(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 713 843 B1

(51) Int. Cl.: B42D 25/29 (2014.01)
B42D 25/378 (2014.01)
B42D 25/328 (2014.01)
B42D 25/333 (2014.01)
G02B 3/00 (2006.01)
B42D 25/324 (2014.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) FASCICULE DU BREVET

(21) Numéro de la demande: 01242/18

(22) Date de dépôt: 13.04.2017

(43) Demande publiée: 19.10.2017

(30) Priorité: 13.04.2016 AU 2016100402

(24) Brevet délivré: 15.12.2021

(45) Fascicule du brevet publié: 15.12.2021

(73) Titulaire(s):
CCL SECURE PTY LTD, 1-17 Potter Street
Craigieburn, Victoria 3064 (AU)

(72) Inventeur(s):
Karlo Ivan Jolic, Craigieburn Victoria 3064 (AU)

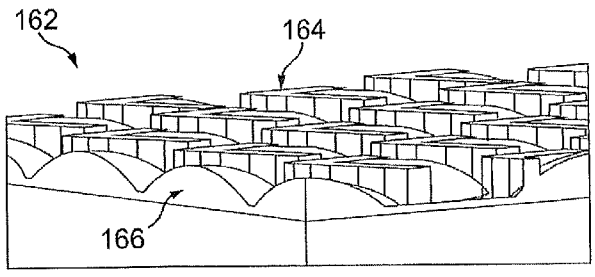
(74) Mandataire:
MICHELI & CIE SA, 122, Rue de Genève Case postale 61
1226 Thônex (CH)

(86) Demande internationale:
PCT/AU 2017/050331

(87) Publication internationale:
WO 2017/177278

(54) Dispositif micro-optique avec élément de focalisation intégré et structure d'élément d'image.

(57) Dispositif micro-optique comprenant: un substrat; une pluralité d'éléments de focalisation, et une pluralité d'éléments de focalisation, chacun des éléments de focalisation focalisant la lumière vers, ou faisant diverger la lumière ou interférant de manière constructive avec un foyer réel ou imaginaire, les éléments de focalisation permettant l'échantillonnage des éléments d'image afin de projeter des images pouvant être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation, dans lequel une première structure de focalisation comprenant au moins un premier groupe d'éléments de focalisation et une première structure d'imagerie comprenant au moins un premier groupe d'éléments d'image sont intégrées dans une première structure unitaire sur un premier côté du substrat.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un dispositif micro-optique pour utilisation dans un système de présentation d'image micro-optique. Des modes de réalisation de l'invention peuvent être utilisés comme dispositif de sécurité pour billets de banque et pièces de monnaie, cartes de crédit, chèques, passeports, cartes d'identité et similaires, et il conviendra de décrire l'invention par rapport à cette application exemplaire non limitative.

Contexte de l'invention

[0002] Il est bien connu que de nombreux billets de banque dans le monde, ainsi que d'autres documents de sécurité, comportent des dispositifs de sécurité qui produisent des effets optiques permettant une authentification visuelle du billet de banque. Certains de ces dispositifs de sécurité comprennent des éléments de focalisation, comme des microlentilles ou des micro-miroirs, qui servent à échantillonner et à agrandir des éléments d'image et projeter des images observables pour un utilisateur à des fins d'authentification.

[0003] Dans les dispositifs de sécurité classiques, les éléments de focalisation sont formés au moyen d'un processus d'estampage. Les éléments d'image sont ensuite formés par un processus supplémentaire, typiquement un processus d'impression ou un processus d'estampage supplémentaire spécifique pour créer les images dans une couche séparée de la couche contenant les éléments de focalisation.

[0004] Dans de tels dispositifs de sécurité, il est difficile de contrôler la phase des éléments de focalisation par rapport aux éléments d'image dans le plan du substrat sur lequel les éléments de focalisation sont estampés. Il en résulte que des images sont projetées à un utilisateur pour un angle de visualisation donné, différent d'un billet de banque à l'autre, donnant l'impression que la fonction de sécurité souhaitée semble différente ou incohérente d'un billet à l'autre. Ce problème est particulièrement évident dans des effets optiques tels que des retournements, des animations et des images 3D. Selon la phase, une animation ou un retournement peut projeter l'une de ses trames vers un utilisateur avec un angle de visualisation fixe.

[0005] De même, une image 3D entrelacée ou une image intégrale variera de manière significative en apparence pour un angle de visualisation donné en fonction de la phase des éléments de focalisation par rapport aux éléments d'image. En règle générale, certaines manipulations projetteront une image 3D propre lorsque le billet de banque est visualisé directement sous un angle de visualisation normal, et dans d'autres manipulations, l'image projetée sera floue à un angle de visualisation normal et inconfortable à visualiser: l'utilisateur peut voir à la fois les images „gauche“ et „droite“ de la paire stéréoscopique avec les deux yeux, auquel cas le cerveau aura du mal à réconcilier la profondeur et le flottement. La variation de manipulation aura également un impact sur la conception des images moirées: la position des images amplifiées par le moiré dans le réseau agrandi variera en fonction de la phase.

[0006] Dans de tels dispositifs de sécurité, il existera aussi typiquement un biais de rotation entre les éléments de focalisation et les éléments d'image, c'est-à-dire une rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan du substrat sur lequel sont formés les éléments de focalisation. Selon sa taille, ce biais peut introduire des artefacts d'image indésirables. Par exemple, dans le cas des conceptions d'images moirées, les images agrandies peuvent apparaître inclinées et leur taille peut également varier en fonction du niveau d'inclinaison relatif. De même, dans le cas de dessins 3D entrelacés et d'images intégrales, celles-ci peuvent apparaître inclinées dans une mesure indésirable d'un point de vue esthétique.

[0007] Les variations de la manipulation relative dans le plan du substrat sur lequel sont formés les éléments de focalisation (dans les axes X, Y) et l'asymétrie relative (rotation autour de l'axe Z perpendiculaire au plan du substrat), si on les combine, peuvent donner lieu à de grandes variations en terme d'apparence des images projetées à un utilisateur.

[0008] La couche d'imagerie et la couche contenant les éléments de focalisation peuvent également être étirées de différentes quantités dans différentes directions pendant le processus de fabrication, ce qui entraîne des variations de fréquence (du pas) des éléments d'image et/ou des éléments de focalisation. De telles différences peuvent entraîner des distorsions dans les images projetées qui ne peuvent être compensées par la conception, car les variations impliquées ne peuvent pas être suffisamment contrôlées dans le processus de fabrication. Dans le cas d'un processus de fabrication rouleau à rouleau, il peut y avoir des variations de tension/relâchement de la bande pendant le traitement qui entraînent différents degrés d'étirement impossibles à contrôler de manière suffisante pour éliminer la distorsion de l'image projetée. Dans le cas d'un processus de fabrication par feuille, il peut y avoir des variations de tension/relâchement dans chaque feuille pendant le traitement qui entraînent différents degrés d'étirement impossibles à contrôler de manière suffisante pour éliminer la distorsion de l'image projetée.

[0009] Il serait souhaitable de fournir un dispositif micro-optique y compris des éléments de focalisation et des éléments d'image correspondants qui minimisent les variations non désirées en terme de différence de phase et/ou déphasage entre les éléments de focalisation, et les éléments d'image, et minimisent également les variations indésirables de la hauteur des éléments de focalisation et/ou des éléments d'image.

[0010] Il serait également souhaitable de fournir un procédé de fabrication de tels dispositifs micro-optiques qui minimise le coût de fabrication et les déchets résultant du processus de fabrication.

[0011] Il serait également souhaitable de fournir un dispositif micro-optique comprenant des éléments de focalisation et des éléments d'image correspondants qui améliorent ou surmontent un ou plusieurs désavantages ou inconvénients des dispositifs micro-optiques connus.

Résumé de l'invention

[0012] Un aspect de l'invention concerne un dispositif micro-optique selon la revendication 1.

[0013] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le premier groupe d'éléments de focalisation permet l'échantillonnage du premier groupe d'éléments d'image.

[0014] Dans d'autres modes de réalisation, une deuxième structure de focalisation comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments de focalisation et une deuxième structure d'imagerie comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image est située sur un deuxième côté du substrat, dans lequel
le premier groupe d'éléments de focalisation permet l'échantillonnage du deuxième groupe d'éléments d'image.

[0015] Dans ce cas, la deuxième structure de focalisation et la deuxième structure d'imagerie peuvent être intégrées dans une deuxième structure unitaire.

[0016] En outre, le deuxième groupe d'éléments de focalisation peut permettre l'échantillonnage du premier groupe d'éléments d'image afin de projeter des images qui peuvent être observées par un utilisateur à partir d'au moins un deuxième angle de visualisation.

[0017] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, au moins un élément de focalisation est réfractif et permet la réfraction de la lumière vers le point focal.

[0018] Dans ce cas, une couche de matériau au moins partiellement réfléchissant peut être appliquée sur le côté opposé du substrat dudit au moins un élément de focalisation.

[0019] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, au moins un élément de focalisation est réfléchissant et permet la divergence de la lumière entrante sensiblement colmatée par rapport au foyer.

[0020] Dans ce cas, au moins une partie de la structure unitaire comprenant au moins un élément de focalisation est recouverte d'au moins une couche de matériau au moins partiellement réfléchissant.

[0021] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, au moins un élément de focalisation est diffractif et transmet ou réfléchit une lumière provoquant une interférence constructive de la lumière au niveau du foyer. L'élément de focalisation peut être transmissif ou réfléchissant et le foyer peut être réel ou virtuel.

[0022] Un ou plusieurs modes de réalisation comprennent une couche de matériau réfléchissant ou partiellement réfléchissant sur le deuxième côté du substrat.

[0023] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la structure intégrée sur le premier côté du substrat comprend des éléments de focalisation réfringents ayant une surface convexe.

[0024] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la couche réfléchissante est située à l'intérieur de la distance focale des éléments de focalisation.

[0025] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, chaque élément de focalisation a une surface convexe, vue d'une première position de visualisation à travers le substrat transparent.

[0026] Un ou plusieurs modes de réalisation comprennent en outre une couche de matériau réfléchissant ou partiellement réfléchissant appliquée à la surface convexe, vue de la première position de visualisation.

[0027] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments d'image sont en retrait dans la surface convexe de la structure de focalisation.

[0028] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation sont des éléments de lentille réfringente.

[0029] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation réfringente dans les première et deuxième structures unitaires ont une surface convexe.

[0030] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments d'image de la deuxième structure unitaire sont situés sensiblement au foyer réel des éléments de lentille de la première structure unitaire.

[0031] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments d'image de la deuxième structure unitaire sont situés sensiblement à la profondeur focale des éléments de lentille de la première structure unitaire.

[0032] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments d'image de la première structure unitaire sont situés sensiblement au foyer réel des éléments de lentille de la deuxième structure unitaire.

[0033] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments d'image de la première structure unitaire sont situés sensiblement à la profondeur focale des éléments de lentille de la deuxième structure unitaire.

[0034] Un autre aspect de l'invention concerne un dispositif micro-optique selon la revendication 13.

[0035] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation permettent l'échantillonnage des éléments d'image afin de projeter des images qui peuvent être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation.

[0036] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le premier groupe d'éléments de focalisation permet l'échantillonnage du premier groupe d'éléments d'image.

[0037] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, une deuxième structure de focalisation comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments de focalisation et une deuxième structure d'imagerie comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image est située sur un deuxième côté du substrat, dans lequel le premier groupe des éléments de focalisation permet l'échantillonnage du deuxième groupe d'éléments d'image.

[0038] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième structure de focalisation et la deuxième structure d'imagerie peuvent être intégrées dans une deuxième structure unitaire.

[0039] Un autre aspect de l'invention concerne un dispositif micro-optique selon la revendication 17.

[0040] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, au moins une partie des éléments d'image est formée à partir de structures diffractives qui sont encastrées dans la surface d'un élément de focalisation réfractif ou diffractif.

[0041] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation permettent l'échantillonnage des éléments d'image afin de projeter des images qui peuvent être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation.

[0042] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le premier groupe d'éléments de focalisation permet l'échantillonnage du premier groupe d'éléments d'image.

[0043] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, une deuxième structure de focalisation comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments de focalisation et une deuxième structure d'imagerie comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image est située sur un deuxième côté du substrat, dans lequel le premier groupe des éléments de focalisation permet l'échantillonnage du deuxième groupe d'éléments d'image.

[0044] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la deuxième structure de focalisation et la deuxième structure d'imagerie peuvent être intégrées dans une deuxième structure unitaire.

[0045] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le dispositif micro-optique comprend en outre une couche d'encre colorée à travers laquelle la lumière est transmise pour produire des images colorées ou teintées.

[0046] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la couche d'encre colorée est appliquée à au moins une partie de la structure unitaire sur au moins un côté du substrat.

[0047] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la couche d'encre colorée est appliquée au côté opposé du substrat de la structure unitaire.

[0048] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la couche d'encre colorée est appliquée à la structure d'imagerie uniquement de la structure unitaire.

[0049] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments de focalisation présente un ou plusieurs des profils suivants: circulaire, elliptique, parabolique et conique.

[0050] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation ont le profil dans une première direction et s'étendent dans une deuxième direction pour former un cylindre.

[0051] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le profil de l'élément de focalisation tourne autour d'un axe s'étendant perpendiculairement à partir de la surface du substrat.

[0052] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments de focalisation présente un ou plusieurs des éléments suivants: topographie de lentille diffractive, topographie de plaque à zone diffractive ou topographie de lentille de Fresnel.

[0053] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation sont emballés dans un réseau rectangulaire ou hexagonal.

[0054] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est en retrait par rapport aux éléments de focalisation adjacents.

[0055] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est surélevée, en saillie ou s'étendant au-dessus d'éléments de focalisation adjacents.

[0056] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie a une hauteur constante par rapport aux éléments de focalisation adjacents.

[0057] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est un réseau de diffraction.

[0058] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est une texture de surface de haute rugosité.

[0059] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est une texture de surface de faible rugosité.

[0060] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est une texture extinctrice de lumière.

[0061] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie est une perturbation de surface ou une fonction mathématique de la topographie de l'élément de focalisation.

[0062] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la topographie des éléments d'imagerie comporte des parois latérales coniques pour permettre de se dégager facilement d'un outil d'estampage.

[0063] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, au moins une partie de la topographie des éléments d'imagerie concentre la lumière vers, ou fait en sorte que la lumière soit divergente ou interfère de manière constructive avec un foyer réel ou imaginaire.

[0064] Un autre aspect de l'invention concerne une cale d'estampage pour utilisation dans la fabrication d'un dispositif micro-optique selon l'une quelconque des revendications précédentes, la cale d'estampage comprenant une structure en relief correspondant à la première structure unitaire permettant l'estampage de la première structure unitaire dans une seule étape d'estampage.

Définitions

Document ou jeton de sécurité

[0065] Tels qu'utilisés ici, les termes documents et jetons de sécurité incluent tous les types de documents et jetons de valeur et documents d'identification, notamment les suivants, mais sans limitation: pièces de monnaie telles que billets de banque et pièces de monnaie, cartes de crédit, chèques, passeports, cartes d'identité, titres et certificats d'actions, permis de conduire, titres de propriété, documents de voyage tels que billets d'avion et de train, cartes et billets d'entrée, certificats de naissance, de décès et de mariage et relevés de notes académiques.

[0066] L'invention s'applique notamment, mais non exclusivement, à des dispositifs de sécurité, pour authentifier des objets, documents ou jetons, tels que des billets de banque, ou des documents d'identification, tels que cartes d'identité ou passeports, formés d'un substrat sur lequel on applique une ou plusieurs couches d'impression.

[0067] Plus généralement, l'invention est applicable à un dispositif micro-optique qui, dans divers modes de réalisation, permet l'amélioration visuelle de vêtements, produits de peau, documents, imprimés, produits manufacturés, systèmes de marchandisage, emballages, points de vente, publications, dispositifs publicitaires, articles de sport, documents et jetons de sécurité, documents financiers et cartes de transaction et autres biens.

Dispositif ou fonctionnalité de sécurité

[0068] Tel qu'utilisé ici, le terme dispositif ou fonctionnalité de sécurité inclut l'un quelconque d'un grand nombre de dispositifs, éléments ou fonctionnalités de sécurité permettant de protéger un document ou un jeton de sécurité contre la contrefaçon, la copie, l'altération ou la falsification. Des dispositifs ou fonctionnalités de sécurité peuvent être prévus dans ou sur le substrat du document de sécurité ou dans ou sur une ou plusieurs couches appliquées au substrat de base, et peuvent prendre une grande variété de formes telles que des filigranes de sécurité incorporés dans des couches du document de sécurité; les encres de sécurité telles que les encres fluorescentes, luminescentes ou phosphorescentes, les encres métalliques, les encres iridescentes, les encres photochromiques, thermochromiques, hydrochromiques ou peizochromes; des fonctionnalités imprimées ou en relief, y compris les structures de libération; les couches d'interférence; les dispositifs à cristaux liquides; les lentilles et structures lenticulaires; les dispositifs optiquement variables (DOV) tels que les dispositifs de diffraction, y compris les gradients de diffraction, les hologrammes et les éléments optiques diffractifs (EOD).

Substrat

[0069] Tel qu'utilisé ici, le terme substrat désigne le matériau de base à partir duquel le document ou le jeton de sécurité est formé. Le matériau de base peut être du papier ou d'autres matériaux fibreux, tels que des matières cellulosiques; un matériau plastique ou polymère comprenant, sans s'y limiter, le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), le polycarbonate (PC), le polychlorure de vinyle (PVC), le polyéthylène téréphtalate (PET), le polypropylène à orientation biaxiale (BOPP); ou un matériau composite de deux matériaux ou plus, tel qu'un stratifié de papier et au moins un matériau plastique, ou deux matériaux polymères ou plus.

Fenêtres et demi-fenêtres transparentes

[0070] Tel qu'utilisé ici, le terme fenêtre fait référence à une zone transparente ou translucide dans le document de sécurité par rapport à la zone opaque à laquelle l'impression est appliquée. La fenêtre peut être totalement transparente pour permettre la transmission de la lumière sensiblement non affectée, ou peut être partiellement transparente ou translucide,

permettant en partie la transmission de la lumière mais sans permettre aux objets d'être clairement visibles à travers la zone de la fenêtre.

[0071] Une zone de fenêtre peut être formée dans un document de sécurité polymère qui comporte au moins une couche de matériau polymère transparent et une ou plusieurs couches opacifiantes appliquées sur au moins un côté d'un substrat polymère transparent, en omettant au moins une couche opacifiante dans la région formant la zone de la fenêtre. Si des couches opacifiantes sont appliquées des deux côtés d'un substrat transparent, une fenêtre entièrement transparente peut être formée en omettant les couches opacifiantes des deux côtés du substrat transparent dans la zone de la fenêtre.

[0072] Une zone partiellement transparente ou translucide appelée ci-après „demi-fenêtre" peut être formée dans un document de sécurité polymère qui comporte des couches opacifiantes des deux côtés en omettant les couches opacifiantes d'un seul côté du document de sécurité dans la zone de fenêtre de sorte que „la demi-fenêtre" n'est pas totalement transparente mais laisse passer la lumière du soleil sans permettre de voir clairement les objets à travers la demi-fenêtre.

[0073] En variante, il est possible que les substrats soient formés d'un matériau sensiblement opaque, tel que du papier ou un matériau fibreux, sans insert de matière plastique transparente insérée dans une découpe ou en retrait dans le papier ou le substrat fibreux pour former une fenêtre transparente ou une demi-fenêtre translucide.

Couches opacifiantes

[0074] Une ou plusieurs couches opacifiantes peuvent être appliquées à un substrat transparent pour augmenter l'opacité du document de sécurité. Une couche opacifiante est telle que Lt <Lo où Lo est la quantité de lumière incidente sur le document et Lt est la quantité de lumière transmise à travers le document. Une couche opacifiante peut comprendre un ou plusieurs des divers revêtements opacifiants. Par exemple, les revêtements opacifiants peuvent comprendre un pigment, tel que le dioxyde de titane, dispersé dans un liant ou un support de matériau polymère réticulable activé par la chaleur. En variante, un substrat en matière plastique transparente pourrait être pris en sandwich entre des couches opacifiantes de papier ou un autre matériau partiellement ou sensiblement opaque sur lequel des indices peuvent être imprimés ultérieurement ou appliqués d'une autre manière.

Eléments de focalisation

[0075] Un ou plusieurs éléments de focalisation peuvent être appliqués au substrat du dispositif de sécurité. Tel qu'utilisé ici, le terme „élément de focalisation" fait référence à des dispositifs qui focalisent la lumière vers, ou permettent la divergence de lumière ou interfèrent de manière constructive avec un foyer réel ou imaginaire. Les éléments de focalisation comprennent des lentilles réfringentes qui focalisent la lumière entrante sur un foyer réel dans un plan focal réel ou sur un foyer virtuel dans un foyer virtuel plan et aussi collimateur la lumière diffusée à partir de n'importe quel point du plan focal vers une direction particulière. Les éléments de focalisation comprennent également des éléments réflecteurs convexes ayant un foyer virtuel où la lumière entrante sensiblement colmatée semble diverger à partir de ce seul foyer virtuel. Les éléments de mise au point comprennent également des lentilles diffractives transmissives ou réfléchissantes, des plaques de zone et similaires qui permettent une interférence constructive de la lumière diffractée transmise ou réfléchie à un foyer réel ou virtuel souhaité.

Brève description des dessins

[0076] Des modes de réalisation préférés de l'invention vont maintenant être décrits à titre d'exemple uniquement en référence aux dessins annexés dans lesquels:

La figure 1 est un schéma de principe d'un mode de réalisation d'un appareil pour la fabrication en ligne d'une partie d'un document de sécurité;

La figure 2 est une vue latérale en coupe du document de sécurité partiellement fabriqué par l'appareil de la figure 1;

Les figures 3 à 5 sont des vues isométriques d'un dispositif micro-optique de l'art antérieur faisant partie du document de sécurité représenté sur la figure 2;

La figure 6 montre une vue isométrique du dispositif micro-optique représenté sur les figures 3 à 5, ainsi qu'une image agrandie en moirage produite par ce dispositif de sécurité;

Les figures 7 et 8 montrent des vues isométriques de deux modes de réalisation d'un dispositif micro-optique comprenant une structure unitaire d'éléments de focalisation et d'éléments d'image;

Les figures 9 et 10 montrent des vues isométriques d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif micro-optique comprenant une structure unitaire d'éléments de focalisation et d'éléments d'image;

Les figures 11 et 12 montrent deux exemples de conceptions d'éléments d'image à utiliser dans un dispositif micro-optique;

Les figures 13 à 20 à 25 et 26 représentent des vues latérales en coupe de dix autres modes de réalisation d'un dispositif micro-optique comprenant une structure unitaire d'éléments de focalisation et d'éléments d'image;

La figure 21 est un modèle de tracé de rayon d'une lentille réfringente classique;

Les figures 22 et 23 sont des modèles de tracé de rayons respectivement d'un élément de lentille réfringent individuel et d'un réseau d'éléments de lentille réfringents formés d'un côté d'un dispositif micro-optique et ayant une couche réfléchissante formée de l'autre côté; et

La figure 24 est une vue latérale en coupe d'un autre mode de réalisation d'un dispositif micro-optique comprenant une structure unitaire d'éléments de focalisation et d'éléments d'image, où les éléments d'image sont des structures diffractives.

Description détaillée des dessins

[0077] La figure 1 montre un exemple d'appareil 10 pour la fabrication en ligne d'une partie d'un exemple de document 12 représenté sur la figure 2. Une bande continue 14 de matériau translucide ou transparent tel que le polypropylène ou le PET est soumise à un procédé favorisant l'adhérence dans un premier poste de traitement 16, y compris un ensemble rouleau. Les procédés favorisant l'adhérence appropriée comprennent le traitement à la flamme, le traitement par décharge corona, le traitement au plasma ou similaire.

[0078] Un traitement d'adhérence ultérieur 18 est appliqué dans un deuxième poste de traitement 20 comprenant un ensemble rouleau. Une couche appropriée favorisant l'adhérence est une couche spécifiquement adaptée à la promotion d'une adhésion de revêtements durcissables aux UV sur des surfaces polymères. La couche favorisant l'adhérence peut comporter une couche de durcissement aux UV, une couche à base de solvant, une couche à base d'eau ou toute combinaison de celles-ci.

[0079] Dans un troisième poste de traitement 22 qui comprend également un ensemble rouleau, le revêtement sensible au rayonnement est appliqué sur la surface de la couche promotrice d'adhésion 18. Le revêtement sensible au rayonnement peut être appliqué par impression flexographique, impression par gravure ou sérigraphie et variantes de celles-ci, parmi d'autres procédés d'impression.

[0080] Le revêtement sensible au rayonnement n'est appliqué que sur la zone d'élément de sécurité 24 sur une première surface 26 où une structure unitaire 28 comprenant un réseau périodique d'éléments de lentilles et un réseau périodique d'éléments d'image doit être positionnée. La zone d'élément de sécurité 24 peut prendre la forme d'une bande, d'un patch discret de forme géométrique simple ou de dessin graphique plus complexe.

[0081] Bien que le revêtement sensible au rayonnement soit encore, au moins partiellement, liquide, il est traité pour former la structure unitaire 28 au niveau d'un quatrième poste de traitement 30. Dans un mode de réalisation, le poste de traitement 30 comprend un rouleau d'estampage 32 pour estamper une structure d'élément de sécurité, comme la structure unitaire 28, pour obtenir un revêtement sensible aux rayonnements sous forme d'une encre durcissable aux UV. La surface d'estampage cylindrique 34 présente des formations de relief de surface correspondant à la forme de la structure unitaire 28 à former. Dans un mode de réalisation, les formations de relief de surface peuvent orienter la matrice d'éléments de lentilles et la matrice d'éléments d'image dans la direction de la machine, transversalement à la direction de la machine ou dans plusieurs directions décrivant un angle avec la direction de la machine. L'appareil 10 peut former des microlentilles et des éléments de micro-image dans une variété de formes.

[0082] La surface d'estampage cylindrique 34 du rouleau d'estampage 32 peut avoir un motif répétitif de formations de relief de surface ou les formations de structure de relief peuvent être localisées à des formes individuelles correspondant à la forme de la zone d'éléments de sécurité 24 sur le substrat 36. Le rouleau d'estampage 32 peut présenter des formations de relief de surface formées par un stylet en diamant de section transversale appropriée, ou par gravure laser directe ou gravure chimique, ou les formations en relief de surface peuvent être obtenues par au moins une cale d'estampage 37 prévue sur le rouleau d'estampage 32. Ladite au moins une cale d'estampage peut être fixée au moyen d'un ruban adhésif, d'une bande magnétique, de pinces ou d'autres techniques de montage appropriées.

[0083] L'encre durcissable aux UV sur le substrat est amenée en contact intime avec la surface d'estampage cylindrique 34 du rouleau d'estampage 32 par un rouleau UV 38 au niveau du poste de traitement 30 de sorte que l'encre liquide durcissable aux UV pénètre dans les formations de relief de surface de la surface d'estampage cylindrique 34. A ce stade, l'encre durcissable aux UV est exposée à un rayonnement UV, par exemple, par transmission à travers la couche de substrat 36.

[0084] Avec la structure d'élément de sécurité 28 appliquée sur le substrat de document 36, une ou plusieurs couches supplémentaires sont appliquées dans un poste de traitement aval comprenant d'autres ensembles rouleaux 40 et 42. Les couches supplémentaires peuvent être des revêtements transparents ou pigmentés et appliquées comme revêtement partie, revêtement contigu ou combinaison des deux. Dans un procédé préféré, les couches supplémentaires sont des couches opacifiantes qui sont appliquées sur une ou aux deux surfaces du substrat 36, sauf dans la région de la structure d'élément de sécurité.

[0085] La figure 2 montre un document de sécurité partiellement fabriqué formé avec une structure d'élément de sécurité en relief 28 sous forme de lentille unitaire et d'une structure d'élément d'image comportant un réseau d'éléments d'objectif et un réseau d'éléments d'image. Ces documents de sécurité comprennent un substrat transparent en matériau polymère, de préférence par un polypropylène à orientation axiale (BOPP) présentant une première surface 26 et une deuxième surface 44. Les couches opacifiantes 46, 48 et 50 sont appliquées sur la première surface 26, à l'exception d'une fenêtre 52 où la structure d'élément de sécurité 28 est appliquée sur la première surface 26.

[0086] Les couches opacifiantes 54 et 56 sont appliquées sur la deuxième surface 44 sauf dans une zone de fenêtre 58. La zone de fenêtre 58 coïncide sensiblement avec la zone de fenêtre 52 sur la première surface 26. Une couche imprimée 60 peut être appliquée sur la deuxième surface 44 sur le côté opposé du substrat dans la zone de fenêtre 58.

[0087] Les figures 3 à 5 montrent un dispositif de sécurité classique 100 fabriqué selon le procédé décrit et représenté en relation avec les figures 1 et 2 pour faire partie d'un billet de banque en polymère. Le dispositif de sécurité 100 comprend un réseau de microlentilles appliquées sur un côté d'un billet de banque en polymère et une couche d'imagerie correspondante 104 appliquée sur l'autre côté du billet de banque. Typiquement, les lentilles sont estampées par le procédé décrit en relation avec les figures 1 et 2. Typiquement, les images 104 sont imprimées et/ou estampées dans un processus supplémentaire séparé.

[0088] Dans cet exemple, les lentilles sont des lentilles cylindriques et la couche d'imagerie 104 est une conception du type moiré grossissant, constituée d'un réseau d'éléments d'image du chiffre „5“, les éléments d'image présentant un pas légèrement différent de celui des éléments de lentille (la différence de pas représentée sur les figures est si petite qu'elle ne peut pas être discernée visuellement) de sorte que les éléments de lentille projettent une image du chiffre „5“ amplifiée par le moiré à un utilisateur (voir figure 6).

[0089] La valeur de pas utilisée pour les éléments d'image par rapport au pas des lentilles déterminera le facteur de grossissement de l'image amplifiée par le moiré du chiffre „5“. La valeur de pas utilisée pour les éléments d'image par rapport au pas des éléments de lentilles déterminera également la profondeur 3D perçue dans l'image amplifiée par le moiré du chiffre „5“. Le pas de l'élément d'image peut être sélectionnée de manière à ce que l'image agrandie par un moiré semble flotter devant ou derrière le billet, selon que le pas de l'élément d'image est supérieur ou inférieur au pas des lentilles.

[0090] L'image visualisée par moiré peut être observée en regardant le dispositif de sécurité 100 du côté lentille du substrat 106. Si l'on visualise le dispositif de sécurité 100 du côté image du substrat, le réseau d'éléments d'image peut être observé, mais toutefois puisque les éléments d'image sont petits, ils ne peuvent pas être perçus à l'oeil nu, ce qui signifie que le verso du dispositif de sécurité ne produit aucun effet optique perceptible.

[0091] Afin de minimiser les variations indésirables de l'inclinaison et de la phase relative et du pas d'élément de focalisation et du pas d'élément d'image, ainsi que de réduire les étapes de fabrication et les coûts associés dans la production d'un document de sécurité, des modes de réalisation de la présente invention proposent un dispositif de sécurité dans lequel la focalisation les éléments et les éléments d'image sont intégrés dans une structure unitaire du même côté du substrat. Cela permet d'obtenir une phase relative cohérente et une inclinaison relative constante et d'obtenir un pas relatif constant entre les éléments de focalisation et les éléments d'image. La structure unitaire peut avantageusement être appliquée dans un processus d'estampage unique. La structure unitaire est obtenue en combinant la topographie 3D des éléments de focalisation avec la conception 2D des éléments d'image de manière à créer une nouvelle topographie 3D intégrée.

[0092] La figure 7 représente un exemple d'un dispositif de sécurité 120 dans lequel une structure unitaire 122 d'éléments de lentille cylindriques 124 à 134 et des éléments d'image, tels que ceux référencés 136 et 138 formant chacun le chiffre „7“, sont intégrés à l'élément de lentille 134. La figure 8 montre un autre dispositif de sécurité exemplaire 140 dans lequel une structure unitaire 142 est formée sur un côté d'un substrat 144, la structure unitaire 142 comprenant un réseau 146 d'éléments de lentille tassés hexagonaux et intégrés à un réseau de structures formant chacun le chiffre „7“.

[0093] Les agencements représentés sur les figures 7 et 8 ne sont que deux exemples d'une structure intégrée qui combine la topographie 3D d'un réseau d'éléments de focalisation avec une topographie dans laquelle des éléments d'image sont formés. Dans ces deux exemples, la topographie dans laquelle les éléments d'image sont formés est en retrait à une profondeur fixe par rapport aux éléments de focalisation.

[0094] Les figures 9 et 10 représentent une variante de réalisation dans laquelle un dispositif de sécurité 160 comprend une topographie 3D 162 intégrant un réseau d'éléments de lentilles 164 et de structures 166 dans lesquels sont formés une série d'éléments d'image sous la forme du chiffre „7“. Dans cet exemple, les éléments d'image s'étendent vers l'extérieur à partir des éléments de lentille. Avantageusement, un tel agencement permet d'imprimer une couche d'encre colorée au-dessus de la structure dans laquelle les éléments d'image sont formés sans imprimer l'encre colorée sur les éléments de lentille.

[0095] Dans d'autres modes de réalisation, les lentilles et les images peuvent être surimprimées avec une encre colorée. A partir des exemples de modes de réalisation représentés sur les figures 7 à 10, on peut voir que dans les zones de la structure intégrée dans lesquelles les lentilles et les images ne se chevauchent pas, la structure intégrée présente la même topographie que les lentilles ou d'autres éléments de focalisation. Dans tous les autres domaines, la topographie des éléments d'image peut avoir un ou plusieurs des attributs suivants:

a) La topographie est en retrait par rapport aux éléments de focalisation adjacents;

b) La topographie est surélevée, en saillie ou s'étendant au-dessus d'éléments de focalisation adjacents;

c) La topographie est une hauteur constante;

d) La topographie est un réseau de diffraction;

e) La topographie est une texture de surface à haute rugosité (par exemple, diffusion optique diffuse/diffusion de lumière);

f) La topographie est une texture de surface à faible rugosité (par exemple optiquement lisse/plate);

g) La topographie est une texture extinctrice (par exemple, structure à haute fréquence/facteur d'aspect élevé qui „éteint" l'intensité lumineuse en provoquant un grand nombre de réflexions internes totales, c'est-à-dire une atténuation de l'amplitude lumineuse par réflexions multiples);

h) La topographie est une fonction de perturbation de surface/mathématique de la topographie de l'élément de focalisation; et

i) La topographie a des parois latérales coniques pour permettre le dégagement facile d'un outil d'estampage.

[0096] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, au moins une partie de la topographie des éléments d'imagerie concentre la lumière vers, ou fait en sorte que la lumière soit divergente ou interfère de manière constructive avec un foyer réel ou imaginaire. Dans de tels éléments d'image, au moins une partie de leur géométrie peut fonctionner en tant qu'élément révélateur (tel qu'un élément révélateur de lentille réfringente ou diffractive). Par exemple, l'élément d'imagerie peut consister en une surface de lentille réfringente ou diffractive qui est en retrait dans la surface d'un élément révélateur de lentille réfringente ou diffractive. Dans ce cas, les parois séparant les éléments d'image en creux de lentille révélateurs sont échantillonnées pour construire l'image d'effet optique. Les éléments d'image dans cet exemple sont constitués de parois, tandis que les zones dans lesquelles il y a aucune paroi, constituent les éléments de lentilles révélatrices.

[0097] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments d'image peuvent également être surimprimés avec l'encre colorée dans un processus ultérieur, en particulier si les éléments d'image sont en relief, font saillie et/ou s'étendent au-dessus des éléments de focalisation adjacents.

[0098] La topographie des éléments de focalisation peut avoir une variété de profils, notamment circulaires, elliptiques, paraboliques et coniques.

[0099] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, les éléments de focalisation peuvent présenter le profil susmentionné dans une première direction uniquement et s'étendre dans une deuxième direction pour former un cylindre, tel que les éléments de lentille cylindriques représentés sur la figure 7.

[0100] Dans d'autres modes de réalisation, le profil de l'élément de focalisation peut tourner autour d'un axe s'étendant perpendiculairement à partir de la surface du substrat (axe Z), tel que les éléments de focalisation circulaires représentés sur les figures 9 et 10.

[0101] Dans d'autres modes de réalisation de l'invention, la topographie des éléments de focalisation peut comprendre une topographie de lentille diffractive, une topographie de plaque de zone diffractive ou une topographie de lentille de Fresnel.

[0102] Les éléments de focalisation peuvent être disposés „emballés" de toute manière appropriée, y compris dans un réseau rectangulaire ou hexagonal.

[0103] Dans différents modes de réalisation, les éléments de focalisation peuvent être réfringents, réfléchissants ou diffractifs. Dans des modes de réalisation, où les éléments de focalisation sont réfléchissants, ils peuvent être commodément recouverts d'au moins une couche mince de matériau au moins partiellement réfléchissant pour leur permettre de fonctionner comme des éléments de focalisation réfléchissants.

[0104] Puisque les éléments d'image et les éléments d'objectif occupent la même région, le contraste de l'image projetée produite sera réduit en fonction de la proportion de la région occupée par les éléments de focalisation et de la proportion occupée par les éléments d'image. La conception des éléments d'image est donc importante et les conceptions qui occupent une plus petite proportion de la surface de chaque élément de lentille produiront des images plus lumineuses, plutôt que des conceptions occupant une plus grande partie de la surface de chaque élément de lentille.

[0105] Les figures 11 et 12 montrent deux exemples de conceptions d'éléments d'image, respectivement référencés 170 et 172. On peut voir que la conception d'élément d'image 170 occupe une plus petite proportion de la surface totale de l'élément d'image que la conception d'élément d'image 172. La conception d'élément d'image 170 produira donc une image plus riche en moiré avec un contraste plus élevé.

[0106] Comme cela est représenté sur les figures 13 à 20 à 25 et 26, la structure unitaire comprend une topographie d'éléments de lentilles et une topographie d'éléments d'image intégrés dans une structure intégrée unique et peut être utilisée pour fabriquer un certain nombre de types de dispositifs de sécurité différents.

[0107] Dans le dispositif de sécurité 180 représenté sur la figure 13, une première structure unitaire 182 est représentée sur un premier côté 184 d'un substrat transparent 186. La structure unitaire peut être formée par estampage ou par d'autres techniques, telles que l'impression. La structure unitaire 182 comprend une première structure de focalisation 188 comprenant un réseau d'éléments de focalisation. Dans ce cas, chaque élément de focalisation a une surface convexe, vue d'une première position de visualisation 190 à travers le substrat transparent 186. La structure unitaire 182 comprend également une structure d'imagerie comprenant un groupe d'éléments d'image 192 qui, dans ce cas, sont encastrés dans la surface convexe de la structure de focalisation 188. Pour que la surface convexe des éléments de focalisation 188 fonctionne comme un miroir, une couche 194 de matériau réfléchissant, qui peut par exemple être appliqué par impression, par de l'argent réfléchissant, à la surface convexe, vu de la première position d'observation 190.

[0108] Pour une lumière entrante sensiblement colmatée, les miroirs convexes produisent un réseau virtuel de sources ponctuelles 196 situées derrière la structure d'imagerie 192. Le motif d'imagerie formé par les éléments d'image en retrait dans la surface de miroir convexe présente une structure plate évidée, cependant dans d'autres modes de réalisation, le motif d'imagerie peut prendre diverses formes et textures de surface, comme cela est décrit précédemment.

[0109] Les figures 14, 15 et 16 représentent des dispositifs de sécurité 200, 202 et 204 identiques au dispositif de sécurité 180, à l'exception de la présence d'une couche d'encre colorée à différentes positions dans le dispositif de sécurité. Par souci de commodité, des éléments identiques dans chacun des quatre dispositifs de sécurité 180, 200, 202 et 204 ont été étiquetés avec les mêmes numéros de référence.

[0110] Dans le cas du dispositif de sécurité 200, une couche colorée 206 d'encre a été appliquée sur un côté du substrat 186 qui est opposé au côté 184 sur lequel les éléments de focalisation intégrés et la structure d'élément d'image ont été appliqués. L'emplacement de la couche colorée 206 d'encre sur le côté 208 du substrat 186 produit une image agrandie teintée ou colorée pour un observateur, depuis la position d'observation 190.

[0111] En variante à cet agencement, le dispositif de sécurité 202 représenté sur la figure 15 comprend une couche imprimée 210 d'encre colorée appliquée au-dessus de la structure intégrée d'éléments de focalisation et d'éléments d'image, après estampage de cette structure intégrée pour obtenir une laque transparente durcissable aux UV au-dessus du substrat 186 en utilisant un estampage par UV. L'application de la couche mince d'encre colorée sur la structure estampée est ensuite suivie par l'application d'une couche réfléchissante 212 intégrale. Une fois encore, cet agencement produit une image agrandie teintée ou colorée à partir d'une première position de visualisation 190.

[0112] Dans une autre variante 204 représentée sur la figure 16, la structure d'imagerie 192 comprend des éléments d'image qui s'étendent légèrement au-dessus des structures de lentilles convexes de la structure de focalisation 188. Après d'estampage de l'élément de focalisation intégré et de la structure d'élément d'imagerie pour obtenir une laque durcissable par UV au-dessus du substrat polymère 186, une couche mince 214 d'encre colorée est imprimée uniquement au-dessus de la structure d'imagerie 192. Ceci est ensuite suivi par l'application d'une couche réfléchissante complète 194. Une fois encore, on obtient une image agrandie teintée ou colorée, qui est observable à partir de la première position d'observation 190.

[0113] Les dispositifs de sécurité représentés sur les figures 13 à 16 impliquent l'estampage de structures concaves pour obtenir une laque transparente durcissable aux UV sur le substrat polymère, qui, vu à travers le substrat polymère, forme finalement des éléments de focalisation de miroir convexe. Un autre mode de réalisation est représenté sur la figure 17, qui représente un dispositif de sécurité 220 où une structure unitaire, qui comprend une structure de focalisation d'éléments de focalisation et une structure d'imagerie d'éléments d'image, est estampée sur un substrat polymère 222. La structure unitaire 224 comprend des structures convexes pour des éléments de focalisation qui sont ensuite revêtus d'une couche mince 226 de matériau réfléchissant tel que de l'argent pour produire des surfaces de miroir convexes.

[0114] La figure 18 représente un dispositif de sécurité 228 identique à la plupart des points de vue au dispositif de sécurité 220 représenté sur la figure 17 à l'exception de la structure unitaire 224 et de la couche de matériau réfléchissant 226 qui sont recouvertes d'une couche protectrice transparente 230 pour protéger les éléments de focalisation et les éléments d'image pour procéder à une copie mécanique - par exemple par électroformage - et pour augmenter la durabilité physique et chimique de la structure - et également pour empêcher la pénétration de saletés, de graisse, de sueur ou autres dans les éléments d'image et compromettre l'image agrandie visible dès la première visualisation emplacement 190. On notera que dans le cas des dispositifs de sécurité 220 et 228, la lumière n'est pas transmise à travers le substrat 222 et, par conséquent, ce substrat n'a pas besoin d'être transparent.

[0115] La figure 19 représente un dispositif de sécurité 240 qui utilise des éléments de focalisation réfringente ainsi qu'une couche réfléchissante de matériau sur le côté opposé du substrat, sur lequel la structure unitaire intégrant la structure de focalisation et la structure d'imagerie, est estampée. Dans ce mode de réalisation, des éléments de focalisation réfringente convexe et des structures d'imagerie intégrées sont simultanément estampées au moyen d'une structure unitaire 242 sur un premier côté 244 du substrat 246. Une couche mince de matériau au moins partiellement réfléchissant 248 est imprimée ou appliquée sur le côté opposé 250 du substrat 246. La couche réfléchissante est placée à l'intérieur de la distance focale

de réfraction de chaque élément de focalisation, garantissant que les éléments d'image sont échantillonnés et amplifiés par chaque élément de focalisation. De manière importante, le foyer virtuel 252 de chaque élément de focalisation 254 est situé bien au-delà du verso 250 du substrat 246. Cela signifie que pour une profondeur d'estampage maximale donnée, un élément de focalisation beaucoup plus large peut être comparé aux lentilles de réfraction classiques sans imagerie intégrée.

[0116] Les paramètres de conception de lentille, qui dans le cas d'une lentille circulaire comprennent une largeur, une flèche et un rayon de courbure, sont fonction d'une distance entre le sommet de la lentille et la couche réfléchissante, les indices de réfraction et les épaisseurs des couches constitutives des lentilles en tant que couche de substrat polymère et couche d'estampage. En sélectionnant les paramètres de conception appropriés, il est possible de s'assurer que la structure de l'imagerie se situe sensiblement dans la profondeur de mise au point de chaque élément de focalisation.

[0117] Dans chacun des modes de réalisation du dispositif de sécurité représenté sur les figures 13 à 19, une structure unitaire intégrant une structure de focalisation d'éléments de focalisation et une structure d'imagerie d'éléments d'imagerie ont été estampées ou autrement formées d'un seul côté du substrat. Dans tous les cas, les éléments de focalisation faisant partie de cette structure de focalisation permettent l'échantillonnage des éléments d'image provenant de la structure d'imagerie faisant partie de cette même structure unitaire, de manière à produire des images observables pour un premier angle de visualisation.

[0118] Cependant, dans d'autres modes de réalisation de l'invention, des structures unitaires intégrant une structure de focalisation d'éléments de focalisation et une structure d'imagerie d'éléments d'image peuvent être appliquées sur les deux côtés du substrat. Un tel exemple est représenté sur la figure 20 qui montre un dispositif de sécurité 260 comprenant un substrat 262, une première structure unitaire 264 appliquée sur un premier côté 266 du substrat 262 et une deuxième structure unitaire 268 appliquée sur un deuxième côté 270 du substrat 262. La première structure unitaire 264 comprend une première structure de focalisation 272 comprenant un premier groupe d'éléments de focalisation et une première structure d'imagerie 274 comprenant au moins un premier groupe d'éléments d'image, tandis que la deuxième structure unitaire 268 comprend une deuxième structure de focalisation 276 comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments de focalisation et une deuxième structure d'imagerie 278 comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image.

[0119] Dans un tel agencement, le premier groupe d'éléments de focalisation permet l'échantillonnage et le grossissement du deuxième groupe d'éléments d'image afin de projeter des images qui peuvent être observées par un utilisateur depuis au moins la position de visualisation à 280, le premier groupe d'éléments d'image d'éléments de focalisation permettant l'échantillonnage et l'agrandissement du premier groupe d'éléments d'image afin de projeter une image qui est observable pour un utilisateur à partir d'une position de visualisation 282 du côté opposé du dispositif de sécurité 260.

[0120] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 20, les éléments de focalisation sont des éléments de lentille réfringente ayant une surface convexe. Cependant, au lieu d'avoir une mince couche de matériau réfléchissant imprimée sur le côté opposé du substrat, comme c'est le cas dans le dispositif de sécurité 240 représenté sur la figure 19, une deuxième structure unitaire est appliquée sur cette surface opposée. Les dimensions des deux structures unitaires et du substrat polymère doivent être choisies de telle sorte que les éléments d'image de la deuxième structure unitaire sont situés sensiblement au foyer réel des éléments de lentille (de préférence dans leur profondeur focale) de la première structure unitaire. De même, les éléments d'image de la première structure unitaire doivent être situés sensiblement au centre des éléments de focalisation de la deuxième structure unitaire (de préférence dans leur profondeur focale).

[0121] Chacun des modes de réalisation représentés sur les figures 13 à 20 à 25 et 26 ont impliqué des éléments de focalisation réfléchissants ou réfringents qui permettent la focalisation ou la divergence de la lumière par rapport à un foyer réel ou imaginaire. Cependant, il faut comprendre que des éléments de focalisation, autres que ceux qui reposent sur la réflexion ou la réfraction, peuvent être utilisés dans d'autres modes de réalisation du dispositif de sécurité. Par exemple, on peut également utiliser des éléments de focalisation sous la forme de plaques de zone ou d'autres dispositifs provoquant une interférence constructive de la lumière diffractée sur un foyer réel ou virtuel. Par exemple, on peut également utiliser des éléments de focalisation fondés sur la lumière diffractée transmise ou la lumière diffractée réfléchie.

[0122] La figure 25 représente un dispositif de sécurité 320 comprenant des aspects des dispositifs de sécurité représentés sur les figures 13 et 19. Le dispositif de sécurité 320 comprend trois zones contiguës 322, 324 et 326. Dans la première zone 322, des éléments d'image sont intégrés à des éléments de focalisation dans une première partie 328 d'une structure unitaire 330 appliquée sur un côté d'un substrat transparent 336 s'étendant sur toutes les zones 322 à 326. Dans ce cas, chaque élément de focalisation est réfringent et présente une surface convexe vue depuis une première position d'observation 332 du même côté de la première partie 334 du substrat transparent 336 en tant que première partie 328 d'une structure unitaire 330. Les éléments d'image sont en retrait dans les surfaces convexes. Pour que la surface convexe des éléments de focalisation réfractent la lumière de manière à échantillonner leurs éléments d'image intégrés correspondants, on applique une couche imprimée 338 de matériau au moins partiellement réfléchissant, tel que de l'encre, sur le côté opposé de la première partie 334 du substrat transparent 336.

[0123] Dans la deuxième zone 324, des éléments d'image sont intégrés à des éléments de focalisation dans une deuxième partie 340 de la structure unitaire 330. Dans ce cas, chaque élément de focalisation est réfléchissant et présente une surface convexe, vue d'une deuxième position de visualisation 343 sur le côté opposé d'une deuxième partie 342 du substrat transparent 336 à partir de la structure unitaire 330. Pour que la surface convexe des éléments de focalisation

fonctionne comme un miroir, une couche imprimée 344 de matériau au moins partiellement réfléchissant, telle qu'une encre d'argent, est appliquée sur le côté opposé (concave) de la deuxième partie 340 de la structure unitaire 330, vue depuis la deuxième position de visualisation 343.

[0124] Dans la troisième zone 326, des éléments d'image sont intégrés à des éléments de focalisation dans une troisième partie 346 de la structure unitaire 330. Comme c'était le cas avec la première partie 328 de la structure unitaire 330, chaque élément de focalisation de la troisième partie 346 de la structure unitaire 330 est réfringente et présente une surface convexe, vue depuis une troisième position de visualisation 348 du même côté d'une troisième partie 350 du substrat transparent 336 que la troisième partie 346 de la structure unitaire 330. Pour que la surface convexe des éléments de focalisation réfractent la lumière de manière à échantillonner leurs éléments d'image intégrés correspondants, on applique une couche imprimée 352 de matériau au moins partiellement réfléchissant, tel que de l'encre d'argent, sur le côté opposé de la troisième partie 350 du substrat transparent 336. Si la distance entre l'observateur et le dispositif de sécurité est suffisamment grande, les angles de visualisation correspondant à la première position de visualisation 332 et à la troisième position de visualisation 348 seront être sensiblement identiques, par conséquent, chaque élément de lentille de réfraction contribuera à une partie de l'image de l'effet optique total vue par l'observateur regardant ce côté du dispositif. De manière similaire, si l'observateur visualisant l'autre côté du dispositif dans la position de visualisation 343 est suffisamment éloigné du dispositif, chaque élément de lentille réfléchissant contribuera à une partie de l'image d'effet optique totale vue par l'observateur visualisant ce côté du dispositif.

[0125] Un avantage de l'agencement de la figure 25 est que les images projetées depuis chaque côté du substrat peuvent être conçues de telle sorte qu'elles semblent occuper la même zone sur le billet de banque. Par exemple, l'image projetée par une face avant du billet peut être projetée par des structures unitaires réfringentes et l'image projetée par une face arrière du billet peut être projetée par des structures unitaires réfléchissantes et les structures unitaires réfringentes et réfléchissantes peuvent occuper la première et la deuxième zones, respectivement, du même côté du billet de banque, dans lesquelles les première et deuxième régions sont entrelacées (par exemple, entrelacées de la même manière que les canaux d'image d'une image lenticulaire basculante à 2 canaux).

[0126] L'agencement des entrelacements des première et deuxième régions n'est qu'un exemple de la disposition des première et deuxième régions, et d'autres agencements de ce type sont également possibles. Par exemple, la première région pourrait occuper les cases „noirs“ d'un motif en damier et la deuxième région occuperait les cases „blanches“ du même motif en damier.

[0127] La figure 26 montre une variante de l'agencement représenté sur la figure 25. Dans le dispositif de sécurité 360 représenté sur la figure 26, la structure unitaire 362 est entièrement constituée d'éléments de lentilles convexes réfléchissants et d'éléments d'image intégrés et il n'y a pas de couche réfléchissante sur le côté du substrat qui est opposé au côté avec la structure unitaire. Sur la figure 26, il y a quatre lentilles réfléchissantes convexes 362 à 370 (chacune avec un élément d'image intégré référencé respectivement 376 à 382) présentes dans la structure unitaire qui projettent une partie de l'image d'effet optique totale projetée vers le haut à partir de la structure unitaire et il y a deux lentilles réfléchissantes convexes 372 et 374 (chacune avec un élément d'image intégré référencé respectivement 384 et 386) présentes dans la structure unitaire orientée pour projeter une partie de l'image d'effet optique totale projetée vers le bas à partir de la structure unitaire à travers le substrat 388. Un avantage de l'agencement représenté sur la figure 26 (comparé à l'agencement de la figure 25) est que l'on peut se passer de l'enregistrement de ladite au moins partiellement couche réfléchissante 390 à la structure unitaire 364. La couche au moins partiellement réfléchissante de la figure 26 peut éventuellement être recouverte d'une couche protectrice transparente (non représentée sur la figure 26).

[0128] Lorsque l'on sélectionne les paramètres des éléments de focalisation, les éléments d'image et le substrat, il convient de noter que certains documents de sécurité tels que les billets de banque en polymère auront généralement une profondeur maximale estampée grâce à la laque UV qui est typiquement appliquée à un substrat de billet de note afin de créer une structure unitaire estampée d'une épaisseur possible limitée. De plus, la profondeur maximale d'estampage limite la largeur maximale d'une lentille de réfraction pouvant être déployée sur un billet de banque en polymère. Cela limite à son tour la complexité qui peut être obtenue dans les images à effet optique produites par les lentilles réfractives, car il y a une zone limitée sous chaque élément de lentille dans laquelle placer les éléments d'image d'une résolution souhaitée.

[0129] A titre d'illustration, la figure 21 représente un modèle de tracé de rayon 300 d'une lentille réfringente classique du type représenté sur les figures 3 à 6. Dans ce cas, des lentilles réfringentes sont appliquées sur un côté d'un substrat et des éléments d'image sont appliqués du côté opposé du substrat. La lentille représentée a une largeur de lentille de 51 microns, une profondeur d'estampage (affaissement) de 11 microns et une profondeur focale de 99 microns. L'objectif produira des images nettes pour les éléments d'imagerie situés sensiblement près du foyer, c'est-à-dire situés à 90 à 99 microns du sommet de la lentille.

[0130] Les figures 22 et 23 représentent des modèles de tracé de rayons d'un élément de lentille réfringent individuel et d'un réseau d'éléments de lentille réfringents respectivement pour le dispositif de sécurité 240 représenté sur la figure 19. En revêtant le côté opposé du substrat à celui sur lequel la structure unitaire comprenant une structure de focalisation des éléments de focalisation et une structure d'imagerie des éléments d'image sont appliquées, on peut voir que lorsque l'on utilise la même profondeur d'estampage de 11 microns, la largeur de la lentille est maintenant de 74 microns, nettement supérieure à la largeur de 51 microns de l'agencement classique. En d'autres termes, il y a beaucoup plus d'espace sous

chaque élément de lentille pour placer les images, de sorte que les images d'effets optiques observées par un utilisateur peuvent être beaucoup plus complexes avec cet agencement.

[0131] Les modes de réalisation de l'invention décrits ci-dessus sont généralement décrits comme étant formés par estampage de structures dans un matériau durcissable aux UV. Bien que ce soit le procédé préférable pour former les structures unitaires, les modes de réalisation ne sont pas limités à ce seul procédé de fabrication et peuvent également être formés par d'autres étapes de procédé pour générer les mêmes structures. Par exemple, les structures peuvent également être formées par impression, gravure ou tout autre procédé de fabrication approprié. Ils peuvent également être formés dans d'autres matériaux durcissables par rayonnement ou par estampage direct dans des matériaux pliables appropriés. Les structures peuvent être formées séparément, par exemple sur une feuille, et stratifiées ou estampées à chaud sur un substrat.

[0132] Sur la figure 24, l'élément de focalisation intégré et la structure d'élément d'image, qui est une structure unitaire 312, sont représentés, les éléments d'image étant formés à partir d'une structure diffractive. La structure unitaire 312 peut éventuellement être recouverte d'une couche mince 310 d'un matériau ayant un indice de réfraction différent de celui de la résine durcie aux UV dans lequel l'élément de focalisation intégré et la structure d'élément d'image 312 sont estampés. Par exemple, cette couche peut avoir un indice de réfraction élevé et peut être appliquée en tant que couche imprimée recouvrant à la fois les éléments de lentille et les éléments d'image. Si la couche est suffisamment mince (par rapport à la flèche de la lentille), cela n'aura aucun impact négatif sur la fonction d'imagerie ou la distance focale de l'élément de lentille. Par contre si la couche est plus épais, le profil lentille/affaissement de l'élément de focalisation peut être conçu pour s'adapter à cette épaisseur de couche et à cet indice de réfraction de sorte que la fonction d'imagerie et la longueur focale requise de la lentille sont préservées. Un avantage de l'agencement représenté sur la figure 24 est qu'il empêche la copie des éléments d'imagerie par électroformage, car la structure de surface des éléments d'imagerie est maintenant plate par rapport aux éléments de lentilles environnants et adjacents. Il convient de noter qu'une couche de matériau ayant un indice de réfraction différent de celui de la résine durcie aux UV décrite ci-dessus en relation avec la figure 24, est également applicable à tous les modes de réalisation décrits ci-dessus.

[0133] Comme cela est mentionné précédemment, un tel agencement permet avantageusement d'empêcher la sueur ou autres liquides de remplir les structures d'imagerie. Par exemple, si la structure de l'image se compose de réseaux de diffraction qui créent une image agrandie colorée, l'image agrandie serait largement perdue si la structure était remplie d'eau, car l'eau présente un indice de réfraction similaire à la résine estampée UV des structures.

[0134] Les éléments de focalisation 2D ou 3D et les éléments d'image peuvent être formés par n'importe quel procédé de fabrication approprié, y compris les processus d'impression de sécurité non limitatifs suivants: offset, application de feuille, sérigraphie, taille-douce, typographie et surrevêtement. Dans les modes de réalisation décrits ici, une cale d'estampage est utilisée pour estamper la structure unitaire, comprenant une structure de focalisation d'éléments de focalisation et une structure d'imagerie d'éléments d'image, sur un ou les deux côtés du substrat. Un certain nombre de techniques différentes pour fabriquer une telle cale d'estampage est décrit ci-dessous:

Approche par micro-usinage laser/lithographie laser

[0135] Le micro-usinage au laser Excimer a été utilisé dans le passé pour usiner des microstructures en 3D, y compris des masters pour outillage de moulage (voir par exemple: Jolic K I, Ghantasala M K and Harvey E C, „Excimer laser machining of corner cube structures“, Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol. 14, no. 3 (2004), pp. 388-397).

[0136] Des lasers Excimers ont également été utilisés dans le passé pour fabriquer des réseaux de microlentilles réfringentes (exemple de la société Optec s.a., ZAE Le Crachet, Avenue des Nouvelles Technologies, 53, B-7080 Frameries Belgique).

[0137] Les techniques de micro-usinage laser fondées sur la projection par masque (par exemple l'ablation laser) permettent donc d'usiner au laser des microlentilles et des micro-images réfringentes dans un matériau tel que le polycarbonate pour former un moule maître. Les éléments de micro-images pourraient être usinés en tant que zones en retrait dans le moule maître. On pourrait également les usiner en tant que texture de surface micro-structurée. Le moule maître pourrait alors être galvanisé pour former une cale métallique estampée.

[0138] En variante, les microlentilles (concaves ou convexes ou diffractives) pourraient être préfabriquées (en utilisant des méthodes établies, par exemple l'estampage à chaud) dans un matériau tel que le polycarbonate. Les techniques de micro-usinage laser fondées sur la projection de masque permettent alors d'usiner directement par laser la micro-image dans les lentilles (les éléments de micro-image pourraient être usinés en tant que zones plates évidées; ils pourraient également être usinés en texture de surface micro-structurée) pour compléter le moule maître intégré. Le moule maître pourrait alors être électroplaqué pour former une cale métallique estampée.

[0139] Autre possibilité, des techniques de micro-usinage laser utilisant la projection par masque permettraient également de fabriquer le composant d'image de la structure intégrée comme suit: (i) enduire le maître de métal de la lentille (concave ou convexe ou diffractif; fabriqué préalablement en utilisant des techniques établies, par exemple moule) avec une couche de réserve de film sec compatible avec la machine laser; (ii) utiliser un motif d'imagerie 2D à laser sur micromachine dans la réserve de film sec pour exposer la couche métallique de lentille sous-jacente (c'est-à-dire retirer complètement

la réserve de film sec dans les zones correspondant au motif d'image); et (iii) graver chimiquement les zones métalliques exposées pour rendre ces zones en retrait et/ou texturées - ou alternativement galvaniser les zones exposées pour que ces zones s'étendent au-dessus de la surface de la lentille voisine.

Technique de lithographie UV

[0140] Des techniques de lithographie UV permettent également de fabriquer des moules maîtres de microlentilles et de structures de micro-images intégrées. Ceci peut être réalisé comme suit: (i) enduire le maître de métal de la lentille (concave ou convexe ou diffractif; fabriqué préalablement en utilisant des techniques établies, par exemple électroformage à partir du moule maître de lentille) avec une couche (de préférence plane) de résine photosensible; (ii) utiliser un dispositif d'alignement de masque pour exposer aux UV le motif d'imagerie à deux dimensions dans la résine photosensible; (iii) développer chimiquement la couche de résine photosensible exposée aux UV de manière à exposer la couche métallique sous-jacente du maître de lentille dans les zones du motif d'imagerie à deux dimensions; (iv) graver chimiquement les zones métalliques exposées pour rendre ces zones en retrait et/ou texturées - ou alternativement galvaniser les zones exposées pour que ces zones s'étendent au-dessus de la surface de la lentille voisine.

Ecriture laser directe

[0141] Il est concevable que des méthodes directes d'écriture laser (lithographie laser sans masque, lithographie par ton gris) puissent également s'utiliser pour fabriquer des structures de microlentilles et de micro-images intégrées. Ces méthodes impliquent la numérisation de trame XY d'un faisceau laser focalisé sur la surface de la résine photosensible. Le dosage du faisceau laser varie spatialement en X et en Y, en fonction de la profondeur de structure souhaitée en chaque point. La résine photosensible est ensuite développée pour produire la surface 3D. Un exemple de machine avec cette technologie est le DWL 425 (Heidelberg Instruments, Allemagne).

[0142] Lorsque les termes „comprennent", „comprend", „compris" ou „comprenant" sont utilisés dans cette spécification (y compris les revendications), ils doivent être interprétés comme spécifiant la présence des caractéristiques, des nombres entiers, des étapes ou des composants indiqués, mais sans exclure la présence d'un ou plusieurs autres éléments, comme des caractéristiques, nombres entiers, étapes ou composants, ou groupes de ceux-ci.

[0143] On comprendra que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation spécifiques décrits ici, qui ne sont fournis qu'à titre d'exemple. La portée de l'invention est telle que définie par les revendications annexées.

Revendications

1. Un dispositif micro-optique comprenant:
   un substrat ayant un premier côté et un deuxième côté, opposé au premier côté;
   une pluralité d'éléments d'image; et
   une pluralité de microlentilles, chacune des microlentilles étant agencée pour focaliser la lumière vers ou pour provoquer la divergence de lumière ou pour permettre à la lumière d'interférer de manière constructive avec un point focal réel ou imaginaire,
   les microlentilles étant agencées pour provoquer l'échantillonnage des éléments d'image afin de projeter des images pouvant être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation, dans lequel
   une première structure de focalisation comprenant au moins un premier groupe de microlentilles parmi la pluralité de microlentilles et une première structure d'imagerie comprenant au moins un premier groupe d'éléments d'image parmi la pluralité d'éléments d'image sont intégrées dans une première structure unitaire sur le premier côté du substrat.
2. Dispositif micro-optique selon la revendication 1, dans lequel le premier groupe de microlentilles est agencé pour permettre l'échantillonnage du premier groupe d'éléments d'image.
3. Dispositif micro-optique selon la revendication 1, dans lequel une deuxième structure d'imagerie comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image est située sur le deuxième côté du substrat et dans lequel le premier groupe de microlentilles est agencé pour permettre d'échantillonner le deuxième groupe d'éléments d'image.
4. Dispositif micro-optique selon la revendication 3, dans lequel la deuxième structure d'imagerie est intégrée dans une deuxième structure unitaire.
5. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une microlentille est réfringente et est agencée pour permettre la réfraction de la lumière vers le point focal.
6. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel au moins une microlentille est diffractive et est agencée pour transmettre ou réfléchir une lumière provoquant une interférence constructive de la lumière au niveau du point focal ou la divergence de la lumière provenant du point focal.
7. Dispositif micro-optique selon la revendication 1 ou 2, comprenant une couche de matériau réfléchissant ou partiellement réfléchissant sur le deuxième côté du substrat.
8. Dispositif micro-optique selon la revendication 7, dans lequel la couche réfléchissante est située à l'intérieur de la distance focale des microlentilles.

9. Dispositif micro-optique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque microlentille a une surface convexe lorsqu'elle est vue depuis une première position de visualisation à travers le substrat transparent.

10. Dispositif micro-optique selon la revendication 9, comprenant en outre une couche de matériau réfléchissant ou partiellement réfléchissant appliquée à la surface convexe des microlentilles, vue de la première position de visualisation.

11. Dispositif micro-optique selon la revendication 9 ou 10, dans lequel des éléments d'image sont en retrait dans la surface convexe des microlentilles.

12. Dispositif micro-optique selon la revendication 4, dans lequel les éléments d'image de la première structure unitaire sont situés sensiblement au niveau, ou dans le point focal réel des microlentilles de la deuxième structure unitaire, et les éléments d'image de la deuxième structure unitaire sont situées sensiblement au niveau des microlentilles de la première structure unitaire ou dans le point focal réel de celle-ci.

13. Dispositif micro-optique comprenant:
un substrat ayant un premier côté et un deuxième côté, opposé au premier côté,
une pluralité d'éléments d'image; et
une pluralité d'éléments de focalisation, chaque élément de focalisation étant agencé pour focaliser la lumière vers, ou faire diverger la lumière ou permettre à la lumière d'interférer de manière constructive avec un point focal réel ou imaginaire,
dans lequel la pluralité d'éléments de focalisation sont agencés pour permettre l'échantillonnage de la pluralité d'éléments d'image afin de projeter des images pouvant être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation,
dans lequel une première structure de focalisation comprenant au moins un premier groupe d'éléments de focalisation parmi la pluralité d'éléments de focalisation et une première structure d'imagerie comprenant au moins un premier groupe d'éléments d'image parmi la pluralité d'éléments d'image sont intégrées dans une première structure unitaire sur le premier côté du substrat, dans lequel les éléments d'image présentent une topographie surélevée au-dessus d'éléments de focalisation adjacents dans une même structure unitaire.

14. Dispositif micro-optique selon la revendication 13, dans lequel le premier groupe d'éléments de focalisation est agencé pour permettre l'échantillonnage du premier group d'éléments d'image.

15. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 13 ou 14, dans lequel une deuxième structure de focalisation comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments de focalisation et une deuxième structure d'imagerie comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image est située sur un deuxième côté du substrat, dans lequel le premier groupe des éléments de focalisation est agencé pour permettre l'échantillonnage du deuxième groupe d'éléments d'image.

16. Dispositif micro-optique selon la revendication 15, dans lequel la deuxième structure de focalisation et la deuxième structure d'imagerie sont intégrées dans une deuxième structure unitaire.

17. Dispositif micro-optique comprenant:
un substrat ayant un premier côté et un deuxième côté, opposé au premier côté,
une pluralité d'éléments d'image; et
une pluralité d'éléments de focalisation, chaque élément de focalisation étant agencé pour focaliser la lumière vers, ou faire diverger la lumière ou permettre à la lumière d'interférer de manière constructive avec un point focal réel ou imaginaire,
dans lequel la pluralité d'éléments de focalisation sont agencés pour permettre l'échantillonnage de la pluralité d'éléments d'image afin de projeter des images pouvant être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation,
dans lequel une première structure de focalisation comprenant au moins un premier groupe d'éléments de focalisation parmi la pluralité d'éléments de focalisation et une première structure d'imagerie comprenant au moins un premier groupe d'éléments d'image parmi la pluralité d'éléments d'image sont intégrées dans une première structure unitaire sur le premier côté du substrat, dans lequel une partie au moins des éléments d'image est formée de structures diffractives.

18. Dispositif micro-optique selon la revendication 17, dans lequel au moins une partie des éléments d'image est formée à partir de structures diffractives qui sont encastrées dans la surface d'un élément de focalisation réfractif ou diffractif.

19. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 17 ou 18, dans lequel les éléments de focalisation sont agencés pour permettre l'échantillonnage des éléments d'image afin de projeter des images pouvant être observées par un utilisateur à partir d'au moins un premier angle de visualisation.

20. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 17 à 19, dans lequel une deuxième structure de focalisation comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments de focalisation et une deuxième structure d'imagerie comprenant au moins un deuxième groupe d'éléments d'image est située sur un deuxième côté du substrat, dans lequel le premier groupe des éléments de focalisation est agencé pour permettre l'échantillonnage du deuxième groupe d'éléments d'image.

21. Dispositif micro-optique selon la revendication 20, dans lequel la deuxième structure de focalisation et la deuxième structure d'imagerie sont intégrées dans une deuxième structure unitaire.
22. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, et comprenant en outre une couche d'encre colorée à travers laquelle la lumière est transmise pour produire des images colorées ou teintées.
23. Dispositif micro-optique selon la revendication 22, dans lequel la couche d'encre colorée est appliquée sur au moins une partie de la première et/ou de la deuxième structure unitaire sur au moins un côté du substrat; ou
appliquée sur le côté du substrat opposé à la première et/ou à la deuxième structure unitaire; ou
appliquée à la structure d'imagerie uniquement de la première premier et/ou, de la deuxième structure unitaire.
24. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la topographie des éléments de focalisation présente un ou plusieurs des profils suivants: circulaire, elliptique, parabolique et conique dans une première direction et s'étendant dans une deuxième direction pour former un cylindre.
25. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 24, dans lequel la topographie des microlentilles ou des éléments de focalisation correspond à une ou plusieurs des topographies ci-dessous: topographie de lentille diffractive, topographie de plaque à zone diffractive ou topographie de lentille de Fresnel.
26. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la topographie des éléments d'image est en retrait par rapport aux microlentilles ou aux éléments de focalisation adjacent(e)s.
27. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 25, dans lequel la topographie des éléments d'image est surélevée, en saillie ou s'étendant au-dessus des microlentilles ou d'éléments de focalisation adjacent(e)s.
28. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la topographie des éléments d'image est un réseau de diffraction.
29. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 28, dans lequel la topographie des éléments d'image comporte des parois latérales coniques pour permettre la libération facile d'un outil d'estampage.
30. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 29, dans lequel au moins une partie de la topographie des éléments d'image est agencé pour concentrer la lumière vers, ou faire en sorte que la lumière soit divergente ou interfère de manière constructive avec un point focal réel ou imaginaire.
31. Dispositif de sécurité incorporant un dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes.
32. Document de sécurité incorporant un dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 30.

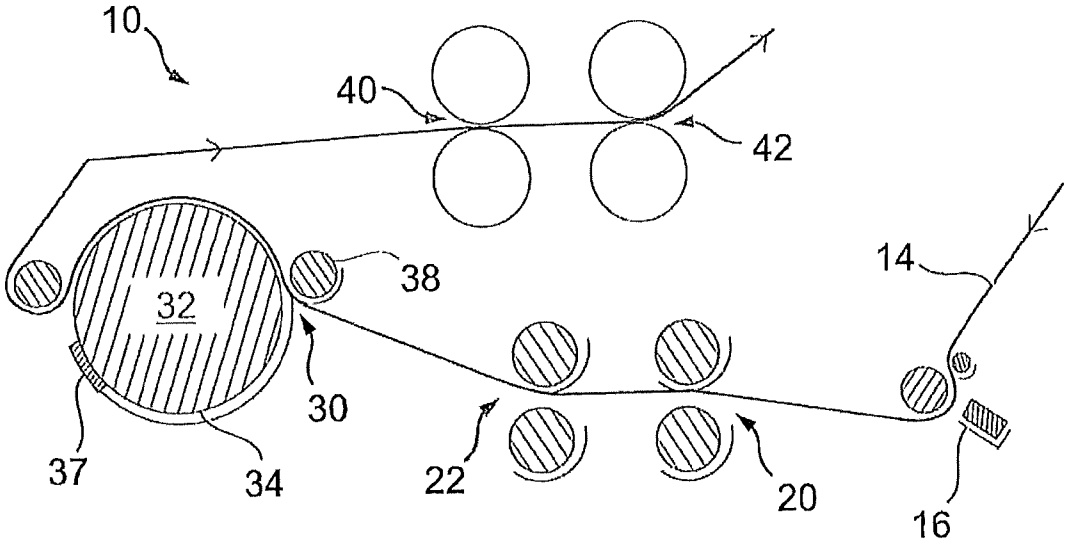

10
40
42
38
14
32
30
37
34
22
20
16

Fig. 1

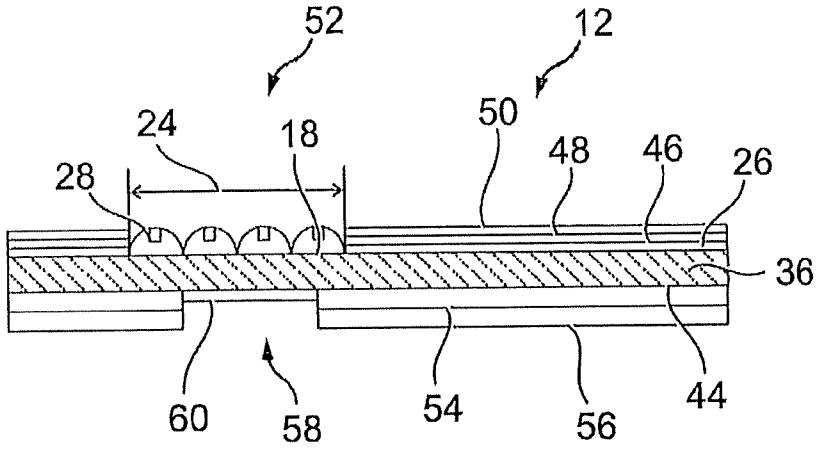

52
12
24
18
50
48
46
26
28
36
60
58
54
56
44

Fig. 2

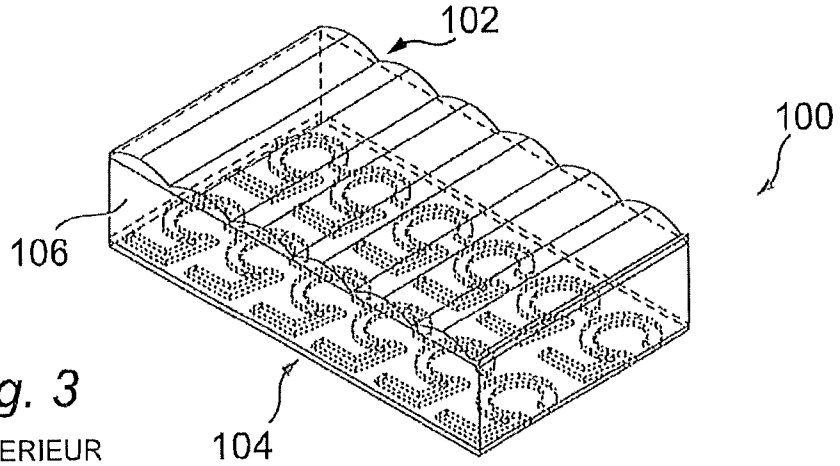


Fig. 3
ART ANTERIEUR

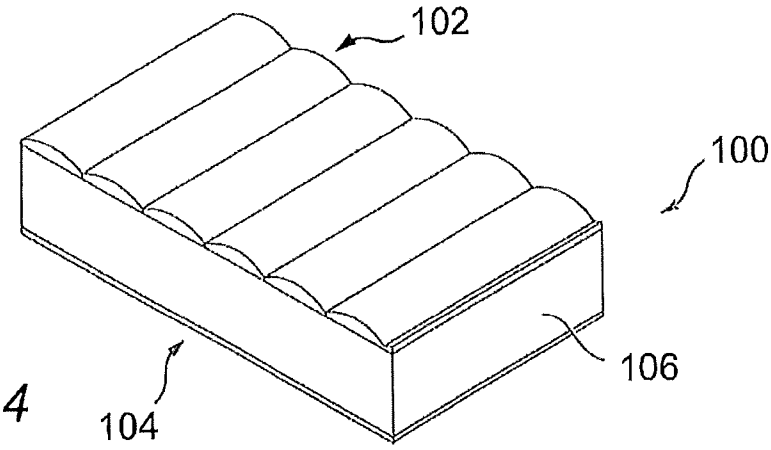


Fig. 4
ART ANTERIEUR

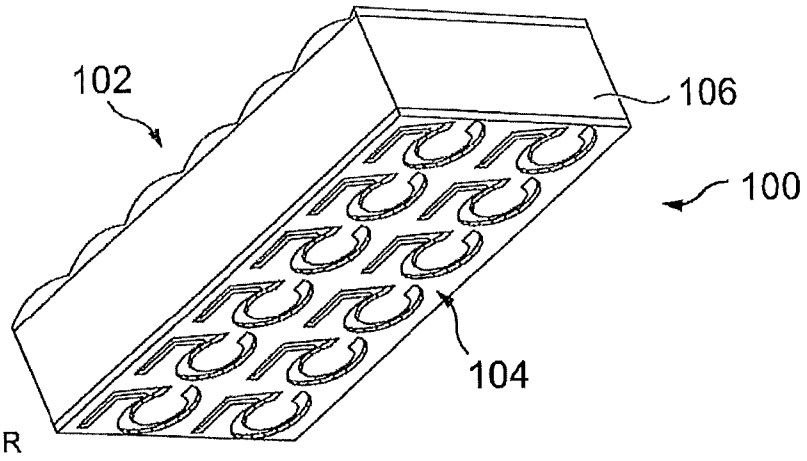


Fig. 5
ART ANTERIEUR

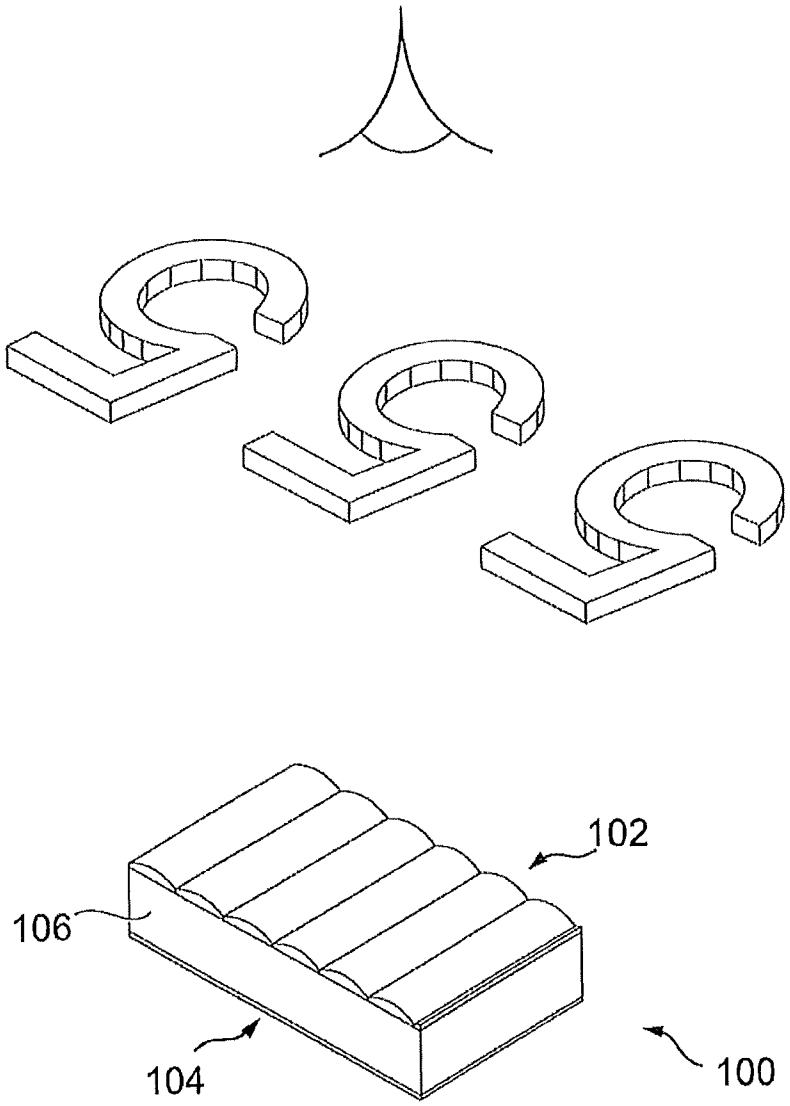


Fig. 6

ART ANTERIEUR

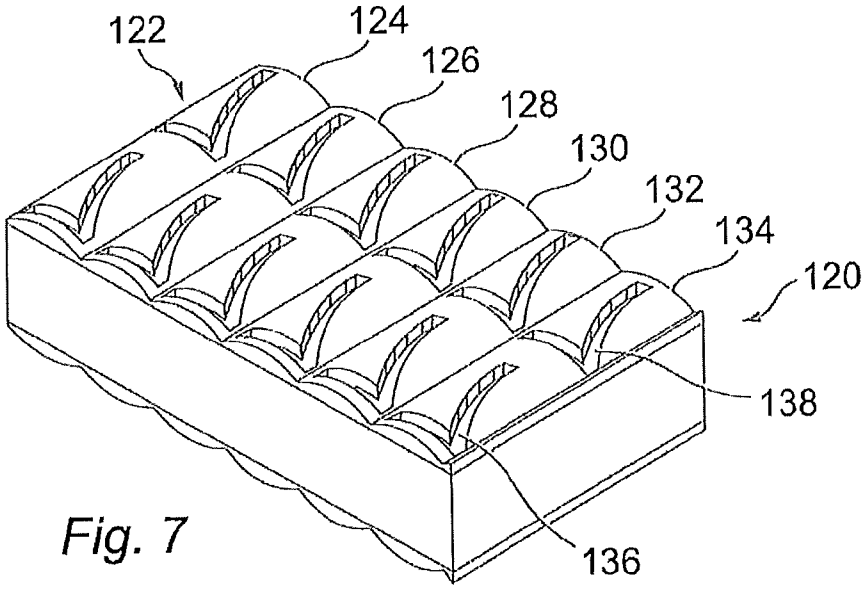


Fig. 7

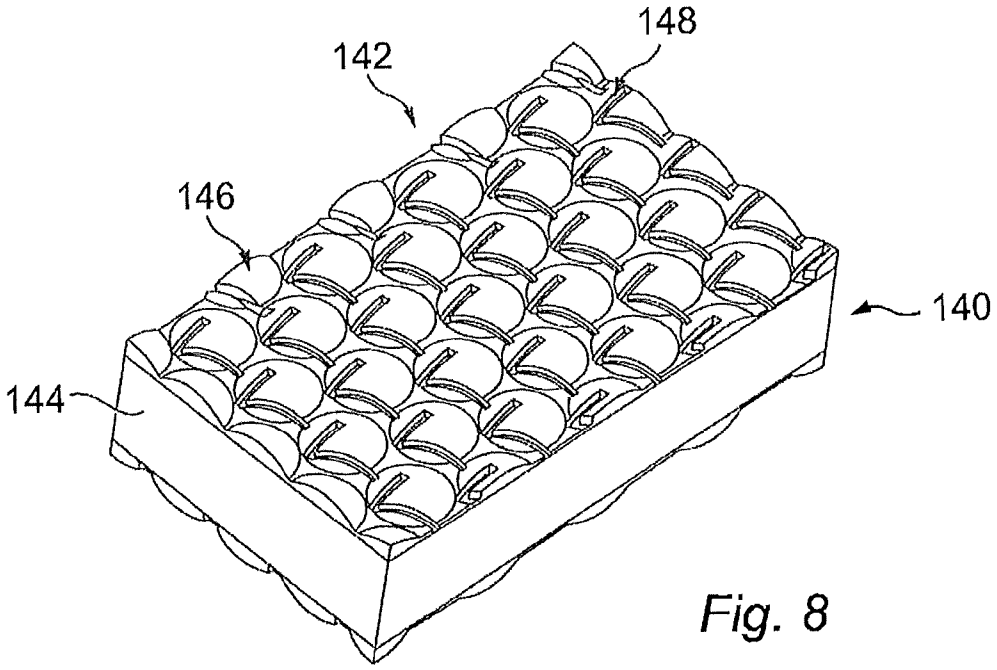


Fig. 8

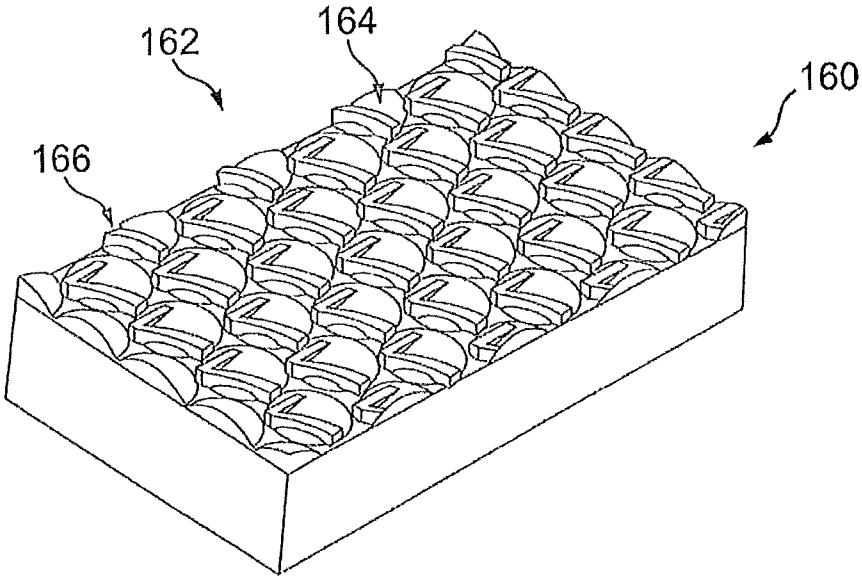


Fig. 9

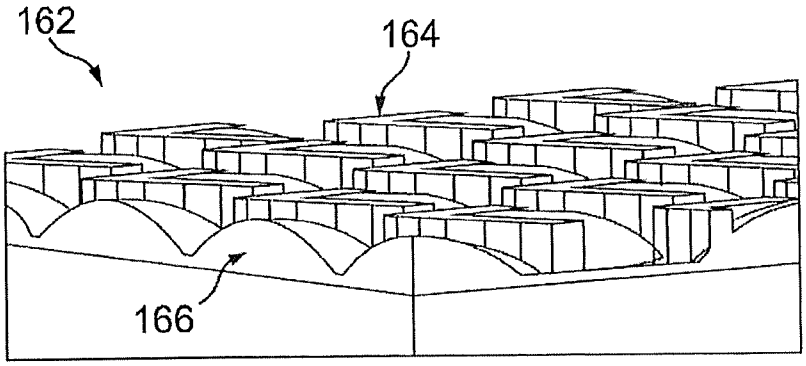


Fig. 10

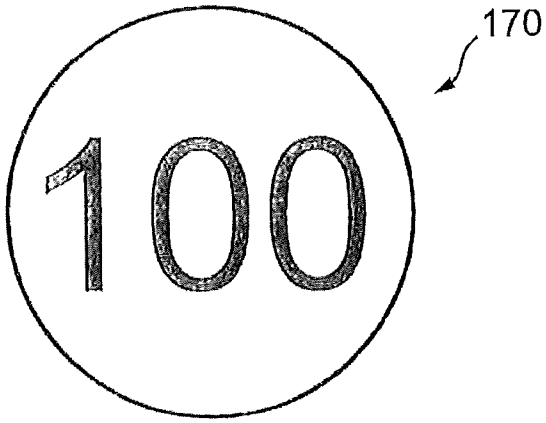


Fig. 11

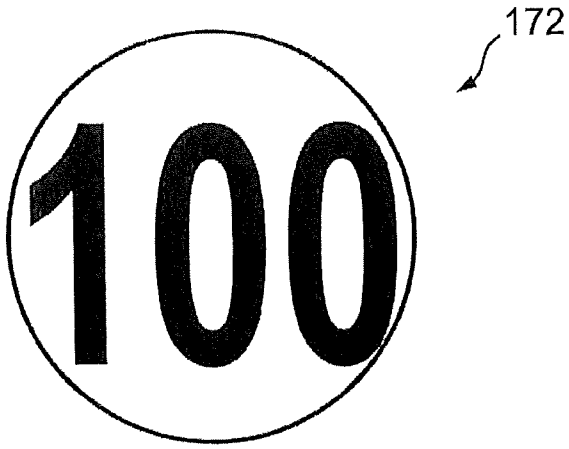


Fig. 12

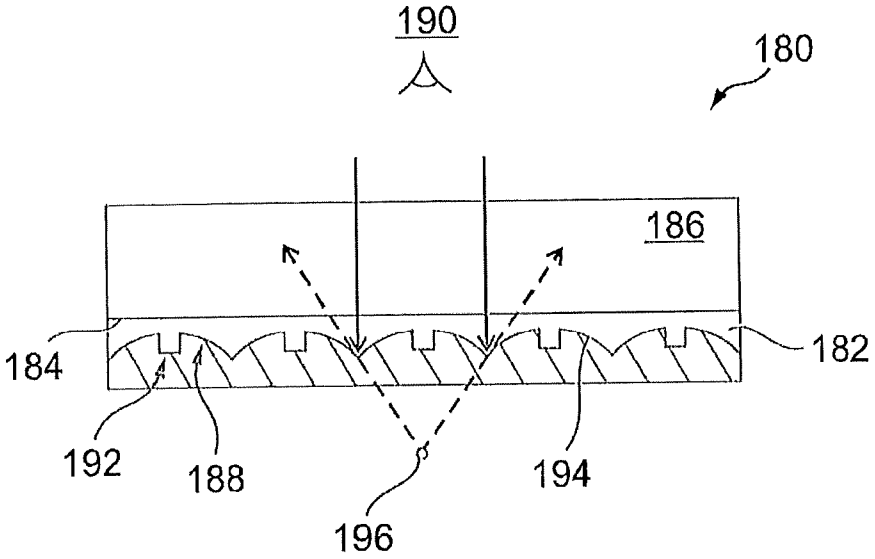


Fig. 13

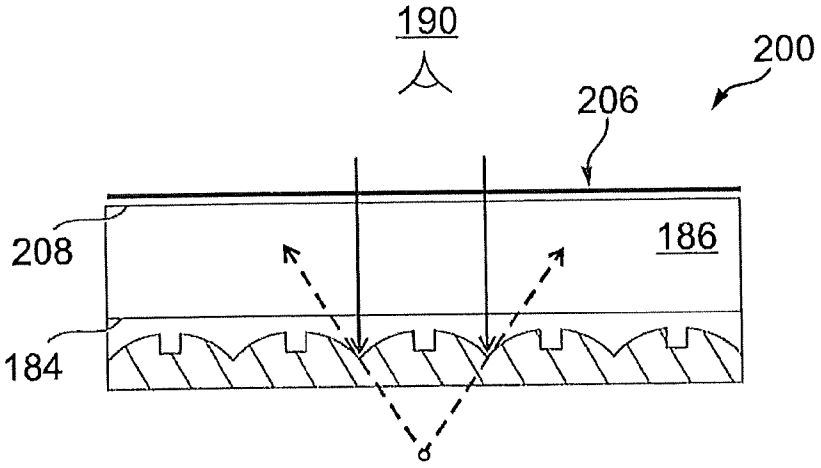


Fig. 14

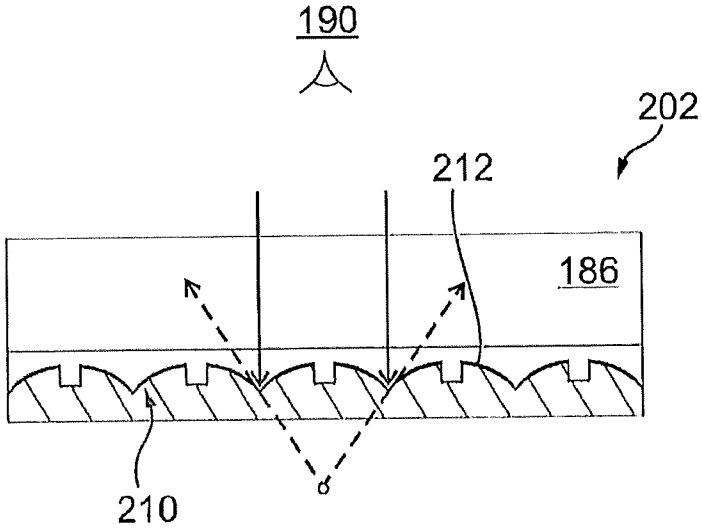


Fig. 15

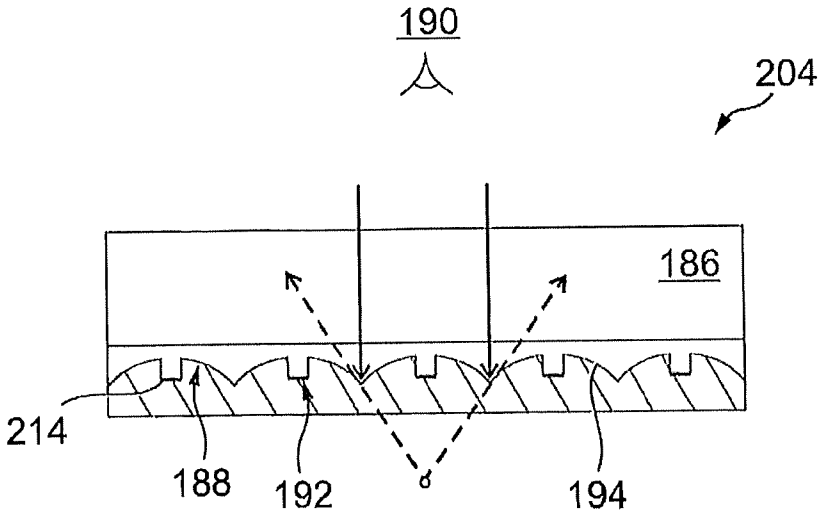


Fig. 16

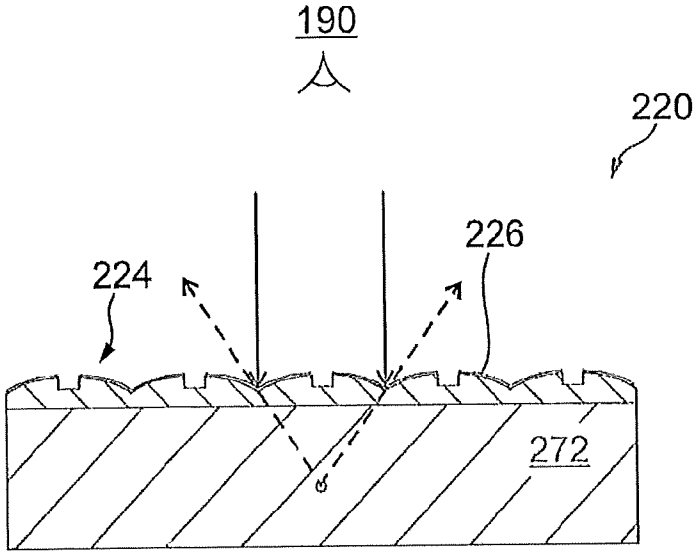


Fig. 17

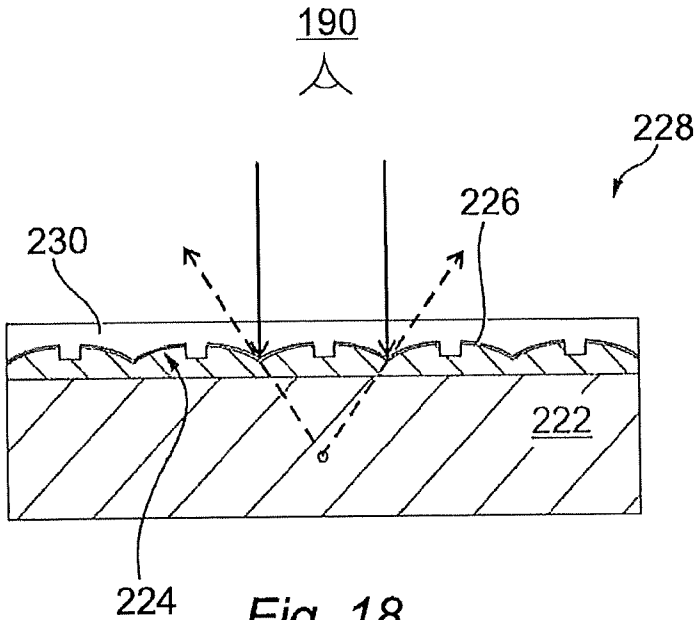


Fig. 18

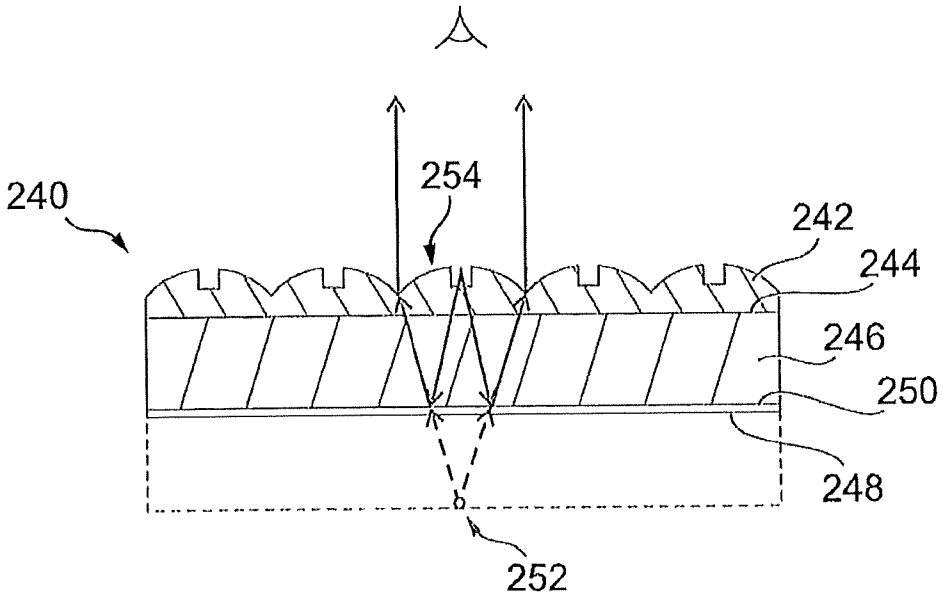

240
254
242
244
246
250
248
252

Fig. 19

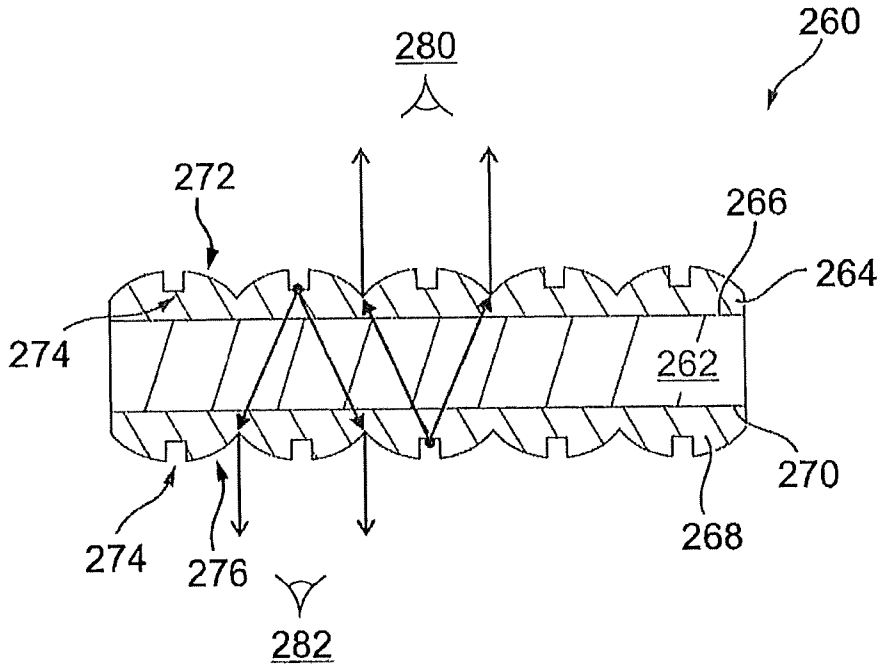

280
260
272
266
264
274
262
270
274
276
268
282

Fig. 20

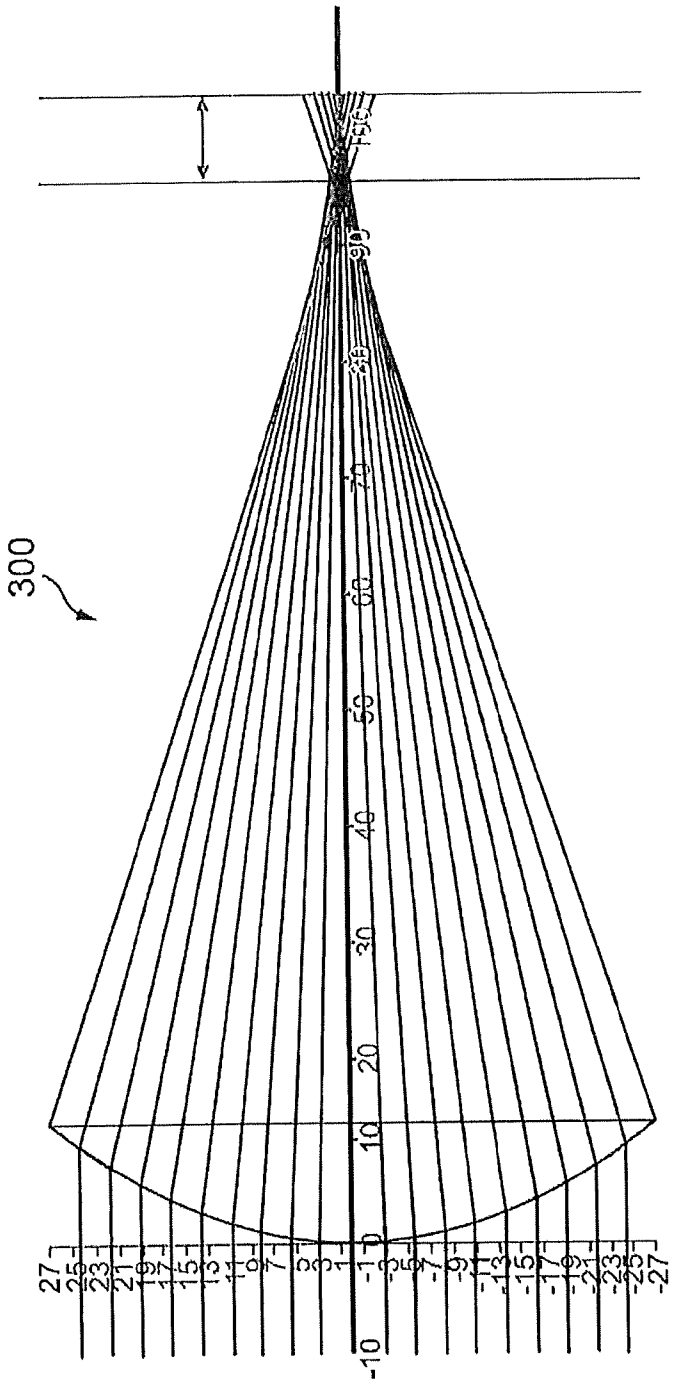

300
90
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
27
25
23
21
19
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
-17
-19
-21
-23
-25
-27

Fig. 21

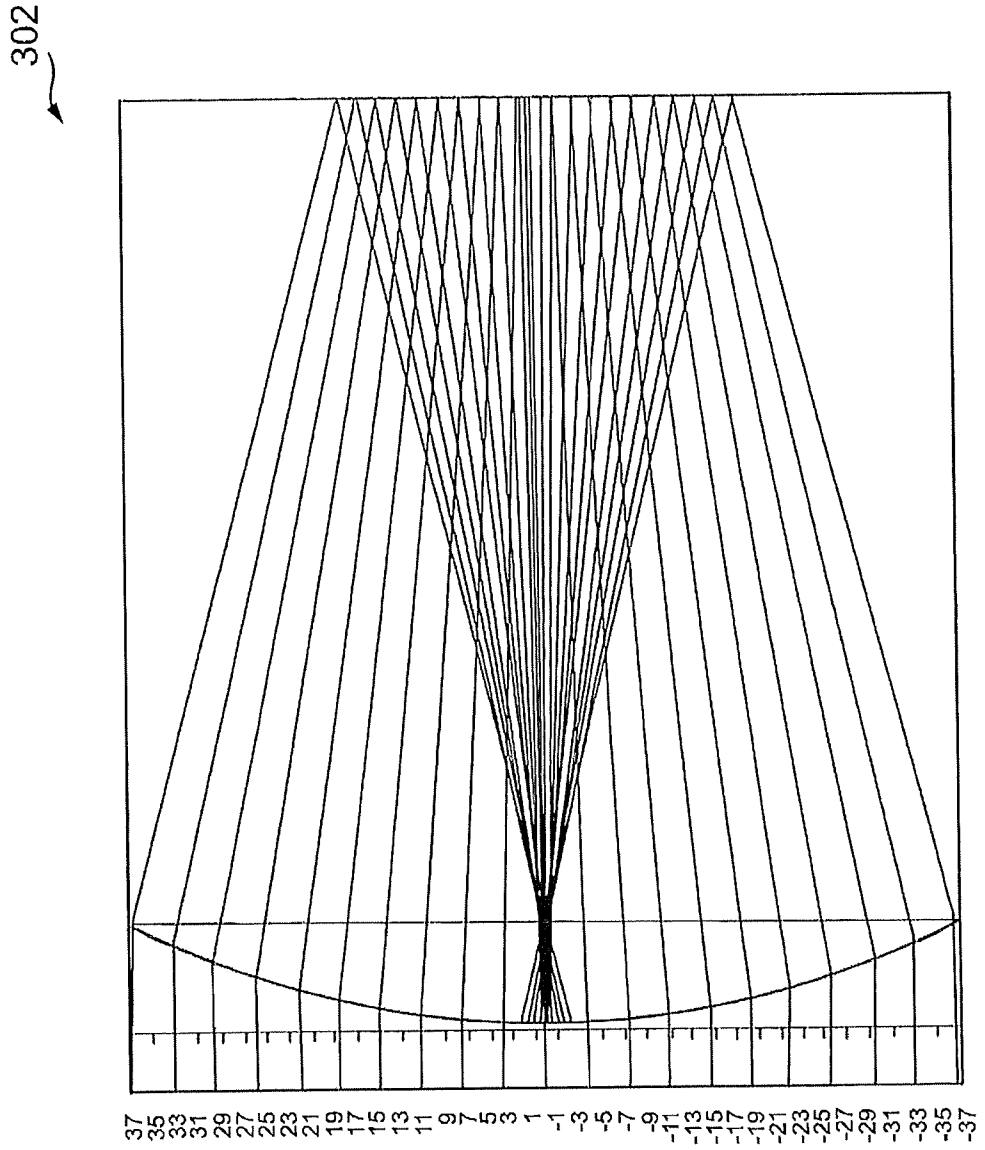

302
37
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
-17
-19
-21
-23
-25
-27
-29
-31
-33
-35
-37

Fig. 22

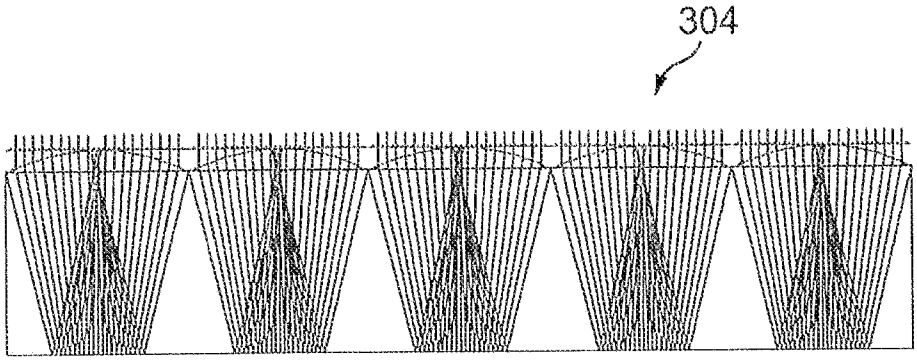


Fig. 23

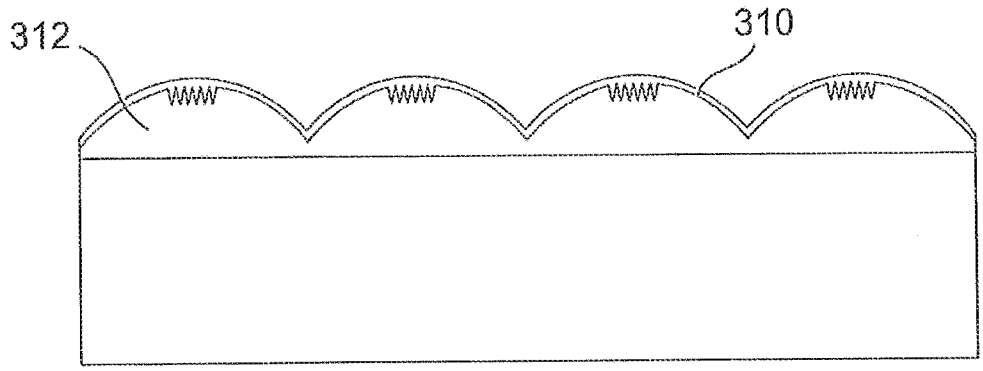


Fig. 24

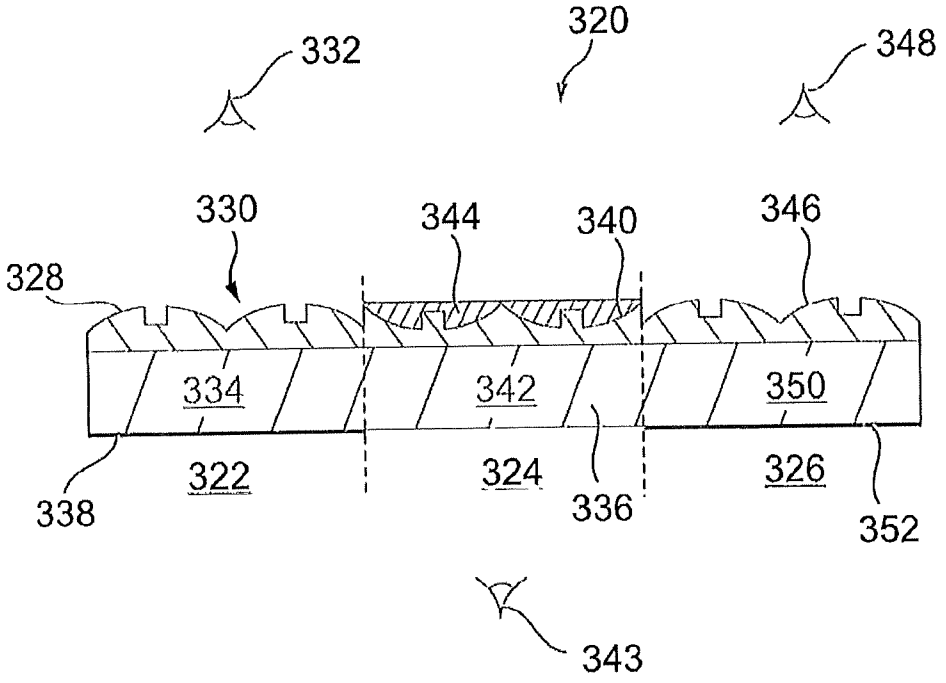

320
332
348
330
344
340
346
328
334
342
350
322
324
326
338
336
352
343

Fig. 25

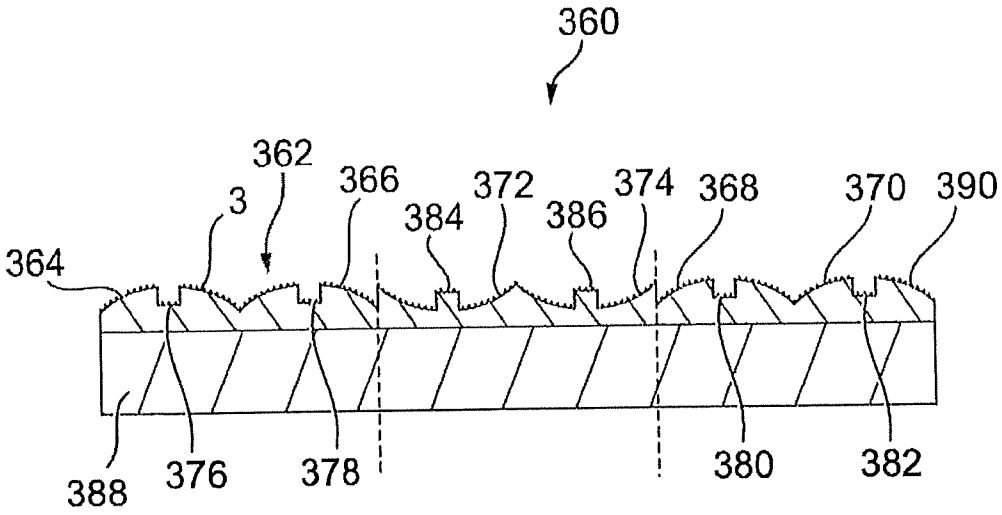

360
362
366
372
374
368
370
390
3
384
386
364
388
376
378
380
382

Fig. 26