

(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
23. November 2017 (23.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/198486 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 27/22 (2006.01) G02B 3/00 (2006.01)
B42D 25/41 (2014.01) G03B 35/24 (2006.01)
B42D 25/42 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/060931

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Mai 2017 (08.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 109 193.6
19. Mai 2016 (19.05.2016) DE

(71) Anmelder: OVD KINEGRAM AG [CH/CH]; Zählerweg
12, 6301 Zug (CH).

(72) Erfinder: SCHILLING, Andreas; Flurstraße 20, 6332
Hagendorn (ZG) (CH). STAUB, René; Hofmatt 24, 6332
Hagendorn (CH). SCHULER, Philipp; Dorfstr. 23, 6443
Morschach (CH). HANSEN, Achim; Grabenstr. 5, 6300
Zug (CH).

(74) Anwalt: ZINSINGER, Norbert et al.; Patentanwälte Lou-
is-Pöhlau-Lohrentz, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SECURITY ELEMENTS HAVING A LENTICULAR FLIP

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON SICHERHEITSELEMENTEN MIT EINEM LENTICULAR FLIP

Fig. 6.1



Fig. 6.2



Fig. 6.3

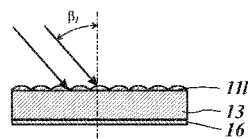


Fig. 6.4

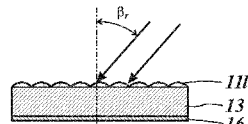
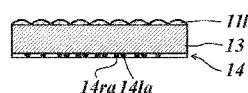


Fig. 6.5



Fig. 6.6



(57) Abstract: Described is a method for producing a security element (1) in the form of a lenticular flip, comprising a micro-optical layer (11), a carrier substrate (13) and an image layer (14), the image layer (14) comprising n images (14l, 14r) for n = 1 to i which are visible from an n-th observation angle associated with the n-th image (14l, 14r), and n being at least 1. The images are imaged on a photoresist (16) with parallel light in contact print or by means of projection. After the photoresist (16) is developed, an image layer (14) which comprises the i images is present.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines als Lenticular Flip ausgebildeten Sicherheitselements (1), umfassend eine mikrooptische Schicht (11), ein Trägersubstrat (13) und eine Bildschicht (14), wobei die Bildschicht (14) n Bilder (14l, 14r) für n = 1 bis i umfasst, die aus einem dem n-ten Bild (14l, 14r) zugeordneten n-ten Betrachtungswinkel sichtbar sind, und wobei n mindestens 1 ist, beschrieben. Die Bilder werden auf einem Photoresist (16) mit parallelem Licht in Kontaktkopie oder mittels Projektion abgebildet. Nach Entwicklung des Photoresists (16) liegt eine Bildschicht (14) vor, welche die i Bilder umfasst.

WO 2017/198486 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

5

10 **Verfahren zur Herstellung von Sicherheitselementen mit einem Lenticular Flip**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zur
15 Herstellung von Sicherheitselementen mit einem Lenticular Flip.

Als Lenticular Flip wird ein optisches Element zur Wiedergabe von Bildern bezeichnet, das durch Kippen um eine oder mehrere Kippachsen einen Bildwechsel erzeugt.

20

Die US 6 016 225 A beschreibt ein als Lenticular Flip ausgebildetes Sicherheitselement, bei dem ein Array von Mikrolinsen über streifenförmigen gedruckten Bildinformation angeordnet ist, wobei die genaue Positionierung der Bildinformation zu den optischen Elementen problematisch ist.

25

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements anzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements, umfassend eine mikrooptische Schicht, wobei die mikrooptische Schicht ein aus mikrooptischen Systemen gebildetes Array umfasst, ein Trägersubstrat und
5 eine Bildschicht oder mehrere Bildschichten, vorgeschlagen, wobei die eine Bildschicht oder die mehreren Bildschichten n Teilbilder für $n = 1$ bis i umfasst bzw. umfassen, die aus einem dem n -ten Teilbild zugeordneten n -ten Betrachtungswinkel sichtbar sind, und wobei n mindestens 1 ist, wobei vorgeschlagen wird, dass folgende Verfahrensschritte vorgesehen sind:

- 10 a) Bereitstellen des Trägersubstrats, auf dessen Oberseite die mikrooptische Schicht ausgebildet ist;
- b) Aufbringen eines Photoresists auf die Unterseite des Trägersubstrats;
- c) Ausbildung eines latenten n -ten Teilbildes in dem Photoresist, wobei ein n -tes Masterbild auf die mikrooptische Schicht aufgelegt wird und mit unter
15 einem n -ten Einfallswinkel und einem n -ten Einfallsazimut einfallenden parallelen Lichtstrahlen belichtet wird, oder
wobei ein n -tes Masterbild mit unter einem n -ten Einfallswinkel und einem n -ten Einfallsazimut einfallenden parallelen Lichtstrahlen auf die mikrooptische Schicht projiziert wird, oder
20 wobei der Photoresist in Schritt b) in Form eines n -ten Masterbildes auf die Unterseite des Trägersubstrats aufgebracht wird und wobei der Photoresist durch die mikrooptische Schicht hindurch mit unter einem n -ten Einfallswinkel und einem n -ten Einfallsazimut einfallenden parallelen Lichtstrahlen belichtet wird;
- 25 d) Wiederholung des Verfahrensschritts c) bis zur Ausbildung des i -ten latenten Teilbildes;
- e) Entwickeln des Photoresists zu der Bildschicht.

Das vorgeschlagene Verfahren weist den Vorteil auf, dass durch die optische Übertragung der i Masterbilder auf den Photoresist eine Vielzahl von Designvarianten ausbildbar ist, wobei der Photoresist hinsichtlich seines Typs (Positiv oder Negativ), seiner Farbe, seiner Empfindlichkeit und seines

5 Entwicklungsprozesses auswählbar ist.

Ein weiterer Vorteil ist, dass mit dem vorgeschlagenen Verfahren eine sehr große Variantenvielfalt ausbildbar ist, wobei relativ wenige Prozessstufen erforderlich sind. Der erzeugte Schichtaufbau bildet ein „selbstreferenzierendes

10 System“, das sehr tolerant bei Verzerrungen, Verdehnungen und Fehlern der mikrooptischen Systeme ist.

Unter einem mikrooptischen System wird insbesondere ein abbildendes optisches System verstanden, bei dem zumindest eine Abmessung unterhalb

15 des Auflösungsvermögens eines unbewaffneten menschlichen Auges liegt. Das Auflösungsvermögen ist dabei vom jeweiligen Betrachtungsabstand abhängig. Typisch wäre für Sicherheitsanwendungen zum Beispiel ein Betrachtungsabstand von etwa 250 mm. Für diesen Betrachtungsabstand ist die Abmessung kleiner als etwa 300 μm .

20

Die Belichtung erfolgt in einem Einfallswinkelbereich mit nahezu parallelen Strahlen. Es kann auch ein größerer Einfallswinkelbereich sein. Dies führt dazu, dass das entsprechende Teilbild in einem größeren Betrachtungswinkelbereich erkennbar ist.

25

Die Begriffe Einfallswinkel und Betrachtungswinkel sollen jeweils auch einen entsprechenden Bereich um einen exakten Winkel herum umfassen, insbesondere einen Bereich $\pm 10^\circ$ um den jeweiligen Einfallswinkel oder

Betrachtungswinkel. Die Position des Betrachters kann dabei innerhalb des Betrachtungswinkelbereichs entsprechend variieren.

- Das vorgeschlagene Verfahren zeichnet sich weiter dadurch aus, dass kein
- 5 Insetten notwendig ist, d.h. die Bildschicht muss nicht positionsgenau zum mikrooptischen System ein- und/oder aufgebracht werden.

- Das mit dem Verfahren hergestellte Sicherheitselement weist insbesondere aufgrund seines einfachen Aufbaues mit wenigen benötigten Schichten gute
- 10 Zwischenschichthaftungen auf. Es ist daher auch leicht mit weiteren Sicherheitselementen in Folien integrierbar.

Das Verfahren zeichnet sich auch durch eine hohe Produktivität aus.

- 15 Die Einfallswinkel und das Einfallssazimut beschreiben die räumliche Orientierung eines auf die mikrooptische Schicht auftreffenden Projektionsstrahls. Der Einfallswinkel ist der Vertikalwinkel des Projektionsstrahls, bezogen auf die Normale zu der mikrooptischen Schicht. Das Einfallssazimut ist der durch Projektion des Projektionsstrahls auf die x-y-
- 20 Ebene ausgebildete Horizontalwinkel.

- Das im Verfahrensschritt a) bereitgestellte Trägersubstrat, auf dessen Oberseite die mikrooptische Schicht ausgebildet ist, kann wie weiter unten beschrieben, als eine Trägerfolie ausgebildet sein. Auch bei der mikrooptischen
- 25 Schicht kann es sich um eine Folie handeln, die beispielsweise als eine selbsttragende Folie ausgebildet ist. Die mikrooptische Schicht kann unter Einwirkung von Druck und Temperatur und ggf. nach Aufbringen von Zwischenschichten auf die Trägerfolie auflaminiert oder aufgeklebt werden. Die

mikrooptische Schicht kann auch als eine Übertragungslage einer Transferfolie ausgebildet sein, die während oder nach dem Aufbringen der mikrooptischen Schicht auf die Trägerfolie abgezogen wird. Die Trägerfolie kann temporär auch als Schutzfolie für die mikrooptischen Systeme dienen, um beispielsweise ein

- 5 Beschädigung der mikrooptischen Systeme in darauffolgenden Verfahrensschritten zu verhindern. Die Trägerfolie kann auch eine optische Funktion aufweisen. Beispiele wären Trägerfolien aus hochbrechenden Materialien oder Trägerfolien mit polarisierenden oder in bestimmten Wellenlängenbereichen absorbierenden Eigenschaften.

10

Die Verfahrensschritte a) und b) können auch in geänderter Reihenfolge oder auch simultan erfolgen. Im einfachsten Fall wird die der mikrooptischen Schicht gegenüberliegende Seite mit dem Photoresist beschichtet. Die Beschichtung kann vollflächig oder teilflächig erfolgen. Beispielsweise kann der Photoresist in

- 15 Form eines Musters oder in Form eines oder mehrerer Motive aufgebracht sein. Verfahren sind Beschichten, insbesondere Drucken aus Lösung (lösemittelhaltig; wässrige Systeme); lösemittelfrei (flüssig, halbflüssig) oder auch Aufbringen sogenannter Trockenresists durch Aufwalzen, Aufkleben, Auflaminieren oder auch durch Transfer einer Übertragungslage von einem
- 20 Träger mittels Heißprägen oder Kaltprägen.

Die Wellenlänge des im Verfahrensschritt c) eingesetzten Lichtes kann entsprechend des bevorzugten Einsatzes eines UV-empfindlichen Photoresists im UV-Bereich oder im UV-nahen Bereich liegen. Es sind auch Photoresists für

25 den visuellen Wellenlängenbereich verfügbar, beispielsweise im Spektralbereich der Spektralfarben Blau bis Grün. Diese Photoresists haben zudem den Vorteil, dass keine UV-Strahlung benötigt wird.

Der Photoresist kann während des Belichtungsprozesses auf unterschiedlichen Unterlagen liegen, beispielsweise können diese dunkel (Schwarz, Grau) sein oder hell (Weiß) oder transparent oder transluzent und/oder metallisch sein. Sie können streuend oder nicht streuend sein. Eine Belichtung ohne Unterlage ist
5 ebenfalls möglich.

Da der Verfahrensschritt c) bis zum Ausbilden des i-ten Teilbildes (i-1) mal wiederholt wird, ist es möglich, zwei oder mehr Teilbilder in der Bildschicht auszubilden, die bei unterschiedlichen Kippwinkeln des Sicherheitselements
10 bzw. aus unterschiedlichen Blickrichtungen, also unterschiedlichen Betrachtungswinkeln sichtbar sind. Beispielsweise kann die Bildschicht mit Reihenteilbildern ausgebildet werden, die beim Kippen des Sicherheitselements die Illusion einer Bewegung erzeugen. Ein weiteres Beispiel ist die
15 Umwandlung eines ersten Bildes, ggf. über Zwischenstufen, in ein zweites Bild (Morphing).

Der Verfahrensschritt e) kann eine zusätzliche Belichtung einschließen, ggf. auch bei anderer Wellenlänge als im Verfahrensschritt c), um die Bildschicht weiter auszuhärten. Eine Nachhärtung kann auch mittels Elektronenstrahlung
20 (sogenanntes e-beam) und/oder über einen chemischen Vernetzer, insbesondere in dem Material des Photoresists, erfolgen. Möglich ist auch das vorherige Aufbringen einer weiteren Schicht, um diese gemeinsam auszuhärten oder um eine bessere Verbundhaftung zwischen den Schichten zu erreichen.

25 In einer vorteilhaften Ausführung ist es auch möglich, dass Verfahrensschritt e) vor Schritt d) erfolgt. Insbesondere, wenn der Photoresist in Schritt b) in Form eines n-ten Masterbildes auf die Unterseite des Trägersubstrats aufgebracht wird und wenn der Photoresist durch die mikrooptische Schicht hindurch mit

unter einem n-ten Einfallswinkel und einem n-ten Einfallszimut einfallenden parallelen Lichtstrahlen belichtet wird, ist es möglich, nach jedem Schritt des Aufbringens den jeweiligen Photoresist zu entwickeln. Alternativ dazu können alle aufgetragenen Photoresist-Schichten gemeinsam entwickelt werden.

5

Beispielsweise erfolgen die Verfahrensschritte in der Reihenfolge c) bzw. d), danach e) oder auch c), danach e), danach c) bzw. d) und erneut e). Die Reihenfolge kann auch b), danach c) bzw. d) und danach e) lauten.

- 10 Das Trägersubstrat kann in bevorzugten Ausbildungen als eine Trägerfolie ausgebildet sein, wobei die Trägerfolie aus mehreren Schichten oder Schichtverbünden ausgebildet sein kann. Bei der Trägerfolie kann es sich um eine Folie aus einem thermoplastischen Kunststoff handeln, beispielsweise aus Polyethylen (PE), Polypropylen, Polycarbonat oder Polyester (PET, PETG) mit
- 15 einer Dicke von etwa 20 μm . Es kann auch ein Verbund verschiedener Kunststofflagen eingesetzt werden, die beispielsweise mittels eines Klebers miteinander verbunden sind. Die Dicke der Trägerfolie bewegt sich typischerweise im Bereich von 6 μm bis 200 μm , bevorzugt von 12 μm bis 50 μm , weiter bevorzugt von 16 μm bis 36 μm . Als Trägersubstrat können auch
- 20 halbstarre oder starre Substrate aus Kunststoff, beispielsweise Kunststoffplatten aus PMMA, Glas oder glasähnlichen Materialien vorgesehen sein.

- Es kann vorgesehen sein, dass das die mikrooptischen Systeme in dem Array
- 25 ein als Sicherheitsmerkmal und/oder als dekoratives Merkmal des Sicherheitselements ausgebildetes Muster bilden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass der Abstand benachbarter mikrooptischer Systeme kontinuierlich oder diskontinuierlich oder alternierend verändert ist. Es kann

- auch ein sich wiederholender Versatz oder Verzug der mikrooptischen Systeme vorgesehen sein, beispielsweise nach jedem dreißigsten mikrooptischen System einer Reihe ein Versatz um eine halbe Länge des mikrooptischen Systems vorgesehen sein. Fälschungen des Sicherheitselements sind dadurch
- 5 erschwert, dass beim Kopieren der mikrooptischen Schicht und der Bildschicht beide in exakter Position zum Muster des Arrays gebracht werden müssen. Ebenfalls möglich sind statistische Variationen der mikrooptischen Systeme, z.B. hinsichtlich Abstand, Lage zueinander und/oder ihrer Form.
- 10 Weiter kann vorgesehen sein, dass die mikrooptische Schicht unterschiedlich ausgebildete Arrays aus mikrooptischen Systemen umfasst. Die Arrays können sich beispielsweise in den Abmessungen und/oder der Anordnung der mikrooptischen Systeme unterscheiden.
- 15 Das mikrooptische System kann aus alternierend transparenten und opaken bzw. teilweise opaken Bereichen aufgebaut sein. Im einfachsten Fall kann es sich um Linienraster, die z.B. aufgedruckt werden, handeln. Es kann sich jedoch auch um komplexere Anordnungen von transparenten und opaken Bereichen handeln. Derartige Linienraster können auch lamellenartig
- 20 angeordnet sein für einen blickwinkelabhängigen Effekt ähnlich einer Jalousie.
- Es kann vorgesehen sein, dass die mikrooptische Schicht eine Blendenschicht umfasst, welche transparente und opake Bereiche aufweist. Die Blendenschicht kann beispielsweise abwechselnde transparente und opake Streifen und/oder
- 25 ein aus Lochblenden gebildetes Array aufweisen. Die Streifen und/oder die Lochblenden können als Durchgangslöcher oder als transparente Bereiche in der mikrooptischen Schicht ausgebildet sein. Da die Transparenz eines Materials abhängig ist von der Frequenz bzw. der Wellenlänge einer

elektromagnetischen Welle, kann die mikrooptische Schicht beispielsweise undurchsichtig für Licht sein, jedoch transparent für andere Wellenlängen des elektromagnetischen Spektrums sein.

- 5 Unter transparent ist eine Transmissivität von mehr als 50%, vorzugsweise mehr als 70%, weiter bevorzugt von mehr als 90% in zumindest einem Teilbereich des für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereichs zu verstehen. Unter opak ist eine Transmissivität von weniger als 20%, vorzugsweise weniger als 5%, weiter bevorzugt weniger als 1% in zumindest
- 10 einem Teilbereich des für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereichs zu verstehen.

- In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die mikrooptische Schicht ein aus Mikrolinsen gebildetes Array umfasst. Die
- 15 Mikrolinsen können als sphärische Linsen, als asphärische Linsen, als astigmatische Linsen oder als Zylinderlinsen mit symmetrischer oder asymmetrischer Form ausgebildet sein. Als weitere Linsenformen können ovale Linsen, S-förmige Linsen, kreisförmig oder in anderer Form gebogene Linsen vorgesehen sein. Die Linsen können zueinander in unterschiedlichen Mustern,
- 20 z.B. hexagonal angeordnet sein. Bei Arrays mit relativ großen Rasterperioden sind die Mikrolinsen auch als Fresnellinsen ausbildbar. Wenngleich die Abbildungseigenschaften von Fresnellinsen schlechter sein können als von vorgenannten Mikrolinsen, kann die geringere Höhe der Fresnellinsen für deren Einsatz sprechen. Die Mikrolinsen können an der Oberfläche der
- 25 mikrooptischen Schicht oder in Vertiefungen der mikrooptischen Schicht angeordnet werden. Die mikrooptischen Schicht oder Bereiche der mikrooptischen Schicht können auch in Vertiefungen einer Abstandsschicht angeordnet werden. Zwischen den Mikrolinsen können im Wesentlichen flache

- Zwischenbereiche angeordnet sein, die jedoch flächenanteilmäßig gering sein sollten. Durch entsprechende Anordnung der Mikrolinsen zueinander oder durch Beschneiden der Randbereiche der Mikrolinsen können die Zwischenbereiche minimiert oder eliminiert werden. Es kann von Vorteil sein, wenn die zwischen den Mikrolinsen liegenden flachen Bereiche opak bzw. teilweise opak sind. Dieses kann beispielsweise durch Farben, Aufdrucke oder eine Metallisierung erzielt werden. Die flachen Bereiche können auch optische Strukturen wie z.B. Mikrostrukturen aufweisen.
- 10 Alternativ zu Linsen können auch in Spezialfällen Prismen sowie viele andere Relief-Formen, wie Trapeze, etc. zur Anwendung kommen. Bei Trapezen sind die horizontalen Bereiche bevorzugt opak. Eine Kombination von Bereichen mit unterschiedlichen Strukturen ist ebenfalls möglich. Diese können als Bereiche nebeneinander liegen als auch ineinander gerastert bzw. verschachtelt sein.
- 15 Die Oberseite der mikrooptischen Schicht kann ganz oder partiell eine oder mehrere zusätzliche Schichten aufweisen, beispielsweise
- eine verhältnismäßig dünne Kleberschicht, die eine bessere Einbettung des z.B. als Sicherheitsfaden ausgebildeten Sicherheitselements erlaubt, ohne
 - 20 dass die optische Funktion der mikrooptischen Systeme unverhältnismäßig eingeschränkt wird;
 - partielle Metallschichten, die durch Demetallisierung oder Schrägbedampfung ausbildbar sind;
 - partiell aufgedruckte, ggf. farbige Lacke mit einem optischen Brechungsindex
 - 25 gleich oder sehr ähnlich der mikrooptischen Schicht, um mikrooptische Systeme in bestimmten Bereichen optisch auszulöschen;

- dünne Schutzschichten zur Erhöhung der Abriebbeständigkeit der mikrooptischen Systeme, wobei die Schutzschichten beispielsweise aus Lacken mit Nanopartikeln ausgebildet sein können;
- mikrooptische Systeme, die wie weiter unten beschrieben als Linsen ausgebildet sind, die beispielsweise einen optischen Brechungsindex von 2,0 aufweisen, können mit einer Schutz- oder Überdeckungsschicht beschichtet werden, die einen optischen Brechungsindex von beispielsweise 1,5 aufweist. Vorteilhafterweise ist eine so beschichtete mikrooptische Schicht durch Abformen, beispielsweise galvanisches Abformen, nicht in seiner optischen Funktion kopierbar.

Die als eine Linsenschicht ausgebildete mikrooptische Schicht kann vorzugsweise aus einem Kunststoff ausgebildet sein. Bei den Kunststoffen handelt es sich meist um Thermoplaste bzw. reaktive Systeme. Beispiele für reaktive Systeme sind: strahlenhärtende Systeme, beispielsweise UV-härtende Systeme, thermisch reaktive Systeme, beispielsweise Epoxy-Harz-Härtersysteme, katalytisch härtende Systeme, Hybridsysteme usw. Die Ausgangsstoffe können flüssig, halbfest, pastös oder fest sein. Möglich ist auch die Verwendung von thermoplastischen Elastomeren. Es sind jedoch auch anorganische Materialien, wie beispielsweise Glas sowie Kombinationen verwendbar. Die Linsenschicht kann auch eingefärbt sein, beispielsweise durch Zusatz von Farbpigmenten und/oder Farbstoffen oder kann eine Eigenfarbe aufweisen.

Die Erzeugung der Mikrolinsen kann entsprechend dem Stand der Technik durch thermisches Abformen (Replikation), UV-Replikation, Druckprozesse oder lithographische Prozesse erfolgen.

- Es kann vorgesehen sein, dass die Mikrolinsen mit mindestens zwei unterschiedlichen Brennweiten ausgebildet sind. Die Bildebene liegt bei dem vorgenannten parallelen Strahlengang im Brennpunkt oder nahe des Brennpunktes der Mikrolinsen. Es können musterförmige Bereiche in dem Array gebildet werden, die lokal unterschiedliche Orientierung haben, beispielsweise 0° und 45°. Die Muster aus Mikrolinsen könnten eine zusätzliche makroskopische Form bzw. eine Abbildung darstellen. In Abhängigkeit vom Belichtungswinkel und der Form der Mikrolinsen kann der jeweilige Brennpunkt in unterschiedlichen Ebenen des Sicherheitselements liegen.
- 10 Die Mikrolinsen können auch haptische Eigenschaften aufweisen.

- Vorteilhaft kann es sein, wenn mikrooptische Systeme verwendet werden, bei denen die Ausrichtung von z.B. Zylinderlinsen in zwei Bereichen um 90° zueinander angeordnet sind. Erfolgt die Belichtung im ersten und zweiten Bereich mit einem Azimut von 0° zur Achse der jeweiligen Zylinderlinsen, so wird beim jeweiligen Kippen um die Kippachsen, die mit den Längsachsen der jeweiligen Zylinderlinse im ersten bzw. im zweiten Bereich fluchten, nur jeweils in einem Bereich ein Bildwechsel (Bildflip) sichtbar. Im jeweils anderen Bereich bliebe das Bild statisch.

20

- Vorteilhaft kann es sein, wenn im Verfahrensschritt c) „defokussiert“ belichtet wird, so dass die belichteten Bereiche, beispielsweise Streifen, vergrößert werden. Die Belichtung erfolgt dann beispielsweise in einem bestimmten Einfallswinkelbereich. Hierdurch kann z.B. ein vergrößerter Betrachtungswinkelbereich realisiert werden, entsprechend dem Einfallswinkelbereich beim Einbelichten. Das Sicherheitselement ist relativ tolerant hinsichtlich der Lage des Photoresists. Eine gewisse Toleranz gegenüber der Lage des Photoresists in Bezug zu den Mikrolinsen-
- 25

Brennpunkten ist insofern wesentlich, als es bei bestimmten Produktionsverfahren für die Mikrolinsenschicht, wie beispielsweise das Tiefdruckverfahren, zu Schwankungen der Mikrolinsenform verbunden mit einer Variation der Lage des Brennpunkts kommen kann.

5

Weiter kann vorgesehen sein, dass die mikrooptische Schicht zwei oder mehr nebeneinander angeordnete mikrooptische Systeme aufweist. Die mikrooptischen Systeme können in Form eines Musters und/oder ein oder mehrerer Motive angeordnet sein.

10

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die mikrooptische Schicht zwei oder mehr in einem x-y-Raster angeordnete mikrooptische Systeme aufweist, wobei die x-Achse des x-y-Rasters unter einem x-Azimut (α_l) zur Längsseite des Trägersubstrats angeordnet ist und die y-Achse unter einem y-Azimut (α_q) zur Querseite des Trägersubstrats angeordnet ist.

15

Es kann weiter vorgesehen sein, dass die mikrooptischen Systeme in einem verzogenen Raster angeordnet sind. Unter einem verzogenen Raster wird ein Raster verstanden, dessen Längs- und Querreihen nicht als Geraden ausgebildet sind.

20

In einer vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die mikrooptischen Systeme als Kugellinsen ausgebildet sind. Die Höhe der Kugellinsen kann in einem ersten Beispiel bei einer Rasterperiode des Arrays von etwa 35 μm , einer Dicke der als Linsenschicht ausgebildeten mikrooptischen Schicht im Bereich von 20 μm bis 25 μm und einer Gesamtdicke der Linsenschicht und des Trägersubstrats im Bereich von 35 μm

25

bis 40 μm etwa 12 μm betragen. Bei Beibehaltung der im ersten Beispiel genannten Rasterperiode von etwa 35 μm , einer Dicke der Linsenschicht im Bereich von 50 μm bis 60 μm und einer Gesamtdicke des Linsenschicht und des Trägersubstrats von etwa 70 μm weisen die Kugellinsen eine Höhe von
5 etwa 7 μm auf, sind also flacher ausgebildet.

Es kann vorgesehen sein, dass das x-Azimut (α_l) gleich 90° ist.

- In einer vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass im
- 10 Verfahrensschritt b) ein Negativ-Photoresist aufgebracht wird. Zur Ausbildung eines Positivbilds in der Bildschicht ist das Masterbild als ein Negativbild auszubilden. Das Positivbild und das Negativbild sind durch die Umkehrung der Helligkeit und/oder der Farbe ihrer Bildpunkte gekennzeichnet. Unter einem positiven Photoresist versteht man einen Resist, bei dem die belichteten
15 Bereiche nach der Entwicklung entfernt werden. Entsprechend werden bei einem negativen Photoresist die nicht belichteten Bereiche entfernt. Bei positiven Masken sind die jeweiligen Designelemente als transparente Bereiche ausgebildet, bei negativen Masken sind die Designelemente opak.
- 20 Der Photoresist kann je nach Folgeprozess farblos sein oder pigmentiert sein und/oder eingefärbt sein und/oder mehrfarbig gedruckt sein. Als Farben können gelöste Farbstoffe und/oder Pigmente, auch Spezialpigmente, wie sie im Sicherheitsbereich Verwendung finden, beispielsweise UV-Fluoreszenz-
25 Pigmente, verwendet werden. Bevorzugt sind Pigmente mit kleinen Korngrößen unterhalb der Schichtdicke des Photoresists. Weiter bevorzugt sind sogenannte Nanopigmente, d.h. Pigmente mit Korngrößen unterhalb 1 μm , bevorzugt unterhalb 0,5 μm . Die Pigmente können anorganischer oder organischer Natur

sein oder Mischungen beider sein. Neben unlöslichen Pigmenten können auch lösliche Farbstoffe zum Einsatz kommen.

Die Photoresistschicht kann transparent, semitransparent oder opak, ggf. opak
5 nur in bestimmten Wellenlängenbereichen, sein. So kann der farbige Photoresist beispielsweise im nahen UV, in dem der Photoresist empfindlich ist, weitgehend transparent sein, jedoch im sichtbaren Wellenlängenbereich im Wesentlichen schwarz erscheinen.

10 Als Photoresist können auch flüssigkristalline Materialien Verwendung finden, bei denen während des Belichtungsprozesses und/oder Aushärtprozesses ggf. zusätzlich räumliche Orientierungen der flüssigkristallinen Moleküle erfolgen. Die Orientierung der Moleküle kann z.B. an physischen Strukturen, wie beispielsweise Mikrostrukturen und/oder durch Belichtung mittels polarisiertem
15 Licht eingestellt werden.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass im Verfahrensschritt b) ein Positiv-Photoresist aufgebracht wird. Es können auch positive und negative Photoresists zur Anwendung kommen, z.B. in nebeneinander liegenden
20 Flächen. Die Belichtung kann gleichzeitig oder nacheinander, ggf. mit unterschiedlicher Strahlendosis, erfolgen.

Weiter kann vorgesehen sein, dass im Verfahrensschritt b) eine Mikrostruktur in der dem Trägersubstrat abgewandten Unterseite des Photoresists oder in der
25 dem Trägersubstrat abgewandten Unterseite der Bildschicht ausgebildet wird. Bei der Mikrostruktur kann es sich beispielsweise um ein Hologramm, eine optische Gitterstruktur oder dergleichen handeln. Die Abstandsschicht kann ebenfalls eine optische Gitterstruktur aufweisen.

Weitere Unteransprüche sind darauf gerichtet, nach dem Verfahrensschritt e) weitere Schichten auf die Bildschicht aufzubringen.

- 5 Es kann vorgesehen sein, dass nach dem Verfahrensschritt e) eine ein- oder mehrschichtige Dekorschicht auf die Bildschicht aufgebracht wird.

Es kann auch vorgesehen sein, dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Farbschicht oder mehrere Farbschichten auf die Bildschicht aufgebracht wird

- 10 bzw. aufgebracht werden.

Weiter kann vorgesehen sein, dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Metallschicht oder eine HRI-Schicht auf den Photoresist oder auf die Bildschicht aufgebracht wird. Als HRI-Schicht wird eine Schicht bezeichnet, die einen

- 15 hohen optischen Brechungsindex aufweist (HRI = High Refractive Index). Hierfür kann beispielsweise ZnS oder TiO_2 verwendet werden.

Weitere Unteransprüche betreffen die Ausbildung der Bildschicht.

- 20 Es kann vorgesehen sein, dass die Bildschicht als eine Ätzmaske ausgebildet wird und von Bildbereichen der Bildschicht nicht überdeckte Bereiche der Metallschicht oder der HRI-Schicht durch Ätzen entfernt werden.

- 25 In einer vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Bildschicht als „Lift-Off“-Schicht eingesetzt wird. Der Begriff „Lift-Off“ beschreibt ein Verfahren, bei dem die Bildschicht als Maske zur Ablösung über der Bildschicht liegender weiterer Schichten ausgebildet ist. Bei den weiteren Schichten kann es sich beispielsweise um Metallschichten handeln, die aufgedampft sein können, oder

um farbige Lackschichten handeln, die flächig beschichtet werden, und die in einem Waschverfahren strukturiert werden. Die Bildschicht weist insbesondere eine stark pigmentierte und dadurch poröse oder etwas unebene Lackschicht auf, die in einem Lösungsmittel löslich ist. Die Bildschicht wird mit einem
5 passenden Lösungsmittel so gelöst, dass die darüber liegenden Flächenbereiche der weiteren Schichten abgelöst werden und somit Öffnungen in den weiteren Schichten erzeugt werden.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass nach dem Verfahrensschritt e) eine
10 Multischichtstruktur auf die Bildschicht aufgebracht wird, umfassend insbesondere in Blickrichtung des Betrachters eine semitransparente Metallschicht als Absorberschicht, eine Abstandsschicht und eine reflektive Metallschicht. Eine solche Mehrschichtstruktur kann insbesondere optische betrachtungswinkel- und/oder beleuchtungswinkelabhängige
15 Farbwechseleffekte erzeugen. Die Reihenfolge von semitransparenter Metallschicht und Metallschicht kann auch in geänderter Abfolge vorliegen. In diesem Fall ist ein Farbwechseleffekt von der Rückseite sichtbar.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass nach
20 dem Verfahrensschritt e) die Bildschicht in Kontakt mit einer Transferlage einer Transferfolie gebracht wird und die Transferlage insbesondere nur an den Stellen, an denen sich die Bildschicht befindet, von der Transferfolie abgelöst und auf die Bildschicht übertragen wird.

25 Es kann auch vorgesehen sein, dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Volumenhologrammschicht auf die Bildschicht aufgebracht wird. Dies kann durch eine Transferfolie wie oben beschrieben geschehen oder durch Auflaminieren oder Aufkleben einer Volumenhologrammfolie.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Verfahrensschritte b), c) und e) mit einem mit einer n-ten Farbe ausgebildeten n-ten Photoresist ausgeführt werden, und dass die
5 Verfahrensschritte b), c) und e) (i-1)-mal wiederholt werden, wobei i mindestens 2 ist.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der Verfahrensschritt b), c) und e) mit einem mit einer n-ten Farbe und/oder einer n-ten Empfindlichkeit ausgebildeten
10 n-ten Photoresist (16) ausgeführt werden, und dass die Verfahrensschritte b), c) und e) (i-1)-mal wiederholt werden, wobei i mindestens 2 ist.

Die n Photoresists können als n zumindest teilweise übereinander angeordnete Schichten auf die Unterseite des Trägersubstrats aufgebracht werden.
15

Es kann vorgesehen sein, dass die n Photoresists als ein Muster, insbesondere als Streifenmuster, oder auch in Form von grafischen Motiven auf die Unterseite des Trägersubstrats aufgebracht werden. Bei der Belichtung kann – wie weiter oben beschrieben – auf den Einsatz einer Belichtungsmaske verzichtet werden.
20

Weiter kann vorgesehen sein, dass im Verfahrensschritt c) die Belichtung mit einer n-ten Belichtungsstärke durchgeführt wird. Die Belichtung mit unterschiedlichen Belichtungsstärken kann beispielsweise den Kontrast der in der Bildschicht ausgebildeten Teilbilder beeinflussen.

25 Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Bildschicht aus zwei Teilbildern ausgebildet wird, dass im Verfahrensschritt c) die Belichtung mit einem ersten Einfallszimut erfolgt, und dass im Verfahrensschritt d) die Belichtung mit einem

zweiten Einfallssazimut erfolgt, das um 90° von dem ersten Einfallssazimut verschieden ist. Der Einfallswinkel kann dabei ebenfalls variieren.

- Es kann auch vorgesehen sein, dass vor dem Verfahrensschritt b) eine
- 5 semitransparente Metallschicht auf die Unterseite des Trägersubstrats aufgebracht wird, dass der Photoresist als ein Ätzresist ausgebildet wird, und dass nach Ausführung des Verfahrensschritts e) die semitransparente Metallschicht in den von der Bildschicht nicht bedeckten Bereichen durch Ätzen entfernt wird.
- 10 Die semitransparente Metallschicht kann mit einem Transmissionsgrad im Bereich von 1% bis 95% ausgebildet werden, bevorzugt im Bereich von 5% bis 70%.
- 15 In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass vor dem Verfahrensschritt b) eine mit einer Mikrostruktur ausgebildete Schicht auf die Unterseite des Trägersubstrats aufgebracht wird oder die Unterseite des Trägersubstrats mit einer Mikrostruktur ausgebildet wird.
- Weiter kann vorgesehen sein, dass die Bildschicht aus einer ersten und einer
- 20 zweiten Bildschicht ausgebildet wird, wobei die erste Bildschicht ein erstes Teilbild und die zweite Bildschicht ein zweites Teilbild aufweist, dass der Verfahrensschritt b) mit einem ersten Photoresist ausgeführt wird, dass nach dem Verfahrensschritt c) der Verfahrensschritt e) zur Ausbildung der ersten Bildschicht ausgeführt wird, und dass folgende weitere Verfahrensschritte
- 25 ausgeführt werden:
- f) Aufbringen einer semitransparenten Reflexionsschicht auf die erste Bildschicht;

- g) Aufbringen eines zweiten Photoresists auf die semitransparente Reflexionsschicht;
- h) temporäres Einbetten der mikrooptischen Schicht, soweit es sich um optische Strukturen wie Linsen, Prismen, Trapeze usw. handelt, in ein mit dem optischen Brechungsindex der mikrooptischen Systeme ausgebildetes Kompensationsmedium;
- i) Belichtung des zweiten Photoresists, wobei die erste Bildschicht eine Belichtungsmaske ausbildet;
- k) Entwickeln des zweiten Photoresists zu einer zweiten Bildschicht, die als eine Ätzmaske ausgebildet ist;
- l) Ätzen der semitransparenten Reflexionsschicht;
- m) Entfernen des Kompensationsmediums.

In einer vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass im Verfahrensschritt c) das Masterbild als ein elektronisch ansteuerbares Display ausgebildet ist. Es kann beispielsweise ein Durchlicht-Display vorgesehen sein, wobei es auf einfache Weise möglich ist, neben statischen Informationen personalisierte Informationen in die Bildschicht einzuschreiben. Die personalisierten Informationen können als von Personen lesbare Informationen und/oder als maschinenlesbare Informationen ausgebildet sein. Zur elektronischen Ansteuerung kann ein Computer vorgesehen sein, in dem die personalisierten Informationen gespeichert sind oder über ein Eingabegerät eingebbar sind.

Weiter kann vorgesehen sein, dass im Verfahrensschritt c) die auf die mikrooptische Schicht projizierten parallelen Lichtstrahlen vor dem Auftreffen auf die mikrooptische Schicht durch Filter und/oder Blenden geleitet werden. Filter können beispielsweise vorgesehen sein, um Spektralanteile, für die der

Photoresist nicht empfindlich ist, herauszufiltern. Filter oder Blenden können insbesondere vor und/oder nach der Parallelisierung des Lichts zum Einsatz kommen.

- 5 Es muss sich jedoch nicht zwingend um paralleles Licht handeln. So ist ein gewisser Einfallswinkelbereich zulässig oder sogar gewünscht. Dies ist bei Zylinderlinsen auch abhängig von der Orientierung des Einfallswinkelbereichs bezüglich der Linsenachse.
- 10 Es kann vorgesehen sein, dass im Verfahrensschritt a) ein Trägersubstrat bereitgestellt wird, bei dem in einem ersten Bereich auf der Oberseite des Trägersubstrats die mikrooptische Schicht ausgebildet ist, und bei dem in einem zweiten Bereich auf der Unterseite des Trägersubstrats die mikrooptische Schicht ausgebildet ist, und dass die Verfahrensschritte b) bis e) in dem zweiten
- 15 Bereich wie in dem ersten Bereich durchgeführt werden, mit dem Unterschied, dass in dem zweiten Bereich die Oberseite des Trägersubstrats die Unterseite des Trägersubstrats bildet und umgekehrt. Es wird ein Sicherheitselement ausgebildet, das beispielsweise in einem Fenster eines Sicherheitsdokuments anordenbar ist, wobei bei der Betrachtung der Vorderseite und der Rückseite
- 20 des Sicherheitselements unterschiedliche optische Effekte ausgebildet sein können. Es kann auch vorgesehen sein, das Fenster in dem Sicherheitsdokument so auszubilden, dass es nur den Blick auf den zweiten Bereich freigibt. Der erste und/oder der zweite Bereich können nicht miteinander verbundene Teilbereiche aufweisen. Beispielsweise können die
- 25 Teilbereiche als Elemente eines Rasters ausgebildet sein.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass der erste Bereich und der zweite Bereich des Trägersubstrats in einem Überlappungsbereich einander überlappen. In

dem Überlappungsbereich kann auf diese Weise beispielsweise ein drittes Sicherheitsmerkmal ausgebildet werden.

5 In einem abschließenden Verfahrensschritt kann vorgesehen sein, dass eine ein- oder mehrschichtige Kleberschicht auf die Unterseite und/oder Oberseite des Sicherheitselements aufgebracht wird. Optional kann die Unterseite und/oder Oberseite des Sicherheitselements auch eine oder mehrere zusätzliche Schichten wie z.B. eine Haftschicht- und/oder eine Primerschicht aufweisen.

10

Die nach dem vorbeschriebenen Verfahren ausgebildeten Sicherheitselemente können vielfältige optische Effekte ausbilden.

15 Es ist möglich, stereoskopische Effekte auszubilden, wenn die beiden Teilbilder der Bildschicht ein stereoskopisches Bildpaar bilden.

Es ist weiter möglich, quasi-kontinuierliche Bewegungen der Bilder zu erzeugen, wobei die Bewegung, d.h. die Positionsänderung der Bilder bei kontinuierlicher Änderung der Betrachtungsposition eintreten kann.

20

In ähnlicher Weise kann ein Morphingeffekt erzielt werden, wobei ein erstes Bild über verschiedene Stufen in ein zweites Bild gewandelt wird.

25 Die Betrachtung der Sicherheitselemente 1 kann in Reflexion und/oder in Transmission vorgesehen sein.

Die Bildschicht oder Bildschichten können auf der von den mikrooptischen Elementen abgewandten Seite ein statisches Bild darstellen.

Im Anschluss an die Herstellung der Bildschicht können weitere Schichten vollflächig oder partiell, z.B. durch Drucken oder durch Transfer einer Übertragungslage von einem Träger, insbesondere durch Heißprägen und/oder

5 Kaltprägen, aufgebracht werden. Eine partielle Entfernung nach dem Aufbringen, z.B. eine sogenannte Demetallisierung, ist ebenfalls möglich. Bei den Schichten kann es sich um Metalle, beispielsweise Aluminium, HRI-Schichten, farblose oder eingefärbte (z.B. komplementär zur Farbe der Bildschicht eingefärbt) ein- oder mehrlagige Kunststoffschichten,

10 Primerschichten anorganischer oder organischer Natur, Klebstoffschichten usw. handeln. Die Reihenfolge ist weitestgehend beliebig. Schichten können auch mehrmals vorkommen. Interessant ist das rückseitige Aufbringen weiterer Schichten auf die Bildschicht deshalb, weil damit unterschiedliche Effekte von der Vorder- und Rückseite realisierbar sind.

15 Durch Verwendung von mehreren unterschiedlich eingefärbten Photoresists können z.B. Farbbilder, insbesondere Echtfarbenbilder erzeugt werden.

Möglich ist auch das Einbringen von optischen Strukturen in die Bildschicht

20 bzw. in zusätzliche Schichten, z.B. durch Replikation (thermische Replikation bzw. UV-Replikation). Optische Strukturen können jedoch auch in eine Abstandsschicht eingebracht werden, bevor die Bildschicht aufgebracht wird.

Die Abstandsschicht kann eine Volumenhologrammschicht sein.

25 Zwischen der mikrooptischen Schicht und der Bildschicht können eine Vielzahl von zusätzlichen Materialien vorhanden sein, beispielsweise

- (ein)gefärbte Schichten (vollflächig bzw. bereichsweise)

- pigmentierte Schichten (Sicherheitspigmente, beispielsweise UV-Fluoreszenzpigmente);
- Druckschichten (vollflächig bzw. bereichsweise);
- Schichten, die mittels Laser beschriftbar sind;
- 5 - Schichten mit polarisierenden Eigenschaften;
- HRI-Schichten, beispielsweise aus ZnS.

Die Sicherheitselemente können mit weiteren Elementen ausgebildet werden, die beispielsweise als insbesondere statische optische Referenzpunkte, Linien
10 usw. für die Bewegung dienen können. Weitere Elemente könnten zusätzliche Moiré-Elemente sein, weitere gedruckte oder optisch variable oder metallische Darstellungen sein, die den Bildflip ergänzen oder komplementieren. Der dargestellte Bildflip kann auch durch eine oder mehrere weitere Technologien dargestellt werden, beispielsweise durch ein optisch variables Element. Hierbei
15 kann der Bildflip synchron, asynchron oder invers erfolgen.

Elemente der Bildschicht können auch als Markierungen, insbesondere als Registermarken und/oder Steuermarken zum Steuern weiterer Prozessschritte, insbesondere zum Aufbringen weiterer Schichten und/oder Elemente
20 Verwendung finden.

Weiter können Kombinationen mit weiteren Sicherheitselementen bzw. dekorativen Elementen vorgesehen sein, die beispielsweise als ein Hologramm, ein Kinegram®, ein Linseneffekt, ein Volumenhologramm, Sicherheitsdruck, ein
25 dekorativer Druck, ein UV-Fluoreszenzdruck, ein Druck von Upconverter (IR-Upconverter), ein OVI-Druck (OVI = Optically Variable Ink) und als maschinell detektierbare Pigmente (3rd line Features) ausgebildet sein können. Die Kombinationen können nebeneinander angeordnet sein. Sie können auch

ineinander verschachtelt oder überlappend angeordnet sein. Bildelemente sowie enthaltene Daten usw. können komplementär zueinander sein, sich ergänzen oder in verschiedenen Technologien wiederholt werden.

- 5 Die in der Bildschicht enthaltenen Teilbilder können sich mit weiteren Bildern oder Informationen des Sicherheitselements ergänzen. So können die Teilbilder der Bildschicht sich mit gedruckten Informationen außerhalb des Sicherheitselements ein Gesamtbild oder Gesamtbilder darstellen. Hierbei wäre ein Teil des Gesamtbildes insbesondere durch den Lenticular Flip variabel.

10

Durch Kombination mit einem optisch variablen Element könnten unterschiedliche Gesamtteilbilder durch Teilinformationen aus Lenticular Flip und optisch variablen Elementen erzeugt werden, die bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln sichtbar wären.

15

Ein weiteres Beispiel wäre die Kombination mit einer optisch variablen Druckfarbe. So könnten die bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln auftretenden Farben der optisch variablen Farbe synchron zu den Farben des Lenticular Flips sichtbar sein.

20

Die Sicherheitselemente können neben den optischen Effekten zusätzliche Funktionen bereitstellen, wie die Maschinenlesbarkeit. Ein Lenticularflip oder ein Moiré-Magnifier kann maschinenlesbar sein, wobei unterschiedliche Barcodes oder positiv/negativ Barcodes anzeigbar sind. Diese Codes können

25

zur Authentifizierung/Verifizierung dienen.

Die Bildschicht kann eine Moiré-Codierung enthalten, d.h. ein oder mehrere Bilder des Bildflips können zusätzlich mit einem Moiré-Analysator bzw. über

eine Bilderfassung und Bearbeitung analysiert werden. Die Erfassung eines Moiré-Effekts kann auch von der den Linsen abgewandten Seite her erfolgen.

5 Ein Lenticular Flip kann Moiré-Magnifier-Information enthalten, die durch einen zweiten Analysator analysiert werden, wobei der Moiré-Analysator über der Linsenschicht positioniert wird.

Werden bei der Projektion bzw. bei der Belichtung relativ viele unterschiedliche Teilbilder bzw. unterschiedliche n-Teilbilder ausgebildet, so können im
10 Photoresist Mikrobilder mit einem leicht unterschiedlichen Pitch (Distanz der Bildwiederholung) relativ zum Pitch des aus mikrooptischen Systemen gebildeten Arrays, bevorzugt des aus Mikrolinsen gebildeten Arrays, besonders bevorzugt des aus einem Mikrolinsenraster gebildeten Arrays erzeugt werden. Bei Betrachtung des Sicherheitselements aus unterschiedlichen Richtungen,
15 insbesondere durch Drehen und Kippen des Sicherheitselements, kann hierdurch insbesondere eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Bildabfolge der erzeugten Teilbilder erzeugt werden. Insbesondere werden hierdurch beim Betrachten des Sicherheitselements vergrößerte Abbilder der einbelichteten n-ten Teilbilder bzw. Mikrobilder erzeugt, wobei beim Kippen
20 bzw. Drehen des Sicherheitselements sich bevorzugt bewegende und/oder vergrößernde und/oder verkleinernde und/oder gegenläufige und/oder sich drehende Designelemente zeigen. Hierbei handelt es sich vorteilhafterweise um einen 1D- bzw. 2D-Moire-Magnifier-Effekt.

25 Bevorzugt wird die Belichtung bzw. die Projektion derart durchgeführt, dass bei Betrachtung des Sicherheitselements aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen, insbesondere durch Kippen und/oder Drehen, eine

kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Bildabfolge der n-ten Teilbilder sichtbar wird.

- Denkbar ist auch, dass die mikrooptische Schicht ein aus Mikrolinsen gebildetes Array bzw. ein aus Mikrolinsenraster gebildetes Array umfasst und die Belichtung bzw. die Projektion derart durchgeführt wird, dass die n-ten Teilbilder als Mikrobilder, als in 1- oder 2-Dimensionen verzerrte Mikrobilder oder als Teile von Mikrobildern erzeugt werden, wodurch insbesondere bei Betrachtung des Sicherheitselements aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen, insbesondere durch Kippen und/oder Drehen, eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Bildabfolge der n-ten Teilbilder sichtbar wird.

- Nach dem vorbeschriebenen Verfahren hergestellte Sicherheitselemente können beispielsweise in folgenden Sicherheitsdokumenten oder anderen Sicherheitsprodukten oder kommerziellen Produkten eingesetzt werden:
- Staatliche bzw. nichtstaatliche Personaldokumente (Pass, Ausweis, Visum, Führerschein, Geburtszertifikat, Kraftfahrzeugnummernschild, Waffenscheine usw.
 - Banknoten, Checks, Zertifikate
 - Kreditkarten; Wertgegenstände; Tickets; Zutrittsausweise

- Insbesondere eignen sich die Sicherheitselemente bei sogenannten Dokumenten mit Fenstertechnologie mit transparenten Bereichen für eine Durchlichtbetrachtung und/oder eine Betrachtung von Vorder- und Rückseite. Bei sogenannten Fensterbanknoten kann es sich um Banknoten mit physischen Öffnungen im Substrat handeln oder beispielsweise um Polymerbanknoten mit transparenten Polymerbereichen. Die Sicherheitselemente 1 können den

Fensterbereich teilweise oder vollständig abdecken, wobei eine Betrachtung im Fensterbereich sowohl von der Vorder- als auch der Rückseite der Banknote in Reflexion und /oder in Transmission möglich ist. Bei Polymerbanknoten kann das Sicherheitselement auch direkt auf dem Substrat aufgebaut werden, d.h.
5 das Polymersubstrat würde das Trägersubstrat darstellen.

Das Sicherheitselement kann ebenfalls Teil einer Kunststoffkarte sein, wobei das Sicherheitselement auf eine Kunststoffkarte aufgebracht ist oder als eingebetteter und/oder integraler Teil der Kunststoffkarte erzeugt wird.

10

Die vorbeschriebenen Elemente sind jedoch auch außerhalb des Bereichs von Sicherheitsdokumenten bzw. außerhalb des Sicherheitsbereichs einsetzbar für dekorative Gegenstände und Werbematerialien oder als funktionale Elemente, beispielsweise als Komponenten von Displays, Lichtleitungs- und
15 Beleuchtungssystemen und Brillen.

Die Sicherheitselemente eignen sich besonders für Produkte mit sogenannten Durchsichtselementen wie z.B. Fensterbanknoten, Sicherheitsfaden- Anwendungen für Banknoten und/oder Dokumente mit transparenten Bereichen
20 usw.

Die Sicherheitselemente können auf Objekte aufgebracht oder in Objekte eingebracht (eingebettet) werden.

25 Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung des Aufbaus und der Funktion eines nach dem ersten erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Sicherheitselements;
- 5 Fig. 2.1 bis 2.3 Ausführungsbeispiele einer Linsenschicht in Fig. 1 in schematischen Draufsichten;
- Fig. 3.1 bis 3.5 Verfahrensschritte eines Ausführungsbeispiels zur Bereitstellung einer Trägerfolie, deren Oberseite als die Linsenschicht in Fig. 1 ausgebildet ist, in schematischen Schnittdarstellungen;
- 10 Fig. 4.1 bis 4.8 Verfahrensschritte eines ersten Ausführungsbeispiels des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischen Schnittdarstellungen;
- Fig. 5.1 den Verfahrensschritt in Fig. 4.4 in einer schematischen Draufsicht;
- 15 Fig. 5.2 den Verfahrensschritt in Fig. 4.6 in einer schematischen Draufsicht;
- Fig. 6.1 bis 6.6 Verfahrensschritte eines zweiten Ausführungsbeispiels des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischen Schnittdarstellungen;
- 20 Fig. 7.1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer zur Ausführung der in Fig. 4.4 und 4.6 dargestellten Verfahrensschritte verwendeten Belichtungsvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung;
- Fig. 7.2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer zur Ausführung der in Fig. 6.3 und 6.4 dargestellten Verfahrensschritte
- 25

- verwendeten Belichtungsvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung;
- Fig. 7.3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer zur Ausführung der in Fig. 6.3 und 6.4 dargestellten Verfahrensschritte
- 5 verwendeten Belichtungsvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung;
- Fig. 8.1 bis 8.12 Verfahrensschritte eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischen Schnittdarstellungen;
- 10 Fig. 9.1 bis 9.15 Ausführungsbeispiele eines nach dem ersten oder nach dem zweiten Verfahren hergestellten Sicherheitselements in schematischen Schnittdarstellungen;
- Fig. 10.1 bis 10.8 Verfahrensschritte eines vierten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischen Schnittdarstellungen;
- 15 Fig. 11.1 bis 11.7 Verfahrensschritte eines fünften Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischen Schnittdarstellungen;
- Fig. 12 eine Positivmaske in schematischer Darstellung;
- 20 Fig. 13 eine Negativmaske in schematischer Darstellung;
- Fig. 14a bis 14c ein erstes Ausführungsbeispiel einer Maske;
- Fig. 15a und 15b ein zweites Ausführungsbeispiel einer Maske;
- Fig. 16a bis 16c ein drittes Ausführungsbeispiel einer Maske;
- Fig. 17a bis 17c ein viertes Ausführungsbeispiel einer Maske;
- 25 Fig. 18a bis 18c ein erstes Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;

- Fig. 19 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;
- Fig. 20 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;
- Fig. 21 ein viertes Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;
- Fig. 22 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;
- 5 Fig. 23 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;
- Fig. 24 ein siebentes Ausführungsbeispiel einer Blendenschicht;
- Fig. 25 ein sechzehntes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitselements;
- 10 Fig. 26 ein siebzehntes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitselements;
- Fig. 27 ein erstes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;
- Fig. 28a und 28b ein zweites Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;
- 15 Fig. 29 ein drittes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;
- Fig. 30a und 30b ein viertes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;
- 20 Fig. 31a und 31b ein fünftes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;
- Fig. 32a und 32b ein sechstes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;
- Fig. 33 ein siebentes Ausführungsbeispiel eines
Sicherheitsdokuments;

- Fig. 34 ein achttes Ausführungsbeispiel eines Sicherheitsdokuments;
- Fig. 35 ein neuntes Ausführungsbeispiel eines Sicherheitsdokuments in einer schematischen
5 Schnittdarstellung;
- Fig. 36 ein zehntes Ausführungsbeispiel eines Sicherheitsdokuments.

Fig. 1 zeigt ein Sicherheitselement 1, umfassend eine als eine Linsenschicht 11l
10 ausgebildete mikrooptische Schicht 11, eine Trägerfolie 13 und eine Bildschicht 14.

Die Linsenschicht 11l ist auf der Oberseite der Trägerfolie 13 angeordnet. Die Linsenschicht 11l weist eine Vielzahl von Mikrolinsen 12 auf, die in einem
15 Raster aneinanderliegend angeordnet sind. Die Mikrolinsen 12 sind mit einem unbewaffneten Auge aus einem Betrachtungsabstand von etwa 250 mm nicht einzeln erkennbar, wenn die Rasterperiode kleiner als etwa 300 μm ist. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Rasterperiode etwa 35 μm .

20 Die Mikrolinsen 12 sind in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel als Zylinderlinsen oder als sphärische Linsen bzw. als Kugellinsen ausgebildet, die an der Oberfläche der Linsenschicht 11l angeordnet sind. Die Mikrolinsen 12 können auch als asphärische Linsen ausgebildet sein.

25 Die Bildschicht 14 ist an der Unterseite der Trägerfolie 13 angeordnet und liegt in der Bildebene der Mikrolinsen 12. Die Bildebene liegt im Brennpunkt oder nahe des Brennpunktes der Mikrolinsen 12. Die Bildschicht 14 umfasst in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Teilbilder 14l und 14r, die für

- den Fall von Zylinderlinsen in streifenförmige Bildabschnitte 14la und 14lr aufgerastert sind, wobei die Bildabschnitte 14la und 14lr alternierend und passergenau unter den Mikrolinsen 12 angeordnet sind. Bei Kugellinsen entstehen unter der Linse „Punkte“, die sich aneinander reihen. Die
- 5 Bildabschnitte 14la und 14lr weisen bei der genannten Rasterperiode von 35 μm eine Breite von typischerweise kleiner als 17,5 μm , insbesondere eine Breite von 3 μm bis 10 μm auf. Beim Kippen des Sicherheitselements 1 um eine Kippachse 1a, die mit den Längsachsen der Bildabschnitte 14la und 14ra fluchtet, kommt es zu einem Bildwechsel, d. h. je nach Betrachtungsrichtung ist
- 10 entweder das Teilbild 14l oder das Teilbild 14r sichtbar. Zwischen den Bildbereichen gibt es ggf. auch Positionen, bei denen keines der Bilder sichtbar ist. Die Kippachse muss nicht genau mit den Bildabschnitten fluchten, um einen Bildwechsel zu erkennen. So wird selbst bei deutlichen Abweichungen, beispielsweise bei einer Winkelabweichung von 30°, ein Bildwechsel sichtbar.
- 15 In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel zeigt das Teilbild 14l sternförmige Symbole, das Teilbild 14r ein Porträt. Derartige Sicherheitselemente werden als Lenticular-Flip oder Bildflip bezeichnet.
- 20 Bei den Teilbildern 14l und 14r handelt es sich um Makrobilder, d. h. die Teilbilder 14l und 14r haben die gleiche oder annähernd die gleiche Größe wie die bei der Betrachtung sichtbaren Teilbilder.
- 25 Die Dimensionen des Schichtaufbaus sind von der optischen Ausgestaltung der Linsen sowie der optischen Eigenschaften der Abstandsschicht abhängig. Hierbei sind die optischen Brechungsindizes der verwendeten Materialien ein wesentlicher Parameter.

Bei der weiter oben genannten Rasterperiode von etwa 35 μm , einer Dicke der Linsenschicht 11I im Bereich von 20 μm bis 25 μm und einer Gesamtdicke der Linsenschicht 11I und der Trägerfolie 14 im Bereich von 35 μm bis 40 μm weisen die Mikrolinsen 12 eine Höhe von etwa 12 μm auf.

5

Bei der weiter oben genannten Rasterperiode von etwa 35 μm , einer Dicke der Linsenschicht 11I im Bereich von 50 μm bis 60 μm und einer Gesamtdicke der Linsenschicht 11I und der Trägerfolie 14 von etwa 70 μm weisen die Mikrolinsen 12 eine Höhe von etwa 7 μm auf.

10

Fig. 2.1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Linsenschicht 11I. Die Linsenschicht 11I weist als Zylinderlinsen 12z ausgebildete Mikrolinsen auf, deren Längsachsen mit der Kippachse 1a fluchten.

15 Fig. 2.2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Linsenschicht 11I. Die Linsenschicht 11I weist als Kugellinsen 12k ausgebildete Mikrolinsen auf, die in aneinander grenzenden Längsreihen und Querreihen angeordnet sind, wobei die Längsachsen der Querreihen mit der Kippachse 1a fluchten.

20 Fig. 2.3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Linsenschicht 11I. Die Linsenschicht 11I ist wie die in Fig. 2.2 beschriebene Linsenschicht 11I ausgebildet, mit dem Unterschied, dass die Längsachsen der aneinander grenzenden Querreihen 12r mit der Kippachse 1a ein Azimut α_q einschließen, und dass die Längsachsen der aneinander grenzenden Längsreihen 12l mit der
25 Kippachse 1a ein Azimut α_l einschließen. Das Azimut bezeichnet einen Horizontalwinkel in der x-y-Ebene der Linsenschicht 11I. In dem in Fig. 2.3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Azimut $\alpha_q = 45^\circ$, das Azimut $\alpha_l = 135^\circ$.

Kombinationen von Mikrolinsen 12 mit unterschiedlicher Ausrichtung können somit auch zu gestalterischen Zwecken Verwendung finden. Die Variationsbreite des Azimuts ist insofern von Bedeutung in Fällen, bei denen kompliziertere Linsenformen bzw. Linsenarrays zum Einsatz kommen.

5

Die Fig. 3.1 bis 3.5 zeigen in einem Ausführungsbeispiel ein Verfahren zur Ausbildung der auf der Trägerfolie 13 angeordneten Linsenschicht 11I. Im Folgenden wird das Verfahren als ein Rolle-zu-Rolle-Verfahren beschrieben.

- 10 Alternative Verfahren sind beispielsweise Rolle-zu-Bogen-Verfahren oder Bogen-zu-Bogen-Verfahren. Ebenfalls möglich ist eine Einzelfertigung der Sicherheitselemente.

- Fig. 3.1 zeigt einen ersten Verfahrensschritt, in dem die Trägerfolie 13 bereitgestellt wird. Bei der Trägerfolie 13 kann es sich um eine Folie aus einem thermoplastischen Kunststoff handeln, beispielsweise aus Polyethylen, Polypropylen, Polycarbonat oder Polyester (PET) mit einer Dicke von etwa 20 μm , die auf einer Vorratsrolle aufgewickelt ist. Es kann auch ein Verbund verschiedener Kunststofflagen eingesetzt werden, die beispielsweise mittels
- 20 eines Klebers miteinander verbunden sind. Die Dicke der Trägerfolie bewegt sich typischerweise im Bereich von 6 μm bis 200 μm , bevorzugt von 12 μm bis 50 μm , weiter bevorzugt von 16 μm bis 36 μm .

- Fig. 3.2 zeigt einen zweiten Verfahrensschritt, in dem die Oberseite der Trägerfolie 13 mit einer Replizierschicht 15 aus einem unter UV-Licht härtenden Lack beschichtet wird. Die Beschichtung kann in einer Beschichtungsstation erfolgen, an der die Trägerfolie 13 vorbeigeführt wird. Die Beschichtung kann aus einer Lösung oder lösemittelfrei, ggf. bei erhöhten Temperaturen, erfolgen.
- 25

Zwischen den Schichten 11 und 13 können auch weitere optionale ein- oder mehrschichtige Schichten wie beispielsweise eine Haftvermittlerschicht oder eine Sperrschicht oder Barrierschicht vorgesehen sein.

- 5 Fig. 3.3 zeigt einen dritten Verfahrensschritt, in dem ein Prägestempel 15s auf die Replizierschicht 15 gedrückt wird. Die der Replizierschicht 15 zugewandte Unterseite des Prägestempels 15s weist eine Oberflächenstruktur auf, die dem Negativ der Oberflächenstruktur der Linsenschicht 11l entspricht. Der Prägestempel 15s ist als eine Prägerolle ausgebildet, wobei die mit der
- 10 Replizierschicht 15 beschichtete Trägerfolie 13 mit einer Andruckrolle an die Prägerolle gedrückt wird.

- Fig. 3.4 zeigt einen vierten Verfahrensschritt, in dem die auf der Trägerfolie 13 angeordnete geprägte Replizierschicht 15 an einer UV-Strahlungsquelle
- 15 vorbeigeführt wird, so dass die Replizierschicht zu dem Linsenlayer 11l aushärtet.

- Alternativ kann die UV-Belichtung auch von der Trägerseite durch die Trägerfolie 13 erfolgen. Eine weitere Variante ist eine UV-Belichtung während
- 20 des Prägevorgangs, d.h. während der Prägestempel 15s und die Replizierschicht 15 so in Kontakt sind, dass die Struktur des Prägestempels 15s in die Replizierschicht 15 abgeformt wird. Der Prägestempel 15s kann je nach verwendetem Verfahren flach, halbrund oder rund ausgebildet sein. Die UV-Belichtung kann auch unter einer Schutzgasatmosphäre erfolgen. Hierbei wird
- 25 z.B. eine Stickstoffatmosphäre bzw. eine Argongasatmosphäre über der Replizierschicht 15 erzeugt, um Sauerstoff während der Belichtung weitgehend auszuschließen.

Im Belichtungsverfahren können auch bestimmte Effekte vorkompensiert werden. So könnte beispielsweise das Endprodukt auf einer gekrümmten Oberfläche zum Einsatz kommen. Hierfür würde z.B. die Replizierschicht 15 während des Belichtungsvorgangs auf einer gekrümmten Oberfläche geführt.

5

Alternativ kann die Vorkompensation durch Anpassung der örtlichen Belichtungsrichtung erfolgen. Hierbei wird der lokale Belichtungswinkel modifiziert. Dieses kann auch durch Zwischenschaltung eines optischen Linsensystems mit ein oder mehreren optischen Linsen erfolgen, durch die die lokale Belichtung unterschiedlich ausfällt. Alternativ bzw. zusätzlich kann die Vorkompensation auch durch Modifikation der Belichtungsmasken erfolgen. Die Vorkompensation kann auch entsprechend einer mathematischen Funktion erfolgen.

10

15 Fig. 3.5 zeigt einen fünften Verfahrensschritt, in dem die mit der Linsenschicht 11I beschichtete Trägerfolie 13 als ein Halbzeug vorliegt, das entsprechend dem vorbeschriebenen Rolle-zu-Rolle-Verfahren auf eine Aufwickeltrommel gespult wird.

20 Es kann auch vorgesehen sein, die Replizierschicht 15 als eine Kunststoffschicht auszubilden und die Linsenstruktur direkt in die Replizierschicht 15 zu prägen. Damit entfällt der in Fig. 3.4 dargestellte vierte Verfahrensschritt. Bei der Replizierschicht handelt es sich bevorzugt um thermoplastische Kunststoffe oder Lacke. Thermoplastische Elastomere können
25 ebenfalls zum Einsatz kommen.

Es kann auch vorgesehen sein, anstelle der in Fig. 3.2 bis 3.4 dargestellten Verfahrensschritte die Linsenschicht 11I auf die Trägerfolie 13 aufzudrucken.

Weiter kann vorgesehen sein, die Linsenschicht 11I mit der Trägerfolie 13 einstückig auszubilden und die Linsenschicht 11I in die Trägerfolie 13 zu prägen. Alternativ kann auch eine separat hergestellte Linsenschicht mit bereits
5 ausgestalteten Linsen auf die Trägerfolie aufgebracht werden, beispielsweise mittels Aufkleben.

Die Fig. 4.1 bis 4.8 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens, in dem die Bildschicht 14 in einem
10 Kontaktverfahren mit einem ersten Bild 14I und einem zweiten Bild 14r ausgebildet wird, wie weiter oben in Fig. 1 beschrieben. Bei den Fig. 4.1 bis 4.8 handelt es sich um schematische Schnittdarstellungen, wobei zur besseren Übersicht Schichten jeweils als ein rechteckförmiger Bereich dargestellt sind.

15 Fig. 4.1 zeigt einen ersten Verfahrensschritt, in dem die Trägerfolie 13, auf deren Oberseite die Linsenschicht 11I ausgebildet ist, bereitgestellt wird. Der Aufbau der Linsenschicht 11I ist weiter oben beschrieben.

Fig. 4.2 zeigt einen zweiten Verfahrensschritt, in dem ein Photoresist 16 auf die
20 Unterseite der Trägerfolie 13 aufgebracht wird. Typische Ausgangsstoffe für Photoresists 16 sind beispielsweise Polymethylmethacrylat, Novolak, Polymethylglutarimid und Epoxidharze. Gängige Lösungsmittel sind beispielsweise Cyclopentanon oder Gamma-Butyrolacton zusätzlich enthalten Photoresists 16 in der Regel eine fotoempfindliche Komponente. Es können
25 auch wasserlösliche Photoresists 16 verwendet werden.

Die Verfahrensschritte des Aufbringens des Photoresists 16 und das Auf- bzw. Einbringen der Mikrolinsen können auch in geänderter Reihenfolge oder auch

simultan erfolgen. Die Beschichtung mit dem Photoresist 16 kann vollflächig bzw. teilflächig erfolgen. Beispielsweise kann der Photoresist in Form eines Musters oder in Form eines oder mehrerer Motive aufgebracht sein. Verfahren sind Beschichten bzw. Drucken aus Lösung (lösemittelhaltig; wässrige Systeme); lösemittelfrei (flüssig, halbflüssig) oder auch Aufbringen sogenannter Trockenresists durch Aufwalzen, Aufkleben.

Verwendung finden können positive Photoresists 16 und/oder negative Photoresists 16.

10

Der Photoresist 16 kann je nach Folgeprozess farblos sein oder pigmentiert sein und/oder eingefärbt sein und/oder mehrfarbig gedruckt sein. Als Farben werden gelöste Farbstoffe und/oder Pigmente, auch Spezialpigmente, wie sie im Sicherheitsbereich Verwendung finden, beispielsweise UV-Fluoreszenz-Pigmente, eingesetzt. Bevorzugt sind Pigmente mit kleinen Korngrößen unterhalb der Schichtdicke des Photoresists 16. Weiter bevorzugt sind sogenannte Nanopigmente, d.h. Pigmente mit Korngrößen unterhalb 1 µm bevorzugt unterhalb 0,5 µm. Die Pigmente können anorganischer oder organischer Natur sein oder Mischungen beider sein. Neben Pigmenten können auch lösliche Farbstoffe zum Einsatz kommen.

20

Der Photoresist 16 kann transparent, semitransparent oder opak, ggf. opak nur in bestimmten Wellenlängenbereichen, sein. So kann der farbige Photoresist beispielsweise im nahen UV, in dem der Photoresist empfindlich ist, weitgehend transparent sein, jedoch im sichtbaren Wellenlängenbereich im Wesentlichen schwarz erscheinen.

25

Als Photoresists können auch flüssigkristalline Materialien Verwendung finden, bei denen während des Belichtungsprozesses bzw. Aushärtprozesses ggf. zusätzlich räumliche Orientierungen der flüssigkristallinen Moleküle erfolgen. Die Orientierung der Moleküle kann z.B. an physischen Strukturen wie z.B. Mikrostrukturen und/oder auch durch Belichtung mittels polarisiertem Licht ausgebildet werden.

Die Photoresists 16 können farblos oder einfarbig oder mehrfarbig aufgebracht werden. Sie können auch in Form eines oder mehrerer Patches aufgebracht werden. Die Patchform kann ebenfalls ein Motiv und/oder ein Muster darstellen, beispielsweise eine Landeskontur und/oder unterbrochen sein, beispielsweise streifenförmig ausgebildet sein. Photoresists 16 können auch mehrschichtig aufgebracht werden. Die Schichten können unterschiedliche Formen und/oder Eigenschaften aufweisen.

Fig. 4.3 und 4.4 zeigen einen dritten Verfahrensschritt, in dem auf die Linsenschicht 11 ein erstes als eine Bildmaske ausgebildetes Masterbild 14lm aufgelegt wird (Fig. 4.3) und der Photoresist 16 mit parallelen Lichtstrahlen unter einem ersten Einfallswinkel β_1 , der gleich einem ersten Betrachtungswinkel ist, durch die Linsenschicht 11 hindurch belichtet wird (Fig. 4.4). Durch die Belichtung wird in dem Photoresist 16 ein erstes latentes Teilbild ausgebildet. Fig. 5.1 zeigt den dritten Verfahrensschritt in der Draufsicht. Das Masterbild 14lm kann als eine Positiv-Maske (siehe Fig. 12) oder als eine Negativ-Maske (siehe Fig. 13) ausgebildet sein.

Fig. 4.5 und 4.6 zeigen einen vierten Verfahrensschritt, in dem auf die Linsenschicht 11 ein zweites als eine Bildmaske ausgebildetes Masterbild 14rm aufgelegt wird (Fig. 4.5) und der Photoresist 16 mit parallelen Lichtstrahlen unter

einem zweiten Einfallswinkel β_r , der gleich einem zweiten Betrachtungswinkel ist, durch die Linsenschicht 11 hindurch belichtet wird (Fig. 4.6). Durch die Belichtung wird in dem Photoresist 16 ein zweites latentes Teilbild ausgebildet.

- 5 Fig. 5.2 zeigt den vierten Verfahrensschritt in der Draufsicht. Der Winkel β_r kann dabei auch 0° sein.

Die im dritten und vierten Verfahrensschritt verwendeten parallelen Lichtstrahlen werden in einer in Fig. 7.1 schematisch dargestellten

- 10 Belichtungsvorrichtung 17 erzeugt. Die Belichtungsvorrichtung 17 umfasst eine Strahlungsquelle 17l und ein Projektionsobjektiv 17o. Bei der Strahlungsquelle 17l handelt es sich um eine Lampe, die Licht im UV-nahen Bereich oder im UV-Bereich abstrahlt. Die Wellenlänge des Lichtes ist auf die Eigenschaften des Photoresists 16 abgestimmt. Die Strahlungsquelle 17l ist im Brennpunkt des
- 15 Projektionsobjektivs 17o angeordnet, so dass parallele Lichtstrahlen aus dem Projektionsobjektiv 17o austreten.

Prinzipiell können alle geeigneten Methoden zur Erzeugung von parallelem Licht bzw. nahezu parallelem Licht zur Anwendung kommen. Hierzu gehört

20 auch die Verwendung von Lasern oder Laserdioden ggf. in Kombination mit geeigneten Optiken.

Fig. 4.7 und 4.8 zeigen einen fünften Verfahrensschritt, in dem der belichtete Photoresist 16 zu der Bildschicht 14 entwickelt wird. Bei der Entwicklung

- 25 werden beispielsweise die unbelichteten Bereiche des Photoresists 16 entfernt, beispielsweise durch Auswaschen mit einem Lösungsmittel.

- Die belichteten Bereiche des Photoresists 16 werden durch das Einwirken der Lichtstrahlen chemisch so verändert, dass ihre Löslichkeit geringer ist, als die Löslichkeit der belichteten Bereiche. Typische Entwicklerlösungen sind z.B. Alkali enthaltende Lösungen. Im Anschluss werden Reste der Entwicklerlösung
- 5 in entsprechenden Nachbehandlungsprozessen, z.B. Waschen mit deionisierten Wasser, entfernt. Das Entfernen des Photoresists kann durch Schwämme, Bürsten, Hochdruckdüsen usw. unterstützt werden. Als Entwicklerlösungen können auch organische Lösungen bzw. Lösemittel zum Einsatz kommen. Es gibt auch Photoresists, welche als Entwicklerlösungen im
- 10 Wesentlichen Wasser verwenden. Zuschlagstoffe in der Entwicklerlösung, wie beispielsweise Isopropanol, dienen der besseren Benetzung des Photoresists. In Fig. 4.8 ist die Bildschicht 14, welche die Teilbilder 14l und 14r umfasst, dargestellt.
- 15 Im Anschluss an den Entwicklungsprozess kann eine zusätzliche UV-Belichtung, ggf. auch bei anderer Wellenlänge, erfolgen, um die Bildschicht 14 weiter auszuhärten. Eine Nachhärtung kann auch mittels Elektronenstrahlung (e-beam) erfolgen und/oder über einen chemischen Vernetzer und/oder durch
- 20 vorherige Aufbringen einer weiteren Schicht, um diese gemeinsam auszuhärten oder um eine bessere Verbundhaftung zwischen den Schichten zu erreichen.

Es ist auch möglich, mehr als zwei Belichtungsrichtungen vorzusehen, beispielsweise drei Belichtungsrichtungen.

25

Die Fig. 14a bis 14c zeigen dafür geeignete Masterbilder, die als Positiv-Masken ausgebildet sind.

Fig.14a zeigt ein erstes Masterbild 14lm, Fig. 14b ein zweites Masterbild 14mm und Fig. 14c ein drittes Masterbild 14rm. Die Masterbilder 14lm, 14mm und 14rm werden jeweils aus unterschiedlichen Winkeln belichtet. Beim Betrachten eines so ausgebildeten Sicherheitselements erscheinen nacheinander drei
5 Teilbilder, deren Motive durch die Buchstaben A, B, C symbolisiert sind, die jeweils nur unter dem zugeordneten Kippwinkel sichtbar sind.

Die Fig. 15a und 15b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für Masterbilder 14lm, 14rm. Beim Betrachten eines so ausgebildeten Sicherheitselements
10 erscheinen beim Kippen zwei Teilbilder, deren Motive durch die Buchstaben A, B, C und D, E, F symbolisiert sind, die jeweils nur unter dem zugeordneten Kippwinkel sichtbar sind.

Die Fig. 16a bis 16c zeigen ein Ausführungsbeispiel, das wie das in Fig. 14a bis
15 14c beschriebene Ausführungsbeispiel ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass beim Betrachten eines so ausgebildeten Sicherheitselements nacheinander drei Teilbilder erscheinen, deren Motive durch die Buchstaben A, B, C – D, E, F – G, H, I symbolisiert sind.

20 Die Fig. 17a bis 17c zeigen ein Ausführungsbeispiel, das wie das in Fig. 14a bis 14c beschriebene Ausführungsbeispiel ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass beim Betrachten eines so ausgebildeten Sicherheitselements nacheinander drei Teilbilder erscheinen, deren Motive durch den Buchstaben A symbolisiert sind, der seine Drehlage ändert.

25

Die Fig. 6.1 bis 6.6 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens, in dem die Bildschicht 14 in einem Projektionsverfahren mit einem ersten Teilbild 14l und einem zweiten Teilbild

14r ausgebildet wird, wie weiter oben in Fig. 1 beschrieben. Bei den Fig. 6.1 bis 6.6 handelt es sich um schematische Schnittdarstellungen, wobei zur besseren Übersicht Schichten jeweils als ein rechteckförmiger Bereich dargestellt sind.

- 5 Fig. 6.1 zeigt einen ersten Verfahrensschritt, in dem die Trägerfolie 13, auf deren Oberseite der Linsenlayer 11l ausgebildet ist, bereitgestellt wird. Der Aufbau des Linsenlayers 11l ist weiter oben beschrieben.

- Fig. 6.2 zeigt einen zweiten Verfahrensschritt, in dem ein Photoresist 16 auf die
10 Unterseite der Trägerfolie 13 aufgebracht wird.

- Fig. 6.3 zeigt einen dritten Verfahrensschritt, in dem ein erstes Masterbild 14lm durch eine Parallelprojektion auf den Linsenlayer 11 übertragen wird und durch die Mikrolinsen 12 des Linsenlayers 11l auf den Photoresist 16 fokussiert wird.
15 Die Projektionsstrahlen treffen unter einem ersten Einfallswinkel β_i , der gleich einem ersten Betrachtungswinkel ist, auf den Linsenlayer 11l. Durch die Belichtung wird in dem Photoresist 16 ein erstes latentes Teilbild ausgebildet.

- Fig. 6.4 zeigen einen vierten Verfahrensschritt, in dem auf den Linsenlayer 11l
20 ein zweites Masterbild 14rm durch eine Parallelprojektion übertragen wird. Die Projektionsstrahlen verlaufen unter einem zweiten Einfallswinkel β_r , der gleich einem zweiten Betrachtungswinkel ist, durch den Linsenlayer 11l hindurch. Durch die Belichtung wird in dem Photoresist 16 ein zweites latentes Teilbild ausgebildet.

25

Die im dritten und vierten Verfahrensschritt verwendeten parallelen Lichtstrahlen werden in einer in Fig. 7.2 schematisch dargestellten Belichtungsvorrichtung 17 erzeugt. Die Belichtungsvorrichtung 17 umfasst eine

Strahlungsquelle 17l, einen Kondensor 17k, eine Aufnahme 17a für das Masterbild 14lm, 14rm und ein Projektionsobjektiv 17o. Bei der Strahlungsquelle 17l handelt es sich beispielsweise um eine Lampe, die Licht im UV-nahen Bereich oder im UV-Bereich abstrahlt. Die Wellenlänge des Lichtes ist auf die Eigenschaften des Photoresists 16 abgestimmt.

Bei der Projektion wird das Masterbild 14lm, 14rm, das ein oder mehrere Bilder, Muster usw. umfassen kann, über das Projektionsobjektiv 17o aus einer definierten Position relativ zur Linsenschicht 11l heraus projiziert, wobei das Projektionsobjektiv 17o und die Mikrolinsen 12 ein optisches System bilden, bei dem zwischen dem Projektionsobjektiv 17o und den Mikrolinsen 12 ein paralleler Strahlengang ausgebildet ist. Es kann sowohl eine 1:1-Abbildung als auch eine Vergrößerung und/oder Verkleinerung des Masterbilds 14lm, 14rm erfolgen.

Werden bei der Projektion bzw. bei der Belichtung relativ viele unterschiedliche Teilbilder bzw. unterschiedliche n-Teilbilder 14l, 14r ausgebildet, so können im Photoresist 16 Mikrobilder mit einem leicht unterschiedlichen Pitch (Distanz der Bildwiederholung) relativ zum Pitch des aus mikrooptischen Systemen gebildeten Arrays, bevorzugt zum Pitch des aus Mikrolinsen 12 gebildeten Arrays, besonders bevorzugt zum Pitch des aus einem Mikrolinsenraster gebildeten Arrays erzeugt werden. Bei Betrachtung des Sicherheitselements 1 aus unterschiedlichen Richtungen, insbesondere durch Drehen und Kippen des Sicherheitselements 1, kann hierdurch insbesondere eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Bildabfolge der erzeugten Teilbilder 14l, 14r erzeugt werden. Insbesondere werden hierdurch beim Betrachten des Sicherheitselements 1 vergrößerte Abbilder der einbelichteten n-ten Teilbilder 14l, 14r bzw. Mikrobilder erzeugt, wobei beim Kippen bzw. Drehen des

Sicherheitselements 1 sich bevorzugt bewegend und/oder vergrößernde und/oder verkleinernde und/oder gegenläufige und/oder sich drehende Designelemente zeigen. Hierbei handelt es sich vorteilhafterweise um einen 1D- bzw. 2D-Moire-Magnifier-Effekt.

5

Bevorzugt wird die Belichtung bzw. die Projektion derart durchgeführt, dass bei Betrachtung des Sicherheitselements 1 aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen, insbesondere durch Kippen und/oder Drehen, eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Bildabfolge der n-ten Teilbilder 14l, 10 14r sichtbar.

Als Verfahren zur Erzeugung des Masterbilds 14lm, 14rm können sowohl analoge als auch digitale Verfahren vorgesehen sein. Das Masterbild 14lm, 14rm kann beispielsweise als eine Maske ausgebildet werden. Die Maske kann 15 beispielsweise aus einer metallischen Blende mit Aussparungen bestehen oder aus einem Filmmaterial, welches entsprechend geschwärzt wurde. Interessant ist die Verwendung von Masken mit Teilbildern, bei denen die jeweiligen Teilbilder (Öffnungen) eine selektive Durchlässigkeit für bestimmte Wellenlängen aufweisen, beispielsweise eine Durchlässigkeit für UV-A bzw. 20 UV-B. Hierdurch kann durch Verwendung von zwei UV-Belichtungseinheiten mit unterschiedlichen Wellenlängen bzw. Wellenlängenbereichen (Beispiel: UV-A und UV-B) eine selektive Belichtung aus unterschiedlichen Winkeln erfolgen. Die Vorteile liegen in der Verwendung von nur einer Belichtungsmaske bzw. in der Registerhaltigkeit der beiden Bilder.

25

Unter Register oder Passer bzw. Registergenauigkeit oder Passergenauigkeit ist eine Lagegenauigkeit zweier oder mehrerer Elemente und/oder Schichten relativ zueinander zu verstehen. Dabei soll sich die Registergenauigkeit

- innerhalb einer vorgegebenen Toleranz bewegen und dabei möglichst gering sein. Gleichzeitig ist die Registergenauigkeit von mehreren Elementen und/oder Schichten zueinander ein wichtiges Merkmal, um die Prozesssicherheit zu erhöhen. Die lagegenaue Positionierung kann dabei insbesondere mittels
- 5 sensorischer, vorzugsweise optisch detektierbarer Passermarken oder Registermarken erfolgen. Diese Passermarken oder Registermarken können dabei entweder spezielle separate Elemente oder Bereiche oder Schichten darstellen oder selbst Teil der zu positionierenden Elemente oder Bereiche oder Schichten sein.
- 10
- Als Masterbilder 14lm, 14rm können schwarz/weiß Darstellungen, Graustufenbilder, Farbbilder, Bilder mit Bereichen unterschiedlicher UV-Absorption („Farbbild“ im UV-Bereich), Halbtonbilder usw. vorgesehen sein.
- 15 Möglich ist auch Erzeugung von dreidimensionalen Bildern, die z.B. eine Tiefenwirkung eines dargestellten Objekts vermitteln.
- Fig. 7.3 zeigt eine Belichtungsvorrichtung 17, die wie die in Fig. 7.2 beschriebene Belichtungsvorrichtung ausgebildet ist, mit dem Unterschied,
- 20 dass das Masterbild als ein elektronisch steuerbares Display 17d ausgebildet ist, das über einen Computer 17c ansteuerbar ist. Das Display 17d kann beispielsweise wie ein aus Laserprojektoren bekanntes Display ausgebildet sein. Das Display 17d ermöglicht das Einbringen individualisierter Informationen in den Photoresist bzw. in die Bildschicht. Beispiele für individualisierte
- 25 Informationen sind Seriennummern, das Geburtsdatum eines Dokumenteninhabers oder das Bild einer Person. Vorteilhafterweise kann die Strahlungsquelle 17l als ein Laser ausgebildet sein, so dass der Laserstrahl

geeignet abgelenkt werden kann und zielgerichtet in der Intensität moduliert werden kann, beispielsweise ein- und ausgeschaltet werden kann.

Zusätzlich kann sich im Strahlengang ein Polarisator befinden, mittels dessen linear oder zirkular polarisiertes Licht erzeugt werden kann.

5

Der Kondensor 17k leuchtet das in der Aufnahme 17a angeordnete Masterbild 14lm, 14rm gleichmäßig aus. Das Masterbild 14lm, 14rm ist bezüglich des Projektionsobjektivs 17o so angeordnet, dass das Masterbild 14lm, 14rm in einem begrenzten Winkelbereich auf das Linsenarray projiziert wird.

10

Fig. 6.5 und 6.6 zeigen einen fünften Verfahrensschritt, der dem weiter oben in Fig. 4.7 und 4.8 beschriebenen Verfahrensschritt entspricht. In Fig. 6.6 ist die Bildschicht 14, welche die Teilbilder 14l und 14r umfasst, dargestellt.

- 15 Möglich ist auch die Verwendung einer Zeilenbelichtung bzw. eines Zeilenarrays als Belichtungseinheit. Unter einer Zeilenbelichtung versteht man eine Belichtungseinheit, bei der die Belichtung über eine sehr schmale Belichtungslinie erfolgt. Dieses kann durch Belichtung mittels eines Spalts erfolgen. Der Spalt wird hierbei über die zu belichtende Fläche und/oder die zu
- 20 belichtende Fläche unter dem Zeilenspalt durchgeführt. Als Zeilenspalt kann z.B. eine metallische Blende verwendet werden. Als Zeilenbelichter kann ebenfalls eine Anordnung von nebeneinander angeordneten UV-Dioden, ein sogenanntes Array, zum Einsatz kommen. So kann das Zeilenarray, bevorzugt mit hoher Auflösung, während der Belichtung über die zu belichtende Fläche
- 25 bewegt werden. Beispielsweise kann die Anordnung der Einzelbelichtungselemente in dem Zeilenarray einer Auflösung von 600 dpi bis 3600 dpi entsprechen. Alternativ bewegt sich die zu belichtende Fläche unter

dem Zeilenarray. Letzteres ist insbesondere bei Rolle-zu-Rolle-Verfahren vorteilhaft.

Die Fig. 8.1 bis 8.12 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel des
5 erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei den Fig. 8.1 bis 8.12 handelt es sich um schematische Schnittdarstellungen, wobei zur besseren Übersicht Schichten jeweils als ein rechteckförmiger Bereich dargestellt sind.

Fig. 8.1 zeigt einen ersten Verfahrensschritt, in dem die Trägerfolie 13, auf
10 deren Oberseite der Linsenlayer 11I ausgebildet ist, bereitgestellt wird. Der Aufbau des Linsenlayers 11I ist weiter oben beschrieben.

Fig. 8.2 zeigt einen zweiten Verfahrensschritt, in dem eine semitransparente
Metallschicht 18ms auf die Unterseite der Trägerfolie 13 aufgebracht wird,
15 beispielsweise aufgedampft wird.

Fig. 8.3 zeigt einen dritten Verfahrensschritt, in dem ein Photoresist 16 auf die
semitransparente Metallschicht 18ms aufgebracht wird.

20 Fig. 8.4. zeigt einen vierten Verfahrensschritt, in dem ein erstes Masterbild 14Im durch eine Parallelprojektion auf den Linsenlayer 11I übertragen wird und durch die Mikrolinsen 12 des Linsenlayers 11I auf einen ersten Photoresist 16 fokussiert wird. Die Projektionsstrahlen treffen unter einem ersten Einfallswinkel β_1 , der gleich einem ersten Betrachtungswinkel ist, auf den Linsenlayer 11I.
25 Durch die Belichtung wird in dem ersten Photoresist 16 ein erstes latentes Teilbild ausgebildet.

Fig. 8.5 und 8.6 zeigen einen fünften Verfahrensschritt, in dem der belichtete erste Photoresist 16 zu einer als Ätzmaske ausgebildeten ersten Bildschicht 14l entwickelt wird, wie weiter oben beschrieben. In Fig. 8.6 ist die erste Bildschicht 14l, welche aus Bildabschnitten 14la gebildet ist, dargestellt.

5

Fig. 8.7 zeigt einen sechsten Verfahrensschritt, in dem die semitransparente Metallschicht 18ms mittels Ätzen strukturiert wird, wodurch die nicht von Bildelementen der ersten Bildschicht 14l überdeckten Bereiche der Metallschicht 18ms entfernt werden. Als Ätzmedium kann z.B. eine wässrige Lauge zum Einsatz kommen.

10

Fig. 8.8 zeigt einen siebenten Verfahrensschritt, in dem auf die erste Bildschicht 14l ein zweiter Photoresist 16 aufgebracht wird.

Fig. 8.9 zeigt einen achten Verfahrensschritt, in dem der Linsenlayer 11l von einer Kompensationsschicht 11k überdeckt wird. Die Kompensationsschicht 11k weist die gleiche bzw. in etwa gleiche optische Brechzahl, insbesondere mit einem Brechzahlunterschied von höchstens 0,2, wie die Mikrolinsen 12 des Linsenlayers 11 auf, so dass die optische Wirkung der Mikrolinsen 12 aufgehoben ist. Bei der Kompensationsschicht 11k kann es sich beispielsweise um eine Flüssigkeit handeln.

20

Fig. 8.10 zeigt einen neunten Verfahrensschritt, in dem die erste Bildschicht 14l als eine Bildmaske wirkt. In dem in Fig. 8.10 dargestellten Ausführungsbeispiel treffen parallele Projektionsstrahlen senkrecht auf die erste Bildschicht 14l auf, belichten den unter der ersten Bildschicht 14l angeordneten zweiten Photoresist 16 und erzeugen ein latentes Teilbild. Möglich ist auch die Hinterlegung mit

25

einer transluzent eingefärbten Schicht, insbesondere gefolgt von einer Metallschicht, um den Effekt einer farbigen Reflexionsschicht zu erzeugen.

5 In einem zehnten Verfahrensschritt wird die Kompensationsschicht 11k wieder von dem Linsenlayer 11l entfernt.

Fig. 8.11 und 8.12 zeigen einen elften Verfahrensschritt, in dem das in dem zweiten Photoresist 16 ausgebildete latente Bild zu einer aus flächigen Bereichen wie z.B. Bildstreifen 14ra gebildeten zweiten Bildschicht 14r entwickelt wird. Die Bildstreifen 14ra sind über einen sehr großen Winkelbereich (permanent) sichtbar.

10

Die Fig. 10.1 bis 10.8 zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

15

Die in den Fig. 10.1 bis 10.8 dargestellten Verfahrensschritte sind wie die in Fig. 4.1 bis 4.8 beschriebenen Verfahrensschritte ausgebildet, mit dem Unterschied, dass die Belichtung des Photoresists 16 durch ein als eine Blendenschicht 11b ausgebildetes mikrooptisches System erfolgt. Die Blendenschicht 11b kann aus alternierend transparenten und opaken bzw. teilweise opaken Bereichen aufgebaut sein. Im einfachsten Fall kann es sich um Linienraster, die z.B. aufgedruckt werden, handeln. Es kann sich jedoch auch um komplexere Anordnungen von transparenten und opaken Bereichen handeln. Die Rasterweite ist so gewählt, dass sie wie weiter oben in Fig. 1 für Mikrolinsen beschrieben, unterhalb der Auflösung des menschlichen Auges liegt.

20

25

Die Fig. 18a bis 18c zeigen Ausführungsbeispiele für Blendenschichten 11b mit Linienraster, wobei die in den Figuren dargestellten Richtungspfeile die Kipprichtung des Sicherheitselements angeben.

- 5 In Fig. 18a ist der Linienraster senkrecht zur Kipprichtung angeordnet, in Fig. 18b schräg zur Kipprichtung und in Fig. 18c parallel zur Kipprichtung.

- Fig. 19 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Blendenschicht 11b, bei der der Linienraster aus zwei Abschnitten gebildet ist, die einen stumpfen Winkel
10 miteinander einschließen, wie in Fig. 19 eingezeichnet.

- Fig. 20 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Blendenschicht 11b, bei der der Linienraster aus zwei Abschnitten gebildet ist, die unter einem Rechten Winkel zueinander angeordnet sind.

- 15 Fig. 21 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Blendenschicht 11b, bei der der Linienraster S-förmig ausgebildet ist.

- Fig. 22 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Blendenschicht 11b, bei der der
20 Linienraster durch schräg verlaufende linienförmige Abschnitte unterbrochen ist.

- Fig. 23 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Blendenschicht 11b, bei der der Linienraster durch schräg verlaufende linienförmige Abschnitte unterbrochen ist und alternierend Linien des Linienrasters unterbrochen sind.

- 25 Anstelle der in den Figuren 18a bis 24 aufgeführten Linienraster können auch Zylinderlinsen mit analoger Anordnung zum Einsatz kommen.

Fig. 24 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Blendenschicht 11b, bei dem der Linienraster eine sternförmige Begrenzung aufweist, die von einem Betrachter als sternförmiges Symbol wahrnehmbar ist.

- 5 Die Fig. 11.1 bis 11.7 zeigen ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 11.1 zeigt einen ersten Verfahrensschritt, in dem eine Trägerfolie 13, auf deren Oberseite eine Linsenschicht 11I ausgebildet ist, bereitgestellt wird. Der
10 Aufbau der Linsenschicht 11I ist weiter oben beschrieben.

Fig. 11.2 zeigt einen zweiten Verfahrensschritt, in dem ein Photoresist 15 auf die Unterseite der Trägerfolie 13 z.B. in Form eines Feldes oder eines Musters in einem definierten Bereich aufgebracht wird. Das Aufbringen kann z.B. mittels
15 eines Druckverfahrens oder auch durch Transfer von einem Träger mittels Heißprägen oder Kaltprägen erfolgen.

Die Verfahrensschritte des Aufbringens des Photoresists 15 und das Auf- bzw. Einbringen der Mikrolinsen der Linsenschicht 11I können auch in geänderter
20 Reihenfolge oder auch simultan erfolgen. Verwendung finden können positive Photoresists und/oder negative Photoresists.

Der Photoresist 15 kann je nach Folgeprozess farblos sein oder pigmentiert sein und/oder eingefärbt sein und/oder mehrfarbig gedruckt sein. Als Farben
25 werden gelöste Farbstoffe und/oder Pigmente, auch Spezialpigmente, wie sie im Sicherheitsbereich Verwendung finden, beispielsweise UV-Fluoreszenz-Pigmente, eingesetzt. Bevorzugt sind Pigmente mit kleinen Korngrößen unterhalb der Schichtdicke des Photoresists 15. Weiter bevorzugt sind

sogenannte Nanopigmente, d.h. Pigmente mit Korngrößen unterhalb 1 μm bevorzugt unterhalb 0,5 μm . Die Pigmente können anorganischer oder organischer Natur sein oder Mischungen beider sein. Neben Pigmenten können auch lösliche Farbstoffe zum Einsatz kommen.

5

Der Photoresist 15 kann transparent, semitransparent oder opak, ggf. opak nur in bestimmten Wellenlängenbereichen, sein. So kann ein farbiger Photoresist 15 beispielsweise im nahen UV, in dem der Photoresist 15 empfindlich ist, weitgehend transparent sein, jedoch im sichtbaren Wellenlängenbereich im

10 Wesentlichen schwarz erscheinen.

Als Photoresists 15 können auch flüssigkristalline Materialien Verwendung finden, bei denen während des Belichtungsprozesses bzw. Aushärtprozesses ggf. zusätzlich räumliche Orientierungen der flüssigkristallinen Moleküle

15 erfolgen. Die Orientierung der Moleküle kann z.B. an physischen Strukturen wie z.B. Mikrostrukturen und/oder auch durch Belichtung mittels polarisiertem Licht ausgebildet werden.

Die Photoresists 15 können farblos oder einfarbig oder mehrfarbig aufgebracht

20 werden.

Fig. 11.3 zeigt einen dritten Verfahrensschritt, in dem der Photoresist 15 mit parallelen Lichtstrahlen unter einem ersten Einfallswinkel β_1 , der gleich einem ersten Betrachtungswinkel ist, durch die Linsenschicht 11I hindurch belichtet

25 wird. Durch die Belichtung wird in dem Photoresist 15 ein erstes latentes Teilbild ausgebildet.

Prinzipiell können alle geeigneten Methoden zur Erzeugung von parallelem Licht bzw. nahezu parallelem Licht zur Anwendung kommen. Hierzu gehört auch die Verwendung von Lasern oder Laserdioden ggf. in Kombination mit geeigneten Optiken.

5

Fig. 11.4 zeigt einen vierten Verfahrensschritt, in dem der belichtete Photoresist 15 zu einem ersten Teilbild 14l entwickelt wird und ggf. optional einen fünften Verfahrensschritt, in dem ein weiterer Photoresist 15 aufgebracht wird. Der weitere Photoresist 15 wird auf die Unterseite der Trägerfolie 13 z.B. in Form eines weiteren Feldes oder eines Musters in einem definierten Bereich

10 aufgebracht. Der weitere Photoresist 15 kann neben dem ersten Teilbild 14l, teilweise überlappend oder deckungsgleich aufgebracht werden. In dem in Fig. 10.4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der weitere Photoresist 15 neben dem ersten Teilbild 14l aufgebracht.

15

Fig. 11.5 zeigt einen sechsten Verfahrensschritt, in dem der weitere Photoresist 15 mit parallelen Lichtstrahlen unter einem zweiten Einfallswinkel β_r , der gleich einem zweiten Betrachtungswinkel ist, durch die Linsenschicht 11l hindurch belichtet wird. Durch die Belichtung wird in dem weiteren Photoresist 15 ein

20 zweites latentes Teilbild ausgebildet.

Fig. 11.6 zeigt einen siebenten Verfahrensschritt, in dem der belichtete weitere Photoresist 15 zu einem zweiten Teilbild 14r entwickelt wird.

Der sechste und der siebente Verfahrensschritt können mehrmals wiederholt

25 werden.

Fig. 11.7 zeigt eine Variante, bei der das zweite Teilbild 14r das erste Teilbild 14l teilweise überdeckt.

Die Fig. 9.1 bis 9.15 zeigen weitere Ausführungsbeispiele von Sicherheitselementen 1, die mit den vorbeschriebenen Verfahren und/oder durch Variation der vorbeschriebenen Verfahren herstellbar sind. Bei den Fig. 9.1 bis 9.15 handelt es sich um schematische Schnittdarstellungen, wobei zur besseren Übersicht Schichten jeweils als ein rechteckförmiger Bereich dargestellt sind.

Optional können die Sicherheitselemente 1 auf ihrer Unterseite mit einer in den Fig. 9.1 bis 9.15 nicht dargestellten ein- oder mehrlagigen Kleberschicht ausgebildet sein. Optional kann die Unterseite des in Fig. 9.1 bis 9.13 dargestellten Sicherheitselements 1 auch eine oder mehrere zusätzliche Schichten wie z.B. eine ein- oder mehrschichtige Haftschicht und/oder Primerschicht aufweisen. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, die Sicherheitselemente 1 auf ein Substrat zu übertragen, das zumindest bereichsweise mit einer Kleberschicht beschichtet ist. Optional kann das Sicherheitselement an der Unterseite eine zusätzliche ein- oder mehrschichtige Schutzschicht, beispielsweise in Form einer PET-Folie, aufweisen. Diese kann aufgeklebt oder auflaminiert sein. Die Schutzschicht kann auf der Außenseite eine zusätzliche ein- oder mehrschichtige Kleberschicht aufweisen. Der Aufbau ermöglicht die Einbettung des Sicherheitselements in ein Substrat, beispielsweise in Form eines Sicherheitsfadens in einem Dokument oder einer Banknote.

Fig. 9.1 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem die Bildschicht 14 von einer Farbschicht 18f überdeckt ist. Die Farbschicht 18f kann beispielsweise aufgedruckt werden. Durch die Farbschicht 18f ist der Farbkontrast erhöht. Die Farbschicht 18f kann beispielsweise transluzent oder opak und/oder mehrfarbig

und/oder UV-aktiv ausgebildet sein. Insbesondere bevorzugt sind opake Schichten oder auch opake und streuende Schichten. Die Farbschicht 18f ist bei Betrachtung durch die Linsenschicht unter einer Vielzahl von Betrachtungswinkeln sichtbar.

5

Fig. 9.2 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem die Bildschicht 14 von einer Reflexionsschicht 18r überdeckt ist. Als Reflexionsschicht 18r kann eine Metallschicht und/oder eine HRI-Schicht vorgesehen sein. Optional kann nach dem Aufbringen der Reflexionsschicht 18r eine Strukturierung der

10 Reflexionsschicht 18r im Register zu der Bildschicht 14 vorgesehen sein, wodurch der Farbeffekt verstärkt wird. Die Strukturierung kann nach bekannten Verfahren erfolgen.

Fig. 9.3 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem eine Mehrschichtstruktur auf die Bildschicht 14 aufgebracht ist. In dem in Fig. 9.3 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Mehrschichtstruktur eine semitransparente Metallschicht 18mt als Absorberschicht, eine Abstandsschicht 18a und eine reflexive Schicht 18r. Die semitransparente Metallschicht 18mt ist auf der Unterseite der Bildschicht 14 angeordnet. Bei dem so ausgebildeten

15

20 Sicherheitselement 1 ist als Hintergrund ein Farbwechseleffekt sichtbar.

Möglich ist auch ein Aufbau, bei dem die reflexive Schicht 18r auf der Unterseite der Bildschicht 14 liegt („umgekehrter Aufbau“), gefolgt von einer Abstandsschicht und einer semitransparenten Schicht. Beim letztgenannten Aufbau ist ein Farbwechseleffekt von der der Linsenschicht 11 abgewandten

25

Seite sichtbar. Möglich sind auch Ausführungen, bei denen der Farbwechsel von beiden Seiten des Sicherheitselements 1 sichtbar ist.

Bild 9.4 zeigt ein Sicherheitselement 1, das nach dem weiter oben beschriebenen ersten Verfahren hergestellt wird (Fig. 4.1 bis 4. 8 bzw. Fig. 6.1 bis 6.6), mit dem Unterschied, dass anstelle der Bildschicht 14 zunächst eine erste Bildschicht 14l ausgebildet wird, und sodann ein weiterer Photoresist 16 aufgetragen wird und nach Belichtung und Entwicklung eine zweite Bildschicht 14r ausgebildet wird. Vorteilhafterweise können die beiden Bildschichten 14l und 14r unterschiedliche Farben aufweisen. Es ist auch möglich, die beiden Photoresists in einem Streifenraster aufzubringen, gemeinsam zu belichten und zu entwickeln.

10

Fig. 9.5 zeigt ein Sicherheitselement 1, das wie das in Fig. 9.4 dargestellte Sicherheitselement ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass die beiden Photoresists 16 mit unterschiedlicher Empfindlichkeit ausgebildet sind.

Beispielsweise kann der erste Photoresist 16 mit einer höheren Empfindlichkeit ausgebildet sein als der zweite Photoresist 16.

15

Durch die Verwendung von unterschiedlich gefärbten Photoresists ist es möglich, Mischfarben auszubilden, beispielsweise die Mischfarbe Magenta aus den Farben Rot und Blau.

20

Weiter kann vorgesehen sein, das Sicherheitselement auf einem Substrat oder Produkt, z.B. einem Sicherheitsdokument, mit einer zur horizontalen bzw. vertikalen Kippachse des Sicherheitselements schräg verlaufenden Anordnung von Zylinderlinsen anzuordnen. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass sowohl beim Kippen über die horizontale als auch vertikale Kippachse ein Bildflip resultiert.

25

Fig. 9.6 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem in die Unterseite der Trägerfolie 13 eine Mikrostruktur 13s abgeformt ist. Die Mikrostruktur 13s kann auch in eine weitere auf die Trägerfolie 13 aufgebrachte Schicht eingebracht sein. Die Mikrostruktur 13s kann unterschiedliche optische Effekte ausbilden,

- 5 beispielsweise ein KINEGRAM® bzw. 2D/3D- oder 3D-strukturbasierte Effekte ausbilden. Die Bildschicht 14 ist mit einer reflexiven Schicht 18r beschichtet. Die Beschichtung kann optional vorgesehen sein.

Möglich ist auch eine Kombination einer Mikrostruktur mit einem Aufbau analog

- 10 Abb. 8.7.

Fig. 9.7 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem eine semitransparente Metallschicht 18ms auf der Unterseite der Trägerfolie 13 angeordnet ist, wobei die Metallschicht 18ms nach der Ausbildung der als Ätzmaske ausgebildeten

- 15 Bildschicht 14 partiell demetallisiert wurde. Das Sicherheitselement 1 weist somit eine von der Betrachtungsseite metallisch beschichtete Bildschicht 14 auf. Optional kann auf die Rückseite der Bildschicht eine zusätzliche Farbschicht aufgebracht sein, um den Kontrast zu erhöhen und/oder um farbige Bereiche zu erzeugen. Möglich ist auch die Hinterlegung mit einer zweiten, z.B.
20 andersfarbig mit einer transluzenten Farblackschicht eingefärbten Metallschicht analog zu der in Fig. 8.7 beschriebenen Ausführung.

Fig. 9.8 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem die Rückseite des Sicherheitselements 1 durch eine strukturierte Metallschicht 18m ausgebildet

- 25 ist. Die strukturierte Metallschicht 18m weist im Lift-Off-Verfahren entfernte Bereiche auf, welche kongruent zu der strukturierten Bildschicht 14 sind. Dazu wurde die Bildschicht 14 mit der Metallschicht 18m bedampft und anschließend die Bildschicht 14 im Lift-Off-Verfahren in den belichteten Bereichen entfernt,

wobei in diesem Ausführungsbeispiel ein positiver Photoresist verwendet wurde. Optional kann die strukturierte Metallschicht 18m mit einer Farbschicht hinterlegt sein. Möglich ist auch die Hinterlegung mit einer transluzent eingefärbten Schicht, insbesondere gefolgt von einer Metallschicht, um den

5 Effekt einer farbigen Reflexionsschicht zu erzeugen.

Fig. 9.9 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem auf der Bildschicht 14 eine Transferlage 18u einer Transferfolie angeordnet ist. Die Bildschicht 14 ist als ein Thermokleber ausgebildet, der nach Erwärmung mit der auf der

10 Transferfolie ausgebildeten Transferlage 18u in Kontakt gebracht wird und nach dem Erkalten die Transferlage auf der Bildschicht mittels des Thermoklebers haftet. Sodann wird das Sicherheitselement 1 von der Transferfolie abgezogen, wobei die mit der Bildschicht 14 verklebten Bereiche der Transferlage 18u abgezogen werden. Bei dieser Ausbildung des Sicherheitselements 1 ist eine

15 große Designvielfalt möglich. So kann beispielsweise ein kontinuierlicher Farbverlauf oder ein Echtfarbenbild ausgebildet werden oder es können optische Strukturen auf die Bildschicht 14 übertragen werden.

Fig. 9.10 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem auf der Bildschicht 14 ein

20 Volumenhologramm 18v angeordnet ist.

Fig. 9.11 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem zwischen Unterseite der Trägerfolie 13 und der eingefärbten Bildschicht 14 eine partiell metallisierte Schicht 18mp angeordnet ist. Das Sicherheitselement 1 bildet einen Flip Farbe-

25 Metall. Der Effekt kann durch Kippen des Sicherheitselements 1 oder durch Drehung um 180° auftreten. Es kann ein kontinuierlicher Übergang Metall/Farbe in einer Belichtung ausgebildet werden. Optional kann durch zwei Belichtungen und Strukturierung ein Flip Metall/Farbe ausgebildet werden.

- Kontinuierlicher Übergang: eine Belichtung und Nutzung des farbigen Photoresists in einem Bereich als Farbe und im anderen Bereich zur weiteren Strukturierung der vorgängig partiell erzeugten Metallschicht.
- Bildflip Metall/Farbe: Zuerst Strukturierung einer Metallschicht mittels erster Belichtung, dann Strukturierung eines separat aufgetragenen farbigen Photoresists mittels zweiter Belichtung.

Fig. 9.12 zeigt ein weiteres Sicherheitselement 1, das nach dem weiter oben in Fig. 8.1 bis 8.12 beschriebenen Verfahren hergestellt wurde.

Fig. 9.13 zeigt ein Sicherheitselement 1, bei der unter der Trägerfolie 13 eine Funktionsschicht 18v angeordnet ist, auf deren der Trägerfolie 13 abgewandten Seite eine mehrschichtige Bildschicht angeordnet ist, umfassend eine erste Bildschicht 14, eine Reflexionsschicht 18r und eine zweite Bildschicht 14'.

Fig. 9.14 zeigt ein Sicherheitselement 1, das wie das in Fig. 1 beschriebene Sicherheitselement ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass das Sicherheitselement 1 einen ersten Bereich aufweist, der wie in Fig. 1 beschrieben ausgebildet ist, und dass das Sicherheitselement 1 einen zweiten Bereich aufweist, der spiegelbildlich zu dem ersten Bereich ausgebildet ist. In dem zweiten Bereich ist die Linsenschicht 11l auf der Unterseite des Sicherheitselements 1 angeordnet. Die Bildschicht 14 ist auf der Oberseite des Sicherheitselements 1 angeordnet. Das Sicherheitselement 1 ist beispielsweise in einem Fenster eines Sicherheitsdokuments anordenbar, wobei bei der Betrachtung der Vorderseite und der Rückseite des Sicherheitselements 1 unterschiedliche optische Effekte ausgebildet sein können. Es kann auch vorgesehen sein, das Fenster in dem Sicherheitsdokument 1 so auszubilden, dass es nur den Blick auf den zweiten Bereich freigibt. Der erste und/oder der

zweite Bereich können nicht miteinander verbundene Teilbereiche aufweisen. Beispielsweise können die Teilbereiche als Elemente eines Rasters ausgebildet sein.

- 5 Fig. 9.15 zeigt ein Sicherheitselement 1, dass durch Kombination von zwei Sicherheitselementen entsprechend Fig. 4.8 und Fig. 9.1 hergestellt wurde. Die Herstellung kann beispielsweise durch Laminieren der beiden Sicherheitselemente mittels eines Klebstoffs 19 erfolgen.
- 10 Die Fig. 25 und 26 zeigen Sicherheitselemente 1, bei denen die mikrooptische Schicht als eine Prismenschicht 11p ausgebildet ist, wobei die Prismenschicht in Fig. 26 im Querschnitt trapezförmig ausgebildet ist.

- Die in den Fig. 9.1 bis 9.15, 25 und 26 beschriebenen Sicherheitselemente
- 15 können vielfältige optische Effekte ausbilden, wobei es auch möglich ist, Kombinationen aus den in Fig. 9.1 bis 9.15 sowie 25 und 26 dargestellten Sicherheitselementen zu bilden.

- Es ist möglich, stereoskopische Effekte auszubilden, wenn die beiden Teilbilder
- 20 14l und 14r ein stereoskopisches Bildpaar bilden.

- Es ist weiter möglich, quasi-kontinuierliche Bewegungen der Bilder zu erzeugen, wobei die Bewegung, d.h. die Positionsänderung der Bilder bei kontinuierlicher Änderung der Betrachtungsposition eintreten kann.

25

In ähnlicher Weise kann ein Morphingeffekt erzielt werden, wobei ein erstes Bild über verschiedene Stufen in ein zweites Bild gewandelt wird.

Die Betrachtung der Sicherheitselemente 1 kann in Reflexion und/oder in Transmission vorgesehen sein.

Die Bildschicht oder Bildschichten können auf der von den mikrooptischen
5 Elementen abgewandten Seite ein statisches Bild darstellen.

Im Anschluss an die Herstellung der Bildschicht 14 können weitere Schichten vollflächig oder partiell, z.B. durch Drucken oder durch Transfer einer Übertragungslage von einem Träger, insbesondere durch Heißprägen und/oder
10 Kaltprägen, aufgebracht werden. Eine partielle Entfernung nach dem Aufbringen, z.B. eine sogenannte Demetallisierung, ist ebenfalls möglich. Bei den Schichten kann es sich um Metalle, beispielsweise Aluminium, HRI-Schichten, farblose oder eingefärbte (z.B. komplementär zur Farbe der Bildschicht 14 eingefärbt) ein- oder mehrlagige Kunststoffschichten,
15 Primerschichten anorganischer oder organischer Natur, Klebstoffschichten usw. handeln. Die Reihenfolge ist weitestgehend beliebig. Schichten können auch mehrmals vorkommen. Interessant ist das rückseitige Aufbringen weiterer Schichten auf die Bildschicht 14 deshalb, weil damit unterschiedliche Effekte von der Vorder- und Rückseite realisierbar sind.
20 Durch Verwendung von mehreren unterschiedlich eingefärbten Photoresists können z.B. Farbbilder, insbesondere Echtfarbenbilder erzeugt werden.

Möglich ist auch das Einbringen von optischen Strukturen in die Bildschicht bzw. in zusätzliche Schichten, z.B. durch Replikation (thermische Replikation
25 bzw. UV-Replikation). Optische Strukturen können jedoch auch in eine Abstandsschicht eingebracht werden, bevor die Bildschicht aufgebracht wird.

Die Abstandsschicht kann eine Volumenhologrammschicht sein.

Zwischen der Linsenschicht 11 und der Bildschicht 14 können eine Vielzahl von zusätzlichen Materialien vorhanden sein, beispielsweise

- (ein)gefärbte Schichten (vollflächig bzw. bereichsweise);
- 5 - pigmentierte Schichten (Sicherheitspigmente, beispielsweise UV-Fluoreszenzpigmente);
- Druckschichten (vollflächig bzw. bereichsweise);
- Schichten, die mittels Laser beschriftbar sind;
- Schichten mit polarisierenden Eigenschaften;
- 10 - HRI-Schichten, beispielsweise aus ZnS.

Die Sicherheitselemente können mit weiteren Elementen ausgebildet werden, die beispielsweise als insbesondere statische optische Referenzpunkte, Linien usw. für die Bewegung dienen können. Weitere Elemente könnten zusätzliche

15 Moiré-Elemente sein, weitere gedruckte oder optisch variable oder metallische Darstellungen sein, die den Bildflip ergänzen oder komplementieren. Der dargestellte Bildflip kann auch durch eine oder mehrere weitere Technologien dargestellt werden, beispielsweise durch ein optisch variables Element. Hierbei kann der Bildflip synchron, asynchron oder invers erfolgen.

20

Elemente der Bildschicht können auch als Markierungen, insbesondere als Registermarken und/oder Steuermarken zum Steuern weiterer Prozessschritte, insbesondere zum Aufbringen weiterer Schichten und/oder Elemente Verwendung finden.

25

Weiter können Kombinationen mit weiteren Sicherheitselementen bzw. dekorativen Elementen vorgesehen sein, die beispielsweise als ein Hologramm,

ein Kinegram®, ein Linseneffekt, ein Volumenhologramm, Sicherheitsdruck, ein dekorativer Druck, ein UV-Fluoreszenzdruck, ein Druck von Upconverter (IR-Upconverter), ein OVI-Druck (OVI = Optically Variable Ink) und als maschinell detektierbare Pigmente (3rd line Features) ausgebildet sein können. Die Kombinationen können nebeneinander angeordnet sein. Sie können auch ineinander verschachtelt oder überlappend angeordnet sein. Bildelemente sowie enthaltene Daten usw. können komplementär zueinander sein, sich ergänzen oder in verschiedenen Technologien wiederholt werden.

10

Die in der Bildschicht enthaltenen Teilbilder können sich mit weiteren Bildern oder Informationen des Sicherheitselements 1 ergänzen. So können die Teilbilder der Bildschicht sich mit gedruckten Informationen außerhalb des Sicherheitselements 1 ein Gesamtbild oder Gesamtbilder darstellen. Hierbei wäre ein Teil des Gesamtbildes insbesondere durch den Lenticular Flip variabel.

15

Durch Kombination mit einem optisch variablen Element könnten unterschiedliche Gesamtteilbilder durch Teilinformationen aus Lenticular Flip und optisch variablen Elementen erzeugt werden, die bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln sichtbar wären.

20

Ein weiteres Beispiel wäre die Kombination mit einer optisch variablen Druckfarbe. So könnten die bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln auftretenden Farben der optisch variablen Farbe synchron zu den Farben des Lenticular Flips sichtbar sein.

25

Die Sicherheitselemente können neben den optischen Effekten zusätzliche Funktionen bereitstellen, wie die Maschinenlesbarkeit. Ein Lenticularflip oder ein Moiré-Magnifier kann maschinenlesbar sein, wobei unterschiedliche Barcodes oder positiv/negativ Barcodes anzeigbar sind. Diese Codes können zur Authentifizierung/Verifizierung dienen.

Die Bildschicht 14 kann eine Moiré-Codierung enthalten, d.h. ein oder mehrere Bilder des Bildflips können zusätzlich mit einem Moiré-Analysator bzw. über eine Bilderfassung und Bearbeitung analysiert werden. Die Erfassung eines Moiré-Effekts kann auch von der den Linsen abgewandten Seite her erfolgen.

Ein Lenticular Flip kann Moiré-Magnifier-Information enthalten, die durch einen zweiten Analysator analysiert werden, wobei der Moiré-Analysator über der Linsenschicht positioniert wird.

Die vorbeschriebenen Sicherheitselemente können beispielsweise in folgenden Sicherheitsdokumenten eingesetzt werden:

- Staatliche bzw. nichtstaatliche Personaldokumente (Pass, Ausweis, Visum, Führerschein, Geburtszertifikat, Kraftfahrzeugnummernschild, Waffenscheine usw.
- Banknoten, Checks, Zertifikate
- Kreditkarten; Wertgegenstände; Tickets; Zutrittsausweise

Insbesondere eignen sich die Sicherheitselemente bei sogenannten Dokumenten mit Fenstertechnologie mit transparenten Bereichen für eine Durchlichtbetrachtung und/oder eine Betrachtung von Vorder- und Rückseite. Bei sogenannten Fensterbanknoten kann es sich um Banknoten mit physischen Öffnungen im Substrat handeln oder beispielsweise um Polymerbanknoten mit

transparenten Polymerbereichen. Die Sicherheitselemente 1 können den Fensterbereich teilweise oder vollständig abdecken, wobei eine Betrachtung im Fensterbereich sowohl von der Vorder- als auch der Rückseite der Banknote in Reflexion und /oder in Transmission möglich ist. Bei Polymerbanknoten kann
5 das Sicherheitselement auch direkt auf dem Substrat aufgebaut werden, d.h. das Polymersubstrat würde das Trägersubstrat darstellen.

Das Sicherheitselement kann ebenfalls Teil einer Kunststoffkarte sein, wobei das Sicherheitselement 1 auf eine Kunststoffkarte aufgebracht ist oder als
10 eingebetteter und/oder integraler Teil der Kunststoffkarte erzeugt wird.

Die vorbeschriebenen Elemente sind jedoch auch außerhalb des Bereichs von Sicherheitsdokumenten bzw. außerhalb des Sicherheitsbereichs einsetzbar für dekorative Gegenstände und Werbematerialien oder als funktionale Elemente,
15 beispielsweise als Komponenten von Displays und Brillen.

Die Sicherheitselemente eignen sich besonders für Produkte mit sogenannten Durchsichtselementen wie z.B. Fensterbanknoten, Sicherheitsfaden-Anwendungen für Banknoten und/oder Dokumente mit transparenten Bereichen
20 usw.

Die Sicherheitselemente können auf Objekte aufgebracht oder in Objekte eingebracht (eingebettet) werden.

25 Die Fig. 27 bis 36 zeigen Ausführungsbeispiele für Sicherheitsdokumente, die mit einem oder mehreren der vorbeschriebenen Sicherheitselemente ausgebildet sind.

Fig. 27 zeigt ein als Banknote ausgebildetes Sicherheitsdokument 2, das ein streifenförmiges Sicherheitselement 1 aufweist.

- Die Fig. 28a und 28b zeigen ein als Banknote ausgebildetes
- 5 Sicherheitsdokument 2, das ein streifenförmiges Sicherheitselement 1 aufweist, unter verschiedenen Kippwinkeln. Die durch Buchstaben symbolisierten Bildmotive des Sicherheitselements 1 wechseln von A, B, C zu D, E, F.

- Fig. 29 zeigt ein als Banknote ausgebildetes Sicherheitsdokument 2, das ein
- 10 streifenförmiges Sicherheitselement 1 aufweist, das abschnittsweise mit unterschiedlichen Bildeffekten ausgebildet ist:

- A: Lenticular-Fip-Element basierend auf Mikrolinsen
- B: 2D/3D-Hologram
- 15 C: Kinegram®
- D: Lenticular-Fip-Element basierend auf opaken Streifen
- E: Aufdruck mit optisch variabler Tinte (optical variable ink print)

- Die Bereiche A bis E können benachbart zueinander und/oder miteinander
- 20 überlappend angeordnet sein.

Fig. 30a zeigt ein als Banknote ausgebildetes Sicherheitsdokument 2, das ein Fenster 2f 1 aufweist.

- 25 Fig. 30b zeigt das in Fig. 30a dargestellte Sicherheitsdokument, das auf seiner Vorderseite mit einem auflaminierten streifenförmigen Sicherheitselement 1 ausgebildet ist, das das Fenster 2f überdeckt. Das Sicherheitselement 1 weist ein erstes, durch den Buchstaben X symbolisiertes Motiv auf, das über dem

Fenster 2f angeordnet ist, und ein zweites, durch den Buchstaben Y symbolisiertes Motiv auf, das unterhalb des ersten Motivs außerhalb des Fensters 2f angeordnet ist.

- 5 Die Fig. 31a und 31b zeigen ein Sicherheitsdokument 2, das wie das in Fig. 30b beschriebene Sicherheitsdokument ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass ein erstes, durch den Buchstaben A symbolisiertes Motiv, das über dem Fenster 2f angeordnet ist, beim Kippen des Sicherheitsdokuments 2 um eine senkrechte Achse in einer ersten Kipplage sichtbar ist und in einer zweiten
- 10 Kipplage unsichtbar ist, und dass ein zweites, durch den Buchstaben B symbolisiertes Motiv, das unterhalb des ersten Motivs außerhalb des Fensters 2f angeordnet ist, in der ersten Kipplage unsichtbar ist und in der zweiten Kipplage sichtbar ist.

- 15 Die Fig. 32a und 32b zeigen ein Sicherheitsdokument 2, das wie das in Fig. 31a und 31b beschriebene Sicherheitsdokument ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass bei der Betrachtung von der Rückseite in beiden Kipplagen das über dem Fenster 2f angeordnete durch den Buchstaben A symbolisierte Motiv sichtbar ist.

20

Die Fig. 33 und 34 zeigen ein im Kartenformat ID1 ausgebildetes Sicherheitsdokument 2 mit einem Fenster 2f.

- Fig. 34 zeigt ein Sicherheitsdokument 2, das wie das in Fig. 33 beschriebene
- 25 Sicherheitsdokument ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass ein streifenförmiges Sicherheitselement 1, welches das Fenster 2f überdeckt, auf die Vorderseite des Sicherheitsdokuments 2 laminiert ist. Das Sicherheitselement 1 weist ein herzförmiges Lenticular-Flip-Element auf, das

über dem Fenster 2f angeordnet ist, sowie ein sternförmiges Hologramm, das unter dem Fenster 2f angeordnet ist.

5 Fig. 35 zeigt ein Sicherheitsdokument 2 mit einem Fenster 2l in einem schematischen Querschnitt, bei dem eine Linsenschicht 11l und ein Trägersubstrat 13 eines Sicherheitselements 1 auf der Vorderseite des Sicherheitsdokuments 2 über dem Fenster 2l angeordnet ist, wobei eine mit der Linsenschicht 11l korrespondierende Bildschicht 14 auf der Rückseite des Sicherheitsdokuments 2 angeordnet ist.

10

Fig. 36 zeigt ein Sicherheitsdokument 2, das wie das in Fig. 35 beschriebene Sicherheitsdokument ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass die Bildschicht 14 auf der Rückseite des Trägersubstrats 13 angeordnet ist.

15

Bezugszeichenliste

	1	Sicherheitselement
5	1a	Kippachse
	2	Sicherheitsdokument
	2f	Fenster
	11	mikrooptische Schicht
	11b	Blendenschicht
10	11k	Kompensationsschicht
	11l	Linsenschicht
	11p	Prismenschicht
	12	Mikrolinse
	12l	Längsreihe
15	12k	Kugellinse
	12r	Querreihe
	12z	Zylinderlinse
	13	Trägersubstrat; Trägerfolie
	13s	Mikrostruktur
20	14, 14'	Bildschicht
	14l	erstes Teilbild
	14la	Bildabschnitt des ersten Teilbildes
	14lm	erstes Masterbild
	14m	Masterbild
25	14mm	drittes Masterbild
	14r	zweites Teilbild
	14ra	Bildabschnitt des zweiten Teilbildes
	14rm	zweites Masterbild

	15	Replizierschicht
	15s	Prägestempel
	16	Photoresist
	17	Belichtungsvorrichtung
5	17c	Computer
	17d	Display
	17l	Strahlungsquelle
	17k	Kondensor
	17o	Projektionsobjektiv
10	18a	Abstandsschicht
	18f, 18fl, 18fr	Farbschicht
	18r	Reflexionsschicht
	18m	Metallschicht
	18mp	partiell metallisierte Schicht
15	18ms	semitransparente Metallschicht
	18mt	transparente Metallschicht
	18u	Transferlage
	18v	Funktionsschicht
	19	Klebstoffschicht
20	α_e	Einfallsazimut
	α_l	x-Azimut
	α_q	y-Azimut
	β_e	Einfallswinkel
	β_{el}	erster Einfallswinkel
25	β_{er}	zweiter Einfallswinkel

5

Ansprüche

10

1. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements (1), umfassend eine mikrooptische Schicht (11), wobei die mikrooptische Schicht ein aus mikrooptischen Systemen gebildetes Array umfasst, ein Trägersubstrat (13) und eine Bildschicht (14) oder mehrere Bildschichten, wobei die eine Bildschicht (14) oder die mehreren Bildschichten n Teilbilder (14l, 14r) für $n = 1$ bis i umfasst bzw. umfassen, die aus einem dem n-ten Teilbild (14l, 14r) zugeordneten n-ten Betrachtungswinkel sichtbar sind, und wobei n mindestens 1 ist,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass folgende Verfahrensschritte vorgesehen sind:
- a) Bereitstellen des Trägersubstrats (13), auf dessen Oberseite die mikrooptische Schicht (11) ausgebildet ist;
 - b) Aufbringen eines Photoresists (16) auf die Unterseite des Trägersubstrats (13);
 - c) Ausbildung eines latenten n-ten Teilbildes in dem Photoresist (16), wobei ein n-tes Masterbild (14lm, 14rm) auf die mikrooptische Schicht (11) aufgelegt wird und mit unter einem n-ten Einfallswinkel

- (β_i , β_r) und einem n-ten Einfallssazimut (α_e) einfallenden parallelen Lichtstrahlen belichtet wird, oder
wobei ein n-tes Masterbild (14lm, 14rm) mit unter einem n-ten Einfallswinkel (β_i , β_r) und einem n-ten Einfallssazimut (α_e)
5 einfallenden parallelen Lichtstrahlen auf die mikrooptische Schicht (11) projiziert wird, oder
wobei der Photoresist (16) in Schritt b) in Form eines n-ten Masterbildes (14lm, 14rm) auf die Unterseite des Trägersubstrats (13) aufgebracht wird und wobei der Photoresist (16) durch die
10 mikrooptische Schicht (11) hindurch mit unter einem n-ten Einfallswinkel (β_i , β_r) und einem n-ten Einfallssazimut (α_e) einfallenden parallelen Lichtstrahlen belichtet wird;
d) Wiederholung des Verfahrensschritts c) bis zur Ausbildung des i-ten latenten Teilbildes;
15 e) Entwickeln des Photoresists (16) zu der Bildschicht (14).
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass nach der dritten Variante des Verfahrensschritts c), in der
20 der Photoresist (16) in Schritt b) in Form eines n-ten Masterbildes (14lm, 14rm) auf die Unterseite des Trägersubstrats (13) aufgebracht wird und
der Photoresist (16) durch die mikrooptische Schicht (11) hindurch mit unter einem n-ten Einfallswinkel (β_i , β_r) und einem n-ten Einfallssazimut (α_e) einfallenden parallelen Lichtstrahlen belichtet wird, der
25 Verfahrensschritt e) vor dem Verfahrensschritt d) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptischen Systeme in dem Array ein als
Sicherheitsmerkmal und/oder als dekoratives Merkmal des
Sicherheitselements (1) ausgebildetes Muster bilden.
5
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht (11) unterschiedlich ausgebildete Arrays
aus mikrooptischen Systemen umfasst.
10
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht (11) eine Blendschicht (11b) umfasst,
welche transparente und opake Bereiche aufweist.
15
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht (11) ein aus Mikrospiegeln gebildetes
Array umfasst.
20
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht ein aus Mikrolinsen (12) gebildetes Array
umfasst.
25
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Mikrolinsen (12) mit mindesten zwei unterschiedlichen Brennweiten ausgebildet sind.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht (11) zwei oder mehr nebeneinander angeordnete mikrooptische Systeme mit einer Längsachse und einer Querachse aufweist, wobei die Längsachsen der mikrooptischen Systeme unter einem x-Azimut (α_l) zur Längsseite des Trägersubstrats (13) angeordnet sind.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Längsachsen der mikrooptischen Systeme als eine Kurve
- 15 ausgebildet sind.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptischen Systeme als Zylinderlinsen (12z) ausgebildet
- 20 sind.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht (11) zwei oder mehr in einem x-y-Raster angeordnete mikrooptische Systeme aufweist, wobei die x-Achse des x-y-Rasters unter einem x-Azimut (α_l) zur Längsseite des Trägersubstrats (13) angeordnet ist und die y-Achse unter einem y-Azimut (α_q) zur Querseite des Trägersubstrats (13) angeordnet ist.
- 25

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptischen Systeme in einem verzogenen Raster
angeordnet sind.
- 5
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptischen Systeme als Kugellinsen ausgebildet sind.
- 10
15. Verfahren nach Anspruch 9 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das x-Azimut (α_1) gleich 90° ist.
- 15
16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt b) ein Negativ-Photoresist aufgebracht wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt b) ein Positiv-Photoresist aufgebracht wird.
- 20
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt b) eine Mikrostruktur (13s) in der dem
Trägersubstrat (13) abgewandten Unterseite des Photoresists (16) oder
in der dem Trägersubstrat (13) abgewandten Unterseite der Bildschicht
(14) ausgebildet wird.
- 25

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Dekorschicht auf die Bildschicht
5 (14) aufgebracht wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Farbschicht (18f) oder mehrere
10 Farbschichten (18fl, 18fr) auf die Bildschicht (14) aufgebracht wird bzw.
aufgebracht werden.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Metallschicht (18m) und/oder
eine HRI-Schicht auf den Photoresist (16) oder auf die Bildschicht (14)
aufgebracht wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass die Bildschicht (14) als eine Ätzmaske ausgebildet wird und von
Bildbereichen der Bildschicht (14) nicht überdeckte Bereiche der
Metallschicht (18m) oder der HRI-Schicht durch Ätzen entfernt werden.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass die Bildschicht (14) als Lift-Off-Schicht eingesetzt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Multischichtstruktur auf die
Bildschicht (14) aufgebracht wird, umfassend eine semitransparente
Metallschicht (18ms), eine Abstandsschicht (18a) und einereflexive
Metallschicht (18r).
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Verfahrensschritt e) die Bildschicht (14) in Kontakt mit
einer Transferlage (18u) einer Transferfolie gebracht wird und die
Transferlage (18u) insbesondere nur an den Stellen, an denen sich die
Bildschicht (14) befindet, von der Transferfolie auf die Bildschicht (14)
übertragen wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Verfahrensschritt e) eine Volumenhologrammschicht auf
die Bildschicht (14) aufgebracht wird.
27. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verfahrensschritte b), c) und e) mit einem mit einer n-ten Farbe
ausgebildeten n-ten Photoresist (16) ausgeführt werden, und
dass die Verfahrensschritte b), c) und e) (i-1)-mal wiederholt werden,
wobei i mindestens 2 ist.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verfahrensschritt b), c) und e) mit einem mit einer n-ten Farbe
und/oder einer n-ten Empfindlichkeit ausgebildeten n-ten Photoresist (16)
5 ausgeführt werden, und
dass die Verfahrensschritte b), c) und e) (i-1)-mal wiederholt werden,
wobei i mindestens 2 ist.
29. Verfahren nach Anspruch 26,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die n Photoresists (16) als n zumindest teilweise übereinander
angeordnete Schichten auf die Unterseite des Trägersubstrats (13)
aufgebracht werden.
- 15 30. Verfahren nach Anspruch 29,
dadurch gekennzeichnet,
dass die n Photoresists als ein Streifenmuster auf die Unterseite des
Trägersubstrats (13) aufgebracht werden.
- 20 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt c) die Belichtung mit einer n-ten
Belichtungsstärke durchgeführt wird.
- 25 32. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bildschicht (14) aus zwei Teilbildern (14l, 14r) ausgebildet wird,
dass im Verfahrensschritt c) die Belichtung mit einem ersten

Einfallsazimut erfolgt, und
dass im Verfahrensschritt d) die Belichtung mit einem zweiten
Einfallsazimut erfolgt, das um 90° von dem ersten Einfallsazimut
verschieden ist.

5

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor dem Verfahrensschritt b) eine semitransparente Metallschicht
(18ms) auf die Unterseite des Trägersubstrats (13) aufgebracht wird,
10 dass der Photoresist (16) als ein Ätzresist ausgebildet wird, und
dass nach Ausführung des Verfahrensschritts e) die Metallschicht in den
von der Bildschicht (14) nicht bedeckten Bereichen durch Ätzen entfernt
wird.

- 15 34. Verfahren nach Anspruch 33,
dadurch gekennzeichnet,
dass die semitransparente Metallschicht (18ms) mit einem
Transmissionsgrad im Bereich von 5 bis 70% ausgebildet wird.

- 20 35. Verfahren nach Anspruch 33,
dadurch gekennzeichnet,
dass die semitransparente Metallschicht (18ms) mit einem
Transmissionsgrad im Bereich von 1% bis 95% ausgebildet wird,
bevorzugt im Bereich von 5% bis 70% ausgebildet wird.

25

36. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor dem Verfahrensschritt b) eine mit einer Mikrostruktur

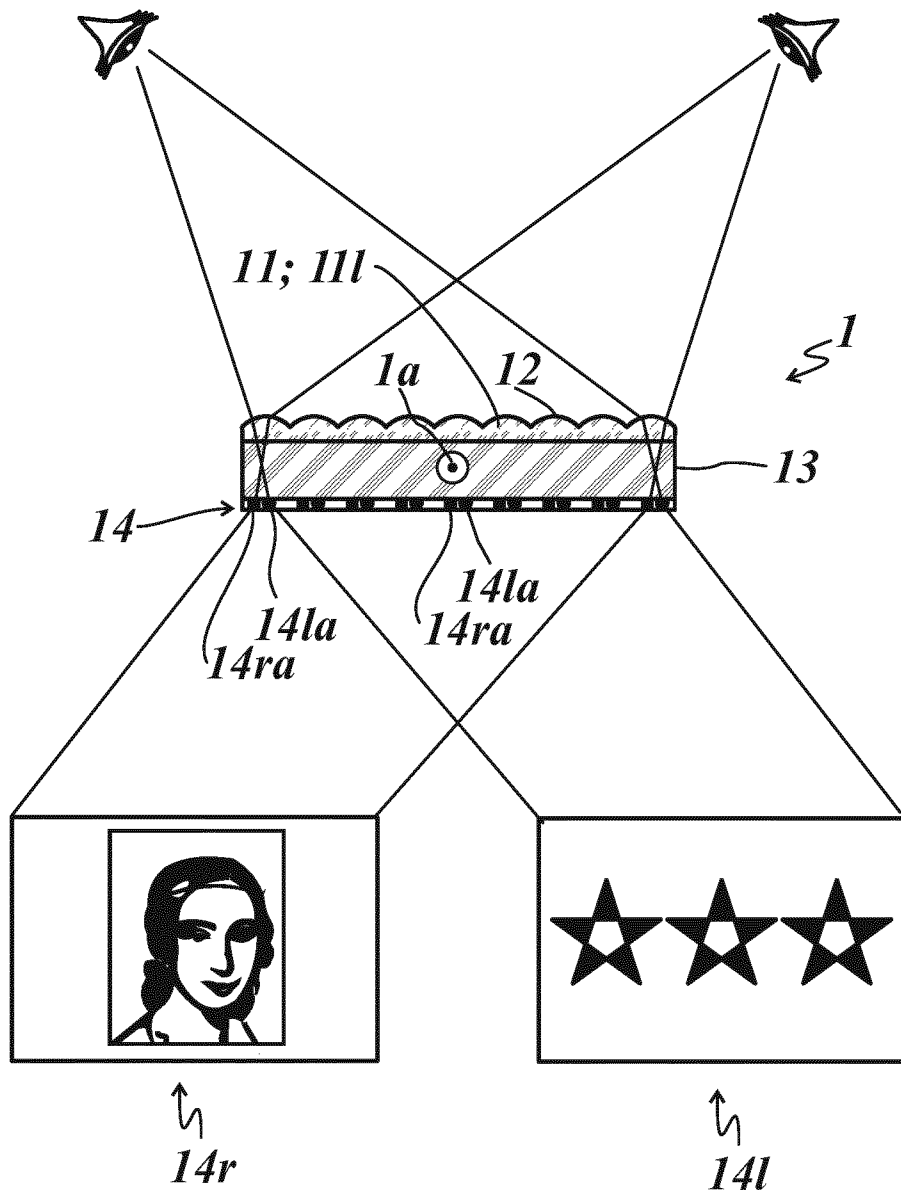
ausgebildete Schicht auf die Unterseite des Trägersubstrats (13) aufgebracht wird oder die Unterseite des Trägersubstrats (13) mit einer Mikrostruktur ausgebildet wird.

- 5 37. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 17,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 dass die Bildschicht (14) aus einer ersten und einer zweiten Bildschicht
 ausgebildet wird, wobei die erste Bildschicht ein erstes Teilbild (14l) und
 die zweite Bildschicht ein zweites Teilbild (14r) aufweist,
10 dass der Verfahrensschritt b) mit einem ersten Photoresist (16)
 ausgeführt wird,
 dass nach dem Verfahrensschritt c) der Verfahrensschritt e) zur
 Ausbildung der ersten Bildschicht ausgeführt wird, und dass folgende
 weitere Verfahrensschritte ausgeführt werden:
- 15 f) Aufbringen einer semitransparenten Reflexionsschicht auf die erste
 Bildschicht;
 g) Aufbringen eines zweiten Photoresists (16) auf die
 semitransparente Reflexionsschicht;
 h) temporäres Einbetten der mikrooptischen Schicht (11) in ein mit der
20 optischen Brechzahl der mikrooptischen Systeme ausgebildetes
 Kompensationsmedium (11k);
 i) Belichtung des zweiten Photoresists (16), wobei die erste
 Bildschicht eine Belichtungsmaske ausbildet;
 k) Entwickeln des zweiten Photoresists zu einer zweiten Bildschicht,
25 die als eine Ätzmaske ausgebildet ist;
 l) Ätzen der semitransparenten Reflexionsschicht;
 m) Entfernung des Kompensationsmediums.

38. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt c) das Masterbild (14lm, 14rm) als ein
elektronisch ansteuerbares Display ausgebildet ist.
- 5
39. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Verfahrensschritt c) die auf die mikrooptische Schicht (11)
projizierten parallelen Lichtstrahlen vor dem Auftreffen auf die
10 mikrooptische Schicht (11) durch Filter und/oder Blenden geleitet
werden.
40. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass im Verfahrensschritt a) ein Trägersubstrat (13) bereitgestellt wird,
bei dem in einem ersten Bereich auf der Oberseite des Trägersubstrats
(13) die mikrooptische Schicht (11) ausgebildet ist, und bei dem in einem
zweiten Bereich auf der Unterseite des Trägersubstrats (13) die
mikrooptische Schicht (11) ausgebildet ist, und
20 dass die Verfahrensschritte b) bis e) in dem zweiten Bereich wie in dem
ersten Bereich durchgeführt werden, mit dem Unterschied, dass in dem
zweiten Bereich die Oberseite des Trägersubstrats (13) die Unterseite
des Trägersubstrats (13) bildet und umgekehrt.
- 25 41. Verfahren nach Anspruch 40,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Bereich und der zweite Bereich des Trägersubstrats (13)
in einem Überlappungsbereich einander überlappen.

42. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einem abschließenden Verfahrensschritt eine Kleberschicht auf
5 die Unterseite und/oder Oberseite des Sicherheitselements (1)
aufgebracht wird.
43. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Belichtung bzw. die Projektion derart durchgeführt wird, dass
bei Betrachtung des Sicherheitselements (1) aus unterschiedlichen
Betrachtungsrichtungen, insbesondere durch Kippen und/oder Drehen,
eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche Bildabfolge der n-ten
Teilbilder (14l, 14r) sichtbar wird.
- 15 44. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mikrooptische Schicht (11) ein aus Mikrolinsen (12) gebildetes
Array bzw. ein aus Mikrolinsenraster gebildetes Array umfasst und die
20 Belichtung bzw. die Projektion derart durchgeführt wird, dass die n-ten
Teilbilder (14l, 14r) als Mikrobilder, als in 1- oder 2-Dimensionen
verzerrte Mikrobilder oder als Teile von Mikrobildern erzeugt werden,
wodurch insbesondere bei Betrachtung des Sicherheitselements (1) aus
unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen, insbesondere durch Kippen
25 und/oder Drehen, eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche
Bildabfolge der n-ten Teilbilder (14l, 14r) sichtbar wird.

45. Sicherheitselement (1), hergestellt nach einem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche.
 46. Sicherheitsdokument (2), umfassend ein Sicherheitselement oder mehrere Sicherheitselemente nach Anspruch 45.
- 5

*Fig. 1*

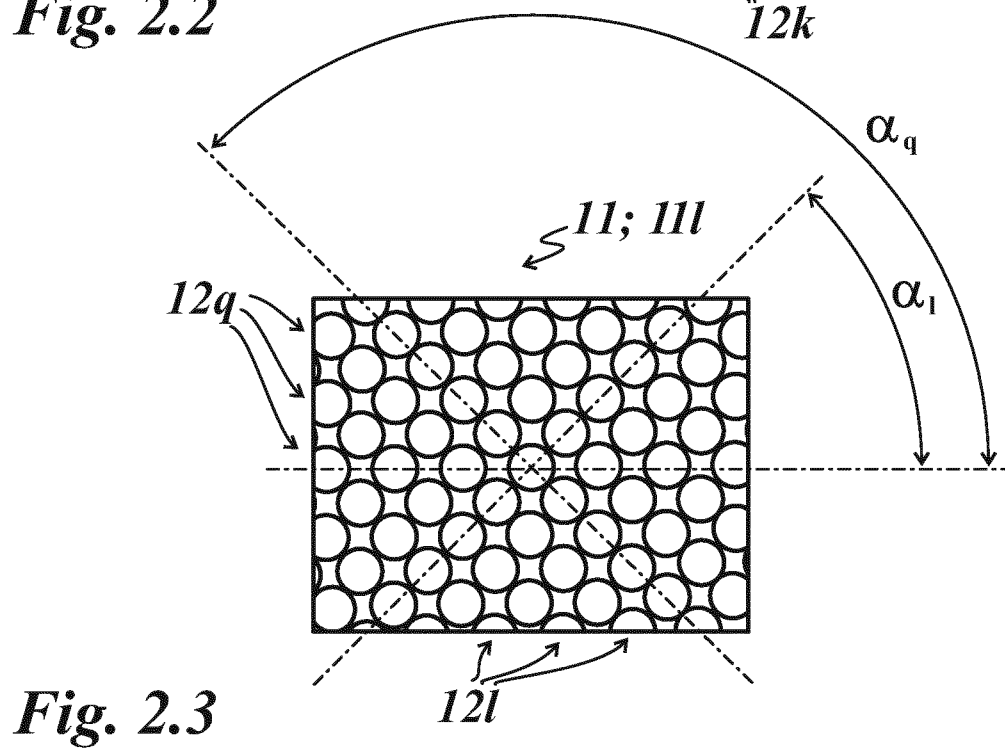
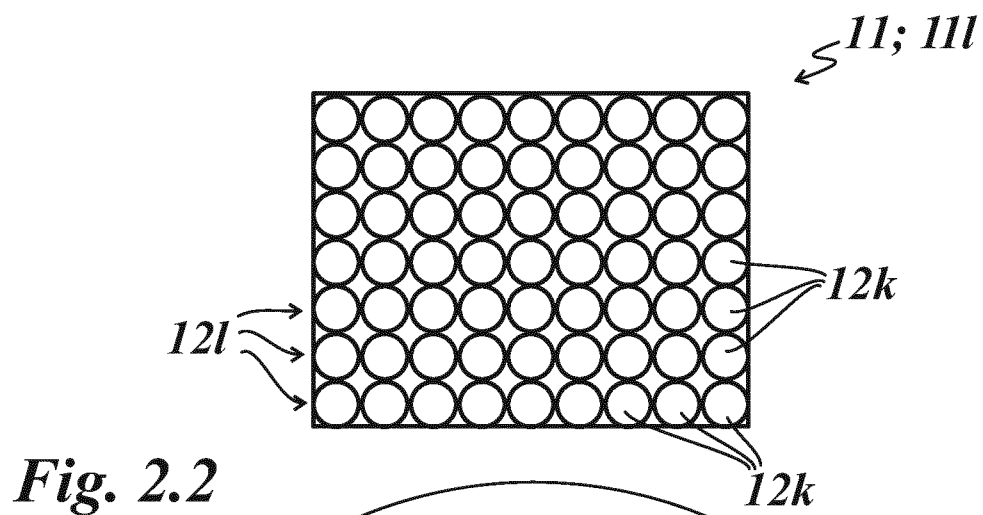
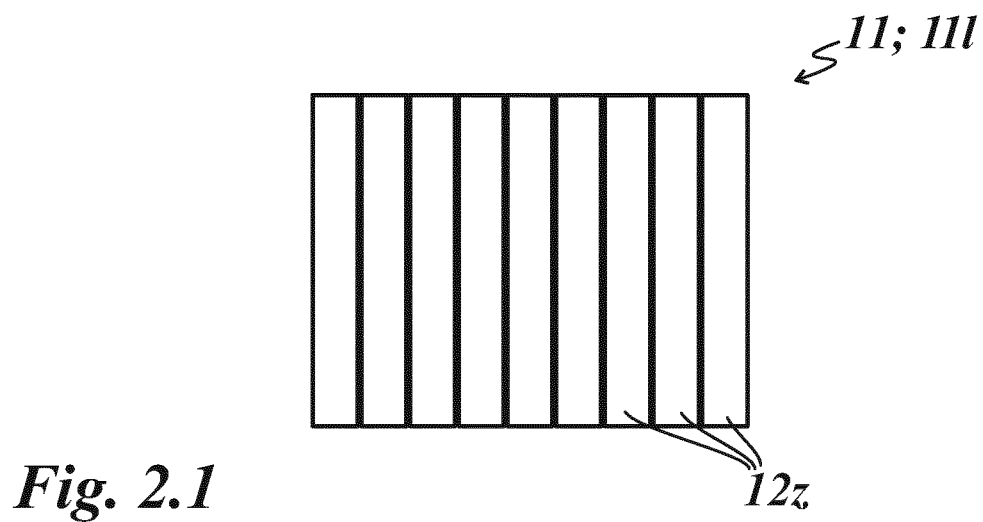


Fig. 3.1



Fig. 3.2

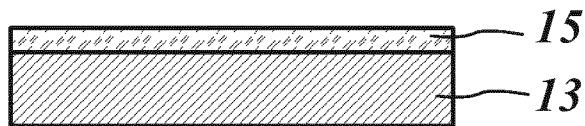


Fig. 3.3

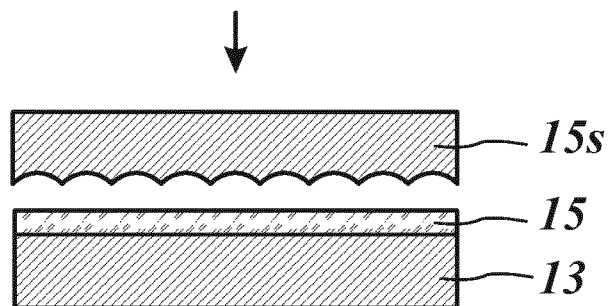


Fig. 3.4

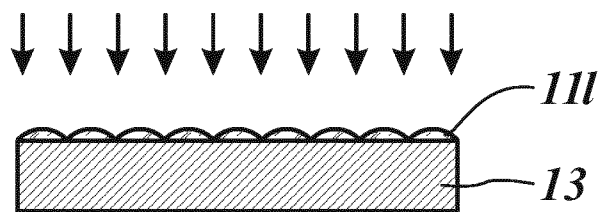


Fig. 3.5

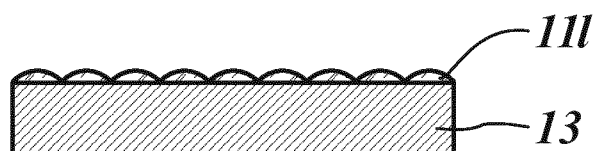
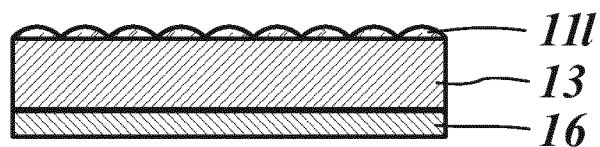
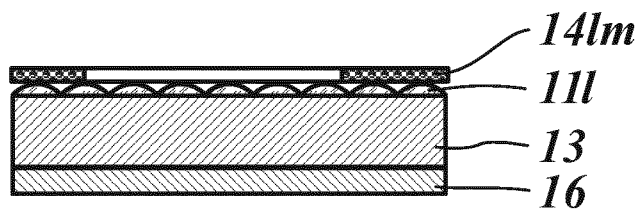
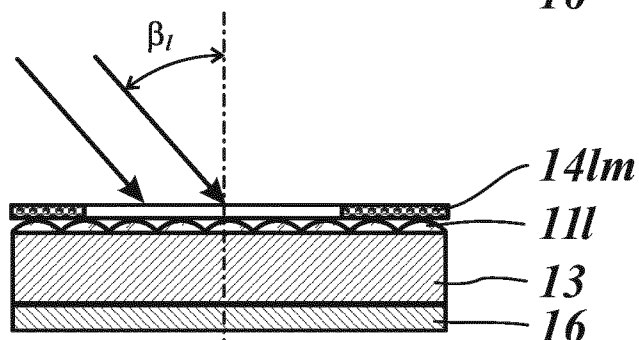
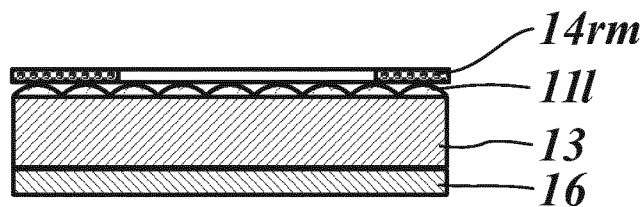
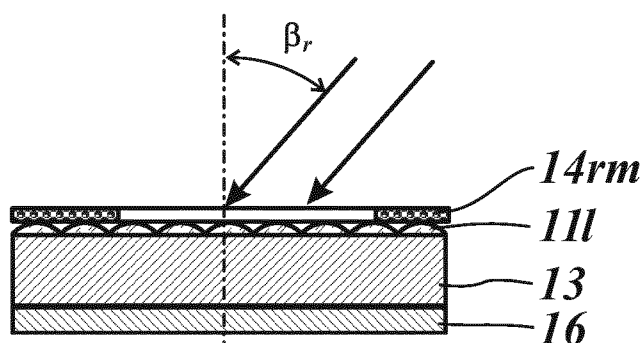
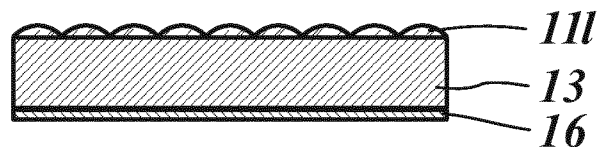
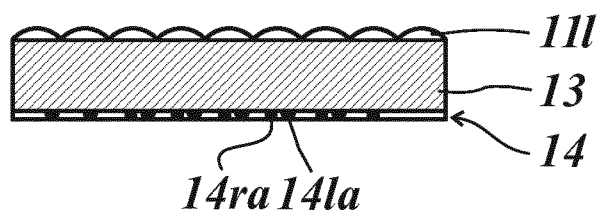
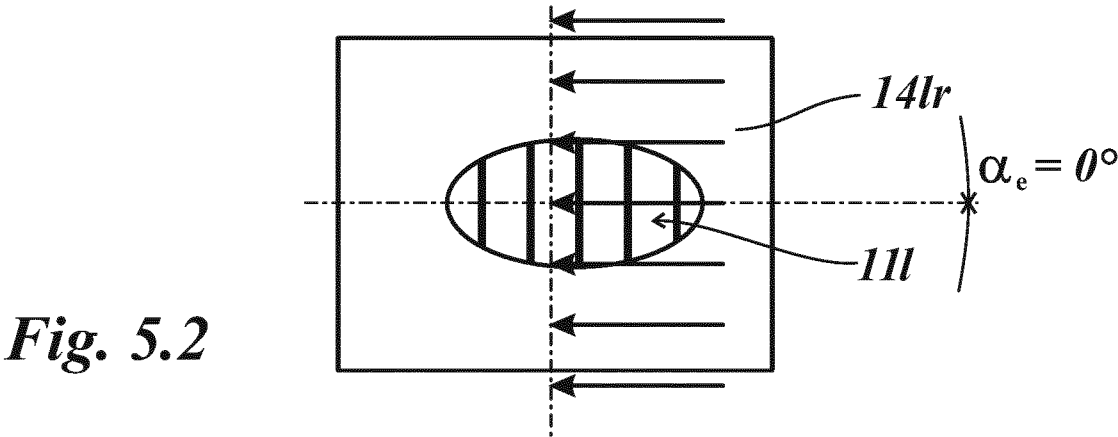
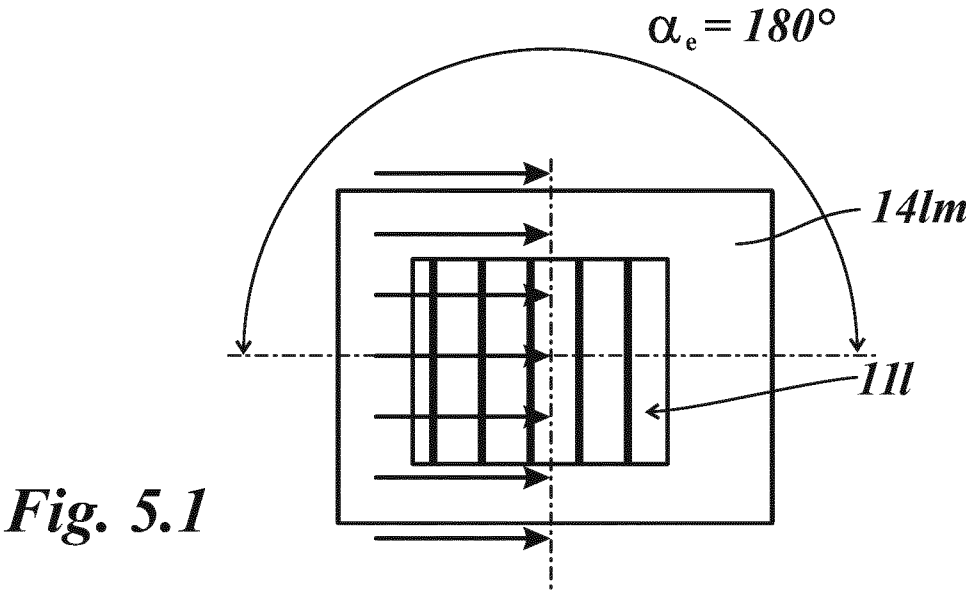
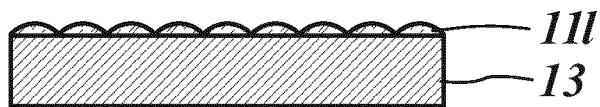
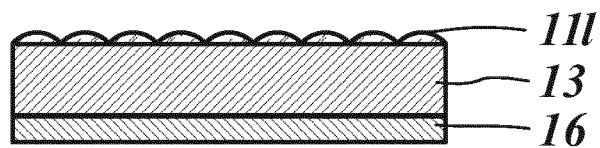
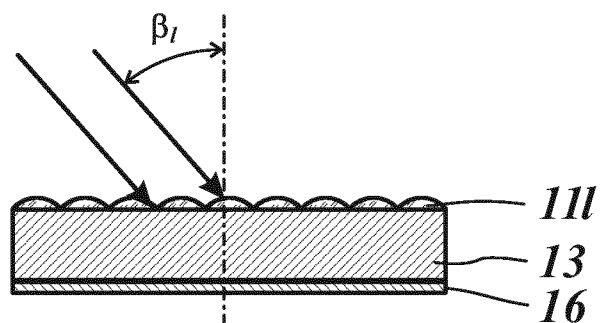
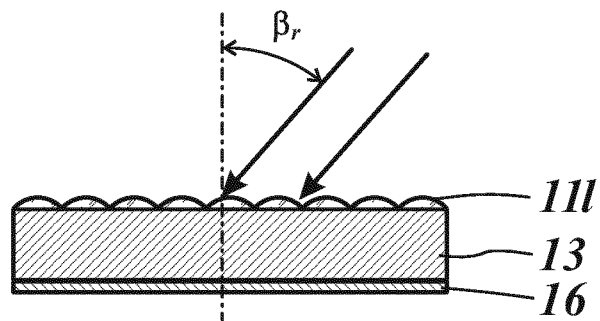
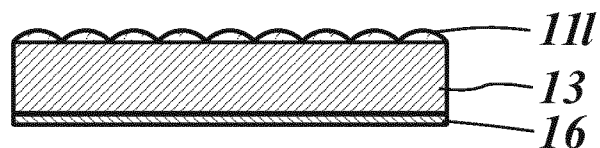
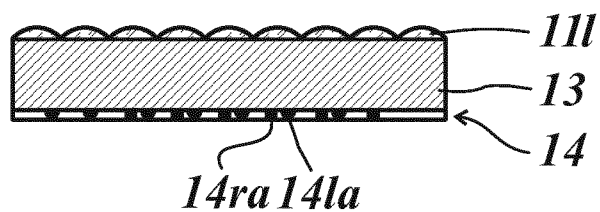


Fig. 4.1*Fig. 4.2**Fig. 4.3**Fig. 4.4**Fig. 4.5**Fig. 4.6**Fig. 4.7**Fig. 4.8*



6/25

Fig. 6.1*Fig. 6.2**Fig. 6.3**Fig. 6.4**Fig. 6.5**Fig. 6.6*

7/25

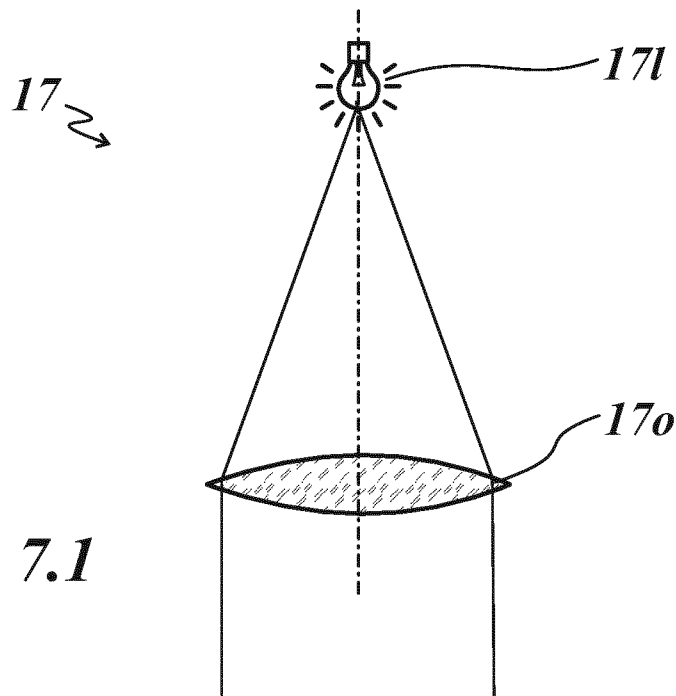


Fig. 7.1

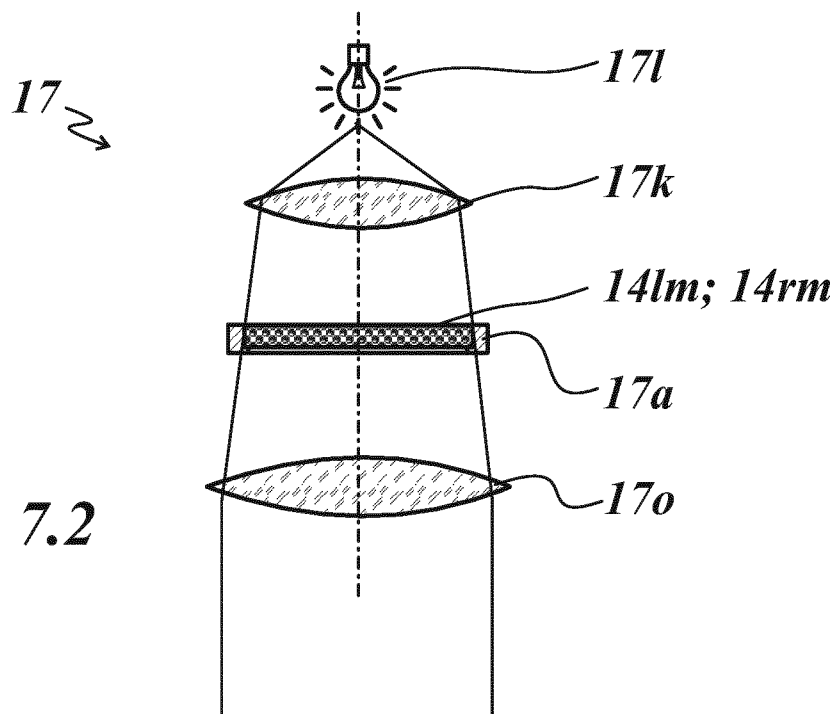


Fig. 7.2

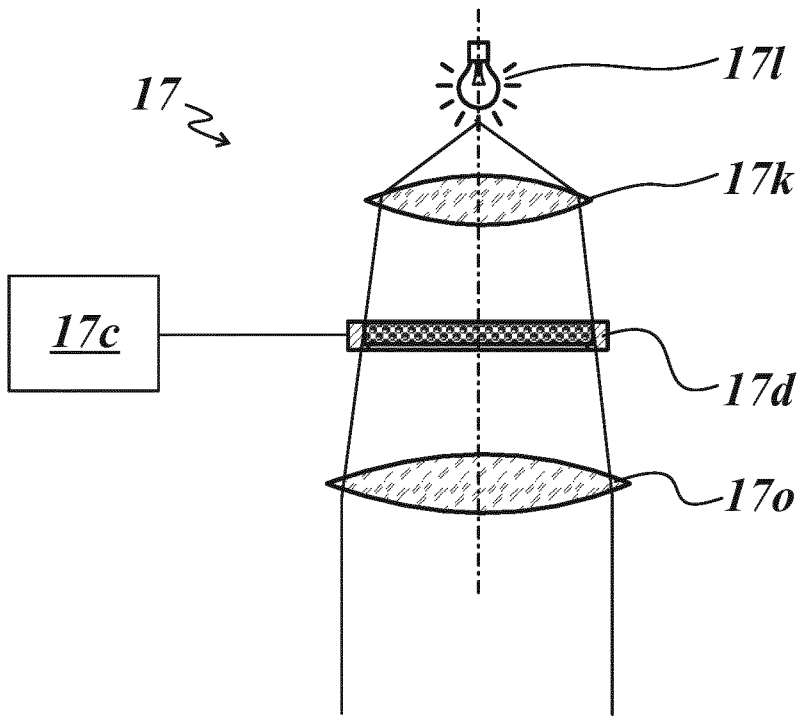
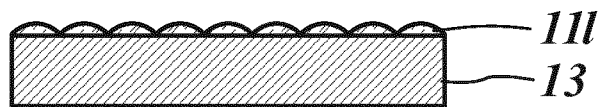
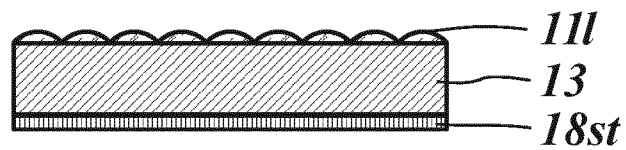
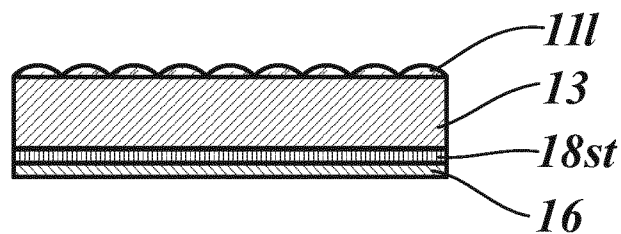
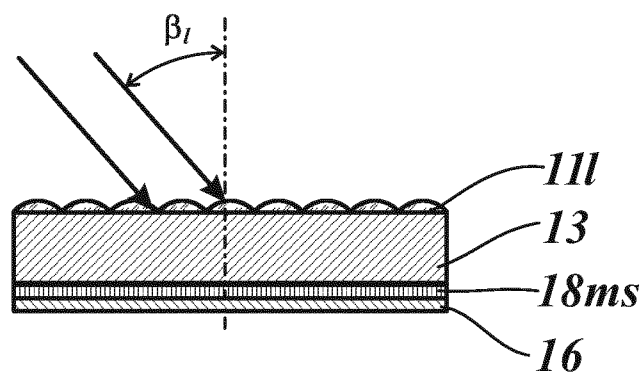
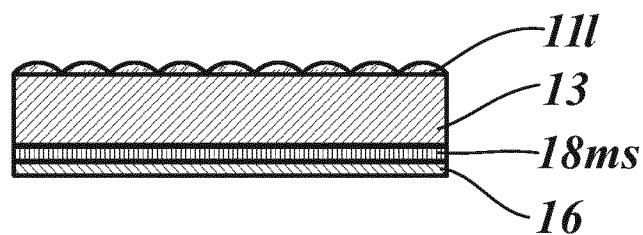
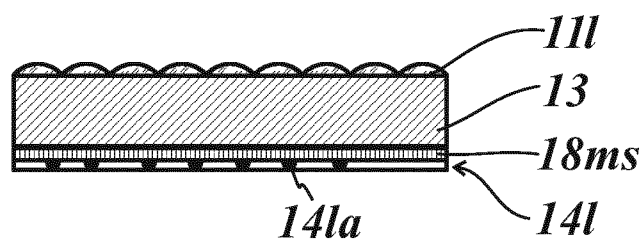


Fig. 7.3

9/25

Fig. 8.1*Fig. 8.2**Fig. 8.3**Fig. 8.4**Fig. 8.5**Fig. 8.6*

10/25

Fig. 8.7

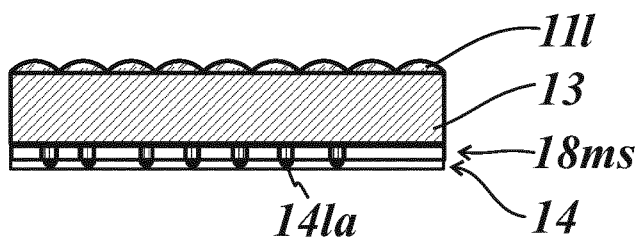


Fig. 8.8

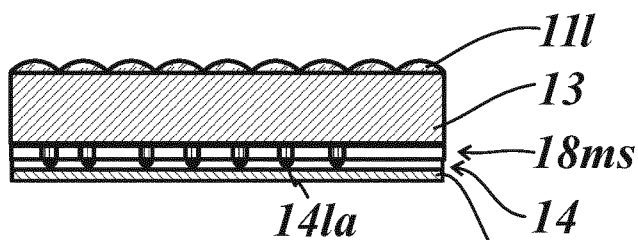


Fig. 8.9

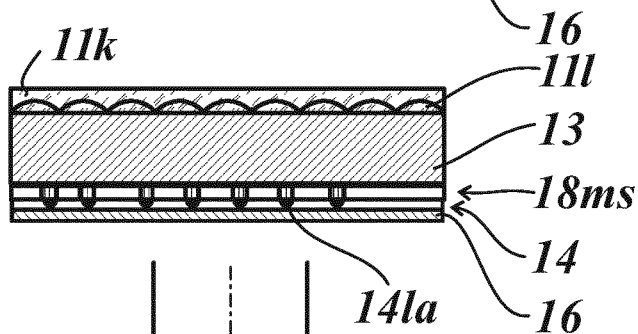


Fig. 8.10

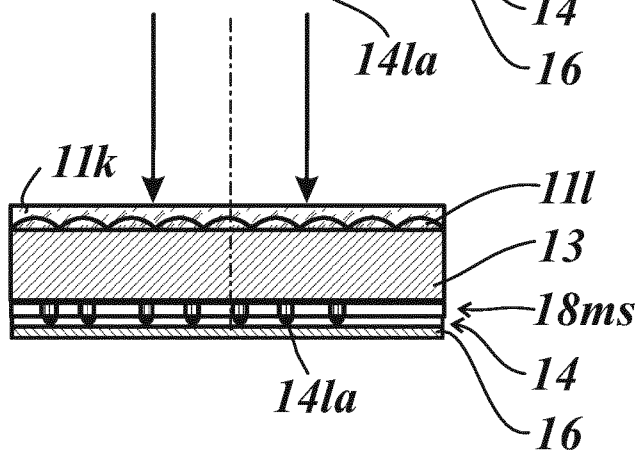


Fig. 8.11

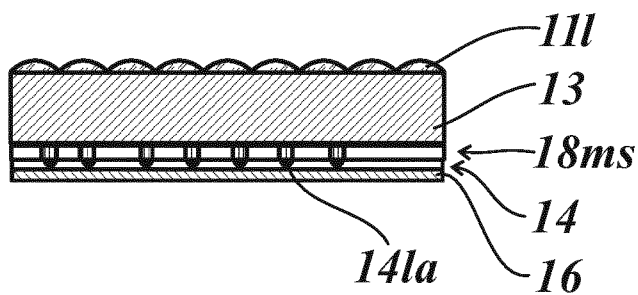


Fig. 8.12

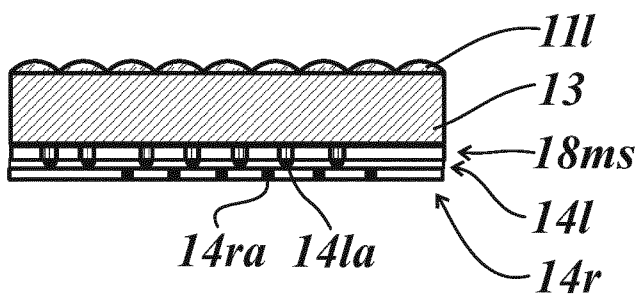


Fig. 9.1

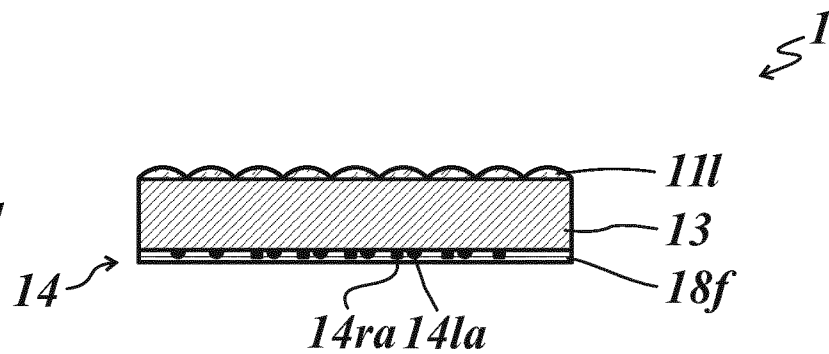


Fig. 9.2

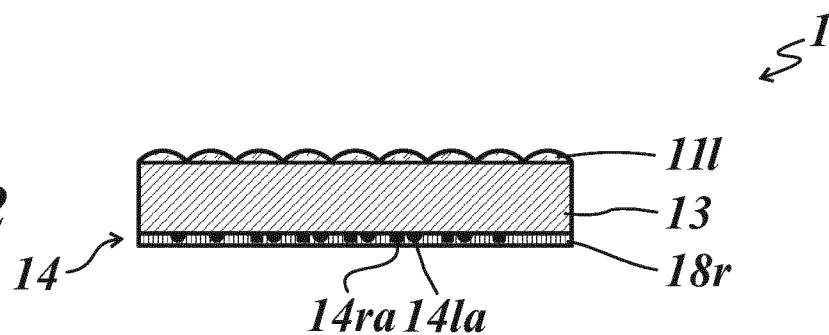


Fig. 9.3

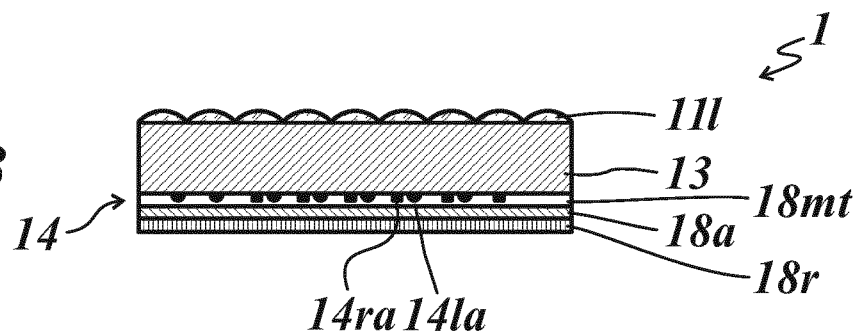
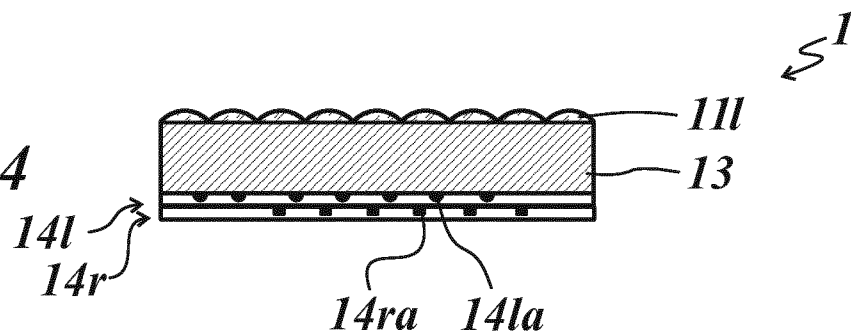
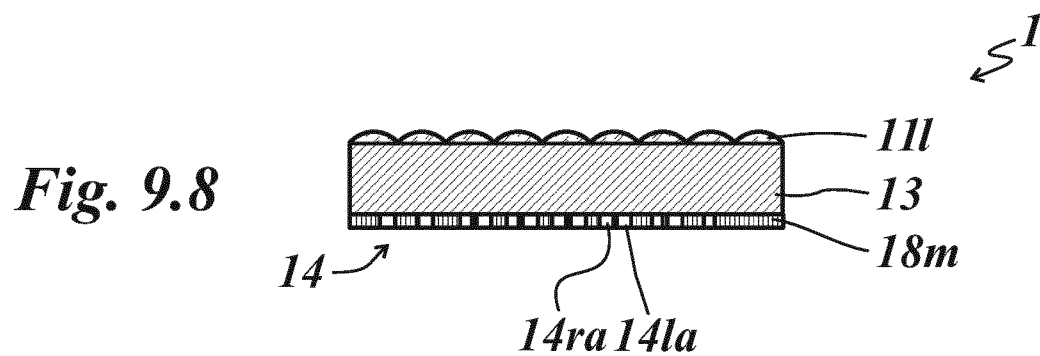
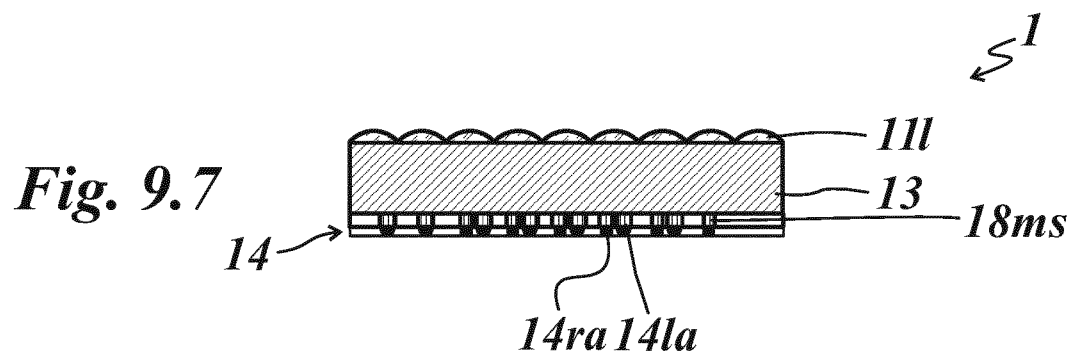
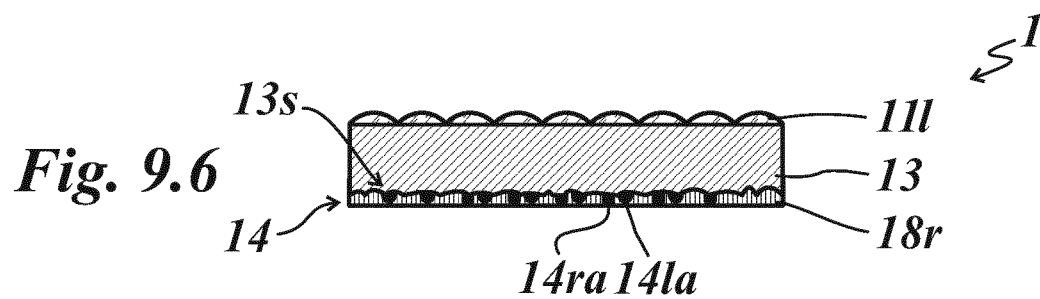
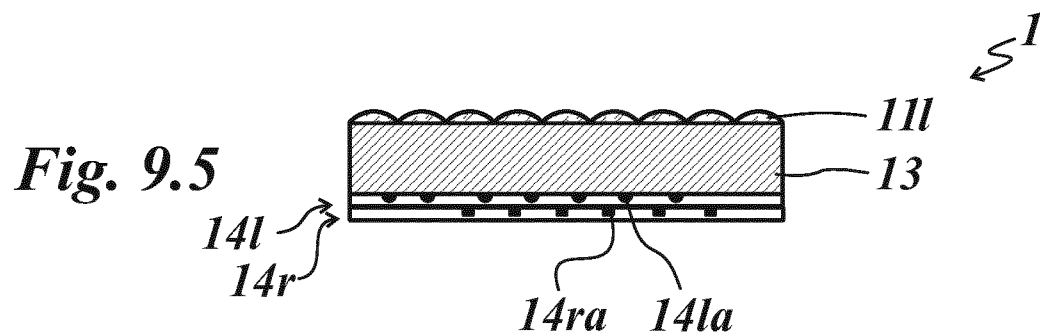


Fig. 9.4





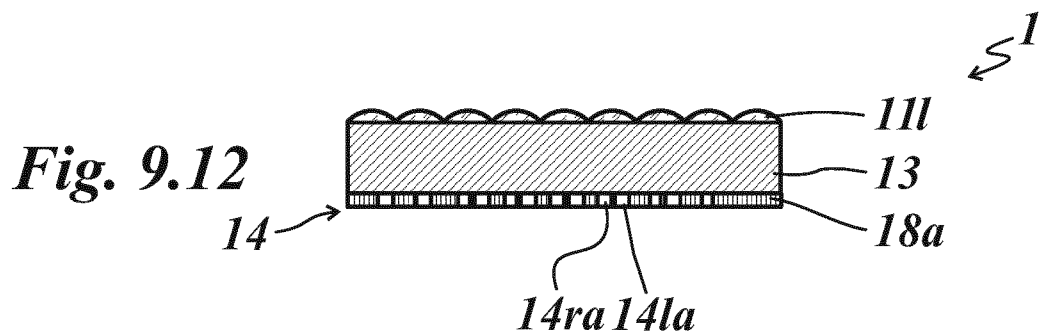
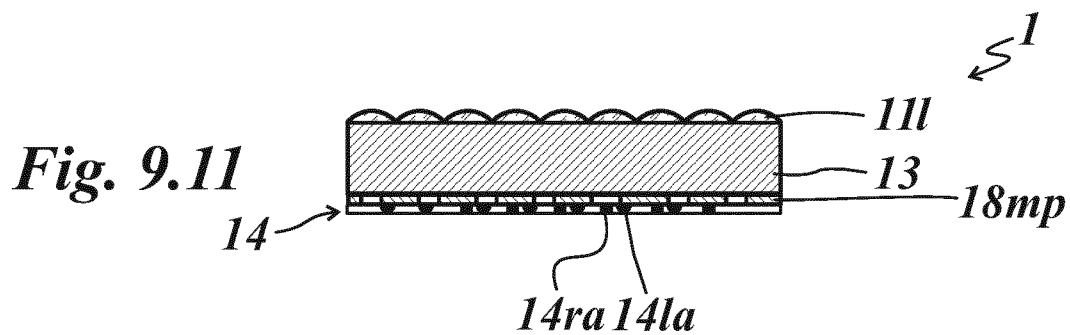
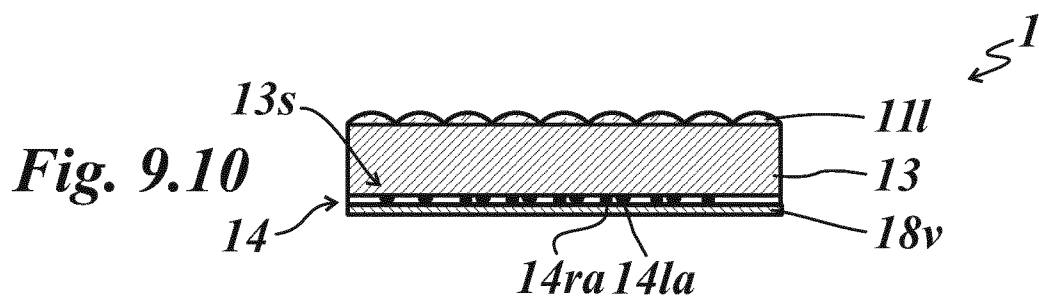
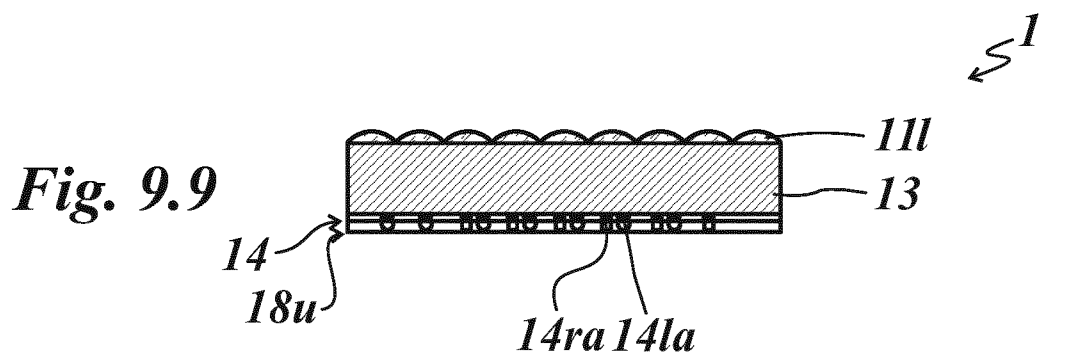


Fig. 9.13

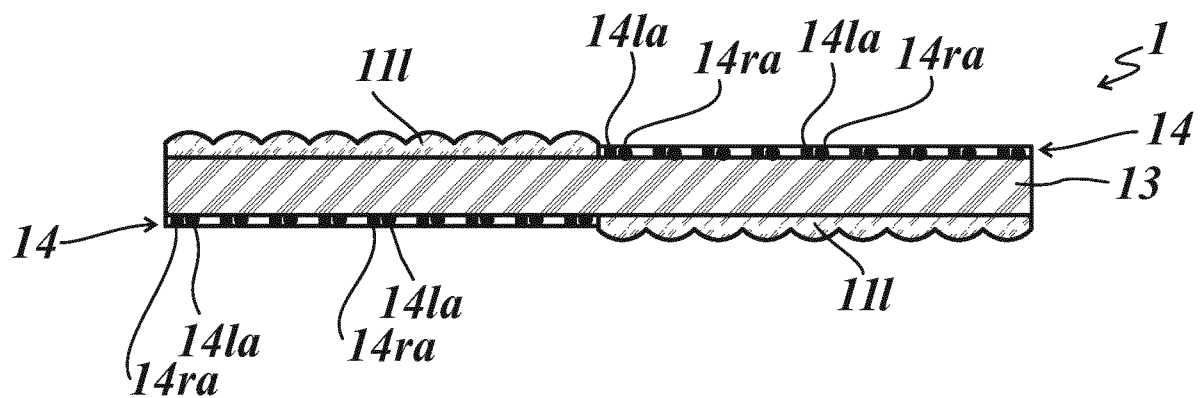
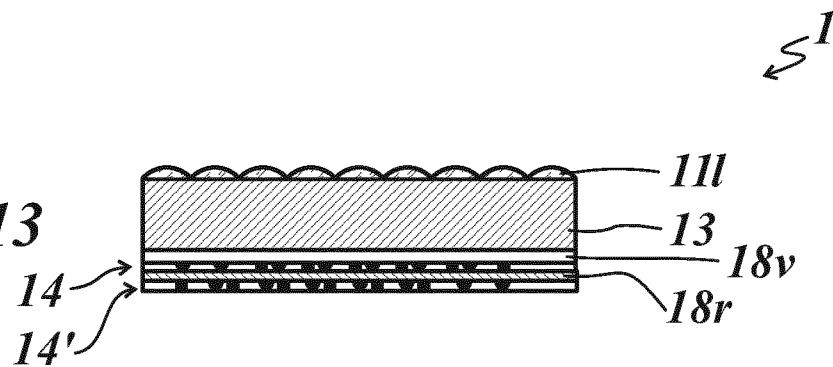


Fig. 9.14

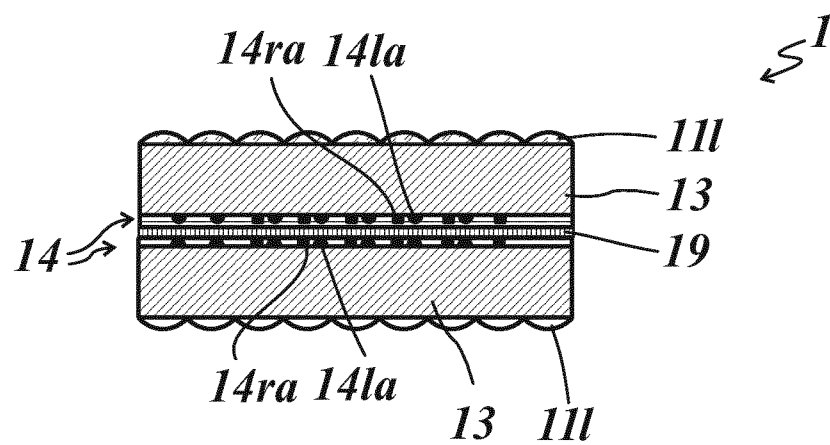
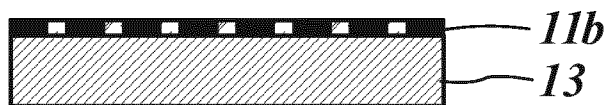
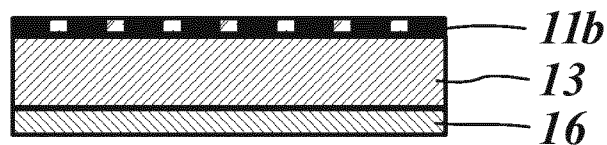
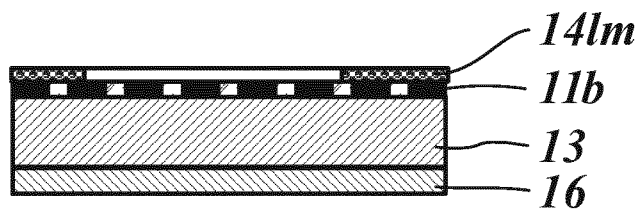
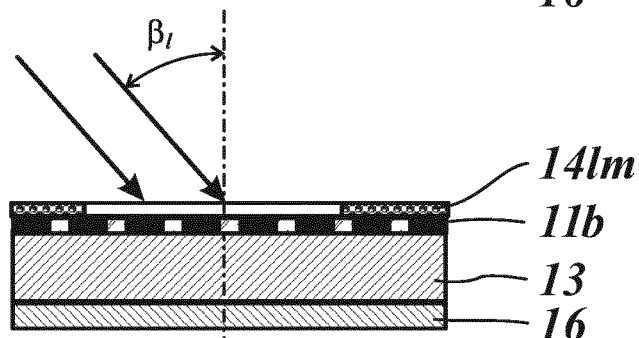
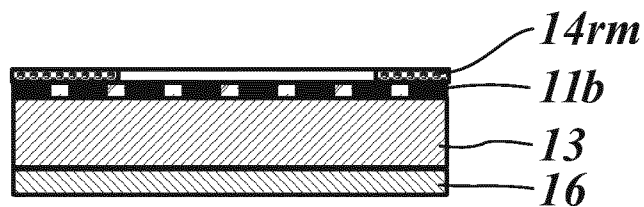
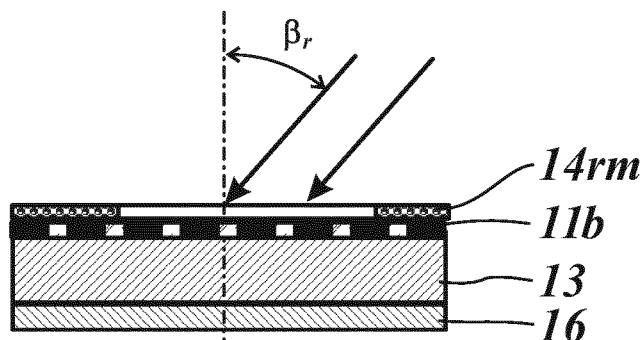
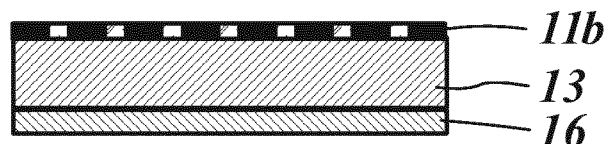
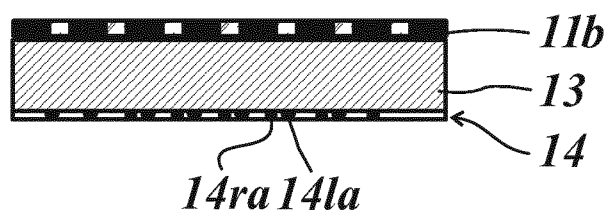


Fig. 9.15

15/25

Fig. 10.1*Fig. 10.2**Fig. 10.3**Fig. 10.4**Fig. 10.5**Fig. 10.6**Fig. 10.7**Fig. 10.8*

16/25

Fig. 11.1

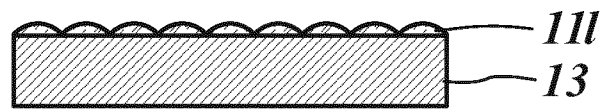


Fig. 11.2

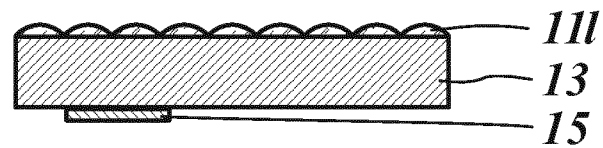


Fig. 11.3

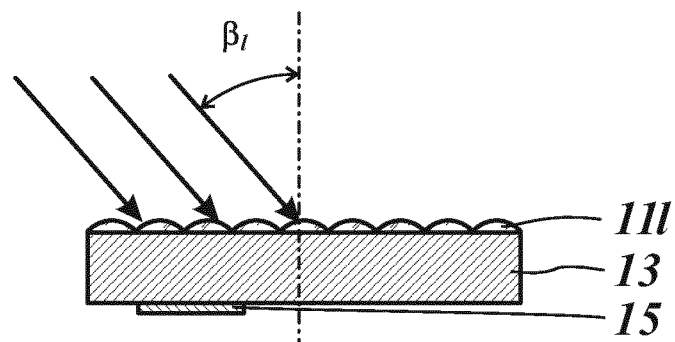


Fig. 11.4

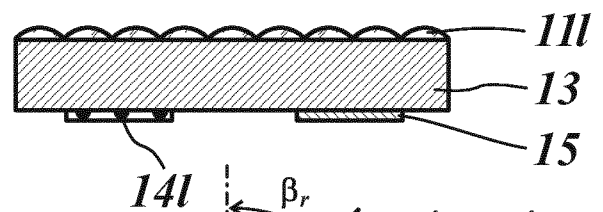


Fig. 11.5

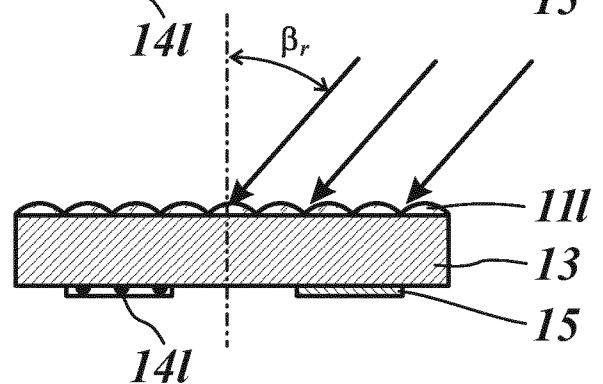


Fig. 11.6

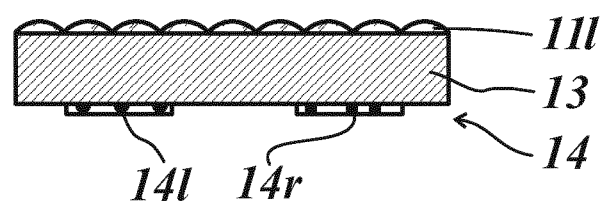
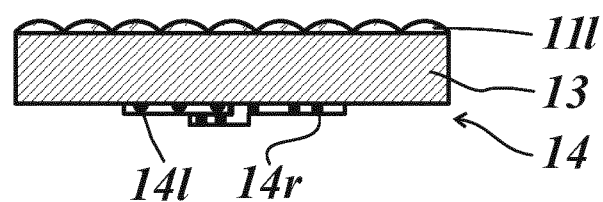


Fig. 11.7



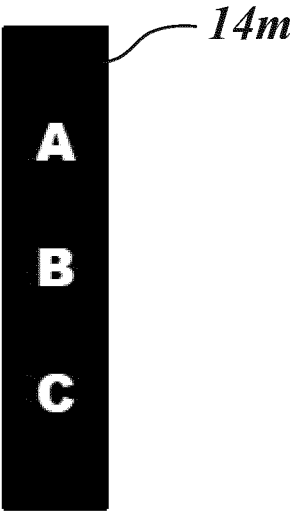


Fig. 12

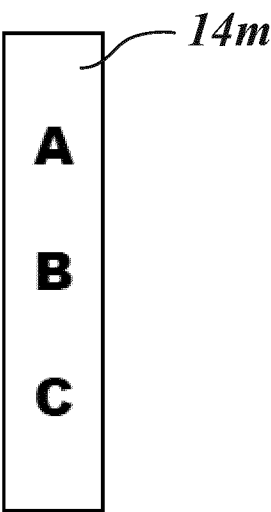


Fig. 13

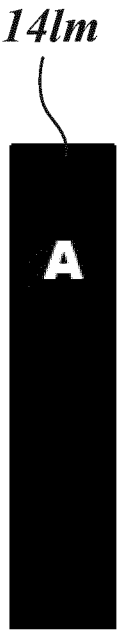


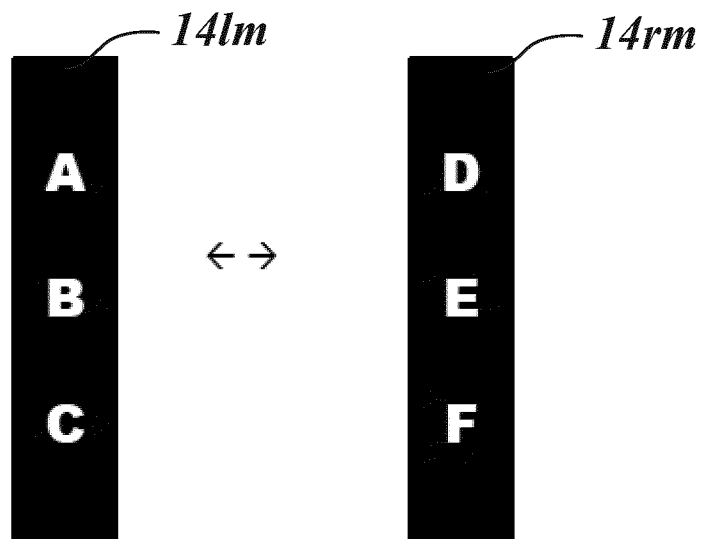
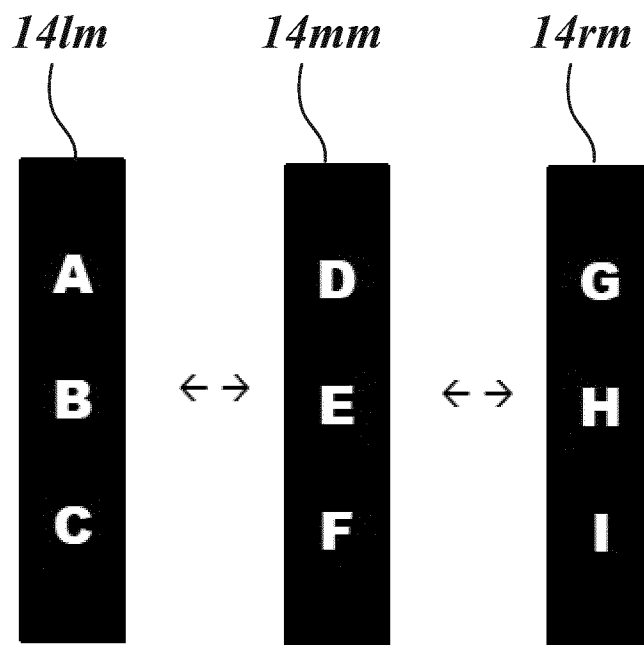
Fig. 14a



Fig. 14b



Fig. 14c

*Fig. 15a**Fig. 15b**Fig. 16a**Fig. 16b**Fig. 16c*

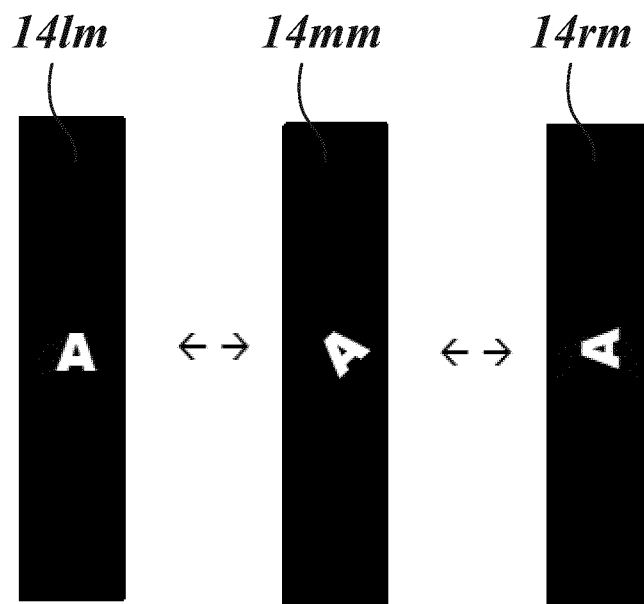


Fig. 17a

Fig. 17b

Fig. 17c

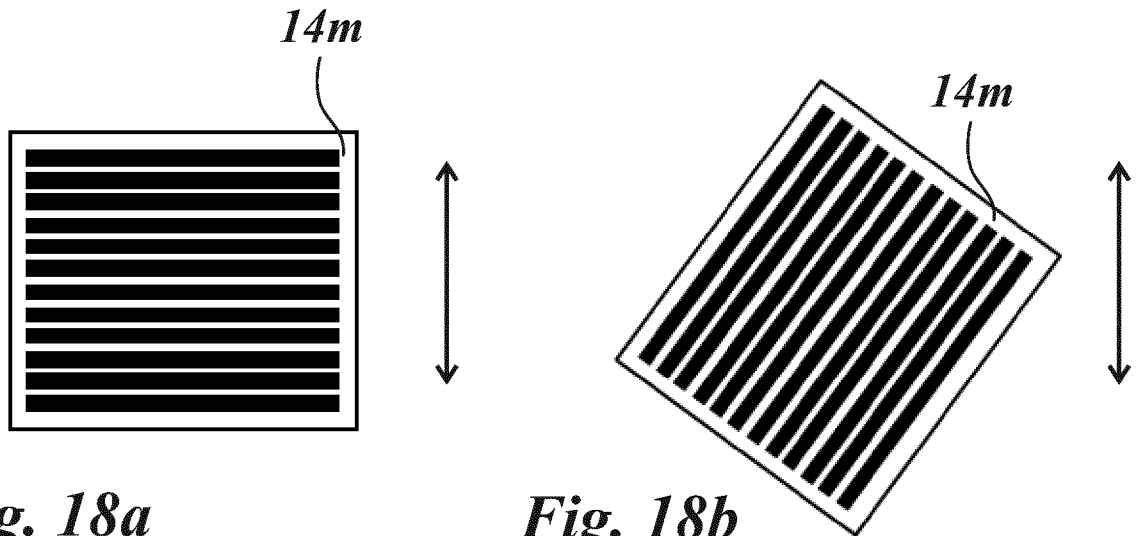


Fig. 18a

Fig. 18b

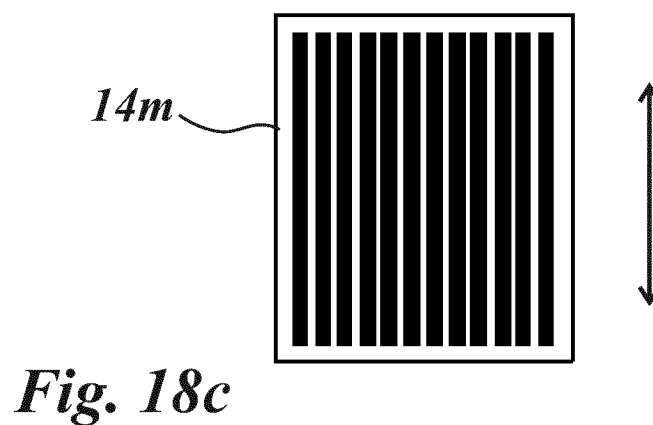


Fig. 18c

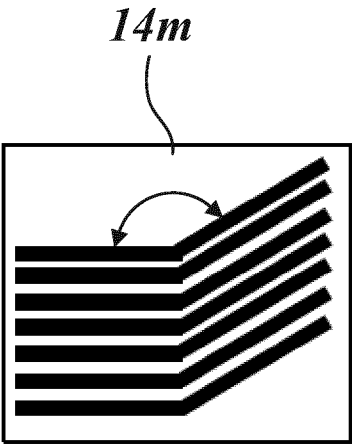


Fig. 19

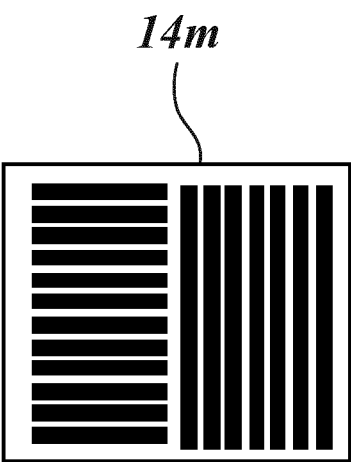


Fig. 20

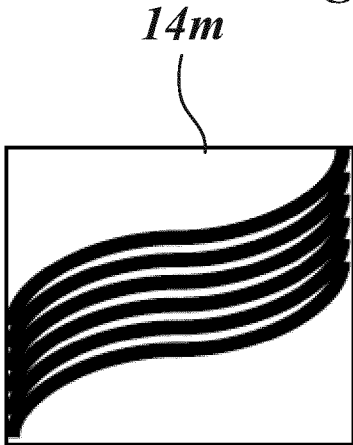


Fig. 21

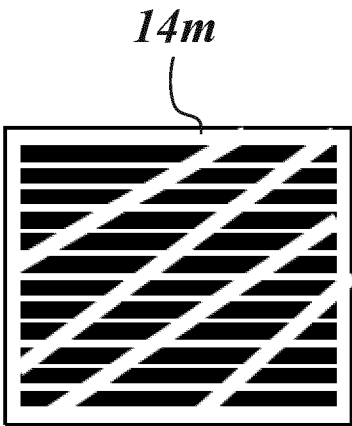


Fig. 22

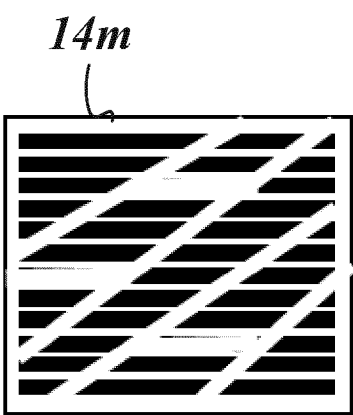


Fig. 23

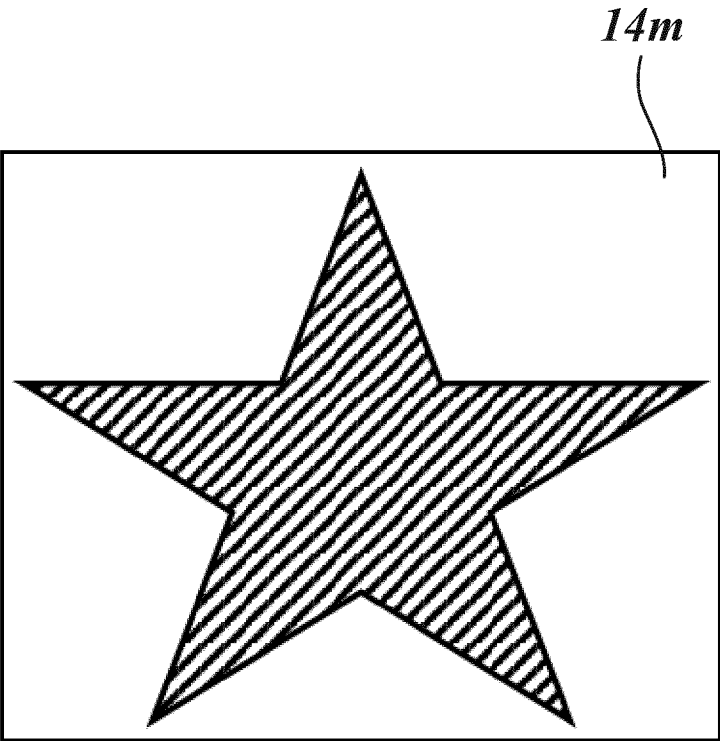


Fig. 24

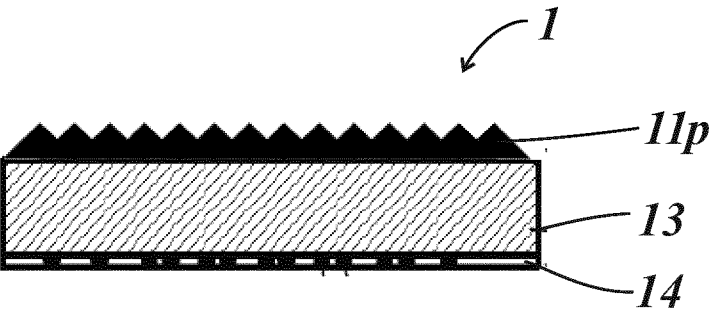


Fig. 25

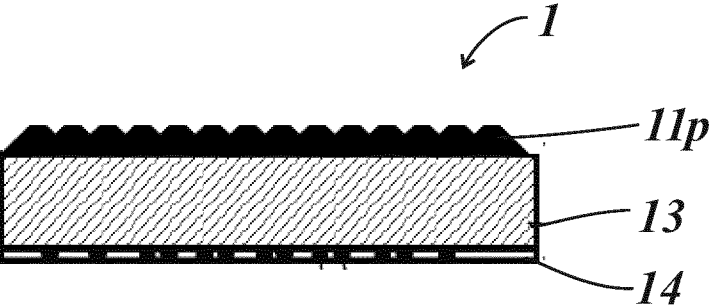


Fig. 26

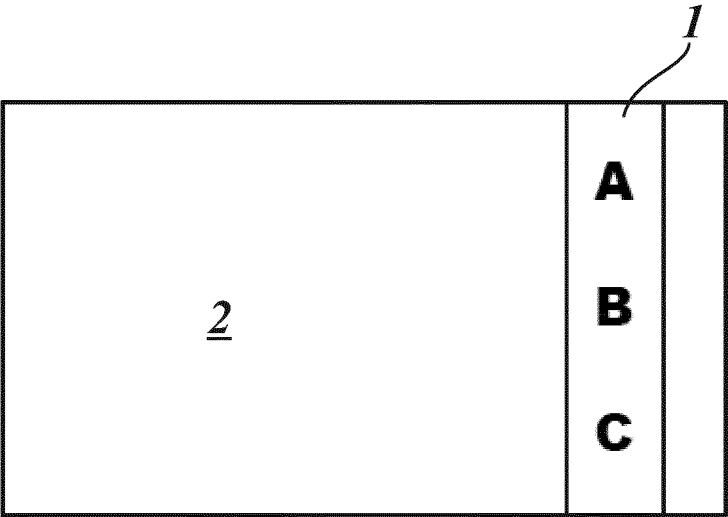


Fig. 27

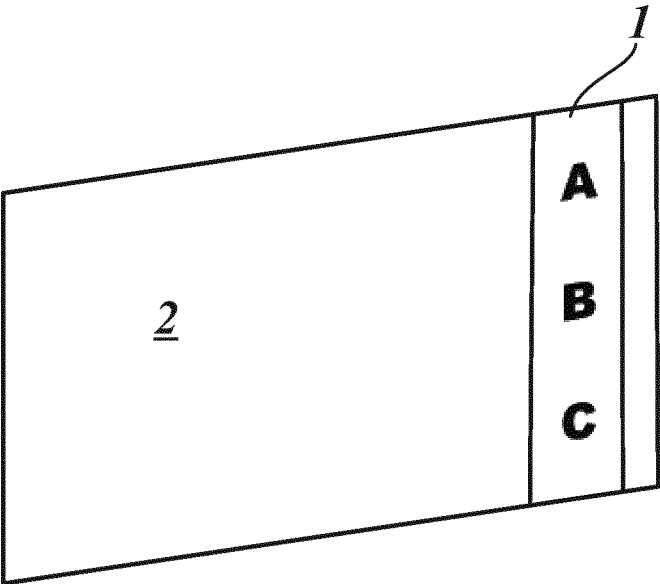


Fig. 28a

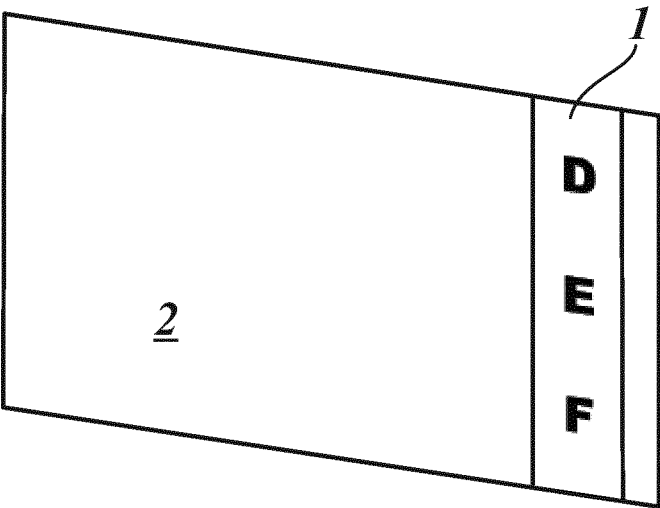


Fig. 28b

23/25

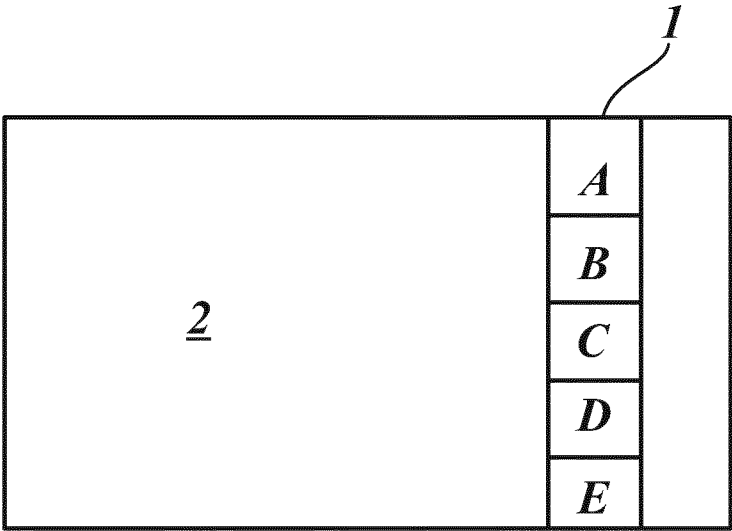


Fig. 29

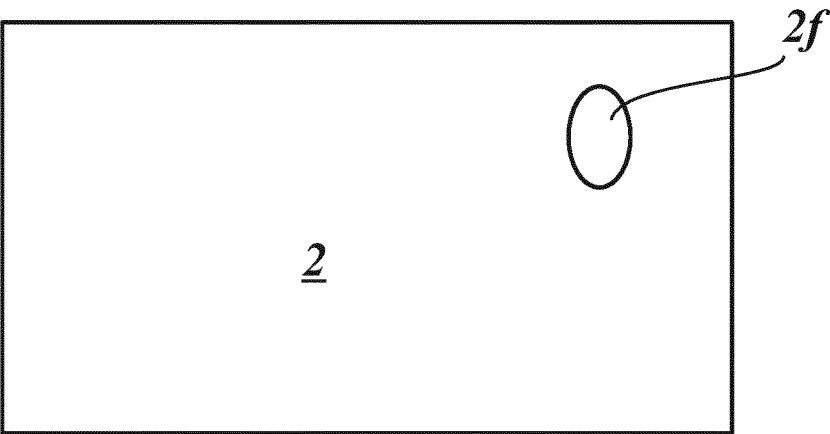


Fig. 30a

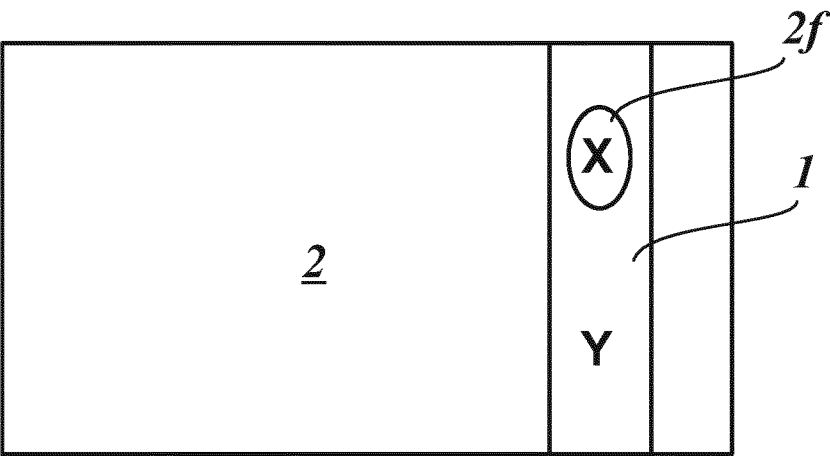


Fig. 30b

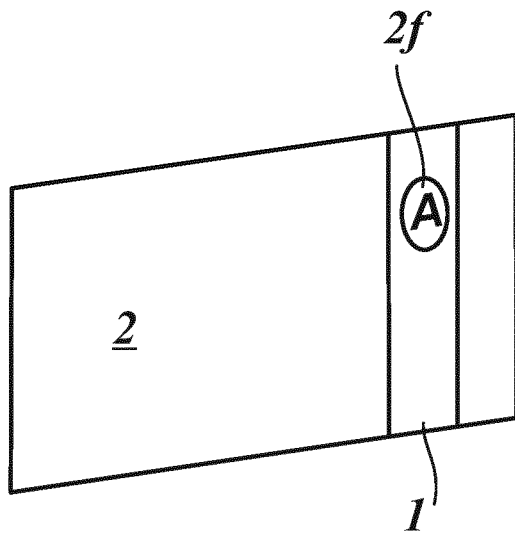


Fig. 31a

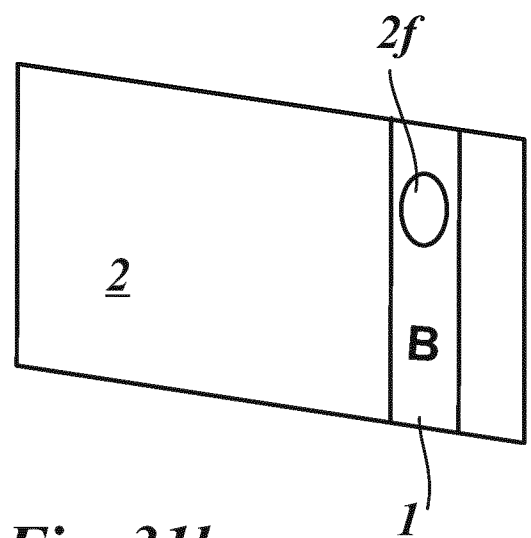


Fig. 31b

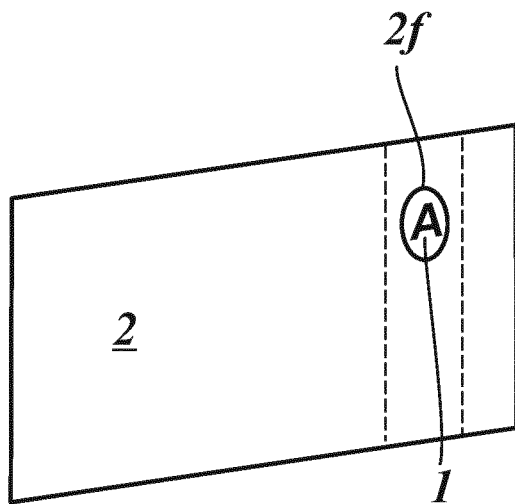


Fig. 32a

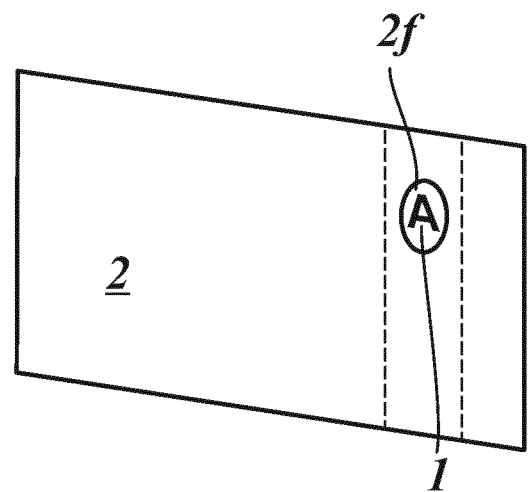


Fig. 32b

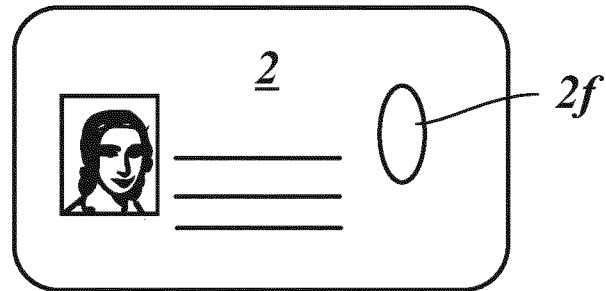


Fig. 33

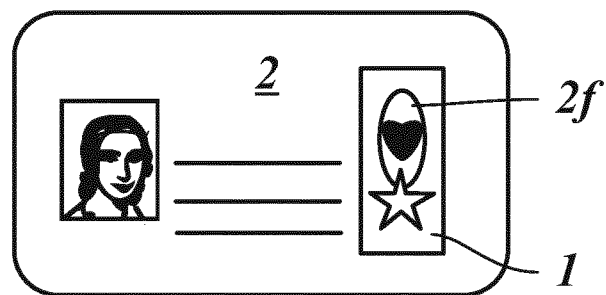


Fig. 34

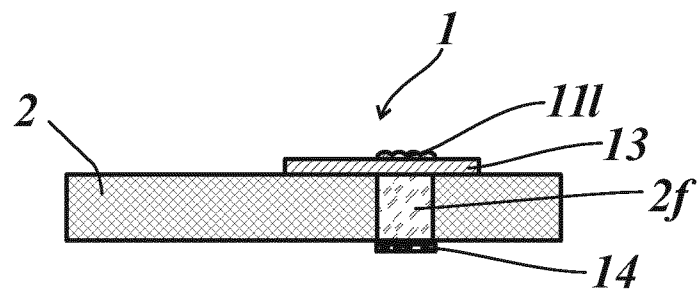


Fig. 35

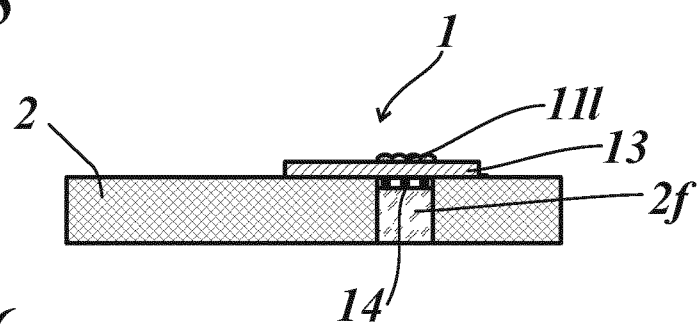


Fig. 36