

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 490 B1**

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

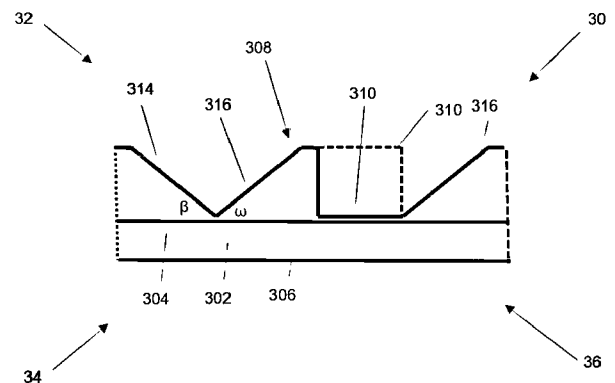
(51) Int. Cl.: **B42D 25/32** (2014.01)
B42D 25/32 (2014.01)
B42D 25/35 (2014.01)
B42D 25/41 (2014.01)
B42D 25/42 (2014.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande:	000960/2022	(73) Titulaire(s):	CCL SECURE PTY LTD, 1-17 Potter St. - Craigieburn Victoria 3064 (AU)
(22) Date de dépôt:	12.02.2021	(72) Inventeur(s):	Karlo Ivan Jolic, Craigieburn Victoria 3064 (AU)
(43) Demande publiée:	19.08.2021	(74) Mandataire:	MICHELI & CIE SA, 122, Rue de Genève Case postale 61 1226 Thônex (CH)
(30) Priorité:	12.02.2020 AU 2020900385	(86) Demande internationale:	PCT/AU 2021/050122
(24) Brevet délivré:	30.09.2024	(87) Publication internationale:	WO 2021/159183
(45) Fascicule du brevet publié:	30.09.2024		

(54) **Dispositif, en particulier de sécurité, à effet optique**

(57) L'invention concerne un dispositif à effet optique comprenant : un substrat (302) ayant une première surface (304) et une deuxième surface (306) ; une pluralité de structures (308) agencée sur la première surface (304), chaque structure (308) ayant une première facette (310) et une deuxième facette (314), la première facette (310) de chaque structure (308) étant essentiellement parallèle à la première surface (304) du substrat (302), la deuxième facette (314) de chaque structure (308) définissant une pente par rapport à la première surface (304), et les premières facettes (310) de la pluralité de structures (308) formant un premier ensemble de facettes. Le premier ensemble de facettes définit un premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique (300) est vu selon une première plage d'angles de vue.



Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne d'une manière générale le domaine des dispositifs à effet optique, en particulier les dispositifs de sécurité optique, par exemple ceux qui sont utilisés sur les billets de banque.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

[0002] Il est bien connu qu'un grand nombre de billets de banque dans le monde, ainsi que d'autres documents de sécurité, portent des dispositifs optiques, qui servent d'éléments de sécurité à des fins d'authentification. Certains éléments de sécurité optiques produisent des effets optiques qui peuvent varier selon la plage d'angles de vue ou nécessiter une source d'éclairage optique prédéterminée afin de révéler les effets optiques. L'incorporation de tels éléments de sécurité optiques dans les documents de sécurité a donc un effet dissuasif contre la contrefaçon du document.

[0003] Certains dispositifs de sécurité optiques, par exemple les images lenticulaires, les images entrelacées, les stéréogrammes, les images intégrales, les moirés grossissants, et analogues, souffrent d'un certain nombre de problèmes similaires. Par exemple, la résolution limitée des pixels, l'adressabilité des pixels et le calage des différentes couleurs les unes par rapport aux autres. La taille physique des lentilles utilisées dans une application de dispositif de sécurité est habituellement déterminée par un certain nombre de facteurs, incluant la hauteur de flèche de la lentille et la longueur focale de la lentille (étroitement liée à l'épaisseur du matériau sur lequel la lentille sera formée et la distance de la surface de mise au point, habituellement sur l'avant de la lentille).

[0004] Les problèmes concernant les images à haute résolution et le calage des couleurs (en particulier les images multicolores) ont été abordés dans le passé par différentes méthodes.

[0005] Un procédé consiste à utiliser des éléments d'imagerie diffractive, où les couleurs sont créées par des éléments de diffraction situés dans une seule surface. Avec cette méthode, différentes couleurs sont produites en modifiant l'espacement entre des éléments parallèles du réseau de diffraction afin de diffracter préférentiellement une longueur d'onde de lumière à un angle de vue donné.

[0006] Un autre procédé fait appel à des structures plasmoniques sur lesquelles sont créées des surfaces conductrices avec des structures périodiques sub-longueur d'onde, de façon que des ondes stationnaires (résonantes) d'une fréquence particulière soient créées entre les structures.

[0007] Un autre procédé consiste à utiliser un laser pour modifier les structures des couches d'interférence dans une structure multicouche déposée sous vide.

[0008] Un autre procédé consiste à créer une couleur structurelle en mélangeant des cristaux liquides chiraux et nématiques. Bien que l'utilisation de ces deux matériaux soit connue depuis longtemps pour créer des paires de couleurs à un angle donné, la couleur créée est obtenue en contrôlant le rapport de la paire de cristaux liquides. Le pas hélicoïdal des matériaux est contrôlé par le ratio des deux matériaux, ce qui permet de créer la paire de couleurs perçue. OPSEC Security (www.opsecurity.com) a créé un processus qui contrôle le pas en contrôlant la quantité d'exposition à une fréquence de lumière donnée. Lorsque le quantum de lumière augmente, la couleur se déplace d'une extrémité du spectre à l'autre. Il est envisagé d'obtenir cet effet en utilisant un masque en échelle de gris pour contrôler le degré d'exposition à la lumière.

[0009] Tous ces procédés souffrent de certains inconvénients.

[0010] Avec la méthode d'imagerie diffractive, la couleur de l'image varie en fonction de la plage d'angles de vue. L'efficacité de la diffraction varie en fonction de la taille des pixels et, ce qui est important, lorsqu'il est utilisé avec une lentille, le dispositif ne fonctionne que lorsque les réseaux de diffraction sont à 90 degrés par rapport à la direction de la lentille, c'est-à-dire qu'il ne fonctionne qu'avec des lentilles cylindriques et non avec des lentilles rondes, ce qui limite cet effet à un seul plan.

[0011] Les dispositifs plasmoniques nécessitent des surfaces métalliques hautement conductrices pour fonctionner efficacement. Ils ont, en général, une intensité de couleur relativement faible et ont tendance à produire des teintes douces plutôt que des couleurs vives. Leur capacité à être intégrés dans un processus de fabrication à grande vitesse est limitée en raison du rapport d'aspect élevé des structures ainsi que, typiquement, la nécessité de métalliser la structure sous vide pour obtenir la conductivité de surface requise.

[0012] Le processus actuel utilisant des couches d'interférence exige que l'empilement réfractif multicouche soit produit à l'aide d'un procédé de dépôt par magnétron. Chaque pixel individuel doit alors être écrit séparément à l'aide d'un laser. Cela limite la technologie à un traitement par lots avec un débit d'écriture très lent (même si le laser peut avoir des vitesses d'écriture relativement élevées, un grand nombre de pixels nécessiterait des dizaines de secondes d'écriture pour chaque image, voire des minutes).

[0013] La paire nématique-cholestérique UV par la voie de l'exposition à la lumière présente la complexité supplémentaire de devoir contrôler non seulement le degré d'exposition à la lumière à travers un masque mais également le vieillissement de la source lumineuse en fonction du temps. Toute variation se traduira par une variation de la couleur des images. Cela

nécessite que le dispositif à exposer soit correctement aligné avec la surface d'un matériau sur lequel il est déposé, ce qui complique encore le processus de fabrication.

[0014] Au moins des formes de réalisation préférées de la présente invention mettent à disposition un dispositif optique et un procédé pour la formation de celui-ci, qui répondent à une ou plusieurs limitations de l'art antérieur, ou au moins proposent un choix alternatif pour le grand public.

RESUME DE L'INVENTION

[0015] La présente invention met à disposition un dispositif à effet optique selon la revendication 1.

[0016] Dans une forme de réalisation, le dispositif à effet optique comprend un outre une troisième pluralité de structures agencée sur la première surface du substrat, la troisième pluralité de structures ayant une troisième orientation dans le plan par rapport à la première surface du substrat, chaque structure de la troisième pluralité de structures ayant une facette qui est dirigée dans une troisième direction, les facettes de la troisième pluralité de structures formant un troisième ensemble de facettes qui définit un troisième effet optique lorsque le dispositif à effet optique est vu selon une troisième plage d'angles de vue.

[0017] Dans une forme de réalisation, chaque facette de chacune des première pluralité de facettes, deuxième pluralité de facettes et troisième pluralités de facettes définit une pente par rapport à la première surface du substrat.

[0018] Dans une forme de réalisation :

les structures de la première pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du premier effet optique;

les structures de la deuxième pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du deuxième effet optique ; et

les structures de la troisième pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du troisième effet optique.

[0019] Dans une forme de réalisation, la différence entre l'orientation dans le plan de la première pluralité de structures et celle de la deuxième pluralité de structures est de 120 degrés et la différence entre l'orientation dans le plan de la deuxième pluralité de structures et celle de la troisième pluralité de structures est de 120 degrés.

[0020] Dans une forme de réalisation, le dispositif à effet optique comprend en outre une structure de surface disposée sur une ou plusieurs des facettes de la troisième pluralité de facettes.

[0021] Dans une forme de réalisation, chaque structure de surface est un réseau de diffraction.

[0022] Dans une forme de réalisation, l'orientation dans le plan de la première pluralité de structures est perpendiculaire à l'orientation dans le plan de la deuxième pluralité de structures.

[0023] Dans une forme de réalisation, chaque effet optique est visible depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface et la deuxième surface du substrat.

[0024] Dans une forme de réalisation, chaque effet optique est visible en réflexion et en transmission.

[0025] Dans une forme de réalisation, le substrat et chaque structure sont constitués d'un matériau transparent.

[0026] Dans une forme de réalisation, le substrat est constitué d'un matériau opaque.

[0027] Dans une forme de réalisation, chaque structure est constituée d'une résine durcissable par rayonnement.

[0028] Dans une forme de réalisation, chaque structure est gaufrée dans la résine durcissable par rayonnement.

[0029] Dans une forme de réalisation, le dispositif à effet optique comprend en outre une couche réfléchissante disposée sur la pluralité de structures.

[0030] Dans une forme de réalisation, la couche réfléchissante est constituée d'une encre métallique.

[0031] Dans une forme de réalisation, le dispositif à effet optique comprend en outre une couche protectrice disposée sur la pluralité de structures.

[0032] Dans une forme de réalisation, la couche protectrice est une couche à indice de réfraction élevé.

[0033] Dans une forme de réalisation, la couche réfléchissante forme une première face du dispositif à effet optique.

[0034] Dans une forme de réalisation, la couche protectrice forme une première face du dispositif à effet optique.

[0035] Dans une forme de réalisation, la première face est plane.

[0036] Dans une forme de réalisation, chaque effet optique est une image binaire ou une image binaire tramée.

[0037] Selon un autre aspect, la présente invention met à disposition un document de sécurité comprenant un dispositif à effet optique selon la revendication 11.

[0038] Dans une forme de réalisation, le dispositif à effet optique est disposé dans une demi-fenêtre ou pleine fenêtre du document de sécurité.

[0039] le document de sécurité peut être un billet de banque.

Document de sécurité ou Jeton

[0040] Tels qu'utilisés ici, les termes „documents de sécurité“ et „jetons“ incluent tous les types de documents et jetons de valeur et documents d'identification incluant, mais sans y être limités, les documents suivants : éléments de monnaie tels que billets de banque et pièces, cartes de crédit, chèques, passeports, cartes d'identité, titres et certificats d'actions, permis de conduire, actes de propriété, documents de transport tels que billets d'avion ou de train, cartes et tickets d'entrée, certificats de naissance, de décès et de mariage, relevés de notes.

[0041] 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. Les réseaux de diffraction et les 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

[0042] Tels qu'utilisés ici, les termes „dispositif ou caractéristique de sécurité“ incluent 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) tels que des dispositifs diffractifs incluant des réseaux de diffraction, des hologrammes, des éléments optiques diffractifs (DOE).

Substrat

[0043] Tel qu'utilisé ici, le terme „substrat“ fait référence au matériau de base à partir duquel le document de sécurité ou jeton est formé. Le matériau de base peut être du papier ou un autre matériau fibreux, tel que de la cellulose ; un matériau plastique ou polymère incluant, mais sans y être limité, le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), le polycarbonate (PC), le polychlorure de vinyle (PVC), le polytéréphtalate d'éthylène (PET) ; ou un matériau composite de deux matériaux ou plus tel qu'un stratifié de papier et d'au moins un matériau plastique, ou de deux matériaux polymères ou plus.

Fenêtres et demi-fenêtres transparentes

[0044] 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 transmette la lumière pratiquement sans modification, ou elle peut être en partie transparente ou partiellement translucide en permettant la transmission de la lumière mais sans permettre que des objets soient vus clairement à travers la zone de fenêtre.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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

[0048] 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 un ou plusieurs quelconques 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.

Indice de réfraction n

[0049] 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 selon laquelle des rayons lumineux atteignant la surface de la lentille seront réfractés, selon la loi de Snell : $n_1 * \sin(\alpha) = n * \sin(\theta)$, où α est l'angle entre un rayon incident et la normale au point d'incidence à la surface de la lentille, θ est l'angle entre le rayon réfracté et la normale au point d'incidence, et n_1 est l'indice de réfraction de l'air (comme approximation, n_1 peut être pris égal à 1).

Encre durcissable par rayonnement

[0050] Les termes „encre durcissable par rayonnement“ utilisés ici font référence à tout(e) encre, laque ou autre revêtement qui peut être appliqué sur le substrat dans un processus d'impression, et qui peut être imprimé ou gaufré à l'état mou, ou semi-mou, pour former une structure en relief et durci par rayonnement pour fixer la structure en relief. Le processus de durcissement n'a typiquement pas lieu avant que l'encre durcissable par rayonnement n'ait été imprimée ou gaufrée, mais il est possible que l'encre soit partiellement durcie (semi-molle), dans certains processus, avant l'impression ou le gaufrage, et également que le processus de durcissement ait lieu soit après l'impression ou le gaufrage, soit essentiellement en même temps que l'étape d'impression ou de gaufrage. L'encre durcissable par rayonnement 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. Les références à une ou des encres durcissables aux UV dans le restant de la description sont faites à titre d'exemple. Toutes les formes de réalisation sont remplaçables par des encres durcissables par d'autres rayonnements, du moment qu'elles satisfont aux critères requis par la forme de réalisation (tels que la viscosité avant durcissement). De manière similaire, une référence à des lampes à UV reflète que la description se réfère à des encres durcissables aux UV. Si une encre durcissable par un faisceau d'électrons est utilisée, alors, clairement, un dispositif à faisceau d'électrons sera utilisé à la place des lampes à UV.

[0051] 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 lenticulaires.

[0052] L'encre transparente ou translucide comprend de préférence une laque ou un revêtement clair, durcissable aux UV, à base d'acrylique. 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 durcissables par rayonnement peuvent être basés sur d'autres composés, par exemple de la nitrocellulose.

[0053] Les encres ou laques durcissables par rayonnement utilisées ici se sont révélées particulièrement appropriées pour l'impression ou le gaufrage de microstructures, incluant des structures diffractives telles que des réseaux de diffraction et des hologrammes, et des réseaux de microlentilles et de lentilles. Cependant, ils peuvent également être imprimés ou gaufrés avec de plus grandes structures en relief, telles que des dispositifs optiquement variables non diffractifs.

[0054] L'encre est de préférence gaufrée et durcie par un rayonnement ultra-violet (UV) essentiellement en même temps.

[0055] De préférence, pour être appropriée pour une héliogravure, qui est le procédé préféré pour l'application de l'encre durcissable par rayonnement, qui est ensuite gaufrée, l'encre durcissable par rayonnement a une viscosité essentiellement comprise entre environ 20 et environ 175 centipoises, et plus particulièrement entre environ 30 et environ 150 centipoises. La viscosité peut être déterminée par le fait de mesurer le temps nécessaire pour vider la laque d'une Coupe Zahn N°2. Un échantillon qui se vide en 20 secondes a une viscosité de 30 centipoises, et un échantillon qui se vide en 63 secondes a une viscosité de 150 centipoises.

[0056] Avec certains substrats polymères, il peut être nécessaire d'appliquer une couche intermédiaire sur le substrat avant l'application de l'encre durcissable par rayonnement, pour améliorer l'adhérence de la structure formée par l'encre sur le substrat. La couche intermédiaire comprend préférentiellement une couche primaire, et plus préférentiellement la couche primaire comprend une polyéthylène-imine. La couche primaire peut également inclure un agent de réticulation, par exemple

un isocyanate multifonctionnel. Des exemples d'autres couches primaires appropriées pour être utilisées dans l'invention incluent : les polymères à terminaison hydroxyle ; les copolymères à base d'un polyester à terminaison hydroxyle ; les acrylates hydroxylés réticulés ou non réticulés ; les polyuréthannes ; et les acrylates anioniques ou cationiques à durcissement aux UV. Des exemples d'agents de réticulation appropriés comprennent : les isocyanates ; les polyaziridines ; les complexes du zirconium ; l'aluminium- acétylacétone ; les mélamines ; et les carbodi-imides.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0057] Nous allons maintenant décrire des formes de réalisation de l'invention en référence aux dessins joints. On comprendra que les formes de réalisation sont données à titre d'illustration uniquement et que l'invention n'est pas limitée à cette illustration. Dans les dessins :

La figure 1 est une vue isométrique d'un dispositif à effet optique selon une première forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 2 est une vue de côté du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 3 est un exemple d'un effet optique projeté par le dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 4 est un autre exemple d'un effet optique projeté par le dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 5 est une variation du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 6 est une autre variation du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 7 est une autre variation du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 8A illustre comment l'épaisseur maximale des structures du dispositif à effet optique de la Figure peut être réduite ;

La figure 8B illustre comment l'épaisseur maximale des structures du dispositif à effet optique de la Figure peut être réduite ;

La figure 9 est une vue de dessus d'une forme de réalisation physique du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 10 est une vue de dessus d'une autre forme de réalisation physique du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 11 est une vue de dessus d'une autre forme de réalisation physique du dispositif à effet optique de la figure 1 ;

La figure 12 est une vue isométrique d'un dispositif à effet optique selon une deuxième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 13 est une vue de dessus du dispositif à effet optique de la figure 12 ;

La figure 14 montre les plages d'angles de vue générales des effets optiques du dispositif à effet optique de la figure 12 ;

La figure 15 est une vue de dessus d'un dispositif à effet optique selon une troisième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 16 est une vue en coupe du dispositif à effet optique de la figure 15, prise le long de la ligne 15-15 représentée sur la figure 15 ;

La figure 17 est une variante du dispositif à effet optique de la figure 15 ;

La figure 18 est une autre variante du dispositif à effet optique de la figure 15 ;

La figure 19 est une vue de dessus d'un dispositif à effet optique selon une quatrième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 20 est une vue en coupe du dispositif à effet optique de la figure 19, prise le long de la ligne 19-19 représentée sur la figure 19 ;

La figure 21 est une vue de dessus d'un dispositif à effet optique selon une cinquième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 22 est une vue agrandie du dispositif à effet optique de la figure 21 ;

La figure 23 est une vue de dessus d'un dispositif à effet optique selon une sixième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 24 est une vue en coupe du dispositif à effet optique de la figure 23, prise le long de la ligne 23-23 représentée de la figure 23 ;

La figure 25 est une vue de dessus d'un dispositif à effet optique selon une septième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 26 est une vue de côté partielle du dispositif à effet optique de la figure 25 ;

La figure 27 est une vue de dessus de l'une des structures du dispositif à effet optique de la figure 25 ;

La figure 28 est une vue isométrique de la structure de la figure 27 ;

La figure 29A montre les pixels noirs et blancs de chacun de deux effets optiques produits par l'agencement de structures représenté sur la figure 25 ;

La figure 29B montre les pixels noirs et blancs de chacun de deux effets optiques produits par l'agencement de structures représenté sur la figure 25 ;

La figure 30 illustre comment de multiples structures telles que celle de la figure 26 peuvent être agencées dans le dispositif à effet optique de la figure 25 pour produire un effet optique à trois permutations ;

La figure 31 est une vue de dessus d'un dispositif à effet optique selon une huitième forme de réalisation de la présente invention ;

La figure 32 montre les plages d'angles de vue et les plages d'angles de projection des structures du dispositif à effet optique de la figure 31 ;

La figure 33 montre les angles de projection des canaux d'image du dispositif à effet optique de la figure 31 ;

La figure 34 est une vue de côté du dispositif à effet optique de la figure 1 ayant une couche protectrice claire ou une couche réfléchissante disposée sur les structures, la couche protectrice claire ou la couche réfléchissante définissant une face plane du dispositif à effet optique de la figure 1 ; et

La figure 35 est un document de sécurité ayant un dispositif de sécurité, le dispositif de sécurité étant l'un quelconque des dispositifs à effet optique décrits ici.

DESCRIPTION D'UNE FORME DE REALISATION PREFEREE

[0058] Aux fins de la discussion qui va suivre, les figures doivent considérées comme illustratives et comme n'étant pas à l'échelle, sauf mention contraire. Les figures illustrent des représentations simplifiées des formes de réalisation décrites.

[0059] Une „lumière incidente“ ou un „éclairage incident“ est une lumière provenant d'une source de lumière tombant sur une face du substrat, et est généralement considérée comme étant une lumière blanche non polarisée (par exemple, une lumière provenant d'une source de lumière incandescente ou fluorescente), sauf mention contraire.

[0060] Un „effet visuel“ est une image, un motif ou un autre effet visuellement identifiable. Un effet visuel peut être un effet visuel caché, qui n'est visible que sous certaines conditions, ou un effet visuel manifeste, qui est visible dans des conditions d'observation normales. Un effet visuel peut également être un effet visuel diffractif ou un effet visuel non-diffractif.

[0061] Tel qu'utilisé dans la présente description, le terme „couleur“ fait référence à une couleur telle que perçue et peut correspondre à une seule plage de longueurs d'onde ou à un mélange de différentes plages de longueurs d'onde.

[0062] Il faut noter que, dans l'ensemble de la présente description, le terme „multicolore“ est utilisé pour signifier au moins deux couleurs et, de préférence, une large gamme de couleurs différentes. De plus, si une image de polarisation montre, par exemple, un motif, un nombre ou un icône, alors le motif, nombre ou icône doit lui-même comprendre une pluralité de couleurs différentes pour être considérée comme une image multicolore.

Premiers exemples de formes de réalisation de l'invention

[0063] La figure 1 montre un dispositif à effet optique 100 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une première forme de réalisation de la présente invention. Tel que représenté sur la figure 2, le dispositif à effet optique 100 comprend un substrat 102 ayant une première surface 104 et une deuxième surface 106.

[0064] Sur la première surface 104 du substrat 102 est agencée une pluralité de structures 108 ayant une épaisseur maximale t . Chaque structure 108 a une première facette 110 dirigée dans une première direction et une deuxième facette 112 dirigée dans une deuxième direction, qui est différente de la première direction. Les premières facettes 110 de la pluralité de structures 108 forment ensemble un premier ensemble de facettes qui définit un premier canal d'image ayant une première plage d'angles de projection et les deuxièmes facette 112 de la pluralité de structures 108 forment un deuxième ensemble de facettes qui définit un deuxième canal d'image ayant une deuxième plage d'angles de projection. La première facette 110 de chaque structure 108 est adjacente à la deuxième facette 112 d'une structure adjacente 108 de de telle sorte que les premières facettes 110 soient entrelacées avec les deuxièmes facettes 112. Chaque première facette 110 définit une pente formant un angle β par rapport à la première surface 104 de la structure 102 et chaque facette 112 définit une pente formant un angle ω par rapport à la première surface 104 du substrat 102.

[0065] Sur chaque première facette 110 sont disposés un ou plusieurs réseaux de diffraction 114 et sur chaque deuxième facette 112 sont disposés un ou plusieurs réseaux de diffraction 116. Comme on le voit mieux sur la figure 1, les lignes des réseaux de diffraction 114, 116 s'étendent parallèlement à la direction de la pente maximale des facettes respectives 110, 112. En d'autres termes, les lignes des réseaux de diffraction 114 disposés sur les premières facettes 110 s'étendent dans une direction parallèle à l'angle β et les lignes des réseaux de diffractions 116 disposés sur les deuxièmes facettes 112 s'étendent dans une direction parallèle à l'angle ω . Il est cependant également envisagé que les lignes de chaque réseau de diffraction 114, 116 puisse être orienté dans d'autres directions selon les plages d'angles de vue souhaitées des premier et deuxième canaux d'image respectifs, par exemple dans une direction s'étendant le long de la longueur de la première facette respective 110, 112 (par exemple, dans la direction Y sur la figure 1) ou selon un certain angle par rapport à la direction de la pente maximale de la facette respective 110, 112.

[0066] En référence aux Figures 1, 2 et 3, lorsque le premier ensemble de facettes est vu selon une première plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 10, les réseaux de diffraction 114 disposés sur les premières facettes 110 définissent un premier effet optique, par exemple, une forme rectangulaire telle qu'illustrée sur la figure 3. En référence aux figures 1, 2 et 4, lorsque le deuxième ensemble de facettes est vu selon une deuxième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 12, les réseaux de diffraction 116 disposés sur les deuxièmes facettes 112 définissent un deuxième effet optique, par exemple, une croix telle qu'illustrée sur la figure 4. On comprendra que les premier et deuxième effets optiques peuvent être une quelconque image souhaitée.

[0067] Comme on le voit mieux sur la figure 2, la première plage d'angles de vue 10 et la deuxième plage d'angles de vue 12 prévoient des positions d'observation qui sont situées du même côté que la première surface 104 du substrat 102. Le premier effet optique et le deuxième effet optique peuvent également être visibles depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 106 du substrat 102, si le substrat 102 et les structures 108 sont constitués d'un matériau transparent. Dans ce cas, les premier et deuxième effets optiques peuvent être visibles depuis le même côté que la deuxième surface 106, depuis des positions d'observations ayant une plage d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 14 et 16.

[0068] Le dispositif à effet optique 100 entrelace donc deux images (à savoir les premier et deuxième effets optiques) qui peuvent être projetées vers un observateur selon un ensemble unidimensionnel correspondant de plages d'angles de vue, ce qui réalise un échantillonnage des premier et deuxième effets optiques le long d'un seul axe. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 100 offre un effet optique à double visuel.

[0069] Il est également envisagé que seules les facettes de l'un des ensembles de facettes (à savoir, les canaux d'image) puissent avoir des réseaux de diffraction. Dans ce cas, on comprendra que le dispositif à effet optique 100 offre un effet de disparition d'image.

[0070] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 100 est décrite ci-après :

- Les structures 108 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 102 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 108 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 108. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 108 (décrites plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 108 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 108. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 108.

[0071] Si les structures 108 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les premier et deuxième effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, le premier effet optique peut être visible depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 104 ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 10 et 12 (voir La figure 2). De manière similaire, le deuxième effet optique peut être visible depuis une position d'observation située du même côté que la deuxième surface 106 ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 14 et 16 (voir La figure 2). Ce sera également le cas si les structures 108 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 108, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les premier et deuxième effets optiques ne seront visibles qu'en lumière réfléchie.

[0072] Si les structures 108 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 108 puisse être empêchée/limitée, les premier et deuxième effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 106 ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 14 et 16 (voir La figure 2).

[0073] Si les structures 108 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 100 dans une lumière blanche diffuse réfléchie ou transmise, les premier et deuxième effets optiques sont observés en noir et blanc et, lorsque le dispositif à effet optique 100 est tourné autour de l'axe Y, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre le premier et le deuxième effets optiques. Lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 100 dans une lumière blanche réfléchie ou transmise qui est au moins partiellement collimatée, ou qui provient d'une source ponctuelle, les premier et deuxième effets optiques sont observés en couleurs multiples et, lorsque le dispositif à effet optique 100 est tourné autour de l'axe Y, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre le premier et le deuxième effets optiques.

[0074] Par sélection adéquate de la fréquence de réseau, la profondeur et l'orientation des lignes des réseaux de diffraction 114, 116, les premier et deuxième effets optiques projetés par les premier et deuxième canaux d'image respectifs selon un angle particulier peuvent être une véritable image en couleur. Par exemple, la fréquence de réseau, la profondeur et l'orientation des lignes des réseaux de diffraction 114, 116, peuvent être sélectionnées de telle sorte qu'elles projettent un réseau bidimensionnel de pixels d'image en couleurs RGB de telle manière que les premier et deuxième ensembles de facettes définissent chacun une image en couleur souhaitée destinée à être observée selon un angle particulier avec une lumière blanche essentiellement collimatée. Les images définies par les réseaux de diffraction respectifs 114, 116 de chaque ensemble de facettes pourraient avoir de multiples tonalités d'une ou plusieurs couleurs souhaitées.

[0075] Il est également envisagé que le substrat 102 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 108 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 104 du substrat 102. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 108 d'une mince couche réfléchissante.

[0076] Les réseaux de diffractions 114, 116 peuvent être disposés sur les première et deuxième facettes respectives 110, 112, de façon que les premier et/ou deuxième canaux d'image définissent :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ;
- une image binaire en demi-teinte tramée ; ou
- une image binaire tramée.

[0077] Selon une forme de réalisation du dispositif à effet optique 100, chaque structure 108 a une épaisseur maximale t de 6 microns et chaque facette 110, 112 peut avoir une largeur de 25 microns. Il est cependant envisagé que les structures 108 et les facettes 110, 112 puissent avoir d'autres dimensions. Chaque réseau de diffraction 114, 116 peut avoir une période de 1,2 μm à 3,2 μm , cependant, d'autres périodes sont également envisagées en fonction des couleurs que l'on souhaite pouvoir être vues depuis les réseaux de diffraction respectifs 114, 116.

[0078] La figure 5 montre un dispositif à effet optique 110a qui est similaire au dispositif à effet optique 100, à l'exception du fait que chaque structure 108a du dispositif à effet optique 100a a une troisième facette 122a dirigée dans une troisième direction, qui est différente des première et deuxième directions. Les troisièmes facettes 122a de la pluralité de structures 108a forment ensemble un troisième ensemble de facettes qui définit un troisième canal d'image ayant une troisième plage d'angles de projection. De manière similaire à ce qui a été décrit ci-dessus en relation avec le dispositif à effet optique 100, au moins un réseau de diffraction peut être disposé sur une ou plusieurs des troisièmes facettes 122a, de telle sorte que le troisième ensemble de facettes définisse un troisième effet optique lorsqu'il est vu depuis le même côté que la première surface 104a, depuis une position d'observation ayant une plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 18a. La troisième plage d'angles de vue 18a est différente des première et deuxième plages d'angles de vue. De

manière similaire au dispositif à effet optique 100, si le substrat 102a et les structures 108a sont constituées d'un matériau transparent, le troisième effet optique peut être visible depuis le même côté que la deuxième surface 106, depuis une position d'observation ayant une plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 20a.

[0079] La figure 6 présente un dispositif optique 100b qui est similaire au dispositif à effet optique 100, à l'exception du fait que chaque structure 108b du dispositif à effet optique 100b a une troisième facette 122b dirigée dans une troisième direction et une quatrième facette 124b dirigée dans une quatrième direction. La troisième direction et la quatrième direction étant différentes l'une de l'autre et des première et deuxième directions. Les troisièmes facettes 122b de la pluralité de structures 108b forment ensemble un troisième ensemble de facettes qui définit un troisième canal d'image ayant un troisième angle de projection et les quatrièmes facettes 124b de la pluralité de structures 108b forment ensemble un quatrième ensemble de facettes qui définit un quatrième canal d'image ayant un quatrième angle de projection. De manière similaire à ce qui a été décrit ci-dessus en relation avec le dispositif optique 100, au moins un réseau de diffraction peut être disposé sur une ou plusieurs des troisièmes facettes 122b et des quatrièmes facettes 124b.

[0080] Le troisième ensemble de facettes du dispositif à effet optique 100b définit un troisième effet optique lorsqu'il est vu depuis le même côté que la première surface 104b, depuis une position d'observation ayant une plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 18b. Le quatrième ensemble de facettes du dispositif à effet optique 100b définit un quatrième effet optique lorsqu'il est vu depuis le même côté que la première surface 104b, depuis une position d'observation ayant une plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 22b. La troisième plage d'angles de vue et la quatrième plage d'angles de vue étant différentes l'une de l'autre et des première et deuxième plages d'angles de vue. De manière similaire au dispositif à effet optique 100, si le substrat 102b et les structures 108b sont constitués d'un matériau transparent, les troisième et quatrième effets optiques peuvent être visibles depuis le même côté que la deuxième surface 106b, depuis des positions d'observation ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par la flèche 20b et la flèche 24b.

[0081] D'autres variantes structurelles décrites en relation avec les figures 1 à 4, en particulier en relation avec les propriétés du substrat et des couches de structure et la présence ou autre de différentes couches protectrice et/ou réfractive / réfléchissante, s'appliquent également aux formes de réalisation des figures 5 et 6, et en fait à toutes les autres formes de réalisation décrites ci-après.

[0082] La figure 7 montre un dispositif à effet optique 100c qui est similaire au dispositif à effet optique 100b, à l'exception du fait que la configuration des structures 108c du dispositif à effet optique 100c est différente de la configuration des structures 108b de dispositif à effet optique 100b. En particulier, la configuration des première facette 110c, deuxième facette 112c, troisième facette 122c et quatrième facette 124c de chaque structure 108c est différente de la configuration des première facette 110b, deuxième facette 112b, troisième facette 122b et quatrième facette 124b de chaque structure 108b. Le fonctionnement, le comportement des effets optiques, et les plages d'angles de vue des effets optiques du dispositif à effet optique 100c sont similaires à ceux du dispositif à effet optique 100b.

[0083] Les figures 8A et 8B montrent respectivement le dispositif à effet optique 100 et un dispositif à effet optique 100d. Les figures 8A et 8B illustrent comment l'épaisseur maximale t de chaque structure 108 peut être réduite. En référence à la figure 8B, chaque facette 110 de la figure 8A est subdivisée en deux plus petites facettes 110a, 110b et chaque facette 112 de la figure 8A est subdivisée en deux plus petites facettes 112a, 112b. L'angle β de la pente définie par chaque facette 110a, 110b sur la figure 8B est égal à l'angle β de la pente définie par chaque facette 110 sur la figure 8A. L'angle ω de la pente définie par chaque facette 112a, 112b sur la figure 8B est égal à l'angle ω de la pente définie par chaque facette 112 sur la figure 8A. Les facettes 110a, 110b définissent le premier canal d'image et les facettes 112a, 112b définissent le deuxième canal d'image. Le fonctionnement, le comportement des effets optiques, et les plages d'angles de vue des effets optiques du dispositif à effet optique 100d sont similaires à ceux du dispositif à effet optique 100. On comprendra que l'épaisseur maximale des structures 108 du dispositif à effet optique 100 peut être davantage réduite par subdivision des facettes 110, 112 en plus de deux plus petites facettes.

[0084] Selon une forme de réalisation du dispositif à effet optique 100d, chaque structure 108 a une épaisseur maximale de 3 microns et chaque facette 110a-b, 112a-b a une largeur de 12,5 microns.

Exemples pratiques du dispositif à effet optique 100

[0085] La figure 9 montre un premier exemple pratique du dispositif à effet optique 100e dans lequel le premier canal d'image (à savoir, les premières facettes 110) et le deuxième canal d'image (à savoir, les deuxièmes facettes 112) définissent chacun une image binaire de „silhouette“ monochromatique. Les lignes des réseaux de diffraction 114, 116 s'étendent dans une direction parallèle à la direction de la pente maximale de la facette respective 110, 112.

[0086] Si les structures 108 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 100e en transmission avec les structures 108 orientées horizontalement (c'est-à-dire s'étendant le long de l'axe X), un effet optique à double visuel est observé lorsque le dispositif à effet optique 100e est déplacé vers le haut ou vers le bas dans la direction Y, ou de gauche à droite dans la direction X, en décalage par rapport à une source de lumière. Lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 100e en réflexion avec les structures 108 orientées horizontalement (c'est-à-dire s'étendant le long de l'axe X), un effet optique à double visuel est observé lorsque le dispositif à effet optique 100e est incliné autour de l'axe X. En transmission et en réflexion, lorsqu'on observe les premier et deuxième effets optiques

du dispositif à effet optique 100e, les premier et deuxième effets optiques apparaissent en échelle de gris lorsqu'ils sont vus dans une lumière blanche diffuse et apparaissent en couleurs multiples lorsqu'ils sont vus dans une lumière blanche au moins partiellement collimatée ou une lumière blanche émanant d'une source ponctuelle.

[0087] La figure 10 montre un deuxième exemple pratique du dispositif à effet optique 110f dans lequel le premier canal d'image (à savoir, les première facettes 110) et le deuxième canal d'image (à savoir, les deuxième facettes 112) définissent chacun une image binaire de „silhouette“ monochromatique. Les lignes des réseaux de diffraction 114, 116 s'étendent dans une direction perpendiculaire à la direction de la pente maximale des facettes respectives 110, 112 (à savoir, dans la direction X le long de la longueur de la facette respective 110, 112). Le comportement des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100f est similaire au comportement des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100e. Cependant, le contraste de couleurs des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100f était plus faible comparé au contraste de couleurs des premiers et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100e.

[0088] La figure 11 montre un troisième exemple pratique du dispositif à effet optique 100g dans lequel le premier canal d'image (à savoir, les première facettes 110) et le deuxième canal d'image (à savoir, les deuxième facettes 112) définissent chacun une image binaire en demi-teinte tramée. Le comportement des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100g est similaire au comportement des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100e.

[0089] Si les structures 108 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 100g en transmission et en réflexion, les premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100g contiennent de multiples tonalités de gris lorsqu'ils sont vus dans une lumière blanche diffuse et de multiples tonalités de couleurs lorsqu'ils sont vus dans une lumière blanche au moins partiellement collimatée. Les multiples tonalités de gris et de couleurs visibles dans les premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 100g peuvent être obtenus à l'aide de dessins d'images en demi-teinte tramée.

Deuxième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0090] La figure 12 montre un dispositif à effet optique 200 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une deuxième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 200 comprend un substrat 202 ayant une première surface 204 et une deuxième surface 206.

[0091] Une pluralité de structures 208 est agencée sur la première surface 204 du substrat 202, chaque structure 208 ayant neuf facettes 210. Chaque facette 210 de chaque structure 208 étant dirigée dans une direction différente et ayant une pente et/ou une orientation unique (à savoir, un gradient de vecteur unique) par rapport à la première surface 204 du substrat 202.

[0092] La figure 13 est une vue de dessus du dispositif à effet optique 200 dans lequel chaque facette 210 de chaque structure 208 a été numérotée de 1 à 9. Les facettes 210 ayant le même numéro sont toutes dirigées dans la même direction pour former un ensemble de facettes qui définit un canal d'image ayant une unique plage d'angles de projection. Par exemple, les facettes 210 numérotées „1“ dans la pluralité de structures 208 sont toutes dirigées dans la même direction pour former un premier ensemble de facettes qui définit un premier canal d'images ayant une première plage d'angles de projection. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 200 a neuf ensembles de facettes qui définissent chacun un canal d'image ayant une unique plage d'angles de projection.

[0093] Un réseau de diffraction 212 est disposé sur une ou plusieurs facettes 210 de chaque ensemble de facettes. Les lignes de chaque réseau de diffraction 212 s'étendent dans une direction parallèle à la pente de la facette respective 210. En d'autres termes, les lignes de chaque réseau de diffraction 212 s'étendent dans la direction de la pente maximale de la facette respective 210. Cependant, il est également envisagé que les lignes de chaque réseau de diffraction 212 puissent être orientées dans d'autres directions en fonction des plages d'angles de vue souhaitées pour les canaux d'image respectifs, par exemple, dans une direction s'étendant perpendiculairement ou selon un certain angle par rapport à la direction de la pente maximale de la facette respective 210. Chaque réseau de diffraction 212 peut avoir une période de 1,2 μm à 3,2 μm , cependant, d'autres périodes sont également envisagées selon les couleurs que l'on souhaite pouvoir être vues depuis le réseau de diffraction respectif 212. On envisage également que toutes les facettes 210 d'un ou plusieurs des ensembles de facettes puissent n'avoir aucun réseau de diffraction 212.

[0094] En référence aux figures 12 et 14, chaque canal d'image a une unique plage d'angles de vue. Par exemple, le premier canal d'image (à savoir, les facettes 210 étiquetées „1“ dans chacune des structures 208) a une plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la ligne numérotée „1“ sur la figure 14. Par conséquent, chacune des lignes numérotées de 1 à 9 sur la figure 14 indique une plage d'angles de vue générale pour chaque canal d'image respectif.

[0095] Lorsque chaque canal d'image est vu depuis sa plage d'angles de vue respective, les réseaux de diffraction 212 disposés sur la ou les facettes 210 de l'ensemble de facettes respectif définissent un effet optique. Par exemple, lorsque le premier canal d'image (à savoir, les facettes 210 étiquetées „1“ dans chacune des structures 208) est vu depuis la première plage d'angles de vue (à savoir, indiquée de manière générale par la ligne numérotée „1“ sur la figure 14), les réseaux de diffraction 212 disposés sur la ou les facettes 210 du premier ensemble de facettes définissent un premier effet optique.

[0096] Le dispositif à effet optique 200 entrelace donc neuf images en deux dimensions (par exemple, dans les dimensions X et Y) qui peuvent être projetées vers un observateur selon un ensemble correspondant de plages d'angles de vue, ce qui permet aux effets optiques d'être affichés lorsque le dispositif est tourné autour de plus d'un axe par rapport à une source de lumière.

[0097] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 200 est décrite ci-après :

- Les structures 208 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 202 peut également être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 208 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 208. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 208 (décrites plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 208. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 208.

[0098] Si les structures 208 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation respectives situées du même côté que la première surface 204 ayant des plages d'angles de vue indiquées de manière générale par les lignes numérotées 1 à 9 (voir figure 14) et du même côté que la deuxième surface 206 ayant des plages d'angles de vue indiquées de manière générale par les lignes numérotées 1' à 9' (voir figure 14). Ce sera également le cas si les structures 208 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 208, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les effets optiques ne seront visible que dans la lumière réfléchi.

[0099] Si les structures 208 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 208 puisse être empêchée/limitée, les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 206 ayant des plages d'angles de vue indiquées de manière générale par les lignes 1' à 9' (voir figure 14).

[0100] Si les structures 208 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 200 dans une lumière blanche diffuse réfléchi ou transmise, les effets optiques sont observés en noir et blanc et, lorsque le dispositif à effet optique 200 est tourné autour des axes X et/ou Y, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés changent selon la plage d'angles de vue pertinente. Lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 200 dans une lumière blanche réfléchi ou transmise qui est au moins partiellement collimatée, ou qui provient d'une source ponctuelle, les effets optiques sont observés en couleurs multiples et, lorsque le dispositif à effet optique 200 est tourné autour des axes X et/ou Y, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés changent selon la plage d'angles de vue pertinente.

[0101] Par sélection adéquate de la fréquence de réseau, la profondeur et l'orientation des lignes des réseaux de diffraction 212, les effets optiques projetés par chaque ensemble de facettes du dispositif à effet optique 200 selon un angle particulier peuvent être une véritable image en couleurs. Par exemple, la fréquence de réseau, la profondeur et l'orientation des lignes des réseaux de diffraction 212 peuvent être sélectionnées de telle sorte qu'elles projettent un réseau bidimensionnel de pixels d'image en couleurs RGB de telle manière que chaque ensemble de facettes définisse une image en couleur souhaitée destinée à être observée selon un angle particulier avec une lumière blanche essentiellement collimatée. L'image définie par les réseaux de diffraction 212 de chaque ensemble de facettes du dispositif à effet optique 200 pourrait avoir de multiples tonalités d'une ou plusieurs couleurs souhaitées.

[0102] Il est également envisagé que le substrat 202 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 208 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 204 du substrat 202. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 208 d'une mince couche réfléchissante.

[0103] Les réseaux de diffractions 212 peuvent être disposés sur une ou plusieurs facettes 210 de chaque ensemble de facettes de telle sorte que le canal d'image respectif définisse :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ;
- une image binaire en demi-teinte tramée ; ou
- une image binaire tramée.

[0104] Bien que les structures 208 du dispositif à effet optique 200 aient été décrites et illustrées comme ayant neuf facettes 210, on comprendra que les structures 208 du dispositif à effet optique 200 peuvent avoir plus ou moins de neuf facettes 210.

[0105] Il est également envisagé que l'épaisseur de chaque structure 208 peut être réduite à l'aide de l'approche décrite ci-dessus par rapport au dispositif à effet optique 100d.

Troisième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0106] Les figures 15 et 16 montrent respectivement une vue de dessus et une vue en coupe d'un dispositif à effet optique 300 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une troisième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 300 comprend un substrat 302 ayant une première surface 304 et une deuxième surface 306.

[0107] Une pluralité de structures 308 est agencée sur la première surface 304 du substrat 102. Chaque structure 308 a une ou plusieurs premières facettes 310, une ou plusieurs deuxièmes facettes 312, une troisième facette 314 et une quatrième facette 316. Pour chaque structure 308, la ou les premières facettes 310 et la ou les deuxièmes facettes 312 sont essentiellement parallèles à la première surface 304 du substrat 302 et sont dirigées dans une première direction. En d'autres termes, aucune des premières facettes 310 et aucune des deuxièmes facettes 312 ne définit une pente par rapport à la première surface 304 du substrat 302. Toutes les premières facettes 310 de toutes les structures 308 forment ensemble un premier ensemble de facettes qui définit un premier canal d'image et toutes les deuxièmes facettes 312 de toutes les structures 308 forment ensemble un deuxième ensemble de facettes qui définit un deuxième canal d'image. La figure 16 montre que les premières facettes 310 de chaque structure 308 sont disposées en bas de la structure 308. De manière similaire, les deuxièmes facettes 312 de chaque structure 308 sont également disposées en bas de la structure 308.

[0108] Pour chaque structure 308, la troisième facette 314 est dirigée dans une deuxième direction et la quatrième facette 316 est dirigée dans une troisième direction. Comme on le voit mieux sur la figure 16, les première, deuxième et troisième directions sont toutes différentes les unes des autres. Pour chaque structure 308, la troisième facette 314 définit une pente ayant un angle β par rapport à la première surface 304 du substrat 302 et la quatrième facette 316 définit une pente ayant un angle ω par rapport à la première surface 304 du substrat 302.

[0109] Lorsque le premier ensemble de facettes est vu selon une première plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 30 sur la figure 16, le premier ensemble de facettes définit un premier effet optique et, lorsque le deuxième ensemble de facettes est vu selon une deuxième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 32 sur la figure 16, le deuxième ensemble de facettes définit un deuxième effet optique. En référence à la figure 16, la première plage d'angles de vue 30 et la deuxième plage d'angles de vue 32 offrent des positions d'observation qui sont situées du même côté que la première surface 304 du substrat 302.

[0110] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 300 est décrite ci-après :

- Les structures 308 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 302 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 308 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 308. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 308 (décrites plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 308 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 308. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 308.

[0111] Si les structures 308 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les premier et deuxième effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, le premier effet optique peut être visible depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 304 ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 30 et 32 (voir figure 16). De manière analogue, le deuxième effet optique peut être visible depuis une position d'observation située du même côté que la deuxième surface 306 ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 34 et 36 (voir figure 16). Ce sera également le cas si les structures 308 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 308, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les premier et deuxième effets optiques ne seront visibles qu'en lumière réfléchie.

[0112] Si les structures 308 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 308 puisse être empêchée/limitée, les premier et deuxième effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 306 ayant des plages d'angles de vue respectivement indiquées de manière générale par les flèches 34 et 36 (voir figure 16).

[0113] Chaque première facette 310 et chaque seconde facette 312 peut correspondre à un pixel (élément d'image) de premier plan, ou un pixel d'arrière-plan, d'un dessin d'image binaire. Les premier et deuxième effets optiques (à savoir, les images) peuvent être obtenus par application d'un algorithme de tramage. Par exemple, un tramage par modulation d'amplitude ou modulation de fréquence peut être utilisé pour introduire une image en échelle de gris, qui peut permettre la projection vers l'observateur d'effets optiques à contraste élevé avec une échelle de gris simulée.

[0114] Les premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 300 peuvent être projetés vers un observateur selon un ensemble unidimensionnel correspondant de plages d'angles de vue, ce qui réalise un échantillonnage des effets optiques le long d'un seul axe. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 300 offre un effet optique à double visuel.

[0115] Lorsque le dispositif à effet optique 300 est vu dans une lumière blanche diffuse réfléchie ou transmise, les premier et deuxième effets optiques sont observés en noir et blanc et, lorsque le dispositif à effet optique 300 est tourné et/ou incliné par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre le premier et le deuxième effets optiques.

[0116] Il est également envisagé que le dispositif à effet optique 300 puisse projeter une pluralité d'effets optiques vers un observateur sur un ensemble bidimensionnel de plages d'angles de vue en mettant en œuvre les structures 308 avec une forme et une configuration similaires à celles des structures 208 illustrées sur la figure 12. Par exemple, dans ce cas, les structures 308 seront similaires aux structures 208 mais auront une ou plusieurs facettes 210 de chaque ensemble de facettes essentiellement parallèles à la première surface 304 du substrat 302.

[0117] Bien que la figure 16 montre que les premières facettes 310 sont disposées en bas de chaque structure 308, tel qu'indiqué par la ligne continue, il est également envisagé que les premières facettes 310 puisse être disposées en haut de chaque structure respective 308, tel qu'indiqué par les lignes brisées. De manière similaire, les deuxièmes facettes 312 peuvent également être disposées en haut de chaque structure respective 308. La figure 17 montre une vue de dessus d'un dispositif à effet optique 300a qui est similaire au dispositif à effet optique 300, à l'exception du fait que les premières facettes 310 et les deuxièmes facettes 312 de chaque structure 308 du dispositif à effet optique 300a sont disposées en haut de chaque structure respective 308. Le comportement optique des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 300a est similaire, sinon identique, au comportement optique des premier et deuxième effets optiques du dispositif à effet optique 300.

[0118] Il est également envisagé que le substrat 302 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 308 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 304 du substrat 302. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 308 d'une mince couche réfléchissante.

[0119] Chaque canal d'image du dispositif à effet optique 300, 300a peut être conçu de façon à définir :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ;
- une image binaire en demi-teinte tramée ; ou
- une image binaire tramée.

[0120] La figure 18 montre une forme de réalisation d'un dispositif à effet optique 300b qui est similaire au dispositif à effet optique 300a, à l'exception du fait que les réseaux de diffraction 318 sont disposés sur les troisièmes facettes 314 et quatrièmes facettes 316 des structures 308 du dispositif à effet optique 300b. Les lignes du réseau de diffraction 318 s'étendent dans une direction parallèle à la pente de la facette respective 314, 316. En d'autres termes, les lignes

de chaque réseau de diffraction 318 s'étendent dans la direction de la pente maximale de la facette respective 314, 316. Il est cependant également envisagé que les lignes de chaque réseau de diffraction 318 puissent être orientées dans d'autres directions selon les couleurs que l'on souhaite pouvoir être projetées dans les plages d'angles de vue des premier et deuxième canaux d'image respectifs, par exemple, dans une direction s'étendant perpendiculairement ou selon un certain angle par rapport à la direction de la pente maximale de la facette respective 314, 316. Chaque réseau de diffraction 318 peut avoir une période de 1,2 μm à 3,2 μm , cependant, d'autres périodes sont également envisagées selon les couleurs que l'on souhaite pouvoir être vues depuis les réseaux de diffraction respectifs 318.

[0121] En ce qui concerne le dispositif à effet optique 300b, il est également envisagé que les réseaux de diffraction 318 puissent être disposés sur les premières facettes 310 et les deuxième facettes 312 au lieu des troisième facettes 314 et quatrième facettes 316. Il est également envisagé que les réseaux de diffraction 318 puissent être disposés sur l'ensemble des premières facettes 310, deuxième facettes 312, troisième facettes 314, et quatrième facettes 316, ou disposées sur une ou plusieurs des premières facettes 310, deuxième facettes 312, troisième facettes 314, et quatrième facettes 316. Par exemple, des réseaux de diffraction 318 orientés dans une première direction peuvent être formés sur l'ensemble des premières et deuxièmes facettes 310, 312, et des réseaux de diffraction 318 orientés dans une deuxième et troisième direction peuvent être formés sur l'ensemble des troisièmes et quatrième facettes 314, 316. Cet agencement permettrait une certaine variance de l'effet optique lors d'orientations dans des directions qui ne sont pas associées à l'effet optique à basculement typique.

[0122] L'ajout de réseaux de diffraction 318 introduit de la couleur dans les premier et deuxième effets optiques lorsqu'ils sont vus dans une lumière au moins partiellement collimatée, lorsque la lumière est diffractée, et des effets de couleur sont donc visibles, et élargit également la plage d'angles de vue dans laquelle chacun des canaux d'image sont visibles en raison de l'effet de diffusion de la lumière des réseaux de diffraction 318. Si les structures 308 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 300b dans une lumière blanche réfléchie ou transmise qui est au moins partiellement collimatée, ou qui provient d'une source ponctuelle, les premier et deuxième effets optiques sont observés en couleurs multiples et, lorsque le dispositif à effet optique 300b est tourné autour de l'axe X, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre le premier et le deuxième effets optiques.

[0123] Bien que les premières facettes 310 et les deuxièmes facettes 312 aient été décrites et illustrées comme ne définissant pas de pente par rapport à la première surface 304 du substrat 302, il est envisagé que les premières facettes 310 et les deuxièmes facettes 312 puissent définir un angle par rapport à la première surface 304 du substrat qui est différent de l'angle β et de l'angle ω . Dans ce cas, les première facettes 310 et les deuxième facettes 312 seraient dirigées dans des directions différentes entre elles et respectivement différentes des première et deuxième directions des troisièmes facettes 314 et quatrième facettes 316.

[0124] Il est également envisagé que l'épaisseur de chaque structure 308 puisse être réduite à l'aide de l'approche décrite ci-dessus en ce qui concerne le dispositif à effet optique 100d.

Quatrième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0125] La figure 19 montre un dispositif à effet optique 400 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une quatrième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 400 comprend un substrat 402 ayant une première surface 404 et une deuxième surface 406 (voir la figure 20).

[0126] Sur la première surface 404 du substrat 402 est agencée une première pluralité de structures 408 qui définit un premier canal d'image ayant une première plage d'angles de projection, une deuxième pluralité de structures 410 qui définit un deuxième canal d'image ayant une deuxième plage d'angles de projection, et une troisième pluralité de structures 412 qui définit un troisième canal d'image ayant une troisième plage d'angles de projection. Chaque structure 408 a une facette 414 qui est dirigée dans une première direction, chaque structure 410 a une facette 416 qui est dirigée dans une deuxième direction qui est différente de la première direction, et chaque structure 412 a une facette 418 qui est dirigée dans une troisième direction qui est différente des première et deuxième directions.

[0127] Chaque facette 414, 416, 418 définit une pente par rapport à la première surface 404 du substrat 402. Les facettes 414 des structures 408 définissent le même angle de pente β par rapport à la première surface 404 du substrat 402 et les structures 408 ont la même épaisseur maximale t (voir La figure 20, par exemple). D'une manière similaire, les facettes 416, 418 des structures respectives 410, 412 définissent le même angle de pente par rapport à la première surface 404 du substrat 402 et les structures 410, 412 ont la même épaisseur maximale. Il est envisagé que l'épaisseur maximale des structures 408, 410, 412 puissent être ou non uniformes et/ou que l'angle de pente défini par chacune des facettes 414, 416, 418 par rapport à la première surface 404 du substrat 402 puisse être ou non uniforme.

[0128] Comme on le voit mieux sur la figure 19, les différentes structures 408, 410, 412, ont chacune une orientation unique dans le plan XY. On comprendra donc que les différentes structures 408, 410, 412 ont chacune une unique orientation dans le plan par rapport au plan de la première surface 404 du substrat 402. Les structures 408 ont une orientation dans le plan de 90 degrés par rapport au plan de la première surface 404 du substrat 402, de façon que les facettes respectives 414 soient dirigées dans une première direction. Les structures 410 ont une orientation dans le plan de 210 degrés par rapport au plan de la première surface 404 du substrat 402, de façon que les facettes respectives 416 soient dirigées

dans une deuxième direction. Les structures 412 ont une orientation dans le plan de 330 degrés par rapport au plan de la première surface 404 du substrat 402, de façon que les facettes respectives 418 soient dirigées dans une troisième direction. Les différentes structures 408, 410, 412 ont donc des orientations dans le plan par rapport au plan de la première surface 404 du substrat 402 qui sont séparées les unes des autres de 120 degrés. Il est envisagé que la pluralité de structures 408, 410, 412 puisse avoir des orientations dans le plan et/ou puisse avoir un angle de séparation dans le plan autre que 120°.

[0129] Les facettes 414 de la première pluralité de structures 408 définissent un premier effet optique lorsqu'elles sont vues selon une première plage d'angles de vue, les facettes 416 de la deuxième pluralité de structures 410 définissent un deuxième effet optique lorsqu'elles sont vues selon une deuxième plage d'angles de vue qui est différente de la première plage d'angles de vue, et les facettes 418 de la troisième pluralité de structures 412 définissent un troisième effet optique lorsqu'elles sont vues selon une troisième plage d'angles de vue qui est différente des premières et deuxièmes plages angles de vue. Les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions situées du même côté que la première surface 404 et la deuxième surface 406 du substrat 402 si le substrat 402 et les structures 408, 410, 412 sont constituées d'un matériau transparent.

[0130] Chaque effet optique défini par le canal d'image respectif est une image binaire tramée obtenue par application d'un algorithme de tramage par modulation d'amplitude ou modulation de fréquence à une image d'entrée en échelle de gris. Un exemple d'algorithme de tramage est un algorithme de tramage par diffusion. Chaque pixel „on“ binaire du premier effet optique est implémenté dans le dispositif à effet optique 400 sous la forme d'une ou plusieurs structures 408. De manière similaire, chaque pixel „on“ binaire des deuxième et troisième canaux d'image sont respectivement implémentés dans le dispositif à effet optique 400 sous la forme d'une ou plusieurs structures 410 et une ou plusieurs structures 412. Par conséquent, les structures 408, 410, 412 sont uniquement agencées à des emplacements sur la première surface 404 du substrat 402 qui correspondent aux pixels „on“ binaires des premier, deuxième et troisième effets optiques. Chaque pixel défini par une ou plusieurs structures 408, 410, 412 respectives représente un pixel de premier plan ou d'arrière-plan. On comprendra donc que des parties de la première surface 404 du substrat 402 seront absentes de toutes structures 408, 410, 412 dans lesquelles l'image respective requière un „off“ binaire. Plus précisément, dans une forme de réalisation, une image d'entrée binaire en noir et blanc pour le premier effet optique est convertie en le dispositif à effet optique 400 par le fait de prévoir des structures 408 là où un pixel noir est trouvé dans l'image binaire d'entrée du premier effet optique et de ne pas prévoir de structure correspondante 408 là où un pixel blanc est trouvé dans l'image binaire d'entrée du premier effet optique. On comprendra qu'il en sera de même pour les deuxième et troisième effets optiques.

[0131] Le dispositif à effet optique 400 entrelace donc trois images qui peuvent être projetées vers un observateur selon trois plages d'angles de vue prédéfinies. De plus, le choix de l'orientation dans le plan permet d'obtenir des effets qui sont visibles lorsqu'un document rectangulaire est tourné autour de l'un ou l'autre des axes principaux (les deux axes X et Y sur la figure 19) par rapport à une source de lumière, ou lorsqu'un document rectangulaire est tourné autour de l'axe Z (rotation dans le plan) par rapport à une source de lumière. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 400 fournit un effet optique à trois visuels.

[0132] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 400 est décrite ci-après :

- Les structures 408, 410, 412 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 402 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 408, 410, 412 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 408, 410, 412. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 408 (décrite plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 408, 410, 412 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 408, 410, 412. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 408, 410, 412.

[0133] Si les structures 408, 410, 412 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation respectives situées du même côté que la première surface 404 et du même côté que la deuxième surface 406, ayant des plages d'angles de vue respectives. Ce sera également le cas si les structures 408, 410, 412 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 408, 410, 412, mais suffisamment épaisse pour empêcher

presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les effets optiques ne seront visibles qu'en lumière réfléchie.

[0134] Si les structures 408, 410, 412 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 408, 410, 412 puisse être empêchée/limitée, les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 406 ayant des plages d'angles de vue respectives.

[0135] Il est également envisagé que le substrat 402 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 408, 410, 412 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 404 ayant des plages d'angles de vue respectives. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 408, 410, 412 d'une mince couche réfléchissante.

[0136] Bien que les effets optiques projetés par le dispositif à effet optique 400 aient été décrits comme étant des images binaires, on comprendra que les effets optiques peuvent être implémentés par les canaux d'image respectifs sous la forme de :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ; ou
- une image binaire en demi-teinte tramée.

[0137] Des réseaux de diffraction peuvent être disposés sur une ou plusieurs des facettes 414, 416, 418. Les lignes de chaque réseau de diffraction peuvent s'étendre dans une direction parallèle à la pente de la facette respective 414, 416, 418. En d'autres termes, les lignes de chaque réseau de diffraction s'étendent dans la direction de la pente maximale de la facette respective 414, 416, 418. D'une autre manière, les lignes des réseaux de diffraction peuvent être orientées dans d'autres directions en fonction des couleurs que l'on souhaite pouvoir être projetées dans les plages d'angles de vue respectives des premier, deuxième et troisième canaux d'image, dans une direction s'étendant perpendiculairement ou selon un certain angle par rapport à la direction de la pente maximale de la facette respective 414, 416, 418. Les réseaux de diffraction peuvent avoir une période de 1.2µm à 3.2µm, cependant, d'autres périodes sont également envisagées en fonction des couleurs que l'on souhaite pouvoir être vues depuis les réseaux de diffraction respectifs.

[0138] L'ajout de réseaux de diffraction introduit de la couleur dans les effets optiques lorsqu'ils sont vus dans une lumière au moins partiellement collimatée et élargit également la plage d'angles de vue dans laquelle chacun des canaux d'image est visible en raison de l'effet de diffusion de la lumière des réseaux de diffraction. Dans cette forme de réalisation, si les structures 408, 410, 412 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 400 dans une lumière blanche réfléchie ou transmise qui est au moins partiellement collimatée, ou qui provient d'une source ponctuelle, les effets optiques sont observés en couleurs multiples et, lorsque le dispositif à effet optique 400 est tourné autour des axes X et/ou Y et/ou Z, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre les effets optiques.

[0139] Il est également envisagé que l'épaisseur de chaque structure 408 puisse être réduite à l'aide de l'approche décrite ci-dessus en ce qui concerne le dispositif à effet optique 100d.

Cinquième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0140] Les figures 21 et 22 montrent un dispositif à effet optique 500 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une cinquième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 500 est similaire au dispositif à effet optique 400, à l'exception du fait que les structures 508, 510, 512 sont agencés sur toute la première surface 504 du substrat 502 et que des réseaux de diffraction 520, 522, 524 sont disposés sur une ou plusieurs des facettes respectives 514, 516, 518.

[0141] Les caractéristiques du dispositif à effet optique 500 qui sont identiques ou équivalentes à celles du dispositif à effet optique 400 sont désignées par des numéros de référence équivalents à ceux du dispositif à effet optique 400 mais incrémentés de 100. Pour les caractéristiques qui sont identiques entre le dispositif à effet optique 400 et le dispositif à effet optique 500, on comprendra que la description ci-dessus concernant ces caractéristiques en lien avec le dispositif à effet optique 400 s'applique également aux caractéristiques identiques/équivalentes correspondantes trouvées dans le dispositif à effet optique 500. Par conséquent, les caractéristiques identiques entre le dispositif à effet optique 400 et le dispositif à effet optique 500 ne seront pas décrites à nouveau ci-après en lien avec le dispositif à effet optique 500, car ces caractéristiques du dispositif à effet optique 500 ont déjà été décrites ci-dessus en lien avec le dispositif à effet optique 400.

[0142] La première pluralité de structures 508 définit un premier canal d'image ayant une première plage d'angles de projection, la deuxième pluralité de structures 510 définit un deuxième canal d'image ayant une deuxième plage d'angles de projection, et la troisième pluralité de structures 512 définit un troisième canal d'image ayant une troisième plage d'angles de projection. Les réseaux de diffraction 520 disposés sur une ou plusieurs des facettes 514 de la première

pluralité de structures 508 définissent un premier effet optique lorsqu'ils sont vus selon une première plage d'angles de vue, les réseaux de diffraction 522 disposés sur une ou plusieurs des facettes 516 de la première pluralité de structures 510 définissent un deuxième effet optique lorsqu'ils sont vus selon une deuxième plage d'angles de vue qui est différente de la première plage d'angles de vue, et les réseaux de diffraction 524 disposés sur une ou plusieurs des facettes 518 de la première pluralité de structures 512 définissent un troisième effet optique lorsqu'ils sont vus selon une troisième plage d'angles de vue qui est différente des première et deuxième plages d'angles de vue. Les effets optiques du dispositif à effet optique 500 peuvent être visibles depuis des emplacements d'observation situés du même côté que la première surface 504 et la deuxième surface 506 sur le substrat 502 si le substrat 502 et les structures 508, 510, 512 sont constitués d'un matériau transparent.

[0143] Les réseaux de diffraction 520, 522, 524 sont disposés sur une ou plusieurs facettes respectives 514, 516, 518 selon un motif de tramage obtenu par un algorithme de tramage pour introduire une image en échelle de gris. Les lignes de chaque réseau de diffraction 520, 522, 524 s'étendent dans une direction parallèle à la pente de la facette respective 514, 516, 518. En d'autres termes, les lignes de chaque réseau de diffraction 520, 522, 524 s'étendent dans la direction de la pente maximale de la facette respective 514, 516, 518. Il est cependant également envisagé que les lignes de chaque réseau de diffraction 520, 522, 524 puissent être orientées dans d'autres directions selon la couleur que l'on souhaite pouvoir être projetée aux plages d'angles de vue des premier, deuxième et troisième canaux d'image respectifs, par exemple, dans une direction s'étendant perpendiculairement ou selon un certain angle par rapport à la direction de la pente maximale de la facette respective 514, 516, 518. Chaque réseau de diffraction 520, 522, 524 peut avoir une période de 1.2µm à 3.2µm, cependant, d'autres périodes sont également envisagées selon les couleurs que l'on souhaite pouvoir être vues depuis les réseaux de diffraction respectifs 520, 522, 524.

[0144] Le dispositif à effet optique 500 entrelace donc trois images qui peuvent être projetées vers un observateur selon trois plages d'angles de vue prédéfinies. De plus, le choix de l'orientation dans le plan permet d'obtenir des effets qui sont visibles lorsqu'un document rectangulaire est tourné autour de l'un ou l'autre des axes principaux (les deux axes X et Y sur la Fig. 21) par rapport à une source de lumière, ou lorsqu'un document rectangulaire est tourné autour de l'axe Z (rotation dans le plan) par rapport à une source de lumière. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 500 fournit un effet optique à trois visuels.

[0145] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 500 est décrite ci-après :

- Les structures 508, 510, 512 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 502 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 508, 510, 512 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former des structures 508, 510, 512. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 508 (décrite plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 508, 510, 512 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 508, 510, 512. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 508, 510, 512.

[0146] Si les structures 508, 510, 512 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation respectives situées du même côté que la première surface 504 et du même côté que la deuxième surface 506, ayant des plages d'angles de vue respectives. Ce sera également le cas si les structures 508, 510, 512 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 508, 510, 512, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les effets optiques ne seront visibles qu'en lumière réfléchie.

[0147] Si les structures 508, 510, 512 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 508, 510, 512 puisse être empêchée/limitée, les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 506 ayant des plages d'angles de vue respectives.

[0148] Il est également envisagé que le substrat 502 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 508, 510, 512 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques

ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 504 du substrat 502. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 508, 510, 512 d'une mince couche réfléchissante.

[0149] Si les structures 508, 510, 512 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 500 dans une lumière blanche diffuse transmise ou réfléchi, les effets optiques sont observés en noir et blanc et, lorsque le dispositif à effet optique 500 est tourné autour des axes X et/ou Y et/ou Z, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre les premier, deuxième et troisième effets optiques. Lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 500 dans une lumière blanche réfléchi ou transmise qui est au moins partiellement collimatée, ou qui provient d'une source ponctuelle, les effets optiques sont observés en couleurs multiples et, lorsque le dispositif à effet optique 500 est tourné autour de l'axe X et/ou Y et/ou Z, ou décalé par rapport à la source de lumière, les effets optiques observés basculent entre les premier, deuxième et troisième effets optiques.

[0150] Par sélection adéquate de la fréquence de réseau, la profondeur et l'orientation des lignes des réseaux de diffraction 520, 522, 524, les effets optiques projetés par chacun des canaux d'image respectifs du dispositif à effet optique 500 selon un angle particulier peuvent être une image en vraies couleurs. Par exemple, la fréquence de réseau, la profondeur et l'orientation des lignes des réseaux de diffraction 520, 522, 524, peuvent être sélectionnées de telle sorte qu'elles projettent un réseau bidimensionnel de pixels d'image en couleurs RGB de telle manière que les canaux d'image respectifs définissent une image en couleur souhaitée destinée à être observée selon un angle particulier avec une lumière blanche essentiellement collimatée. Les images définies par les réseaux de diffraction respectifs 520, 522, 524 de chaque canal d'image pourraient avoir de multiples tonalités d'une ou plusieurs couleurs souhaitées.

[0151] Les des réseaux de diffraction 520, 522, 524 peuvent être disposés sur une ou plusieurs des facettes respectives 514, 516, 518 de telle sorte que les canaux d'image respectifs définissent :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ;
- une image binaire en demi-teinte tramée ; ou
- une image binaire tramée.

[0152] Il est également envisagé que l'épaisseur de chaque structure 508 peut être réduite à l'aide de l'approche décrite ci-dessus par rapport au dispositif à effet optique 100d.

Sixième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0153] La figure 23 montre un dispositif à effet optique 600 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une sixième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 600 comprend un substrat 602 ayant une première surface 604 et une deuxième surface 606 (voir La figure 24).

[0154] Une pluralité de structures 608 est agencée sur la première surface 604 du substrat 602. Chaque structure 608 a une pluralité de facettes 610 qui définissent chacune une pente ayant un angle β par rapport à la première surface 604 du substrat 602. Chaque structure 608 a une orientation dans le plan XY. Par conséquent, chaque structure 608, avec ses facettes respectives 610, a une orientation dans le plan de X degrés par rapport au plan de la première surface 604 du substrat 602.

[0155] L'orientation dans le plan et/ou l'angle de pente β des facettes 610 de chaque structure 608 est modulée selon un ensemble d'entrée de valeurs scalaires. Par exemple, pour des images en échelle de gris ayant 256 niveaux de gris par pixel, les valeurs scalaires pour l'échelle de gris peuvent avoir une valeur dans la plage de 0 à 255, où zéro est pris pour le noir et 255 pour le blanc.

[0156] Dans une forme de réalisation du dispositif à effet optique 600, l'angle de pente β de chaque facette 610 est le même, mais l'orientation dans le plan de chaque structure 608 par rapport au plan de la première surface 604 du substrat 602 est modulée en fonction d'une valeur scalaire d'entrée, par une valeur scalaire d'échelle de gris d'une image d'entrée. On comprendra donc que chaque structure 608, avec ses facettes respectives 610, a une orientation comprise entre 0 degré et disons 180 degrés par rapport au plan de la première surface 604 du substrat 602, en fonction de la valeur scalaire d'échelle de gris de l'image d'entrée. Par exemple, les facettes 610 d'une structure 608 à un emplacement particulier (X, Y) sur la première surface 604 du substrat 602 peut avoir un angle de pente constant β mais avoir une orientation dans le plan par rapport à la première surface 604 du substrat 602 égale à une valeur d'échelle de gris d'entrée (par exemple, de 0 à 255) divisée par 255 et multipliée par 180 degrés.

[0157] Dans une autre forme de réalisation du dispositif à effet optique 600, chaque structure 608 peut avoir la même orientation dans le plan de X degrés par rapport au plan de la première surface 604 du substrat 602 mais l'angle de pente β des facettes 610 de chaque structure 608 peut être modulé en fonction d'une valeur scalaire d'entrée, par exemple une valeur scalaire d'échelle de gris d'une image d'entrée. Par exemple, les facettes 610 du substrat 602 peuvent avoir un angle de pente β égal à une valeur d'échelle de gris d'entrée (par exemple, de 0 à 255) divisée par 255 et multipliée par 45 degrés.

[0158] Dans une autre forme de réalisation du dispositif à effet optique 600, il est envisagé que l'orientation dans le plan par rapport au plan de la première surface 604 du substrat 602 et l'angle de pente β des facettes 610 de chaque structure 608 peut être modulé en fonction d'une valeur scalaire d'entrée, par exemple une valeur scalaire d'échelle de gris d'une image d'entrée.

[0159] Les facettes 610 du dispositif à effet optique 600 définissent un effet optique à permutation de contraste lorsqu'il est regardé selon une plage de plages d'angles de vue. L'effet optique à permutation de contraste fourni par le dispositif à effet optique 600 peut être une image binaire tramée obtenue par application d'un algorithme de tramage par modulation d'amplitude ou modulation de fréquence pour l'introduction d'une image en échelle de gris. Un exemple d'algorithme de tramage est un algorithme de tramage par diffusion.

[0160] Chaque pixel de l'effet optique à permutation de contraste est implémenté dans le dispositif à effet optique 600 sous la forme d'une structure 608. Les structures 608 sont agencées uniquement à des emplacements sur la première surface 604 du substrat 602 qui correspondent aux pixels de l'image en échelle de gris d'entrée. Chaque pixel défini par la structure 608 peut représenter un pixel de premier plan ou d'arrière-plan. Dans certaines formes de réalisation, on comprendra donc que des parties de la première surface 604 du substrat 602 seront absentes de toutes structures 608. Dans d'autres formes de réalisation, chaque pixel d'image d'entrée (qu'il soit considéré comme un pixel de premier plan, un pixel d'arrière-plan, ou aucun des deux) est représenté par une structure correspondante 608.

[0161] Selon une forme de réalisation, chacun des pixels de premier plan et d'arrièreplan d'une image sera défini par une structure respective 608 qui est modulée de la manière décrite ci-dessus. Dans ce cas, lorsque l'angle de vue d'un observateur observant le dispositif à effet optique 600 est modifié, la brillance des pixels de premier plan et d'arrière-plan commence à s'inverser jusqu'à ce que le contraste entre les pixels de premier plan et d'arrière-plan soit permuté (c'est-à-dire que le contraste de l'effet optique est inversé).

[0162] Pour une image en échelle de gris ayant différents niveaux de gris (à savoir, des tonalités de gris), l'image n'aura généralement aucun pixel de premier plan ou d'arrièreplan identifiable. Par conséquent, tous les pixels d'une image en échelle de gris seront définis par une structure respective 608 qui est modulée de la manière décrite ci-dessus. Lorsque l'angle de vue d'un observateur observant le dispositif à effet optique 600 est modifié, la brillance de chaque pixel commence à s'inverser jusqu'à ce que le contraste de chaque pixel soit permuté (c'est-à-dire que le contraste de l'effet optique est inversé).

[0163] Selon une autre forme de réalisation, seuls les pixels de premier plan ou les pixels d'arrière-plan d'une image seront définis par une structure respective 608 qui est modulée de la manière décrite ci-dessus. Dans ce cas, au lieu d'un effet de permutation de contraste, ce sera un effet de disparition d'image qui sera fourni. Lorsque l'angle de vue d'un observateur regardant le dispositif à effet optique 600 est modifié, la brillance de chaque pixel augmente ou diminue, ce qui donne un aspect de disparition d'image.

[0164] Le dispositif à effet optique 600 peut être projeté vers un observateur selon un ensemble bidimensionnel de plages d'anges de vue, ce qui permet un échantillonnage de l'effet optique à permutation de contraste le long de deux axes.

[0165] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 600 est décrite ci-après :

- Les structures 608 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 602 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 608 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 608. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 608 (décrite plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 608 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 608. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 608.

[0166] Si les structures 608 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Par conséquent, dans ce cas, les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation respectives situées du même côté que la première surface 604 et du même côté que la deuxième surface 606, ayant des plages d'angles de vue respectives. Ce sera également le cas si les structures 608 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 608, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque

complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les effets optiques ne seront visibles qu'en lumière réfléchie.

[0167] Si les structures 608 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 608 puisse être empêchée/limitée, les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 606 ayant des plages d'angles de vue respectives.

[0168] Il est également envisagé que le substrat 602 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 608 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 604 du substrat 602. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 608 d'une mince couche réfléchissante.

[0169] Des réseaux de diffraction peuvent être disposés sur une ou plusieurs des facettes 610 du dispositif à effet optique 600. Les lignes de chaque réseau de diffraction peuvent s'étendre dans une direction parallèle à la pente de la facette 610. En d'autres termes, les lignes de chaque réseau de diffraction s'étendent dans la direction de la pente maximale de la facette respective 610. D'une autre manière, les lignes des réseaux de diffraction peuvent être orientées dans d'autres directions selon les couleurs que l'on souhaite pouvoir être projetées aux plages d'angles de vue de l'effet optique à permutation de contraste, par exemple, dans une direction s'étendant perpendiculairement ou selon un certain angle par rapport à la direction de la pente maximale de la facette respective 610. Les réseaux de diffraction peuvent avoir une période de 1,2 μm à 3,2 μm , cependant, d'autres périodes sont également envisagées selon les couleurs que l'on souhaite pouvoir être vues depuis les réseaux de diffractions respectifs.

[0170] L'ajout de réseaux de diffraction introduit de la couleur dans l'effet optique à permutation de contraste lorsqu'il est vu dans une lumière au moins partiellement collimatée et élargit également la plage d'angles de vue dans laquelle l'effet optique à permutation de contraste est visible en raison de l'effet de diffusion de la lumière des réseaux de diffraction. Dans cette forme de réalisation, si les structures 608 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante, lorsqu'on regarde le dispositif à effet optique 600 dans une lumière blanche réfléchie ou transmise qui est au moins partiellement collimatée, ou qui provient d'une source ponctuelle, l'effet optique à permutation de contraste est observé en couleurs multiples et, lorsque le dispositif à effet optique 600 est tourné autour des axes X et/ou Y et/ou Z, ou décalé par rapport à la source de lumière, le contraste de couleur de l'effet optique à permutation de contraste varie.

[0171] Il est également envisagé que l'épaisseur de chaque structure 608 puisse être réduite à l'aide de l'approche décrite ci-dessus en ce qui concerne le dispositif à effet optique 100d.

Septième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0172] La figure 25 montre un dispositif à effet optique 700 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une septième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 700 comprend un substrat 702 ayant une première surface 704 et une deuxième surface 706 (voir La figure 26).

[0173] Une pluralité de structures 708 est agencée sur la première surface 704 du substrat 702. En référence aux figures 26 à 28, chaque structure 708 se présente approximativement sous la forme d'une rainure en forme de V et a une première facette 710 et une deuxième facette 712. Comme on le voit mieux sur la figure 26, la première facette 710 et la deuxième facette 712 de chaque structure 708 sont dirigées dans des directions différentes.

[0174] En référence à la figure 25, la pluralité de structures 708 est groupée en un premier groupe de structures 714 qui définit un premier canal d'image et un deuxième groupe de structures 716 qui définit un deuxième canal d'image. Comme on le voit mieux sur la figure 25, le premier groupe de structures 714 s'étend dans la direction X sur la figure 25, et le deuxième groupe de structures 716 s'étend dans la direction Y sur la figure 25.

[0175] Le premier groupe de structures 714 et le deuxième groupe de structures 716 ont chacun une orientation dans le plan unique, dans le plan XY. On comprendra donc que le premier groupe de structures 714 et le deuxième groupe de structures 716 ont chacun une orientation dans le plan unique par rapport au plan de la première surface 704 du substrat 702.

[0176] Chaque structure 708 du premier groupe de structures 714 a une orientation dans le plan de 90 degrés par rapport au plan de la première surface 704, de façon que, pour chaque structure 708 du premier groupe de structures 714, la première facette 710 soit dirigée dans une première direction indiquée de manière générale par la flèche 74 et la deuxième facette 712 soit dirigée dans une deuxième direction indiquée de manière générale par la flèche 76. Les premières facettes 710 et les deuxièmes facette 712 du premier groupe de structures 714 définissent respectivement un premier ensemble de facettes et le deuxième ensemble de facettes.

[0177] Chaque structure 708 du deuxième groupe de structures 716 a une orientation dans le plan de 0 degré par rapport au plan de la première surface 704, de façon que, pour chaque structure 708 du deuxième groupe de structures 716, la première facette 710 soit dirigée dans une troisième direction indiquée de manière générale par la flèche 70 et la deuxième facette 712 soit dirigée dans une quatrième direction indiquée de manière générale par la flèche 72. Les premières facettes 710 et les deuxièmes facette 712 du deuxième groupe de structures 716 définissent respectivement un troisième ensemble

de facettes et le quatrième ensemble de facettes. On comprendra que l'orientation dans le plan du premier groupe de structures 714 est perpendiculaire à l'orientation dans le plan du deuxième groupe de structures 716.

[0178] En référence à la figure 25, le dispositif à effet optique 700 est subdivisé en une pluralité de cellules 718. Chaque cellule 718 correspond à un pixel d'un premier effet optique ainsi que d'un deuxième effet optique. Chaque cellule 718 est subdivisée en premières zones 722a, 722b correspondant à un pixel du premier effet optique et en deuxième zones 720a, 720b correspondant à un pixel du deuxième effet optique. Trois structures 708 du premier groupe de structures 714 sont agencées dans plusieurs des premières zones 722a, 722b des cellules 718 pour définir des pixels noirs (ou blancs) respectifs du premier effet optique. De manière similaire, trois structures 708 du deuxième groupe de structures 716 sont agencées dans plusieurs des deuxième zones 720a, 720b des cellules 718 pour définir des pixels noirs (ou blancs) respectifs du deuxième effet optique. Bien que la figure 25 montre trois structures 708 dans plusieurs des premières zones 722a, 722b et deuxième zones 720a, 720b respectives, on comprendra qu'il est possible d'agencer plus ou moins de trois structures 708 dans plusieurs des premières zones 722a, 722b et deuxième zones 720a, 720b.

[0179] Le premier ensemble de facettes définit le premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu selon une première plage d'angles de vue indiquée d'une manière générale par la flèche 82. Le deuxième ensemble de facettes définit le premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu selon une deuxième plage d'angles de vue indiquée d'une manière générale par la flèche 84. Le troisième ensemble de facettes définit le deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu selon une troisième plage d'angles de vue indiquée d'une manière générale par la flèche 78. Le quatrième ensemble de facettes définit le deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu selon une quatrième plage d'angles de vue indiquée d'une manière générale par la flèche 80. On comprendra donc que le premier canal d'image défini par le premier groupe de structures 714 a deux angles de projection et que le premier effet optique est visible depuis deux plages d'angles de vue respectives. On comprendra également que le deuxième canal d'image défini par le deuxième groupe de structures 716 a deux angles de projection et que le deuxième effet optique est visible depuis deux plages d'angles de vue respectives. Les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 704 et la deuxième surface 706 du substrat 702 si le substrat 702 et les structures 708 sont constitués d'un matériau transparent.

[0180] Pour le dispositif à effet optique 700 représenté sur la figure 25, lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu depuis des directions d'observation indiquées de manière générale par les flèches 78 et 80, l'effet optique représenté sur la figure 29A sera projeté vers un observateur. De manière similaire, lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu depuis des directions d'observation indiquées de manière générale par les flèches 82 et 84, l'effet optique représenté sur la figure 29B sera projeté vers un observateur.

[0181] En référence aux figures 25 et 29A-B, la cellule 718a possède plusieurs structures 708 du deuxième groupe de structures 716 mais pas de structures 708 du premier groupe de structures 714. Par conséquent, lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu depuis des plages d'angles de vue indiquées de manière générale par les flèches 78 et 80, la cellule 718a projette un pixel noir dans le premier effet optique (voir figure 29A) et, lorsque le dispositif à effet optique 700 est observé depuis des plages d'angles de vue indiquées de manière générale par les flèches 82 et 84, la cellule 718a projette un pixel blanc dans le deuxième effet optique (voir figure 29B). On comprendra que toute cellule 718 ayant des structures 708 du premier groupe de structure 714 projette un pixel noir dans le premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu depuis des plages d'angles de vue indiquées de manière générale par les flèches 82 et 84.

[0182] La cellule 718b ne possède aucune structure 708 ni du premier ni du deuxième groupe de structures 714, 716. Par conséquent, la cellule 718b projette un pixel blanc dans le premier et ainsi que dans le deuxième effet optique.

[0183] Le dispositif à effet optique 700 entrelace donc deux images (à savoir les premier et deuxième effets optiques) qui peuvent être projetées vers un observateur par rotation du dispositif à effet optique 700 autour d'un axe qui est normal au plan du dispositif à effet optique 700. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 700 offre un effet optique à double visuel.

[0184] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 700 est décrite ci-après :

- Les structures 708 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 702 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 708 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 708. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 708 (décrite plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 708 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact)

des structures 708. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 708.

[0185] Si les structures 708 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, les effets optiques peuvent être vus depuis des positions d'observation respectives situées du même côté que la première surface 704 et du même côté que la deuxième surface 706, ayant des plages d'angles de vue respectives. Ce sera également le cas si les structures 708 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 708, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les effets optiques ne seront visibles qu'en lumière réfléchie.

[0186] Si les structures 708 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 708 puisse être empêchée/limitée, les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 706 du substrat 702 ayant des plages d'angles de vue respectives.

[0187] Il est également envisagé que le substrat 702 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 708 puissent être constituées d'un matériau transparent (par exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 704 du substrat 702. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 708 d'une mince couche réfléchissante.

[0188] Les effets optiques projetés par le dispositif à effet optique 700 peuvent être implémentés par les structures 708 sous la forme de :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ;
- une image binaire en demi-teinte tramée ; ou
- une image binaire tramée.

[0189] On comprendra que plus de deux images peuvent être entrelacées dans le dispositif à effet optique 700 par agencement d'un plus grand nombre de groupes de structures sur la première surface 704 du substrat 702. Par exemple, en référence à la figure 30, le dispositif à effet optique 700 peut avoir un troisième groupe de structures 724 qui définit un troisième canal d'image. De manière similaire aux premier et deuxième groupes de structures 714, 716, les premières facettes 710 des structures 708 du troisième groupe de structures 724 définissent un troisième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 700 est vu selon une cinquième plage d'angles de vue et les deuxièmes facettes 712 des structures 708 du troisième groupe de structures 724 définissent le troisième effet optique lorsque le dispositif à effet optique est vu selon une sixième plage d'angles de vue. On comprendra donc que le troisième canal d'image défini par le troisième groupe de structures 724 a deux plages d'angles de projection et que le troisième effet optique est visible depuis deux plages d'angles de vue respectives.

[0190] Dans l'exemple présenté sur la figure 30, le premier groupe de structures 714 a une orientation dans le plan de 0 degré par rapport au plan de la première surface 704, le deuxième groupe de structures 716 a une orientation dans le plan de 60 degrés par rapport au plan de la première surface 704, et le troisième groupe de structures 724 a une orientation dans le plan de 120 degrés par rapport au plan de la première surface 704. On comprendra donc que chaque groupe de structures 714, 716, 724 a une orientation dans le plan de 60 degrés.

[0191] L'angle de séparation dans le plan entre chaque groupe de structures 714, 716, 724 est calculé en divisant 180 degrés par le nombre de groupes de structures. Par exemple, si le dispositif à effet optique 700 entrelace 4 images, il y aura quatre groupes de structures et l'angle de séparation dans le plan entre des groupes de structures adjacents sera de 45 degrés.

Huitième exemple de forme de réalisation de l'invention

[0192] La figure 31 montre un dispositif à effet optique 800 sous la forme d'un dispositif de sécurité selon une huitième forme de réalisation de la présente invention. Le dispositif à effet optique 800 est similaire au dispositif à effet optique 700, à l'exception de la forme et de la configuration des structures 808 du dispositif à effet optique 800.

[0193] Les caractéristiques du dispositif à effet optique 800 qui sont identiques ou équivalentes à celles du dispositif à effet optique 700 sont désignées par des numéros de référence équivalents à ceux du dispositif à effet optique 700 mais incrémentés de 100. Pour les caractéristiques qui sont identiques entre le dispositif à effet optique 700 et le dispositif à effet optique 800, on comprendra que la description ci-dessus concernant ces caractéristiques en lien avec le dispositif à effet optique 700 s'applique également aux caractéristiques identiques/équivalentes correspondantes trouvées dans le

dispositif à effet optique 800. Par conséquent, les caractéristiques identiques entre le dispositif à effet optique 700 et le dispositif à effet optique 800 ne seront pas décrites à nouveau ci-après en lien avec le dispositif à effet optique 800, car ces caractéristiques du dispositif à effet optique 800 ont déjà été décrites ci-dessus en lien avec le dispositif à effet optique 700.

[0194] Une pluralité de structures 808 est agencée sur la première surface 804 du substrat 802. Chaque structure 808 a approximativement la géométrie d'une pyramide triangulaire tronquée et a une première facette 810, une deuxième facette 812 et une troisième facette 814. La première facette 810, la deuxième facette 812 et la troisième facette 814 de chaque structure 808 sont dirigées dans des directions différentes.

[0195] La pluralité de structures 808 est regroupée en un premier groupe de structures 816 qui définit un premier canal d'image et un deuxième groupe de structures 818 qui définit un deuxième canal d'image. Comme on le voit mieux sur la figure 31, le premier groupe de structures 816 pointe vers le haut dans la direction Y de la figure 31 et le deuxième groupe de structures 818 pointe vers le bas dans la direction Y de la figure 31. L'angle entre l'orientation dans le plan du premier groupe de structures 816 et celle du deuxième groupe de structures 818 est de 180 degrés, cependant, d'autres angles sont également envisagés.

[0196] En référence à la figure 32, pour chaque structure 808 du premier groupe de structures 816, la première facette 810 est dirigée dans une première direction indiquée de manière générale par la flèche 81a, la deuxième facette 812 est dirigée dans une deuxième direction indiquée de manière générale par la flèche 82a, et la troisième facette 814 est dirigée dans une troisième direction indiquée de manière générale par la flèche 83a. Les premières facettes 810, les deuxièmes facettes 812 et les troisièmes facettes 814 du premier groupe de structures 816 définissent respectivement un premier ensemble de facettes, un deuxième ensemble de facettes et un troisième ensemble de facettes.

[0197] Pour chaque structure 808 du deuxième groupe de structures 818, la première facette 810 est dirigée dans une quatrième direction indiquée de manière générale par la flèche 84a, la deuxième facette 812 est dirigée dans une cinquième direction indiquée de manière générale par la flèche 85a, et la troisième facette 814 est dirigée dans une sixième direction indiquée de manière générale par la flèche 86a. Les premières facettes 810, les deuxièmes facettes 812 et les troisièmes facettes 814 du deuxième groupe de structures 818 définissent respectivement un quatrième ensemble de facettes, un cinquième ensemble de facettes et un sixième ensemble de facettes. Comme on le voit mieux sur la figure 33, les premier et quatrième ensembles de facettes sont dirigés dans des directions opposées, les deuxième et cinquième ensembles de facettes sont dirigés dans des directions opposées, et les troisième et sixième ensembles de facettes sont dirigés dans des directions opposées.

[0198] En référence à la figure 31, le dispositif à effet optique 800 est divisé en une pluralité de cellules 820. Chaque cellule 820 correspond à un pixel du premier effet optique ainsi que du deuxième effet optique. Chaque cellule 820 est subdivisée en une première zone 822 qui correspond à un pixel du premier effet optique et une deuxième zone 824 qui correspond à un pixel du deuxième effet optique.

[0199] Le premier ensemble de facettes définit le premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu selon une première plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 81b. Le deuxième ensemble de facettes définit le premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu selon une deuxième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 82b. Le troisième ensemble de facettes définit le premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu selon une troisième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 83b. Le quatrième ensemble de facettes définit le deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu selon une quatrième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 84b. Le cinquième ensemble de facettes définit le deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu selon une cinquième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 85b. Le sixième ensemble de facettes définit le deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu selon une sixième plage d'angles de vue indiquée de manière générale par la flèche 86b. On comprendra que le premier canal d'image défini par le premier groupe de structures 816 a trois plages d'angles de projection et que le premier effet optique est visible depuis trois plages d'angles de vue respectives. On comprendra également que le deuxième canal d'image défini par le deuxième groupe de structures 818 a trois plages d'angles de projection et que le deuxième effet optique est visible depuis trois depuis trois plages d'angles de vue respectives. Les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation situées sur le même côté que la première surface 804 et la deuxième surface 806 du substrat 802 si le substrat 802 et les structures 808 sont constitués d'un matériau transparent.

[0200] En référence à la figure 31, la cellule 820a possède une structure 808 du premier groupe de structures 816 mais pas de structures 808 du deuxième groupe de structures 818. Par conséquent, lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu depuis l'une quelconque des première à troisième plages d'angles de vue 81b-83b, la cellule 820a projette un pixel noir dans le premier effet optique et, lorsque le dispositif à effet optique 800 n'est vu depuis aucune des première à troisième plages d'angles de vue 81b-83b, la cellule 820a projette un pixel blanc dans le deuxième effet optique. On comprendra que toute cellule 820 ayant une structure 808 du deuxième groupe de structure 818 projette un pixel noir dans le deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu depuis l'une quelconque des quatrième à sixième plages d'angles de vue 84b-86b.

[0201] La cellule 820b a une structure 808 du premier ainsi que du deuxième groupe de structures 816, 818. Par conséquent, lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu depuis l'une quelconque des première à troisième plages d'angles

81b, 83b, la cellule 820b projette un pixel noir dans le premier effet optique et, lorsque le dispositif à effet optique 800 est vu depuis l'une quelconque des quatrième à sixième plages d'angles de vue 84b-86b, la cellule 820b projette un pixel noir dans le deuxième effet optique.

[0202] La cellule 820c ne possède aucune structure 808 d'aucun des premier et deuxième groupes de structures 816, 818. Par conséquent, la cellule 820c projette un pixel blanc dans le premier ainsi que dans le deuxième effet optique.

[0203] Le dispositif à effet optique 800 entrelace donc deux images (à savoir les premier et deuxième effets optiques) qui peuvent être projetées vers un observateur par rotation du dispositif à effet optique 800 autour d'un axe qui est normal au plan du dispositif à effet optique 800 et/ou par inclinaison du dispositif à effet optique 800. On comprendra donc que le dispositif à effet optique 800 offre un effet optique à double visuel.

[0204] L'effet optique à double visuel offert par l'inclinaison du dispositif à effet optique 800 est possible du fait que, pour chaque plage d'angles de vue respective 81b-83b du premier effet optique, il y a une plage d'angles de vue opposée 84b-86b du deuxième effet optique. En référence à la figure 32, la première plage d'angles de vue 81b du premier effet optique est opposée à la quatrième plage d'angles de vue 84b du deuxième effet optique, la deuxième plage d'angles de vue 82b du premier effet optique est opposée à la cinquième plage d'angles de vue 85b du deuxième effet optique, et la troisième plage d'angles de vue 83b du premier effet optique est opposée à la sixième plage d'angles de vue 86b du deuxième effet optique. Par exemple, le premier effet optique est projeté vers un observateur qui regarde le dispositif à effet optique 800 depuis la première plage d'angles de vue 81b et, lorsque l'observateur incline le dispositif à effet optique 800 autour d'un axe parallèle à l'orientation en plan du premier ensemble de facettes, l'effet optique projeté vers l'observateur bascule du premier effet optique au deuxième effet optique.

[0205] La structure générale des formes de réalisation du dispositif à effet optique 800 est décrite ci-après :

- Les structures 808 peuvent être constituées d'un matériau transparent, par exemple, une résine durcissable par rayonnement (décrite plus en détail ci-après) ;
- Le substrat 802 peut aussi être transparent et se présenter sous la forme d'une feuille (comme pour l'application à un document de sécurité) ou d'un substrat polymère (par exemple, un substrat polymère pour billet de banque) ;
- Les structures 808 peuvent être recouvertes d'une couche protectrice claire qui peut avoir un indice de réfraction différent de celui du matériau utilisé pour former les structures 808. La couche protectrice claire peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 808 (décrite plus en détail ci-après) ; et
- D'une autre manière, les structures 808 peuvent être recouvertes d'une couche réfléchissante. La couche réfléchissante peut être suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 808. D'une autre manière, la couche réfléchissante peut être mince et recouverte d'une couche protectrice claire qui est suffisamment épaisse pour empêcher une copie mécanique (à savoir une copie par contact) des structures 808.

[0206] Si les structures 808 ne sont pas recouvertes d'une couche réfléchissante ou sont recouvertes d'une couche réfléchissante semi-transparente, les effets optiques peuvent être vus en transmission ainsi qu'en réflexion. Dans ce cas, les effets optiques peuvent être visibles depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 804 et du même côté que la deuxième surface 806, ayant des plages d'angles de vue respectives. Ce sera également le cas si les structures 808 sont recouvertes d'une mince couche réfléchissante (par exemple, d'une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale des structures 608, mais suffisamment épaisse pour empêcher presque complètement la transmission de la lumière), cependant, dans ce cas, les effets optiques ne seront visibles que dans la lumière réfléchie.

[0207] Si les structures 608 sont recouvertes d'une épaisse couche réfléchissante de façon qu'une copie mécanique des structures 808 puisse être empêchée/limitée, les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 806 du substrat 802 ayant des plages d'angles de vue respectives.

[0208] Les effets optiques projetés par le dispositif à effet optique 800 peuvent être implémentés par les structures 808 sous la forme de :

- une image binaire de „silhouette“ monochromatique ;
- une image binaire en demi-teinte tramée ; ou
- une image binaire tramée.

[0209] Il est également envisagé que le substrat 802 puisse être constitué d'un matériau opaque (par exemple, une feuille ou un polymère pour billet de banque) et que les structures 808 puissent être constituées d'un matériau transparent (par

exemple, une résine durcissable par rayonnement). Dans ce cas, on comprendra que les effets optiques ne seront visibles qu'en réflexion depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 804 du substrat 802. La visibilité des effets optiques peut dans ce cas être améliorée par le fait de recouvrir les structures 808 d'une mince couche réfléchissante.

[0210] On comprendra que plus de deux images peuvent être entrelacées dans le dispositif à effet optique 800. De manière similaire au dispositif à effet optique 700 illustré sur la figure 30, le dispositif à effet optique 800 peut entrelacer plus de deux images en ayant plus de deux groupes de structures, où chaque groupe de structure définit un canal d'image qui projette un effet optique. Chaque groupe de structure aura une orientation dans le plan par rapport à la première surface 804 du substrat 802.

Réflexion et transmission

[0211] Lorsque les effets optiques de chaque dispositif à effet optique 100-800 sont vus en réflexion, la plage d'angles de vue de chaque canal d'image est définie par l'angle de réflexion spéculaire sur l'ensemble de facettes respectif, qui dépend de la position et de l'orientation de l'ensemble de facettes respectif par rapport à la source de lumière.

[0212] Lorsque les effets optiques de chaque dispositif à effet optique 100-800 sont vus en transmission, la plage d'angles de vue de chaque canal d'image est définie par l'angle de réfraction sur l'ensemble de facettes respectif, qui dépend de la position et de l'orientation de l'ensemble de facettes par rapport à la source de lumière.

Couche protectrice et couche réfléchissante

[0213] Selon une forme de réalisation de chaque dispositif à effet optique 100-800, pour améliorer la visibilité des effets optiques, une couche réfléchissante peut être disposée sur la pluralité de structures. La couche réfléchissante est de préférence mince, de façon que les effets optiques puissent être vus depuis des positions d'observation situées du même côté que la première surface 104-804 et la deuxième surface 106-806 du substrat 102-802. La couche réfléchissante peut être formée d'une encre métallique. Cependant, d'autres matériaux appropriés connus dans la technique peuvent être utilisés pour former la couche réfléchissante.

[0214] La couche réfléchissante peut être recouverte d'une couche protectrice claire. De préférence, la couche protectrice claire est suffisamment épaisse pour que la couche protectrice claire forme une première face plane du dispositif à effet optique 100-800. A titre d'exemple, la figure 34 montre le dispositif à effet optique 100 ayant une couche protectrice claire 126 disposée sur la couche réfléchissante (non représentée) et la pluralité de structures 108 qui forme une première face plane 128 du dispositif à effet optique 100. On comprendra que chacun des dispositifs à effet optique 100-800 peut avoir une couche protectrice claire disposée sur leurs structures respectives d'une manière similaire à ce qui est représenté sur la figure 34.

[0215] La face plane du dispositif à effet optique 100-800 définie par la couche protectrice claire est avantageuse du fait que la couche protectrice claire peut empêcher une copie mécanique de la pluralité de structures, qui pourrait être utilisée pour produire des contrefaçons des dispositifs à effet optique.

[0216] La face plane du dispositif à effet optique 100-800 définie par la couche protectrice claire est également avantageuse du fait que la couche protectrice claire empêche que des contaminants tels que des liquides et/ou des particules entrent en contact avec la pluralité de structures, ce qui pourrait interférer avec la pluralité de structures et réduire la visibilité des effets optiques. Ceci est particulièrement avantageux pour les dispositifs à effet optique 100-800 ayant des structures qui ont de faibles profondeurs, qui ne font que quelques microns de profondeur.

Couche protectrice

[0217] Selon une autre forme de réalisation des dispositifs à effet optique 100-800, une épaisse couche protectrice claire peut être disposée sur la pluralité de structures 108-808 de façon que la couche protectrice claire forme une première face plane du dispositif optique (voir par exemple figure 34). La couche protectrice claire peut être constituée d'une couche à indice de réfraction élevé, cependant, d'autres matériaux appropriés connus dans la technique peuvent être utilisés pour former la couche à indice de réfraction élevé.

[0218] Les avantages décrits ci-dessus en relation avec la forme de réalisation concernant la couche protectrice et la couche réfléchissante s'appliquent également à la présente forme de réalisation.

Couche réfléchissante

[0219] Selon une autre forme de réalisation des dispositifs à effet optique 100-800, une épaisse couche réfléchissante peut être disposée sur les structures de façon que la couche réfléchissante forme une première face plane du dispositif à effet optique 100-800 (voir par exemple figure 34, sur laquelle, pour cette forme de réalisation, le numéro de référence 126 fait référence à l'épaisse couche de réflexion). On comprendra que les effets optiques dans cette forme de réalisation ne seront visibles que depuis des positions d'observation situées du même côté que la deuxième surface 106-806 du substrat 102-802. La couche réfléchissante peut être formée d'une encre métallique, cependant, d'autres matériaux appropriés connus dans la technique peuvent être utilisés pour former la couche réfléchissante.

[0220] La face plane du dispositif optique définie par la couche réfléchissante est avantageuse du fait que la couche réfléchissante peut empêcher une copie mécanique de la pluralité de structures, qui pourrait être utilisée pour produire des contrefaçons du dispositif à effet optique.

Structures de surface

[0221] Bien que les dispositifs à effet optique 100-800 ci-dessus aient été décrits comme ayant des réseaux de diffraction disposés sur une ou plusieurs de facettes, il est également envisagé que d'autres structures de surface/textures puissent être appliquées sur les facettes de chacun des dispositifs à effet optique 100-800 ci-dessus. Des exemples d'autres structures de surface/textures qui peuvent être disposées sur les facettes de chacun des dispositifs à effet optique 100-800 ci-dessus comprennent une rugosité de surface, une micro-rugosité de surface, des surfaces de diffusion de lumière, une micro-texture, un micro-texte ou leurs combinaisons.

Document de sécurité

[0222] La figure 32 montre une forme de réalisation d'un document de sécurité 950 ayant un dispositif de sécurité 900.

[0223] Le document de sécurité 950 a un substrat 902, qui est le support principal de différentes caractéristiques de sécurité et de conception du document de sécurité 950. Pour une question de simplicité d'illustration, un seul dispositif de sécurité 900 est représenté mais il est bien reconnu que les documents de sécurité possèdent typiquement de multiples dispositifs de sécurité. Le substrat 902, qui est typiquement constitué d'un matériau polymère transparent, inclut une première surface 904 et une deuxième surface opposée 906, qui sont toutes les deux essentiellement planes. Une ou plusieurs couches opacifiantes 952 peuvent être prévues dans les régions sélectionnées du document de sécurité 950, en particulier lorsque le substrat 902 est essentiellement transparent, de façon que des motifs de dessins, des couleurs pleines, du texte, ou analogue, puissent être formés directement sur la couche opacifiante 952 dans une région sélectionnée du substrat 902. Le dispositif de sécurité 900 selon une forme de réalisation de l'invention est situé dans la région de fenêtre 960 du document de sécurité 950, mais ceci n'est pas essentiel. Comme le dispositif de sécurité 900 est intégralement formé d'un seul tenant avec le document de sécurité 950, le substrat 902 joue également le rôle du substrat du dispositif de sécurité 900.

[0224] Selon une forme de réalisation du document de sécurité 950, le dispositif de sécurité 900 peut être l'un quelconque des dispositifs à effet optique 100-800. On comprendra donc que, si l'un quelconque des dispositifs à effet optique 100-800 sont formés d'un seul tenant avec le document de sécurité 950, le substrat 902 du document de sécurité 950 formera le substrat respectif 102-802 du dispositif à effet optique 100-800. Le substrat 902 du dispositif de sécurité 950 formant le substrat 102-802 du dispositif à effet optique 100-800 peut être un substrat polymère (qui est le substrat de l'article ou du document adéquat) ou une feuille (typiquement entendue comme étant un élément qui est appliqué, par exemple par estampage à chaud, sur un article ou document adéquat).

[0225] Selon une autre forme de réalisation du document de sécurité 950, le dispositif de sécurité 900 peut être l'un quelconque des dispositifs à effet optique 100-800, qui est formé, par exemple, sous la forme d'un film de transfert pour l'application du substrat 902 du document de sécurité 950. Le substrat 102-802 du dispositif à effet optique 100-800 appliqué sur le document de sécurité 950 peut être un substrat polymère ou une feuille.

Fabrication

[0226] A titre d'exemple, le dispositif à effet optique 100-800 peut être fabriqué de la manière suivante.

[0227] Un faisceau laser focalisé est appliqué selon un balayage récurrent sur une surface de résine photosensible. On fait varier la puissance du faisceau laser pour former les structures du dispositif à effet optique 100-800 dans la résine photosensible. On fait en outre varier légèrement la puissance du faisceau laser pendant le balayage selon l'épaisseur maximale souhaitée des structures. Après le balayage, la résine photosensible est développée / lavée pour produire les structures. Ensuite, si nécessaire, le faisceau laser focalisé est appliqué selon un balayage récurrent sur la résine photosensible pour former les réseaux de diffraction sur une ou plusieurs des structures. Après le deuxième balayage, la résine photosensible est utilisée pour former un négatif (ou positif) de la résine photosensible sur une plaque, qui est ensuite fixée à un rouleau de gaufrage. Bien que l'on ait décrit deux passes du faisceau laser pour former les structures et tous les réseaux de diffraction disposés sur les structures, il est également envisagé qu'une seule passe du faisceau laser puisse être requise pour former les structures ainsi que tous les réseaux de diffraction disposés sur les structures.

[0228] Après que la plaque a été fixée à un rouleau de gaufrage, une résine durcissable par rayonnement, de préférence une résine durcissable aux UV, est appliquée sur la première surface 104-804 du substrat 102-802 par un processus d'impression approprié. Alors que la résine durcissable par rayonnement est encore molle, la plaque fixée au rouleau de gaufrage est appliquée dans l'encre durcissable par rayonnement pour former les structures et tous les réseaux de diffraction sur les structures. La résine durcissable par rayonnement peut être durcie pendant le gaufrage des structures et de tous les réseaux de diffraction sur les structures 108-808 ou ultérieurement.

[0229] Selon un autre procédé, les procédés lasers décrits ci-dessus peuvent être utilisés pour former un négatif des structures du dispositif à effet optique 100-800 dans la résine photosensible. La résine photosensible est utilisée pour

former un négatif (ou un positif) de la résine photosensible sur une plaque fixée à un rouleau de gaufrage, qui est utilisé pour gaufrer les structures et tous les réseaux de diffraction sur les structures dans une résine durcissable par rayonnement appliquée sur la première surface 104-804 du substrat 102-802. La résine durcissable par rayonnement peut être durcie pendant le gaufrage des structures et de tous les réseaux de diffraction sur les structures 108-808 ou ultérieurement.

[0230] Selon un autre procédé dans lequel les réseaux de diffraction ne sont pas requis, un positif ou un négatif des structures des dispositifs à effet optique 100-800 peut être gravé par laser directement dans le rouleau de gaufrage à l'aide d'un système de gravure par laser pulsé, par exemple un graveur laser pulsé picosecondes.

[0231] A titre d'exemple, les dispositifs à effet optique 700-800 peuvent être fabriqués de la manière suivante.

[0232] Un positif (ou un négatif) des structures 708, 808 du dispositif à effet optique 700, 800 peut être gravé directement dans un rouleau de gaufrage. Après que le positif (ou le négatif) des structures 708, 808 a été gravé dans le rouleau de gaufrage, une résine durcissable par rayonnement, de préférence une résine durcissable aux UV, est appliquée sur la première surface 704, 804 du substrat 702, 802 par un processus d'impression approprié. Alors que la résine durcissable par rayonnement est encore molle, le rouleau de gaufrage est appliqué dans l'encre durcissable par rayonnement pour former le négatif (ou positif) des structures 708, 808 du dispositif à effet optique 700, 800. La résine durcissable par rayonnement peut être durcie pendant le gaufrage des structures 708, 808 ou ultérieurement.

[0233] La gravure d'un positif ou d'un négatif des structures 708, 808 du dispositif à effet optique 700, 800 directement dans le rouleau de gaufrage offre un certain nombre d'avantages par rapport au procédé de fabrication décrit ci-dessus en relation avec les dispositifs optiques 100-600 utilisant une résine photosensible. Ces avantages comprennent :

- Un faible coût - du fait qu'il n'est pas nécessaire de former des plaques onéreuses et de les appliquer sur le rouleau de gaufrage.
- Des délais de production plus courts - du fait que les délais de production associés à la formation des plaques sont très longs, étant donné que des plaques maîtresses individuelles doivent tout d'abord être réalisées, suivies par la recombinaison des plaques maîtresses en une plaque de dimension complète, qui est ensuite appliquée sur un rouleau de gaufrage. Dans cette forme de réalisation, les délais de production peuvent être réduits, car des procédés de fabrication d'un cylindre de gravure standard peuvent être utilisés pour former le positif ou le négatif de la structure 708, 808 directement dans le rouleau de gaufrage.
- Un outillage de gaufrage plus robuste / mécaniquement durable. Comme il n'est pas nécessaire d'appliquer les plaques sur le rouleau de gaufrage, l'outillage de gaufrage de ce procédé est plus robuste et plus durable. En outre, l'outillage de gaufrage peut être nettoyé plus souvent sans subir de dommages par comparaison avec les plaques.
- Aucun marquage témoin. L'étape de recombinaison des plaques maîtresses pour réaliser une plaque de dimension complète introduit typiquement des „marquages témoins“ dans la production de la plaque de dimension complète. Ces marquages se présentent sous la forme de lignes formant un périmètre rectangulaire autour de la structure dans la plaque qui doit être gaufrée. Ces marquages peuvent entraîner une accumulation de résine durcissable aux UV sur la plaque pendant la production, ce qui nécessite de trop fréquents arrêts du processus de production pour nettoyer la plaque. D'autre part, la gravure du positif ou du négatif des structures 708, 808 directement dans le rouleau de gaufrage rend le processus de production plus efficace, puisqu'il faut moins de temps d'arrêt pour le nettoyage de l'outillage, et que le processus de fabrication du rouleau ne requière pas la production de marquages témoins.

[0234] L'homme du métier comprendra que de nombreuses variantes et/ou modifications peuvent être apportées à l'invention telle que représentée dans les formes de réalisation sans sortir de l'esprit ou du cadre de l'invention tel que largement décrit. Les présentes formes de réalisation doivent donc être considérées à tous égards comme étant illustratives et non restrictives.

[0235] Bien que l'invention ait été décrite en lien avec une forme de réalisation préférée, l'homme du métier comprendra que l'invention peut être mise en œuvre sous de nombreuses autres formes. L'homme du métier comprendra que de nombreuses variantes et/ou modifications peuvent être apportées à la technologie telle que représentée dans les formes de réalisation spécifiques sans sortir de l'esprit ou du cadre de l'invention tel que largement décrit. Les présentes formes de réalisation doivent donc être considérées à tous égards comme étant illustratives et non restrictives.

Revendications

1. Dispositif à effet optique comprenant :
un substrat ayant une première surface et une deuxième surface ; et une pluralité de structures comprenant une première pluralité de structures agencée sur la première surface du substrat, la première pluralité de structures ayant une première orientation dans le plan par rapport à la première surface du substrat, chaque structure de la

première pluralité de structures ayant une facette qui est dirigée dans une première direction, les facettes de la première pluralité de structures formant un premier ensemble de facettes ; et une deuxième pluralité de structures agencée sur la première surface du substrat, la deuxième pluralité de structures ayant une deuxième orientation dans le plan par rapport à la première surface du substrat, chaque structure de la deuxième pluralité de structures ayant une facette qui est dirigée dans une deuxième direction, les facettes de la deuxième pluralité de structures formant un deuxième ensemble de facettes, dans lequel le premier ensemble de facettes définit un premier effet optique lorsque le dispositif à effet optique est vu selon une première plage d'angles de vue et le deuxième ensemble de facettes définit un deuxième effet optique lorsque le dispositif à effet optique est vu selon une deuxième plage d'angles de vue, et dans lequel le dispositif à effet optique comprend une structure de surface disposée sur une ou plusieurs facettes du premier ensemble de facettes et/ou sur une ou plusieurs facettes du deuxième ensemble de facettes.

2. Dispositif à effet optique selon la revendication 1, dans lequel la structure de surface comprend une structure diffractive.
3. Dispositif à effet optique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la pluralité de structures comprend en outre une troisième pluralité de structures agencée sur la première surface du substrat, la troisième pluralité de structures ayant une troisième orientation dans le plan par rapport à la première surface du substrat, chaque structure de la troisième pluralité de structures ayant une facette qui est dirigée dans une troisième direction, les facettes de la troisième pluralité de structures formant un troisième ensemble de facettes qui définit un troisième effet optique lorsque le dispositif à effet optique est vu selon une troisième plage d'angles de vue et/ou chaque facette de chacun des premier, deuxième et troisième ensembles de facettes, définit une pente par rapport à la première surface du substrat.
4. Dispositif à effet optique selon la revendication 3, dans lequel :
les structures de la première pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du premier effet optique ;
les structures de la deuxième pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du deuxième effet optique ; et
les structures de la troisième pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du troisième effet optique.
5. Dispositif à effet optique selon la revendication 3 ou 4, comprenant en outre une structure de surface sur une ou plusieurs facettes du troisième ensemble de facettes.
6. Dispositif à effet optique selon la revendication 5, dans lequel la structure de surface disposée sur une ou plusieurs facettes du troisième ensemble de facettes comprend une structure diffractive.
7. Dispositif à effet optique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel :
les structures de la première pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du premier effet optique ; et
les structures de la deuxième pluralité de structures sont disposées à des emplacements sur la première surface du substrat correspondant à des pixels du deuxième effet optique.
8. Dispositif à effet optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel chaque effet optique est visible en réflexion et en transmission.
9. Dispositif à effet optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre une couche réfléchissante disposée sur la pluralité de structures.
10. Dispositif à effet optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre une couche protectrice disposée sur la pluralité de structures.
11. Document de sécurité comprenant un dispositif à effet optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.
12. Document de sécurité selon la revendication 11, dans lequel le dispositif à effet optique est disposé dans une demi-fenêtre ou pleine fenêtre du document de sécurité.

Fig. 1

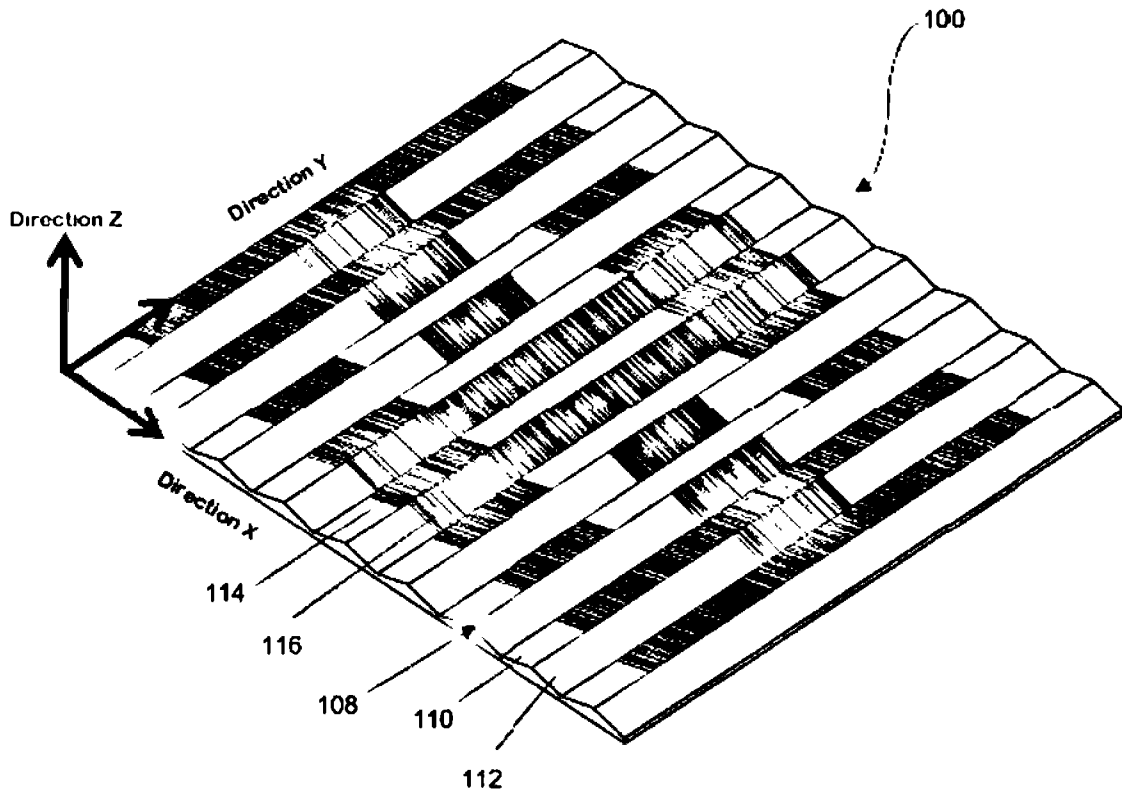


Fig. 2

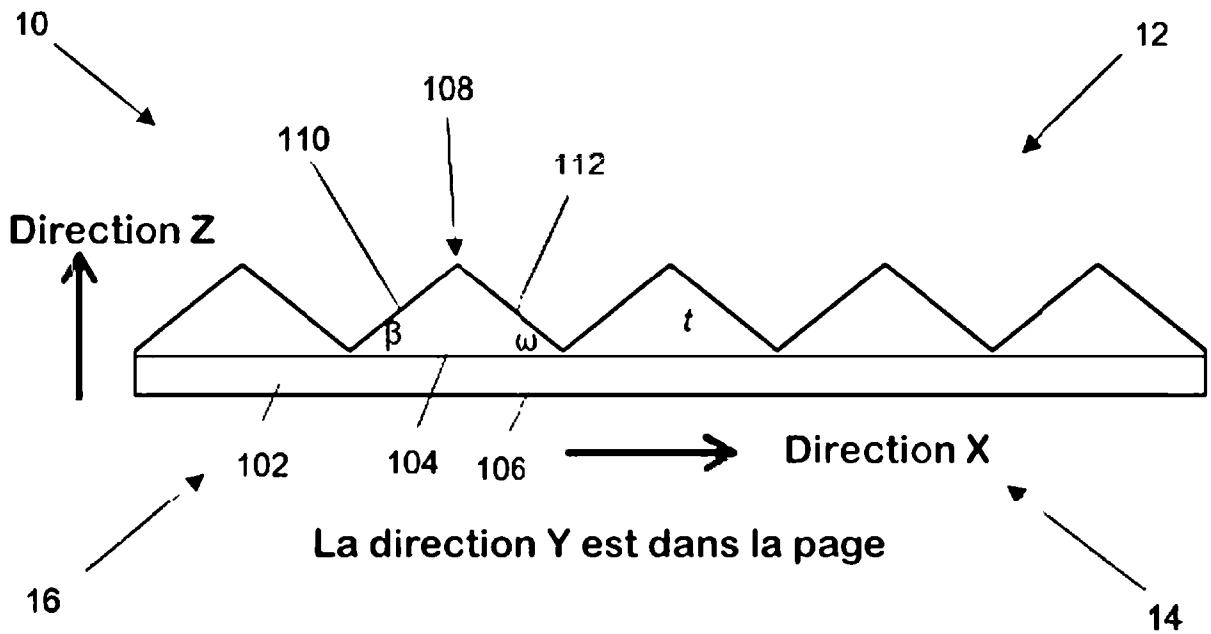


Fig. 3

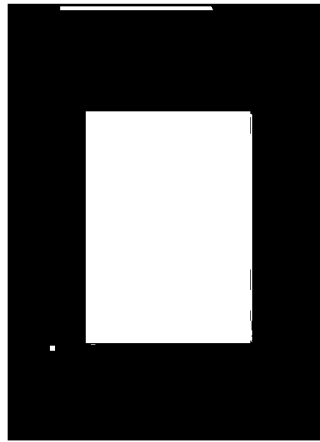


Figure 3

Fig. 4



Figure 4

Fig. 5

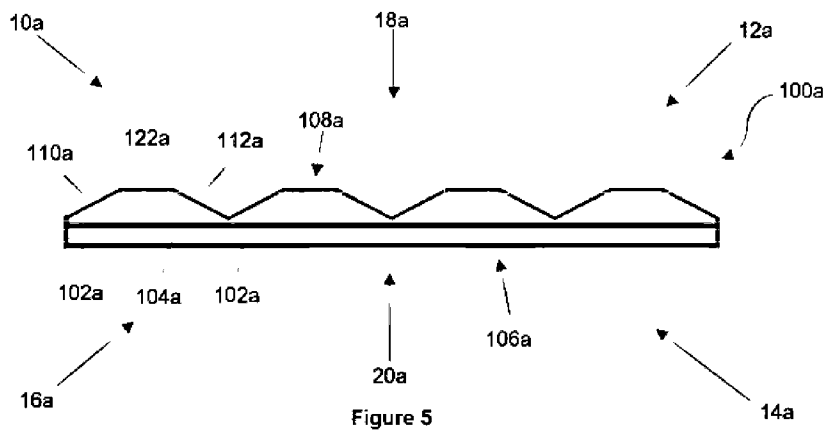


Fig. 6

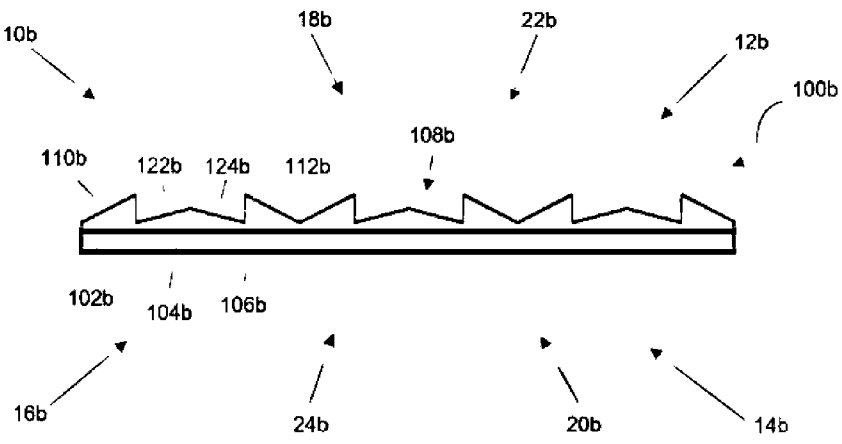


Fig. 7

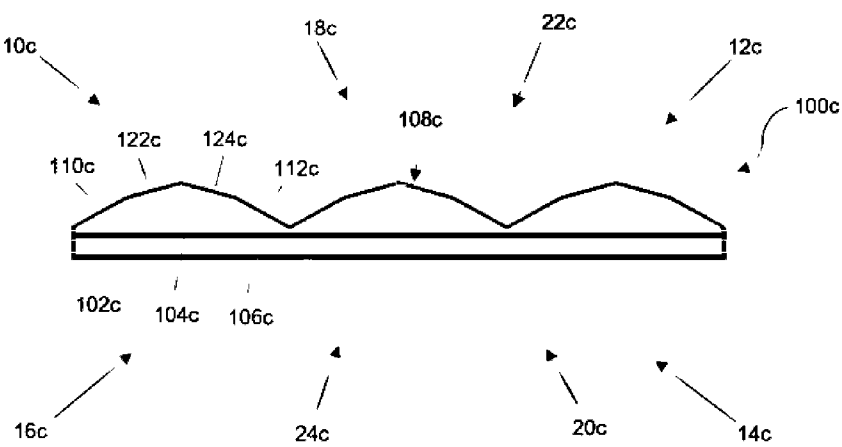


Fig. 8A

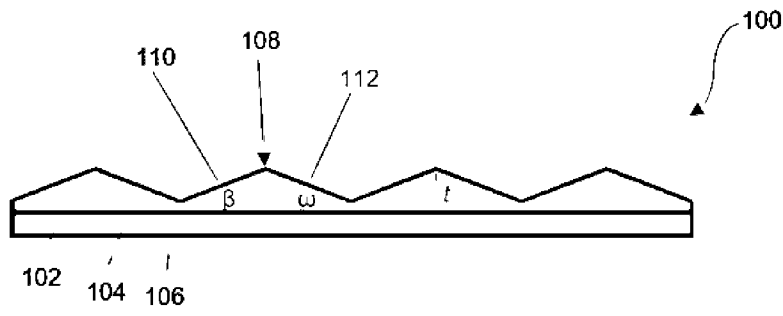


Fig. 8B

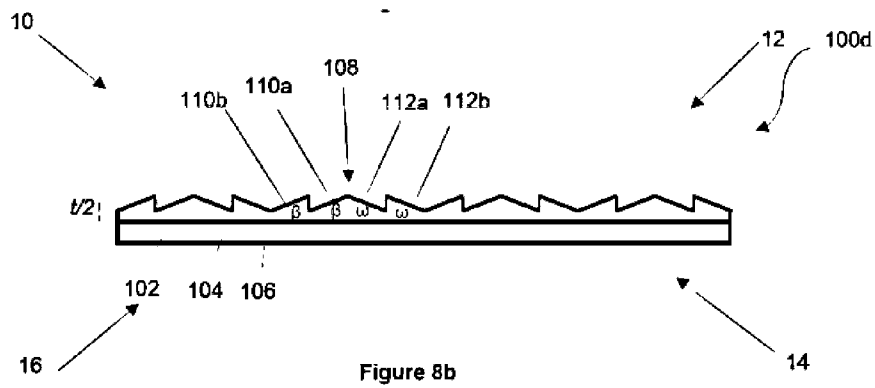


Figure 8b

Fig. 9

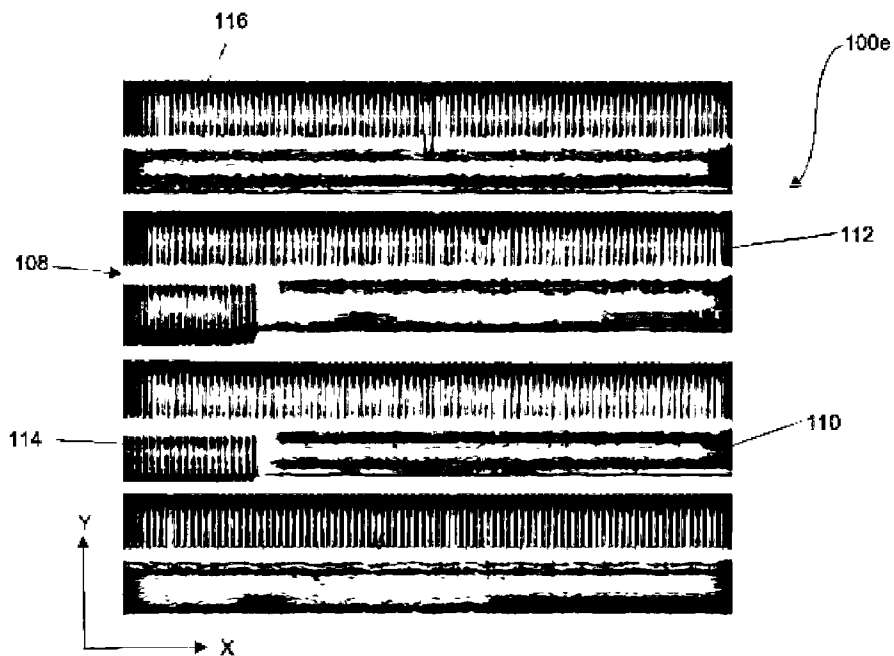


Fig. 10

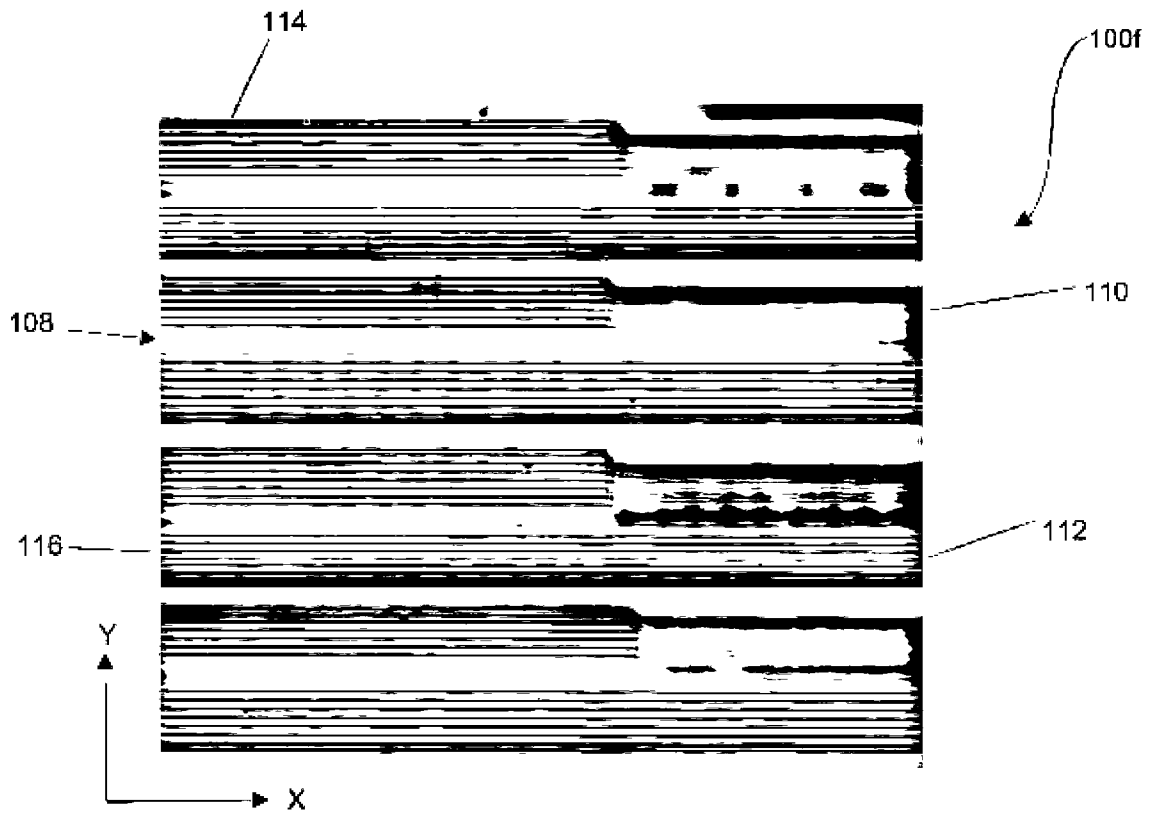


Fig. 11

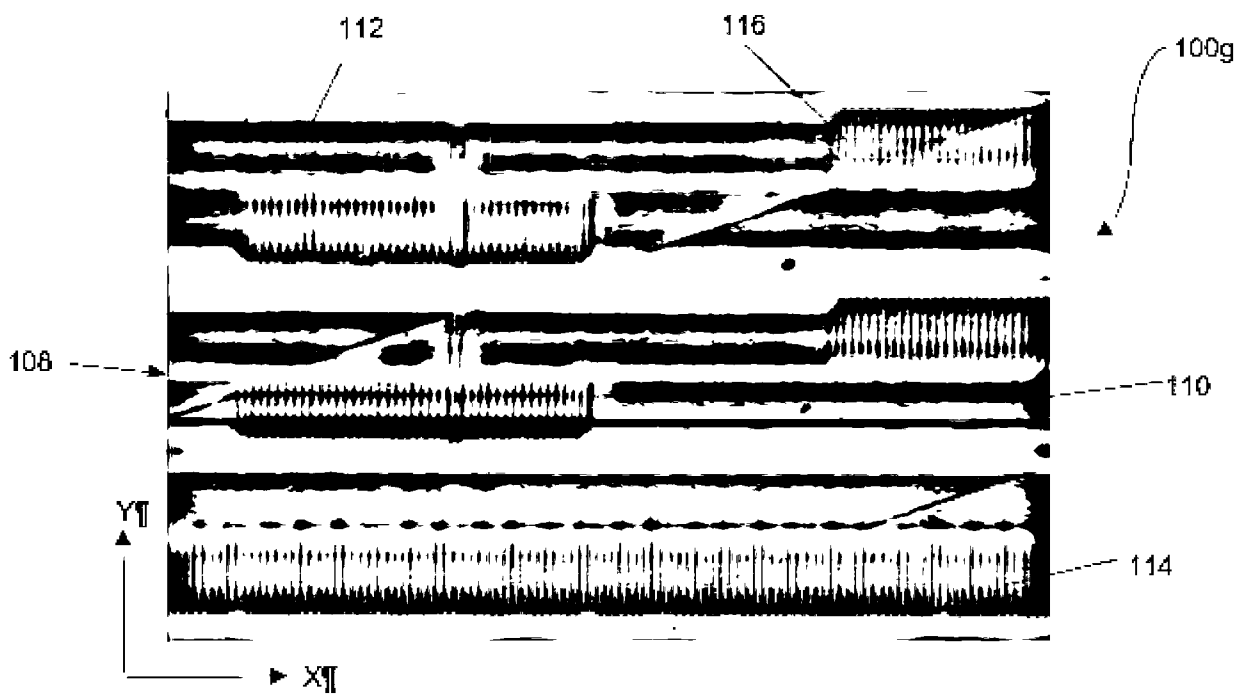


Fig. 12

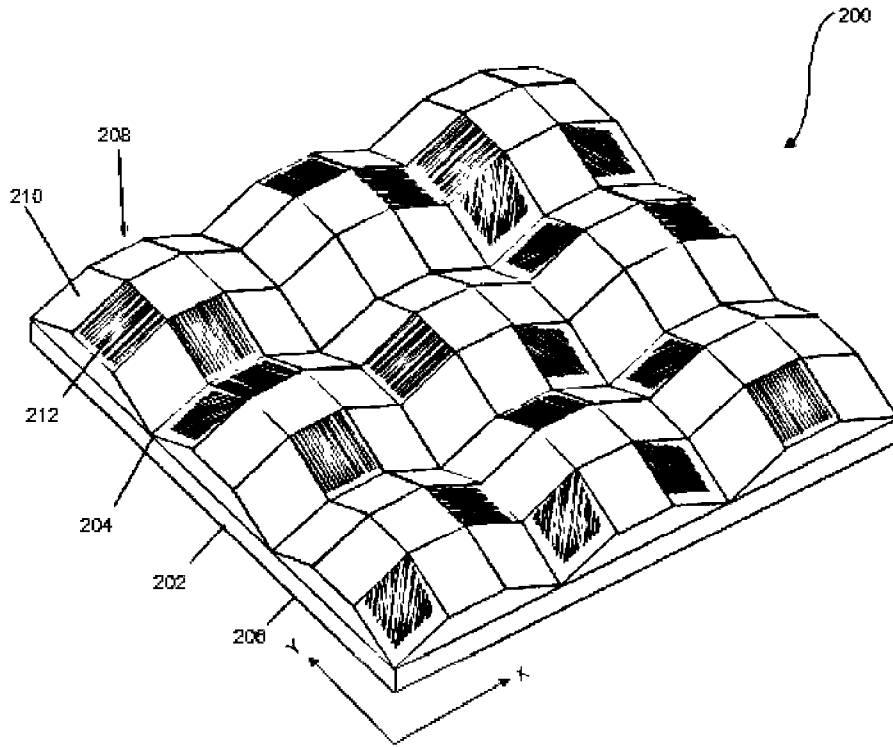


Fig. 13

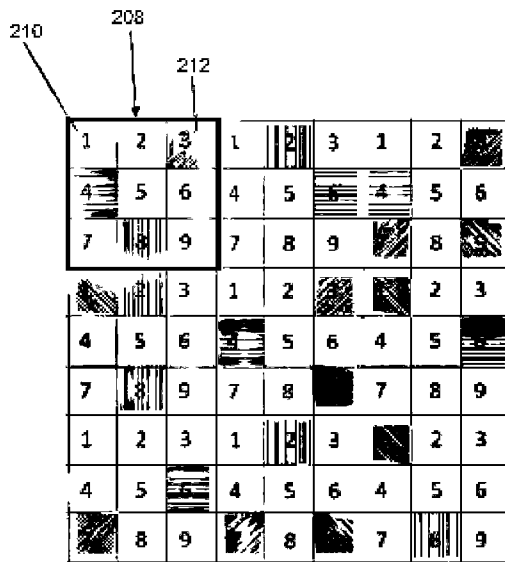


Figure 13

Fig. 14

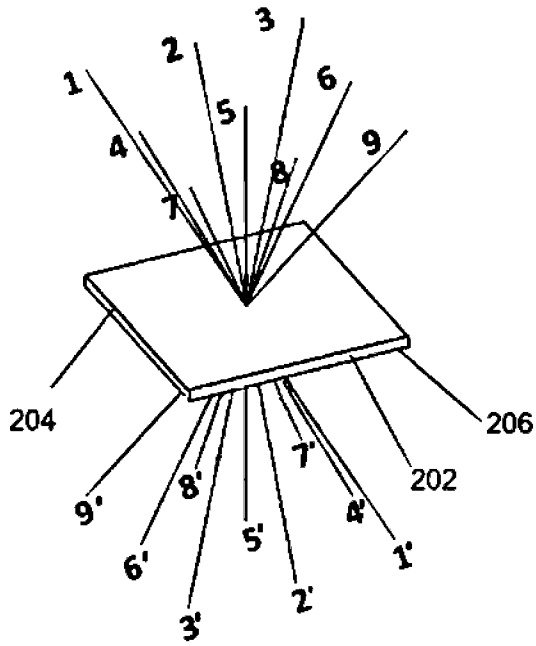


Fig. 15

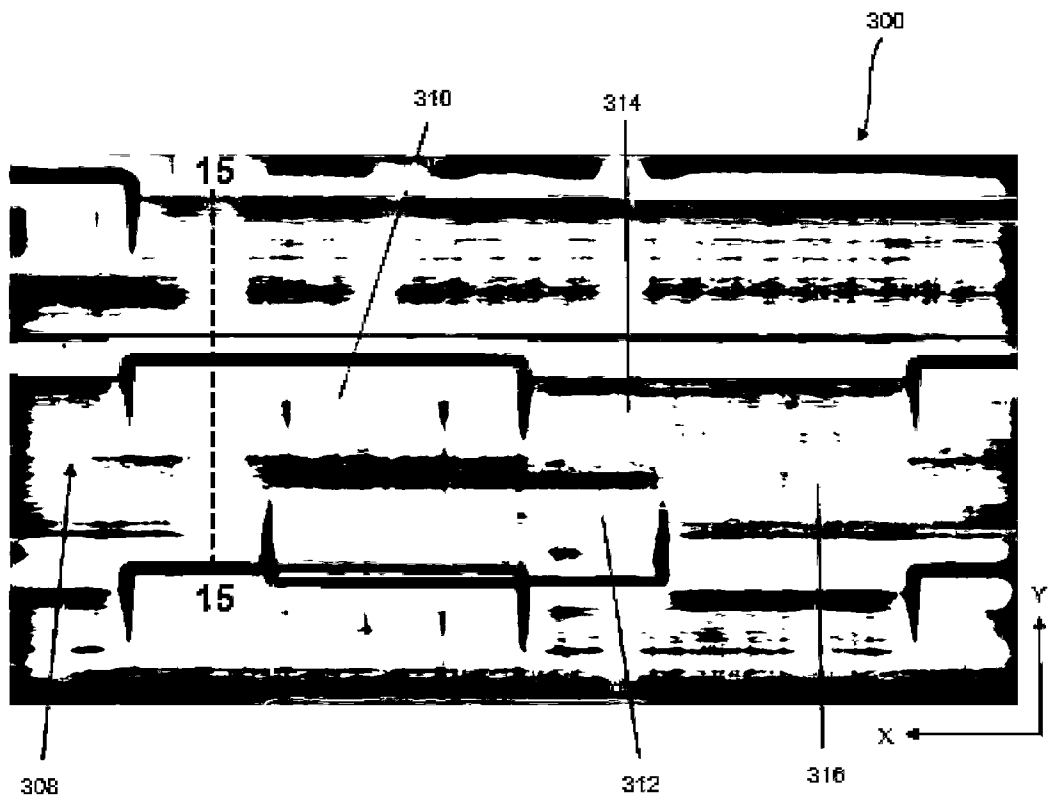


Fig. 16

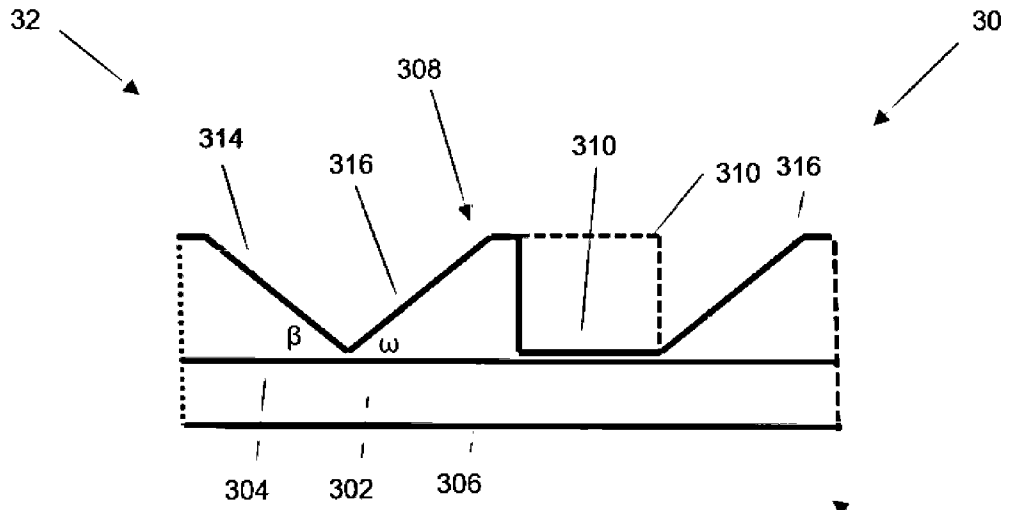


Figure 16

Fig. 17

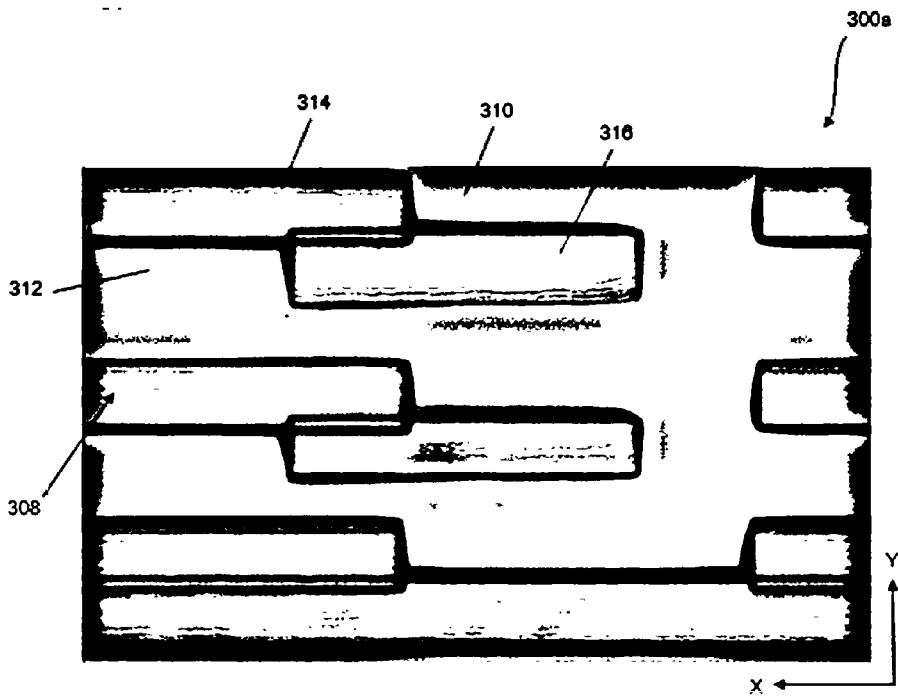


Fig. 18

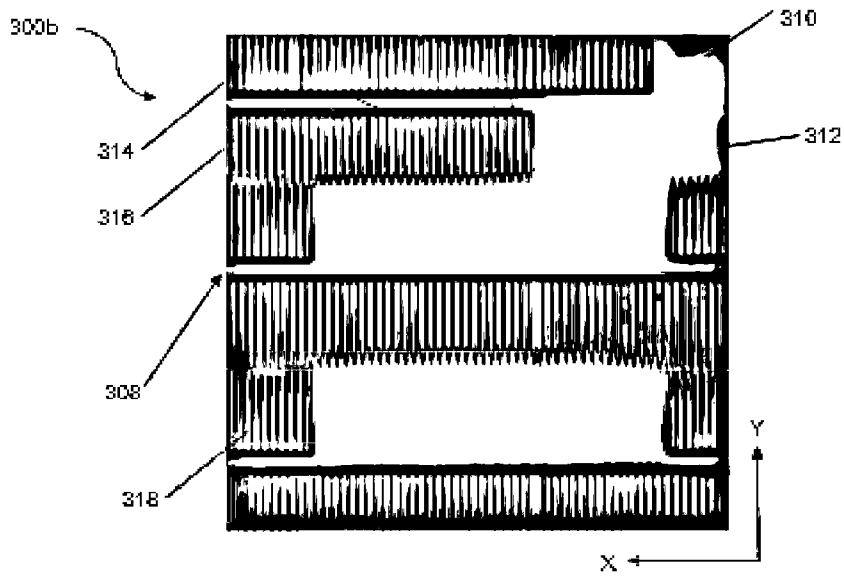


Fig. 19

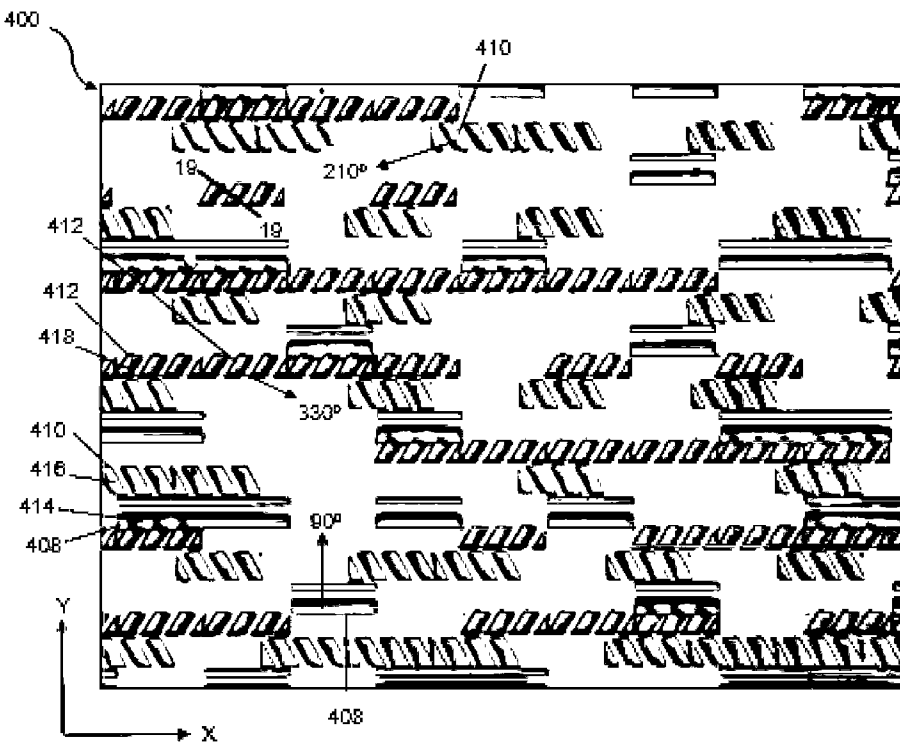


Fig. 20

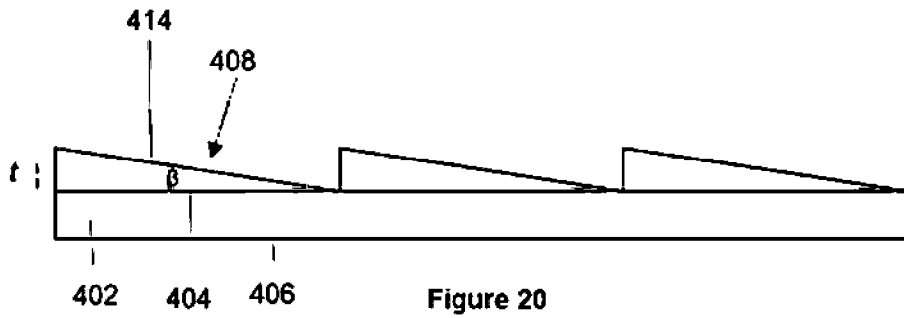


Figure 20

Fig. 21

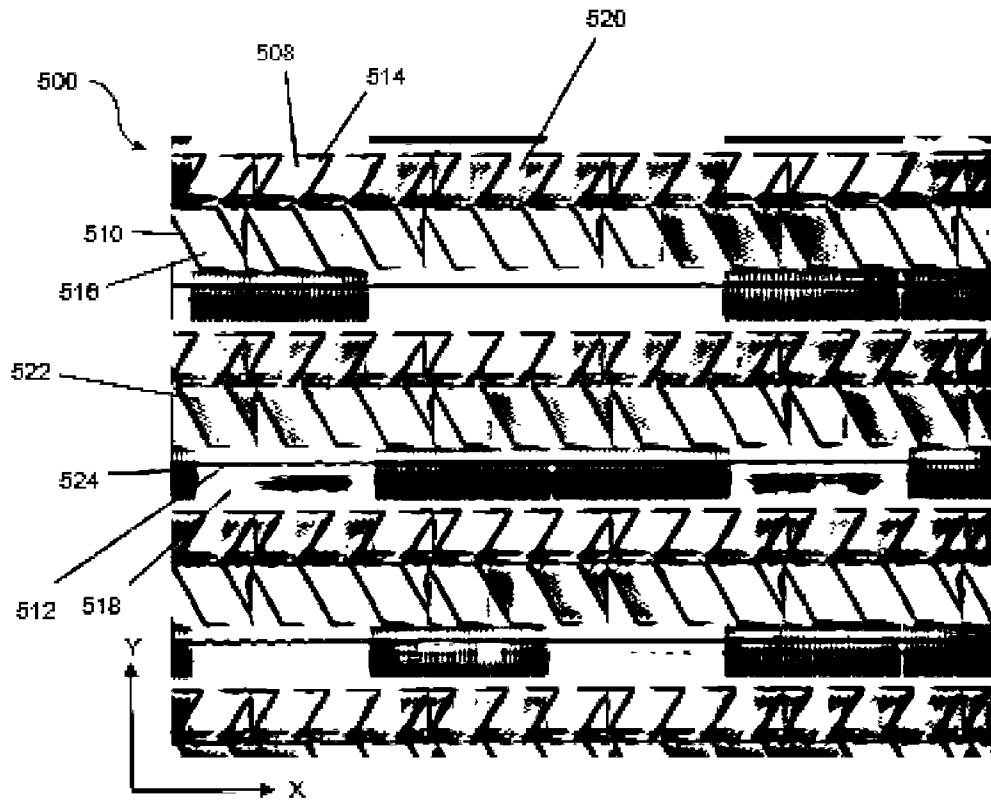


Fig. 22

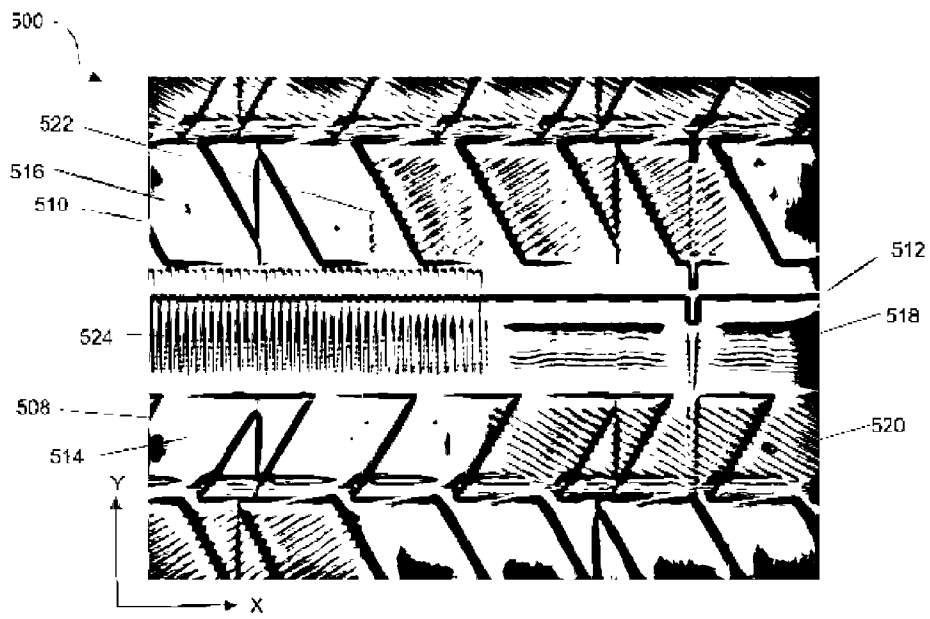


Fig. 23

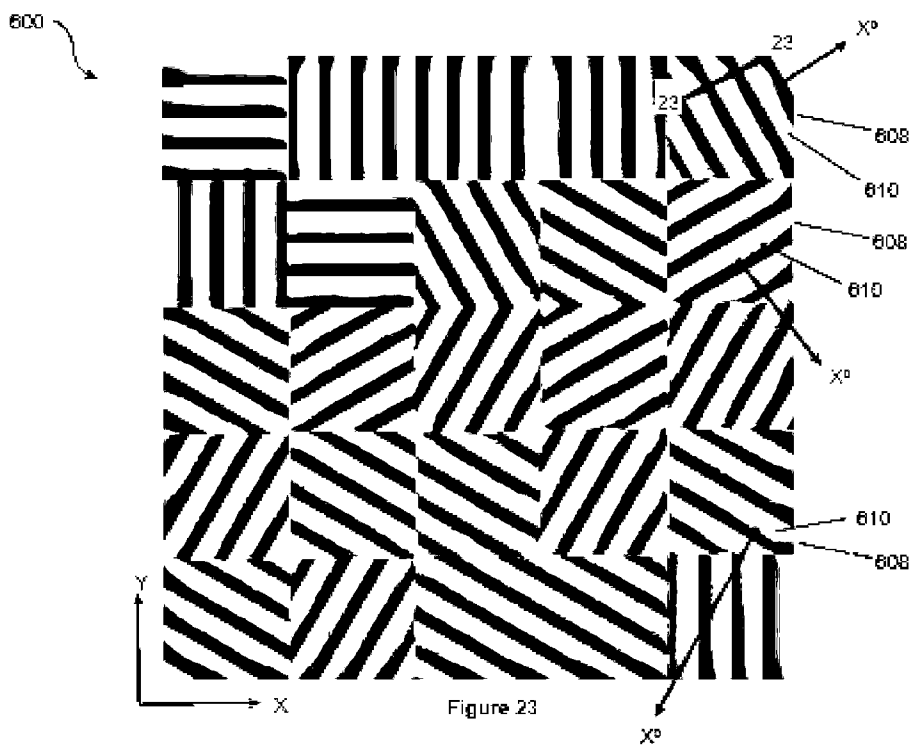


Figure 23

Fig. 24

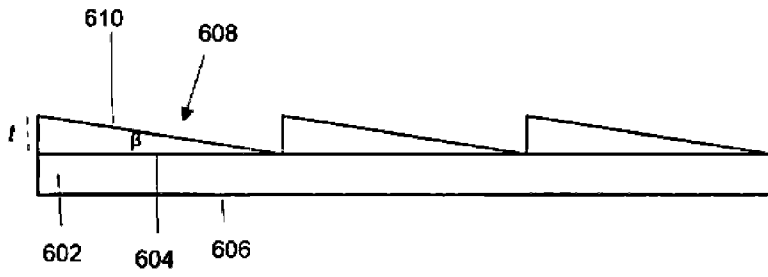


Fig. 25

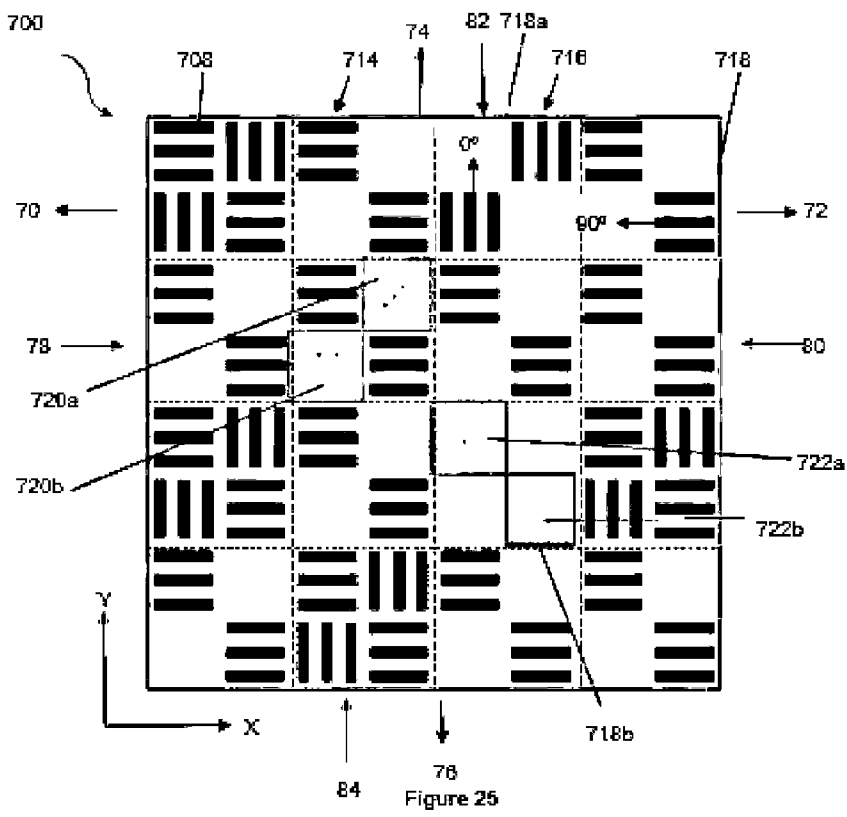


Fig. 26

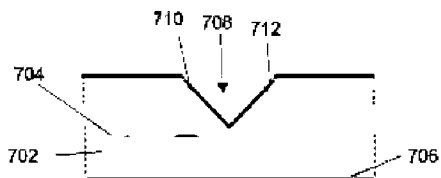


Fig. 27

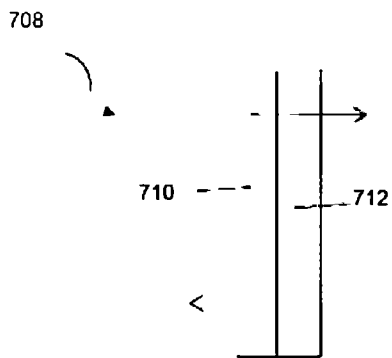


Fig. 28

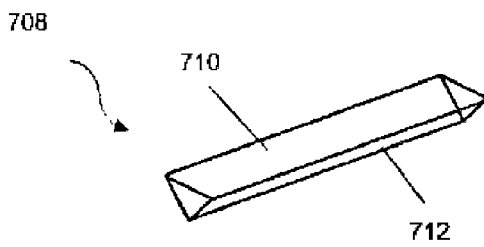


Fig. 29A

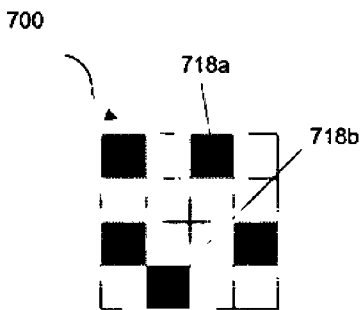


Fig. 29B

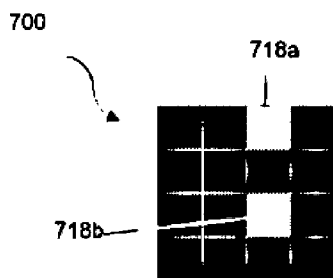


Fig. 30

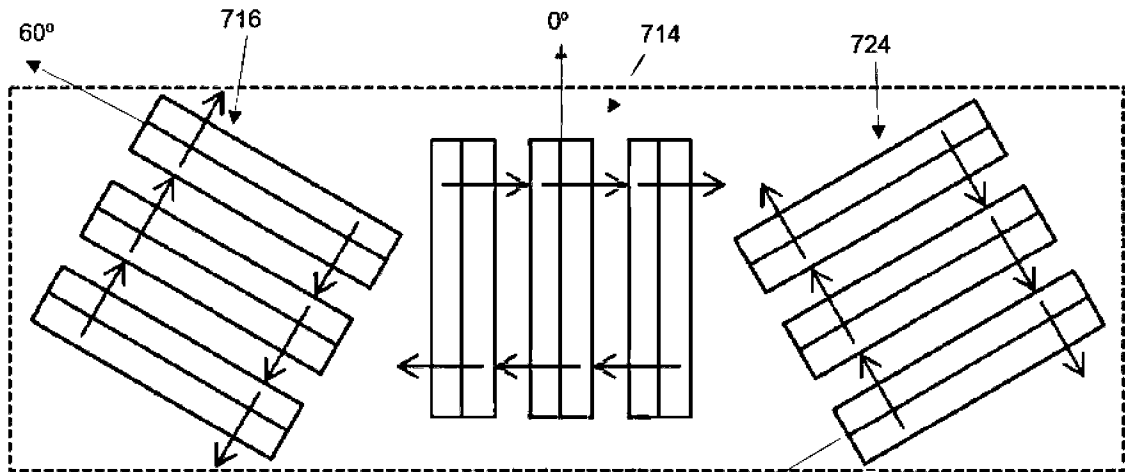


Figure 30 120°

Fig. 31

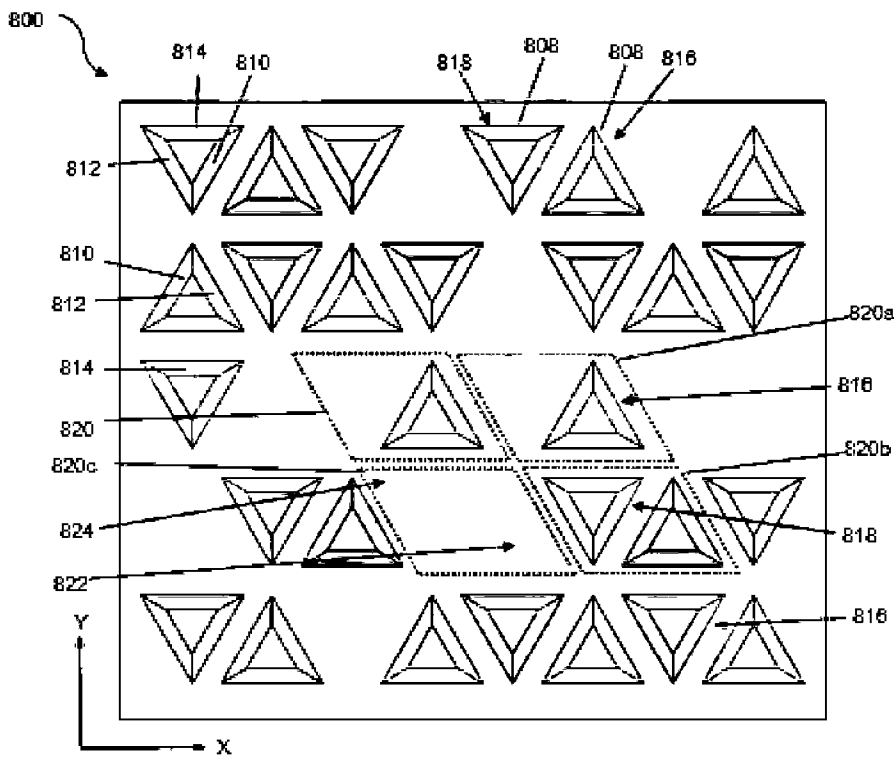


Fig. 32

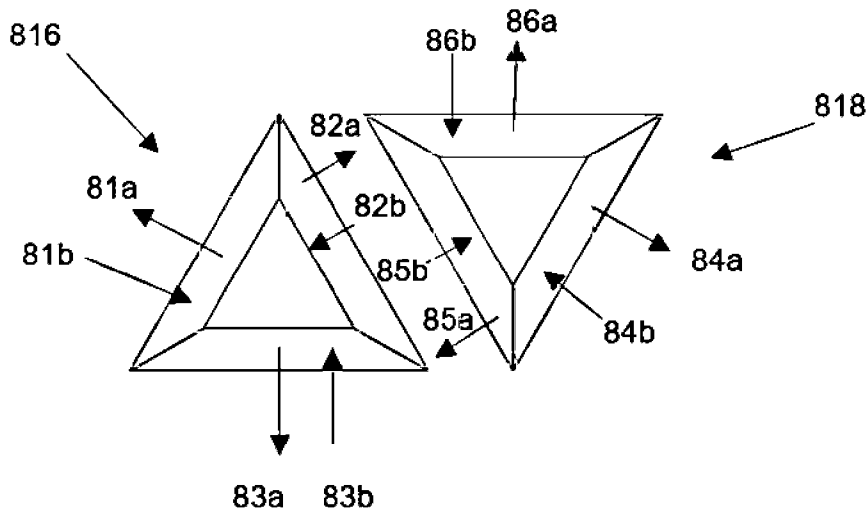


Fig. 33

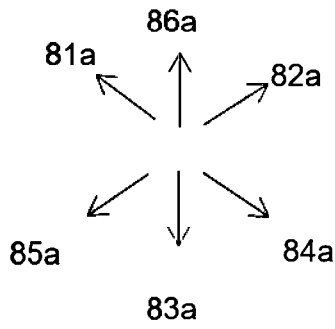


Fig. 34

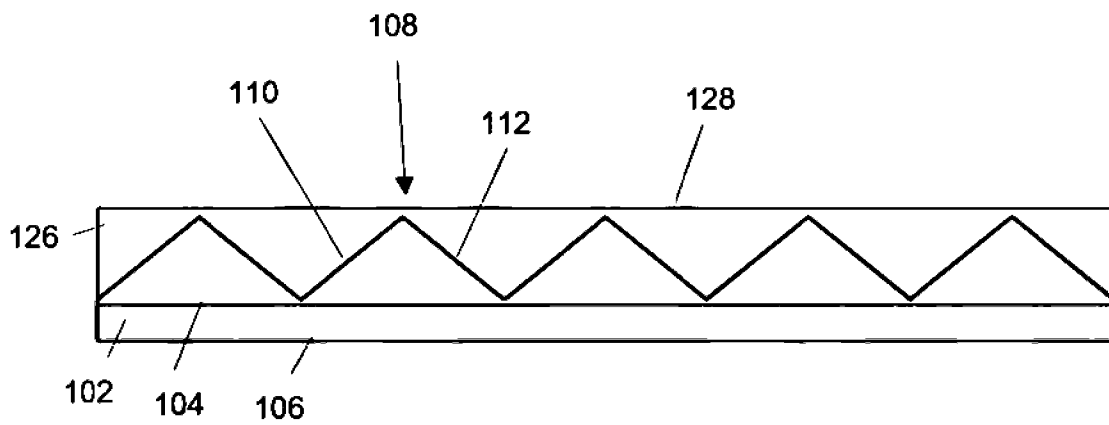


Fig. 35

