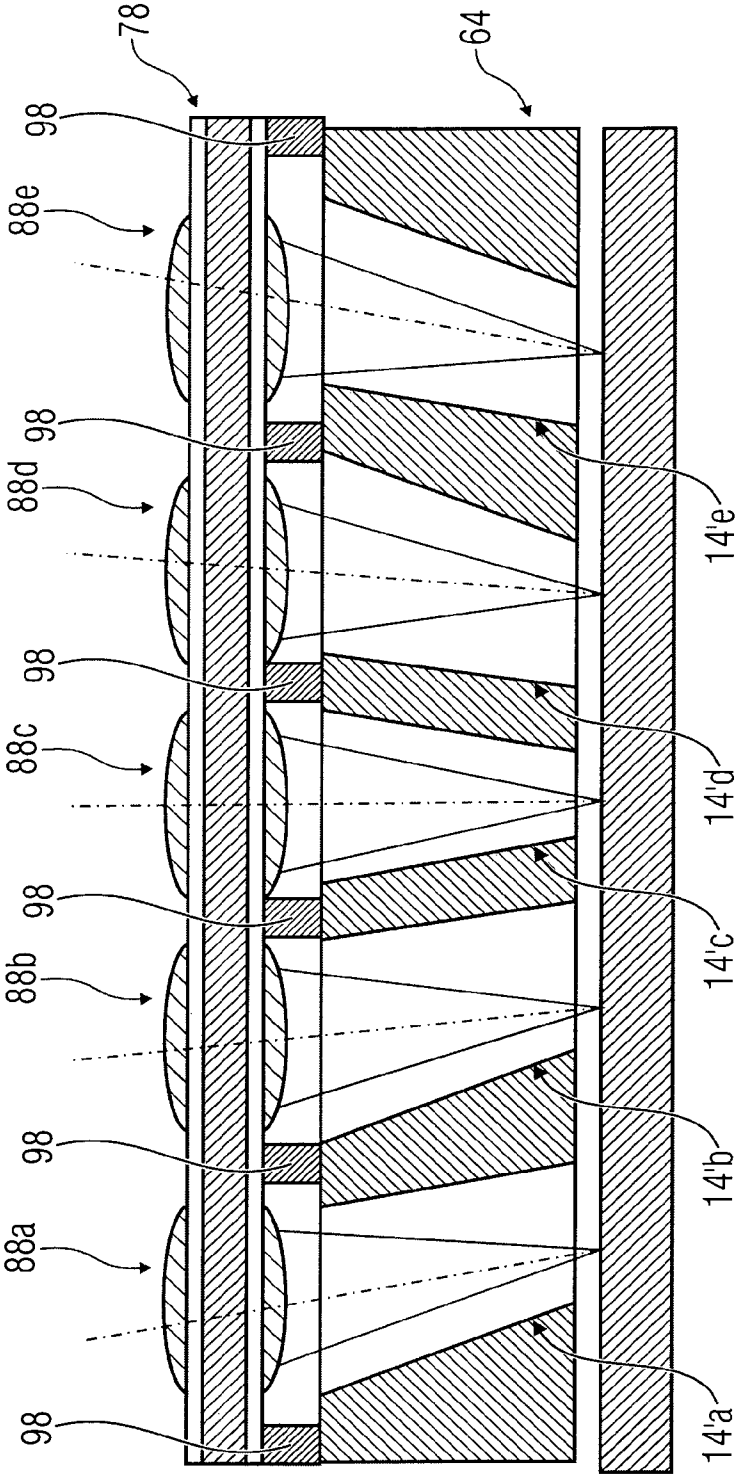


FIG 18

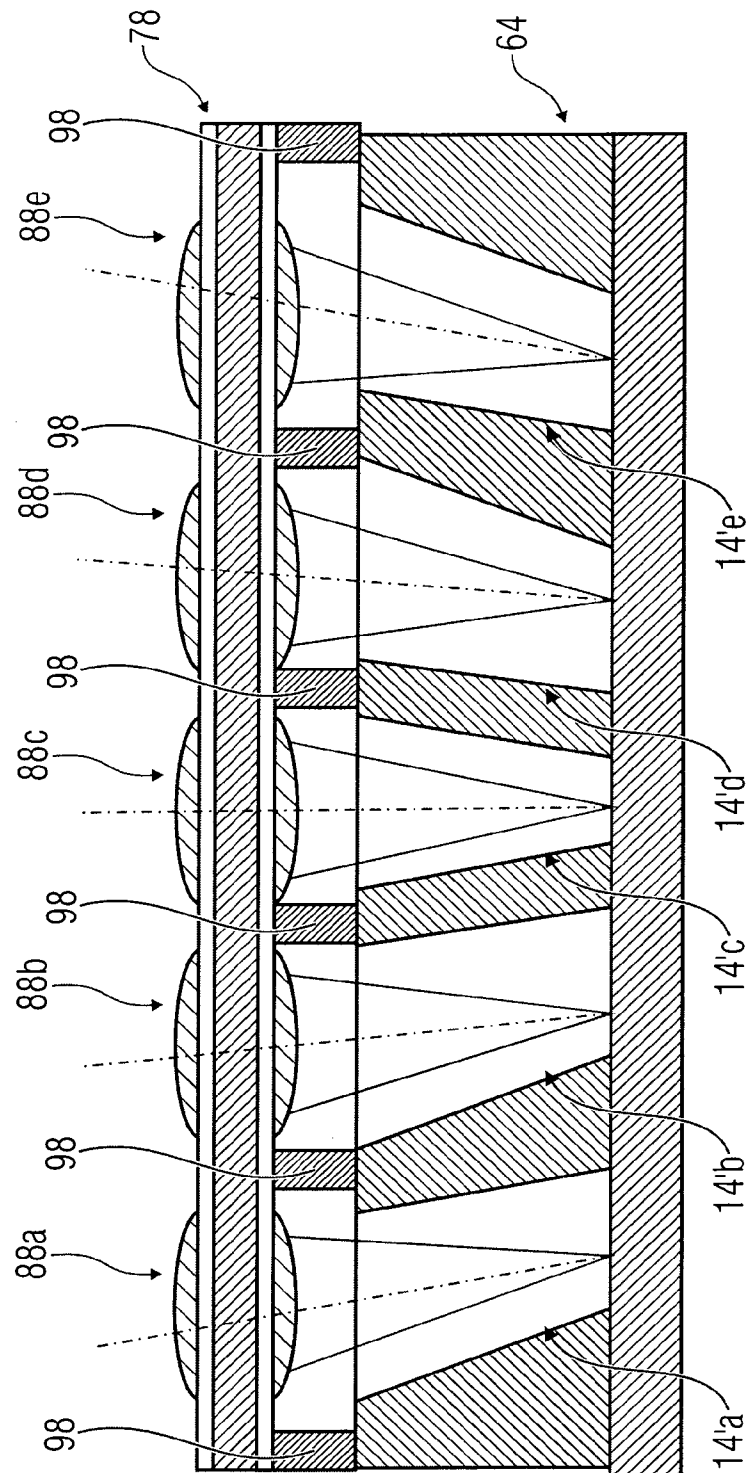


FIG 19

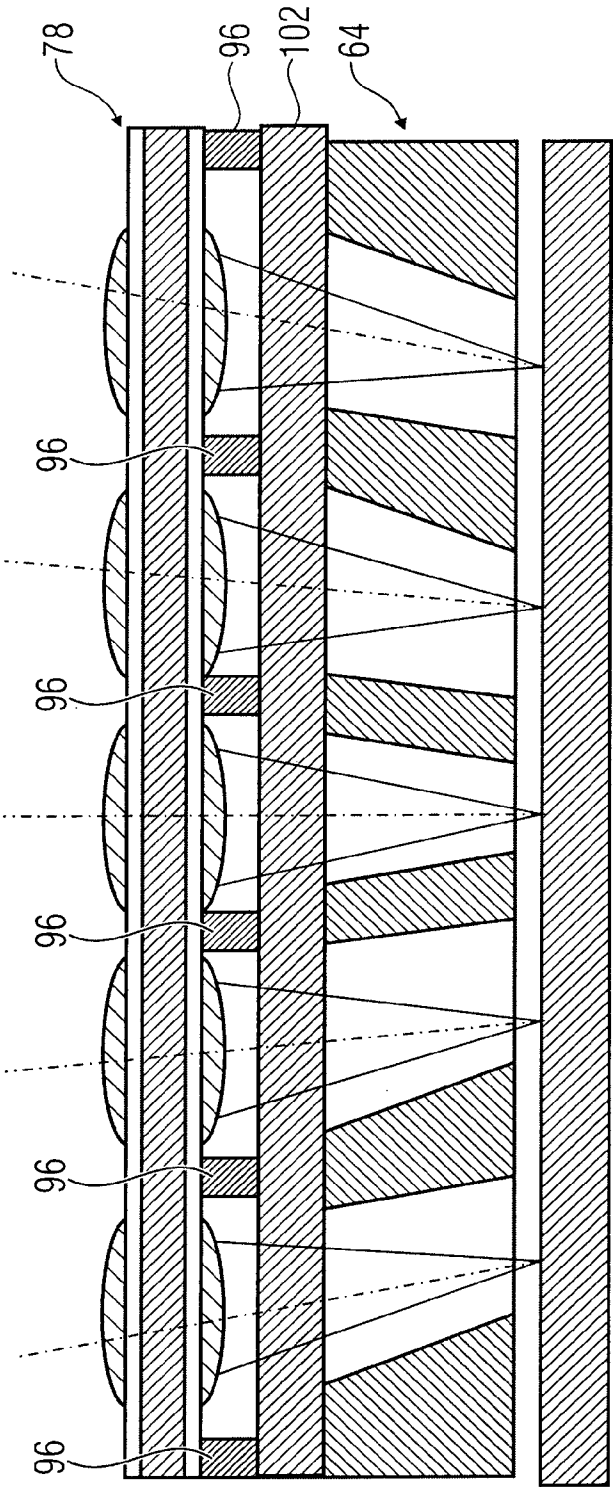


FIG 20

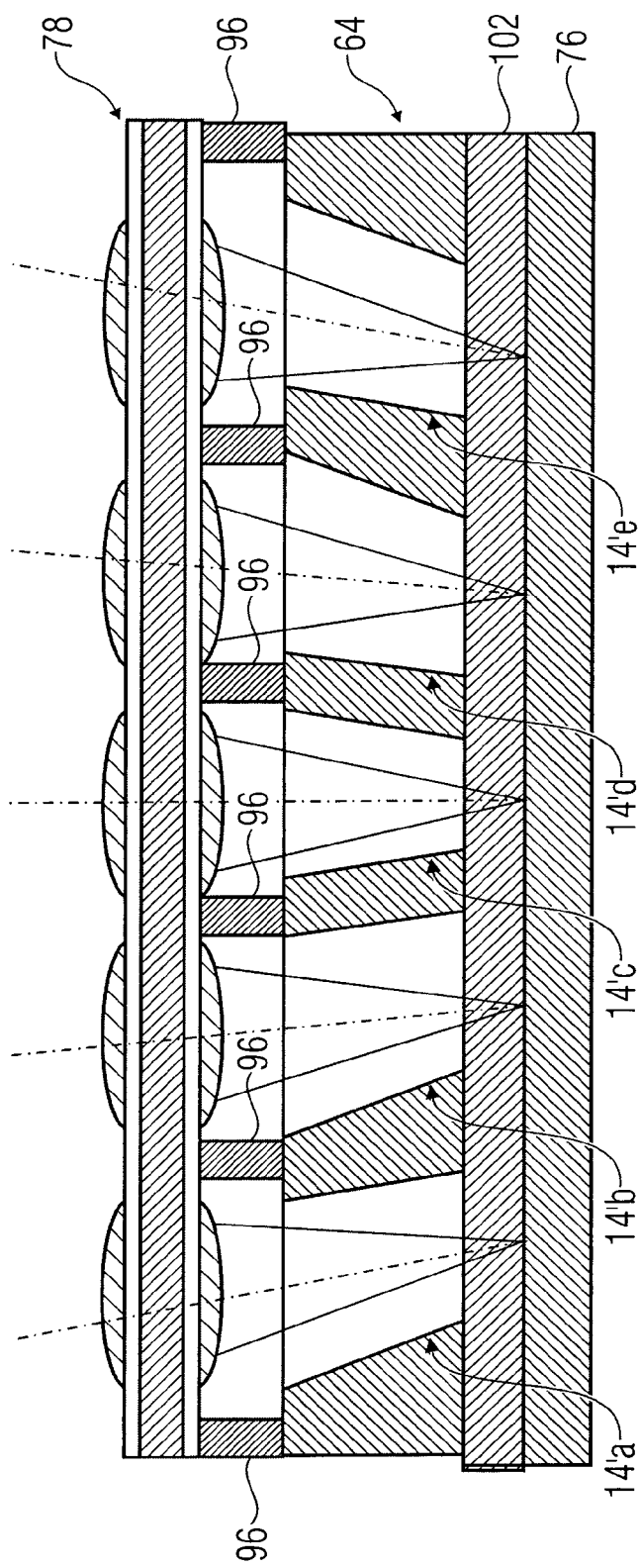


FIG 21

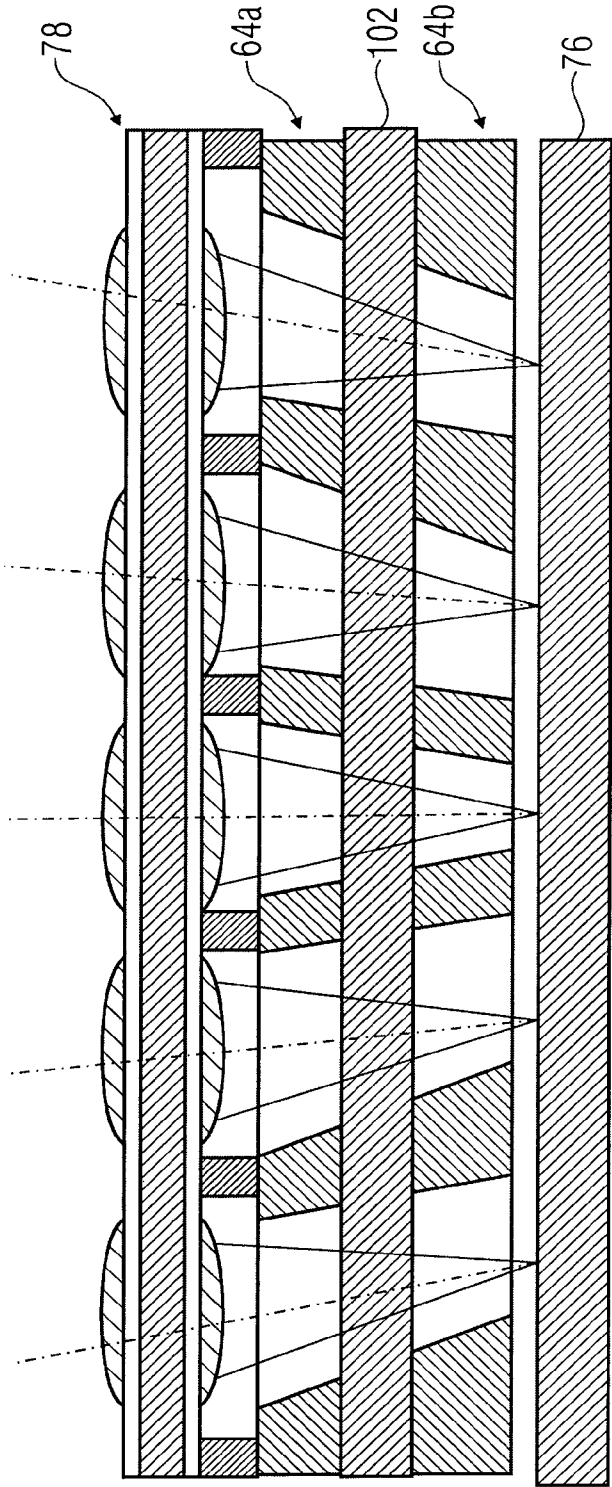


FIG 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/059212

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B5/00
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)
G02B

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 A	JP H11 87319 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 30 March 1999 (1999-03-30) page 3, paragraph 12; figure 1; example 1	10,11 1-9, 12-16
X	----- Andreas Brückner and al: "Multi-aperture optics for wafer-level cameras", Journal of Micro Nanolithography MEMS and MOEMS, 21 November 2011 (2011-11-21), page 43010, XP055128787, DOI: 10.1117/1.3659144 Retrieved from the Internet: URL:http://dx.doi.org/ pages 043010-4; figure 3 -----	10-16
A	----- -/-	1-9



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

15 July 2014

Date of mailing of the international search report

28/07/2014

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

Le Masson, Nicolas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/059212

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 796 522 A (MEYERS MARK M [US]) 18 August 1998 (1998-08-18)	10-16
A	column 14, line 21 - line 35; figures 22, 23 -----	1-9
X	US 2011/228142 A1 (BRUECKNER ANDREAS [DE] ET AL) 22 September 2011 (2011-09-22)	10-16
A	figure 12 page 5, paragraph 52 -----	1-9
A	US 2013/094091 A1 (KOBAYASHI HIDEKAZU [JP] ET AL) 18 April 2013 (2013-04-18) claim 1 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/059212

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H1187319	A	30-03-1999	NONE
US 5796522	A	18-08-1998	NONE
US 2011228142	A1	22-09-2011	DE 102009049387 A1 21-04-2011
		EP 2428034 A2	14-03-2012
		EP 2429176 A1	14-03-2012
		EP 2432213 A1	21-03-2012
		ES 2466820 T3	11-06-2014
		JP 5379241 B2	25-12-2013
		JP 2012507250 A	22-03-2012
		JP 2013102534 A	23-05-2013
		KR 20110074984 A	05-07-2011
		US 2011228142 A1	22-09-2011
		WO 2011045324 A2	21-04-2011
US 2013094091	A1	18-04-2013	CN 103064135 A 24-04-2013
		JP 2013088603 A	13-05-2013
		US 2013094091 A1	18-04-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G02B5/00

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G02B

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	JP H11 87319 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 30. März 1999 (1999-03-30)	10,11
A	Seite 3, Absatz 12; Abbildung 1; Beispiel 1	1-9, 12-16
X	----- Andreas Brückner and al: "Multi-aperture optics for wafer-level cameras", Journal of Micro Nanolithography MEMS and MOEMS, 21. November 2011 (2011-11-21), Seite 43010, XP055128787, DOI: 10.1117/1.3659144 Gefunden im Internet: URL:http://dx.doi.org/ Seiten 043010-4; Abbildung 3	10-16
A	----- -/-	1-9



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

15. Juli 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/07/2014

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

Le Masson, Nicolas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 796 522 A (MEYERS MARK M [US]) 18. August 1998 (1998-08-18)	10-16
A	Spalte 14, Zeile 21 - Zeile 35; Abbildungen 22, 23 -----	1-9
X	US 2011/228142 A1 (BRUECKNER ANDREAS [DE] ET AL) 22. September 2011 (2011-09-22)	10-16
A	Abbildung 12 Seite 5, Absatz 52 -----	1-9
A	US 2013/094091 A1 (KOBAYASHI HIDEKAZU [JP] ET AL) 18. April 2013 (2013-04-18) Anspruch 1 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/059212

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H1187319	A	30-03-1999	KEINE
US 5796522	A	18-08-1998	KEINE
US 2011228142	A1	22-09-2011	DE 102009049387 A1 21-04-2011 EP 2428034 A2 14-03-2012 EP 2429176 A1 14-03-2012 EP 2432213 A1 21-03-2012 ES 2466820 T3 11-06-2014 JP 5379241 B2 25-12-2013 JP 2012507250 A 22-03-2012 JP 2013102534 A 23-05-2013 KR 20110074984 A 05-07-2011 US 2011228142 A1 22-09-2011 WO 2011045324 A2 21-04-2011
US 2013094091	A1	18-04-2013	CN 103064135 A 24-04-2013 JP 2013088603 A 13-05-2013 US 2013094091 A1 18-04-2013