

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **715 142 B1**

(51) Int. Cl.: **B42D** **25/324** (2014.01)
B42D **25/351** (2014.01)
B42D **25/328** (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: 01432/19

(22) Date de dépôt: 11.05.2018

(43) Demande publiée: 15.11.2018

(30) Priorité: 12.05.2017 US 62/505,315
26.01.2018 US 62/622,399

(24) Brevet délivré: 30.12.2022

(45) Fascicule du brevet publié: 30.12.2022

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

(72) Inventeur(s):
Randall James, 95062 Santa Cruz / California (US)
Michael D Long, 95060 Santa Cruz / California (US)
Diana Newcomb, 95062 Santa Cruz / California (US)
Gary Fairless Power, Craigieburn Victoria 3064 (AU)

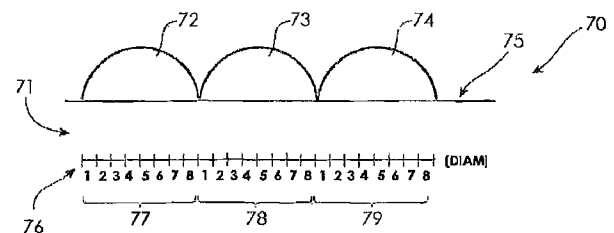
(74) Mandataire:
MICHELI & CIE SA, 122, Rue de Genève Case postale 61
1226 Thônex (CH)

(86) Demande internationale:
PCT/AU 2018/050438

(87) Publication internationale:
WO 2018/204982

(54) **Dispositif de sécurité optique et procédé de fabrication d'un tel dispositif.**

(57) L'invention concerne un dispositif de sécurité (70) incluant un substrat ou un ou plusieurs éléments de focalisation (72-74) ou structures de lentilles situés sur une face du substrat. Le dispositif de sécurité inclut une pluralité d'éléments d'image (77-79) associés à chaque élément de focalisation (72-74) lesdits éléments d'image (77-79) comprenant au moins un premier et un deuxième groupes d'éléments d'image. Chaque élément d'image peut être composé de pixels situés dans un plan d'objet de façon à être visibles à travers l'élément de focalisation associé. Chaque élément d'image comprend un réseau diffractif ou un réseau sub-longueur d'onde qui, lorsqu'il est éclairé par une source de lumière, génère une image de diffraction observable selon une plage d'angles de vue autour du dispositif. Les éléments d'image d'un premier groupe sont visibles selon une première plage d'angles de vue et les éléments d'image d'un deuxième groupe sont visibles selon une deuxième plage d'angles de vue. Le dispositif de sécurité est particulièrement approprié pour être utilisé sur des documents de sécurité, tels que des billets de banque. Un procédé de fabrication d'un dispositif de sécurité est également décrit.



Description**DOMAINE DE L'INVENTION**

[0001] La présente description concerne des dispositifs optiquement variables et leurs procédés de fabrication et/ou de vérification. En particulier, la présente description concerne des dispositifs optiques qui incluent des éléments diffractifs ou des structures diffractives dans leur construction. Plus particulièrement, la présente description concerne des dispositifs optiques qui génèrent un effet optiquement variable incluant une ou plusieurs images en couleur, et/ou images monochromatiques ou en niveaux de gris.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

[0002] Les dispositifs de sécurité optiques sont communément utilisés en lien avec des documents de valeur en tant que moyen d'éviter une duplication non autorisée ou une contrefaçon. Ces dispositifs de sécurité produisent typiquement des effets et/ou caractéristiques optiques qui peuvent être difficiles à reproduire pour un contrefacteur potentiel. Les effets et/ou caractéristiques optiques peuvent également être utilisés pour la vérification des documents de valeur.

[0003] La contrefaçon de billets de banques et autres documents de valeur est devenue un problème de plus en plus important ces derniers temps en raison de la facilité d'accès à des photocopieurs couleur et équipements de numérisation informatiques. Cette technologie offre aux contrefacteurs une voie toute tracée pour la copie de documents de valeur émis à l'aide de technologies d'impression de sécurité traditionnelles. En réponse, les banques centrales et imprimeurs de billets de banque se sont tournés vers des technologies et des dispositifs produisant des images qui varient selon l'angle de vue, et qui ne peuvent donc pas être photographiés facilement.

[0004] Ces dispositifs, collectivement connus sous le nom de dispositifs optiquement variable (OVD, de l'anglais „Optically Variable Devices“), ont réduit avec succès l'incidence de la contrefaçon au moyen d'équipements de numérisation informatiques. Les technologies OVD sont capables de générer toute une gamme d'effets optiques, incluant un giloché mobile et des effets graphiques. Les technologies OVD incluent la technologie des hologrammes à matrice de points (EP 0 467 601 A2), la technologie KINEGRAM™ (EP 105 099, EP 330 738, EP 375 833) utilisée pour la première fois sur les passeports d'Arabie Saoudite en 1987 et plus tard sur les billets de 5 000 Shilling autrichiens en 1990, la technologie de réseau CATPIX™ (PCT/AU89/00542) utilisée sur les billets de dix dollars en plastique australiens émis en 1988 et les billets de 50 dollars en plastique de Singapour en 1990, la technologie PIXELGRAM™ (brevet U.S. 5,428,479) et la technologie EXELGRAM™ (PCT AU/94/00441) utilisée pour la première fois sur les timbres „Opal Stamps“ australiens et les chèques de banque du Vietnam émis en 1995.

[0005] Les technologies PIXELGRAM™ et EXELGRAM™ affichent des effets de portraits à relativement haute résolution qui passent d'une image à tonalité positive à une image à tonalité négative selon l'angle de vue. Un portrait imprimé à haute résolution a longtemps été utilisé sur les billets de banque en tant que caractéristique de sécurité en raison de la capacité de l'oeil humain à percevoir des erreurs ou des défauts dans une image d'un visage humain. Par conséquent, les technologies PIXELGRAM™ et EXELGRAM™ ont été développées de façon à inclure des effets de portraits OVD. Cependant, ces effets de portraits ont été limités à des images quasiment monochromatiques constituées d'un nombre fixe de niveaux de brillance ou valeurs „de gris“. La demande PCT/AU97/00800, publiée sous le numéro WO98/23979, intitulée „Color Image Diffractive Device“, dont la description est incorporée ici à titre de référence, étendait l'imagerie OVD diffractive à la génération d'images en couleur.

[0006] Cependant, il existe des limitations et des difficultés pour l'affichage d'images OVD diffractives sur des substrats physiques. En particulier, des hologrammes à relief de surface et des stéréogrammes holographiques visibles sous une lumière blanche souffrent de flou et de manque de clarté lorsqu'ils sont observés avec des sources de lumière étendues (non ponctuelles). Ce sont les régions de l'image qui sont les plus éloignées du plan de l'hologramme qui souffrent le plus. Cela se produit du fait que, bien que la parallaxe verticale ait été éliminée pour empêcher la distorsion spectrale, des perspectives horizontales qui déterminent la dimensionnalité sont envoyées dans de mauvaises directions par une source de lumière, qui est même partiellement diffuse dans la direction horizontale. Ce problème augmente sous des sources de lumière étendues ou diffuses et avec la distance au-dessus ou en dessous du plan de l'image.

[0007] Différentes technologies ont été utilisées pour créer des images en trois dimensions, dont certaines sont basées sur une impression combinée à des systèmes optiques lenticulaires. A ce jour, les versions imprimées sont limitées à une résolution relativement basse. Des stéréogrammes holographiques basés sur une imagerie OVD diffractive permettent une résolution beaucoup plus élevée, bien que, sans l'utilisation d'un éclairage spécial, ils présentent généralement les limitations décrites ci-dessus.

[0008] Des stéréogrammes holographiques ont été produits par Pacific Holographies Inc. et d'autres entreprises par le passé, et un remède a été de faire un compromis en réduisant la taille et la profondeur de l'image. Malgré ces contraintes, les résultats ont été difficiles à observer dans des environnements d'éclairage typiques.

[0009] Il existe donc un besoin concernant l'augmentation de la sécurité de documents de valeur tels que des billets de banque polymères au moyen d'une technologie OVD incorporant une imagerie 3D. Ces OVD peuvent utiliser des éléments de focalisation tels que des réseaux de microlentilles, et peuvent incorporer des dispositifs diffractifs. Il existe également un

besoin de remédier aux limitations d'affichage sur des substrats physiques d'une imagerie 3D basée sur de tels dispositifs diffractifs.

RESUME DE L'INVENTION

[0010] En termes généraux, selon un premier aspect, il est mis à disposition un dispositif de sécurité selon la revendication 1.

[0011] Selon une forme de réalisation, pour chaque pluralité d'éléments d'image, les éléments d'image incluent trois groupes d'éléments d'image ou plus pour représenter une image observable selon différents angles de vue.

[0012] Selon une forme de réalisation, l'image de diffraction est une image en niveaux de gris ou monochromatique qui inclut une pluralité de niveaux de brillance à travers l'image, ou une image en couleur qui inclut une pluralité de couleurs.

[0013] Selon une forme de réalisation, chaque élément d'image comprend trois sous-éléments, appelés sous-éléments rouge, vert et bleu.

[0014] Selon une forme de réalisation, les sous-éléments rouge, vert et bleu incluent chacun leur propre réseau diffractif ou réseau sub-longueur d'onde, la fréquence et/ou le pas du réseau diffractif ou du réseau sub-longueur d'onde étant différents dans les sous-éléments rouge, vert et bleu de telle sorte que chaque sous-élément produise une couleur primaire prédéterminée lorsqu'il est éclairé.

[0015] Selon une forme de réalisation, les sous-éléments rouge, vert et bleu sont disposés sous la forme d'une bande.

[0016] Selon une forme de réalisation, le sous-élément rouge est situé en haut d'une bande de réseaux, le sous-élément vert est situé au milieu de la bande, et le sous-élément bleu est situé en bas de la bande.

[0017] Selon une forme de réalisation, les sous-éléments rouge, vert et bleu ont une même taille physique.

[0018] Selon une forme de réalisation, les réseaux des sous-éléments rouge, vert et bleu ont une distribution de taille et/ou une distribution spatiale correspondant à des niveaux de gris ou des niveaux de brillance associés au sous-élément.

[0019] Selon une forme de réalisation, chacun des sous-éléments inclut une zone de réseau efficace qui inclut le réseau de diffraction ou le réseau sub-longueur d'onde, et une zone non-diffractive qui n'inclut aucun réseau, et une valeur de brillance de chaque sous-élément est modifiée par changement de la zone de réseau efficace dans chaque sous-élément et/ou la zone non-diffractive du sous-élément.

[0020] Selon une forme de réalisation, les zones non-diffractives de chacun des sous-éléments rouge, vert et bleu ont une même taille pour un élément d'image donné, pour ainsi générer une image en niveaux de gris, ou bien les zones non-diffractives dans chacun des sous-éléments rouge, vert et bleu ont une taille différente pour un élément d'image donné, pour ainsi générer une image en couleur.

[0021] Selon une forme de réalisation, chaque élément d'image inclut un réseau de diffraction aléatoire ayant un pas et/ou une largeur de réseau aléatoires de façon à diffracter la lumière incidente selon des angles différents, de telle sorte que la lumière incidente diffractée par le réseau de diffraction soit diffuse et que l'image de diffraction observable soit une image en niveaux de gris.

[0022] Selon une forme de réalisation, chaque élément d'image inclut une zone de réseau efficace qui inclut le réseau de diffraction ou le réseau sub-longueur d'onde, et une zone non-diffractive qui n'inclut aucun réseau, et une valeur de brillance de chaque élément d'image est modifiée par changement de la zone de réseau efficace et/ou de la zone non-diffractive de l'élément d'image.

[0023] Selon une forme de réalisation, la zone non-diffractive inclut une surface micro-structurée ayant des pièges à lumière pour la création de réflexions internes de la plus grande partie de la lumière incidente, qui ne peut donc pas être réfléchi en dehors et à distance des pièges à lumière.

[0024] Selon une forme de réalisation, la zone non-diffractive a un revêtement réfléchissant pour la réflexion spéculaire de la lumière incidente.

[0025] Selon une forme de réalisation, la zone non-diffractive a un revêtement absorbant la lumière.

[0026] Selon une forme de réalisation, les éléments d'image sont anamorphiques et, plus préférablement, les éléments d'image sont configurés pour avoir une forme rectangulaire, ce qui signifie que les longueurs des éléments d'image sont supérieures aux largeurs.

[0027] Selon une forme de réalisation, la résolution des éléments d'image est 12 fois, ou 10 fois, ou 8 fois, ou 4 fois plus grande verticalement qu'horizontalement.

[0028] Selon une forme de réalisation, le réseau diffractif ou le réseau sub-longueur d'onde est formé à partir d'une structure à relief de surface.

[0029] Selon une forme de réalisation, les éléments d'image sont formés à partir d'une encre durcissable par rayonnement.

[0030] Selon une forme de réalisation, les éléments de focalisation sont formés à partir d'une encre durcissable par rayonnement par impression et/ou par gaufrage.

[0031] Selon une forme de réalisation, les éléments de focalisation comprennent des lentilles partiellement cylindriques ou des plaques zonales réfractives ou diffractives.

[0032] Selon une forme de réalisation, l'image de diffraction observable est une image en trois dimensions d'une scène, d'un objet et/ou d'une personne.

[0033] En termes généraux, selon un deuxième aspect, il est mis à disposition un dispositif de sécurité selon la revendication 13.

[0034] Selon une forme de réalisation, la surface structurée pour provoquer une réflexion diffuse (diffuse scattering) de la lumière incidente inclut un réseau de diffusion aléatoire ayant un pas de réseau aléatoire de façon à diffracter la lumière d'une longueur d'onde donnée selon des angles différents, de telle sorte qu'une lumière incidente blanche diffractée par le réseau de diffraction aléatoire soit diffuse et que l'image observable soit une image en niveaux de gris.

[0035] Selon une forme de réalisation, la surface structurée pour provoquer une réflexion diffuse (diffuse scattering) de la lumière incidente inclut un ensemble de micromiroirs disposés de manière aléatoire qui provoque la réflexion diffuse (diffuse scattering) de la lumière incidente dans des directions différentes.

[0036] Selon une forme de réalisation, chaque élément d'image inclut une zone de réseau efficace qui inclut le réseau de diffraction aléatoire, et une zone non-diffractive qui n'inclut aucun réseau, et une valeur de brillance de chaque élément d'image est modifiée par changement de la zone de réseau efficace et/ou la zone non-diffractive de l'élément d'image.

[0037] Selon une forme de réalisation, la zone non-diffractive inclut un ou plusieurs quelconque des éléments suivants :

une surface micro-structurée ayant des pièges à lumière pour la création de réflexion internes de la plus grande partie de la lumière incidente, qui ne peut donc pas être réfléchi en dehors et à distance des pièges à lumière,

un revêtement réfléchissant pour la réflexion spéculaire de la lumière incidente, et

un revêtement absorbant la lumière.

[0038] Selon une forme de réalisation, les éléments d'image sont anamorphiques, et, plus préférablement, les éléments d'image sont configurés pour avoir une forme rectangulaire, ce qui signifie que les longueurs des éléments d'image sont supérieures aux largeurs.

[0039] Selon une forme de réalisation, la résolution des éléments d'image est 12 fois, ou 10 fois, ou 8 fois, ou 4 fois plus grande verticalement qu'horizontalement.

[0040] Selon une forme de réalisation, l'image observable est une image en trois dimensions d'une scène, d'un objet et/ou d'une personne.

[0041] Selon un troisième aspect, il est mis à disposition un procédé de formation d'un dispositif de sécurité selon la revendication 20.

[0042] Selon un quatrième aspect, il est mis à disposition un document de sécurité, selon la revendication 21.

[0043] Selon une forme de réalisation, l'élément de sécurité ou le dispositif de sécurité est prévu dans une région de fenêtre ou de demi-fenêtre du document de sécurité.

[0044] Selon une forme de réalisation, le document de sécurité inclut un billet de banque, un passeport, une carte de crédit ou un chèque.

[0045] Selon un exemple, l'image peut inclure un portrait d'un objet tel qu'un visage humain et des groupes d'éléments ou de canaux d'image peuvent représenter l'objet depuis de nombreux points de vue différents. Des vues projetées de l'objet peuvent être capturées de telle sorte que le stéréogramme final produise une image en trois dimensions précise de cet objet. Une technique de capture de stéréogrammes est décrite dans un article du MIT intitulé „The Generalized Holographie Stereogram“, par Michael W. Halle : <http://www.media.mit.edu/spi/SPIPapers/halazar/halle91.pdf>, dont le contenu est incorporé ici à titre de référence.

[0046] Selon la présente description, des dispositifs diffractifs (écriture classique ou directe) et plusieurs canaux sont utilisés à la place de l'encre pour créer des images ayant une résolution beaucoup plus élevée. Cela permet l'utilisation de structures lenticulaires microscopiques nécessaires pour la monnaie, pour une imagerie à haute résolution, et pour des images en couleurs „réelles“. De plus, des graphiques informatiques 2D/3D hybrides peuvent être intégrés à des stéréogrammes photographiques.

[0047] Le ou les aspects de la présente description n'étaient pas disponibles jusqu'à présent du fait que la fabrication d'un substrat clair peu onéreux avec des microlentilles était relativement inconnue. Dans tous les cas, une utilisation antérieure d'images multiplexées avec des lentilles lenticulaires pour former des images en trois dimensions ainsi que des images „pivotantes“ animées a historiquement été limitée à des éléments d'image imprimés, qui incluent généralement uniquement des lignes ou des points imprimés.

[0048] Cependant, des formes de réalisation imprimées de cette technologie souffrent de limitations de résolution dues à la nature de l'encre et aux canaux étroits requis multiplexant les images sur des lentilles lenticulaires. Cela nécessite soit des lentilles lenticulaires plus épaisses et de résolution plus faible, soit une imagerie en noir et blanc très grossière. Des images lenticulaires 3D créées dans de l'encre sont grossières en raison des limites de résolution de l'impression du commerce car celle-ci est susceptible de limiter le nombre de canaux, ou de vues angulaires.

[0049] La demanderesse n'est au courant d'aucune tentative antérieure de combiner des éléments de focalisation, par exemple des microlentilles cylindriques, avec des stéréogrammes diffractifs. Des stéréogrammes diffractifs sans l'avantage d'éléments optiques additionnels souffrent de limitations telles que décrites ci-dessus.

[0050] Toute référence dans la présente description à un document de brevet ou à un autre matériau qui est donné comme étant de la technique antérieure ne doit pas être comprise comme une admission du fait que ce document ou matériau contient des informations qui appartenaient à la culture générale commune à la date de priorité de l'une quelconque des revendications.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0051] Nous allons maintenant décrire des formes de réalisation spécifiques de la présente invention à titre d'exemple et en référence aux dessins joints, dans lesquels :

la Figure 1 est une représentation schématique d'un pixel d'un dispositif diffractif optiquement variable incluant trois sous-pixels de couleurs primaires ;

la Figure 2 est une représentation schématique de la manière dont une structure à relief de surface diffractive diffracte la lumière incidente ;

la Figure 3 est une représentation schématique d'un mécanisme d'un dispositif diffractif multicolore ;

la Figure 4 présente un procédé de commande de la brillance de sous-pixels de couleurs primaires ;

les Figures 5A et 5B présentent un autre procédé de commande de la brillance de sous-pixels de couleurs primaires ;

la Figure 6 présente un exemple d'une structure de pixel OVD à huit canaux ;

les Figures 7A et 7B sont des représentations schématiques de deux formes différentes de pixels pour la génération d'une image en niveaux de gris ;

les Figures 8A et 8B sont des représentations schématiques du fonctionnement du pixel en niveaux de gris représenté sur la Figure 7B ;

la Figure 9 présente une vue en coupe transversale d'un dispositif de sécurité optique incorporant une structure OVD à huit canaux selon une forme de réalisation de la présente demande ;

la Figure 10 présente une vue en coupe transversale d'un dispositif de sécurité optique selon une autre forme de réalisation de la présente description ;

la Figure 11 présente un organigramme d'un procédé de production pour un dispositif de sécurité optique selon une forme de réalisation de la présente invention ;

la Figure 12 présente un organigramme d'un procédé de fabrication d'une structure diffractive associée à un dispositif de sécurité optique selon une forme de réalisation de la présente invention ;

la Figure 13 présente trois procédés différents appropriés pour générer des images selon la présente invention ;

la Figure 14 montre comment un dispositif selon la présente demande est vu par l'oeil gauche et l'oeil droit d'un observateur.

DESCRIPTION DE DEFINITIONS DE FORMES DE REALISATION PREFEREES

Document de sécurité

[0052] Tel qu'utilisé ici, le terme „document de sécurité“ inclut tous les types de documents et jetons de documents de valeur et d'identification comprenant, mais sans y être limités, les documents suivants : des éléments de monnaie tels que des billets de banque et des pièces, des cartes de crédit, des chèques, des passeports, des cartes d'identité, des titres et certificats d'actions, des permis de conduire, des actes de propriété, des documents de transport tels que des billets d'avion ou de train, des cartes et tickets d'entrée, des certificats de naissance, de décès et de mariage, et des relevés de notes.

[0053] L'invention s'applique en particulier, mais pas exclusivement, à des documents de sécurité ou jetons, 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 sont appliquées une ou plusieurs couches d'impression.

[0054] Les réseaux de diffraction et dispositifs optiquement variables décrits dans le présent document peuvent également avoir une application dans d'autres produits, tels que les emballages.

Dispositif ou caractéristique de sécurité

[0055] Tel qu'utilisé ici, le terme „dispositif ou caractéristique de sécurité“ inclut l'un quelconque d'un grand nombre de dispositifs, éléments ou caractéristiques de sécurité destinés à protéger le document de sécurité ou le jeton contre une contrefaçon, une copie, une altération ou une falsification. Des dispositifs ou caractéristiques de sécurité peuvent être réalisés dans ou sur le substrat du document de sécurité ou dans ou sur une ou plusieurs couches appliquées sur le 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 et phosphorescentes, des encres métalliques, des encres iridescentes, des encres photochromiques, thermochromiques, hydrochromiques ou piezochromiques ; des caractéristiques imprimées et gaufrées, incluant des structures en relief ; des couches d'interférence ; des dispositifs à cristaux liquides ; des lentilles et structures lenticulaires ; des dispositifs optiquement variables (OVD) comprenant des structures optiques réfléchissantes incluant des structures à relief de surface réfléchissantes et des dispositifs diffractifs incluant des réseaux de diffraction, des hologrammes et des éléments optiques diffractifs (DOE).

Fenêtres et demi-fenêtres transparentes

[0056] Tel qu'utilisé ici, le terme „fenêtre“ fait référence à une zone transparente ou translucide dans le document de sécurité par comparaison à la région essentiellement opaque sur laquelle l'impression est appliquée. La fenêtre peut être totalement transparente de façon qu'elle permette la transmission de la lumière pratiquement sans modification, ou elle peut être en partie transparente ou translucide en permettant partiellement la transmission de la lumière mais sans permettre que des objets soient vus clairement à travers la zone de fenêtre.

[0057] 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 couches opacifiantes appliquées sur au moins une face d'un substrat polymère transparent, par le fait d'omettre au moins une couche opacifiante dans la région formant la zone de fenêtre. Si des couches opacifiantes sont appliquées sur les deux faces d'un substrat transparent, une fenêtre totalement transparente peut être formée par le fait d'omettre les couches opacifiantes sur les deux faces du substrat transparent dans la zone de fenêtre.

[0058] Une zone en partie transparente ou translucide, appelée ci-après „demi-fenêtre“, peut être formée dans un document de sécurité polymère qui a des couches opacifiantes sur les deux faces par le fait d'omettre les couches opacifiantes sur une seule face du document de sécurité dans la zone de fenêtre, de telle sorte que la „demi-fenêtre“ ne soit pas totalement transparente, mais permette à une certaine quantité de lumière de traverser sans permettre que des objets soient vus clairement à travers la demi-fenêtre.

[0059] D'une autre manière, il est possible que les substrats soient formés à partir d'un matériau essentiellement opaque, tel que du papier ou un matériau fibreux, avec un insert en matériau plastique transparent inséré dans une découpe ou un évidement formé dans le substrat en papier ou fibreux pour former une zone de fenêtre transparente ou de demi-fenêtre translucide.

Couches opacifiantes

[0060] Une ou plusieurs couches opacifiantes peuvent être appliquées sur un substrat transparent pour augmenter l'opacité du document de sécurité. Une couche opacifiante est telle que $L_T < L_O$, où L_O 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 de divers revêtements opacifiants. Par exemple, les revêtements opacifiants peuvent comprendre un pigment, tel que du dioxyde de titane, dispersé dans un liant ou un support en matériau polymère réticulable activé par la chaleur. D'une autre manière, un substrat en matériau plastique transparent pourrait être pris en sandwich entre des couches opacifiantes en papier ou en un autre matériau partiellement ou essentiellement opaque sur lequel des marques peuvent ensuite être imprimées ou autrement appliquées.

Encre gaufrable durcissable par rayonnement

[0061] Le terme „encre gaufrable durcissable par rayonnement“ utilisé ici fait référence à tout encre, laque ou autre revêtement qui peut être appliqué sur le substrat dans un processus d'impression, et qui peut être gaufré à l'état souple pour former une structure en relief et durci par rayonnement pour fixer la structure en relief gaufrée. Le processus n'a pas lieu avant que l'encre durcissable par rayonnement soit gaufrée, mais il est possible que le processus de durcissement ait lieu après le gaufrage ou au moins essentiellement en même temps que l'étape de gaufrage. L'encre durcissable par rayon-

nement est de préférence durcissable par un rayonnement ultra-violet (UV). D'une autre manière, l'encre durcissable par rayonnement peut être durcie par d'autres formes de rayonnements, tels que des faisceaux d'électrons ou des rayons X.

[0062] L'encre durcissable par rayonnement est de préférence une encre transparente ou translucide constituée d'un matériau de résine claire. Une telle encre transparente ou translucide est particulièrement appropriée pour l'impression d'éléments de sécurité transmettant la lumière tels que des réseaux sub-longueur d'onde, des réseaux de diffraction transmissifs et des structures de lentilles.

[0063] Dans une forme de réalisation particulièrement préférée, l'encre transparente ou translucide comprend de préférence une laque ou un revêtement gaufrable clair, durcissable aux UV, à base d'acrylique.

[0064] De telles laques durcissables aux UV peuvent être obtenues auprès de différents fabricants, dont Kingfisher Ink Limited, produit de type ultraviolet UVF-203 ou similaire. D'une autre manière, les revêtements gaufrables durcissables par rayonnement peuvent être basés sur d'autres composés, par exemple de la nitrocellulose.

[0065] Les encres ou laques durcissables par rayonnement utilisées ici se sont révélées particulièrement appropriées pour le gaufrage de microstructures, incluant des structures diffractives telles que des réseaux de diffraction et des hologrammes, et des ensembles de microlentilles et de lentilles. Cependant, elles peuvent également être gaufrées avec de plus grandes structures en relief, telles que des dispositifs optiquement variables non diffractifs.

[0066] L'encre est de préférence gaufrée et durcie par un rayonnement ultra-violet (UV) essentiellement en même temps. Dans une forme de réalisation particulièrement préférée, l'encre durcissable par rayonnement est appliquée et gaufrée essentiellement en même temps dans un processus d'héliogravure.

Taille du point focal H

[0067] Tel qu'utilisé ici, le terme „taille du point focal“ fait référence aux dimensions, habituellement un diamètre ou une largeur efficace, de la distribution géométrique de points auxquels des rayons réfractés à travers une lentille croisent un plan d'objet selon un angle de vue particulier. La taille du point focal peut être déduite à partir de calculs théoriques, de simulations de tracés de rayons, ou de mesures réelles.

Longueur focale f

[0068] Dans la présente description, la „longueur focale“, lorsqu'elle est utilisée en référence à une microlentille d'un ensemble de lentilles, signifie la distance entre le sommet de la microlentille et la position du foyer donnée par le maximum de la distribution de densité de puissance lorsqu'un rayonnement collimaté provient du côté lentille de l'ensemble (voir Miyashita, „Standardization for micro lenses and micro lens arrays“ (2007) Japanese Journal of Applied Physics 46, p 5391).

Epaisseur t

[0069] L'épaisseur est la distance entre le sommet d'une lenticule sur une face du matériau transparent ou translucide et la surface de l'autre face du matériau translucide sur lequel les éléments d'image sont prévus, qui coïncide essentiellement avec le plan d'objet.

Fréquence et pas de lentilles

[0070] La fréquence de lentilles d'un ensemble de lentilles est le nombre de lenticules sur une distance donnée sur la surface de l'ensemble de lentilles. Le pas est la distance entre le sommet d'une lenticule et le sommet de la lenticule voisine. Dans un ensemble de lentilles uniforme, le pas a une relation inverse de la fréquence de lentilles.

Largeur de lentille W

[0071] La largeur d'une lenticule d'un ensemble de microlentilles est la distance entre une bord de la lenticule et le bord opposé de la lenticule. Dans un ensemble de lentilles ayant des lenticules hémisphériques ou cylindriques, la largeur sera égale au diamètre des lenticules.

Rayon de courbure R

[0072] Le rayon de courbure d'une lenticule est la distance entre un point sur la surface de la lentille et un point auquel la normale à la surface de la lentille croise une ligne s'étendant perpendiculairement à travers le sommet de la lenticule (l'axe de la lentille).

Hauteur de flèche s

[0073] La hauteur de flèche ou flèche de surface s d'une lenticule est la distance entre le sommet et un point d'intersection de l'axe avec la ligne la plus courte partant du bord d'une lenticule s'étendant perpendiculairement à travers l'axe.

Indice de réfraction n

[0074] L'indice de réfraction n d'un milieu est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans le milieu. L'indice de réfraction n d'une lentille détermine la quantité des rayons lumineux atteignant la surface de la lentille qui seront réfractés, selon la loi de Snell:

$n \cdot \sin(a) = n \cdot \sin(\theta)$, où a est l'angle entre un rayon incident et la normale au point d'incidence au niveau de la surface de la lentille, θ est l'angle entre le rayon réfracté et la normale au niveau du point d'incidence, et n est l'indice de réfraction de l'air (à titre d'approximation, n peut être pris égal à 1).

Angle de lobe

[0075] L'angle de lobe d'une lentille est l'angle de vue entier formé par la lentille.

Nombre d'Abbe

[0076] Le nombre d'Abbe d'un matériau transparent ou translucide est une mesure de la dispersion (variation d'indice de réfraction avec la longueur d'onde) du matériau. Un choix approprié du nombre d'Abbe pour une lentille peut aider à minimiser une aberration chromatique.

Réseau sub-longueur d'onde

[0077] Un réseau sub-longueur d'onde est un réseau ayant une période ou un espacement entre lignes du réseau qui est inférieur à la longueur d'onde, de telle sorte que le mode diffracté dominant soit d'ordre zéro. Des propriétés effectives peuvent être indépendantes de la période, tant qu'il est suffisamment sub-longueur d'onde. Des propriétés peuvent également être tolérantes aux déformations structurelles.

Pixel d'image et sous-pixel d'image

[0078] Tout au long de la description, des termes tels que „élément(s) d'image“ et „pixel(s) d'image“ sont utilisés de manière interchangeable et sont destinés à avoir la même signification. Des termes tels que sous-pixels, sous-pixels d'image et sous-éléments sont également destinés à avoir la même signification et à être utilisés de manière interchangeable.

Espace de couleur RVB (Rouge, Vert, Bleu)

[0079] Une large gamme de couleurs peut être construite avec les trois couleurs primaires Rouge, Vert et Bleu. Toute image en couleur peut être décomposée en trois images comprenant ces trois couleurs primaires. Chaque image en couleur peut avoir de nombreux niveaux d'intensité de brillance. Par exemple, si 16 niveaux de brillance sont choisis pour chaque couleur primaire, 4096 couleurs différentes peuvent être produites.

[0080] Un dispositif OVD peut créer un portrait de la même manière qu'un écran vidéo peut afficher un portrait ou une image sur un écran qui décompose l'image en de nombreux éléments ou pixels. La Figure 1 des dessins présente un unique élément d'image ou pixel d'image 10 qui inclut des sous-éléments ou sous-pixels rouge (R), vert (V) et bleu (B) 11, 12, 13, pour fournir les trois couleurs primaires avec différentes valeurs de brillance. Ce mécanisme peut permettre la reproduction d'une large gamme de couleurs avec différentes valeurs de tonalité chromatique ou de couleurs et d'intensité ou de brillance. Si des éléments d'image sont produits avec des couleurs primaires de différentes brillances, des images multicolores peuvent être aisément créées. Le RVB est un exemple spécifique d'un espace de couleur particulier, qui est utilisé dans les formes de réalisation décrites ci-dessous, mais d'autres espaces de couleurs, incluant les systèmes de niveaux de gris et/ou monochromes, sont également applicables à toutes les formes de réalisation de l'invention.

[0081] Selon la Figure 2, lorsqu'un élément d'image diffractif 20 ayant une période de réseau (ou fréquence spatiale) d est éclairé par un faisceau de lumière blanche collimaté sous incidence normale, la lumière ayant différentes longueurs d'onde A (ou couleur) est diffractée selon des angles différents α qui sont gouvernés par l'équation :

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{d} \quad (1)$$

[0082] Ici, seul le premier ordre de diffraction est considéré du fait que la plus grande partie d'énergie lumineuse est diffractée dans le premier ordre. Si seuls des réseaux à une seule fréquence spatiale sont fabriqués dans un pixel d'un OVD, l'OVD produit des images monochromatiques. Lorsqu'une personne observe une image d'un OVD, il y a habituellement un angle d'incidence fixe (direction de la source de lumière) et un angle d'observation fixe en supposant que l'observateur ne bouge pas trop. Par conséquent, l'angle de vue α est relativement fixe.

[0083] A partir de l'équation (1), une lumière diffractée sortante de différentes longueurs d'onde ou couleurs peut être obtenue par le fait de faire varier d, la période des réseaux. Nous sommes principalement intéressés par les trois couleurs primaires Rouge, Vert et Bleu ayant des longueurs d'onde correspondantes λ_1 , λ_2 et λ_3 . Elles peuvent être diffractées par des réseaux dans trois sous-éléments ou sous-pixels de couleur ayant une période respective d_1 , d_2 et d_3 , tel que

représenté sur la Figure 3. Lorsque les réseaux sont éclairés par une lumière blanche, telle qu'un tube fluorescent, selon le même angle de vue α , une lumière colorée est diffractée par ces sous-pixels selon l'équation :

$$\sin \alpha = \frac{\lambda_1}{d_1} = \frac{\lambda_2}{d_2} = \frac{\lambda_3}{d_3} \quad (2)$$

[0084] Par exemple, trois couleurs primaires ayant pour longueurs d'onde $\lambda_1 = 600$ nm, $\lambda_2 = 500$ nm et $\lambda_3 = 450$ nm, et un angle de vue $\alpha = 30$ degrés, correspondent à des périodes de réseau $d_1 = 1200$ nm, $d_2 = 1000$ nm et $d_3 = 900$ nm pour chaque sous-pixel 11-13 constituant chaque pixel 10.

[0085] On comprendra que d'autres combinaisons d'angles d'incidence, d'angles de vue et de périodes de réseau différentes de celles qui ont été décrites ci-dessus peuvent être choisies, tant qu'elles satisfont à l'équation de diffraction $d(\sin \theta_m + \sin \theta_i) = m\lambda$, où θ_i est l'angle selon lequel la lumière est incidente, θ_m est l'angle de vue, d est la séparation des éléments de réseau et m est l'ordre de diffraction.

[0086] Les trois couleurs primaires (RVB) sont créées par des réseaux à trois fréquences spatiales. Afin de manipuler la tonalité chromatique pour obtenir une image multicolore, la valeur de brillance de chaque couleur primaire des sous-pixels doit également être commandée. Il existe de nombreux procédés permettant de commander la brillance de la lumière diffractée provenant de régions de la surface d'un OVD, comme par exemple la variation de la profondeur du réseau, du profil du réseau et/ou des courbures de réseau. Les figures 4 et 5 illustrent deux procédés de commande de la brillance de sous-pixels RVB 11-13.

[0087] Sur la Figure 4, la valeur de brillance de chaque sous-pixel 11-13 est modifiée par changement de la zone de réseau efficace dans chaque sous-pixel. La Figure 4 présente un unique pixel d'image comprenant des sous-pixels RVB 11, 12, 13, où la zone de réseau efficace de chaque sous-pixel 11-13 est ajustée en hauteur ou en aire pour représenter une valeur de brillance particulière.

[0088] Dans chaque sous-pixel 11, 12, 13, la brillance de la lumière diffractée est proportionnelle à l'aire de chaque structure de diffraction 41-43 associée au sous-pixel 11-13 respectif. En d'autres termes, la brillance est proportionnelle aux hauteurs ou aires des structures de diffraction 41-43, par opposition aux zones plates 44-49 associées aux sous-pixels 11-13 qui ont une absence de structures de diffraction. Un avantage de cet agencement réside dans le fait que la brillance des sous-pixels 11-13 peut être associée de manière essentiellement linéaire aux hauteurs ou aires des structures de diffraction 41-43.

[0089] Les Figures 5(a) et 5(b) illustrent un autre procédé de commande de brillance de chaque sous-pixel de couleur primaire. Cette commande est effectuée à l'aide d'un ensemble de palettes, dans lequel les structures de diffraction sont orientées dans des directions variables pour déterminer différents niveaux de brillance. La Figure 5(a) montre 8 sous-pixels 51-58 orientés à 90 degrés, correspondant à la valeur de brillance la plus élevée de l'ensemble de palettes. La Figure 5(b) montre 8 sous-pixels 51-58 orientés selon des angles différents avec une variation correspondante de la valeur de brillance de l'ensemble de palettes entre une valeur de brillance la plus élevée (90 degrés) et la plus faible (45 degrés). Il est également possible de combiner des techniques de commande de brillance. Par exemple, en utilisant un changement d'orientation du réseau de diffraction pour compenser une baisse de brillance de canaux extérieurs due à des aberrations de lentilles.

[0090] Les structures décrites ci-dessus peuvent produire une image multicolore à un seul canal, où une image „à un seul canal“ est la seule image diffractive produite par la structure à relief de surface. Des OVD multicanaux (à savoir, des dispositifs diffractifs qui génèrent plus d'une image de diffraction) sont souhaités pour des applications stéréoscopiques dans lesquelles différentes images sont observables depuis des angles de vue différents. Par exemple, un nombre „X“ de canaux peut être nécessaire pour observer un portrait stéréoscopique, où chaque canal représente un angle de vue différent associé au portrait.

[0091] Un espace spatialement divisé peut être une manière d'obtenir des dispositifs OVD multicanaux. Un élément notionnel ou une région de pixel sur le dispositif peut être divisé en une pluralité de canaux, où chaque canal contient trois sous-éléments ou sous-pixels de couleur rouge, vert et bleu.

[0092] La figure 6 présente un exemple de structure d'élément ou de pixel RVB 60 pour un OVD multicolore à huit canaux. La structure de pixel RVB 60 inclut des pixels d'image anamorphiques 61-68, chaque pixel d'image entier 61-68 étant représenté par un trio de sous-pixels RVB 61R-68R, 61V-68V, 61B-68B disposés verticalement en bandes. Dans l'exemple donné, chaque pixel d'image 61-68 a une dimension verticale de 96 μ m et une dimension horizontale d'environ 8 μ m, de telle sorte que la résolution de chaque pixel d'image 61-68 soit 12 fois plus élevée horizontalement que verticalement.

[0093] On comprendra que les dimensions physiques des pixels d'image sont généralement déterminées par le nombre de canaux d'image en dessous de chaque lentille, et le pas des éléments de focalisation tels que des lentilles lenticulaires. La dimension horizontale des pixels d'image peut être quelconque entre 4 et 10 microns, et la dimension verticale des pixels d'image peut être dans la plage de 45 à 100 microns. Le nombre de canaux d'image peut être quelconque entre 2 canaux d'image et 16 canaux d'image.

[0094] On comprendra que l'imagerie diffractive projetée observable par un observateur est déterminée par le contenu d'image stocké dans chaque canal d'image. Par exemple, si le contenu d'image stocké dans chaque canal d'image est étroitement associé au contenu d'image stocké dans d'autres canaux d'image, chaque canal d'image représentant une vue d'un objet depuis un certain angle de vue, le dispositif peut être configuré pour projeter une vue en trois dimensions de cet objet vers l'observateur. Il est également possible d'obtenir d'autres types d'effets optiques diffractifs, tels qu'une animation, un morphage, un zoom avant et/ou arrière, un basculement d'image, etc., lors de changements de l'angle de vue.

[0095] Dans une forme de réalisation la plus préférée, les multiples canaux d'image sont conçus pour générer une couleur réelle d'une image selon une plage d'angles de vue prédéterminée. La présente description offre un OVD qui présente de nombreux avantages par rapport aux structures diffractives ou de lentilles conventionnelles, qui incluent le fait que :

- La caractéristique OVD opère dans une large plage de conditions d'éclairage, incluant un éclairage diffus et un environnement à faible éclairage.
- La caractéristique produit une image nette, bien définie par comparaison à des images de stéréogramme générées par d'autres procédés.
- L'OVD produit des effets diffractifs vibrants et peut être configuré pour produire des effets de mélange de couleurs réelles.
- L'OVD résout les limitations associées aux technologies d'impression et caractéristiques lenticulaires traditionnelles.

[0096] Une résolution extrêmement élevée, bien au-delà de la capacité de la plupart des imprimantes, est requise pour former les multiples canaux, tels que 4 canaux, 8 canaux, 10 canaux ou même 12 canaux, sous des lentilles lenticulaires utilisées sur des documents tels que des billets de banque. Comme on l'a dit ci-dessus, la résolution horizontale des pixels d'image peut être aussi petite que 4 microns, tandis qu'avec des procédés d'impressions traditionnels tels que l'impression par gravure et l'impression offset, en raison de la résolution d'impression limitée qui existe intrinsèquement pour tout procédé d'impression, il est soit impossible soit extrêmement difficile d'imprimer des éléments d'image qui ont une résolution de moins de 30 à 40 microns.

[0097] Un moyen de représenter des images RVB peut produire des sous-pixels essentiellement carrés subdivisés en colonnes verticales de RVB, où le sous-pixel entier aurait la même résolution dans les deux directions, bien que des divisions en sous-pixels RVB nécessitent une résolution plus élevée.

[0098] Dans l'exemple représenté sur la Figure 6, la largeur de chaque canal est de 8 microns, ce qui résulterait en sous-pixels de 8 microns de haut, si des sous-pixels carrés étaient utilisés. Comme les sous-pixels sont composés de réseaux diffractifs ayant une répétition de l'ordre de 1 micron, seules 8 lignes de réseau pourraient être enregistrées dans un tel sous-pixel. Lorsque la hauteur de chaque zone diffractive est ajustée de la manière décrite ci-dessus pour représenter la valeur de brillance de chaque sous-pixel d'image, cela limite la plage de valeurs de brillance qui pourrait être représentée. Si une large plage de valeurs de brillance doit être représentée, il faut utiliser plus de lignes de réseau diffractif. Par conséquent, les sous-pixels d'image sont choisis anamorphiques, de sorte qu'ils soient chacun 4 fois plus hauts que larges.

Espace de couleur en niveaux de gris

[0099] Dans certaines circonstances, il peut être souhaitable de générer une imagerie 3D décrivant une image en niveaux de gris. Une manière de générer une image en niveaux de gris consiste à équilibrer les niveaux de brillances entre les sous-pixels rouge, vert et bleu de telle sorte que l'impression nette pour l'observateur, concernant la portion des sous-pixels ayant des structures diffractives, soit un mélange de couleurs entrantes (qui, pour la lumière du jour, serait nominale blanc) et, concernant le pixel RVB entier, un niveau de gris souhaité qui, avec les pixels restants, génère une image en niveaux de gris. Cette situation est représentée sur la Figure 7A, décrivant la couche d'imagerie diffractive en dessous d'une portion d'une unique lentille lenticulaire. La couche d'imagerie a une structure à quatre canaux ayant deux pixels d'image adjacents représentés pour chacun des quatre canaux.

[0100] Référons-nous au canal 1, les pixels adjacents 100 et 102 ont chacun des sous-pixels rouge, vert et bleu (respectivement, 111, 112, 113 et 114, 115, 116). Chacun de ces sous-pixels a une zone non-diffractive utilisée pour faire varier le niveau de brillance (respectivement, 108, 110, 118 et 119, 120, 121). Dans cet exemple, pour équilibrer le niveau de brillance entre chacun des sous-pixels RVB, les zones non diffractives 108, 110 et 118 sont de la même taille. De même, les zones non diffractives 119, 120 et 121 du pixel 102 sont également de tailles égales. Du fait que les zones non-diffractives du pixel 100 sont plus petites que celles du pixel 102, le pixel 100 a un plus grand niveau de brillance que celui de 102. Cette variation du niveau de brillance est utilisée pour générer l'image en niveau de gris souhaitée. Par exemple, il ressort clairement de la Figure 7A que le pixel supérieur du canal 2 et le pixel inférieur du canal 4 ont tous les zones non diffractives les plus petites et dont les niveaux de brillance les plus élevés. L'image en niveau de gris, dans ce cas,

est observable à un angle de vue spécifié coïncidant avec le 1^{er} ordre de diffraction des sous-pixels RVB, qui sont bien évidemment conçus pour être essentiellement les mêmes, tel qu'expliqué ci-dessus.

Blanc diffus

[0101] D'une autre manière, l'imagerie en niveaux de gris 3D peut être générée par des pixels dont une partie a une structure de surface pour la réflexion diffuse (diffuse scattering) de lumière incidente et la partie restante est dimensionnée de façon à correspondre à un niveau de brillance prédéterminé. La réflexion diffuse (diffuse scattering) peut être fournie par une structure de surface ayant une rugosité appropriée ou, de préférence, elle est fournie par une structure de réseau diffractif aléatoire illustré de manière schématique sur la Figure 7B. Comme avec la Figure 7A, la Figure 7B présente la partie sous-jacente à la couche d'imagerie d'une seule lentille lenticulaire. Deux pixels d'image adjacents sont représentés pour chacun des 4 canaux. En référence au canal 4, les pixels adjacents 104 et 106 présentent respectivement un réseau diffractif aléatoire 123 et 125 et les zones non-diffractives 122 et 124. Les réseaux diffractifs aléatoires (ou pseudo-aléatoires) 123, 125 ont chacun un pas et/ou une largeur de réseau qui varient de manière aléatoire. Lorsque la lumière incidente est diffractée depuis chacune des franges adjacentes du réseau, les angles des franges diffractives d'ordre zéro, de premier ordre, etc. respectives (lignes d'interférence positive) sont générées pour chaque longueur d'onde différente selon des angles différents par rapport au réseau. Comme le pas du réseau est aléatoire, cet angle de diffraction (significativement, le premier ordre de diffraction) l'est donc également pour chaque longueur d'onde de la lumière visible, ce qui crée effectivement une réflexion diffuse de la lumière incidente. Par conséquent, l'observateur voit une combinaison aléatoire ou pseudo-aléatoire de nombreuses longueurs d'onde différentes que l'œil combine en lumière blanche. Comme on l'a dit ci-dessus, la variance dans les zones non-diffractives des pixels de lumière diffuse 104, 106 permet une variance de brillance permettant la génération d'une image en niveaux de gris.

[0102] Les Figures 8A et 8B sont une représentation schématique d'un exemple de cet effet. La Figure 8A est une vue schématique en coupe du dispositif de sécurité 70. La lumière blanche 130, 131 est incidente sur les éléments de focalisation sous la forme de lentilles lenticulaires 72, 73, 74. Les lentilles lenticulaires 72, 73, 74 sont supportées sur une surface 75 du substrat transparent 71, tandis que les pluralités d'éléments d'image 77 et 78 sont formés sur la surface opposée 76 pour produire un OVD à 4 canaux.

[0103] La géométrie de lentille est telle que des rayons incidents parallèles 130 soient réfractés sur une bande focale 132 incluant la bande de pixels 132 dans le canal 2. D'une manière similaire, les rayons parallèles de lumière incidente 131 sont focalisés par la lentille 173 sur la bande des pixels 133 du canal 2 de la pluralité d'éléments d'image adjacents 78. Idéalement, la largeur des bandes focales 132 et 133 devrait correspondre à la largeur des pixels, ce qui est obtenu par sélection des géométries de lentilles et/ou épaisseurs de substrats adéquates.

[0104] La lumière focalisée sur les bandes focales 132 et 133 recouvrant les pixels du canal 2 est diffractée des lentilles respectives 72 et 73. A un angle de vue α , la lumière diffractée 134, 135 est celle des pixels de niveaux de gris pour le canal 2, chacun ayant un niveau de brillance déterminé par la taille de leurs surfaces non-diffractives respectives. De cette manière, la lumière provenant des pixels 134, 135, etc. du canal 2 se combine pour créer une image en niveaux de gris vue par l'observateur.

[0105] En référence à la Figure 8B, un seul élément d'image ou pixel 136 est représenté de manière schématique. Chaque pixel 136 a une zone de surface 140 ayant une surface 142 structurée pour une diffraction diffuse de la lumière incidente. Dans la forme de réalisation de la Figure 8B, la surface structurée est un réseau diffractif aléatoire (ou pseudo-aléatoire) dans lequel le pas et/ou la largeur de réseau sont aléatoires. Dans une forme particulière, le polymère durcissable aux UV formant la couche d'image est structuré, à l'aide de techniques connues telles que le gaufrage ou le moulage aux UV, pour créer un réseau de lignes parallèles ayant une largeur aléatoire et un espacement aléatoire dans une plage déterminée de largeurs et d'espacements.

[0106] La lumière blanche incidente 138 est diffractée par le réseau aléatoire 142 et forme des motifs de diffraction depuis chaque ligne de réseau. Comme le pas du réseau est aléatoire, l'angle de diffraction de l'ordre zéro, du premier ordre, du deuxième ordre, etc., pour chaque longueur d'onde de la lumière blanche 138 l'est également. Cette dispersion aléatoire des angles de diffraction de l'ordre zéro, du premier ordre, du deuxième ordre, etc., signifie que si l'on observe le pixel 136 selon un certain angle de vue on verra une collection aléatoire de longueurs d'onde 143 (λ_1 à λ_n). Comme ces longueurs d'onde sont extraites du spectre complet de la lumière visible, en supposant que la lumière incidente inclue le spectre complet de la lumière visible, l'œil de l'observateur combine les différentes longueurs d'onde pour voir une lumière blanche ou une proche approximation de lumière blanche.

[0107] Le niveau de brillance de la lumière blanche 143 vue par l'observateur est déterminée par l'étendue de la zone non-diffractive 137. La surface de la zone non-diffractive 137 peut être plate et non-structurée de telle sorte que la lumière incidente 138 passera principalement à travers. Cependant, la zone de surface non-diffractive peut également avoir un revêtement tel qu'un revêtement métallique réfléchissant. Dans ce cas, la lumière incidente 138 serait réfléchiée de manière spéculaire selon un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence. Lorsqu'on observe le dispositif selon cet angle, la réflexion spéculaire de la lumière incidente domine la lumière diffractée depuis le réseau de diffraction aléatoire 142 et le dispositif apparaîtrait blanc brillant sans aucune image en niveaux de gris discernable. Cependant, selon d'autres angles de vue,

il y aurait le contraste nécessaire entre la lumière diffractée de manière diffuse provenant du réseau aléatoire 142 et la zone de surface non-diffractive 137 pour créer l'image en niveaux de gris.

[0108] La zone de surface non-diffractive 137 peut également être structurée à l'aide, par exemple de techniques de moulage ou gaufrage aux UV et/ou revêtue afin d'augmenter l'absorption de lumière. Des pièges à lumière ou des structures dites „en oeil de mite“, qui sont décrites en détail dans le document WO2005106601, sont des microstructures de surface appropriées pour cet usage. Dans ce cas, la zone de surface non-diffractive 137 réfléchit très peu de la lumière incidente 138 quel que soit l'angle incident et produit un fort contraste avec la lumière diffractée de manière diffuse 141 depuis le réseau aléatoire 142. En outre, des structures de pièges à lumière microscopiques peuvent être gaufrées dans la surface non-diffractive 137 à l'aide du même outil de moulage ou de gaufrage que celui utilisé pour gaufrer le réseau de diffraction aléatoire 142 de sorte que les deux ensembles de structures de surface soient en alignement exact.

[0109] Tel que décrit ci-dessus, en relation avec la forme de réalisation d'espace de couleur RVB, la valeur de brillance de chaque pixel 136 est modifiée par changement de la taille de la zone de surface non-diffractive 137. L'augmentation de la taille de la zone de surface non-diffractive 137 diminue la taille du réseau diffractif aléatoire 142 (en supposant que la taille du pixel 15 est constante). Par conséquent, le niveau de brillance de la lumière 143 provenant du pixel 136 diminuera également.

[0110] Des pixels ayant une zone de surface structurée pour une réflexion diffuse (diffuse scattering) de la lumière incidente pour créer des images en niveaux de gris 3D offrent une plus large plage d'angles de vue dans laquelle l'image en niveaux de gris est vue dans la couleur diffuse prévue (à savoir, blanc en lumière incidente blanche diffuse normale). Comme on l'a dit ci-dessus, les images générées par les formes de réalisation de sous-pixels rouge, vert et bleu montrent une version de l'image en couleur réelle dans seulement une plage étroite d'angles de vue. A d'autres angles de vue, l'image est toujours visible, mais pas en couleur réelle, au lieu de cela l'image varie selon le spectre diffractif des pixels RVB.

[0111] Un autre avantage des formes de réalisation de pixels diffus en niveaux de gris réside dans la meilleure résolution d'image par rapport aux formes de réalisations sous-pixels RVB. La zone combinée requise pour les sous-pixels R, V et B est plus grande que celle qui est requise pour les formes de réalisation utilisant un réseau de diffraction aléatoire et une seule zone non-diffractive. Par conséquent, la taille de pixel globale des pixels diffus peut être inférieure à un tiers de la taille des pixels de couleur RVB. La réduction de la taille des pixels permet à l'image de contenir plus de pixels, ce qui améliore la résolution de l'image. Plus précisément, bien que les pixels de lumière diffuse 104, 106 soient représentés à une taille comparable à celle du pixel RVB entier, ils peuvent être de la même taille qu'un sous-pixel R, V ou B, ou même plus petit.

[0112] Une différence de résolution d'image n'est pas un obstacle pour un OVD dans lequel un groupe des éléments d'image sont des pixels diffus pour la création d'une image en niveaux de gris et un autre groupe des éléments d'image sont des pixels RVB pour une image en couleur, éventuellement la même image que l'image en niveaux de gris.

Techniques de Production

[0113] La Figure 9 est une vue en coupe transversale d'un dispositif de sécurité optique 70 incorporant une structure OVD à huit canaux. Le dispositif de sécurité optique 70 inclut une couche d'encre gaufrable durcissable par rayonnement appliquée sur une zone transparente ou à fenêtre d'un substrat 71 avant d'être gaufrée, à l'état souple, pour former des structures de focalisation lenticulaire réfractives 72-74 sur une face 75 du substrat 71. Chaque structure de focalisation 72-74 peut inclure une lentille cylindrique réfractive.

[0114] L'encre peut être durcie par rayonnement pour fixer les structures de focalisation lenticulaires gaufrées 72-74. Chaque structure de focalisation 72-74 est formée de telle sorte que sa longueur focale soit approximativement égale à la distance jusqu'au côté opposé 76 du substrat 71. Dans certains cas, il peut être souhaitable d'avoir des lentilles qui ne focalisent pas exactement sur le plan d'image (voir WO2010099571, qui est incorporé ici à titre de référence). Chaque structure de focalisation 72-74 facilite la détection des pluralités d'éléments d'image 77-79 situés sur la face opposée 76 du substrat 71.

[0115] Les pluralités d'éléments d'image 77-79 peuvent être formés par une encre durcissable par rayonnement, par gaufrage dans une couche de cette encre, ou impression de l'encre durcissable par rayonnement selon le motif souhaité.

[0116] On comprendra que le procédé ci-dessus est le procédé préféré pour créer des lentilles et des éléments d'image convenables, mais que d'autres procédés peuvent également s'avérer appropriés.

[0117] L'agencement ci-dessus peut produire un effet optique similaire à des dispositifs optiques variables lenticulaires et peut être visible à l'oeil à travers des structures lenticulaires 72-74 situées de manière à détecter des pluralités d'éléments d'image diffractifs 77-79 sur la face opposée 76 du substrat 71. Chaque pluralité d'élément d'image 77-79 inclut une structure OVD à huit canaux 60 comprenant des pixels d'image 61-68 (bandes) tels que décrits ci-dessus en référence à la Figure 6. Chaque ensemble de pixels d'image 61-68 appartient à une image ou un canal distinct, de sorte que lorsqu'un observateur regardant le dispositif change d'angle de vue, une image ou un canal différent devienne visible. Chaque image ou canal peut représenter un portrait en couleurs réelles selon l'un de huit points de vue différents. L'impression nette produite sur un observateur par l'observation depuis huit points de vue différents est la production d'un stéréogramme de l'image avec un bénéfice ajouté de séparation via des structures de focalisation lenticulaires 72-74.

[0118] La Figure 10 présente une vue en section transversale d'un dispositif de sécurité optique 80 incorporant une structure OVD à huit canaux. Un dispositif de sécurité optique 80 inclut une couche d'encre gaufrable durcissable par rayonnement appliquée sur une zone transparente ou à fenêtre du substrat 81 avant d'être gaufrée à l'état souple pour former des structures de focalisation lenticulaires diffractives 82-84 sur une face 85 du substrat 81. Chaque structure de focalisation 82-84 peut inclure une lentille cylindrique diffractive ou une plaque zonale.

[0119] L'encre peut être durcie par rayonnement pour fixer les structures de focalisation lenticulaires gaufrées 82-84. Chaque structure de focalisation 82-84 peut être formée de telle sorte sa longueur focale soit égale à la distance jusqu'au côté opposé 86 du substrat 81. Chaque structure de focalisation 82-84 peut faciliter la détection d'éléments d'image 87-89 situés sur la face opposée 86 du substrat 81. Des pluralités d'éléments d'image 87-99 peuvent être formés de la même manière que ce que l'on a décrit en relation avec la Figure 9. Chaque pluralité d'éléments d'image 87-89 peut être formée de la même manière que décrite en relation avec la Figure 9. Chaque pluralité d'éléments d'image 87-89 peut inclure une structure OVD à huit canaux 60 telle que décrite ci-dessus. Le dernier agencement peut produire un effet de stéréogramme similaire à celui qui est décrit en référence à la Figure 9.

[0120] La Figure 11 présente un organigramme d'un procédé de création des structures selon au moins un aspect de l'invention. En particulier, les structures requises pour les lentilles et pour les éléments d'image sont formées par électroformage ou par micro-lithographie par nano-impression à l'étape 92. Les structures créées par le processus à l'étape 92 sont ensuite utilisées, après création sous la forme de plaques, ou bandes de gaufrage, appropriées, pour, de préférence, gaufrer les structures dans un support approprié, tel qu'une encre durcissable par rayonnement, à l'étape 94. Cette étape peut être effectuée dans le même système en ligne dans un procédé connu sous le nom de „Double Soft Emboss Technology“ ou DSET (en français : Technologie de gaufrage à l'état souple à deux étapes“) ou d'autres technologies similaires, telles que celle qui est décrite dans le document WO2014070079 par Rolling Optics AB, qui est incorporé ici à titre de référence. D'une autre manière, les structures des lentilles et des éléments d'image peuvent être créés séparément et stratifiés ensemble pour former l'OVD final.

[0121] Tel que décrit ci-dessus dans la section Résumé de l'Invention, l'image peut inclure un portrait d'un objet tel qu'un visage humain et des groupes d'éléments ou de canaux d'image peuvent représenter l'objet depuis de nombreux points de vue différents. Des vues en projection de l'objet peuvent être capturées de telle sorte que le stéréogramme final produise une image en trois dimensions précise de cet objet. Une technique de capture de stéréogrammes est décrite dans l'article du MIT mentionné ci-dessus, intitulé „The Generalized Holographic Stereogram“ by Michael W. Halle: <http://www.media.mit.edu/spi/SPIPapers/halazar/halle91.pdf>.

[0122] Un modèle de stéréogramme simple peut consister en une simple plaque holographique incluant une série d'hologrammes de minces fentes verticales exposés à côté les uns des autres sur la plaque. Chaque fente peut être exposée individuellement à une image projetée sur un écran à projection arrière à une certaine distance de la plaque. Une fois que l'hologramme a été développé, chaque fente peut former une ouverture à travers laquelle peut être vue l'image de l'écran à projection au moment de l'exposition de cette fente. Les images projetées sur l'écran peuvent inclure des vues d'une scène ou d'un objet capturées depuis différents points de vue.

[0123] D'une autre manière, un type de stéréogramme décrit dans la technique antérieure est créé de manière similaire à partir de multiples images à deux dimensions d'un objet ou d'une scène, mais prises le long d'un chemin horizontal pour capturer plusieurs points de vue horizontaux de l'objet ou de la scène. Dans ce type de stéréogramme, les images ainsi capturées sont projetées sur une plaque holographique depuis la direction dans laquelle elles ont été prises à l'origine. Dans un procédé, une plaque est exposée plusieurs fois, de manière séquentielle, avec une référence constante aux images capturées ci-dessus. Une autre manière d'obtenir un résultat identique est de créer un hologramme intermédiaire qui contient les images en perspective individuelles séparées de gauche à droite. Cet hologramme intermédiaire est ensuite utilisé en tant que maître pour reprojetter toutes les images sur une plaque sur laquelle l'hologramme final est créé.

[0124] Parmi les types de stéréogrammes ci-dessus, le plus approprié pour cette invention est une variation du procédé consistant à capturer des images individuelles. Pour créer les éléments d'image en groupes qui seront observés à travers les éléments de focalisation, des images prises selon différentes perspectives peuvent être focalisées sur une série de fentes et projetées à travers celles-ci sur une plaque holographique. Ces fentes peuvent être espacées sur les mêmes centres que les éléments de focalisation, et avec une largeur égale à la largeur des éléments de focalisation individuels divisée par le nombre d'images capturées ou en tout cas projetées.

[0125] Une méthode plus simple de produire les trames appropriées pour les groupes d'éléments d'image décrits ici consiste à entrelacer numériquement les images capturées ci-dessus, résultant en un ensemble d'éléments d'image identique à celui que l'on vient de décrire. L'agencement ci-dessus peut résoudre les défauts des OVD de la technique antérieure en s'appuyant sur des éléments de focalisation pour séparer des canaux d'image horizontaux. En particulier, les propriétés d'imagerie des éléments de focalisation peuvent ne pas être dépendantes de l'angle d'incidence de la lumière éclairante ; mais la clarté de l'image peut plutôt être déterminée par la relation spatiale entre les éléments d'image et les éléments de focalisation, laquelle relation peut être fixée après gaufrage et être indépendante de l'éclairage.

[0126] La Figure 12 présente un organigramme d'un procédé de génération des éléments d'image selon au moins un aspect de l'invention. Premièrement, des images appropriées sont capturées à l'étape 102, tel que décrit plus en détail

ci-après, sous la forme d'une série de trames. Deuxièmement, les images sont traitées de façon à être appropriées en tant qu'éléments d'image selon l'invention à l'étape 104. Ce procédé met en oeuvre, par logiciel:

1. la mise en place des trames à une profondeur définie,
2. la découpe en canaux, en fonction des largeurs des lentilles et du nombre de trames,
3. le réassemblage de l'image en une seule image entrelacée,
4. la compression le long de l'axe y,
5. la subdivision des canaux en RVB
6. la subdivision des canaux en lignes horizontales pour créer des valeurs de niveaux de gris qui seront réassemblées sous forme de couleur dans l'OVD.

[0127] Ensuite, à l'étape 106, la sortie numérique de l'étape 104, qui est une matrice d'éléments d'image, est émise pour former une structure, par exemple dans une plaque ou une bande de gaufrage, qui peut être utilisée pour répliquer les éléments d'image pour l'OVD.

[0128] La Figure 13 présente trois procédés de capture de la collection d'images, ou trames, en deux dimensions, prises selon des perspectives différentes qui sont requises pour des stéréogrammes holographiques. Un procédé 112 inclut les étapes consistant à mettre en place un objet ou une personne 112B sur une platine tournante 112A et à le filmer avec une caméra vidéo 112C lorsque celle-ci tourne. Des images de l'objet ou de la personne 112B sont capturées depuis plusieurs perspectives 112D. Un autre procédé 114 inclut les étapes consistant à mettre en place un rail 114A devant la scène/l'objet/la personne 111B et à piloter une caméra 114C le long d'un rail 114A tandis qu'elle enregistre une vidéo, un film ou prend une série d'images depuis différentes perspectives 114D. Un autre procédé 116 inclut les étapes consistant à fixer un certain nombre de caméras 116C sur le rail 116A selon la configuration du procédé 114 et à déclencher toutes les caméras 116C simultanément pour capturer des images de l'objet 116B depuis différentes perspectives 116D.

[0129] Tel que présenté sur la Figure 14, chacune de ces techniques peut enregistrer une série d'images prises depuis différentes perspectives (1, 2 ... n), et lorsqu'elles sont recombinaées de manière holographique ou multiplexées 118 pour former un stéréogramme lenticulaire, reproduire les images en perspective depuis leurs angles originaux, en permettant à l'observateur 120 de percevoir la scène/l'objet/la personne en trois dimensions. Les yeux de l'observateur 122, 124 peuvent voir deux images depuis différentes perspectives 126, 128, du fait que les images sont reproduites vers les angles originaux selon lesquels elles ont été enregistrées.

[0130] Dans des stéréogrammes holographiques, les différentes images en perspective sont séparées par le fait d'être diffractées vers l'angle original depuis lequel elles ont été enregistrées avec la caméra. Des procédés à une ou deux étapes qui peuvent être utilisés à cette fin sont bien décrits dans la littérature.

[0131] L'une des faiblesses de ce type de stéréogramme holographique réside dans le fait que, lorsqu'une source de lumière étendue, par exemple une lumière fluorescente, un éclairage de bureau, un ciel couvert, est utilisé pour éclairer l'hologramme, les différentes perspectives se mélangent entre elles et l'image devient floue et indistincte, au moins les parties de l'image (3D), quelles qu'elles soient, qui ne se trouvent pas dans le plan de l'hologramme.

[0132] Dans un écran lenticulaire 3D, les différentes vues en perspective capturées ci-dessus sont multiplexées ensembles en une matrice d'images à canaux verticaux entrelacés qui sont ensuite imprimés avec des encres d'impression typiques. Un réseau de lentilles cylindriques verticales est ensuite placé approximativement à une distance égale à la longueur focale des lentilles par rapport à cette matrice d'image, et tous les canaux d'image associés à un angle particulier sont réfractés dans la même direction depuis le dispositif, une direction qui est unique pour chaque image en perspective. Le réseau multiplexé peut être conçu de telle sorte que les images soient dans l'ordre correct. Par exemple, si seulement 4 images en perspective ont été utilisées, le réseau peut être des tranches verticales de chaque image dans l'ordre 1,2,3,4,1,2,3,4,1,2,3,4,1,2,3,4... etc. et chaque ensemble de quatre canaux peut se trouver sous une lentille.

[0133] Il existe un certain nombre de procédés pour créer l'OVD selon la présente invention décrit ci-dessus. Dans toutes les formes de réalisation, on obtient une série d'images en perspective telles que décrites ci-dessus. Dans la forme de réalisation préférée, ces images en perspective sont alignées de gauche à droite de telle sorte que, pendant la reconstruction, l'image 3D soit créée à une profondeur prédéterminée par rapport au dispositif. A titre d'exemple, un point sur un objet est sélectionné de façon à se trouver sur la surface. Toutes les images en perspective sont décalées et/ou recadrées de telle sorte que ce point se trouve à la même position horizontale dans chaque trame d'image. Les images sont ensuite divisées en colonnes, et entrelacées en un fichier d'image finale qui comprend toutes les images agencées, par exemple, comme ci-dessus, 1,2,3,4,1,2,3,4,1,2,3,4,1,2,3,4... en étant numérotées par numéro de perspective. Cependant, et pour être clair, chaque colonne reste dans la position originale de l'image en perspective originale (après le décalage horizontal pour définir le plan de l'image). Par exemple, si les colonnes étaient numérotées par la position horizontale dans le fichier auquel elles appartenaient à l'origine, quel qu'il soit, la numérotation serait 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15...

[0134] Une autre technique d'entrelacement moins souhaitable et à plus faible résolution produisant un résultat dimensionnellement équivalent à l'exemple ci-dessus (avec 4 perspectives d'image) consisterait à utiliser les colonnes 1,1,1,1,4,4,4,4,8,8,8,12,12,12,12...

[0135] L'une des faiblesses des affichages lenticulaires 3D réside dans le fait que la largeur minimale des fentes multiplexées est associée à la résolution que peut obtenir l'imprimante, ce qui force l'utilisateur à utiliser moins d'images et/ou de plus grandes lenticules que ce qui serait idéal. Cependant, ces affichages ne sont pas dégradés par un éclairage par une source étendue, et sont également nets en éclairage par une source diffuse ou ponctuelle.

[0136] Le dispositif OVD selon la présente invention résout les inconvénients de ces deux technologies d'affichage 3D. L'holographie peut enregistrer des éléments d'image qui sont de l'ordre de quelques longueurs d'ondes de lumière, de sorte que des canaux extrêmement étroits peuvent être utilisés dans le dispositif. Cela permet l'utilisation de beaucoup plus d'images ou de trames en perspective que dans un affichage imprimé similaire : il peut donc autoriser l'utilisation de plus petites lenticules, ce qui augmente la résolution globale de l'image et rend le dispositif plus mince, plus facile à produire et moins coûteux. Du fait que les images en perspective 2D sont multiplexées de la même manière qu'elles le sont dans une image lenticulaire 3D imprimée, et du fait que les lenticules redirigent ces images selon les angles corrects, la séparation horizontale des différentes perspectives n'est pas modifiée par l'éclairage et l'image reste nette sous un éclairage inférieur à un éclairage idéal.

[0137] Les formes de réalisation des Figures 9 et 10 peuvent produire un effet optique principal à travers les structures de focalisation 72-74, 82-84 qui focalisent sur l'arrière 76, 86 des substrats 71, 81 tel que décrit ci-dessus, mais qui produisent également un effet optique secondaire lorsque les pluralités d'éléments d'image 77-79, 87-89 sont observés depuis l'arrière des substrats 71, 81. La demanderesse croit que l'effet secondaire est provoqué par le fait que les structures de focalisation 72-74, 82-84 ont des surfaces qui produisent un faible échantillonnage en redirigeant la lumière de manière légèrement préférentielle à travers l'imagerie. Le fait de déplacer l'OVD peut changer ce point de préférence dans l'imagerie et faire en sorte que l'oeil voie l'effet de l'OVD. Une certaine quantité de lumière peut résulter de la réflexion interne totale et une certaine quantité de lumière peut être due à une faible réflexion se produisant sur les surfaces externes des structures de focalisation 72-74, 82-84. Un revêtement de protection, tel qu'un vernis transparent peut être appliqué sur les structures de focalisation lenticulaires 72-74, 82-84. Le revêtement de protection peut être appliqué sur les structures de focalisation lenticulaires 72-74, 82-84, ainsi que sur d'autres zones du substrat 71, 81 dans lesquelles les structures de focalisation lenticulaires 72-74, 82-84 ne sont pas présentes. Ces dernières zones (non représentées) peuvent contenir une image en 2D qui peut être visible au moins lorsque le dispositif tourne autour d'un axe perpendiculaire au plan du dispositif ou est basculé d'avant en arrière autour d'un axe contenu dans le plan du dispositif. L'image en 2D peut comprendre une structure diffractive ou non-diffractive telle qu'une encre changeant de couleur.

[0138] De préférence, le revêtement de protection est un revêtement à indice de réfraction élevé (HRI), car cela peut aider à assurer que l'effet optique produit par les structures de focalisation lenticulaires 72-74, 82-84 reste visible même si le revêtement est appliqué en une couche épaisse qui ne suit pas le contour des lentilles. Cependant, dans certaines formes de réalisation, des revêtements possibles peuvent être constitués d'un vernis transparent n'ayant pas un indice de réfraction élevé.

[0139] D'une manière similaire aux structures de focalisation, des revêtements peuvent également être appliqués sur les pluralités d'éléments d'image 77-79, 87-89.

[0140] On comprendra qu'un revêtement approprié doit présenter l'un ou la totalité des attributs suivants, incluant : bonne adhérence au substrat, grande transparence, caractère généralement incolore et robustesse. Des revêtements possibles peuvent inclure un vernis transparent n'ayant pas un indice de réfraction élevé. Un vernis peut désigner un matériau qui résulte en un fini protecteur et relativement durable. Des vernis transparents représentatifs peuvent comprendre, mais sans y être limités, de la nitrocellulose et de l'acétobutyrate de cellulose. D'une autre manière, le revêtement peut inclure un revêtement à indice de réfraction élevé, qui est un revêtement ayant un composant oxyde métallique de faible granulométrie et indice de réfraction élevé dispersé dans un support, un liant ou une résine. Un tel revêtement à indice de réfraction élevé peut contenir du solvant car il s'agit d'une dispersion. Lorsqu'un revêtement à indice de réfraction élevé de ce type est utilisé, il peut être durci à l'air ou durci aux UV.

[0141] D'une autre manière, il est également possible d'utiliser un revêtement à indice de réfraction élevé utilisant un polymère non-métallique, tel que qu'un polymère organique bromé ou contenant du soufre.

[0142] Les avantages du dispositif de sécurité optique selon la présente invention peuvent par exemple inclure ce qui suit :

1. Une imagerie 3D réelle peut être produite en grande série avec une plus grande profondeur et une plus grande clarté, sous une forme relativement peu onéreuse, qui peut être intégrée immédiatement dans une technologie de billets de banques existante.
2. Les détails fournis par l'imagerie diffractive à haute résolution peuvent être beaucoup plus grands qu'il n'est actuellement possible avec les technologies d'impression à haut débit.

3. Une imagerie 3D peut être aisément différenciée d'une imagerie 2D par un profane. Ceci, ajouté à des difficultés de contrefaçon ou de simulation d'une telle imagerie 3D, devrait résulter en une sécurité améliorée.
4. Une imagerie 3D en niveaux de gris générée à partir d'OVD fabriqués à l'aide de techniques de fabrication à haut volume et faible coût peut être vue depuis une large plage d'angles de vue et avec une plus grande résolution d'image que des images en couleur dans l'espace de couleur RVB.
5. Des obstacles de sécurité supplémentaires à surmonter par tout contrefacteur peuvent inclure:
 - a) l'obtention d'une imagerie photographique de premier étage d'une personne ou d'un lieu ;
 - b) le développement d'une micro-technologie OVD pour dupliquer ou simuler des canaux diffractifs stéréographiques ;
 - c) le développement de microlentilles cylindriques spécifiques requises pour la technologie ci-dessus ;
 - d) l'alignement précis des microlentilles avec l'imagerie stéréographique sur un substrat polymère ;
 - e) du fait qu'un portrait est souvent utilisé pour la conception de billets de banque, l'image utilisée peut capturer une personne spécifique à un instant spécifique, ce qui est susceptible d'augmenter significativement la difficulté d'imiter un portrait;
6. le mariage de deux technologies 3D distinctes antérieures, à savoir, des lentilles microscopiques et des éléments d'image diffractifs peut faciliter la création d'un produit qui n'était pas possible jusqu'à maintenant, à savoir un portrait 3D clair (ou une autre image) sur un billet de banque.

[0143] Finalement, on comprendra que différents changements, modifications et/ou ajouts peuvent être apportés aux constructions et agencements d'éléments décrits ci-dessus sans sortir du cadre de l'invention telle que définie dans les revendications.

Revendications

1. Dispositif de sécurité (70) comprenant :
une pluralité d'éléments de focalisation (72-74) ; et
pour chaque élément de focalisation (72-74), une pluralité d'éléments d'image (77-79) associés, lesdits éléments d'image de chacune des pluralités d'éléments d'image (77-79) formant au moins un premier et un deuxième groupes d'éléments d'image de ladite pluralité d'éléments d'image,
dans lequel, pour chacune des pluralités d'éléments d'image (77-79), chaque élément d'image est situé dans un plan d'objet de façon à être visible à travers l'élément de focalisation associé à ladite pluralité d'éléments d'image,
dans lequel chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image comprend un réseau diffractif ou un réseau sub-longueur d'onde qui, lorsqu'il est éclairé par une source de lumière, génère une image de diffraction observable selon une plage d'angles de vue autour du dispositif, et pour chacune des pluralités d'éléments d'image, les éléments d'image du premier groupe étant visibles selon une première plage d'angles de vue et les éléments d'image du deuxième groupe étant visibles selon une deuxième plage d'angles de vue.
2. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 1, dans lequel pour chaque pluralité d'éléments d'image, lesdits éléments d'image forment trois groupes d'éléments d'image ou plus pour représenter une image observable selon différents angles de vue.
3. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'image de diffraction est une image en niveaux de gris ou monochromatique qui inclut une pluralité de niveaux de brillance à travers l'image, ou une image en couleur qui inclut une pluralité de couleurs.
4. Dispositif de sécurité (70) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image comprend trois sous-éléments, appelés sous-éléments rouge, vert et bleu, et les trois sous-éléments rouge, vert et bleu incluent chacun leur propre réseau diffractif ou réseau sub-longueur d'onde, la fréquence et/ou le pas des réseaux diffractif ou des réseaux sub-longueur d'onde étant différents dans chacun des trois sous-éléments rouge, vert et bleu de telle sorte que chaque sous-élément produise une couleur primaire prédéterminée rouge, vert ou bleu lorsqu'il est éclairé.
5. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 4, dans lequel les sous-éléments rouge, vert et bleu sont disposés sous la forme d'une bande, de sorte que, lorsque la bande est considérée verticalement dans le sens de sa plus grande dimension, le sous-élément rouge étant situé en haut de la bande, le sous-élément vert est situé au milieu de la bande, et le sous-élément bleu étant situé en bas de la bande.
6. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel les sous-éléments rouge, vert et bleu ont une même taille physique, les réseaux diffractifs ou sub-longueur d'onde des sous-éléments rouge, vert et bleu compre-

nant une distribution de taille et/ou une distribution spatiale correspondant à des niveaux de gris ou des niveaux de brillance associés au sous-élément.

7. Dispositif de sécurité (70) selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel chacun des sous-éléments rouge, vert et bleu inclut une zone de réseau efficace qui inclut le réseau de diffraction ou le réseau sub-longueur d'onde, et une zone non-diffractive qui n'inclut aucun réseau, et une valeur de brillance de chaque sous-élément est modifiée par changement de la zone de réseau efficace dans chaque sous-élément et/ou la zone non-diffractive du sous-élément.
8. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 7, dans lequel les zones non-diffractives de chacun des sous-éléments rouge, vert et bleu ont une même taille pour un élément d'image donné, pour ainsi générer une image en niveaux de gris, ou bien les zones non-diffractives dans chacun des sous-éléments rouge, vert et bleu ont une taille différente pour un élément d'image donné, pour ainsi générer une image en couleur.
9. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 1, dans lequel chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image inclut un réseau de diffraction aléatoire ayant un pas et/ou une largeur de réseau aléatoire de façon à diffracter la lumière incidente selon des angles différents, de telle sorte que la lumière incidente diffractée par le réseau de diffraction soit diffuse et que l'image de diffraction observable soit une image en niveaux de gris.
10. Dispositif de sécurité (70) selon la revendication 9, dans lequel chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image inclut une zone de réseau efficace qui inclut le réseau de diffraction ou le réseau sub-longueur d'onde, et une zone non-diffractive qui n'inclut aucun réseau, et une valeur de brillance de chaque élément d'image est modifiée par changement de la zone de réseau efficace et/ou de la zone non-diffractive de l'élément d'image.
11. Dispositif de sécurité (70) selon l'une des revendications 7, 8 ou 10, dans lequel la zone non-diffractive inclut une surface micro-structurée ayant des pièges à lumière pour la création de réflexion internes de la plus grande partie de la lumière incidente, qui ne peut donc pas être réfléchiée en dehors et à distance des pièges à lumière ; ou la zone non-diffractive a un revêtement réfléchissant pour la réflexion spéculaire de la lumière incidente ; ou la zone non-diffractive a un revêtement absorbant la lumière.
12. Dispositif de sécurité (70) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le réseau diffractif ou le réseau sub-longueur d'onde de chaque élément d'image de la pluralité d'éléments d'image est formé à partir d'une structure à relief de surface formée à partir d'une encre durcissable par rayonnement et dans lequel les éléments de focalisation sont formés à partir d'une encre durcissable par rayonnement.
13. Dispositif de sécurité (80) comprenant :
une pluralité d'éléments de focalisation (82-84) ; et
pour chaque élément de focalisation, une pluralité d'éléments d'image (87-89) associés, lesdits éléments d'image de chacune des pluralités d'éléments d'image formant au moins un premier et un deuxième groupes d'éléments d'image de ladite pluralité d'éléments d'image,
dans lequel, pour chacune des pluralités d'éléments d'image, chaque élément d'image est situé dans un plan d'objet de façon à être visible à travers l'élément de focalisation associé à ladite pluralité d'éléments d'image,
dans lequel chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image inclut une surface structurée pour provoquer une réflexion diffuse de la lumière incidente, ladite pluralité d'éléments d'image étant conçus pour générer une image observable lorsqu'ils sont éclairés par la lumière incidente, et les éléments d'image du premier groupe étant observables selon une première plage d'angles de vue et les éléments d'image du deuxième groupe étant observables selon une deuxième plage d'angles de vue.
14. Dispositif de sécurité (80) selon la revendication 13, dans lequel la surface structurée pour provoquer une réflexion diffuse de la lumière incidente inclut un réseau de diffusion aléatoire ayant un pas de réseau aléatoire de façon à diffracter la lumière d'une longueur d'onde donnée selon des angles différents, de telle sorte qu'une lumière incidente blanche diffractée par le réseau de diffraction aléatoire soit diffuse et que l'image observable soit une image en niveaux de gris.
15. Dispositif de sécurité (80) selon la revendication 14, dans lequel la surface structurée pour provoquer une réflexion diffuse de la lumière incidente inclut un ensemble de micromiroirs disposés de manière aléatoire qui provoque la réflexion diffuse de la lumière incidente dans des directions différentes.
16. Dispositif de sécurité (80) selon la revendication 14, dans lequel chaque élément d'image inclut une zone de réseau efficace qui inclut le réseau de diffraction aléatoire, et une zone non-diffractive qui n'inclut aucun réseau, et une valeur de brillance de chaque élément d'image est modifiée par changement de la zone de réseau efficace et/ou la zone non-diffractive de l'élément d'image.
17. Dispositif de sécurité (80) selon la revendication 16, dans lequel la zone non-diffractive inclut un ou plusieurs quelconque des éléments suivants :
une surface micro-structurée ayant des pièges à lumière pour la création de réflexions internes de la plus grande partie de la lumière incidente, qui ne peut donc pas être réfléchiée en dehors et à distance des pièges à lumière,
un revêtement réfléchissant pour la réflexion spéculaire de la lumière incidente, et
un revêtement absorbant la lumière.

18. Dispositif de sécurité (70 ;80) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les éléments d'image sont anamorphiques, et, plus préférablement, les éléments d'image sont configurés pour avoir une forme rectangulaire, de sorte que les longueurs des éléments d'image soient supérieures aux largeurs.
19. Dispositif de sécurité (70 ;80) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'image de diffraction observable ou l'image observable est une image en trois dimensions d'une scène, d'un objet et/ou d'une personne.
20. Procédé de formation d'un dispositif de sécurité (70 ;80) selon l'une des revendications 1 à 19 incluant les étapes consistant à :
prévoir un substrat (71 ;81); 72-74
appliquer une pluralité d'éléments de focalisation (72-74;82-84) sur une première surface du substrat (76 ;86); et
appliquer une pluralité d'éléments d'image (77-79 ;87-89) sur une seconde surface du substrat, chaque élément d'image étant situé dans un plan d'objet de façon à être visible à travers un élément de focalisation associé, lesdits éléments d'image de chacune des pluralités d'éléments d'image (77-79 ; 87-89) formant au moins un premier et un deuxième groupes d'éléments d'image de ladite pluralité d'éléments d'image ; de sorte que chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image comprend un réseau diffractif ou un réseau sub-longueur d'onde qui, lorsqu'il est éclairé par une source de lumière, génère une image de diffraction observable selon une plage d'angles de vue autour du dispositif, et pour chacune des pluralités d'éléments d'image, les éléments d'image du premier groupe étant visibles selon une première plage d'angles de vue et les éléments d'image du deuxième groupe étant visibles selon une deuxième plage d'angles de vue
ou de sorte que chaque élément d'image de chaque pluralité d'éléments d'image inclut une surface structurée pour provoquer une réflexion diffuse de la lumière incidente, ladite pluralité d'éléments d'image étant conçus pour générer une image observable lorsqu'ils sont éclairés par la lumière incidente, et les éléments d'image du premier groupe étant observables selon une première plage d'angles de vue et les éléments d'image du deuxième groupe étant observables selon une deuxième plage d'angles de vue ;
dans lequel la pluralité d'éléments de focalisation et les pluralités d'éléments d'images sont obtenues en :
appliquant une couche d'encre gaufrable durcissable par rayonnement sur la première ou la seconde surface du substrat,
gaufrer la couche d'encre gaufrable durcissable par rayonnement pour former les éléments de focalisation et/ou les éléments d'image, et
durcir l'encre par rayonnement pour fixer les éléments de focalisation et/ou les éléments d'image sur l'une ou l'autre des première ou seconde surfaces du substrat.
21. Document de sécurité, incluant un dispositif de sécurité (70 ;80) selon l'une des revendications 1 à 17.
22. Document de sécurité selon la revendication 21, dans lequel le dispositif de sécurité (70 ;80) est prévu dans une région de fenêtre ou de demi-fenêtre du document de sécurité.
23. Document de sécurité selon l'une des revendications 21 et 22, caractérisé par le fait que ledit document de sécurité est un billet de banque, un passeport, une carte de crédit ou un chèque.

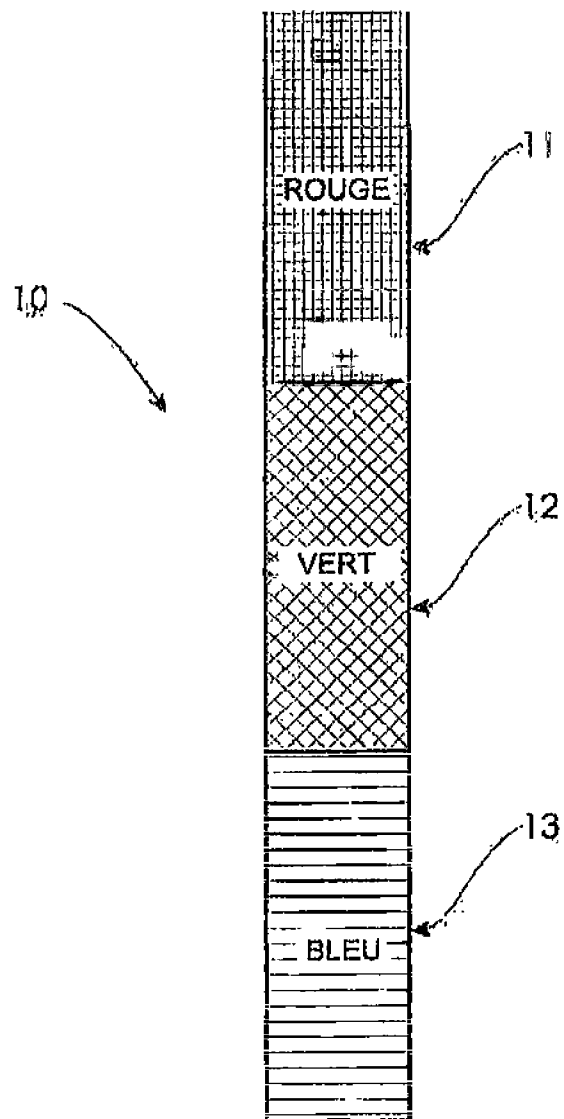


Fig. 1

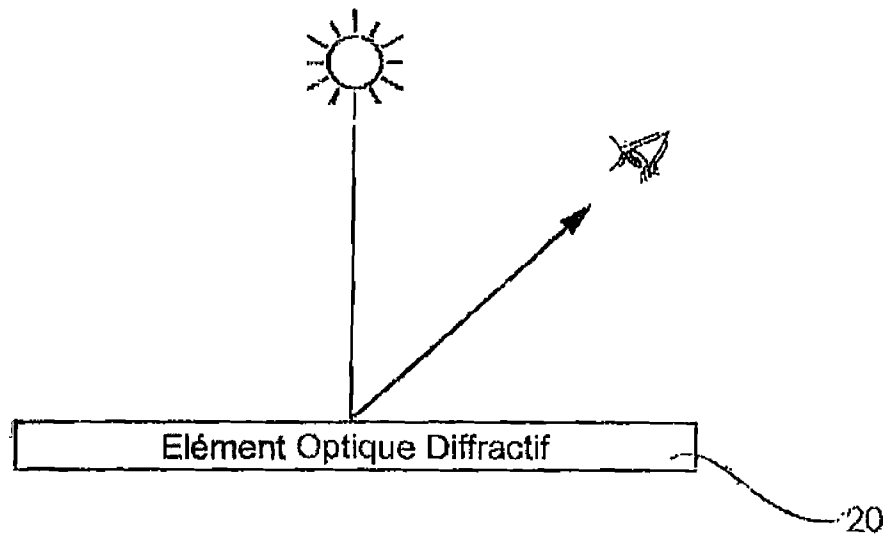


Fig. 2

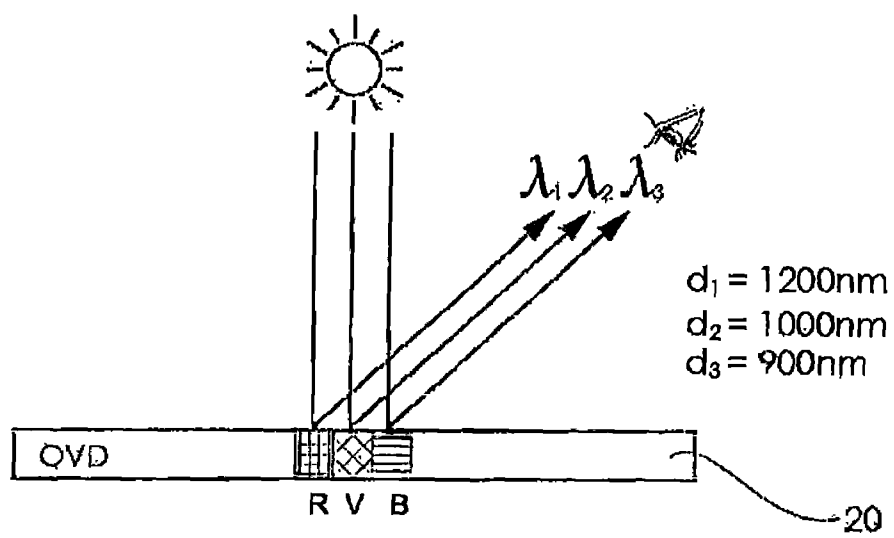


Fig. 3

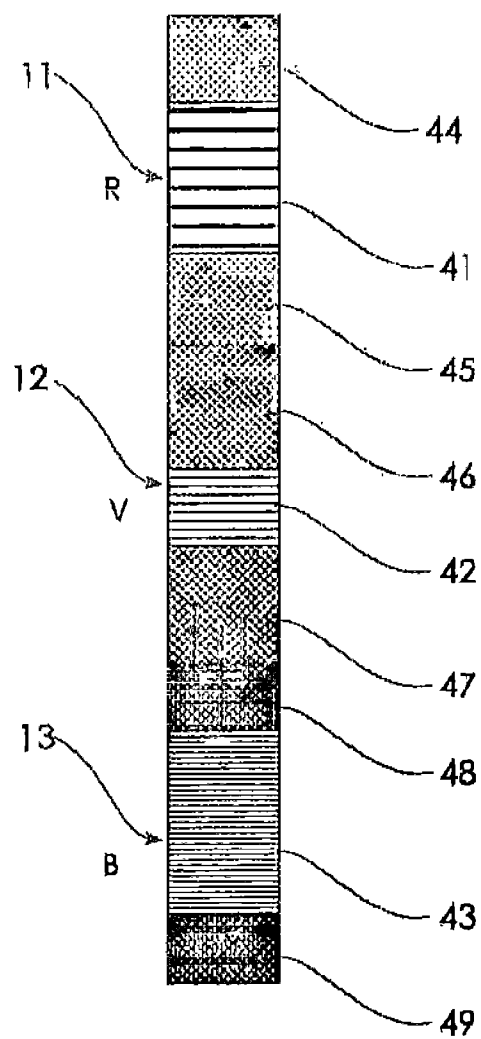


Fig. 4

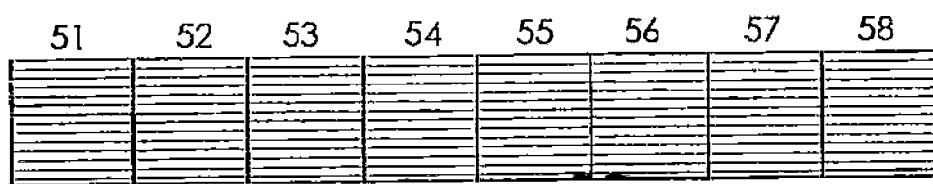


Fig. 5 (a)

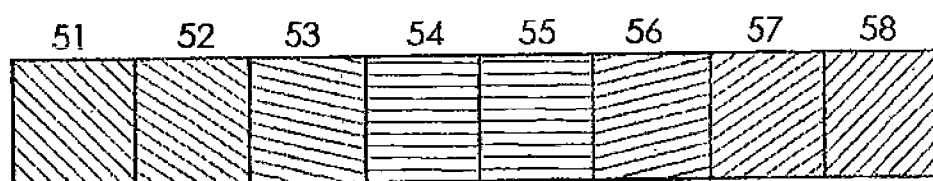


Fig. 5 (b)

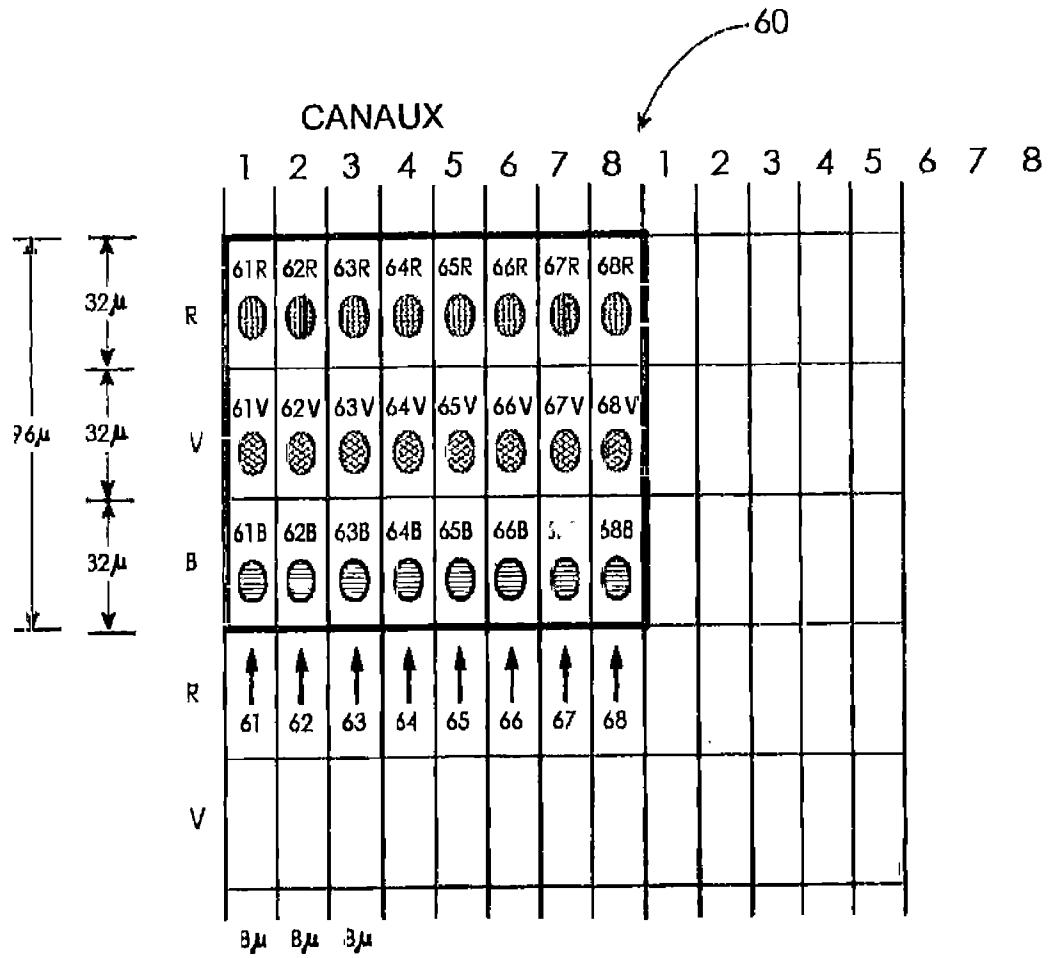


Fig. 6

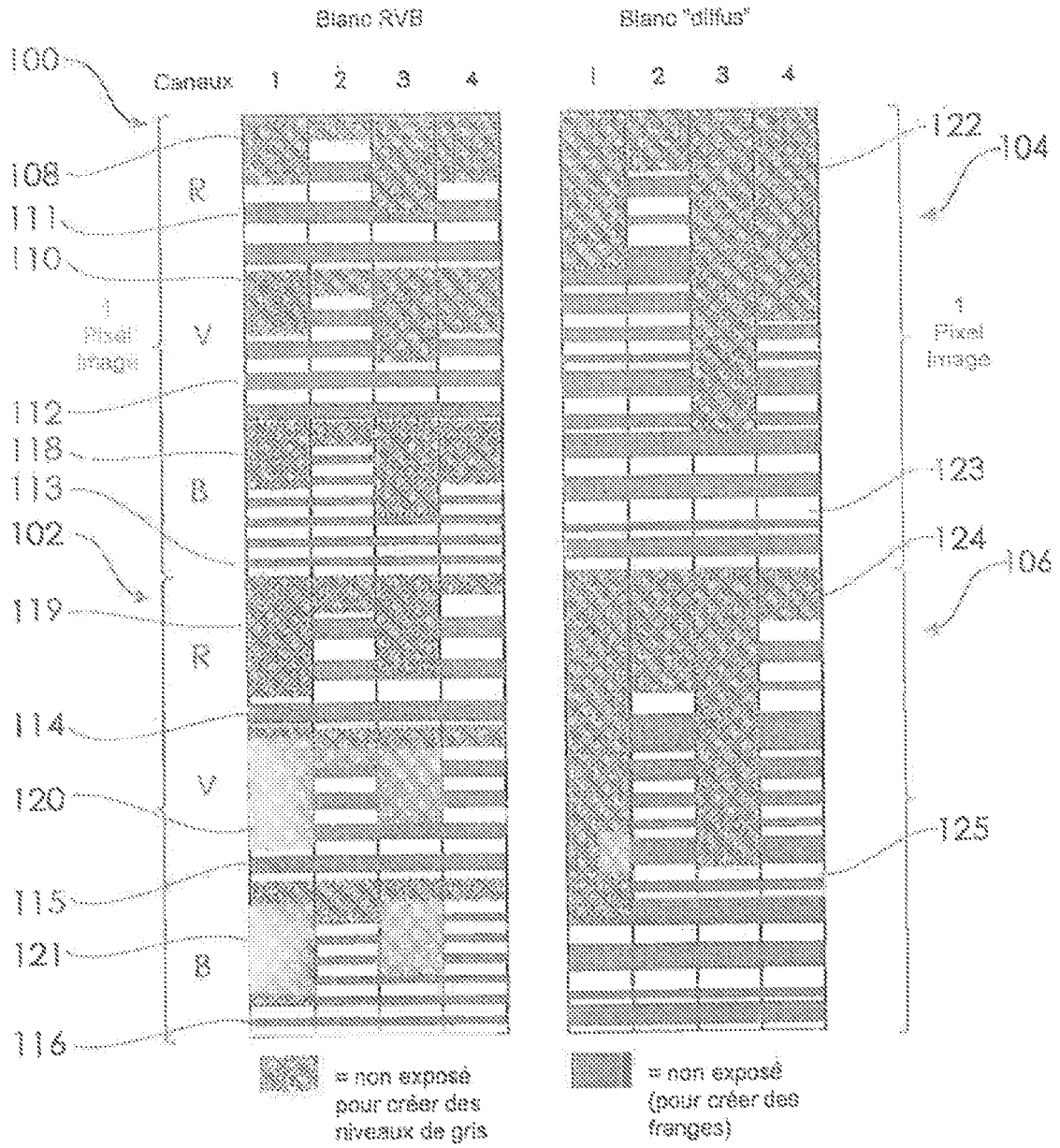
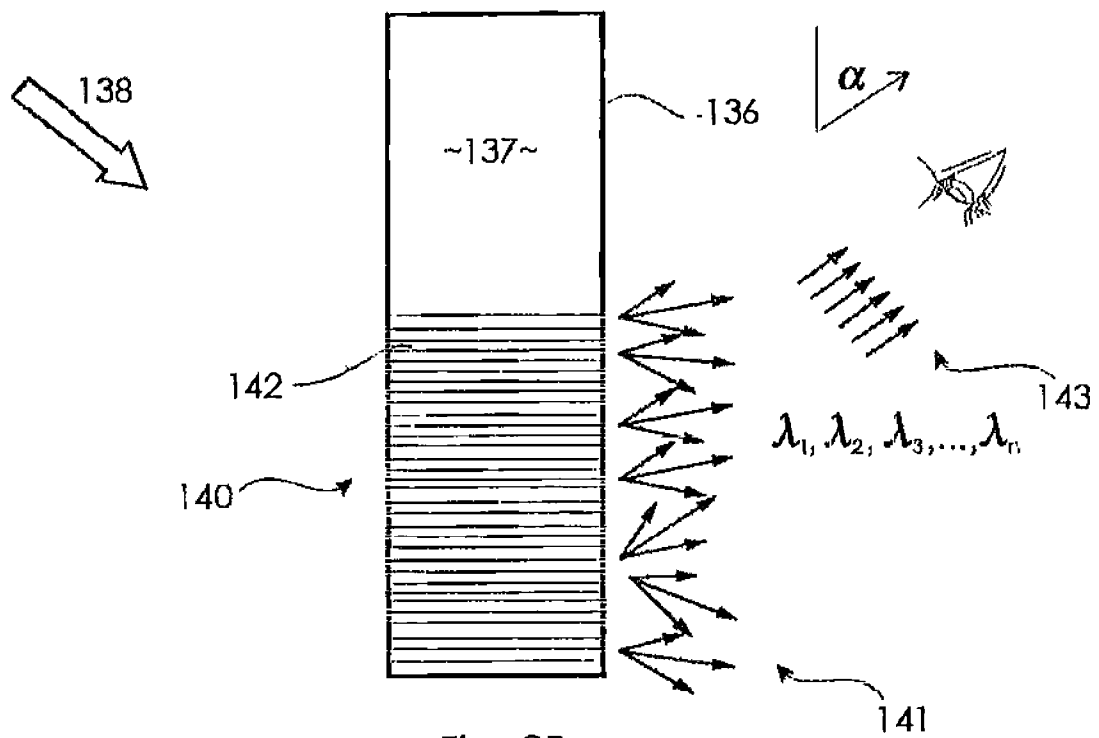
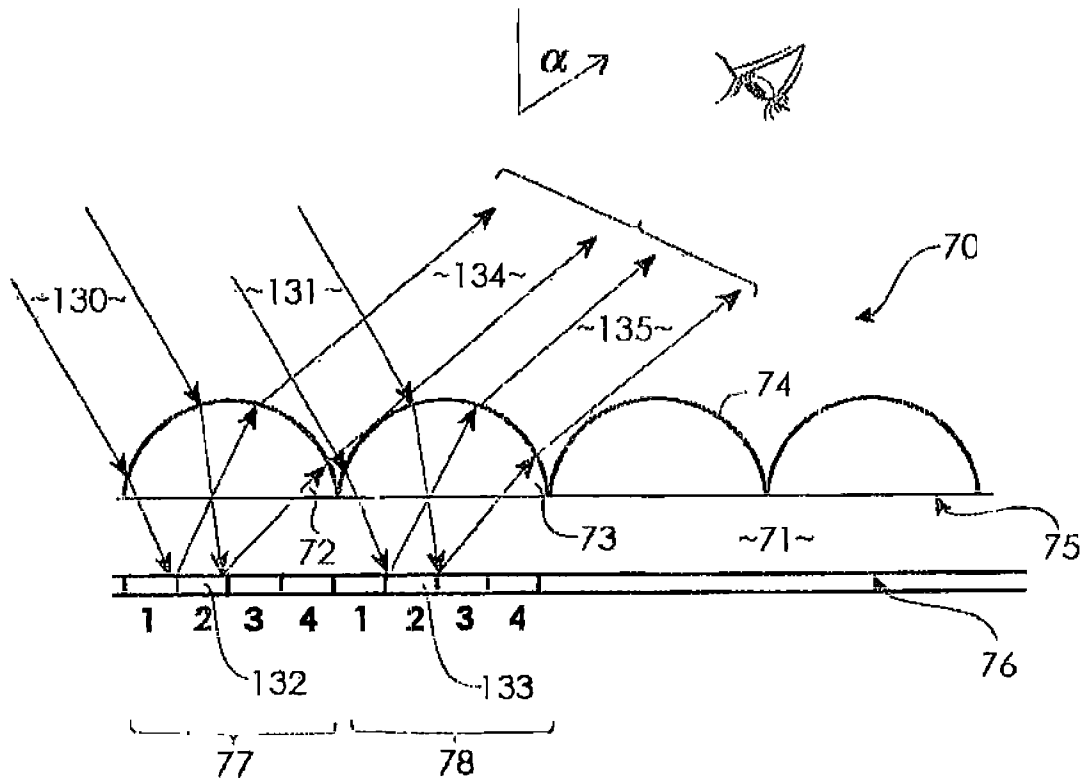


Fig. 7A

Fig. 7b



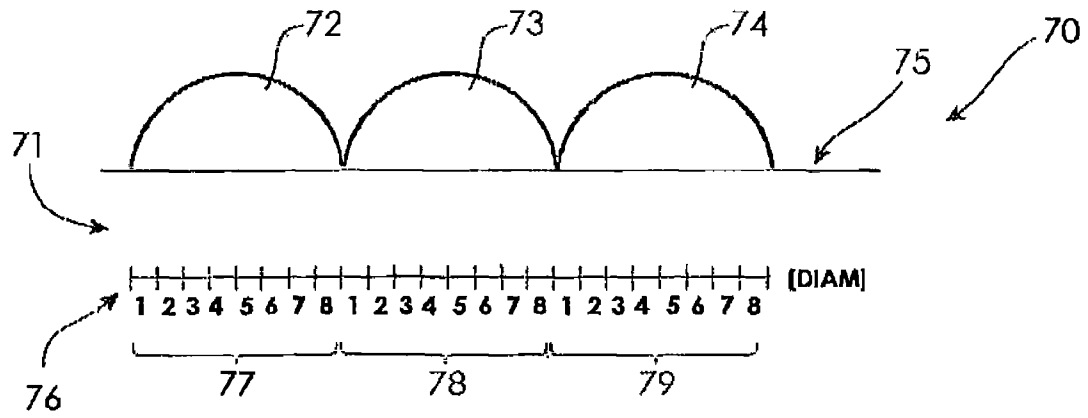


Fig. 9

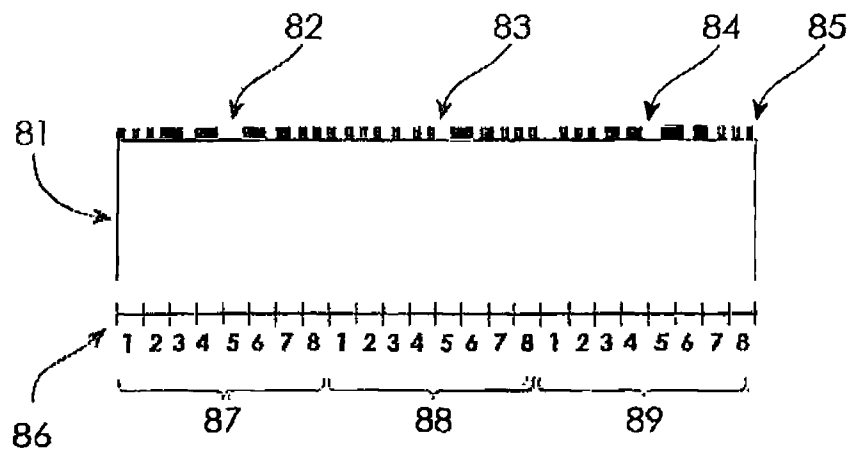


Fig. 10

Organigramme d'opérations de production

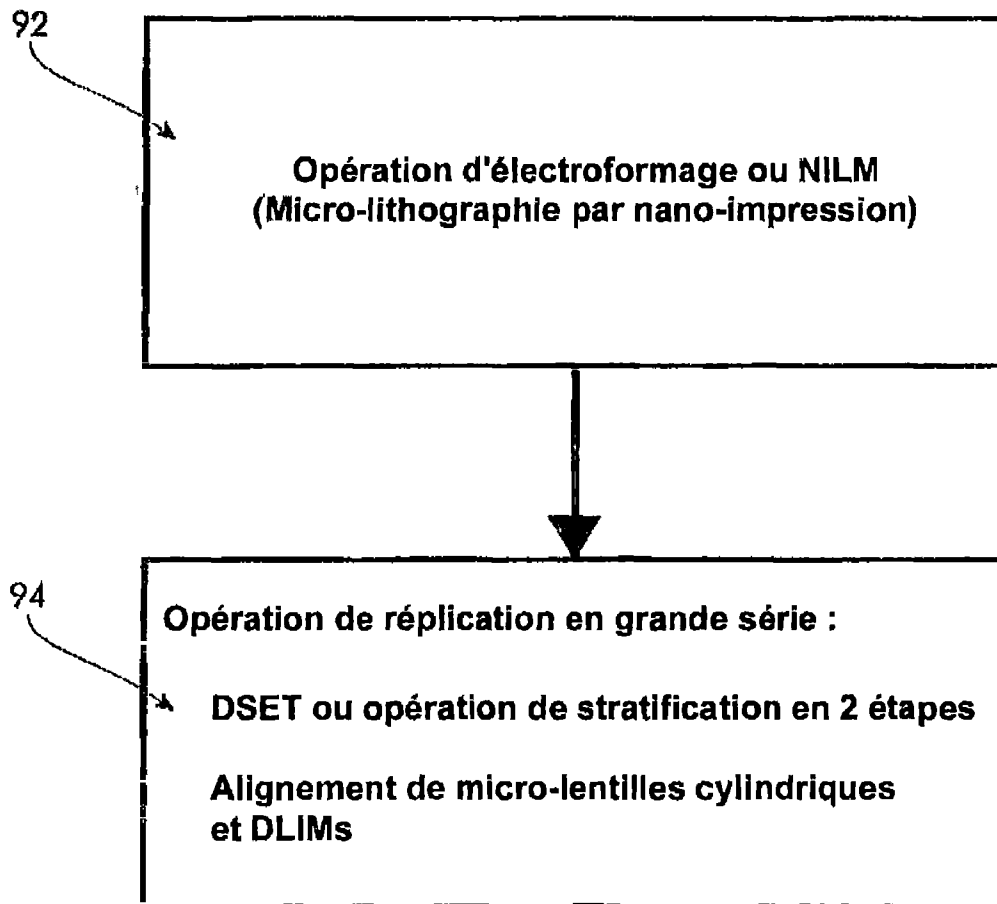


Fig. 11

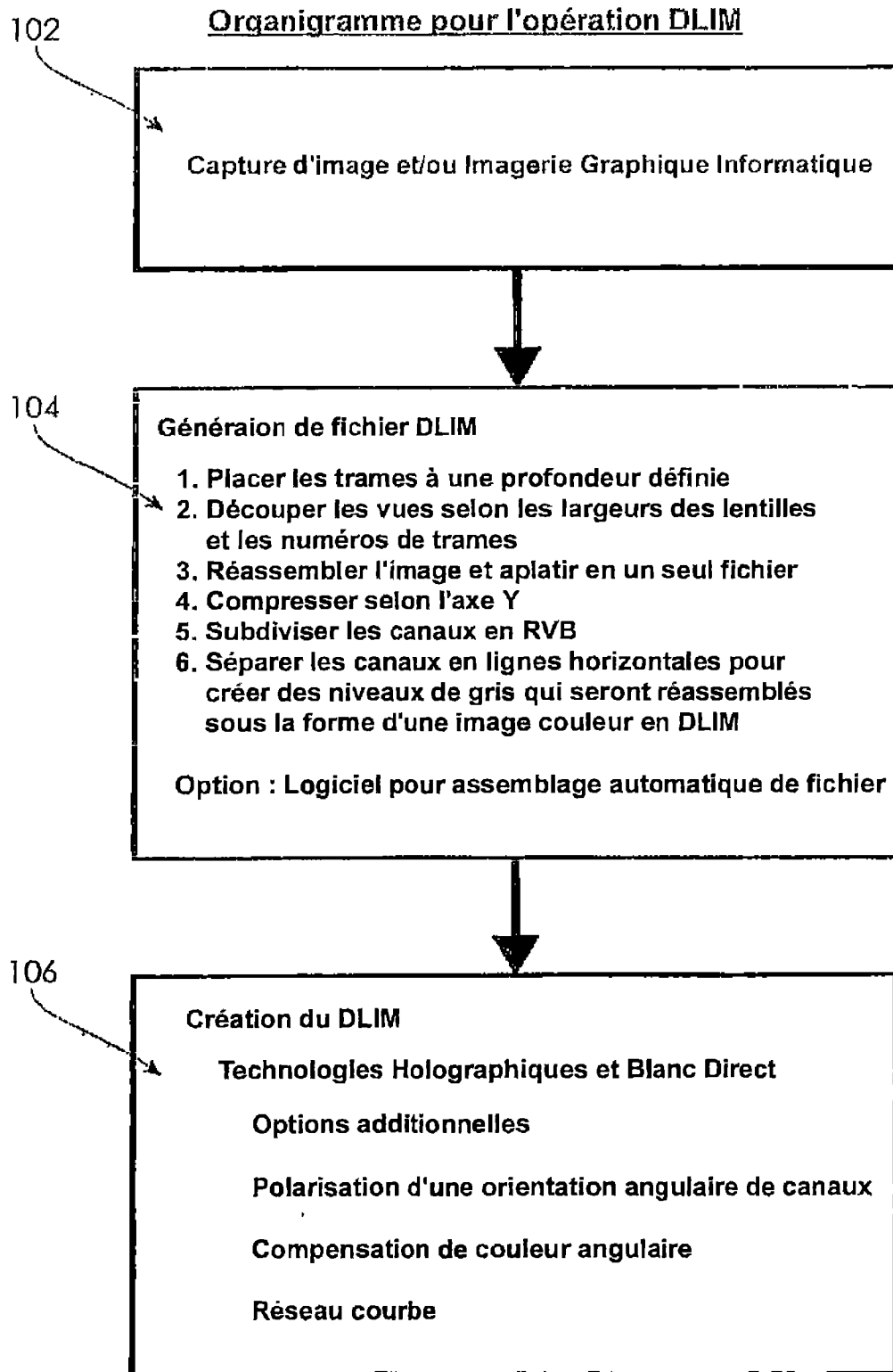


Fig. 12

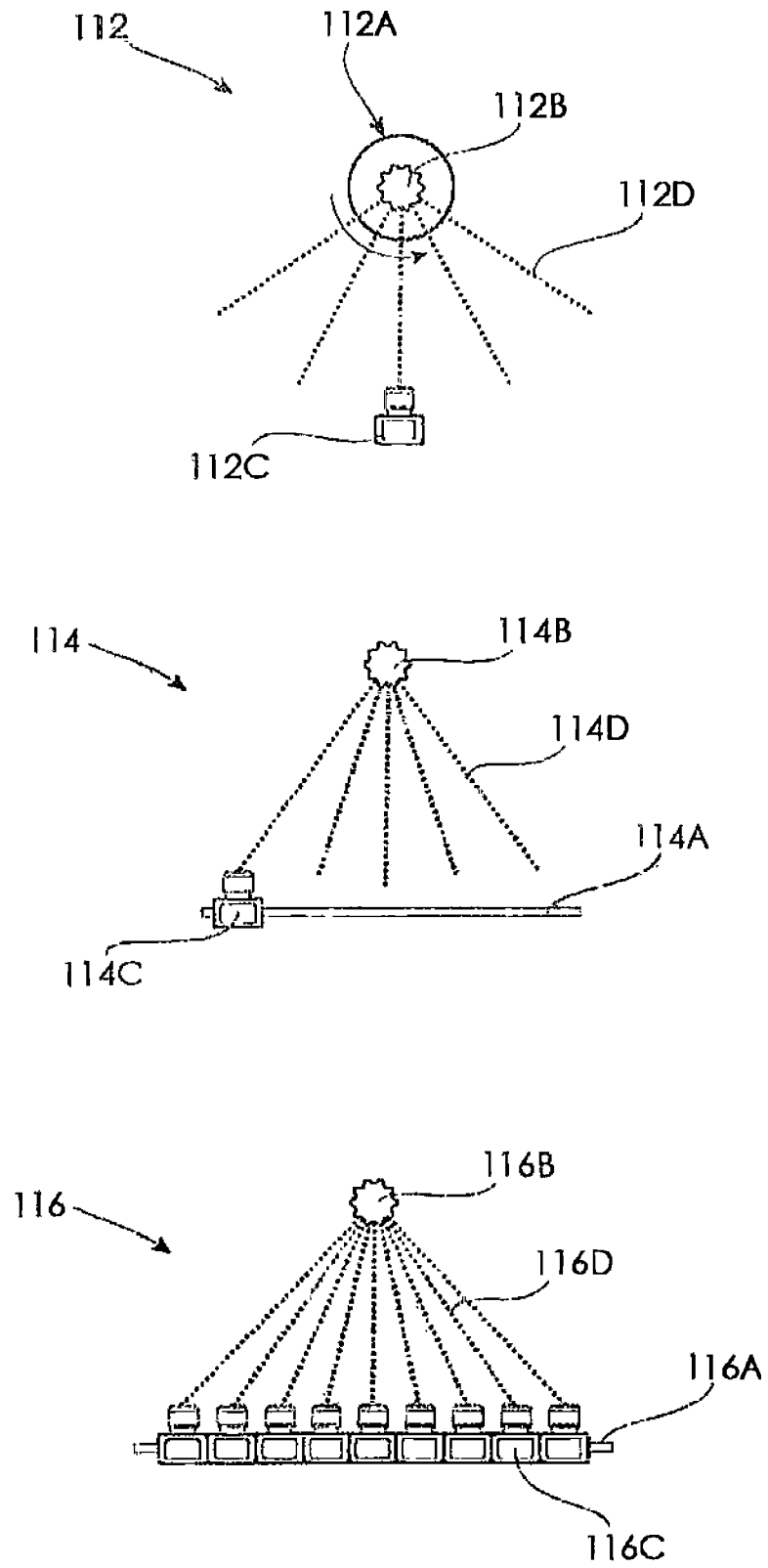


Fig. 13

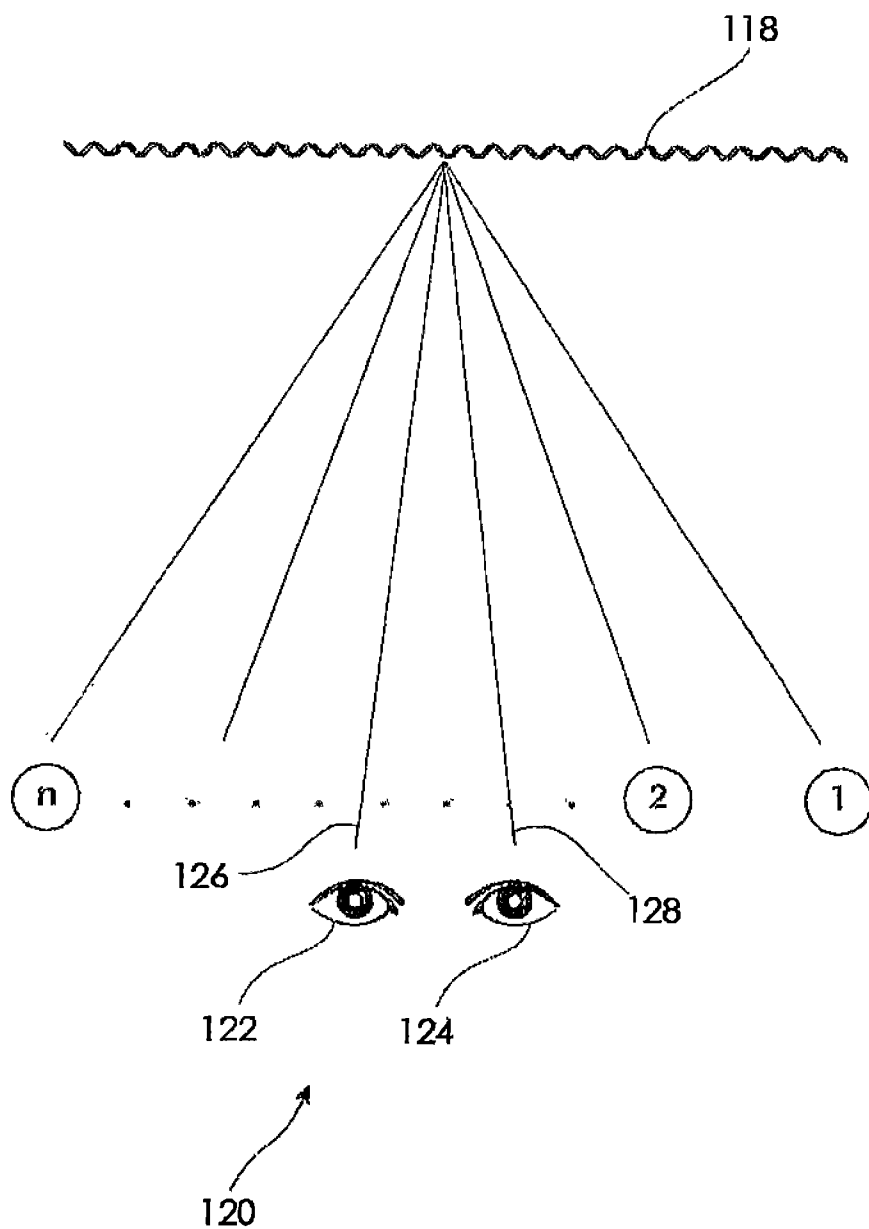


Fig. 14