



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 209 246.6**
 (22) Anmeldetag: **17.05.2013**
 (43) Offenlegungstag: **20.11.2014**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **18.07.2019**

(51) Int Cl.: **G02B 5/00 (2006.01)**
G02B 27/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
 angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler,
 Schenk & Partner mbB Patentanwälte, 81373
 München, DE**

(72) Erfinder:
**Wippermann, Frank, 98617 Meiningen, DE;
 Brückner, Andreas, 07743 Jena, DE; Lange,
 Nicolas, 07743 Jena, DE; Bräuer, Andreas, 07646
 Schlöben, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2005 / 0 002 105	A1
US	2006 / 0 158 587	A1
US	2007 / 0 139 765	A1
US	2008 / 0 144 174	A1
US	2011 / 0 228 142	A1
US	5 796 522	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur und Vorrichtung mit derselben**

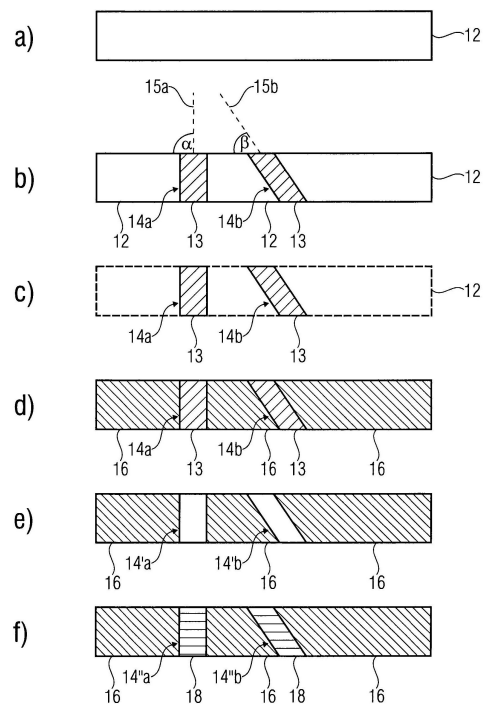
(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur (64; 64a-c) mit zumindest zwei optischen Kanälen (14a-e; 14'a-e; 14''a-e), mit folgenden Schritten:

Bereitstellung eines durch Bestrahlung aushärtbaren Materials (12) oder eines 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

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

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.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer falschlichtunterdrückenden Struktur und eine Vorrichtung mit derselben.

[0002] 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 voneinander 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.

[0003] 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.

[0004] 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 lithografische, lagenweise Herstellungsverfahren gegenüber Abformverfahren oft eine erhöhte Anzahl von Prozessschritten und damit einen erhöhten Prozessaufwand.

[0005] Geprägte oder gegossene Komponenten unter Nutzung von Abformverfahren ermöglichen kei-

nen 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 Werkstücke von den Abformwerkzeugen. Folglich resultiert in nachteiliger Weise ein insgesamt größerer Flächenbedarf für die Gesamtanordnung.

[0006] In der US 2007 / 0 139 765 A1 ist ein kleinskaliger lichtkollimierender Bildschirm gezeigt, der in einem Photopolymer wie SU-8-Material gebildet ist und in der Lage ist, Licht in zwei Dimensionen und zu kollimieren. Der lichtkollimierende Bildschirm kann direkt auf Bildsensoren oder Lichtquellen strukturiert werden, um eine direkte Bündelung zu erreichen.

[0007] In der US 2006 / 0 158 587 A1 zeigt ein transflektives Display mit einer Lichtkanalschicht neben einem Grundsubstrat, um eine Effizienzsteigerung einer Hintergrundbeleuchtung zu ermöglichen. Das transflektive Display weist eine durchlässige Fläche und eine reflektierende Fläche auf. Die Lichtkanalschicht umfasst eine Vielzahl von Lichtleitern, die jeweils hinter einer Übertragungselektrode angeordnet sind.

[0008] In der US 2008 / 0 144 174 A1 sind Anzeigevorrichtungen zur Bereitstellung von Anzeigefunktionen in einem dynamischen autostereoskopischen Displays beschrieben. Eine oder mehrere Anzeigevorrichtungen sind mit einer oder mehreren entsprechenden Rechenvorrichtungen gekoppelt. Diese Recheneinrichtungen steuern eine Lieferung von autostereoskopischen Bilddaten zu den Anzeigevorrichtungen. Ein mit den Anzeigevorrichtungen gekoppeltes Linsen-Array, beispielsweise direkt oder durch eine Lichtabgabevorrichtung, stellt entsprechende Konditionierung der autostereoskopischen Bilddaten bereit, so dass Benutzern dynamische autostereoskopische Bilder anzeigbar sind.

[0009] In der US 2005 / 0 002 105 A1 sind Vorrichtungen mit einer Linsenplatte mit sphärischen konvexen Mikro-Linsen beschrieben, die zwischen rechteckigen Nuten benachbart zueinander angeordnet sind. Die Nuten sind ausgebildet, um Streulicht entlang einer Längsseite der Linsenplatte zu unterdrücken.

[0010] In US 5 796 522 A ist ein Mikrolinsenarraysystem beschrieben, bei dem Trennwände zwischen optischen Kanälen angeordnet werden, um eine Ausbreitung von Streulicht zu verhindern.

[0011] In US 2011 / 0 228 142 A1 ist eine optische Vorrichtung zur Bildgebung beschrieben, bei der zwi-

schen transparenten Schichten opake Aperturfelder angeordnet sind.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen optische Kanäle derart zueinander angeordnet werden können, dass eine optimale Flächenausnutzung unter Umgehung der vorgenannten Nachteile ermöglicht wird.

[0013] Diese Aufgabe wird durch Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 10 gelöst.

[0014] Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die oben beschriebenen Probleme bei herkömmlichen Herstellungsverfahren dadurch vermieden werden, dass ausgehend von einem einstückigen Trägermaterial aus einem durch Bestrahlung aushärtbaren Material die optischen Kanäle mit unterschiedlichen Winkeln in einem Bearbeitungsprozess durch Bestrahlung des Materials hergestellt werden.

[0015] 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.

[0016] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Träger aus aushärtbarem Polymer gebildet, in welchem die auszubildenden optischen Kanäle mittels Bestrahlung ausgehärtet werden.

[0017] Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel ist der Träger aus photoempfindlichem Polymer gebildet, so dass Bereiche zwischen den optischen Kanälen entwickelt werden können und Bereiche, in denen optische Kanäle ausgebildet werden, unbestrahlt bleiben.

[0018] 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.

[0019] 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 ausgehär-

teten 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] Weitere Ausführungsbeispiele zeigen eine mehrlagige Anordnung von Linsen- und/oder Blendenarrays, insbesondere auch eine Kombination von Linsenarrays und makroskopischen Linsen.

[0024] 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 strahlablekende Funktion der Strahlformungsoptik realisiert werden.

[0025] Die falschlichtunterdrückende Struktur kann im Mehrfachnutzen auf Waferlevel mit einem optima-

len respektive minimalen Flächenbedarf hergestellt werden, wobei durch die Ausgestaltung der falschlichtunterdrückenden Struktur gleichzeitig eine optimale Falschlichtunterdrückung ermöglicht wird.

[0026] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind der Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0027] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a-f ein erstes Beispiel zum kanalweisen Bestrahlen eines Polymers mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel;

Fig. 2a-c ein zweites Beispiel zum kanalweisen Bestrahlen eines lichtempfindlichen Polymers mit unterschiedlichem Bestrahlungswinkel;

Fig. 3a-h Verfahrensschritte zum Herstellen einer falschlichtunterdrückenden Struktur mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 den Verfahrensschritt des kanalweise selektiven Bestrahlsens mit kanalweise unterschiedlichem Winkel gemäß **Fig. 3a** durch Anordnen einer makroskopischen Linse und eines Blendenarrays;

Fig. 5 den Verfahrensschritt des kanalweisen Bestrahlsens gemäß **Fig. 3a** mit unterschiedlichem Winkel durch Anordnen eines Mikrolinsenarrays aus Linsenausschnitten;

Fig. 6 den Verfahrensschritt des lokal selektiven Bestrahlsens gemäß **Fig. 3a**, bei dem das Bestrahlen durch ein Mikrolinsenarray und eine makroskopische Linse erfolgt;

Fig. 7 die kanalweise Bestrahlung mehrerer nebeneinander angeordneter Multiaperturoptiken durch Anordnen makroskopischer Linsen und Mikrolinsenarrays;

Fig. 8 die kanalweise Bestrahlung mehrerer nebeneinander angeordneter falschlichtunterdrückender Strukturen gemäß **Fig. 7** unter Verwendung von Mikrolinsenarrays mit daran angeordneten Blendenstrukturen;

Fig. 9 die kanalweise Bestrahlung mehrerer nebeneinander angeordneter falschlichtunterdrückender Strukturen gemäß **Fig. 8** unter Verwendung zusätzlicher makroskopischer Linsen;

Fig. 10 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung mit einer falschlichtunterdrückenden Struktur und einer beabstandet zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordneten Bildfläche;

Fig. 11 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 10**, bei der die Bildfläche di-

rekt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;

Fig. 12 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 10**, bei der zusätzliches lichtabsorbierendes oder opakes Material zwischen der falschlichtunterdrückenden Struktur und dem Linsenfeld angeordnet ist;

Fig. 13 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 12**, bei der die Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;

Fig. 14 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 12**, bei der das zusätzliche Material zusätzlich zwischen den Linsen des Linsenfeldes angeordnet ist;

Fig. 15 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 14**, bei der die Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;

Fig. 16 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 12**, bei der anstelle des lichtabsorbierenden oder opaken Materials transparentes Material angeordnet ist;

Fig. 17 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 16**, bei der die Bildfläche direkt benachbart zur falschlichtunterdrückenden Struktur angeordnet ist;

Fig. 18 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 14**, bei der anstelle des lichtabsorbierenden oder opaken Materials transparentes Material angeordnet ist;

Fig. 19 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 18**, 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;

Fig. 21 eine Querschnittansicht einer Vorrichtung analog **Fig. 20**, bei der die Glasschicht zwischen falschlichtunterdrückender Struktur und Bildfläche angeordnet ist; und

Fig. 22 eine Vorrichtung mit zwei falschlichtunterdrückenden Strukturen, zwischen denen die Glasschicht angeordnet ist.

[0028] **Fig. 1** zeigt erstes Beispiel 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.

[0029] 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 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.

[0030] 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.

[0031] 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 optisch voneinander isoliert.

[0032] Fig. 1e zeigt ein weiteres Beispiel, bei dem aus dem Träger der Fig. 1d ausgehärtete 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 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.

[0033] 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 14'b transmittiertes

iertes Licht keine unerwünschte Beeinflussung, wie bspw. eine Brechung an der Oberfläche, erfährt.

[0034] Fig. 1 f zeigt ein nächstes Beispiel, 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.

[0035] Die Verfahrensschritte der Fig. 1e und Fig. 1f des Entfernen 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] Fig. 2 zeigt ein zweites Beispiel, in welchem optische Kanäle 21a und 21b in einem photoaktiven Positivlack ausgebildet werden.

[0039] 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 Beispiel 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 Bestrahlung 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.

[0040] Die weiteren Schritte des Herstellungsverfahrens beinhalten analog zu den **Fig. 1d** das Einbringen lichtundurchlässigen Materials im Bereich zwischen den optischen Kanälen. In Ausführungsbeispielen wird der Positivlack analog **Fig. 1e** aus den Bereichen der optischen Kanäle entfernt und durch ein transparentes Material ersetzt.

[0041] Zur Definition der Bestrahlungswinkel und der Bereiche der optischen Kanäle werden gemäß Ausführungsbeispielen Blendenstrukturen und/oder Linsen bzw. Linsenstrukturen genutzt, wie nachfolgend darlegt wird.

[0042] **Fig. 3** zeigt ein erstes 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.

[0043] **Fig. 3a** zeigt den Verfahrensschritt des lokal selektiven Bestrahlsens 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.

[0044] **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.

[0045] 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**.

[0046] **Fig. 3c** zeigt das Anordnen eines durch Bestrahlung aushärtbaren Materials **54** in den freigelegten Zwischenräumen zwischen den optischen Kanälen **14a-e**. Das aushärtbare Material **54** hat im ausgehärteten Zustand lichtabsorbierende Eigenschaften.

[0047] 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.

[0048] Bei alternativen Ausführungsbeispielen erfolgt die Aushärtung des aushärtbaren Materials **54** durch einen zeitlich oder thermisch gesteuerten Prozess.

[0049] **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.

[0050] **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.

[0051] 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.

[0052] Diese falschlichtunterdrückende Struktur mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für eine Multiaperturoptik kann zur Definition von Abbildungskanälen von optischen Systemen genutzt werden.

[0053] 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.

[0054] **Fig. 4** zeigt das Anordnen einer über die laterale Ausdehnung der optischen Kanäle **14a-e** angeordneten makroskopischen Linse **66**. Die makroskopische Linse **66** bündelt die Bestrahlung **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 Blendeelementen **42a-f** wird die Bestrahlung **48** in den Bereichen der Blendelemente **42a-f** an einer Durchquerung der Glasschicht **68** und mithin einer Bestrahlung des aushärtbaren Materials **12** gehindert. Dadurch, dass die Bestrahlung **48** die Glasschicht **68** lediglich in den Bereichen zwischen den Blendelementen **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 Blendelemente **42a-f**, beispielsweise die lateralen Ausdehnungen der Bereiche zwischen den Blendelementen **42a-f** oder ein Abstand der Blendelemente **42a-f** zum aushärtbaren Material **12** Position, die Winkel $\alpha-\epsilon$ und die laterale Ausdehnung der optischen Kanäle **14a-e**.

[0055] Die makroskopische Linse **66** führt in Kombination mit den Blendelementen **42a-f** eine Strahlformung der Bestrahlung **48** derart durch, dass das aushärtbare Material **12** durch einzelne Strahlenbündel **74a-e** bestrahlt wird und die Strahlenbündel **74a-e** die optischen Kanäle **14a-e** definieren.

[0056] Bei Ausführungsbeispielen werden Blendelemente alternativ oder zusätzlich zu den an der dem aushärtbaren Material **12** abgewandten Hauptseite der Glasschicht **68** angeordneten Blendelemente **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.

[0057] Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden Blendelemente oder -strukturen alternativ oder zusätzlich zu vorigen Ausführungsbeispielen beabstandet von der Glasschicht **68** oder Blendelemente ohne eine Glasschicht **68** angeordnet.

[0058] **Fig. 5** zeigt einen Verfahrensschritt analog **Fig. 3a**, bei dem eine Linsenstruktur **32'**, durch welche die Bestrahlung **48** durchgeführt wird, die Bestrahlungswinkel $\alpha-\epsilon$ definiert. Die Linsenstruktur **32'** umfasst den Glasträger **34**, an welchem die Polymerschichten **36a** und **36b** sowie die optischen Elemente **38a-j** angeordnet sind. Die Blendelemente **42a-1** 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 Linsenstruktur **32'** und die Blendenstruktur **44** benachbart zueinander angeordnet sind. Alternativ kann die Blendenstruktur auch beabstandet von der Linsenstruktur angeordnet sein, wie es vorangegangene Ausführungsbeispiele zeigen. Auch kann die angeordnete Blendenstruktur **44** einlagig ausgebildet sein und lediglich an einer der Hauptseiten des oder beabstandet zum Glasträger **34** angeordnet sein.

[0059] Die Linsenstrukturen **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 Linsenstrukturen **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.

[0060] **Fig. 6** zeigt, dass die Anordnung von Linsen, Linsenstrukturen oder Blendenstrukturen so gewählt werden kann, dass neben mehrlagigen Blendenstrukturen auch Linsen bzw. Linsenstrukturen mehrlagig angeordnet sind.

[0061] Der in **Fig. 5** dargestellte Bestrahlungsvorgang wird in **Fig. 6** derart erweitert, dass mit einem größeren Abstand zum aushärtbaren Material **12** als die Linsenstruktur **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 Linsenstruktur **32'** mit der daran angeordneten zweilagigen Blendenstruktur **75** durchquert.

[0062] Eine derartige mehrlagige Linsenanordnung kann beispielsweise dazu genutzt werden, eine divergente Strahlung durch eine makroskopische Linse zu kollimieren und anschließend diese kollimierte Strah-

lung mittels einer Linsestruktur in eine kanalweise Strahlung zu unterteilen oder auszurichten.

[0063] Fig. 7 zeigt den Schritt des kanalweisen Bestrahleins während eines Verfahrens, in welchem mehrere falschlichtunterdrückende Strukturen **64a-c** für Multiaperturoptiken hergestellt werden. Eine Glasschicht **77**, an welcher makroskopische Linsen **66a-c** angeordnet sind, wird so angeordnet, dass sich die Glasschicht **77** über die laterale Ausdehnung sämtlicher zu fertigenden Strukturen **64a-c** erstreckt und jeder Struktur **64a-c** eine makroskopische Linse **66a-c** zugeordnet wird. Zwischen den makroskopischen Linsen **66a-c** und dem aushärtbaren Material **12** werden die Linsestrukturen **32a-c** sowie die einlagigen Blendestrukturen **44a-c** angeordnet.

[0064] Der Schritt des kanalweisen Bestrahleins aus Fig. 3a wird für jede bestrahlte falschlichtunterdrückende Struktur **64a-c** analog Fig. 6 durch eine makroskopische Linse **66a-c** erweitert.

[0065] 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 werden. Der Abstand der zu realisierenden Strukturen und mithin Strahlformungsoptiken ist beliebig.

[0066] Fig. 8 zeigt, dass der in Fig. 5 beschriebene Fertigungsschritt des kanalweisen Bestrahleins auch gleichzeitig für mehrere falschlichtunterdrückende Strukturen **64a-c** mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für Multiaperturoptiken durchgeführt werden kann. Hierfür wird aushärtbares Material **12** über die laterale Ausdehnung mit Linsestrukturen **32'a-c** bedeckt, so dass Bestrahlung **48a-c** derart geformt und/oder gelenkt wird, dass mehrere Strukturen **64a-c** aus dem aushärtbaren Material **12** ausgebildet werden.

[0067] Die Herstellung mehrerer falschlichtunterdrückender Strukturen mit hinterschnittenen Kanten/Oberflächen für Multiaperturoptiken gleichzeitig nebeneinander ermöglicht es beispielsweise, dass derartige Module aus einem gesamten Wafer ausgeformt und anschließend voneinander getrennt werden. Somit kann durch die gleichzeitige Fertigung mit geringem operativen Aufwand eine große Stückzahl an falschlichtunterdrückenden Strukturen gefertigt werden.

[0068] Fig. 9 zeigt den Verfahrensschritt des kanalweisen Bestrahleins analog Fig. 6 mit an einem gemeinsamen Träger **77** angeordneten makroskopischen Linsen **66a-c** sowie den Linsestrukturen **32'a-c** und den Blendestrukturen **75a-c**, bei dem analog den Fig. 7 und Fig. 8 gleichzeitig mehre-

re falschlichtunterdrückenden Strukturen nebeneinander bestrahlt werden.

[0069] Generell ermöglichen Ausführungsbeispiele eine beliebige Kombination von makroskopischen Linsen, Linsestrukturen sowie Blendestrukturen zur Definition der optischen Kanäle.

[0070] Fig. 10 zeigt eine Vorrichtung **10** mit einer falschlichtunterdrückenden Struktur **64** mit 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. Beispielsweise 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 Linsefeld **78** angeordnet. Das Linsefeld **78** umfasst einen Glasträger **82**, an dessen beiden Hauptseiten je eine Polymerschicht **84a** und **84b** angeordnet sind, wobei an der Polymerschicht **84a** die Linsenelemente **86a-e** und an der gegenüberliegend angeordneten Polymerschicht **84b** die Linsenelemente **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 angeordneten 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.

[0071] Die optischen Achsen **92a-e** der optischen Kanäle **14'a-e** weisen bezüglich der parallel zueinander verlaufenden Hauptseiten des lichtundurchlässigen Materials **16** voneinander verschiedene Winkel α - ϵ auf. Das Linsefeld **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.

[0072] 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 Linsefeldes **78** respektive der Brenn- oder Bildpunkte eine Falschlichtunter-

drückung 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.

[0073] 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.

[0074] 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.

[0075] 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 zuge-

wandten Hauptseite der falschlichtunterdrückenden Struktur **64** bilden.

[0076] 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.

[0077] 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.

[0078] 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.

[0079] 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 opakem Material **96**.

[0080] 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.

[0081] Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 14 gezeigt ist, wobei alternativ zu dem lichtabsorbierenden oder opakem zusätzlichen Material **96** transparentes Material **98** angeordnet ist, wie es anhand Fig. 16 beschrieben wurde.

[0082] 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.

[0083] 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 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.

[0084] 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.

[0085] Fig. 22 zeigt eine Vorrichtung, bei der an einer ersten falschlichtunterdrückenden Struktur 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.

[0086] 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 an einer beliebigen Stelle entlang des axialen Verlaufs der optischen Kanäle 14a-e angeordnet sein.

[0087] Obwohl das Linsenfeld 78 in vorangegangenen Ausführungsbeispielen der Fig. 10 bis Fig. 22 eine Glasschicht umfasst, sind die Linsen 88 in alternativen Ausführungsbeispielen an einer polymeren Schicht in Abwesenheit von Glas gebildet sein.

[0088] 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 iden-

tischen Material und sämtliche dieser Komponenten einstückig gebildet.

[0089] Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, so dass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender 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.

Patentansprüche

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

Bereitstellung eines durch Bestrahlung aushärtbaren Materials (12) oder eines 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

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

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:

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-1) umfassenden Blendenstruktur (44; 44a-c; 75; 75a-c) zwischen dem aushärtbaren Material (12; 22) und der Linse (32; 32'; 32'a-c), wobei die Blenden (42a-1) die Bestrahlungswinkel (α - ϵ) festlegen; und Bestrahlen des Materials (12; 22) durch die zumindest eine Linse (66; 66a-c; 38a-j; 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-1) der Blendenstruktur (44; 44a-c; 75; 75a-c) zugeordnet ist.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2, mit:

mehreren Linsen (38a-j; 72a-e), wobei jedem optischen Kanal (14a-e) zumindest eine Linse (38a-j; 72a-e) und eine Blende (42a-1) der Blendenstruktur (44; 44a-c; 75; 75a-c) zugeordnet ist, wobei die einem optischen Kanal (14a-e) zugeordnete Blende (42a-1) 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-1) anderer optischer Kanäle (14a-e) verschieden ist.

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

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).

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 ($\alpha-\epsilon$) aufweist.

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.

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

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

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

10. Vorrichtung, mit:
einem lichtabsorbierenden oder opaken Material (16); und
zumindest zwei optischen Kanälen (14a-e; 14'a-e; 14''a-e),

wobei die zumindest zwei optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) von dem lichtabsorbierenden oder opaken Material (16) umgeben sind;

wobei die optischen Achsen (52a-e) zumindest zweier optischer Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) einen voneinander verschiedenen Winkel ($\alpha-\epsilon$) zu einer Ebene einer Hauptseite des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) aufweisen; und

wobei zumindest zwei der optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) die verschiedenen Winkel ($\alpha-\epsilon$) und zueinander hinterschnittene Kanten oder Oberflächen in dem lichtabsorbierenden oder opaken Material (16) umfassen;

wobei sich 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) verändert und wobei sich eine Abmessung des lichtabsorbierenden oder opaken Materials (16) zwischen zwei benachbarten optischen Kanälen entlang eines Verlaufs der benachbarten optischen Kanäle (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) in Bereichen zwischen den optischen Kanälen (14a-e; 14'a-e; 14''a-e) verändert;

wobei das lichtabsorbierende oder opake Material (16) ein ausgehärtetes Polymermaterial ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, 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.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, 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.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, 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.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, 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. Optisches System, mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, 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.

Es folgen 29 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

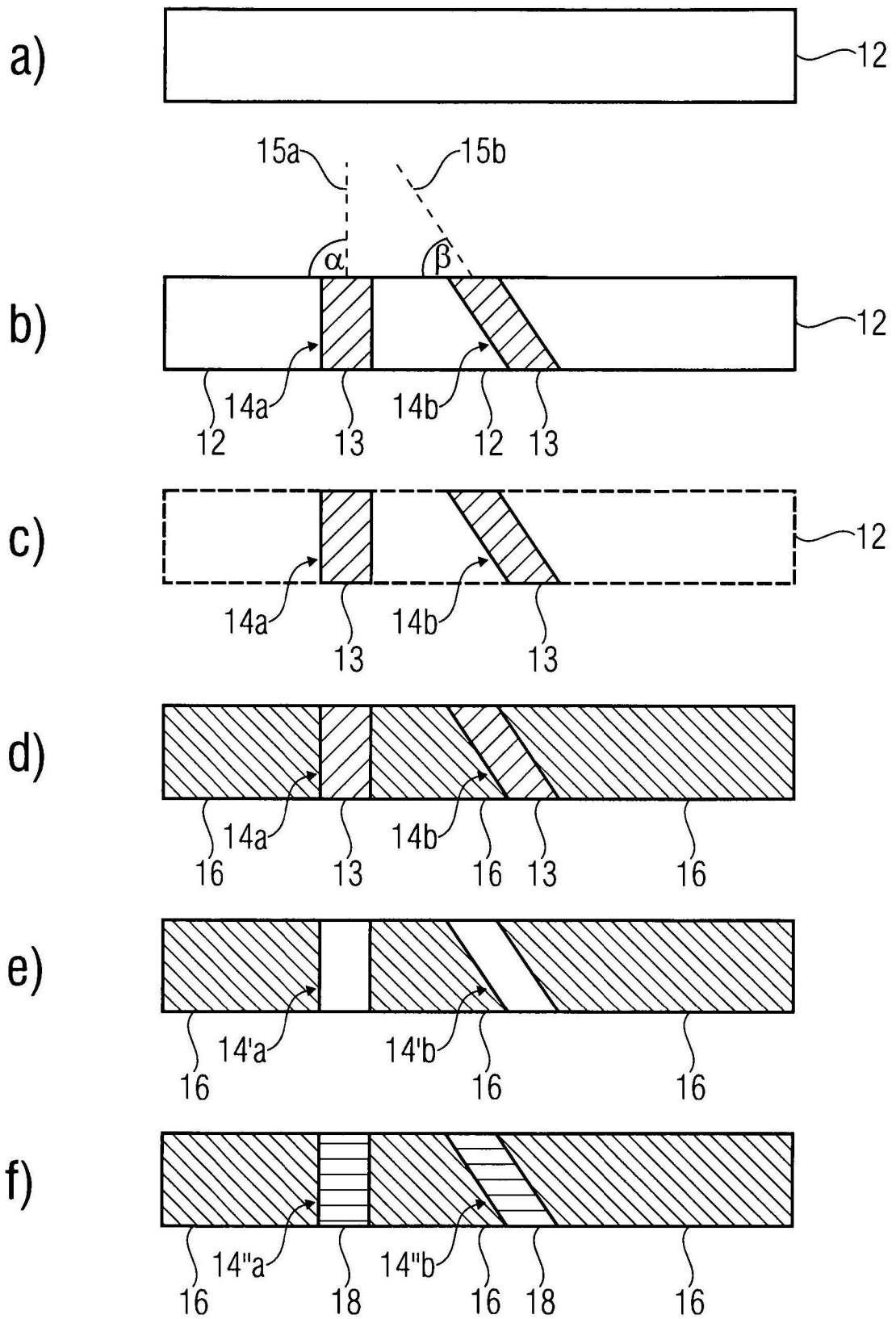


FIG 1

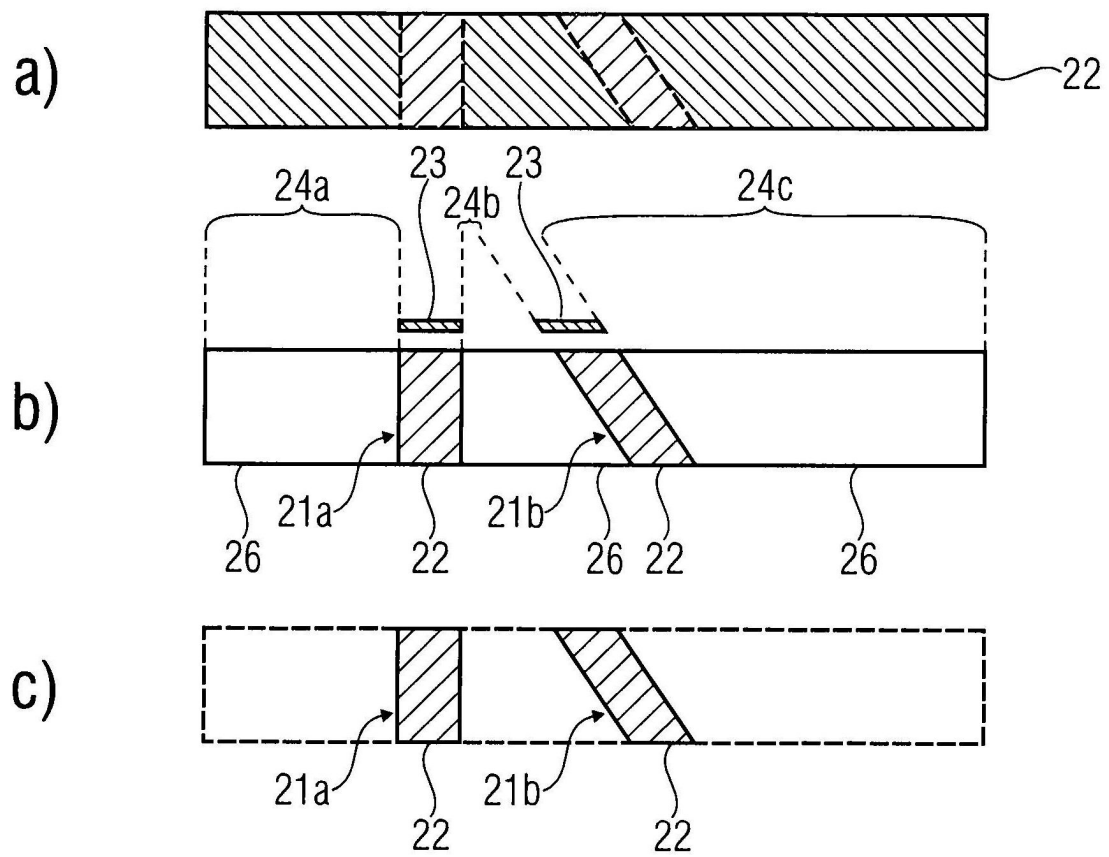


FIG 2

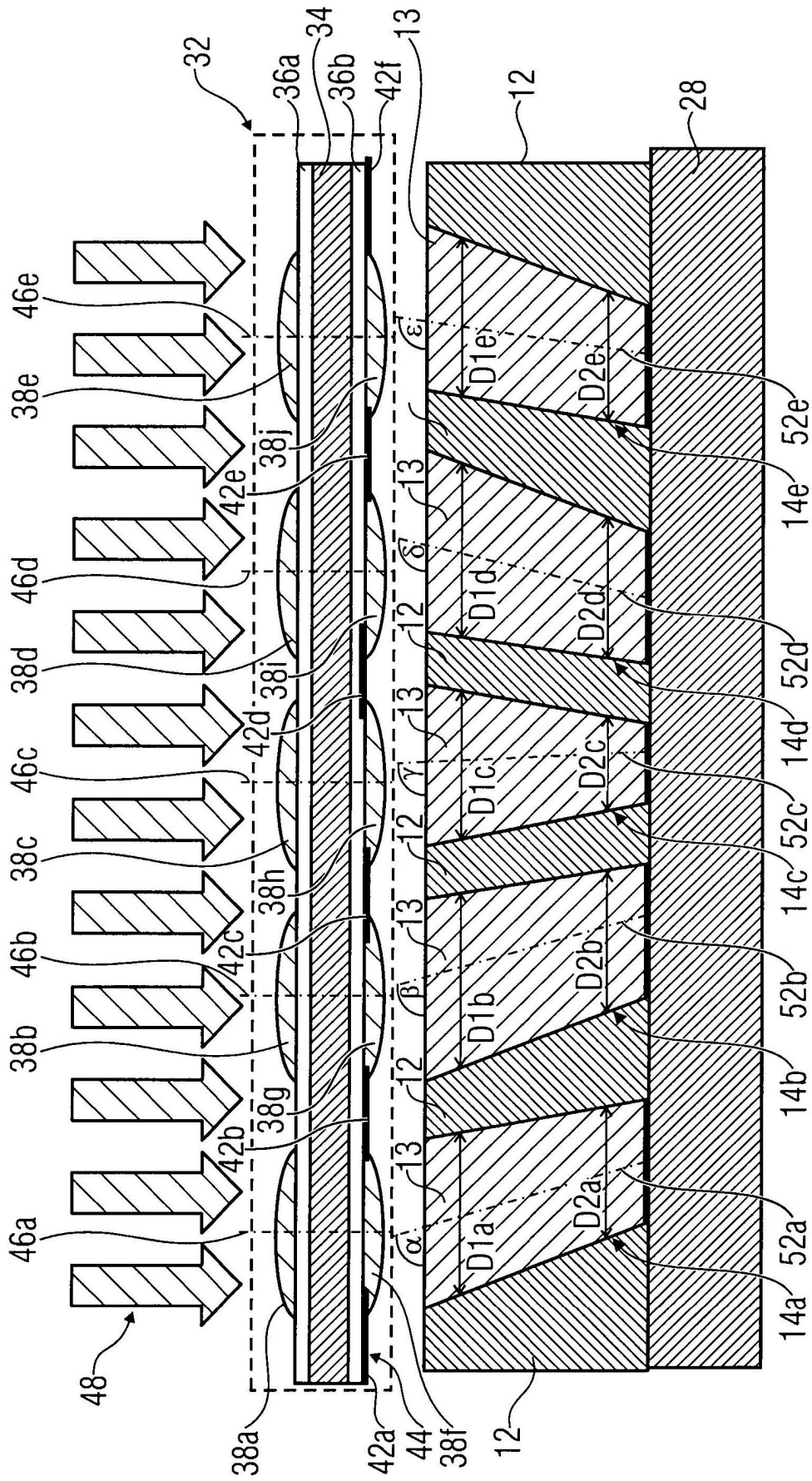


FIG 3A

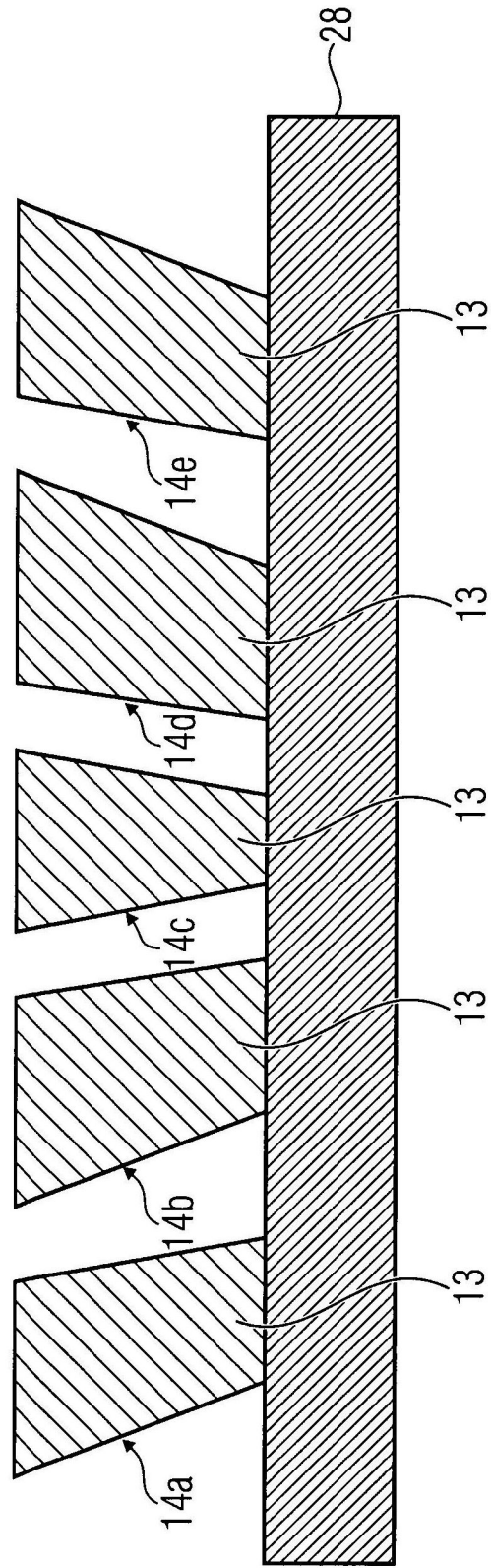


FIG 3B

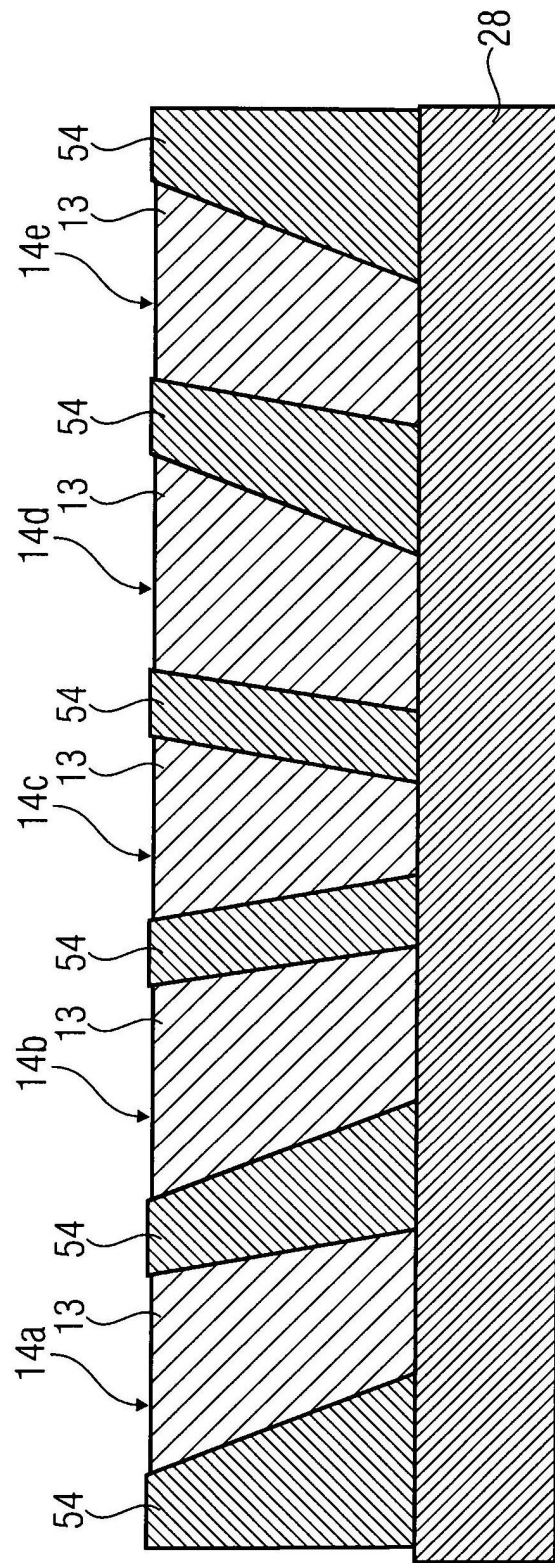


FIG 3C

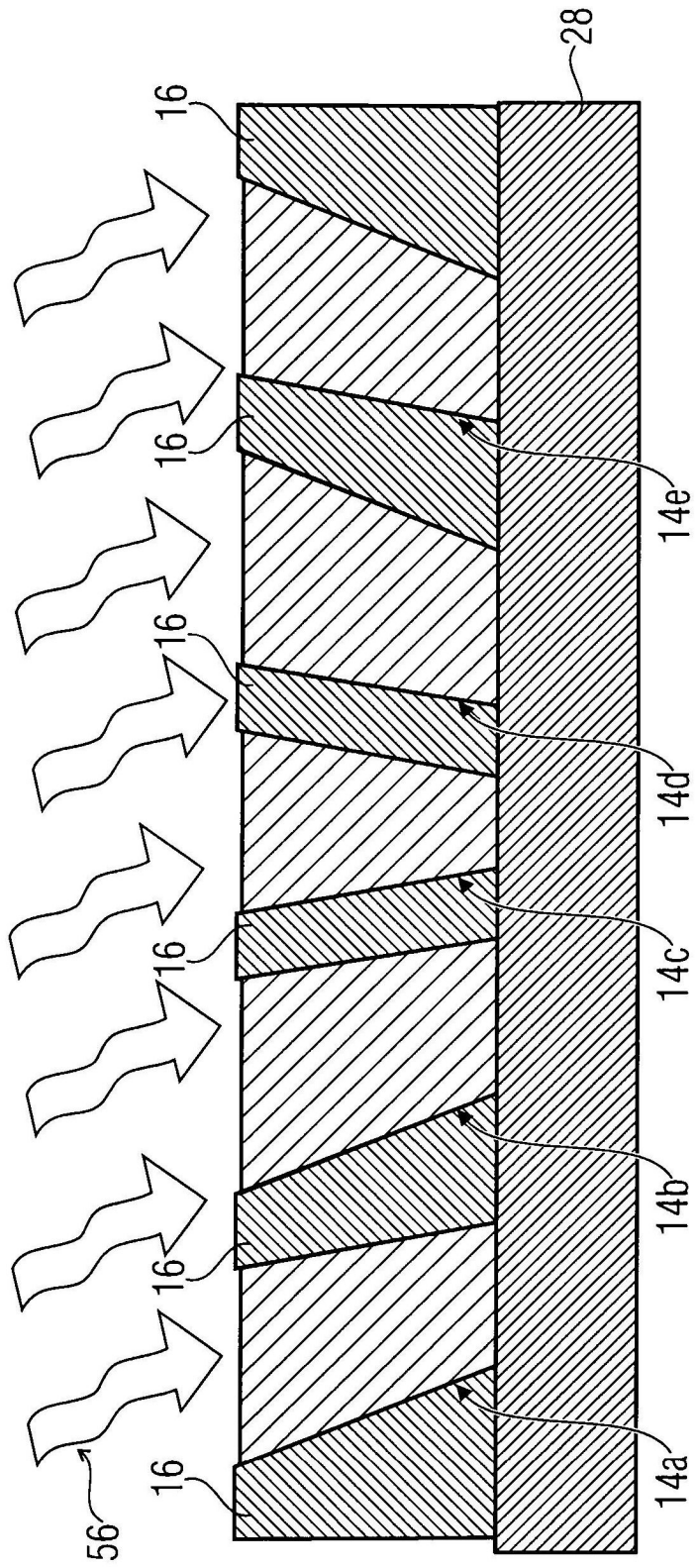


FIG 3D

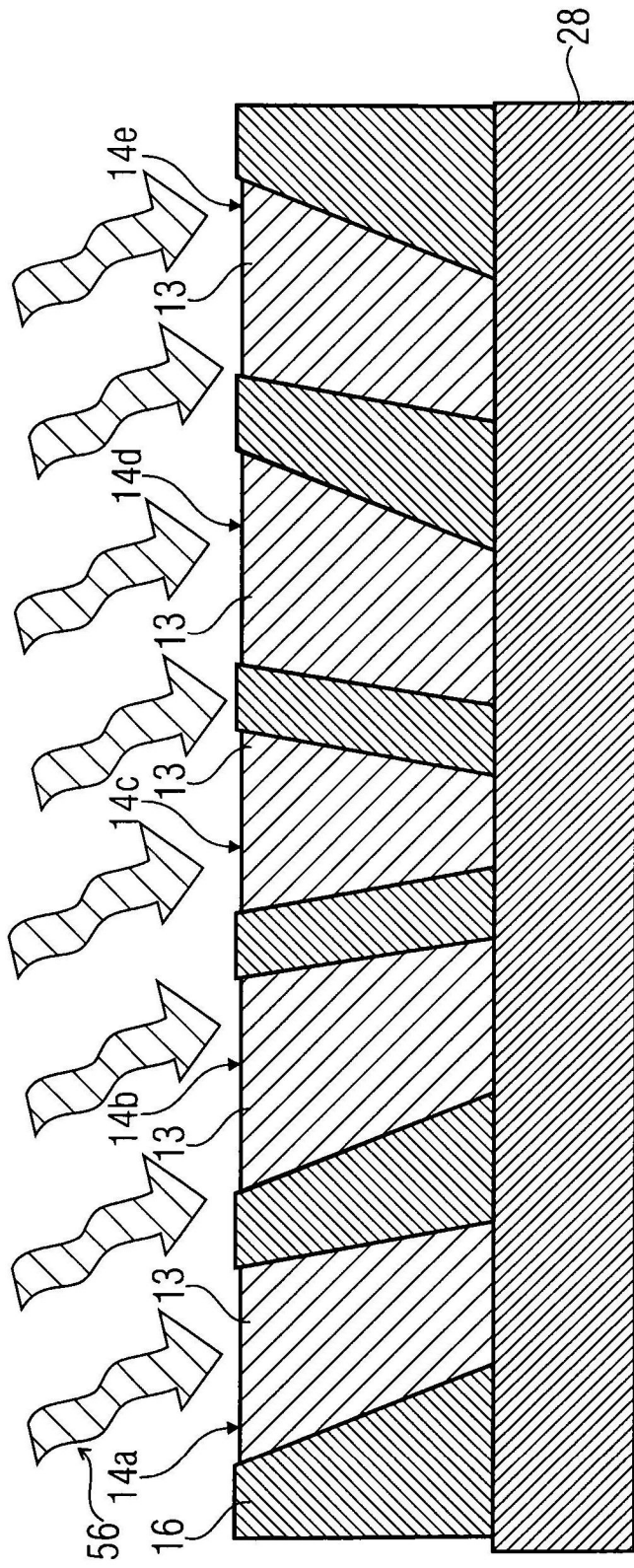


FIG 3E

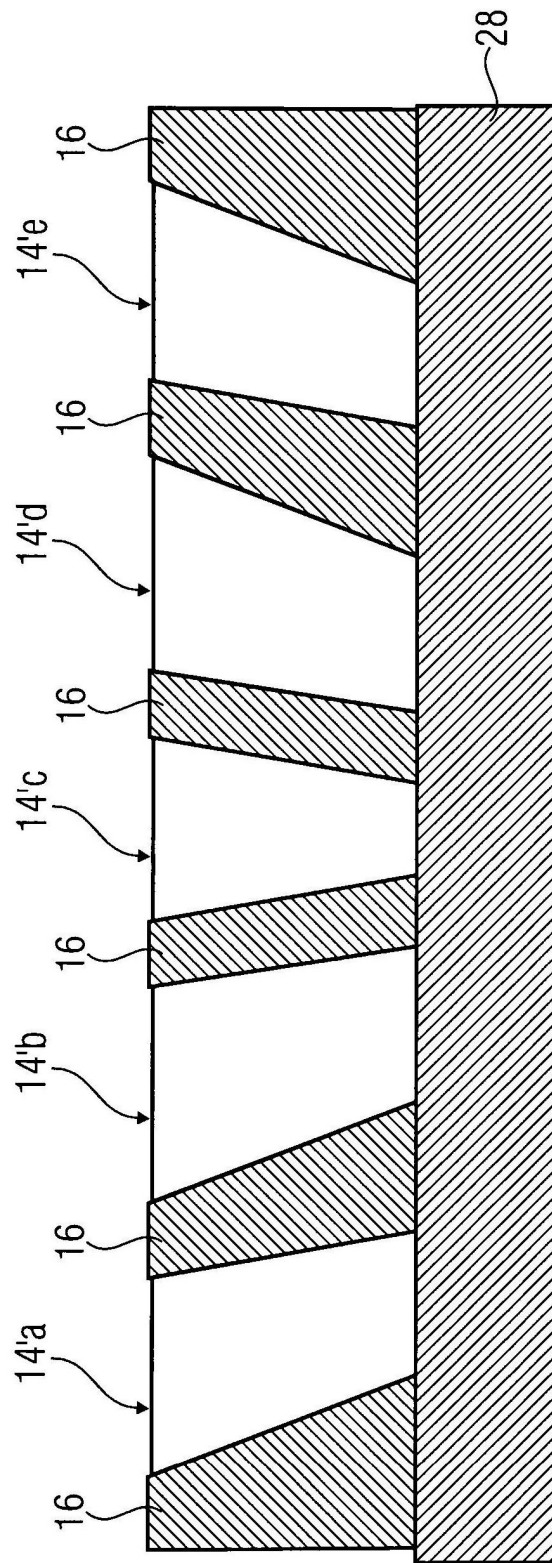


FIG 3F

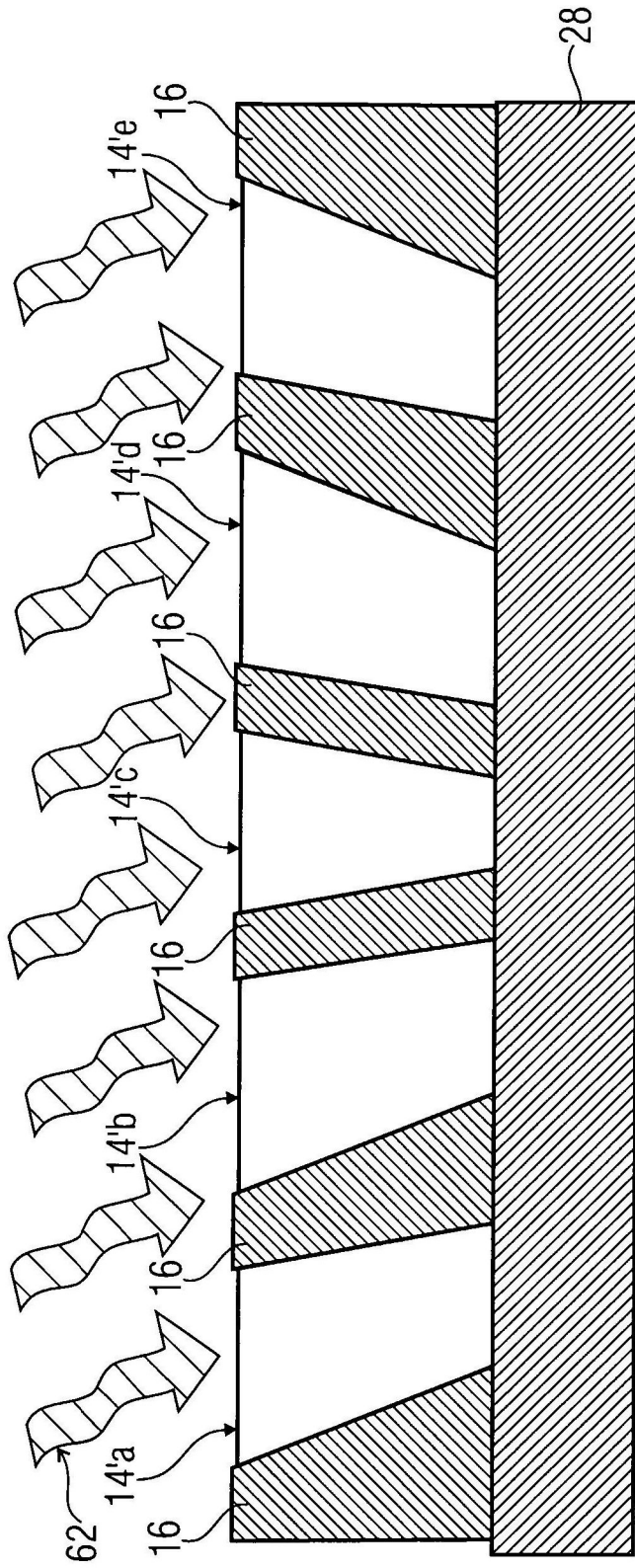


FIG 3G

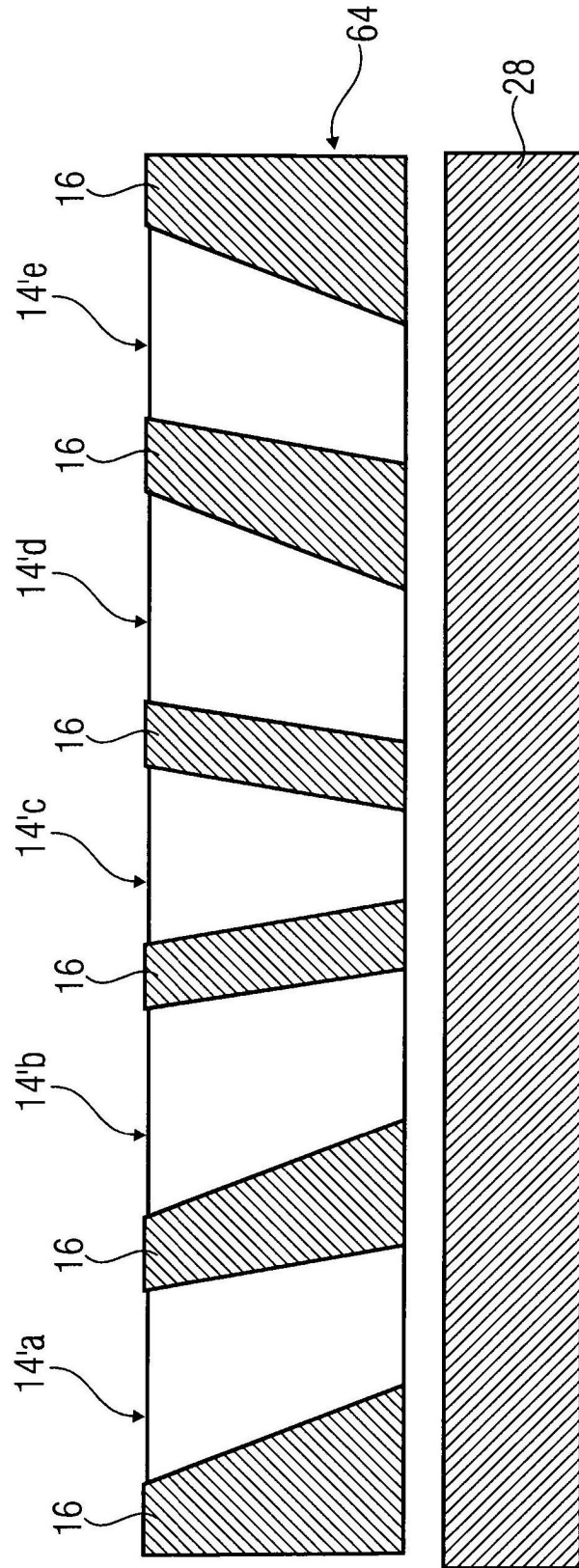


FIG 3H

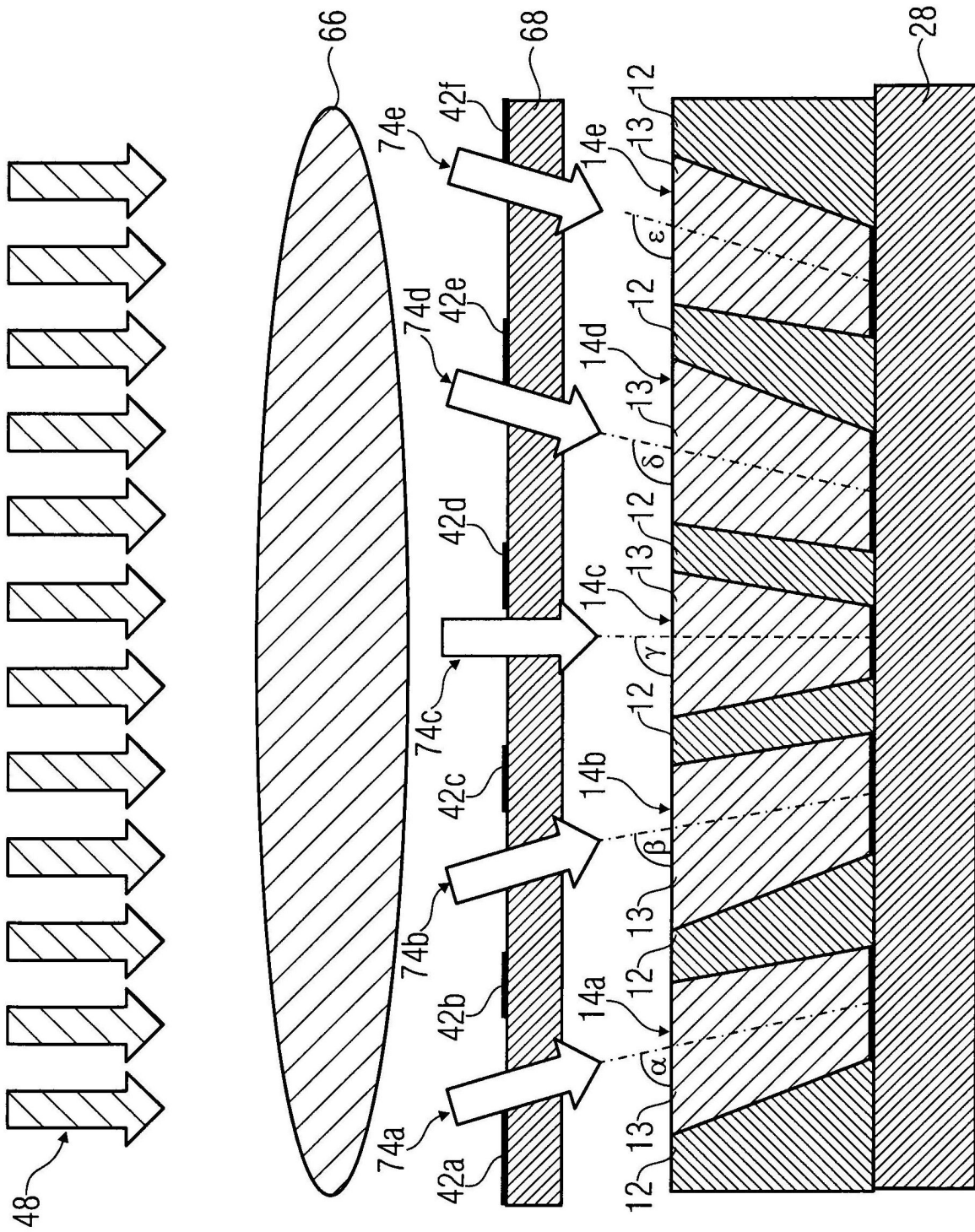


FIG 4

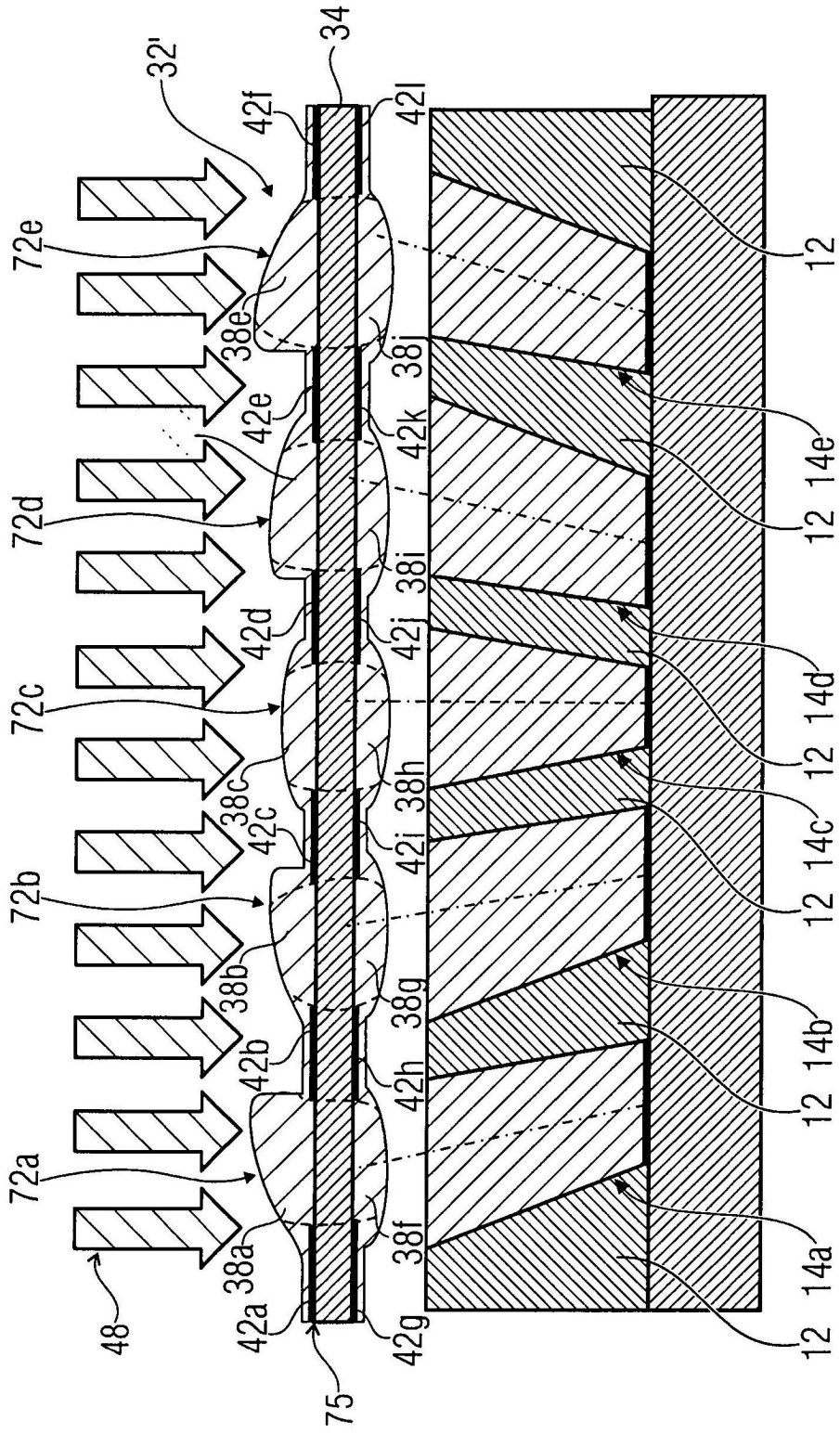


FIG 5

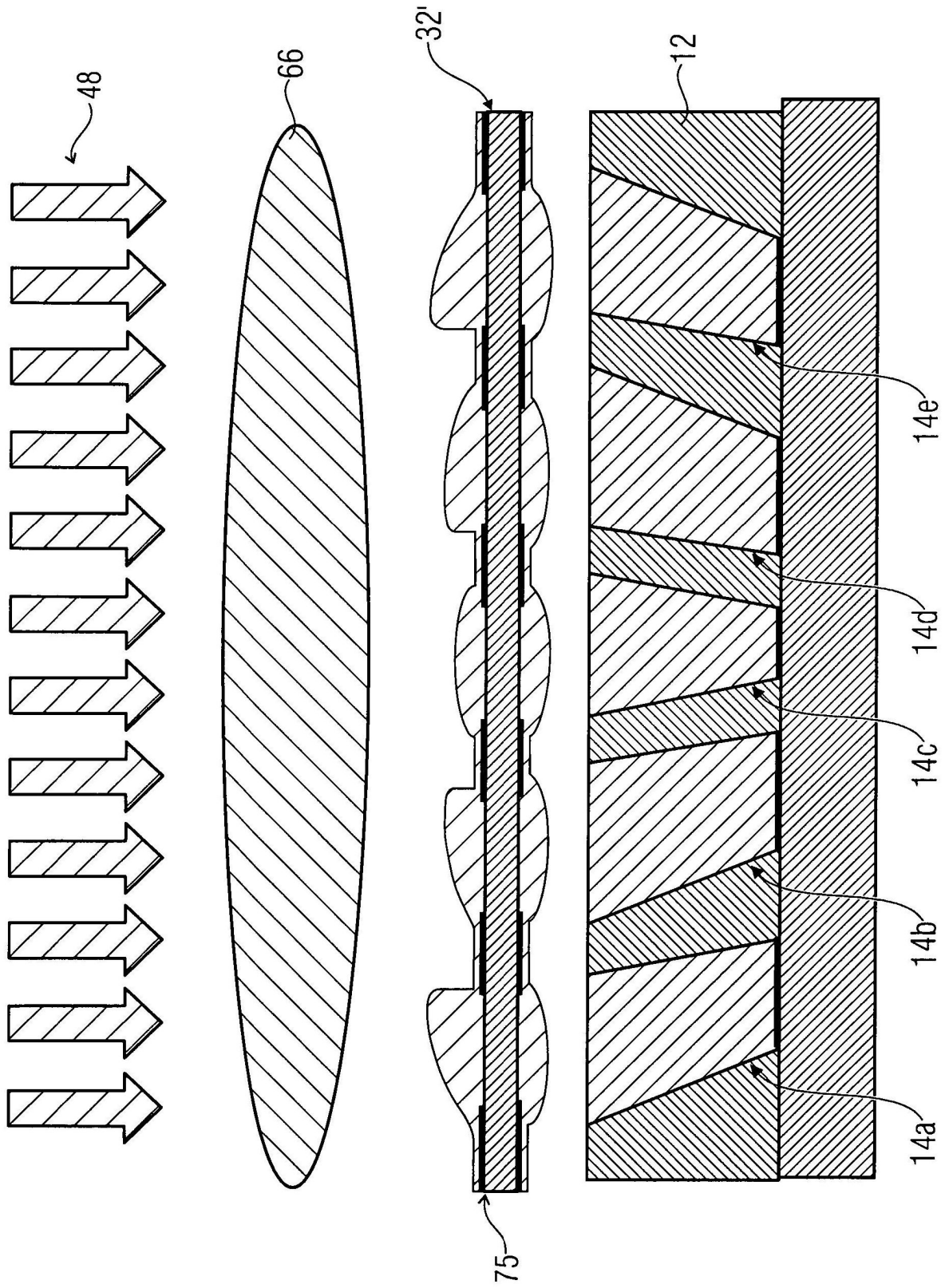


FIG 6

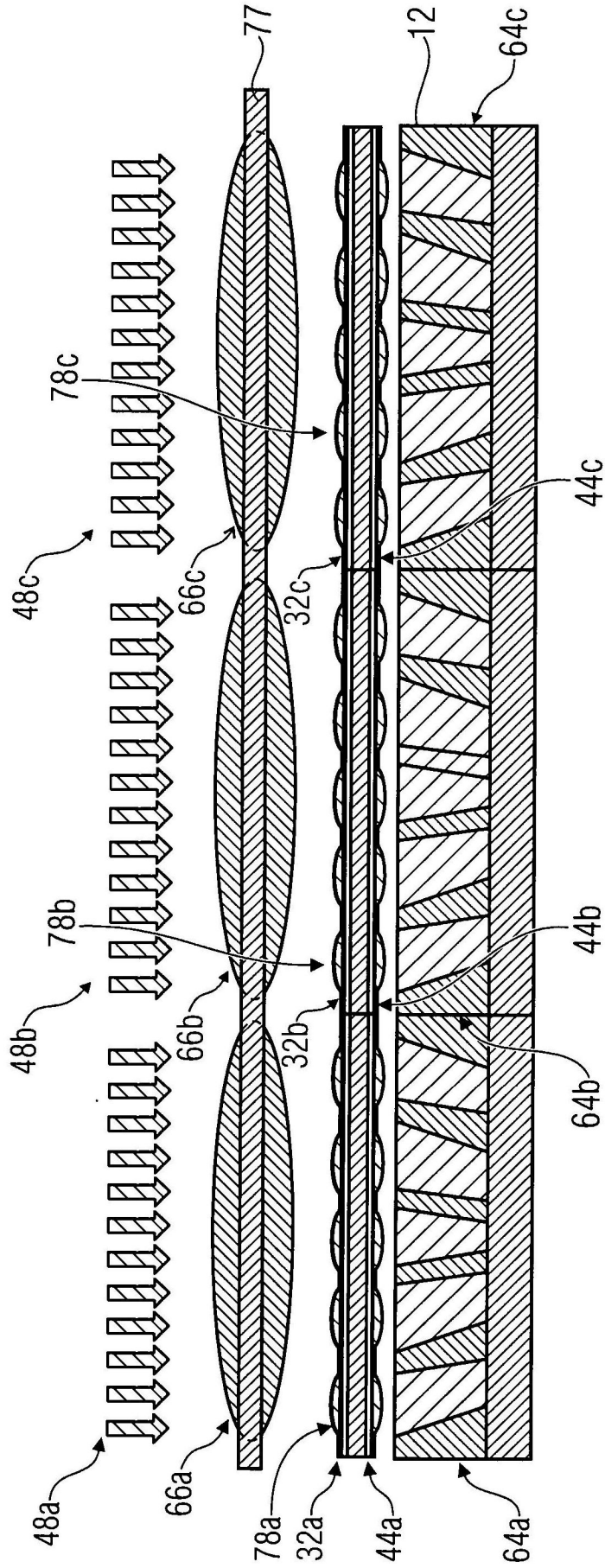


FIG 7

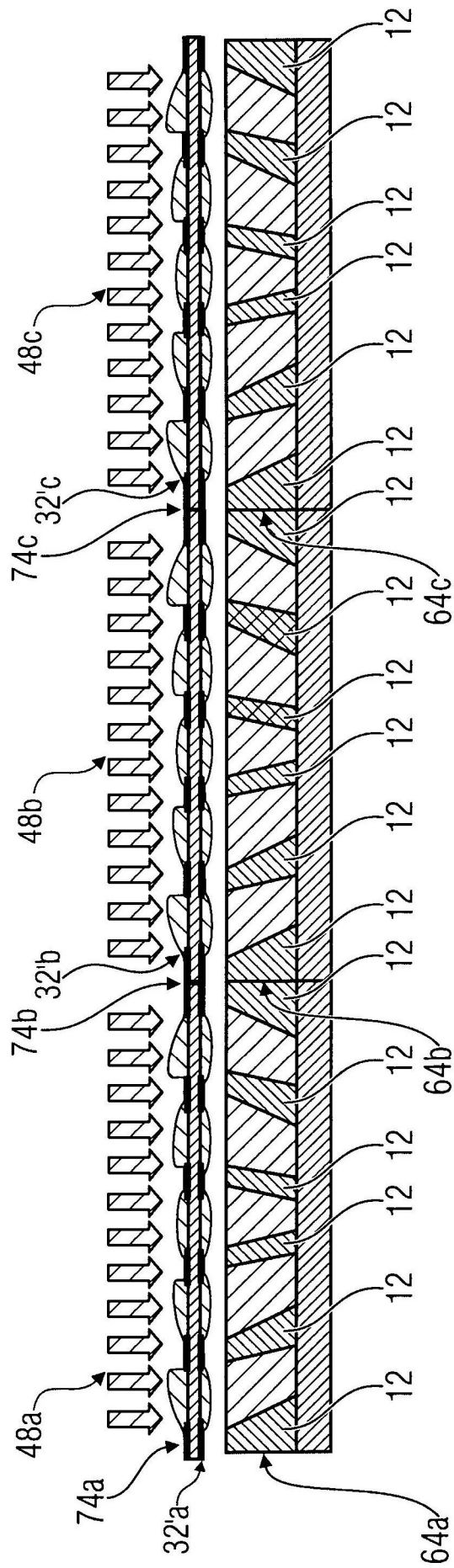


FIG 8

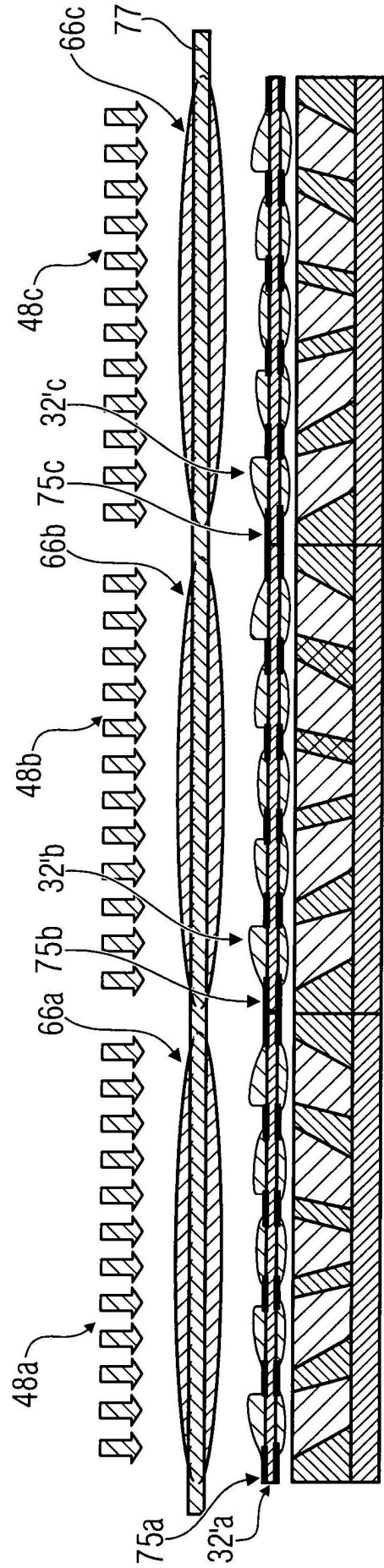


FIG 9

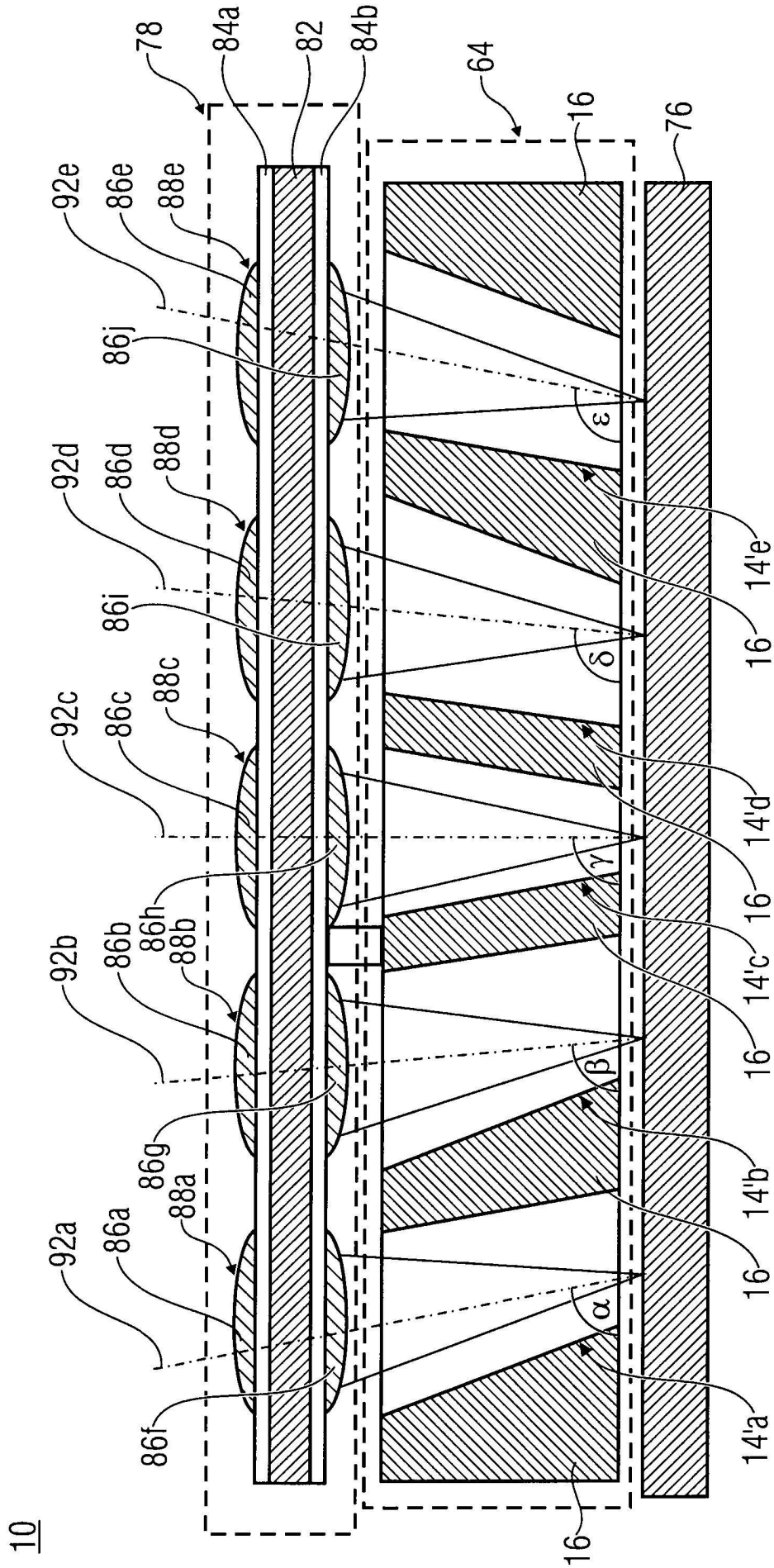


FIG 10

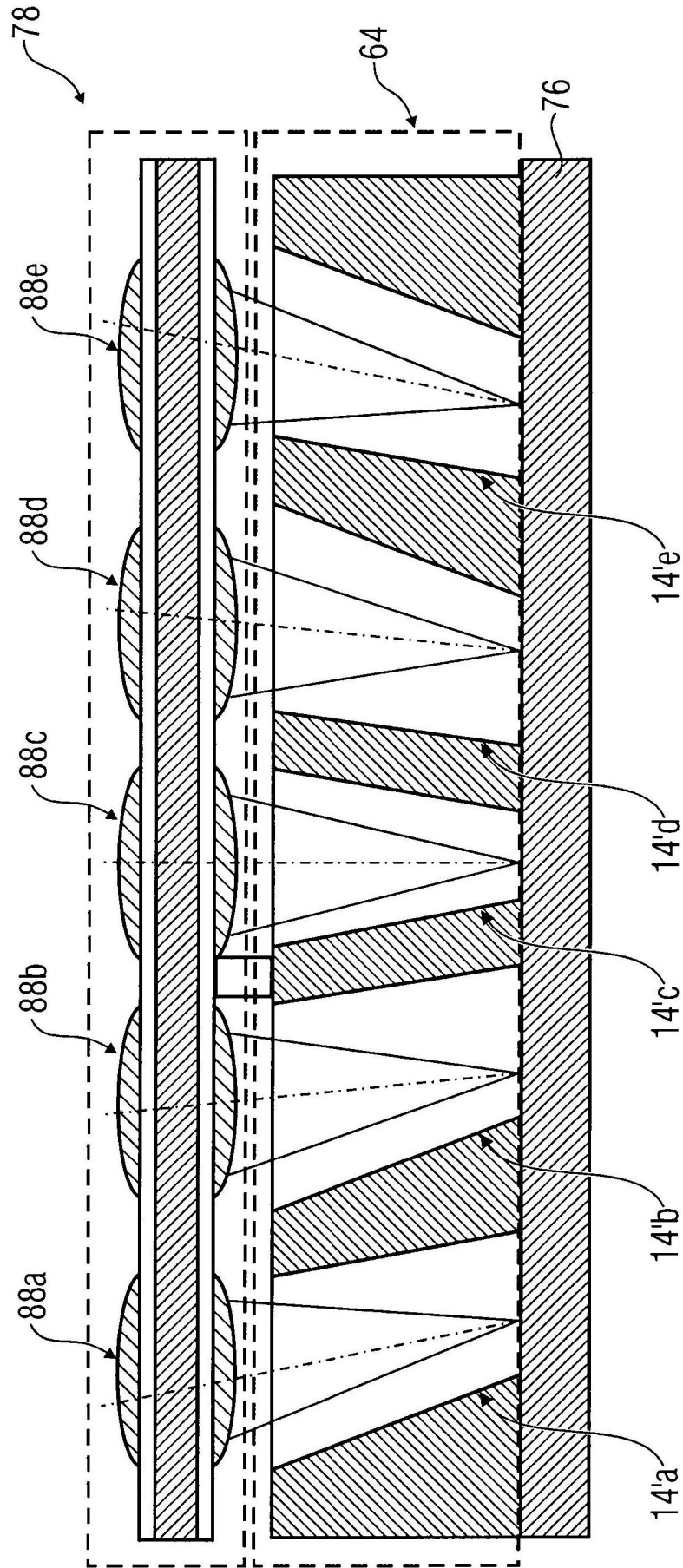


FIG 11

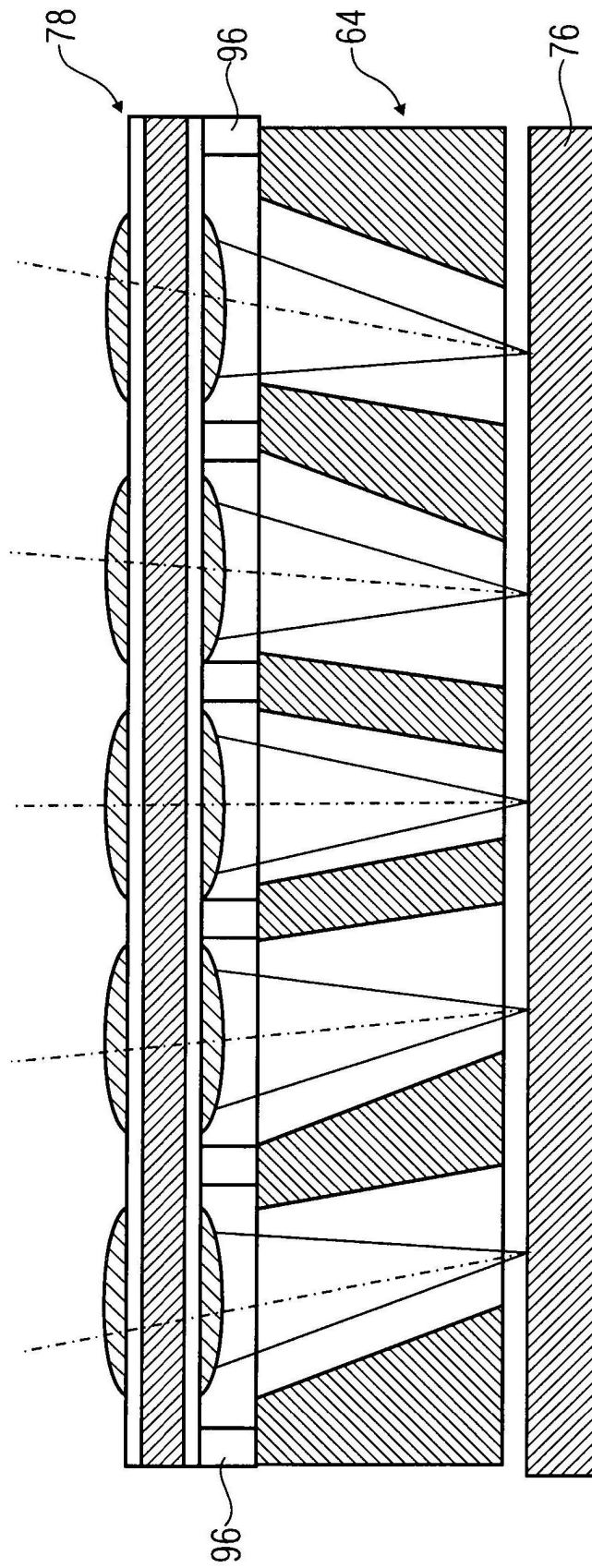


FIG 12

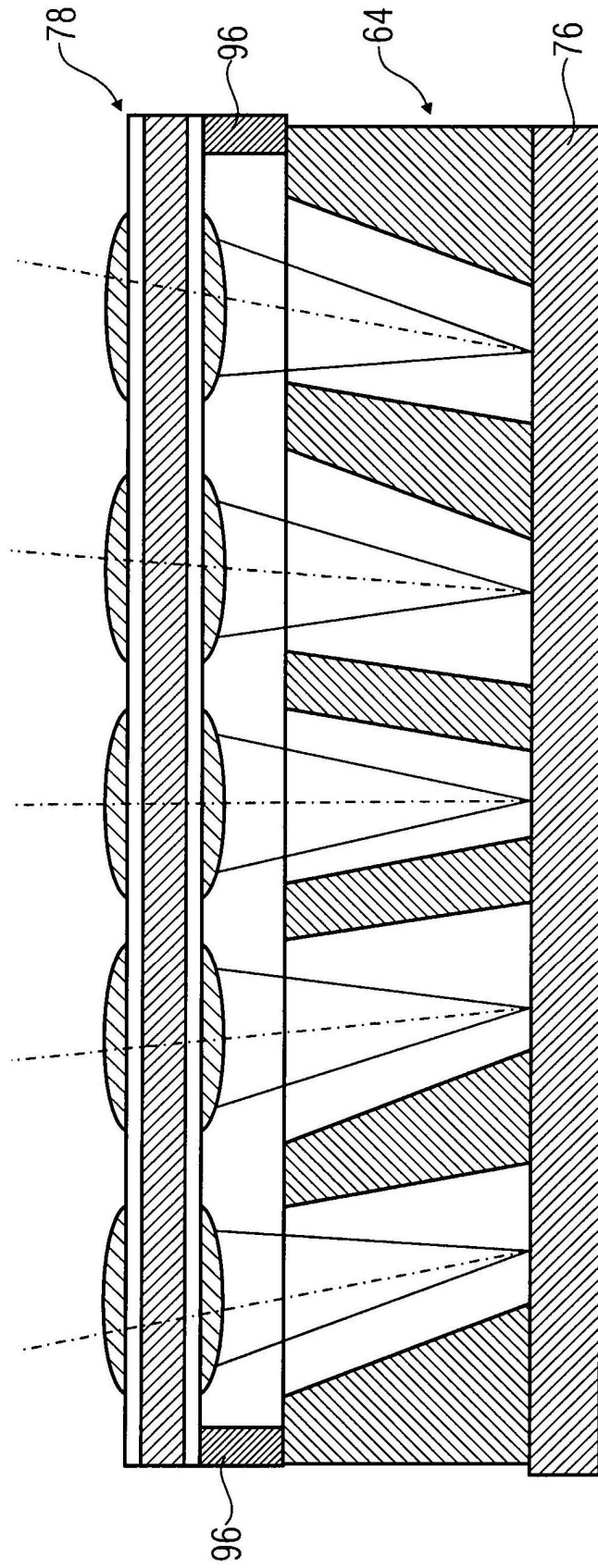


FIG 13

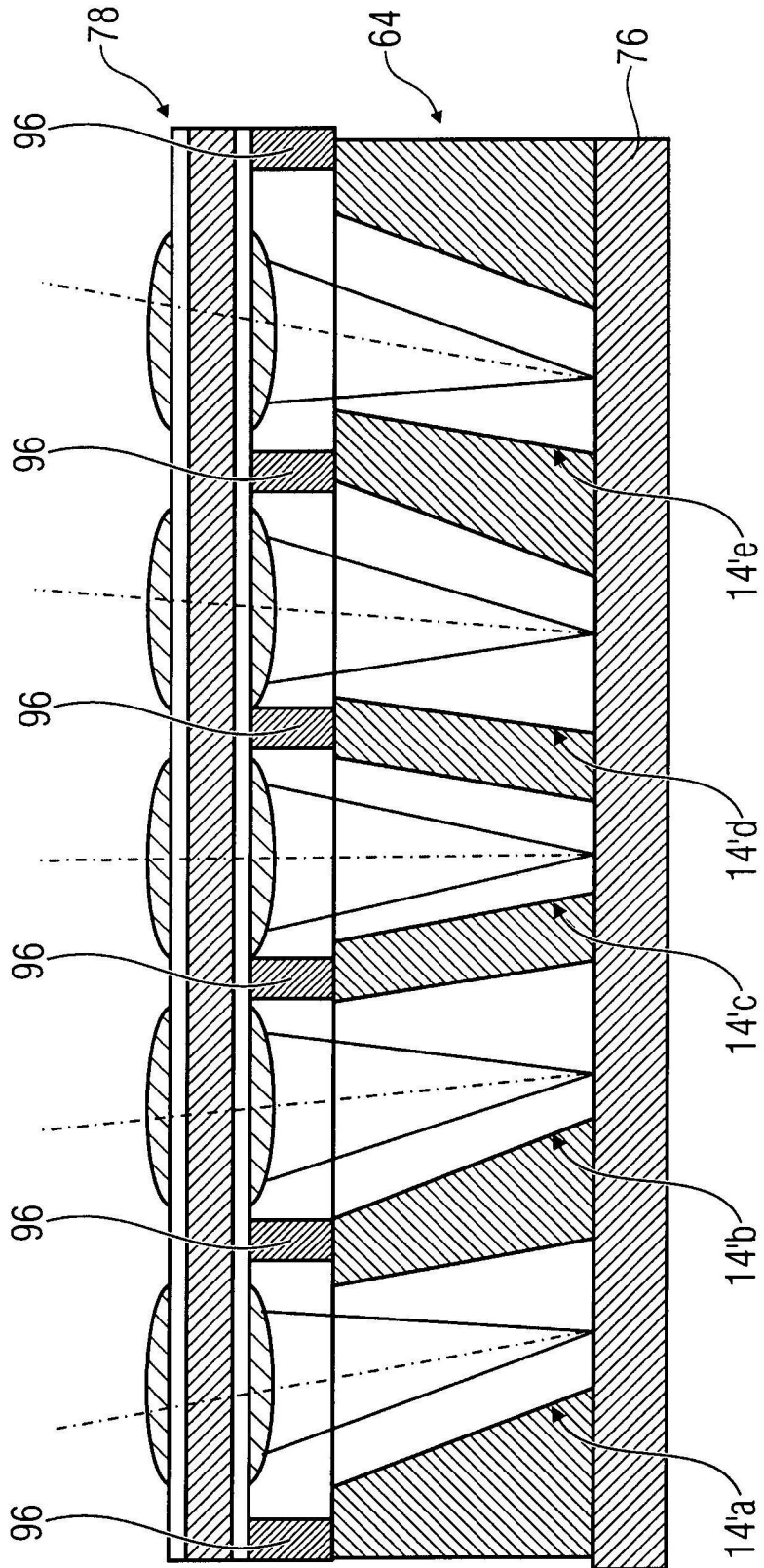


FIG 15

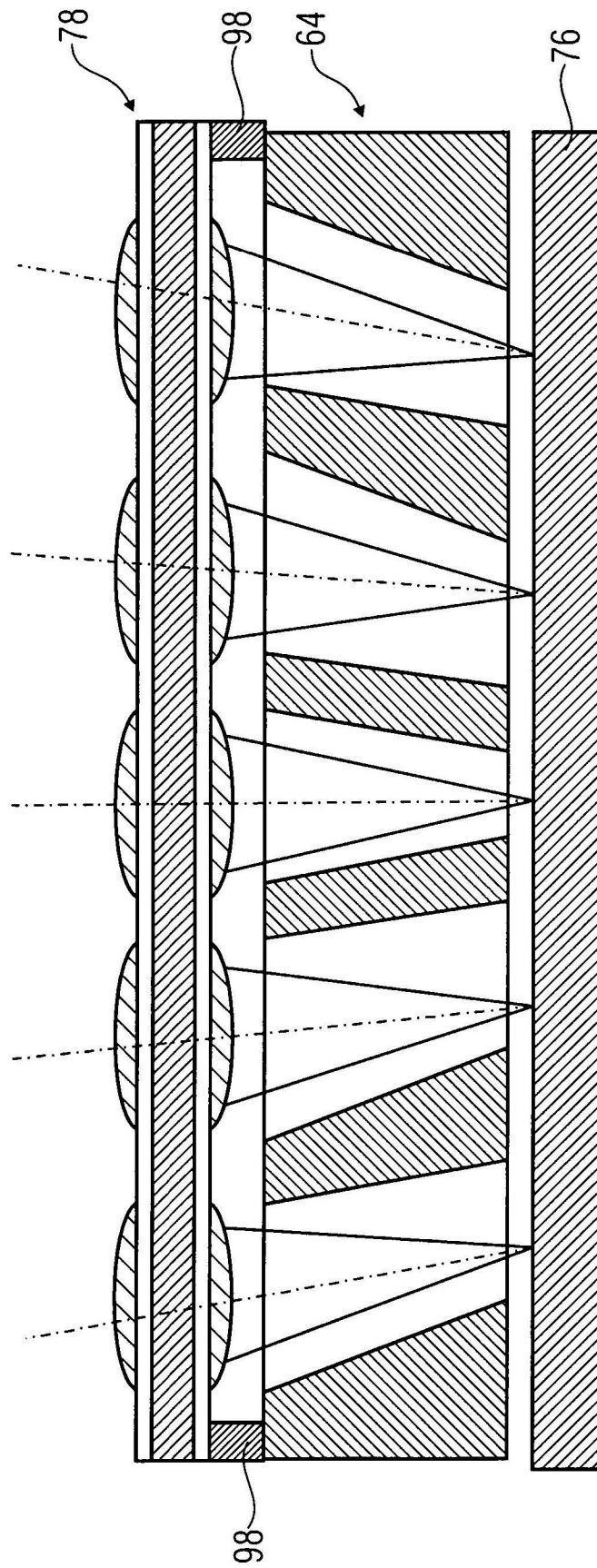


FIG 16

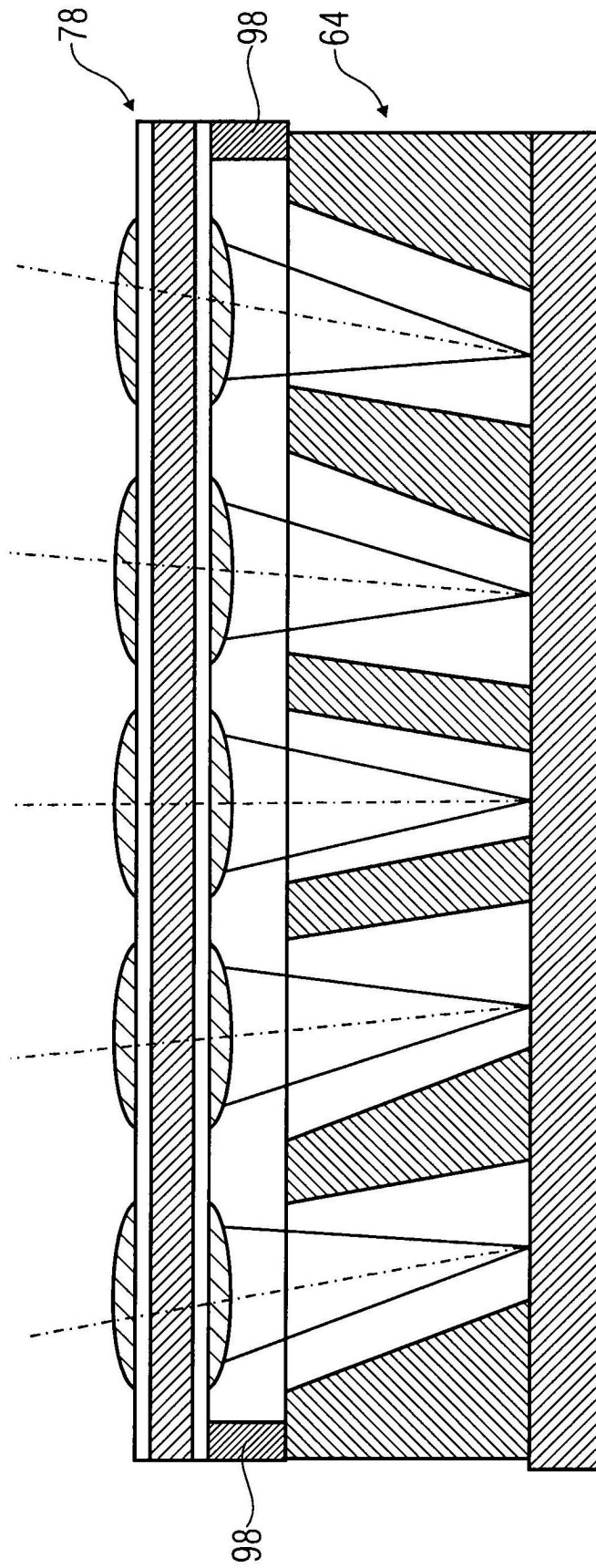


FIG 17

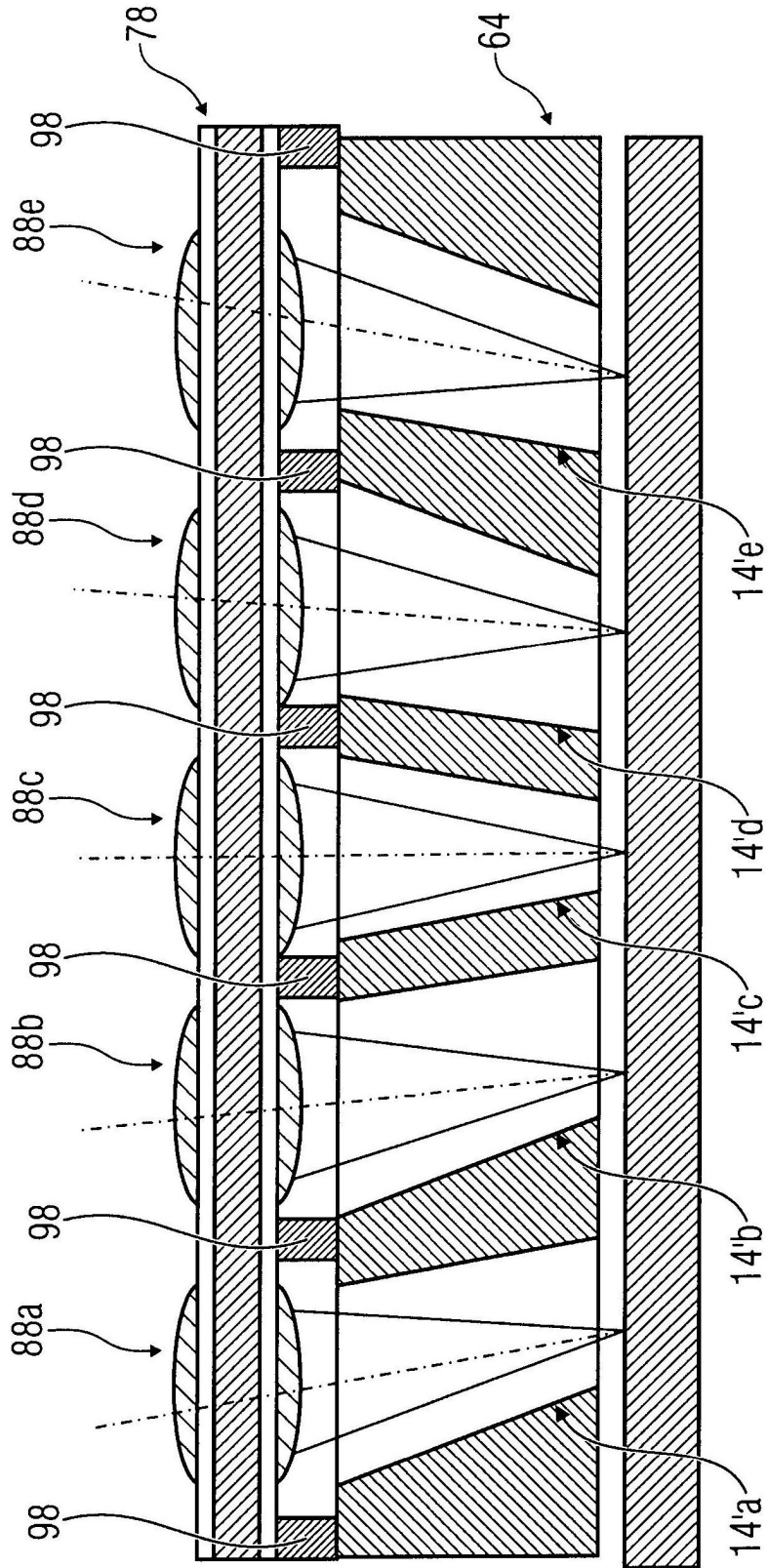


FIG 18

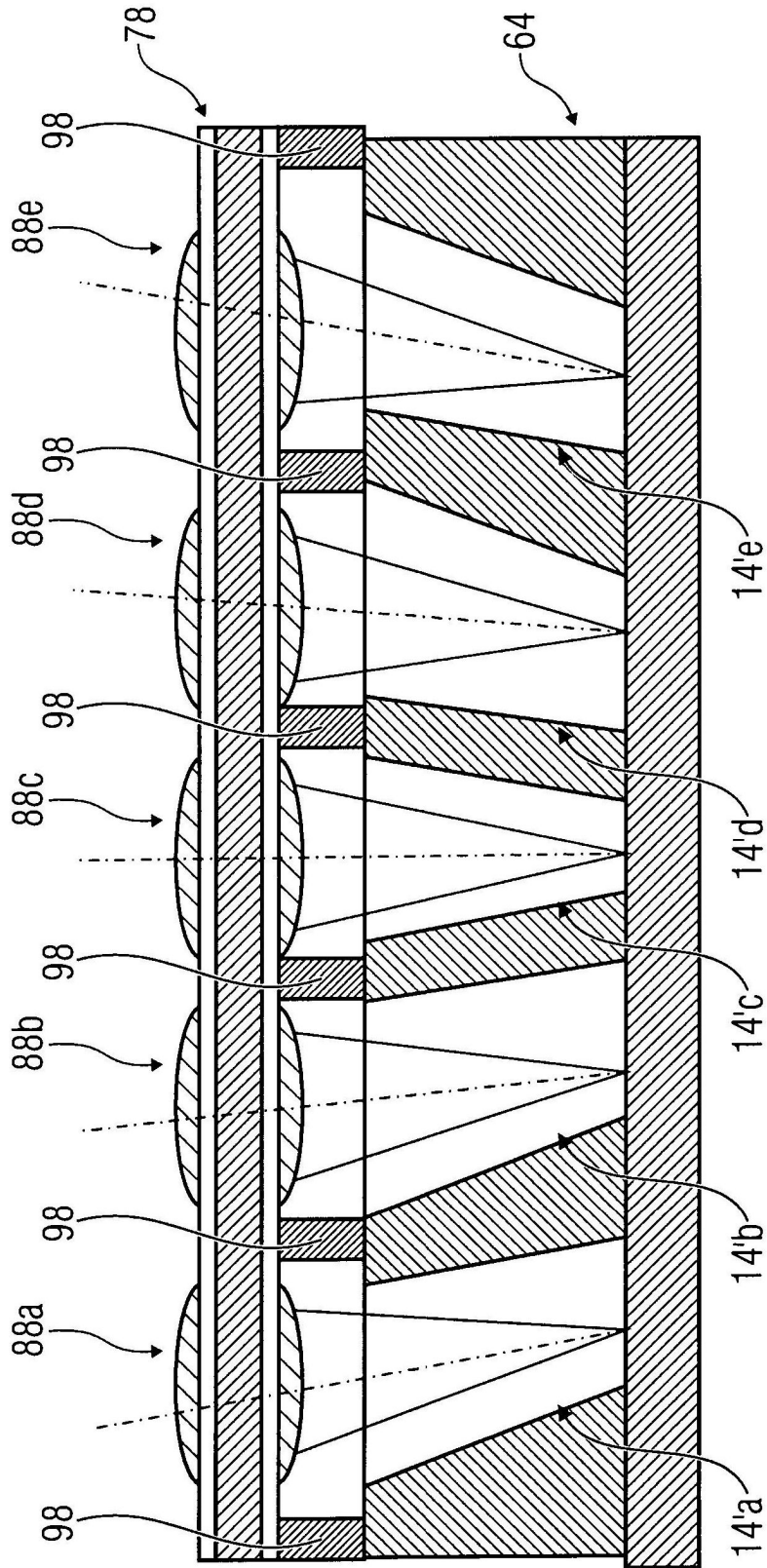


FIG 19

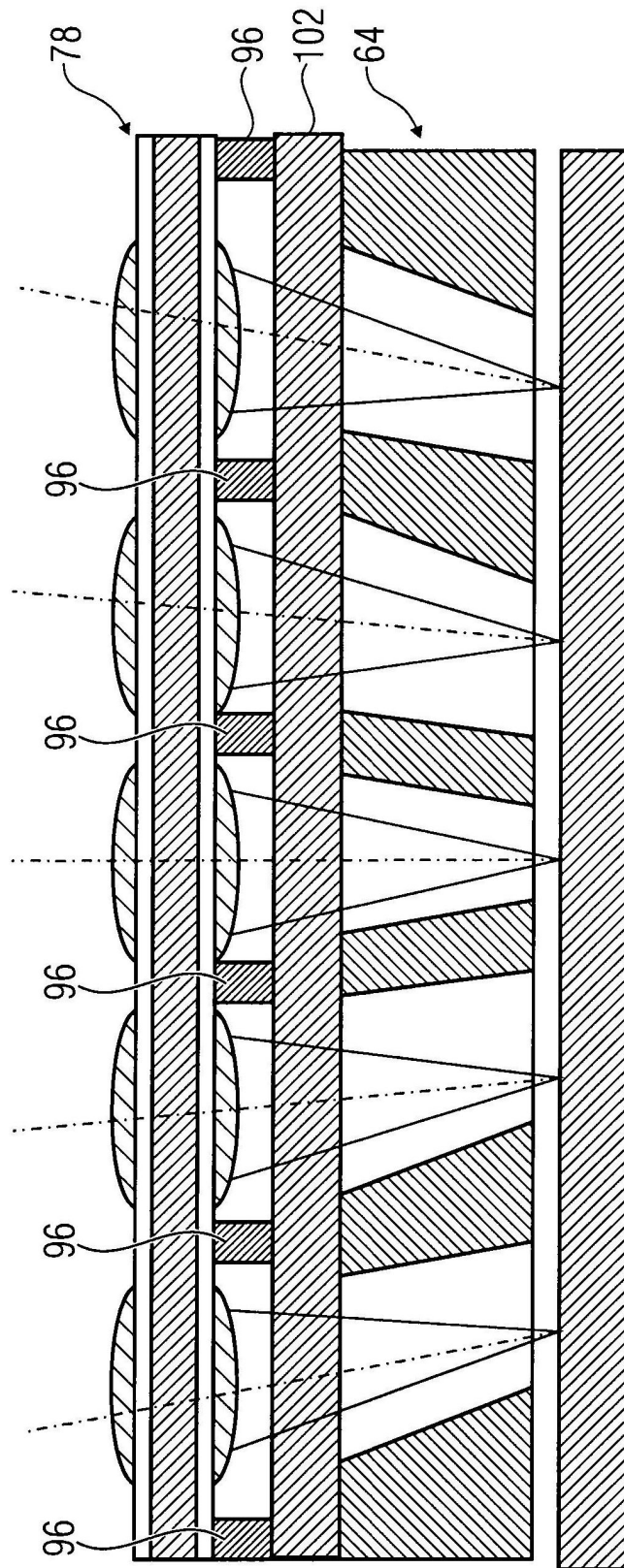


FIG 20

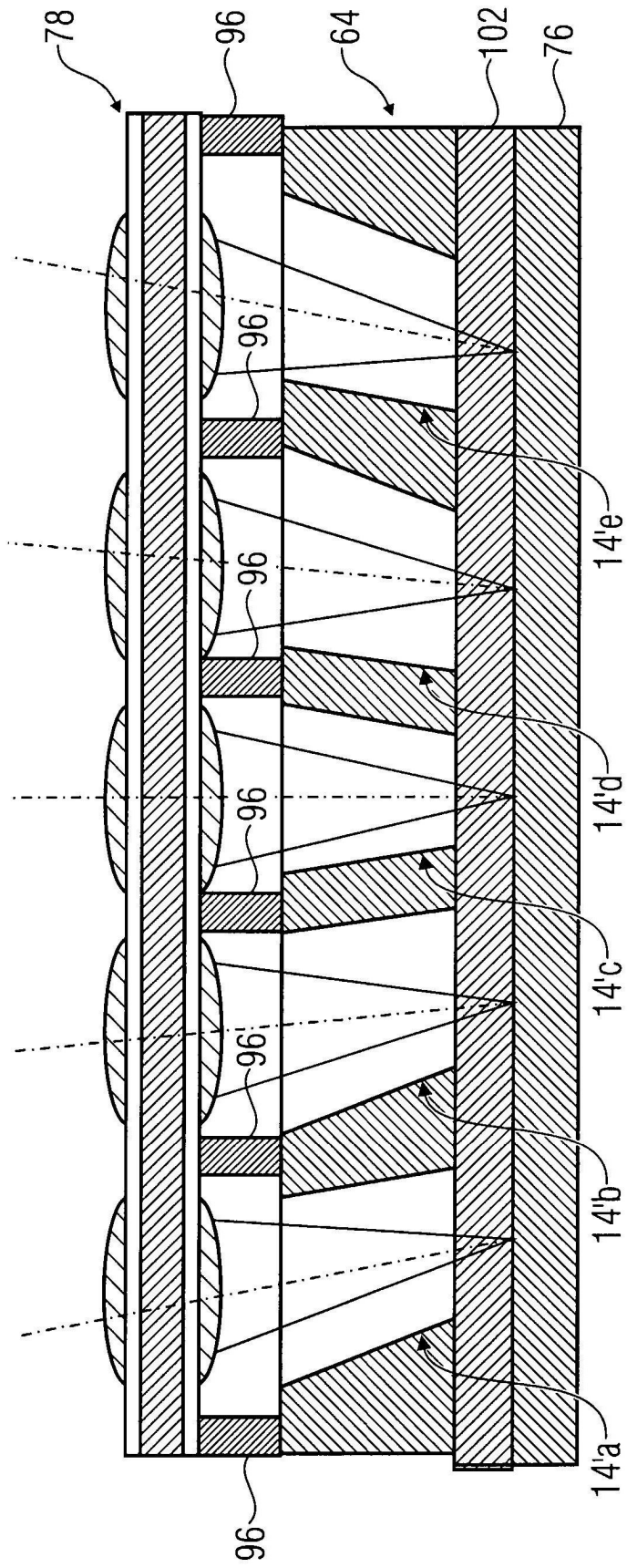


FIG 21

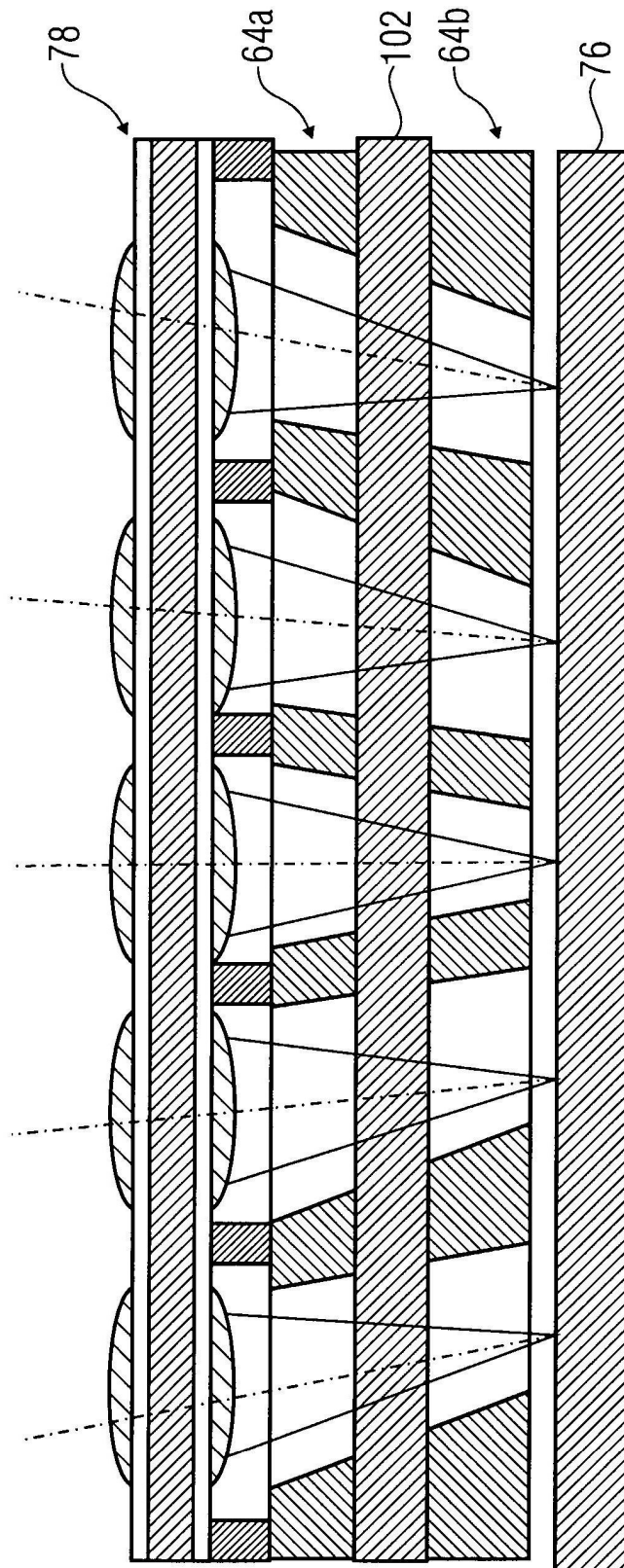


FIG 22