

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 304 B1**

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **B42D 25/35** (2014.01)
B42D 25/32 (2014.01)
B42D 25/41 (2014.01)
B42D 25/42 (2014.01)
B41M 3/14 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande:	000719/2022	(73) Titulaire(s): CCL SECURE PTY LTD, 1-17 Potter St. - Craigieburn Victoria 3064 (AU)
(22) Date de dépôt:	16.12.2020	(72) Inventeur(s): Karlo Jolic, Victoria 3064 (AU)
(43) Demande publiée:	24.06.2021	(74) Mandataire: MICHELI & CIE SA, 122, Rue de Genève Case postale 61 1226 Thônex (CH)
(30) Priorité:	19.12.2019 AU 2019904818	(86) Demande internationale: PCT/AU 2020/051384
(24) Brevet délivré:	13.09.2024	(87) Publication internationale: WO 2021/119744
(45) Fascicule du brevet publié:	13.09.2024	

(54) **Dispositif micro-optique pour produire une image agrandie**

(57) La présente divulgation se rapporte à un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie, comportant : une structure unitaire (68) sur un côté d'un substrat (76) structure unitaire (68) comportant un groupe d'éléments de focalisation et un groupe d'éléments d'imagerie, dans lequel l'un du groupe d'éléments de focalisation et du groupe d'éléments d'imagerie est en retrait par rapport à l'autre, dans lequel le dispositif comporte en outre au moins un premier revêtement d'encre surimprimé sur la structure unitaire, pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments en retrait, et dans lequel une propriété de l'encre fournit un contraste visuel dans l'image agrandie.

Description

Domaine Technique

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie. Des modes de réalisation de l'invention peuvent être utilisés comme dispositif de sécurité pour des billets de banque, des cartes de crédit, des chèques, des passeports, des cartes d'identité et autres analogues, et il convient de décrire l'invention en relation avec cette application non limitative exemplaire.

Arrière-plan de l'Invention

[0002] Il est bien connu que de nombreux billets de banque du monde ainsi que d'autres documents de sécurité comportent des dispositifs de sécurité qui produisent des effets optiques permettant une authentification visuelle d'un billet de banque. Certains des dispositifs de sécurité comportent des microlentilles qui agissent pour échantillonner et agrandir des éléments de micro-imagerie et projeter une image agrandie qui est observable par un utilisateur.

[0003] Dans certains dispositifs de sécurité micro-optiques, les éléments de focalisation sont formés par un procédé de gaufrage. Les éléments d'imagerie sont ensuite formés par un procédé supplémentaire, typiquement un procédé d'impression ou un procédé de gaufrage supplémentaire spécifique pour créer l'imagerie dans une couche séparée de la couche contenant les éléments de focalisation.

[0004] Dans de tels dispositifs de sécurité, il est difficile de commander la phase des éléments de focalisation par rapport aux éléments d'imagerie, car ils sont généralement formés par des procédés différents, ou par des unités différentes sur la même presse à imprimer. Cela peut donner lieu à des images projetées vers un utilisateur différentes d'un billet de banque à l'autre, donnant l'impression que l'article de sécurité prévu apparaît différent ou incohérent d'un billet de banque à l'autre. Ce problème est particulièrement évident dans les effets optiques tels que les basculements, les animations et les images 3D. En fonction de la relation de phase des éléments de focalisation et des éléments d'imagerie, une animation ou un basculement peut projeter l'une quelconque de ses trames vers un utilisateur à un angle de vision fixe.

[0005] De même, une image 3D entrelacée ou une image intégrale variera considérablement en apparence pour un angle de vision donné en fonction de la phase des éléments de focalisation par rapport aux éléments d'imagerie. En règle générale, il existe certaines phases qui projetteront une image 3D propre lorsque le billet de banque est visualisé directement à un angle de vision normal, et il y aura d'autres phases qui projetteront une image floue à un angle de vision normal qui est inconfortable à visualiser - l'utilisateur peut voir à la fois les images „gauche“ et „droite“ de la paire stéréoscopique avec les deux yeux, ce qui rend difficile pour le cerveau de concilier profondeur/flottement. La variation de phase aura également un impact sur les conceptions d'imagerie moiré - la position des images agrandies par effet de moiré dans le réseau agrandi variera conformément à la phase.

[0006] Dans de tels dispositifs de sécurité, il existera également typiquement une obliquité de rotation entre les éléments de focalisation et les éléments d'imagerie, c'est-à-dire une rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan du substrat sur lequel sont formés les éléments de focalisation. En fonction de sa taille, cette obliquité peut introduire des artefacts d'image indésirables. Par exemple, dans le cas de conceptions d'imagerie moiré, les images agrandies peuvent apparaître inclinées et leur taille peut également varier, en fonction du niveau d'obliquité relative. De même, dans le cas de conceptions 3D entrelacées et d'images intégrales, celles-ci peuvent apparaître inclinées à un degré qui n'est pas souhaitable d'un point de vue esthétique.

[0007] Les variations de phase relative dans le plan du substrat sur lequel sont formés les éléments de focalisation (dans les axes X, Y) et de l'obliquité relative (rotation autour de l'axe Z perpendiculaire au plan du substrat), lorsqu'elles sont combinées, peuvent entraîner de grandes variations dans l'apparence de l'imagerie projetée vers 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 au cours du procédé de fabrication, ce qui entraîne des variations de la fréquence (pas) des éléments d'imagerie et/ou des éléments de focalisation. De telles différences peuvent conduire à des distorsions dans les images projetées qui ne peuvent pas être compensées par la conception, car les variations impliquées ne peuvent pas être suffisamment commandées dans le procédé de fabrication. Dans le cas d'un procédé de fabrication rouleau à rouleau, il peut y avoir des variations de tension/un relâchement dans la bande pendant le traitement qui provoquent différents degrés d'étirement qui ne peuvent pas être suffisamment commandés pour éliminer la distorsion de l'image projetée. Dans le cas d'un procédé de fabrication à feuilles, il peut y avoir des variations de tension/un relâchement dans chaque feuille pendant le traitement qui provoquent différents degrés d'étirement qui ne peuvent pas être suffisamment commandés pour éliminer de manière cohérente la distorsion de l'image projetée.

[0009] Le Brevet d'Innovation Australien N° 2016100402, au nom du présent Demandeur, aborde les problèmes susmentionnés en fournissant un dispositif micro-optique dans lequel une structure unitaire comportant à la fois des éléments de focalisation et des éléments d'imagerie est prévue sur un ou les deux côtés d'un substrat transparent. Une structure unitaire exemplaire 10 du type décrit dans ce Brevet d'Innovation Australien est montrée dans la Figure 1. La structure unitaire 10 comporte une série de microlentilles, telles que la microlentille 12, et une série d'éléments de micro-imagerie en forme de „A“, tels que l'élément de micro-imagerie 14.

[0010] On peut voir dans la Figure 1 que les éléments de micro-imagerie 14 font saillie par rapport aux microlentilles 12. Dans cet exemple, les éléments de micro-focalisation ont une largeur de 75 microns, et ont une flèche de 10 microns du sommet à la périphérie des éléments de micro-focalisation. Les éléments de micro-focalisation sont situés sur une grille rectangulaire ayant un pas de grille de 75 microns, et les éléments de micro-imagerie font saillie d'au moins 5 microns à partir de la surface de la lentille. Le pas de la série d'éléments de micro-imagerie est légèrement différent de celui des microlentilles.

[0011] Le placement d'un miroir ou d'une autre surface réfléchissante sur le côté arrière d'un substrat sur lequel est formée la structure unitaire 10, à la bonne distance, permet à chaque microlentille de se focaliser sur la partie de son élément de micro-imagerie correspondant dans la structure unitaire, produisant ainsi une image projetée „A“ agrandie par effet de miroir. La formation d'image repose en grande partie sur les parois latérales de la structure „A“ qui dirigent la lumière vers ou loin d'un observateur. L'image représentative 20 montrée dans la Figure 2 illustre une simulation de l'apparence de l'image agrandie résultante dans la lumière réfléchie, et comme illustré, le contraste de l'image agrandie est faible.

[0012] Le brevet d'innovation australien susmentionné suggère qu'une manière d'augmenter le contraste de l'image agrandie produite par l'agencement illustré dans la Figure 1 est d'imprimer de l'encre sélectivement sur la partie supérieure de la structure unitaire, de sorte que seules les parties les plus en haut des éléments d'imagerie soient recouvertes d'encre. Un tel agencement est illustré par la structure unitaire 30 montrée dans la Figure 3 où les éléments de micro-imagerie, tels que l'élément de micro-imagerie „A“ 32, font saillie à partir des microlentilles, telles que la microlentille 34, et où la surface supérieure des éléments de micro-imagerie, y compris celle de l'élément de micro-imagerie 32, est recouverte d'encre.

[0013] La Figure 4 illustre une simulation 40 qui montre l'apparence de l'image agrandie correspondante dans la lumière réfléchie. Le contraste de l'image agrandie est considérablement plus grand par rapport au contraste de la simulation 20 montrée dans la Figure 2 puisque la formation de l'image est obtenue par l'encre colorée de l'élément de micro-imagerie „A“ absorbant la lumière et provoquant un changement plus important de la luminosité de la lumière dirigée par la lentille vers l'observateur.

[0014] Bien que cette solution soit efficace, elle peut présenter des difficultés dans la pratique, car l'application de l'encre de manière sélective aux surfaces supérieures des structures d'imagerie, sans appliquer également l'encre aux surfaces de lentille immédiatement adjacentes, nécessite une tolérance mécanique très précise dans l'appareil d'impression.

[0015] Par exemple, une commande vérifiée est requise de la pression entre l'outil d'application d'encre, typiquement une plaque flexo montée sur un rouleau, et la structure unitaire. De petits écarts dans la pression qui sont toujours dans les tolérances d'un équipement d'impression typique peuvent entraîner des écarts dans le volume d'encre appliqué par unité de surface d'impression, ce qui entraîne l'impression de l'encre sur la partie supérieure des surfaces de lentille immédiatement adjacentes ainsi que sur la partie supérieure des structures d'imagerie, provoquant ainsi des défauts et/distorsions dans l'image agrandie. Assurer une pression suffisamment uniforme nécessite une précision géométrique élevée, une justesse élevée et une faible excentricité dans le rouleau (application d'encre) anilox et dans le rouleau de plaque sur lequel la plaque flexo est montée, ainsi que dans le rouleau d'impression pour supporter le substrat de structure unitaire.

[0016] De plus, pour assurer davantage une pression suffisamment uniforme, les plaques flexo elles-mêmes doivent être très uniformes en épaisseur et en dureté pour assurer un élargissement du point minimal et une application d'épaisseur d'encre constante.

[0017] Le ruban de montage de plaque flexo doit également avoir une épaisseur et une dureté/densité constantes, et doit être appliqué de manière constante en s'assurant qu'aucune bulle d'air n'est piégée entre le cylindre de plaque et le ruban de montage et entre le ruban de montage et la plaque flexo.

[0018] Pour obtenir des résultats acceptables, un dosage très précis de l'encre du rouleau anilox à la plaque flexo est nécessaire. Les structures d'imagerie sont très petites, en supposant qu'elles sont utilisées comme articles de sécurité sur les billets de banque, par conséquent, seule une très fine couche d'encre peut être reçue par les structures d'imagerie si l'encre doit être appliquée uniquement aux parties supérieures des structures d'imagerie. Pour ce faire, le rouleau anilox doit être gravé de cellules extrêmement fines. Le volume requis par cellule de rouleau anilox est très petit et de telles cellules peuvent être difficiles à fabriquer avec des volumes constants. Les cellules anilox auront généralement une large distribution de volumes, et invariablement certaines cellules et certaines zones du rouleau auront des volumes trop élevés ou trop faibles, provoquant des écarts indésirables dans le volume d'encre appliqué par unité de surface, conduisant à nouveau à des défauts et/ou des distorsions d'encre dans des parties de l'image agrandie.

[0019] Dans l'ensemble, il existe de nombreux paramètres dans le procédé d'application d'encre et de petits écarts dans l'un d'entre eux, qui sont dans la tolérance du procédé d'impression, dans cet exemple un procédé flexographique, peuvent entraîner des problèmes d'application constante de la fine couche d'encre requise pour revêtir sélectivement les parties supérieures des structures d'imagerie en saillie. Cela peut entraîner une détérioration élevée inacceptable et rendre de tels articles de sécurité très coûteux à fabriquer.

[0020] En conséquence, un procédé de fabrication plus robuste est nécessaire pour des dispositifs micro-optiques qui produisent une image agrandie comportant une structure unitaire ayant des éléments de focalisation et des éléments d'imagerie avec un contraste d'image amélioré dans l'image agrandie. Il serait souhaitable de fournir un procédé amé-

lioré pour la fabrication d'un tel dispositif micro-optique qui peut fonctionner dans les tolérances normales du procédé de fabrication, permettant une moindre détérioration et rendant la production de ces articles plus économique. Il serait également souhaitable de fournir un dispositif micro-optique comportant des éléments de focalisation et des éléments d'imagerie correspondants intégrés dans une structure unitaire qui améliore ou surmonte un ou plusieurs désavantage(s) ou inconvénient(s) des dispositifs micro-optiques connus.

[0021] Toute référence à ou discussion de tout document, acte ou article de connaissance dans cette spécification est incluse uniquement dans le but de fournir un contexte pour la présente invention. Il n'est pas suggéré ni représenté que l'une quelconque de ces questions ou toute combinaison de celles-ci formait à la date de priorité une partie des connaissances générales courantes, ou était connue pour être pertinente pour une tentative de résoudre tout problème par lequel est concernée cette spécification.

Résumé de l'Invention

[0022] Dans un premier aspect, la présente invention fournit un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie, comportant :

une structure unitaire sur un côté d'un substrat, la structure unitaire comportant un groupe d'éléments de focalisation et un groupe d'éléments d'imagerie,

où l'un du groupe d'éléments de focalisation et du groupe d'éléments d'imagerie est en retrait par rapport à l'autre,

où le dispositif comporte en outre un premier revêtement d'encre surimprimé sur la structure unitaire, pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments en retrait, et

où une propriété de l'encre fournit un contraste visuel dans l'image agrandie.

[0023] Dans un mode de réalisation, le premier revêtement d'encre fait partie intégrante de l'image agrandie.

[0024] Dans un mode de réalisation, le premier revêtement d'encre est surimprimé sur la structure unitaire dans des zones qui ne contiennent pas de structures formant les éléments d'imagerie, comme sur les éléments de focalisation ou le long des limites entre des éléments de focalisation adjacents.

[0025] Dans un mode de réalisation, la propriété de l'encre fournissant un contraste visuel est un indice de réfraction de l'encre, qui est différent de l'indice de réfraction de la structure unitaire, et/ou une couleur de l'encre.

[0026] Dans un mode de réalisation, l'encre est au moins partiellement transparente ou translucide, ou opaque et/ou teintée de couleur.

[0027] Dans un mode de réalisation, le dispositif micro-optique comporte un deuxième revêtement d'encre surimprimé, les premier et deuxième revêtements d'encre surimprimés ayant des couleurs différentes qui fournissent des contrastes visuels différents dans l'image agrandie.

[0028] Dans un mode de réalisation, les premier et deuxième revêtements surimprimés se chevauchent au moins partiellement.

[0029] Dans un mode de réalisation, les éléments d'imagerie sont en retrait dans une surface des éléments de focalisation, pour former des vides ou des rainures dans la surface des éléments de focalisation.

[0030] Dans un mode de réalisation, le premier revêtement d'encre est appliqué de manière à couvrir complètement la structure unitaire et à avoir une surface externe plane.

[0031] Dans un mode de réalisation, le dispositif micro-optique comporte en outre un revêtement supplémentaire ayant un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire, dans lequel le revêtement supplémentaire est appliqué de manière à couvrir complètement la structure unitaire et à avoir une surface externe plane.

[0032] Dans un mode de réalisation, les éléments d'imagerie sont positionnés de sorte que les éléments de focalisation focalisent ou échantillonnent les éléments d'imagerie par l'intermédiaire de la lumière réfléchiée intérieurement dans le substrat.

[0033] Dans un mode de réalisation, le premier revêtement d'encre surimprimé sur la première structure unitaire est appliqué à une pression et une charge suffisantes pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments en retrait.

[0034] Dans un mode de réalisation, les éléments d'imagerie sont formés dans une région de surface sélectionnée des éléments de focalisation, comportant : une région centrale des éléments de focalisation, une région annulaire des éléments de focalisation, une région en forme de croix des éléments de focalisation, ou toute région de surface aléatoire des éléments de focalisation.

[0035] Dans un mode de réalisation, un ou plusieurs des éléments de focalisation est/sont aplati(s), de sorte qu'une surface essentiellement plate soit formée dans ces éléments de focalisation, et au moins certains des éléments d'imagerie sont formés dans les surfaces essentiellement plates du ou des plusieurs élément(s) de focalisation.

[0036] Dans un mode de réalisation, un ou plusieurs des éléments de focalisation est/sont partiellement aplati(s), de sorte qu'une surface essentiellement plate soit formée dans chacun du ou des plusieurs élément(s) de focalisation, et au moins certains des éléments d'imagerie sont formés dans les surfaces essentiellement plates des éléments de focalisation.

[0037] Dans un mode de réalisation, le ou les plusieurs élément(s) de focalisation est/sont partiellement aplati(s) dans une partie de bord des éléments de focalisation, de sorte qu'une partie plate contiguë soit formée dans deux éléments de focalisation adjacents.

[0038] Dans un mode de réalisation, la surface plate est parallèle à un plan du substrat.

[0039] Dans un deuxième aspect, la présente invention fournit un procédé de fabrication d'un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie selon ce qui précède, comportant les étapes consistant à :

former une structure unitaire sur un côté du substrat, la structure unitaire comportant un groupe d'éléments de focalisation et un groupe d'éléments d'imagerie,

où l'un du groupe d'éléments de focalisation et du groupe d'éléments d'imagerie est en retrait par rapport à l'autre ; et à

surimprimer un premier revêtement d'encre sur la structure unitaire, à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments en retrait,

où une propriété de l'encre fournit un contraste visuel dans l'image agrandie.

[0040] Dans un mode de réalisation, le premier revêtement d'encre est surimprimé sur la structure unitaire dans des zones qui ne contiennent pas de structures d'imagerie, telles que sur des éléments de focalisation ou le long des limites entre des éléments de focalisation adjacents.

[0041] Dans un mode de réalisation, la propriété de l'encre fournissant le contraste visuel est un indice de réfraction de l'encre, qui est différent de celui de la structure unitaire, et/ou une couleur de l'encre.

[0042] Dans un mode de réalisation, l'encre est au moins partiellement transparente ou translucide, ou opaque et/ou teintée de couleur.

[0043] Dans un mode de réalisation, le procédé comprenant en outre une étape de surimpression d'un deuxième revêtement d'encre, les premier et deuxième revêtements surimprimés ayant des couleurs différentes qui fournissent des contrastes visuels différents dans l'image agrandie, où les premier et deuxième revêtements surimprimés se chevauchent au moins partiellement.

[0044] Dans un mode de réalisation, le premier revêtement d'encre est appliqué de manière à couvrir complètement la structure unitaire pour former une surface externe plane.

Définitions

Document ou Jeton de Sécurité

[0045] Tels qu'utilisés ici, les termes documents et jetons de sécurité englobent tous les types de documents et jetons de valeur et les documents d'identification, y compris, mais sans s'y limiter : des articles de monnaie tels que des billets de banque et des pièces de monnaie, des cartes de crédit, des chèques, des passeports, des cartes d'identité, des valeurs mobilières et des certificats d'actions, des permis de conduire, des titres de propriété, des documents de voyage tels que des billets d'avion et de train, des cartes et des billets d'entrée, des certificats de naissance, de décès et de mariage et des relevés de notes.

[0046] L'invention est particulièrement, mais non exclusivement, applicable aux documents ou jetons de sécurité tels que des billets de banque ou des documents d'identification tels que des cartes d'identité ou des passeports formés à partir d'un substrat sur lequel une ou plusieurs couche(s) d'impression est/sont appliquée(s).

Article ou Dispositif de Sécurité

[0047] Tel qu'utilisé ici, le terme article ou dispositif de sécurité inclut l'un quelconque d'un grand nombre de dispositifs, d'éléments ou d'articles de sécurité destinés à protéger le jeton ou le document de sécurité contre la contrefaçon, la copie, la modification ou la falsification. Les articles ou dispositifs de sécurité peuvent être fournis dans ou sur le substrat du document de sécurité ou dans ou sur une ou plusieurs couche(s) appliquée(s) au substrat de base et peuvent prendre une grande variété de formes, telles que des fils de sécurité intégrés dans des couches du document de sécurité ; des encres de sécurité telles que des encres fluorescentes, luminescentes ou phosphorescentes, des encres métalliques, des encres iridescentes, des encres photochromatiques, thermochromatiques, hydrochromiques ou piézo-chromiques ; des articles imprimés ou gaufrés, y compris des structures de libération ; des couches d'interférence ; des dispositifs à cristaux

liquides ; des lentilles et des structures lenticulaires ; des dispositifs optiquement variables (OVD) tels que des dispositifs diffractifs comportant des gradients de diffraction, des hologrammes et des éléments optiques diffractifs (DOE).

Substrat

[0048] Tel qu'utilisé ici, le terme substrat fait référence au matériau de base à partir duquel le jeton ou le document de sécurité est formé. Le matériau de base peut être du papier ou d'autres matériaux fibreux tels que la cellulose ; un matériau plastique ou polymère y compris, mais sans s'y limiter, le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), le polycarbonate (PC), le chlorure de polyvinyle (PVC), le polyéthylène téréphtalate (PET), le polypropylène orienté biaxialement (BOPP) ; ou un matériau composite de deux matériaux ou plus, tel qu'un stratifié de papier et d'au moins un matériau plastique, ou de deux matériaux polymères ou plus.

[0049] L'utilisation de matériaux plastiques ou polymères dans la fabrication de documents de sécurité, lancée en Australie, a été un grand succès parce que les billets de banque en polymère sont plus durables que leurs homologues en papier et peuvent également incorporer de nouveaux articles de sécurité (comme des dispositifs micro-optiques) .

[0050] Dans des modes de réalisation préférés, le substrat est un matériau transparent ou translucide. Des substrats transparents sont particulièrement préférés car les éléments de micro-imagerie produits sur une surface du substrat peuvent ensuite être visualisés à travers un réseau d'éléments de focalisation disposés sur la surface opposée du substrat. L'épaisseur du substrat transparent est de préférence supérieure à 25 µm, pour permettre aux éléments de micro-imagerie d'être placés à, ou à moins de, la longueur focale des éléments de focalisation sur la surface opposée. Dans certains modes de réalisation, le substrat a une épaisseur allant de 60 à 100 µm, de préférence allant de 65 à 90 µm.

[0051] Un substrat transparent particulièrement approprié est le polypropylène et en particulier le polypropylène à orientation bi-axiale.

Fenêtres et Demi-fenêtres Transparentes

[0052] Tel qu'utilisé ici, le terme fenêtre fait référence à une zone transparente ou translucide dans le document de sécurité par rapport à la région opaque à laquelle l'impression est appliquée. La fenêtre peut être totalement transparente de manière à permettre la transmission de la lumière essentiellement inchangée, ou elle peut être partiellement transparente ou translucide, permettant partiellement la transmission de la lumière mais sans permettre de voir clairement des objets à travers la zone de fenêtre.

[0053] Une zone de fenêtre peut être formée dans un document de sécurité polymère qui a au moins une couche de matériau polymère transparent et une ou plusieurs couche(s) opacifiante(s) appliquée(s) à au moins un côté d'un substrat polymère transparent, en omettant au moins une couche opacifiante dans la région formant la zone de fenêtre. Si des couches opacifiantes sont appliquées aux deux côtés d'un substrat transparent, une fenêtre totalement transparente peut être formée en omettant les couches opacifiantes des deux côtés du substrat transparent dans la zone de fenêtre.

[0054] Une zone partiellement transparente ou translucide, ci-après appelée „demi-fenêtre“, peut être formée dans un document de sécurité polymère qui a 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“ ne soit pas totalement transparente, mais laisse passer la lumière du soleil sans permettre de visualiser clairement des objets à travers la demi-fenêtre.

[0055] En variante, il est possible que les substrats soient formés à partir d'un matériau essentiellement opaque, tel qu'un papier ou un matériau fibreux, sans qu'un insert de matériau plastique transparent ne soit inséré dans une découpe ou en retrait dans le papier ou le substrat fibreux pour former une fenêtre transparente ou une zone de demi-fenêtre translucide.

Couches opacifiantes

[0056] Une ou plusieurs couche(s) opacifiante(s) peut/peuvent être appliquée(s) à un substrat transparent pour augmenter l'opacité du document de sécurité. Une couche opacifiante est telle que $L_T < L_0$, où L_0 est la quantité de lumière incidente sur le document, et L_T est la quantité de lumière transmise à travers le document. Une couche opacifiante peut comprendre l'un quelconque ou plusieurs d'une variété de revêtements opacifiants. Par exemple, les revêtements opacifiants peuvent comprendre un pigment, tel que du dioxyde de titane, dispersé dans un liant ou un support de matériau polymère réticulable activé par la chaleur. En variante, un substrat de matériau plastique transparent pourrait être pris en tenaille entre des couches opacifiantes de papier ou d'un autre matériau partiellement ou essentiellement opaque auquel des indices peuvent par la suite être imprimés ou appliqués autrement.

Éléments de focalisation

[0057] La pluralité d'éléments de focalisation peut comporter tout dispositif précédemment signalé comme étant approprié pour visualiser des éléments de micro-imagerie sur un substrat, en particulier un substrat d'un document de sécurité. Dans certains modes de réalisation, les éléments de focalisation comprennent des structures de microlentilles réfractives, y compris des microlentilles classiques et des lentilles de Fresnel. Dans d'autres modes de réalisation, des éléments de focalisation diffractifs, tels que des plaques de zone ou des tamis à photons, peuvent être utilisés. Les lentilles de Fresnel et les éléments de focalisation diffractifs peuvent être particulièrement appropriés pour une intégration dans un article de

sécurité d'un document de sécurité, car ces éléments de focalisation sont plus minces que les structures de microlentilles classiques pour une longueur focale donnée.

[0058] La pluralité d'éléments de focalisation sont globalement dans un réseau ordonné répétitif, tel que des configurations rectangulaires ou hexagonales. Les éléments de focalisation peuvent être en alignement exact ou décalé avec le réseau d'éléments de micro-imagerie sur le substrat, en fonction de la nature de l'effet optique à produire.

Brève Description des Dessins

[0059] Des modes de réalisation préférés de l'invention seront maintenant décrits à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- [FIG. 1] représente une vue isométrique de la structure d'imagerie unitaire de l'art antérieur faisant partie d'un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie ;
- [FIG. 2] représente une vue en plan d'une image agrandie simulée produite par la structure d'imagerie montrée dans la Figure 1 ;
- [FIG. 3] représente une vue isométrique d'une structure unitaire comportant une couche d'encre appliquée en revêtement sur les surfaces externes des éléments d'imagerie faisant saillie à partir des éléments de focalisation dans la structure unitaire, la structure unitaire faisant partie d'un dispositif micro-optique connu pour produire une image agrandie ;
- [FIG. 4] représente une vue en plan d'une simulation de l'image agrandie produite par la structure unitaire montrée dans la Figure 3 ;
- [FIG. 5] représente un diagramme schématique d'un mode de réalisation d'un appareil pour la fabrication en ligne d'une partie d'un document de sécurité comportant un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie conformément à un ou plusieurs mode(s) de réalisation de la présente invention ;
- [FIG. 6 et 7] représentent des vues latérales en coupe de différents modes de réalisation d'un document de sécurité partiellement fabriqué qui est fabriqué par l'appareil de la Figure 5 ;
- [FIG. 8] représente une vue isométrique d'une structure unitaire d'éléments de focalisation et d'éléments d'imagerie conformément à un ou plusieurs mode(s) de réalisation de l'invention ;
- [FIG. 9] représente une vue en plan d'une simulation d'une image agrandie produite par un dispositif micro-optique comportant la structure d'imagerie montrée dans la Figure 8 ;
- [FIG. 10] représente un diagramme schématique illustrant des vues en plan et latérale d'une structure d'imagerie selon un ou plusieurs mode(s) de réalisation de la présente invention ;
- [FIG. 11] représente un diagramme schématique illustrant des vues en plan et latérale d'une variante de la structure unitaire montrée dans la Figure 10 ;
- [FIG. 12, 13 et 14] représentent une vue latérale de 3 modes de réalisation d'un dispositif micro-optique, chacun illustrant respectivement une alternative aux dispositifs micro-optiques montrés dans les Figures 10 à 12 ;
- [FIG. 15, 16 et 17] illustrent 3 autres modes de réalisation de dispositifs micro-optiques comportant des structures intégrées conformément à la présente invention ;
- [FIG. 18 et 19] représentent des élévations latérales d'encore d'autres modes de réalisation d'un dispositif micro-optique conformément à la présente invention ;
- [FIG. 20 à 24] représentent des vues latérales d'encore d'autres modes de réalisation d'un dispositif micro-optique selon la présente invention où des structures unitaires comportant des éléments de focalisation et des éléments d'imagerie sont incluses des deux côtés d'un substrat transparent, plutôt que d'un côté uniquement comme illustré dans les modes de réalisation montrés dans les Figures 12 à 19 ;
- [FIG. 25] montre un autre mode de réalisation d'un dispositif micro-optique comportant des éléments d'imagerie formés dans une partie de surface sélectionnée des éléments de focalisation ;
- [FIG. 26a et b] illustrent des coupes transversales du dispositif micro-optique de la Figure 25 ;

- [FIG. 27] montre un autre mode de réalisation d'un dispositif micro-optique comportant des éléments d'imagerie formés dans des parties de surface sélectionnées des éléments de focalisation ;
- [FIG. 28a et 28b] montrent un autre mode de réalisation d'un dispositif micro-optique dans lequel chaque lentille alternative est dépourvue d'éléments d'imagerie, et chaque autre lentille alternative est rendue plate et pourvue d'éléments d'imagerie ; et
- [FIG. 29] montre un autre mode de réalisation d'un dispositif micro-optique dans lequel une partie contiguë de deux éléments de focalisation adjacents est aplatie pour former des éléments d'imagerie.

Description Détaillée

[0060] La Figure 5 montre un appareil exemplaire 50 pour une partie de fabrication en ligne d'un document de sécurité exemplaire 52 montré dans la Figure 6. Une bande continue 54 qui est un 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 56 comportant un ensemble de rouleau. Des procédés appropriés favorisant l'adhérence comportent le traitement à la flamme, le traitement de décharge par effet corona, le traitement au plasma ou autres analogues.

[0061] Une couche favorisant l'adhérence 58 est appliquée à un deuxième poste de traitement 60 comportant un ensemble de rouleau. Une couche favorisant l'adhérence appropriée est une couche spécifiquement adaptée pour favoriser l'adhérence de revêtements durcissables aux UV à des surfaces polymères. La couche favorisant l'adhérence peut avoir une couche durcissable aux UV, une couche à base de solvant, une couche à base d'eau ou toute combinaison de celles-ci.

[0062] Au niveau d'un troisième poste de traitement 62 qui comporte également un ensemble de rouleau, un revêtement sensible au rayonnement est fourni à la surface de la couche favorisant l'adhérence 58. Le revêtement sensible au rayonnement peut être appliqué par un procédé d'impression flexographique, d'héliogravure ou de sérigraphie et leurs variations parmi d'autres procédés d'impression.

[0063] Le revêtement sensible au rayonnement est appliqué uniquement à une zone d'élément de sécurité 64 sur une première surface 66 où une structure unitaire 68 comportant un premier groupe d'éléments de focalisation et un premier groupe d'éléments d'imagerie est positionnée. La zone d'élément de sécurité 64 peut prendre une forme quelconque parmi une rayure, une tache discrète sous une forme géométrique simple ou sous la forme d'une conception graphique plus complexe.

[0064] Tandis que le revêtement sensible au rayonnement est encore au moins partiellement liquide, celui-ci est traité pour former la structure unitaire 68 au niveau d'un quatrième poste de traitement 70. Dans un mode de réalisation, le poste de traitement 70 comporte un rouleau de gaufrage 72 pour gaufrer la structure unitaire 68 en un revêtement sensible au rayonnement sous la forme d'une encre durcissable aux UV. Le rouleau de gaufrage 72 a une surface de gaufrage cylindrique 74 comportant des formations en relief de surface correspondant à la forme de la structure unitaire 68 à former. Les formations en relief de surface peuvent être conçues de sorte que l'appareil 50 soit configuré pour former des microlentilles et des éléments de micro-imagerie dans une variété de formes.

[0065] Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, le revêtement sensible au rayonnement est formé à partir d'un revêtement sensible au rayonnement comprenant une laque transparente gaufrable durcissable aux UV à base d'acrylique. Ces laques durcissables aux UV peuvent être obtenues auprès de divers fabricants, dont Kingfisher Ink Limited, produit de type ultraviolet UVF-203 ou autres analogues. Ces revêtements se sont avérés être particulièrement appropriés pour le gaufrage de microstructures, y compris des structures diffractives telles que DOE, des réseaux de diffraction et des hologrammes, des microlentilles et des réseaux de lentilles, et des dispositifs optiquement variables non diffractifs. En variante, le revêtement gaufrable durcissable par rayonnement peut être basé sur d'autres composés, par exemple la nitrocellulose.

[0066] Dans certains modes de réalisation, le revêtement sensible au rayonnement, lorsqu'il est appliqué au substrat, a une viscosité se trouvant dans la plage allant d'environ 20 à environ 175 centipoises, et plus préférablement allant d'environ 30 à environ 150 centipoises. La viscosité peut être déterminée en mesurant le temps de vidange de la laque d'une coupe Zahn #2. Un échantillon qui s'écoule en 20 secondes a une viscosité de 30 centipoises, et un échantillon qui s'écoule en 63 secondes a une viscosité de 150 centipoises. Des viscosités dans cette plage peuvent permettre l'application du revêtement par des techniques d'héliogravure rouleau à rouleau.

[0067] La surface de gaufrage cylindrique 74 du rouleau de gaufrage 72 peut avoir un motif répétitif de formations en relief de surface ou les formations de structure en relief peuvent être localisées à des formes individuelles correspondant à la forme de la zone d'éléments de sécurité 64 sur le substrat 76 du document de sécurité à fabriquer par l'appareil. Le rouleau de gaufrage 72 peut avoir les formations en 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 fournies par au moins une cale de gaufrage 77 prévue sur le rouleau de gaufrage 72. La cale de gaufrage peut être fixée par un ruban adhésif, un ruban magnétique, des pinces ou d'autres techniques de montage appropriées.

[0068] L'encre durcissable aux UV sur le substrat 76 est amenée en contact intime avec la surface de gaufrage cylindrique 74 du rouleau de gaufrage 72 par un rouleau UV 78 au niveau du poste de traitement 70 de sorte que l'encre liquide durcissable aux UV s'écoule dans les formations en relief de surface de la surface de gaufrage cylindrique 74. À ce stade, l'encre durcissable aux UV est exposée à un rayonnement UV, par exemple, par transmission à travers la couche de substrat 76.

[0069] Avec la structure unitaire 68 appliquée au substrat de document de sécurité 76, une ou plusieurs couche(s) supplémentaire(s) est/sont appliquée(s) au niveau d'un poste de traitement en aval comportant des ensembles de rouleau 80 et 82 supplémentaires. Les couches supplémentaires peuvent être des revêtements transparents ou pigmentés et appliquées en tant que revêtement partiel, en tant que revêtement continu ou une combinaison des deux. Dans un procédé préféré, les couches supplémentaires sont des couches opacifiantes qui sont appliquées à une ou aux deux surfaces du substrat 76 sauf dans la région de la zone d'élément de sécurité 64.

[0070] La Figure 6 montre un document de sécurité partiellement fabriqué formé avec une structure unitaire gaufrée 68 comportant un premier groupe d'éléments de focalisation et un premier groupe d'éléments d'imagerie formés dans la structure unitaire. Ce document de sécurité comprend un substrat transparent en matériau polymère de préférence un polypropylène à orientation bi-axiale (BOPP) ayant une première surface 66 et une deuxième surface 84. Des couches opacifiantes 86, 88 et 90 sont appliquées à la première surface 66 du substrat, sauf dans la zone d'élément de sécurité 64. Les couches opacifiantes 92 et 94 sont appliquées à la deuxième surface 84 sauf dans une zone de fenêtre 96 formée sur un côté opposé du substrat à la structure unitaire 68. Une couche réfléchissante 98 de matériau est appliquée dans la zone de fenêtre 96.

[0071] Dans le document de sécurité exemplaire 52 montré dans la Figure 6, les éléments d'imagerie faisant partie de la structure unitaire 68 sont positionnés de sorte que les éléments de focalisation focalisent ou échantillonnent les éléments d'imagerie par la lumière réfléchie intérieurement dans le substrat 76 depuis la couche réfléchissante 98.

[0072] Cependant, la Figure 7 illustre une variante d'un mode de réalisation d'un document de sécurité 110 identique en tous points au document de sécurité 52, à l'exception du fait qu'au lieu d'une couche réfléchissante 98 étant formée dans la zone de fenêtre 96, une deuxième structure unitaire 112 est formée sur un côté du substrat transparent 76 opposé à celui sur lequel la première structure unitaire 68 est formée, soit l'autre côté du substrat 76. Dans ce cas, les éléments de focalisation sur un côté du substrat 76 focalisent ou échantillonnent des éléments d'images sur le côté opposé du substrat 76.

[0073] Dans la structure unitaire 120 illustrée dans la Figure 8, les éléments d'imagerie sont en retrait par rapport à leurs éléments de focalisation adjacents. Plus précisément, les éléments d'imagerie sont en retrait dans la surface des éléments de focalisation, pour former des vides ou des rainures dans la surface des éléments de focalisation. En conséquence, une référence d'élément d'imagerie 122 est en retrait par rapport à l'élément de focalisation 124 et au moins un premier revêtement d'encre est surimprimé sur la première structure unitaire, à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments d'imagerie en retrait. Dans ce cas, le premier revêtement d'encre est au moins un revêtement d'encre colorée, qui est de préférence au moins partiellement translucide et/ou partiellement opaque.

[0074] À titre d'exemple, l'au moins un revêtement d'encre colorée (et d'autres encres décrites ici) peut être une encre à base de solvant avec une teneur en solides variant entre 10% et 60%, en fonction de la viscosité d'impression souhaitée. La viscosité de l'encre peut être située dans la plage de 16 à 25 secondes (10 à 50 centipoises) telle que mesurée en utilisant une coupe Zahn #2.

[0075] Le premier revêtement d'encre (et d'autres revêtements décrits ici) peut être formé en appliquant l'encre à une charge massique allant d'environ 1 g/m² à environ 10 g/m², et à une pression d'impression allant d'environ 0,5 bar à environ 8 bars, en utilisant des techniques d'impression conventionnelles (telles que l'héliogravure rouleau à rouleau). Après l'application, le revêtement d'encre peut être séché avec des fours chauffants qui soufflent de l'air chaud sur le substrat.

[0076] Dans un mode de réalisation, des parties d'élément de focalisation adjacentes sont laissées sans revêtement.

[0077] Facultativement, une ou plusieurs couche(s) supplémentaire(s) de l'encre colorée peut/peuvent être appliquée(s), à nouveau à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins sélectivement et au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait, laissant de préférence les parties de lentille adjacentes non revêtues. Du fait de l'application de revêtement supplémentaire dans la même couleur d'encre, les éléments d'imagerie en retrait ont une intensité de couleur encore améliorée, ce qui renforce le contraste de couleur dans l'image agrandie.

[0078] De préférence, la distance en retrait est supérieure à 1 micron et de préférence inférieure à 12 microns.

[0079] Dans d'autres modes de réalisation, de multiples revêtements peuvent être appliqués à la structure unitaire, facultativement en utilisant le procédé mentionné ci-dessus dans des régions qui peuvent ou non se chevaucher. Ces multiples revêtements peuvent être multicolores ou non. Facultativement, les couches uniques ou multiples d'encre colorée peuvent faire partie d'une conception ou d'un graphique. Une partie ou la totalité de la conception ou du graphique peut comporter une partie comportant des images agrandies produites par les structures unitaires décrites ici, où les images agrandies sont facultativement multicolores.

[0080] Le contraste entre l'encre dans l'imagerie en retrait et les éléments de focalisation adjacents non revêtus fournit un contraste visuel dans l'image agrandie produite par la structure unitaire. Dans la structure unitaire 120 illustrée dans la Figure 8, les éléments de focalisation, prévus sous forme de microlentilles, comportant la microlentille référencée 124, sont ronds et ont une largeur de 75 microns, avec une flèche de 10 microns. Les microlentilles sont situées sur une grille rectangulaire ayant un pas de grille de 75 microns. La structure unitaire 120 comporte également des éléments d'imagerie en retrait, du type de référence 122, en retrait sur une profondeur d'au moins 10 microns sous la forme d'une grille rectangulaire ayant un pas légèrement différent de celui des microlentilles pour mettre en œuvre une conception d'agrandissement par effet de moiré du motif de grille. Dans cet exemple, les éléments d'imagerie en retrait ont été remplis d'encre noire, qui est au moins partiellement translucide et/ou au moins partiellement opaque, en surimprimant la structure unitaire avec une couche de l'encre noire en utilisant une héliogravure, à une charge d'encre et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait. Les parties de lentille adjacentes sont de préférence laissées sans revêtement.

[0081] Dans ce mode de réalisation, une couche réfléchissante est déposée ou autrement formée sur un côté opposé d'un substrat au côté sur lequel la structure unitaire est formée. L'épaisseur totale du substrat à structure unitaire et du revêtement réfléchissant est d'environ 110 microns, ou d'environ la moitié de la longueur focale des microlentilles.

[0082] Dans l'exemple montré dans la Figure 8, la lumière ambiante incidente sera réfractée par les éléments de focalisation, tels que l'élément de référence 124, vers le revêtement réfléchissant 126 et réfléchi à partir de celui-ci, pour se focaliser sur l'encre noire dans les éléments d'imagerie en retrait, entraînant la projection d'une image agrandie par effet de moiré de la grille vers l'observateur, comme on le voit par l'image agrandie par effet de moiré 130 montrée dans la Figure 9. Cette Figure montre une vue en plan de l'image agrandie par effet de moiré à un angle de vision normal au substrat l'image montrée dans une vue en plan correspondant à une structure unitaire de 3,75 mm x 3,75 mm.

[0083] L'encre appliquée à la structure unitaire 120 montrée dans la Figure 8 se sépare lors de l'application en des parties de surface qui ont la courbure la plus élevée et/ou le plus grand changement local de gradient de surface. En conséquence, l'encre se séparera en fonction de la distribution spatiale de courbure de surface de sorte que l'épaisseur d'encre/la densité surfacique d'encre après la séparation sera plus grande dans les emplacements où la courbure ou le changement local du gradient de surface est plus grand(e).

[0084] Les éléments d'imagerie en retrait ont la courbure la plus élevée et/ou le plus grand changement local de gradient de surface, le long du périmètre de chaque élément de microlentille. C'est le cas, même pour les éléments de micro-focalisation agencés sans espaces entre eux.

[0085] Pour garantir que l'encre est principalement déposée dans les éléments d'imagerie en retrait et pour garantir que l'encre minimale est déposée sur la partie supérieure des éléments de focalisation, un rapport plus faible de la flèche de la lentille sur la largeur de la lentille est préféré, car cela réduit le changement local de gradient de surface le long du périmètre de la lentille.

[0086] Le rapport de la flèche sur la largeur peut être réduit en sélectionnant des éléments de focalisation avec une flèche plus petite ou une largeur plus grande. Cela signifie que la longueur focale de lentille doit être augmentée. Le compromis est qu'un substrat plus épais sera nécessaire pour garantir qu'une focalisation suffisamment nette est maintenue sur les éléments d'imagerie en retrait. En fonction de la conception d'imagerie utilisée, une conception de lentille défocalisée peut être acceptable et peut aider à maintenir l'épaisseur du substrat réduite.

[0087] Dans la structure unitaire exemplaire illustrée dans la Figure 8, l'encre est déposée dans les éléments d'imagerie en retrait de la structure unitaire 120. Une représentation schématique 140 d'une structure unitaire (du type dans la Figure 8) est illustrée dans la Figure 10, qui montre une vue en plan 142 et une vue latérale 144 de la structure unitaire 140. Dans cette représentation schématique, la structure unitaire comporte des éléments de focalisation 146 à 150. Des éléments d'imagerie 152 à 156 sont montrés comme étant en retrait dans les éléments de focalisation 146 à 150, c'est-à-dire les éléments d'imagerie 152 et 156 sont en retrait dans la surface des éléments de focalisation 146 à 150, ce qui est suffisant pour provoquer une modification de la courbure de surface de l'élément de lentille 146 à 150, tout en permettant aux éléments de focalisation 146 de 150 d'exécuter leurs fonctions d'échantillonnage. De l'encre colorée est déposée dans chacun des éléments d'imagerie en retrait 152 à 156 en quantité essentiellement égale. Dans l'exemple montré dans la Figure 10, le revêtement d'encre surimprimé a une épaisseur qui est inférieure à la hauteur en retrait des structures d'imagerie.

[0088] Cependant, dans d'autres modes de réalisation, le revêtement d'encre surimprimé peut également être déposé sur la structure unitaire dans des zones qui ne contiennent pas de structures d'imagerie. Par exemple, dans la structure unitaire 160 illustrée dans la Figure 11, une partie de l'encre est en outre déposée le long des limites entre des éléments de focalisation adjacents. La structure unitaire 160 comporte des éléments de focalisation 162 à 166 et des éléments d'imagerie 168 à 172 en retrait par rapport aux éléments de focalisation 162 à 166. Comme c'était le cas avec la structure unitaire 140 illustrée dans la Figure 10, au moins un premier revêtement d'encre colorée est surimprimé sur la structure unitaire 160, à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments d'imagerie en retrait. Une partie de l'encre colorée est en outre déposée le long du périmètre de chaque structure d'élément de lentille. La structure unitaire 160 peut encore produire des images projetées avec un contraste suffisant pour l'authentification du

document, cependant le contraste de l'image projetée est encore réduit par rapport à l'image produite par la structure unitaire 140. La réduction est approximativement conforme au pourcentage de la zone (lentille) non en retrait qui est revêtue de l'encre colorée, conforme à l'épaisseur de l'encre à ces emplacements, par rapport à l'épaisseur de l'encre dans la zone (image) en retrait.

[0089] Les parties de périmètre de lentille revêtues d'encre sont focalisées sur/projetées par les éléments de focalisation vers un observateur à de grands angles de vision uniquement (définis par la géométrie de lentille et la distance de la lentille à la couche réfléchissante sur un côté opposé du substrat sur lequel la structure unitaire est située). Lors de la visualisation sous de tels angles, le contraste dans l'image projetée sera encore réduit, car l'arrière-plan de l'image projetée deviendra plus sombre, conformément à l'épaisseur de l'encre déposée le long du périmètre de la lentille qui est focalisé par la lentille.

[0090] Les modes de réalisation décrits en relation avec les Figures 8 à 11 comportent tous une structure unitaire ayant un groupe d'éléments de focalisation et un groupe d'éléments d'imagerie, où les éléments d'imagerie sont en retrait par rapport aux éléments de focalisation et un premier revêtement d'encre colorée est surimprimé à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments d'imagerie en retrait. Cependant, la couleur de l'encre n'est qu'un exemple d'une propriété de l'encre surimprimée qui permet à un contraste visuel d'être présent dans l'image agrandie produite par le dispositif micro-optique. Dans les différents modes de réalisation illustrés dans les Figures 12 à 17, au lieu d'utiliser une encre colorée qui est au moins partiellement translucide et/ou au moins partiellement opaque, une encre qui est au moins partiellement transparente et a un indice de réfraction différent par rapport à la structure unitaire est utilisé. Dans ces modes de réalisation, l'indice de réfraction différent de l'encre par rapport à la structure unitaire est la propriété de l'encre qui fournit le contraste visuel dans l'image agrandie.

[0091] La Figure 12 illustre un dispositif micro-optique 220 comportant une structure unitaire 222 formée sur un substrat transparent 224. Une couche réfléchissante 238 de matériau, tel que de l'encre argent, est formée sur le côté opposé du substrat 224 au côté sur lequel est formée la structure unitaire 222. La structure unitaire 222 comporte trois éléments de focalisation 226 à 230 exemplaires. Les éléments d'imagerie en retrait 232 à 236 sont également formés dans la structure unitaire. Dans cet agencement, une encre transparente est surimprimée sur la structure unitaire 222 de sorte que les éléments d'imagerie en retrait 232 à 236 soient au moins partiellement remplis avec l'encre transparente. L'encre transparente a un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire 222. La différence d'indice de réfraction entre les éléments d'imagerie en retrait au moins partiellement remplis et la structure unitaire 222 provoque des changements dans la luminosité de la lumière réfléchie en retour vers un observateur depuis les éléments de micro-focalisation 226 à 230, permettant ainsi de former l'image agrandie.

[0092] Les Figures 13 et 14 illustrent respectivement des dispositifs micro-optiques 240 et 250 identiques au dispositif micro-optique 220 montré dans la Figure 12, sauf que dans la Figure 13 l'encre transparente est surimprimée de sorte qu'en plus de remplir au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait, l'encre est également déposée sur la structure unitaire 220 dans des zones qui ne contiennent pas de structures d'imagerie, dans ce cas le long des limites 242 et 244 entre des éléments de focalisation adjacents. De même, le dispositif micro-optique 250 comporte de l'encre surimprimée non seulement dans les structures d'imagerie en retrait et le long des limites entre des éléments de focalisation adjacents, mais également sur les éléments de focalisation eux-mêmes.

[0093] Des modes de réalisation avec non seulement des éléments d'imagerie partiellement remplis, mais des éléments d'imagerie entièrement remplis sont avantageux dans certaines circonstances, car les éléments d'imagerie ne peuvent pas être copiés mécaniquement (par moulage mécanique) par un contrefacteur. Un inconvénient est cependant que le contraste de l'image projetée est moindre, comparé à d'autres modes de réalisation dans lesquels l'encre surimprimée est au moins partiellement opaque et/ou au moins partiellement translucide.

[0094] Dans les modes de réalisation exemplaires illustrés dans les Figures 12 à 14, le substrat des dispositifs micro-optiques 220, 240 et 250 est transparent et a un indice de réfraction de 1,5. Les structures unitaires de chacun de ces dispositifs micro-optiques sont transparentes et ont un indice de réfraction de 1,7, tandis que la couche transparente surimprimée a un indice de réfraction de 1,4. Les focalisations ont une largeur de 100 microns, avec une flèche de 13 microns. L'épaisseur totale du dispositif micro-optique est d'environ 100 microns.

[0095] Dans certains modes de réalisation, l'encre au moins partiellement transparente ayant un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire est surimprimée à un degré tel que la structure unitaire est complètement couverte et le revêtement de l'encre a une surface externe plane. De tels modes de réalisation sont particulièrement avantageux car ni les éléments de focalisation ni les éléments d'imagerie de la structure unitaire ne peuvent être copiés mécaniquement (par moulage mécanique) par un contrefacteur. Un inconvénient est cependant que le contraste de l'image projetée est moindre, comparé à d'autres modes de réalisation dans lesquels l'encre surimprimée est au moins partiellement opaque et/ou au moins partiellement transparente.

[0096] Bien que les modes de réalisation décrits précédemment ont tous inclus une structure unitaire dans laquelle les éléments d'imagerie sont en retrait par rapport aux éléments de focalisation adjacents, dans des modes de réalisation dans lesquels l'encre est surimprimée pour remplir complètement la structure unitaire, les éléments d'imagerie peuvent être en retrait ou en saillie par rapport à la surface des éléments de focalisation de la structure unitaire.

[0097] Il est également possible d'utiliser des éléments de focalisation réfractifs concaves, plutôt que des éléments de focalisation convexes, si la couche surimprimée a un indice de réfraction suffisamment supérieur à celui de la structure unitaire.

[0098] Un mode de réalisation exemplaire est montré dans la Figure 15. Le dispositif micro-optique 260 montré comporte une structure unitaire 262 ayant des éléments de focalisation 264 à 268 qui sont en retrait par rapport aux éléments d'imagerie adjacents 270 à 274. La structure unitaire 262 est formée sur un côté d'un substrat transparent 276. Une couche réfléchissante 278 de matériau est formée sur un côté opposé du substrat 276. Un revêtement 280 d'encre ayant un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire 262 et étant au moins partiellement transparent est appliqué en sur-revêtement sur la structure unitaire 262 pour couvrir complètement la structure unitaire. L'encre est appliquée de manière à avoir une surface externe plane.

[0099] Dans cet agencement exemplaire, l'indice de réfraction du substrat 276 est de 1,5, l'indice de réfraction de la structure unitaire 262 est de 1,7 et l'indice de réfraction de la couche d'encre surimprimée 280 est de 1,4. Les éléments de focalisation 264 à 268 sont des éléments de focalisation réfléchissants convexes. Les éléments de focalisation ont une largeur de 54 microns, une flèche de 10 microns et l'épaisseur totale du dispositif est d'environ 100 microns.

[0100] Facultativement, le substrat 276 ou la structure unitaire 262 ou l'encre transparente surimprimée 280 peut être teinté(e) avec une couleur, pour conférer une couleur à l'image agrandie.

[0101] Les dispositifs micro-optiques 290 et 292 illustrés respectivement dans les Figures 16 et 17 sont identiques au dispositif micro-optique 260 montré dans la Figure 15 à l'exception du retrait relatif des éléments d'imagerie et des éléments de focalisation et de la forme des éléments de focalisation (concave ou convexe). Dans la Figure 16, le dispositif micro-optique comporte une structure unitaire 294 dans laquelle les éléments d'imagerie 296 à 300 sont en retrait par rapport à des éléments de focalisation convexes adjacents 302 à 306. Dans le dispositif de micro-optique 292 montré dans la Figure 17, les éléments d'imagerie sont en saillie par rapport à des éléments de focalisation concaves 312 à 316, ou en d'autres termes, les éléments de focalisation 312 et 316 sont en retrait par rapport aux éléments d'imagerie.

[0102] Les modes de réalisation illustrés dans les Figures 15, 16 et 17 peuvent également être mis en œuvre avec des lentilles de Fresnel réfractives ou des lentilles de diffraction.

[0103] Dans les modes de réalisation illustrés dans les Figures 12 à 17, l'image agrandie produite par le dispositif micro-optique a un contraste plus faible que l'image agrandie produite par les modes de réalisation illustrés dans les Figures 8 à 11, cependant les modes de réalisation illustrés dans les Figures 12 à 17 et en particulier les modes de réalisation illustrés dans les Figures 15 à 17, sont avantageux parce que la structure peut être entièrement incorporée dans une couche surimprimée, ce qui la rend très protégée contre les contrefaçons, car à la fois les structures de lentille et d'imagerie ne peuvent pas être copiées par moulage mécanique.

[0104] D'autres modes de réalisation de l'invention combinent l'utilisation d'un revêtement d'encre colorée décrit en relation avec les Figures 8 à 11, avec l'utilisation d'un revêtement d'encre au moins partiellement transparent ayant un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire comme décrit en relation avec les Figures 15 à 17. Un tel mode de réalisation exemplaire montré dans la Figure 18, dans lequel un dispositif micro-optique 320 est montré comportant une structure unitaire 322 formée sur un substrat transparent 324. Une couche réfléchissante 326 est formée sur le côté opposé du substrat 324 au côté sur lequel est formée la structure unitaire 322. Les éléments d'imagerie 328 à 332 en retrait par rapport à des éléments de focalisation adjacents 334 à 338 forment une structure unitaire 322. Une couche 340 d'encre colorée au moins partiellement translucide et/ou au moins partiellement opaque est surimprimée sur la structure unitaire 322 à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait 328 à 332 laissant au moins certaines parties des surfaces (lentilles) convexes non en retrait 334 à 338 non revêtues de l'encre colorée.

[0105] Le dispositif micro-optique 360 montré dans la Figure 19 comporte une structure unitaire 380, un substrat 376 et une couche réfléchissante 378 formés sur un côté opposé du substrat à la structure unitaire 380. Dans ce mode de réalisation, la structure unitaire 380 est constituée d'éléments de focalisation concaves 364 à 368 avec des évidements d'imagerie 370 à 374. Après formation de la structure unitaire 380 par gaufrage, une encre colorée 382 à 386 qui est au moins partiellement translucide et/ou au moins partiellement opaque est appliquée à une charge et à une pression pour remplir au moins partiellement les évidements d'imagerie 370 à 374 dans la structure unitaire 380 en laissant au moins certaines parties de la surface de lentille concave non revêtues. Enfin, la structure unitaire 380 et l'encre colorée 382 à 386 formant les éléments d'imagerie sont surimprimées avec un revêtement d'encre au moins partiellement transparent, ayant un indice de réfraction plus élevé que celui de la structure unitaire, où le volume d'encre surimprimée par aire appliqué est suffisant pour obtenir une structure plane.

[0106] Dans ces modes de réalisation, une encre au moins partiellement translucide et/ou au moins partiellement opaque est appliquée à une structure unitaire, et la structure est surimprimée avec une encre transparente ayant un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire, de préférence de sorte que la structure finale ait une surface extérieure qui est essentiellement plane. Dans les modes de réalisation illustrés, la lentille a une largeur de 54 microns et a une flèche de 10 microns, l'épaisseur totale du dispositif est d'environ 100 microns.

[0107] Si la structure unitaire a des éléments de focalisation convexes, l'indice de réfraction de l'encre surimprimée doit être inférieur à l'indice de réfraction de la structure unitaire, et si les éléments de focalisation sont concaves, alors l'indice de réfraction de l'encre surimprimée doit être supérieur.

[0108] Les modes de réalisation décrits précédemment comportent un dispositif micro-optique qui est „monoface“, c'est-à-dire dans lequel les éléments d'imagerie sont positionnés dans une structure unitaire de sorte que des éléments de focalisation adjacents focalisent ou échantillonnent les éléments d'imagerie par la lumière réfléchie intérieurement dans le substrat sur lequel sont formés les éléments unitaires. Pour ce faire, la couche réfléchissante est de préférence située sur un côté du substrat opposé à la structure unitaire ou dans le substrat lui-même.

[0109] Cependant, dans d'autres modes de réalisation, le dispositif micro-optique peut être „double face“, c'est-à-dire peut comporter un substrat au moins partiellement transparent sur lequel des structures unitaires sont formées des deux côtés. La Figure 20 illustre un dispositif micro-optique 400 comportant un substrat 402 ayant des structures unitaires 404 et 406 formées sur des côtés opposés du substrat 402. Les structures unitaires 404 et 406 et le substrat 402 sont réalisés en des matériaux ayant le même indice de réfraction (dans des variantes de modes de réalisation, ils peuvent avoir des indices de réfraction différents). Au moins un premier revêtement d'encre colorée (au moins partiellement translucide et/ou au moins partiellement opaque) est surimprimé sur les deux structures unitaires, à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait 408 à 412 de la première structure unitaire 404, et pour remplir au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait 420 à 424 de la deuxième structure unitaire 406. Dans ce mode de réalisation, les éléments de focalisation sur un côté du substrat focalisent ou échantillonnent des éléments d'imagerie sur le côté opposé du substrat 402.

[0110] Cependant, dans le dispositif micro-optique 450 montré dans la Figure 21, tandis que les structures unitaires 452 et 454 sont formées sur des côtés opposés d'un substrat 456, une couche réfléchissante 458 est formée dans le substrat de sorte que des éléments de focalisation focalisent ou échantillonnent des éléments d'imagerie dans la même structure unitaire par l'intermédiaire de la lumière réfléchie à l'intérieur du substrat. Par exemple, l'élément de lentille 460 faisant partie de la structure unitaire 452 focalise ou échantillonne la lumière sur les éléments d'imagerie 462 faisant également partie de la structure unitaire 452 par l'intermédiaire de la lumière réfléchie intérieurement par la couche réfléchissante 458.

[0111] Un autre mode de réalisation est illustré dans la Figure 22, qui montre un dispositif micro-optique 470 ayant des structures unitaires 472 et 474 formées sur des côtés opposés d'un substrat 476. Dans ce cas, 2 couches réfléchissantes 478 et 480 sont prévues dans le substrat 476, la première couche réfléchissante 478 est située à côté de la structure d'imagerie 472 de sorte que des éléments de focalisation, tels que l'élément de lentille 482, focalise ou échantillonne des éléments d'imagerie, tels que l'élément d'image 484 par l'intermédiaire de la lumière réfléchie intérieurement dans le substrat à partir de la couche réfléchissante 478. De même, la couche réfléchissante 480 est située à côté de la structure unitaire 474, et des éléments de focalisation, tels que l'élément de lentille 486, focalise ou échantillonne des éléments d'imagerie, tels que l'élément de lentille 488 par l'intermédiaire de la lumière réfléchie intérieurement dans le substrat 476 à partir de la couche réfléchissante 480.

[0112] Dans les modes de réalisation illustrés dans les Figures 20 à 23, le premier revêtement d'encre est illustré comme étant déposé dans les éléments d'imagerie en retrait, cependant dans d'autres modes de réalisation l'encre surimprimée peut en outre être présente le long des périmètres de la lentille et/ou être présente sur des surfaces de lentille non en retrait (c'est-à-dire sur des surfaces ne formant pas les éléments d'imagerie en retrait).

[0113] Les Figures 23 et 24 illustrent deux modes de réalisation différents de dispositifs micro-optiques à double face, dans lesquels des structures unitaires comportant des éléments de focalisation et des éléments d'imagerie sont présentes des deux côtés du substrat. Cependant, au lieu du revêtement d'encre illustré dans les Figures 23 à 25 qui est coloré, la propriété de l'encre fournissant un contraste visuel dans l'image agrandie est l'indice de réfraction de l'encre qui est différent de l'indice de réfraction de la structure unitaire sur laquelle l'encre est appliquée en revêtement.

[0114] Dans le dispositif micro-optique exemplaire 500 illustré dans la Figure 23, les structures unitaires 502 et 504 sont formées sur des côtés opposés d'un substrat 506. Chaque structure unitaire comporte des éléments d'imagerie qui sont en retrait par rapport à des éléments de focalisation adjacents. Un revêtement d'encre surimprimé ayant un indice de réfraction différent de celui de la structure unitaire respective est appliqué, à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement les éléments d'imagerie en retrait. Dans le dispositif micro-optique 500, des éléments de focalisation sur un côté du substrat focalisent ou échantillonnent des éléments d'imagerie sur le côté opposé du substrat.

[0115] Par comparaison, le dispositif micro-optique 520 illustré dans la Figure 24 comporte une couche réfléchissante 522 au milieu du substrat 524 pour que les éléments de focalisation sur un côté du substrat focalisent et échantillonnent des éléments d'imagerie de ce même côté par l'intermédiaire de la lumière réfléchie intérieurement dans le substrat à partir la couche réfléchissante 522.

[0116] Dans les Figures 8 à 24, les structures d'imagerie sont illustrées avec des parois latérales verticales, cependant des modes de réalisation de l'invention avec des parois latérales non verticales telles que des parois latérales effilées sont également envisagés.

[0117] Le contraste de l'image projetée produite par le dispositif micro-optique peut être encore augmenté en attribuant à une région sélectionnée de la surface de chaque élément de focalisation à former des éléments d'imagerie, et la superficie

restante de l'élément de focalisation devant être dépourvue d'éléments d'imagerie. En confinant les éléments d'imagerie à une région de surface sélectionnée des éléments de focalisation, la superficie de chaque élément de focalisation qui ne comporte aucun élément d'imagerie est maintenue, ou augmentée (en comparaison avec des modes de réalisation dans lesquels des éléments d'imagerie occupent une superficie substantielle des éléments de focalisation.), et par conséquent le contraste dans l'image agrandie est augmenté en raison de la superficie de focalisation augmentée de chaque élément de focalisation.

[0118] La Figure 25 montre un exemple d'un tel dispositif micro-optique 600 comportant un réseau hexagonal compact d'éléments de micro-focalisation 601, et une région centrale de chaque élément de focalisation est attribuée pour être pourvue d'éléments d'imagerie 602, tandis que la partie annulaire externe restante de chaque élément de focalisation est dépourvue de tout élément d'imagerie. Cet agencement permet à la partie annulaire externe d'exécuter son action de focalisation de lentille, c'est-à-dire de se focaliser sur des éléments d'imagerie prévus dans la région centrale circulaire de chaque élément de focalisation.

[0119] Les éléments d'imagerie 602 de la Figure 25 sont associés à une conception d'imagerie à agrandissement par effet de moiré, et le dispositif micro-optique 600 doit projeter une image agrandie du nombre 50 vers un observateur. Le contraste de l'image projetée est augmenté par rapport à un agencement où toute la superficie des éléments de focalisation est pourvue d'éléments d'imagerie. En confinant les éléments d'imagerie dans la région centrale des éléments de focalisation, la plage d'angles disponibles pour visualiser l'image projetée est réduite. Il est envisagé que l'image projetée puisse être visualisée dans une plage de visualisation plus petite proche de la normale à la surface du dispositif micro-optique.

[0120] Les Figures 26a et b illustrent des coupes transversales du dispositif micro-optique 600 de la Figure 25. Pour faciliter l'illustration, un seul élément de focalisation est illustré dans les figures. La Figure 26a illustre une structure unitaire 620 du dispositif micro-optique 600 sans surface réfléchissante, et sans revêtement d'encre rempli dans les micro-structures, ici l'image agrandie est relativement pâle et est produite par la lumière incidente réfléchiée totalement intérieurement à partir du côté arrière de lentille du substrat. La Figure 26b illustre le même dispositif micro-optique 600 mais comportant une surface réfléchissante 621 sur le côté arrière de lentille et comportant également une encre translucide surimprimée 622 déposée dans les zones à courbure élevée (principalement dans les structures d'imagerie). Les structures d'imagerie ont des parois latérales légèrement effilées pour permettre une libération facile à partir d'un outil de gaufrage, si la structure unitaire 620 est formée par gaufrage direct dans un matériau durcissable.

[0121] Les Figures 25 et 26a-b montrent une partie centrale circulaire de chaque élément optique 601 qui est attribuée pour former des éléments d'imagerie 602. Il doit être apprécié qu'une ou plusieurs partie(s) de chaque élément de focalisation peut/peuvent être attribuée(s) pour former des éléments d'imagerie. La géométrie des parties peut varier pour chaque élément optique dans la structure unitaire. La géométrie des parties comportant de tels éléments d'imagerie définit la plage d'angles de vision que le dispositif micro-optique peut projeter.

[0122] Un agencement complémentaire à celui montré dans les Figures 26a et b pourrait également être utilisé. Par exemple, les éléments d'imagerie peuvent être attribués aux parties annulaires externes des éléments de focalisation, et la partie circulaire interne peut être laissée dépourvue d'éléments d'imagerie. Cet agencement permettra à l'image projetée d'être visualisable à des angles de vision plus grands par rapport à la normale à la surface du dispositif. Cet agencement est avantageux car les éléments d'imagerie sont maintenant situés plus près de la partie inférieure de la structure unitaire, à proximité de zones à courbure élevée ou à plus grand changement local de pente de surface, donc la séparation de l'encre surimprimée (opaque ou translucide) dans les éléments d'imagerie en retrait sera plus efficace fournissant ainsi un meilleur contraste d'image.

[0123] Dans un autre mode de réalisation, les éléments d'imagerie sont formés dans une partie de surface des éléments optiques en forme de croix, telle que celle montrée dans la Figure 27. Cet agencement permet une plage complète d'angles de vision dans les directions verticale et horizontale, avec un contraste d'image accru. Pour les angles de vision essentiellement en dehors de la direction verticale ou horizontale, aucune image n'est projetée vers l'observateur.

[0124] Les parties qui comportent les éléments d'imagerie peuvent être réparties de manière régulière ou aléatoire sur la superficie des éléments de focalisation. Par exemple, des parties qui comportent des éléments d'imagerie pourraient représenter jusqu'à 50% de la superficie des éléments de focalisation, laissant les 50% restants exempts d'éléments d'imagerie et donc d'interruptions de surface. Dans les modes de réalisation des Figures 25 à 27, les éléments de focalisation dans le même dispositif micro-optique ont les mêmes parties de surface qui comportent leurs éléments d'imagerie correspondants.

[0125] Dans un autre mode de réalisation, les régions d'élément de focalisation attribuées pour former des éléments d'imagerie peuvent être rendues plates, plutôt que de conserver leur profil de surface d'origine, pour mieux aider à la séparation de l'encre dans les éléments d'imagerie en retrait. Les zones plates comportant les éléments d'imagerie, que ce soit des éléments d'imagerie en retrait ou en saillie, peuvent être rendues en retrait par rapport aux structures de lentille, pour mieux aider à la séparation de l'encre. L'épaisseur totale du dispositif et les paramètres de lentille sont ensuite sélectionnés de sorte que la longueur focale des éléments de focalisation soit rendue essentiellement supérieure ou égale à la somme des deux distances suivantes : (1) la distance entre le sommet de la lentille et la couche réfléchissante/le côté arrière de lentille ; et (2) la distance entre la couche réfléchissante/le côté arrière de lentille et les structures d'imagerie.

[0126] Par exemple, le dispositif micro-optique peut comprendre un réseau régulier de lentilles convexes ou concaves, dans lequel chaque lentille alternative est dépourvue d'éléments d'imagerie, et chaque autre lentille alternative est rendue plate et formée d'éléments d'imagerie. La Figure 28a illustre une coupe transversale 700 d'un tel agencement, mise en œuvre avec des lentilles convexes 701 (un agencement similaire peut également être envisagé en utilisant des lentilles de forme concave). Les éléments d'imagerie 702 sont maintenant entièrement situés dans des zones de courbure la plus élevée/de plus grand changement local de pente de surface, ce qui rend la séparation de l'encre dans ces zones plus efficace. Dans cet exemple, les éléments d'imagerie 702 ont des profondeurs variables, par conséquent l'image projetée aura de multiples niveaux de gris. L'image projetée est visible à de grands angles de vision par rapport à la normale à la surface du dispositif. À des angles de vision plus proches de la normale à la surface, aucune image projetée n'est visualisable. La Figure 28b illustre une vue en plan du dispositif micro-optique 700, avec des lignes en pointillés représentant les régions qui ont été aplaties, et les éléments d'imagerie sont situés dans des zones en pointillés et sont également présents dans les espaces entre des éléments de focalisation adjacents.

[0127] Dans un mode de réalisation, la zone plate est formée de sorte qu'elle soit en retrait par rapport à la partie inférieure de ses éléments de focalisation adjacents, pour améliorer encore l'efficacité de la séparation de l'encre.

[0128] La Figure 29 illustre un autre dispositif micro-optique exemplaire 800 dans lequel certains éléments de focalisation 801 ou des parties d'éléments de focalisation 801 ont été aplati(e)s. Dans cet exemple, des lentilles lenticulaires concaves sont utilisées, et la paire de lentilles concaves adjacente à leurs parties de liaison aplaties et formées d'éléments d'imagerie 802. Les lignes en pointillés indiquent des parties des lentilles lenticulaires concaves qui ont été aplaties. Cet agencement est avantageux car il produit des images agrandies sur toute la plage des angles de vision lenticulaires. De plus, du fait que les éléments d'imagerie dans ce cas sont au niveau de la partie inférieure de la structure unitaire, l'encre surimprimée, lorsqu'elle est appliquée à une pression et un volume suffisants par unité de surface, se sépare plus efficacement dans les évidements d'imagerie. Un agencement similaire peut également être mis en œuvre avec des lentilles lenticulaires convexes. La même approche peut également être utilisée avec des réseaux 2D de lentilles rondes, soit des lentilles convexes ou concaves.

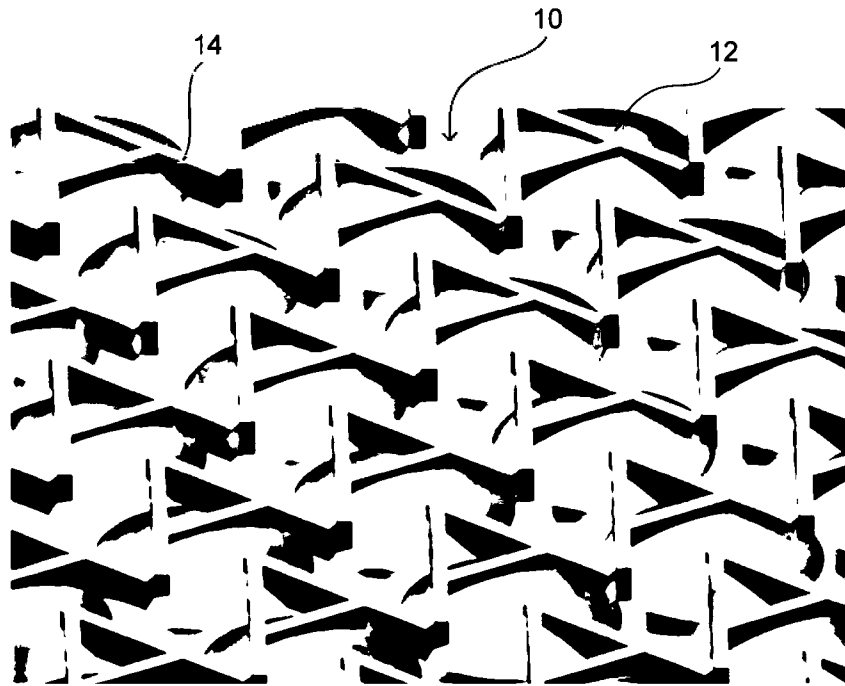
[0129] Lorsque l'un quelconque ou l'ensemble des termes „comprennent“, „comprend“, „compris“ ou „comprenant“ sont utilisés dans cette spécification (y compris les revendications), ils doivent être interprétés comme spécifiant la présence des articles, entiers, étapes ou composants indiqués, mais n'excluant pas la présence d'un(e) ou de plusieurs autre(s) article(s), entier(s), étape(s) ou composant(s).

[0130] On comprendra que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation spécifiques décrits ici, qui sont fournis uniquement à titre d'exemple. L'étendue de l'invention est telle que définie par les revendications annexées à celle-ci.

Revendications

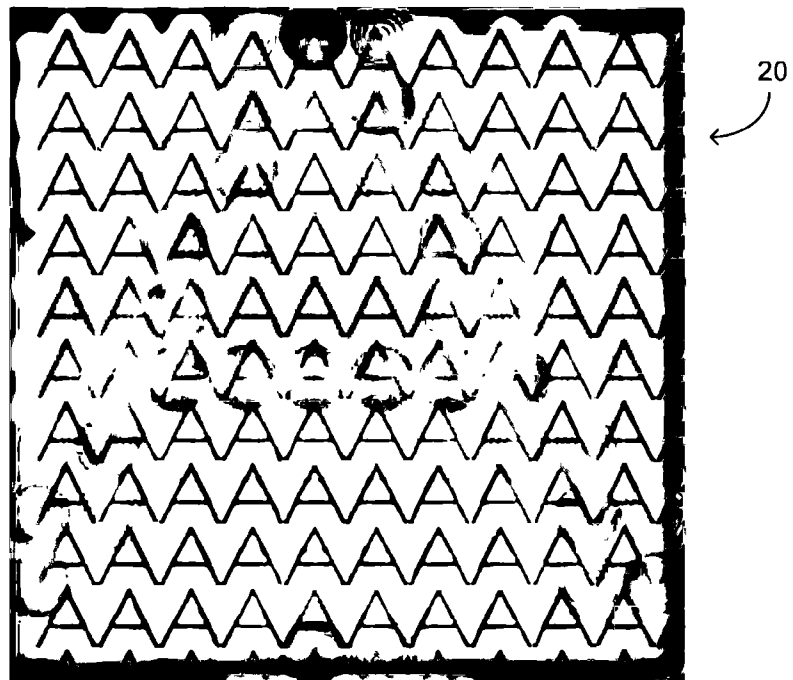
1. Dispositif micro-optique pour produire une image agrandie (130), comportant :
une structure unitaire (120) sur un côté d'un substrat (76), la structure unitaire (120) comportant un groupe d'éléments de focalisation (124) et un groupe d'éléments d'imagerie (122),
où l'un du groupe d'éléments de focalisation (124) et du groupe d'éléments d'imagerie (122) est en retrait par rapport à l'autre,
où le dispositif comporte en outre un premier revêtement d'encre surimprimé sur la structure unitaire (120), pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments en retrait, et
où une propriété de l'encre fournit un contraste visuel dans l'image agrandie (130).
2. Dispositif micro-optique selon la revendication 1, dans lequel le premier revêtement d'encre est surimprimé sur la structure unitaire dans des zones qui ne contiennent pas de structures formant les éléments d'imagerie, telles que sur les éléments de focalisation ou le long des limites entre des éléments de focalisation adjacents.
3. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la propriété de l'encre fournissant un contraste visuel est un indice de réfraction de l'encre, qui est différent de l'indice de réfraction de la structure unitaire, et/ou une couleur de l'encre.
4. Dispositif micro-optique selon la revendication 3, dans lequel l'encre est au moins partiellement transparente ou translucide, ou opaque, et/ou teintée de couleur.
5. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 4, et comportant en outre un deuxième revêtement d'encre surimprimé, les premier et deuxième revêtements d'encre surimprimés ayant des couleurs différentes qui fournissent des contrastes visuels différents dans l'image agrandie.
6. Dispositif micro-optique selon la revendication 5, dans lequel les premier et deuxième revêtements surimprimés se chevauchent au moins partiellement.
7. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les éléments d'imagerie sont en retrait dans une surface des éléments de focalisation, pour former des vides ou des rainures dans la surface des éléments de focalisation.

8. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier revêtement d'encre est appliqué de manière à couvrir complètement la structure unitaire et à avoir une surface externe plane.
9. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel les éléments d'imagerie sont formés dans une région de surface sélectionnée des éléments de focalisation, comportant : une région centrale des éléments de focalisation, une région annulaire des éléments de focalisation, une région en forme de croix des éléments de focalisation.
10. Dispositif micro-optique selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel un ou plusieurs des éléments de focalisation est/sont aplatis, de sorte qu'une surface essentiellement plate soit formée dans ces éléments de focalisation, et au moins certains des éléments d'imagerie sont formés dans les surfaces essentiellement plates du ou des plusieurs éléments de focalisation, et/ou dans lequel un ou plusieurs des éléments de focalisation est/sont partiellement aplatis, de sorte qu'une surface essentiellement plate soit formée dans chacun du ou des plusieurs éléments de focalisation, et au moins certains des éléments d'imagerie sont formés dans les surfaces essentiellement plates des éléments de focalisation.
11. Dispositif micro-optique selon la revendication 10, dans lequel le ou les plusieurs éléments de focalisation est/sont partiellement aplatis dans une partie de bord des éléments de focalisation, de sorte qu'une partie plate contiguë soit formée dans deux éléments de focalisation adjacents.
12. Procédé de fabrication d'un dispositif micro-optique pour produire une image agrandie (130) selon l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes consistant à :
former une structure unitaire (120) sur un côté du substrat (76), la structure unitaire (120) comportant un groupe d'éléments de focalisation (124) et un groupe d'éléments d'imagerie (122),
où l'un du groupe d'éléments de focalisation (124) et du groupe d'éléments d'imagerie (122) est en retrait par rapport à l'autre ; et à
surimprimer un premier revêtement d'encre sur la structure unitaire (120), à une charge et une pression suffisantes pour remplir au moins partiellement le groupe d'éléments en retrait,
où une propriété de l'encre fournit un contraste visuel dans l'image agrandie (130).
13. Procédé de fabrication d'un dispositif micro-optique selon la revendication 12, dans lequel la propriété de l'encre fournissant le contraste visuel est un indice de réfraction de l'encre, qui est différent de celui de la structure unitaire, et/ou une couleur de l'encre, dans lequel l'encre est au moins partiellement transparente ou translucide, ou opaque et/ou teintée de couleur.



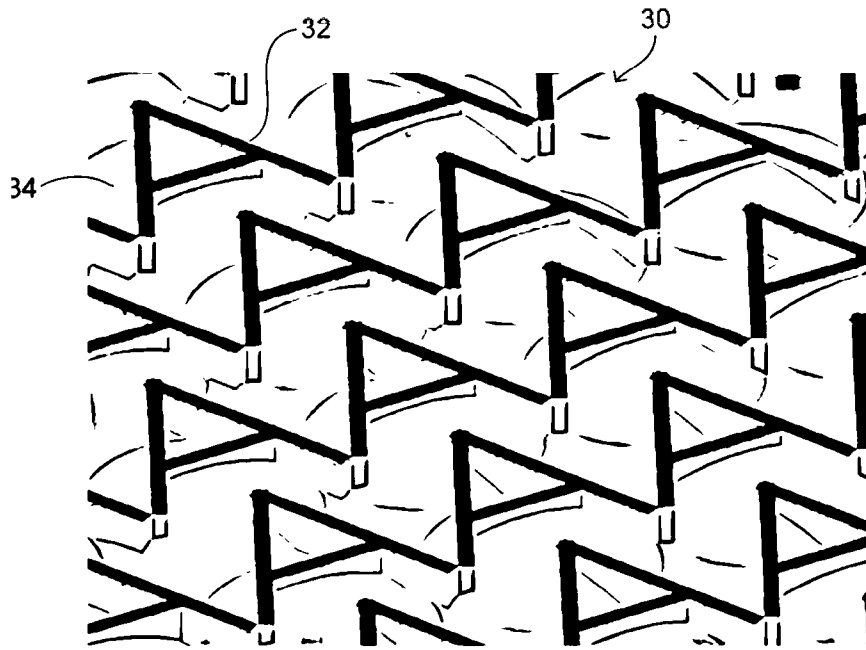
ART ANTERIEUR

Figure 1



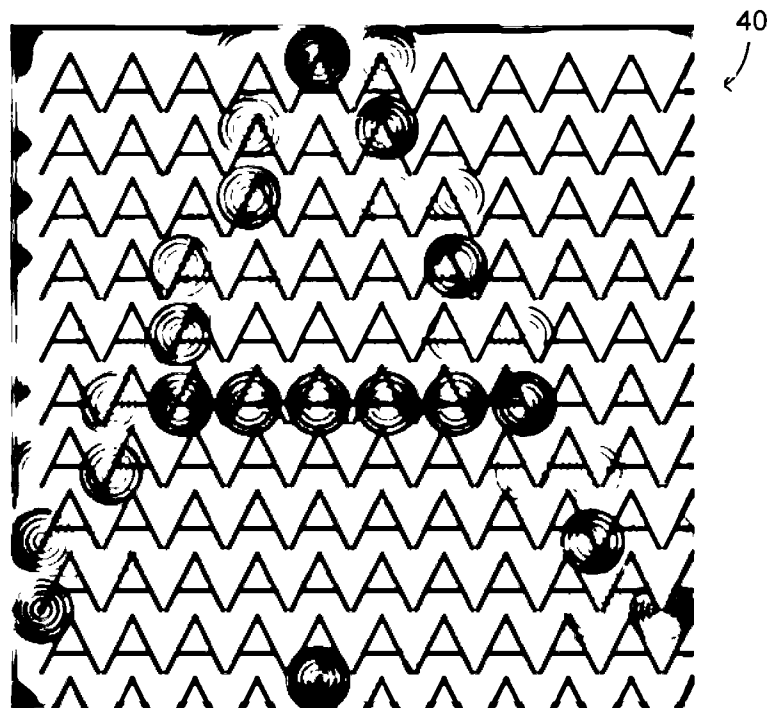
ART ANTERIEUR

Figure 2



ART ANTERIEUR

Figure 3



ART ANTERIEUR

Figure 4

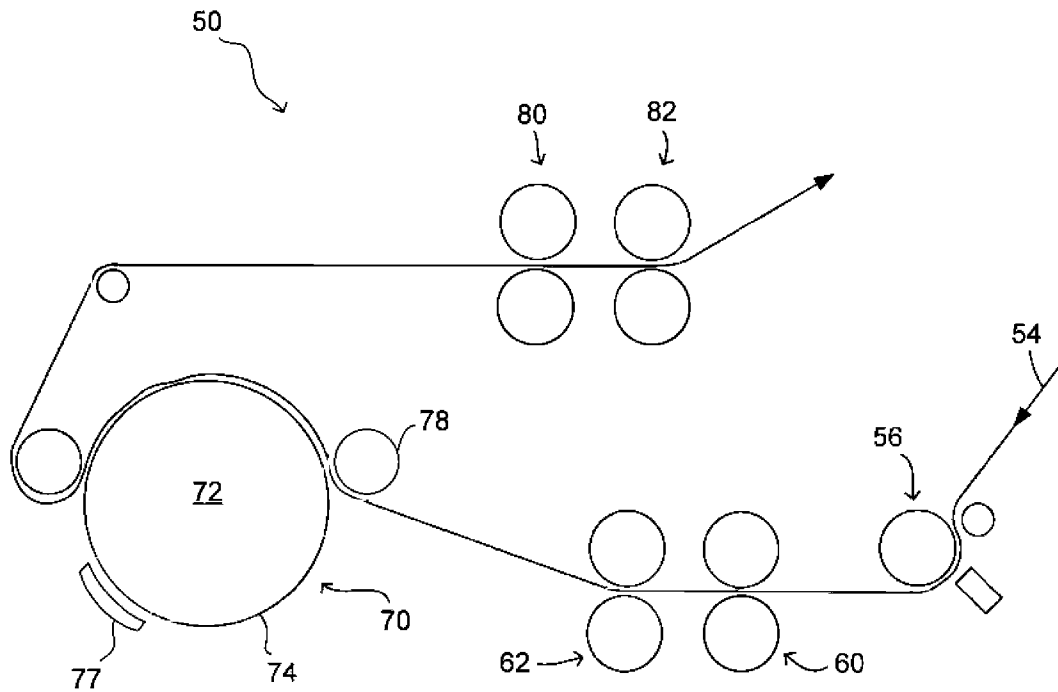


Figure 5

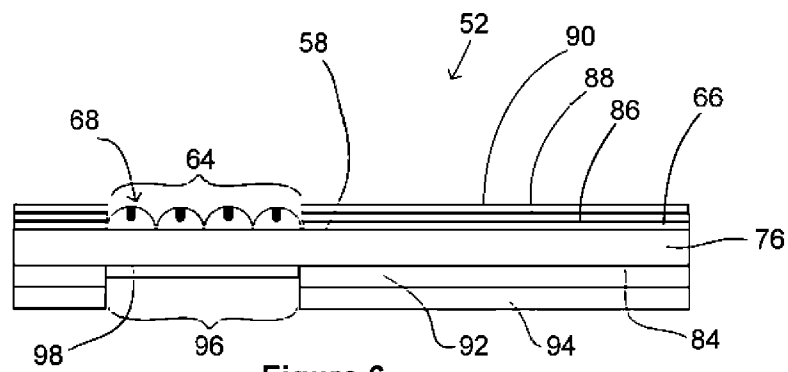


Figure 6

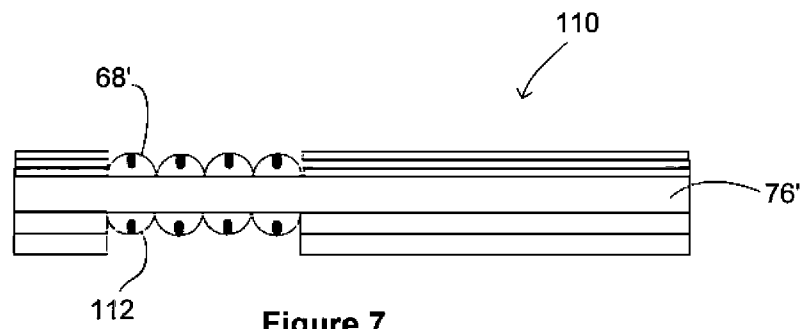


Figure 7

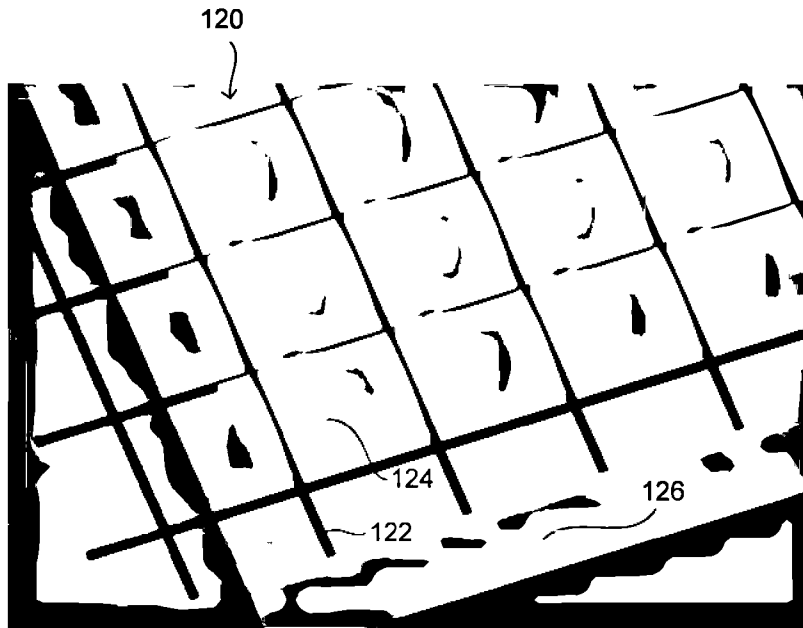


Figure 8

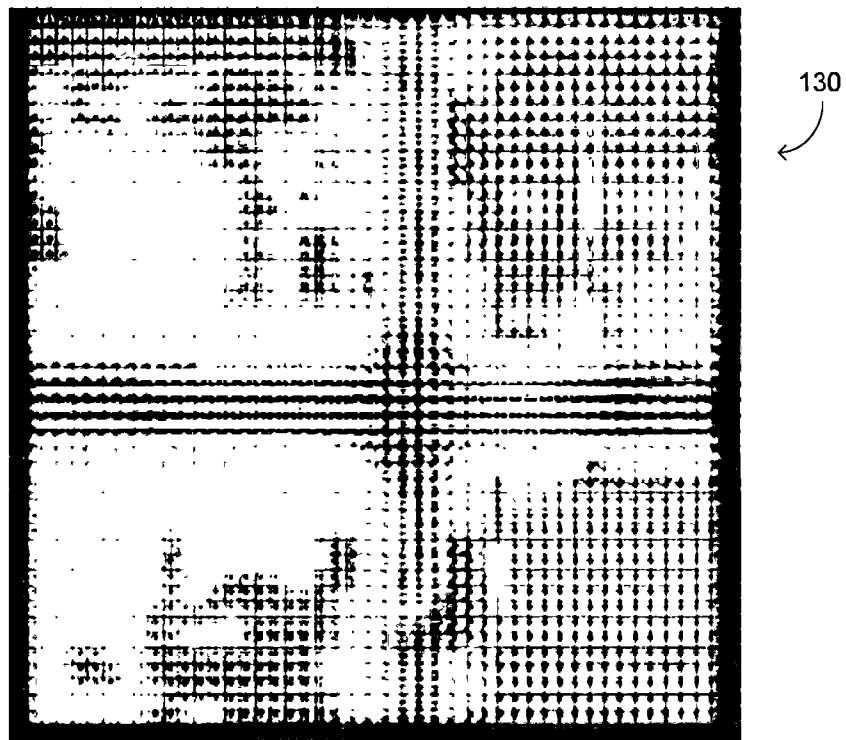


Figure 9

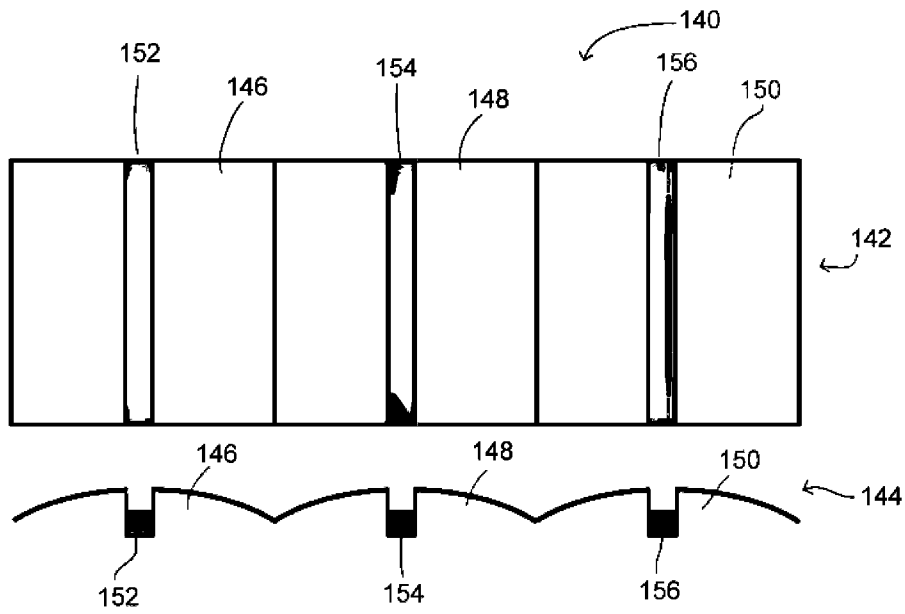


Figure 10

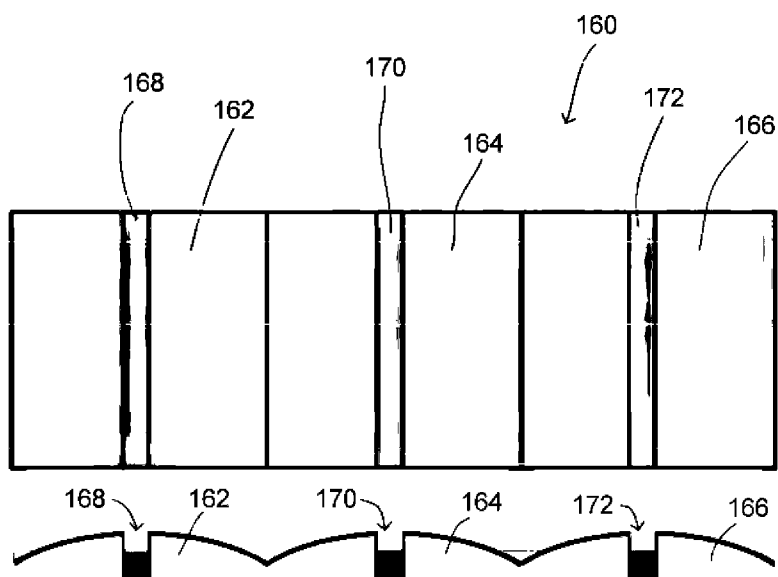


Figure 11

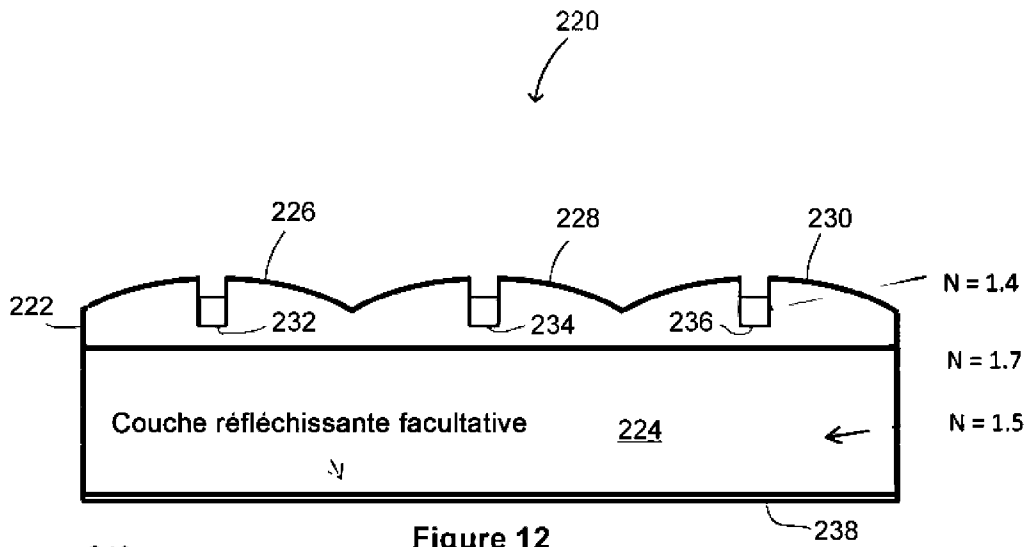


Figure 12

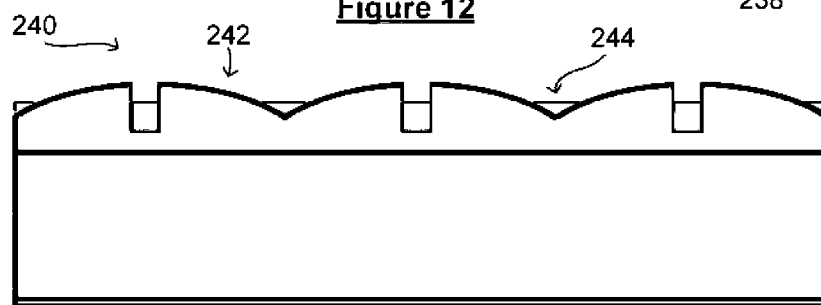


Figure 13

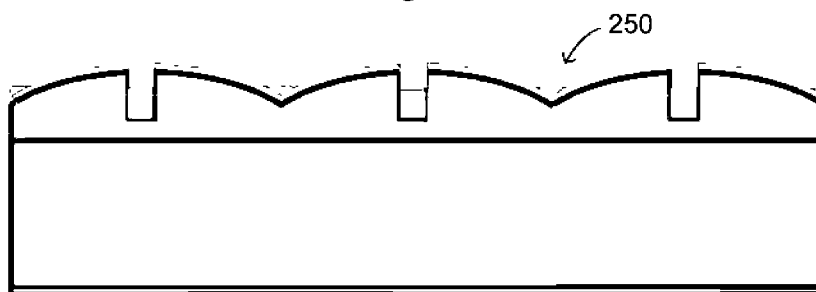


Figure 14

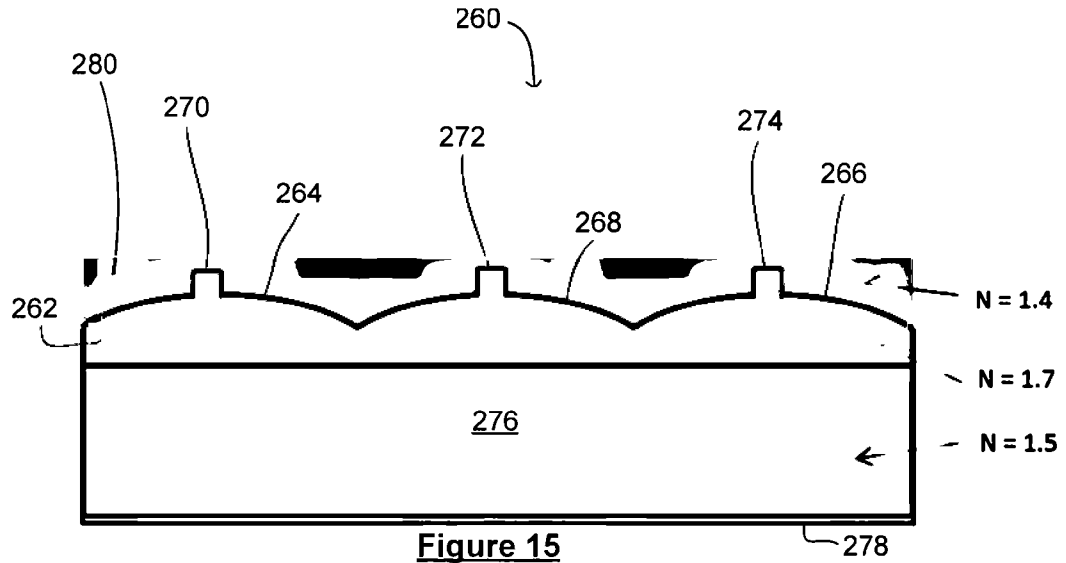


Figure 15

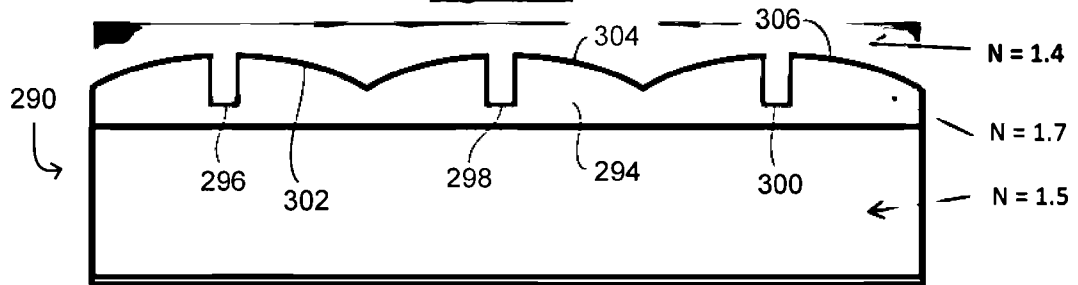


Figure 16

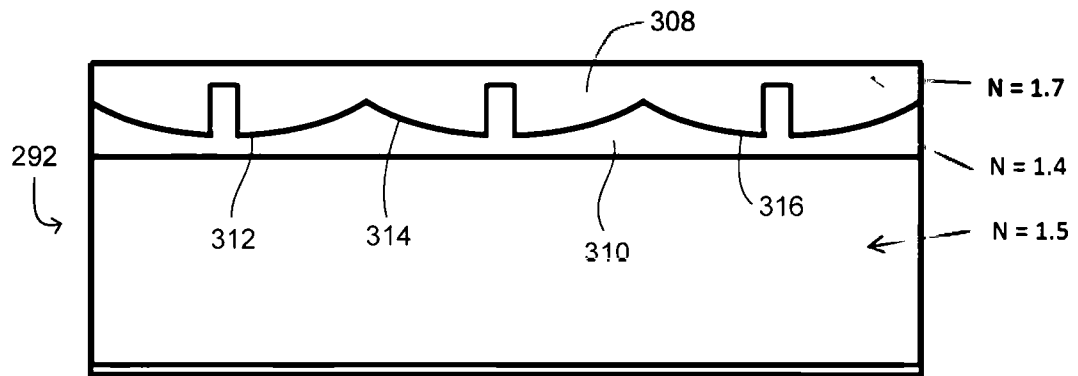


Figure 17

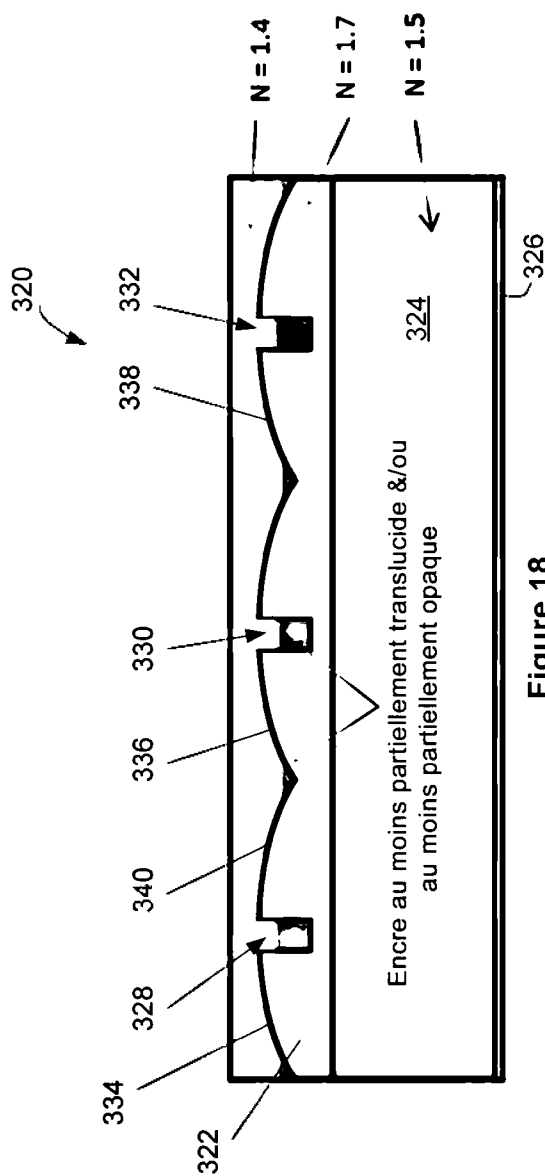


Figure 18

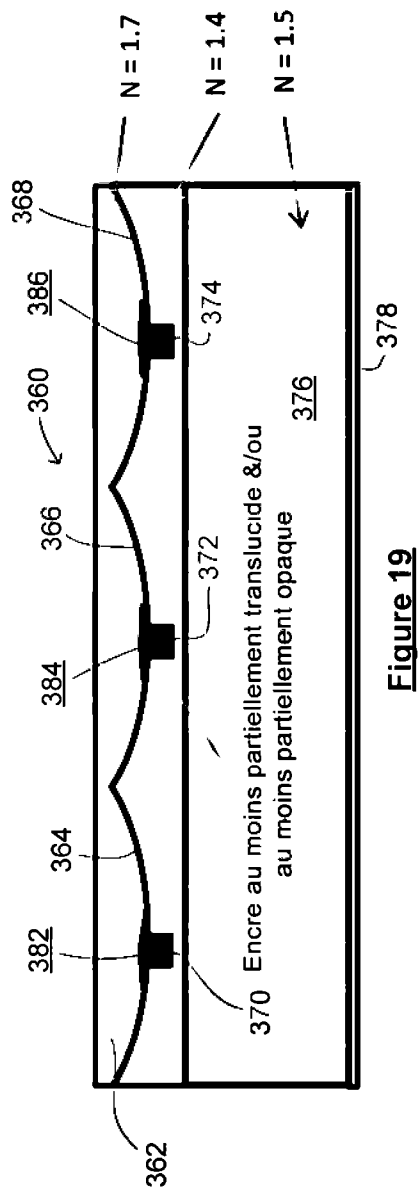


Figure 19

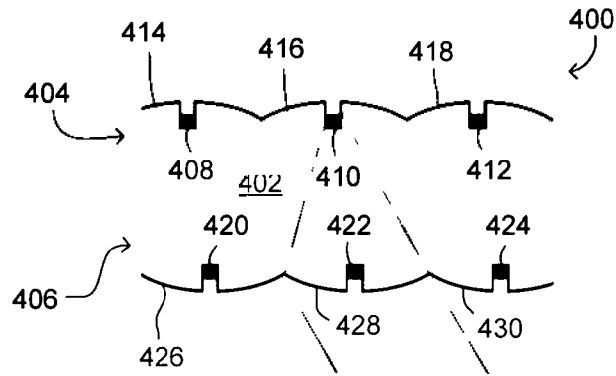


Figure 20

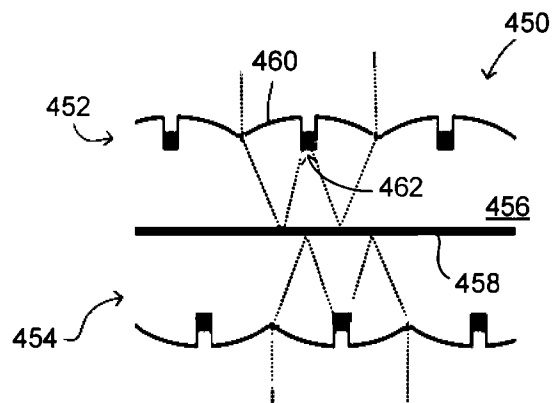


Figure 21

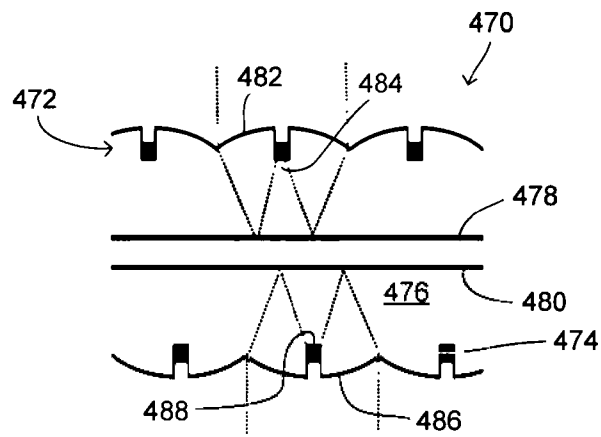


Figure 22

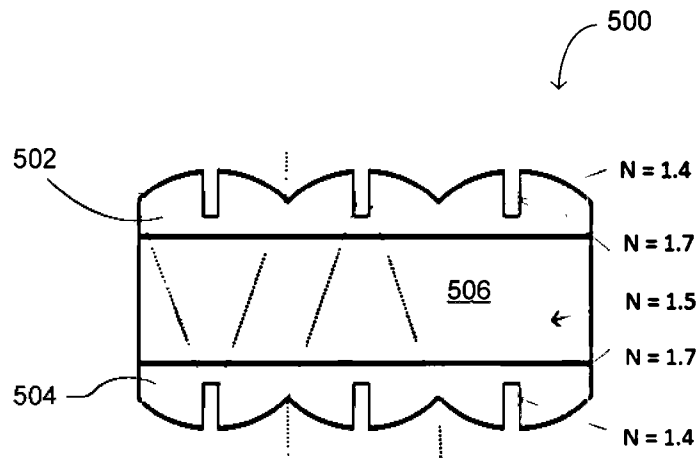


Figure 23

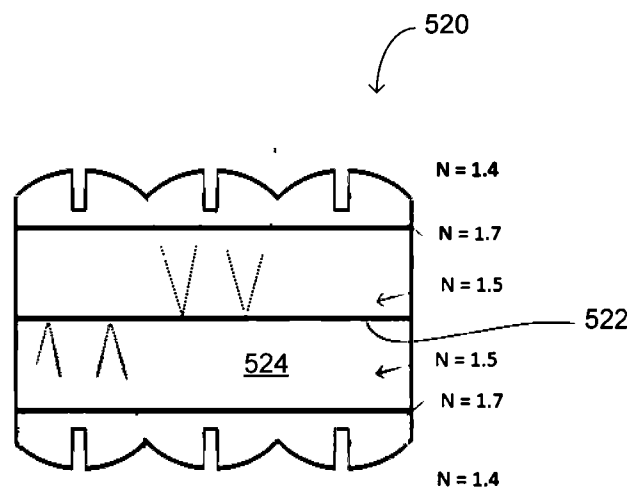


Figure 24

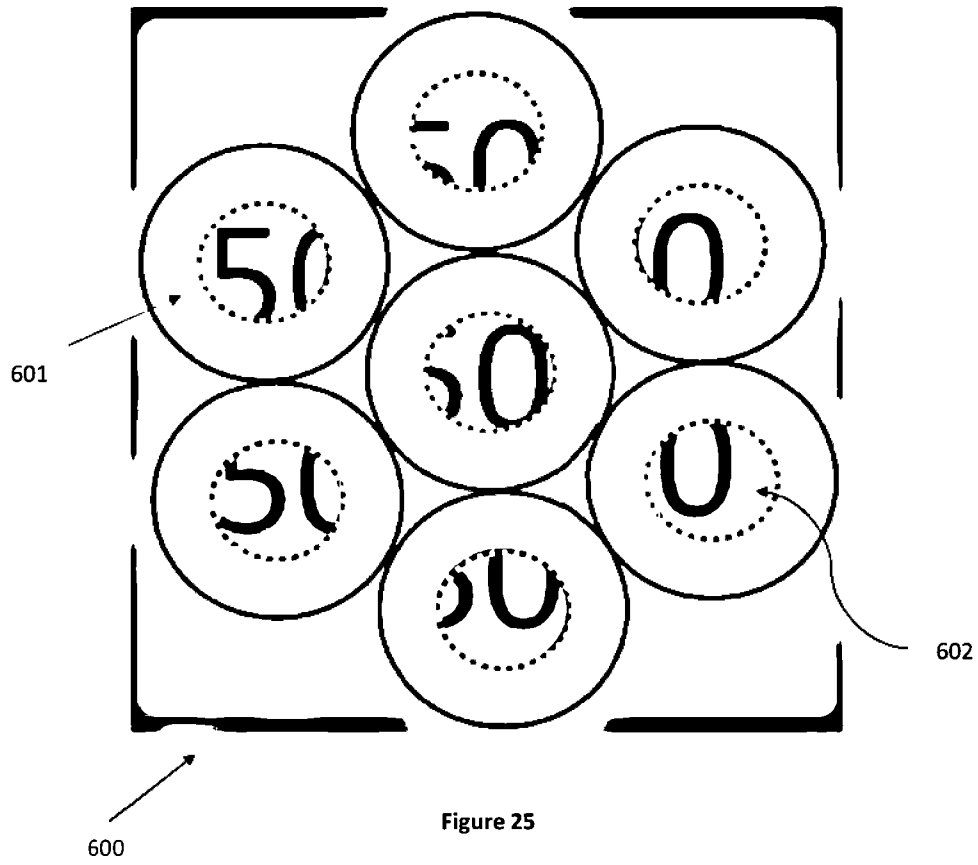
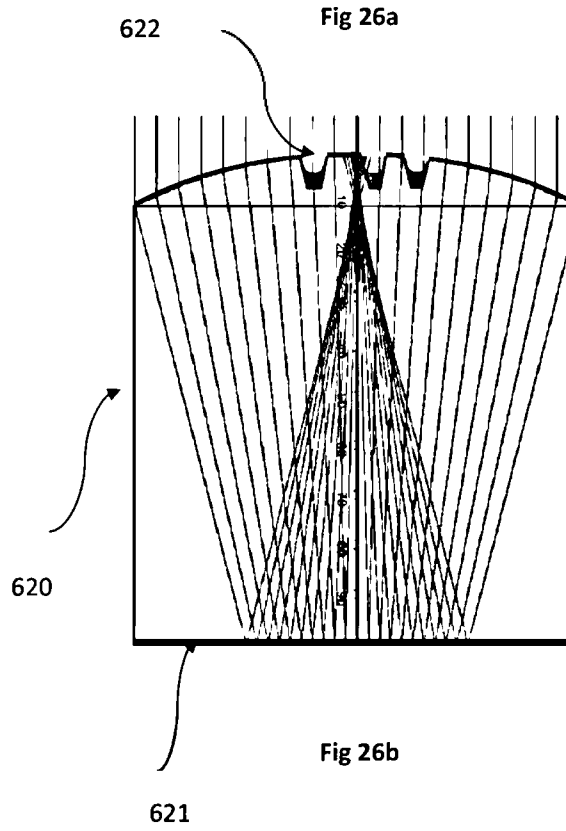
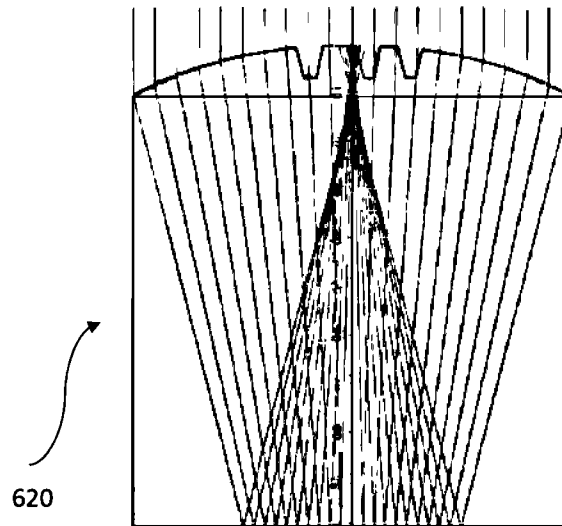


Figure 25



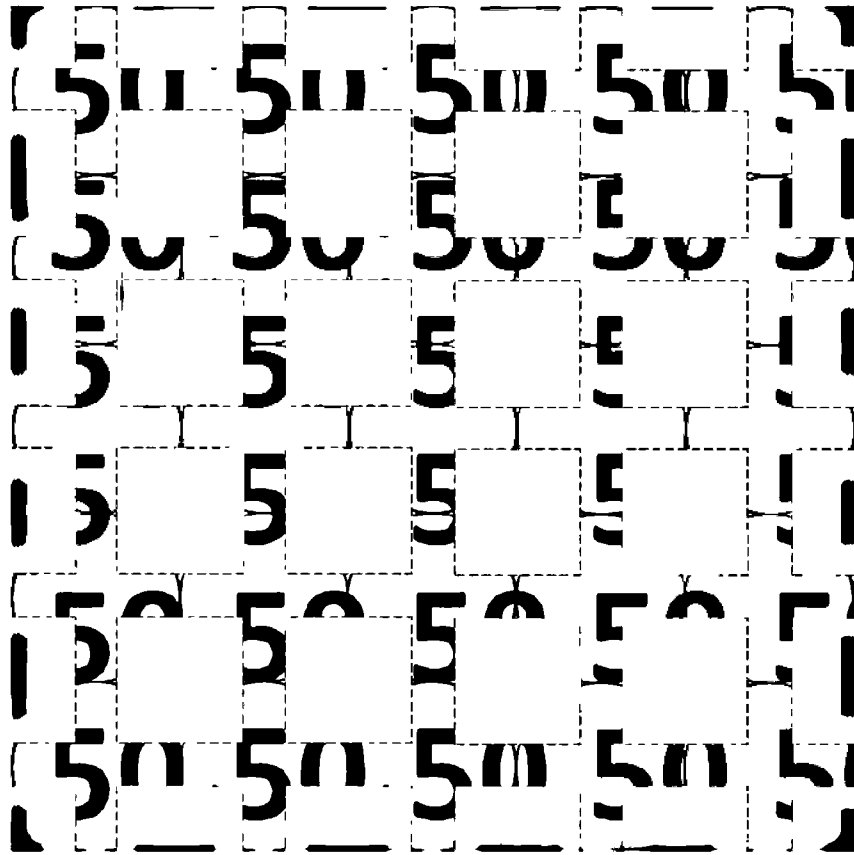


Fig 27

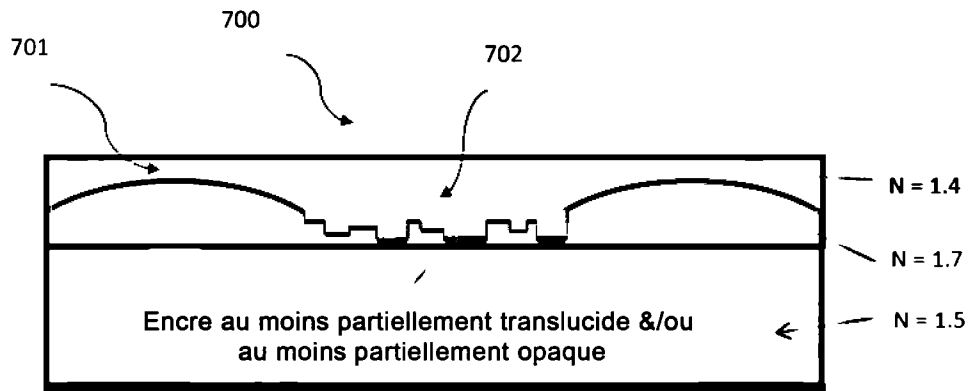


Fig 28a

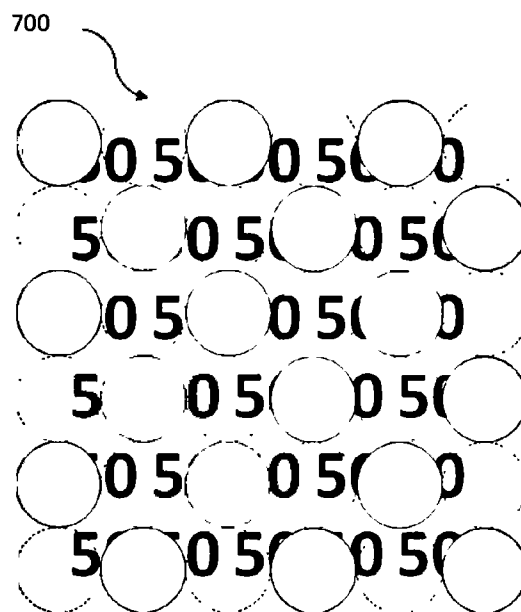


Fig 28b

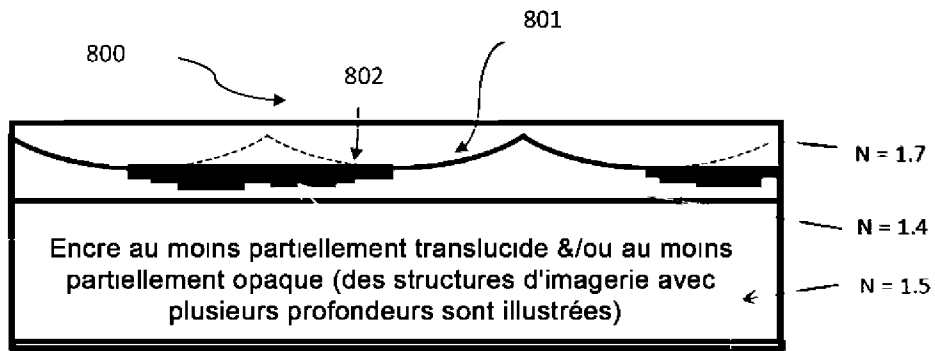


Fig 29