

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.02.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.09.20 Bulletin 20/36.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : IDEMIA FRANCE SOCIETE PAR
ACTIONS SIMPLIFIEE — FR.

72 Inventeur(s) : BERTHE Benoît et DURIEZ Chris-
tophe.

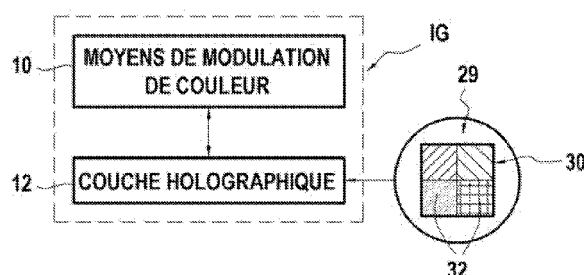
73 Titulaire(s) : IDEMIA FRANCE SOCIETE PAR
ACTIONS SIMPLIFIEE.

74 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

54 Image couleur formée à partir d'un hologramme.

57 Image couleur formée à partir d'un hologramme
L'invention concerne une image couleur (IG)
comportant : une première couche (10) comportant une
structure holographique formant un arrangement (29) de
pixels (30) comportant chacun des sous-pixels (32) de cou-
leurs distinctes ; et des moyens de modulation de couleur
configurés pour sélectionner la couleur des pixels (30) en
modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels (32)
les uns par rapport aux autres dans les pixels (30) de sorte
à révéler une image couleur personnalisée. Les moyens de
modulation de couleur peuvent comprendre : des régions
de la structure holographique, dites régions détruites, qui
sont détruites localement par laser ; des moyens de mas-
quage positionnés en regard de l'arrangement de pixels
pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ; ou
encore des moyens d'amplification positionnés en regard de
l'arrangement de pixels pour amplifier localement la lumino-
sité de tout ou partie de sous-pixels.

Figure pour l'abrégi : Fig. 2



Description

Titre de l'invention : Image couleur formée à partir d'un hologramme

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte à une technique de formation d'images couleurs et porte plus particulièrement sur un document comportant une structure holographique formant un arrangement de pixels à partir duquel une image couleur est formée.

Technique antérieure

[0002] Le marché de l'identité requiert aujourd'hui des documents d'identité (dits aussi documents identitaires) de plus en plus sécurisés. Ces documents doivent être facilement authentifiables et difficiles à contrefaire (si possible infalsifiables). Ce marché concerne des documents très diverses, tels que cartes d'identité, passeports, badges d'accès, permis de conduire etc., qui peuvent se présenter sous différents formats (cartes, livrets...).

[0003] Diverses techniques d'impression ont été développées au fil du temps pour réaliser des impressions en couleur. La réalisation en particulier de documents identitaires tels que ceux précités nécessitent de réaliser des images couleurs de façon sécurisée afin de limiter les risques de falsification par des individus malveillants. La fabrication de tels documents, au niveau en particulier de l'image d'identité du porteur, nécessite d'être suffisamment complexe pour rendre difficile la reproduction ou falsification par un individu non autorisé.

[0004] Ainsi, une solution connue consiste à imprimer sur un support une matrice de pixels composés de sous-pixels de couleur et de former des niveaux de gris par carbonisation laser dans une couche lasérisable située en regard de la matrice de pixels, de sorte à révéler une image couleur personnalisée qui est difficile à falsifier ou à reproduire. Des exemples de réalisation de cette technique sont décrits par exemple dans les documents EP 2 580 065 B1 (datant du 6 août 2014) et EP 2 681 053 B1 (datant du 8 avril 2015).

[0005] Bien que cette technique connue offre de bons résultats, des améliorations sont encore possibles en termes notamment de la qualité du rendu visuel de l'image ainsi formée. A partir de cette technique de formation d'images, il est en effet difficile d'atteindre de hauts niveaux de saturation en couleur. Autrement dit, le gamut de couleur (capacité à reproduire une plage de couleurs) de cette technique connue peut s'avérer limité, ce qui peut poser problème dans certains cas d'usage. Ceci résulte notamment du fait que les sous-pixels de couleur sont formés par une méthode d'impression classique, par impression de type « offset » par exemple, qui ne permet pas de former des lignes de sous-pixels suffisamment rectilignes et continues, ce qui

engendre des défauts d'homogénéité lors de l'impression des sous-pixels (interruptions dans les lignes de pixels, contours irréguliers...) et un rendu colorimétrique dégradé.

[0006] Les techniques d'impression courantes offrent en outre une précision de positionnement limitée dû à l'imprécision des machines d'impression, ce qui réduit aussi la qualité de l'image finale en raison d'un mauvais positionnement des pixels et sous-pixels les uns par rapport aux autres (problèmes de chevauchement des sous-pixels, désalignements...) ou en raison de la présence d'un intervalle de tolérance dénué d'impression entre les sous-pixels.

[0007] La **figure 1** représente un exemple d'impression 2 par offset de pixels 4 prenant la forme de lignes 6 de sous-pixels de couleurs distinctes. Comme représenté, les contours de chaque ligne 6 de sous-pixels présentent des irrégularités. Une tolérance doit être prise en compte pour le positionnement de ces lignes en raison des imprécisions de positionnement lors de l'impression.

[0008] Comme illustré en **figure 1**, pour compenser ces défauts d'homogénéité et de positionnement des sous-pixels de chaque pixel (et ainsi éviter les éventuels chevauchements de sous-pixels voisins et la dégradation des couleurs souhaitées), il est possible d'imprimer les sous-pixels de sorte à conserver une zone blanche 8 entre chacun d'eux. Cette technique d'addition de zones blanches présente toutefois un inconvénient en ce qu'elle limite le niveau de saturation qu'il est possible d'obtenir pour une couleur donnée, ce qui empêche d'obtenir un gamut de couleurs satisfaisant.

[0009] Il existe aujourd'hui un besoin pour former de façon sécurisée des images couleurs personnalisées, notamment dans des documents tels que des documents identitaires ou autres. Un besoin existe en particulier pour permettre une personnalisation flexible et sécurisée d'images couleurs, de sorte que l'image ainsi produite soit difficile à falsifier ou à reproduire et puisse être aisément authentifiée.

[0010] Aucune solution susceptible d'offrir un niveau approprié de sécurité et de flexibilité ne permet en outre aujourd'hui d'obtenir un bon niveau de luminosité de l'image ainsi qu'un gamut de couleur suffisant, en particulier pour obtenir les nuances de couleur nécessaires à la formation de certaines images couleurs de haute qualité, par exemple lorsque des zones d'image doivent présenter un niveau hautement saturé dans une couleur donnée.

Exposé de l'invention

[0011] A cet effet l'invention concerne un document sécurisé comprenant :

[0012] une première couche comportant une structure holographique formant un arrangement de pixels comportant chacun une pluralité de sous-pixels de couleurs distinctes ; et

[0013] des moyens de modulation de couleur configurés pour sélectionner la couleur des

pixels en modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels de sorte à révéler une image couleur personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné auxdits moyens de modulation,

les moyens de modulation de couleur comprenant au moins l'un parmi :

- des régions de la structure holographique, dites régions détruites, qui sont détruites localement par laser ;
- des moyens de masquage positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ; et
- des moyens d'amplification positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour amplifier localement la luminosité de tout ou partie de sous-pixels.

[0014] L'invention permet avantageusement de créer des nuances de couleurs de façon à former une image couleur sécurisée par l'interaction entre les moyens de modulation de couleur et l'arrangement de pixels formé par la couche holographique. L'image couleur est donc formée par la combinaison des moyens de modulation de couleur et de l'arrangement de pixels situé en vis-à-vis. Sans l'ajout des moyens de modulation de couleur pour orienter ou sélectionner judicieusement le passage de la lumière incidente, les pixels ne forment qu'un arrangement vierge dans la mesure où cet ensemble est dépourvu de l'information caractérisant l'image couleur. Ce sont les moyens de modulation de couleur qui sont configurés, en fonction de l'arrangement de sous-pixels choisi, pour personnaliser l'apparence visuelle des pixels et ainsi révéler l'image couleur finale.

[0015] La présente invention permet de produire des images couleurs présentant une bonne qualité d'image tout en étant sécurisées et donc résistantes aux falsifications et reproductions frauduleuses.

[0016] Selon un mode de réalisation particulier, chaque sous-pixel dans l'arrangement de pixels est formé par un réseau holographique respectif configuré pour générer par diffraction une couleur correspondante dudit sous-pixel.

[0017] Selon un mode de réalisation particulier, chaque pixel dudit arrangement de pixels forme un motif identique de sous-pixels de couleur.

[0018] Selon un mode de réalisation particulier, chaque pixel dudit arrangement de pixels est configuré de sorte que chaque sous-pixel présente une couleur unique dans ledit pixel.

[0019] Selon un mode de réalisation particulier, l'arrangement de pixels est configuré de sorte que les sous-pixels sont uniformément répartis sur ou dans un substrat.

[0020] Selon un mode de réalisation particulier, l'arrangement de pixels forme des lignes de sous-pixels jointives.

[0021] Selon un mode de réalisation particulier, lesdites régions détruites dans la structure holographique correspondent à des zones détruites par ablation laser des réseaux holo-

- graphiques correspondant à tout ou partie de sous-pixels dans l'arrangement de pixels.
- [0022] Selon un mode de réalisation particulier, lesdites régions détruites comprennent des sous-pixels dont le réseau holographique correspondant est partiellement détruit par micro-ablation laser.
 - [0023] Selon un mode de réalisation particulier, lesdits moyens de masquage faisant partie des moyens de modulation de couleur comprennent au moins l'un parmi :
 - [0024] des motifs d'encre imprimés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ; et
 - [0025] des points lasers de différents niveaux de gris formés dans une couche, dite deuxième couche, de sorte à être positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels.
 - [0026] Selon un mode de réalisation particulier, lesdits moyens d'amplification faisant partie des moyens de modulation de couleur comprennent au moins l'un parmi :
 - [0027] un réseau de lentilles disposé en regard de l'arrangement de pixels de sorte à générer l'image couleur personnalisée par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels ; et
 - [0028] un dispositif d'amplification optique comprenant une couche transparente lasérisable, dite troisième couche, et une couche séparatrice transparente disposée entre la première couche et la troisième couche, ladite troisième couche comprenant des zones opacifiées localement au laser en regard de la première couche de sorte à causer une amplification de la luminosité de sous-pixels dans ledit arrangement de pixels dans des régions correspondant auxdites zones opacifiées.
 - [0029] Selon un mode de réalisation particulier, chaque lentille du réseau de lentilles est positionnée, relativement à un pixel associé situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger une lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels dudit pixel associé de sorte à modifier la contribution des couleurs respectives des sous-pixels du pixel associé, dans une région de l'image couleur personnalisée générée au travers de ladite lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel associé indépendamment de ladite lentille.
 - [0030] Selon un mode de réalisation particulier, le document comprend en outre une couche transparente lasérisable, dite quatrième couche, en regard de la première couche, ladite quatrième couche étant au moins partiellement carbonisée par un rayonnement laser de sorte à comprendre des régions opacifiées localement en regard de sous-pixels de l'arrangement de pixels pour produire des niveaux de gris dans l'image couleur personnalisée.
 - [0031] Selon un mode de réalisation particulier, la première couche comprend :
 - [0032] une première sous-couche de vernis formant les reliefs d'un réseau holographique ; et
 - [0033] une deuxième sous-couche déposée sur les reliefs de la première sous-couche, ladite

deuxième sous-couche présentant un indice de réfraction supérieur à celui de la première sous-couche.

[0034] L'invention vise également un procédé de fabrication correspondant. Plus particulièrement, l'invention vise un procédé de fabrication d'un document, comprenant les étapes suivantes :

[0035] création dans une première couche d'une structure holographique formant un arrangement de pixels comportant chacun une pluralité de sous-pixels de couleurs distinctes ;

[0036] formation de moyens de modulation de couleur pour sélectionner la couleur des pixels en modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels de sorte à révéler une image couleur personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné auxdits moyens de modulation de couleur,

les moyens de modulation de couleur comprenant au moins l'un parmi :

- des régions de la structure holographique, dites régions détruites, qui sont détruites localement sur tout ou partie de sous-pixels par un unique premier rayonnement laser ;
- des moyens de masquage positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ; et
- des moyens d'amplification positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour amplifier localement la luminosité de tout ou partie de sous-pixels.

[0037] Selon un mode de réalisation particulier, ladite formation des moyens de modulation de couleur comprend au moins l'un parmi :

[0038] destruction locale, au moyen d'un unique premier rayonnement laser (à une seule longueur d'onde), par ablation laser de régions de la structure holographique pour éliminer tout ou parties de sous-pixels dans l'arrangement de pixels ;

[0039] impression de motifs d'encre en regard de la première couche pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels dans l'arrangement de pixels ;

[0040] formation, au moyen d'un unique deuxième rayonnement laser (à une seule longueur d'onde), d'un réseau de lentilles disposé en regard de l'arrangement de pixels de sorte à générer l'image couleur personnalisée par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels de l'arrangement de pixels ; et

[0041] formation d'un dispositif d'amplification optique comprenant une couche transparente lasérisable, dit troisième couche, et une couche séparatrice transparente disposée entre la première couche et la troisième couche, ladite troisième couche comprenant des zones opacifiées localement, au moyen d'un unique troisième rayonnement laser (à une seule longueur d'onde), en regard de la première couche de

sorte à causer une amplification de la luminosité de sous-pixels dans ledit arrangement de pixels dans des régions correspondant auxdites zones opacifiées.

Brève description des dessins

- [0042] [fig.1] La figure 1, déjà décrite ci-avant, représente schématiquement l'impression de lignes de sous-pixels de couleur sur un support.
- [0043] [fig.2] La figure 2 représente schématiquement une image couleur selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0044] [fig.3] La figure 3 représente schématiquement un document sécurisé selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0045] [fig.4] La figure 4 représente schématiquement une couche holographique d'une image sécurisée selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0046] [fig.5] La figure 5 représente schématiquement les reliefs d'une couche holographique selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0047] [fig.6A-6B] Les figures 6A et 6B représentent schématiquement un pixel formé par une région d'une structure holographique, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0048] [fig.7A-7B-7C] Les figures 7A, 7B et 7C représentent schématiquement un arrangement de pixels et sous-pixels, selon des modes de réalisation particuliers de l'invention ;
- [0049] [fig.8] La figure 8 représente schématiquement une image couleur selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0050] [fig.9] La figure 9 illustre schématiquement la destruction partielle de sous-pixels, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0051] [fig.10] La figure 10 représente schématiquement une image couleur selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0052] [fig.11] La figure 11 représente schématiquement une image couleur selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0053] [fig.12] La figure 12 représente schématiquement une image couleur selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0054] [fig.13] La figure 13 représente schématiquement une image couleur selon un mode de réalisation particulier de l'invention ; et
- [0055] [fig.14] La figure 14 représente schématiquement un procédé de fabrication selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0056] Comme indiqué précédemment, l'invention porte de manière générale sur la formation d'une image couleur et concerne en particulier un document sécurisé comportant une telle image.

- [0057] L'invention se propose de former une image couleur de façon sécurisée à partir d'une couche holographique comportant un hologramme formant un arrangement de pixels, ces pixels comportant eux-mêmes une pluralité de sous-pixels de couleur, et à partir de moyens de modulation de couleur qui sont configurés pour sélectionner la couleur des pixels dans la couche holographique en modifiant la contribution colorimétrique relative des sous-pixels les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels. Comme décrit plus en détail ci-après, divers modes de réalisation sont possibles. En particulier, les moyens de modulation de couleur susmentionnés peuvent prendre diverses formes comme expliqué ci-après en référence aux figures.
- [0058] Les moyens de modulation de couleur modifient la contribution (ou le poids) colorimétrique de sous-pixels par rapport aux sous-pixels voisins dans les pixels correspondants, de sorte à révéler une image couleur personnalisée à partir de la combinaison de l'arrangement de pixels et desdits moyens de modulation.
- [0059] L'invention concerne également un procédé de formation d'une telle image couleur.
- [0060] D'autres aspects et avantages de la présente invention ressortiront des exemples de réalisation décrits ci-dessous en référence aux dessins mentionnés ci-avant.
- [0061] Dans la suite de ce document, des exemples de mises en œuvre de l'invention sont décrits dans le cas d'un document comportant une image couleur selon le principe de l'invention. Ce document peut être un quelconque document, dit document sécurisé, de type livret, carte ou autre. L'invention trouve des applications particulières dans la formation d'images d'identité dans des documents identitaires tels que : cartes d'identité, cartes de crédit, passeports, permis de conduire, badges d'entrée sécurisés etc. L'invention s'applique également aux documents de sécurité (billets de banque, documents notariés, certificats officiels...) comportant au moins une image couleur.
- [0062] De manière générale, l'image selon l'invention peut être formée sur un quelconque support approprié.
- [0063] De même, les exemples de réalisation décrits ci-après visent à former une image d'identité. On comprend toutefois que l'image couleur considérée peut être quelconque. Il peut s'agir par exemple d'une image représentant le portrait du titulaire du document concerné, d'autres implémentations étant toutefois possibles.
- [0064] Sauf indications contraires, les éléments communs ou analogues à plusieurs figures portent les mêmes signes de référence et présentent des caractéristiques identiques ou analogues, de sorte que ces éléments communs ne sont généralement pas à nouveau décrits par souci de simplicité.
- [0065] La **figure 2** représente schématiquement une image couleur IG conforme à un mode de réalisation particulier de l'invention.
- [0066] Comme illustré sur cette figure, l'image couleur IG comprend une couche holographique (dite aussi « première couche ») 12 couplée à, ou comportant, des moyens

de modulation de couleur 10. La couche holographique 12 comporte une structure holographique formant un arrangement 29 de pixels 30, chacun des pixels comportant une pluralité de sous-pixels 32 de couleurs distinctes.

[0067] Comme décrit par la suite, la couche holographique 12 forme intrinsèquement un arrangement 29 de pixels qui est vierge, dans le sens où les pixels 30 ne comportent par l'information définissant le motif de l'image IG que l'on souhaite former. C'est en combinant cet arrangement 29 de pixels avec les moyens de modulation de couleur 10 que l'on révèle un motif d'une image couleur personnalisée. Pour ce faire, les moyens de modulation de couleur 10 sont configurés pour sélectionner la couleur des pixels 30 en modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels 32 les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels 30 formés par la couche holographique 12, de sorte à révéler une image couleur personnalisée IG à partir de l'arrangement 29 de pixels combiné aux moyens de modulation de couleur 10.

[0068] Autrement dit, les moyens de modulation de couleur 10 sont configurés pour causer un passage sélectif (ou modifié, par masquage, amplification ou autre) de la lumière depuis la couche holographique 12 vers un point d'observation externe à l'image IG. Ces moyens de modulation 10 génèrent ainsi des nuances de couleurs dans les pixels 30 en modifiant la contribution de certains sous-pixels dans le rendu visuel de l'image IG finale.

[0069] Les moyens de modulation de couleur 10 permettent plus particulièrement de moduler le passage de la lumière de sorte que, pour une partie au moins des pixels 30, un sous-pixel ou plus ait une contribution augmentée ou diminuée par rapport à celle d'au moins un autre sous-pixel voisin du pixel concerné.

[0070] Comme déjà indiqué, l'image couleur IG peut être formée sur un support quelconque. Comme représenté en **figure 3**, on considérera par la suite un document sécurisé 20 comportant un corps de document 14 dans ou sur lequel est formé une image sécurisée IG comme décrite ci-avant en référence à la **figure 2**.

[0071] On suppose dans les exemples de réalisation qui suivent que le document sécurisé 20 est un document identitaire, se présentant par exemple sous la forme d'une carte, telle qu'une carte d'identité, badge d'identification ou autre. Dans ces exemples, l'image IG est une image couleur dont le motif correspond au portrait du titulaire du document. Comme déjà indiqué, d'autres exemples sont toutefois possibles.

[0072] De manière générale, la couche holographique 12 présente une structure holographique de sorte à produire l'arrangement 29 de pixels sous la forme d'un hologramme par diffraction, réfraction et/ou réflexion d'une lumière incidente. Le principe de l'hologramme est bien connu de l'homme du métier. Certains éléments sont rappelés ci-après pour référence. Des exemples de réalisation de structures holographiques sont décrits par exemple dans le document EP 2 567 270 B1.

- [0073] La **figure 4** représente, selon un mode de réalisation particulier, la couche holographique 12 de l'image couleur IG mentionnée ci-avant. Pour faciliter la description de l'invention, la couche holographique 14 est ici représentée sous sa forme intrinsèque, c'est-à-dire sans la présence des moyens de modulation de couleur 10 (qui seront décrits ultérieurement).
- [0074] La couche holographique 12 comporte une couche (ou sous-couche) 22 ainsi que des reliefs (ou structures en relief) 24, contenant une information tridimensionnelle, qui sont formés à partir de la couche 22 servant de support. Ces reliefs 24 forment des portions saillantes (appelés aussi « monts ») séparés par des renforcements (appelés aussi « vallées »).
- [0075] La couche holographique 22 comporte en outre une couche (ou sous-couche) 28, dite « couche à haut indice de réfraction », qui présente un indice de réfraction n_2 supérieur à l'indice de réfraction n_1 des reliefs 24 (on suppose ici que les reliefs 24 font partie intégrante de la couche 22 servant de support, de sorte que les reliefs 24 et la couche 22 présentent le même indice de réfraction n_1). Cette couche 28, qui peut être une couche métallique et/ou diélectrique, recouvre les reliefs 24 de la couche holographique 12. Comme le comprend l'homme du métier, les reliefs 24 forment en combinaison avec la couche 28 une structure holographique 27 qui produit un hologramme (un effet holographique).
- [0076] Les reliefs 24 de la structure holographique 27 peuvent être formés par exemple par embossage d'une couche de vernis d'estampage (incluse dans la couche 22 dans cet exemple) de façon connue pour la réalisation de structures diffringentes. La surface estampée des reliefs 24 présente ainsi une forme de réseau périodique dont la profondeur et la période peuvent être respectivement de l'ordre de la centaine à quelques centaines de nanomètres par l'exemple. Cette surface estampée est revêtue de la couche 28, au moyen par exemple d'un dépôt sous vide d'un matériau diélectrique transparent (à haut indice optique) ou/et d'un matériau métallique. L'effet holographique résulte de l'association des reliefs 24 et de la couche 28 formant la structure holographique 27.
- [0077] La couche holographique 12 peut éventuellement comprendre d'autres sous-couches (non représentées) nécessaires au maintien des caractéristiques optiques de l'hologramme et/ou permettant d'assurer une résistance mécanique et chimique de l'ensemble.
- [0078] La couche 28 à haut indice de réfraction (**figure 4**) peut être formée à partir d'au moins l'un parmi les matériaux suivants : aluminium, argent, cuivre, sulfure de zinc, oxyde de Titane...
- [0079] Dans les exemples de réalisation décrits dans ce document, la couche holographique 12 est transparente, de sorte que l'effet holographique révélant l'image couleur IG est

visible par diffraction, réflexion et réfraction. D'autres arrangements sont toutefois envisageables dans lesquels la couche holographique 12 est opaque de sorte que l'image couleur IG n'est visible que par réflexion d'une lumière incidente sur la structure holographique 27.

- [0080] La structure holographique 12 est réalisée par tout procédé approprié connu de l'homme du métier.
- [0081] Les reliefs 24 présentent un indice de réfraction noté n_1 , de l'ordre de 1,56 à une longueur d'onde $\lambda = 656$ nm par exemple.
- [0082] Dans l'exemple considéré ici (**figure 4**), la couche 22 est une couche de vernis transparente. La structure holographique 27 est revêtue d'une couche mince 28, par exemple en aluminium ou en sulfure de zinc, présentant un haut indice de réfraction n_2 (par rapport à n_1), par exemple de 2,346 à une longueur d'onde $\lambda = 660$ nm pour le sulfure de zinc. La couche mince 28 présente par exemple une épaisseur comprise entre 30 et 200 nm.
- [0083] La couche 22 peut être une couche thermo-formable permettant ainsi aux reliefs 24 de la structure holographique 27 d'être formés par embossage sur la couche 22 servant de support. En variante, les reliefs 24 de la structure holographique 27 peuvent être réalisés en utilisant une technique de réticulation ultraviolet (UV). Ces techniques de fabrication étant connues de l'homme du métier, elles ne sont pas décrites plus en détail par souci de simplicité.
- [0084] La **figure 5** représente des exemples de reliefs 24 d'une structure holographique 27, comportant des portions saillantes et des renforcements.
- [0085] Toujours en référence à la **figure 4**, la couche holographique 12 peut être encapsulée ou assemblée avec diverses autres couches. Par ailleurs, comme déjà indiqué, la couche holographique 12 forme un arrangement 29 de pixels 30. Chaque pixel 30 comprend une pluralité de sous-pixels 32 de couleur, à savoir 3 sous-pixels 32 dans l'exemple considéré ici.
- [0086] Un observateur OB peut ainsi visualiser selon une direction d'observation particulière l'arrangement 29 de pixels à partir d'une lumière réfractée, réfléchie et/ou diffractée depuis la structure holographique 27 de la couche holographique 12.
- [0087] Comme illustré par la suite, l'arrangement 29 de pixels peut se présenter sous diverses formes.
- [0088] Les **figures 6A** et **6B** représentent, selon un mode de réalisation particulier, un pixel 30 formé par une région de la structure holographique 27 présente dans la couche holographique 12. Plus particulièrement, on considère ici que les reliefs 24 de la structure holographique 27 (**figure 4**) forment des lignes 34 parallèles de sous-pixels, d'autres implémentations étant toutefois possibles. Pour chaque pixel 30, ses sous-pixels 32 constitutifs sont ainsi formés par une portion d'une ligne 30 respective, cette portion

constituant un réseau holographique respectif (ou portion de réseau holographique) configuré pour générer par diffraction et/ou réflexion une couleur correspondante dudit sous-pixel.

[0089] Dans l'exemple envisagé ici, les pixels 30 comportent ainsi 3 sous-pixels de couleurs distinctes, d'autres exemples étant toutefois possibles. On suppose que chaque sous-pixel 32 est monochromatique. Chaque réseau holographique est configuré pour générer une couleur dans chaque sous-pixel 32 correspondant à un angle d'observation prédéterminé, cette couleur étant modifiée sous un angle d'observation différent. On suppose par exemple que les sous-pixels 32 de chaque pixel 30 présentent respectivement une couleur fondamentale distincte (par exemple vert/rouge/bleu ou cyan/jaune /magenta) selon un angle d'observation prédéterminé.

[0090] Comme représentées en **figures 6A** et **6B**, les réseaux holographiques correspondant aux trois lignes 34, qui forment les sous-pixels 32 d'un même pixel 30, présentent des spécifications géométriques particulières de sorte à générer une couleur distincte souhaitée. En particulier, les réseaux holographiques formant les 3 sous-pixels 32 dans cet exemple présentent une largeur notée l et un pas entre chaque réseau holographique noté p .

[0091] Ainsi, dans l'exemple considéré où chaque pixel 30 est composé de 4 sous-pixels 32, la capacité de saturation théorique maximale S dans l'une des couleurs des sous-pixels dans un même pixel peut s'énoncer de la manière suivante :

[0092] [Math.1]

$$S = \frac{25}{100} \times \frac{l}{l + p}$$

[0093] A titre d'exemple, on peut considérer que $l = 60 \mu\text{m}$ et $p = 10 \mu\text{m}$ ce qui conduit à une capacité de saturation théorique maximale $S = 0,21$.

[0094] Il est possible de former les réseaux holographiques formant les sous-pixels 32 de sorte que le pas p tende vers zéro, ce qui permet d'augmenter la capacité de saturation théorique maximale dans une couleur d'un sous-pixel (S tendant alors vers 0,25).

[0095] Selon un exemple particulier, le pas est fixé à $p = 0$, ce qui permet d'atteindre une capacité de saturation théorique maximale S égale à 0,25. Dans ce cas, les lignes 34 de sous-pixels telles que représentées en **figures 6A** et **6B** sont jointives (aucun espace ou zone blanche n'étant présent entre les lignes de sous-pixels).

[0096] L'invention permet ainsi de former des lignes de sous-pixels qui sont jointives, c'est-à-dire adjacentes les unes aux autres sans qu'il soit nécessaire de laisser des zones blanches séparatrices entre chaque ligne, ou éventuellement en conservant des zones blanches séparatrices mais de dimension limitée entre les lignes de sous-pixels (avec un pas p faible). Comme cela apparaîtra plus clairement au vu des exemples de réalisation qui suivent, cette configuration particulière des réseaux holographiques permet

d'améliorer sensiblement la qualité de l'image finale IG (meilleure saturation en couleur). Ceci est possible notamment car la formation de structures holographiques permet d'atteindre une meilleure précision de positionnement des sous-pixels et une meilleure homogénéité que par une impression classique des sous-pixels (par offset ou autre).

- [0097] Comme déjà indiqué, l'arrangement 29 de pixels 30 formé par la couche holographique 12 (**figure 2**) peut se présenter sous diverses formes. Des exemples de réalisation sont décrits ci-après.
- [0098] De manière générale, l'arrangement 29 de pixels peut être configuré de sorte que les sous-pixels 32 sont uniformément répartis dans la couche holographique 12. Les sous-pixels 32 peuvent par exemple former des lignes parallèles de sous-pixels ou encore un réseau en forme d'hexagone (de type Bayer), d'autres exemples étant possibles.
- [0099] Les sous-pixels 32 peuvent former par exemple une matrice orthogonale.
- [0100] Les pixels 30 peuvent être uniformément répartis dans l'arrangement 29 de sorte que le même motif de sous-pixels 32 se répète périodiquement dans la couche holographique 12.
- [0101] Par ailleurs, chaque pixel 30 de l'arrangement 29 de pixels peut être configuré de sorte que chaque sous-pixel 32 présente une couleur unique dans ledit pixel considéré. Selon un exemple particulier, chaque pixel 32 dans l'arrangement 29 de pixels forme un motif identique de sous-pixels de couleur.
- [0102] Des exemples particuliers d'arrangements (ou pavage) 29 de pixels pouvant être mis en œuvre dans le document sécurisé 20 (**figure 3**) sont à présent décrits en référence aux **figures 7A, 7B et 7C**. Il convient de noter que ces mises en œuvre ne sont présentées qu'à titre d'exemples non limitatifs, de nombreuses variantes étant possibles en termes notamment d'agencement et de forme des pixels et sous-pixels, ainsi que des couleurs affectées à ces sous-pixels.
- [0103] Selon un premier exemple représenté en **figure 7A**, les pixels 30 de l'arrangement 29 de pixels sont de forme rectangulaire (ou carrée) et comprennent 3 sous-pixels 32a, 32b et 32c (notés collectivement 32) de couleurs distinctes. Comme déjà décrit en référence aux **figures 6A-6B**, les sous-pixels 32 peuvent chacun être formé par une portion d'une ligne 34 de sous-pixels. Dans cet exemple, le pavage 29 forme ainsi une matrice de rangées et de colonnes de pixels 30, orthogonales les unes par rapport aux autres.
- [0104] La **figure 7B** est une vue de dessus représentant un autre exemple de pavage régulier dans lequel chaque pixel 30 est composé de 3 sous-pixels 32, notés 32a à 32c, chacun d'une couleur distincte. Les sous-pixels 32 sont ici de forme hexagonale.
- [0105] La **figure 7C** est une vue de dessus représentant un autre exemple de pavage régulier dans lequel chaque pixel 30 est composé de 4 sous-pixels 32, notés 32a à 32d, chacun

d'une couleur distincte. Les sous-pixels 32 sont ici de forme triangulaire.

- [0106] Pour chacun des arrangements de pixels considérés, il est possible d'adapter la forme et les dimensions de chaque pixel 30 et également les dimensions des zones blanches séparatrices présentes, le cas échéant, entre les sous-pixels, de sorte à atteindre le niveau de saturation maximal en couleur souhaité et le niveau de luminosité souhaité.
- [0107] Comme déjà décrit, les moyens de modulation de couleur 10 compris dans l'image IG (**figures 2-3**) peuvent se présenter sous différentes formes. De manière générale, les moyens de modulation de couleur 10 peuvent comprendre au moins l'un parmi :
- [0108] des régions de la structure holographique 12, dites régions détruites, qui sont détruites localement par laser ;
- [0109] des moyens de masquage positionnés en regard de l'arrangement 29 de pixels 30 pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels 32 ; et
- [0110] des moyens d'amplification positionnés en regard de l'arrangement 29 de pixels 30 pour amplifier localement la luminosité de tout ou partie de sous-pixels 32.
- [0111] Des exemples de mise en œuvre particulière du document sécurisé 20, comprenant une image couleur IG comme décrit précédemment en référence aux **figures 2-7C**, sont décrits ci-après. Dans ces exemples, l'image IG (notée plus précisément IG1 à IG5, respectivement) comprend ainsi une couche holographique 12 et des moyens de modulation de couleur 10 comme déjà décrits de manière générale.
- [0112] Plus particulièrement, un premier mode de réalisation particulier du document sécurisé 2 (**figure 1**) est décrit en référence à la **figures 8 et 9**. Dans cet exemple, la couche holographique 12 est interposée entre des couches transparentes 40 et 42. Dans les exemples considérés ici, ces deux couches sont en polycarbonate, ou tout autre matériau approprié pour recouvrir la couche holographique 12.
- [0113] La couche holographique 12 comporte des régions RG1 de la structure holographique 27, dites régions détruites, qui sont détruites localement par laser. Cette destruction sélective de la structure holographique 27 conduit à une destruction, partielle ou totale, d'un ou d'une pluralité de sous-pixels 32 dans une partie au moins des pixels 30, ce qui engendre une modification de l'effet holographique dans les régions concernées. Ainsi, l'effet holographique est éliminé, ou réduit, dans les régions détruites de la structure holographique 27, ce qui diminue (voire élimine totalement) la contribution relative en couleur d'un ou d'une pluralité de sous-pixels 32, situés en regard des régions détruites RG1, par rapport à au moins un autre sous-pixel voisin 32 des pixels 30 concernés. Autrement dit, cette destruction sélective de la structure holographique 27 conduit à une modification du poids colorimétrique de certains sous-pixels 32, dans l'image couleur finale notée ici IG1, par rapport à au moins un autre sous-pixel 32 voisin des pixels 30 concernés.
- [0114] Ces régions détruites RG1 forment ainsi collectivement des moyens de modulation

de couleur 10 qui son configurés, en combinaison avec la couche holographique 12, pour révéler l'image couleur personnalisée IG1 (**figures 2-3**), comme déjà décrit ci-avant.

- [0115] La destruction par laser cause une élimination (ou déformation) locale de la géométrie de la structure holographique 27, et plus particulièrement des reliefs 24 et/ou de la couche 28 recouvrant lesdits reliefs. Ces destructions locales entraînent une modification du comportement de la lumière (i.e. de la réflexion, diffraction et/ou réflexion de la lumière) dans les pixels et sous-pixels correspondants.
- [0116] Selon un exemple particulier, ces régions détruites RG1 dans la structure holographique 27 correspondent à des zones détruites par ablation laser dans les réseaux holographiques correspondant à tout ou partie de sous-pixels 32 dans l'arrangement 29 de pixels. Ainsi, il est possible de réaliser une ablation partielle au laser d'un sous-pixel 32, comme illustré à titre d'exemple en **figure 9**, de sorte à diminuer la contribution en couleur dudit sous-pixel dans le pixel 30 concerné.
- [0117] L'ablation au laser (**figures 8-9**) peut être réalisée au moyen d'un rayonnement laser LS1, par exemple de type Nd :YAG présentant une unique longueur d'onde, par exemple de l'ordre de 1064 nm.
- [0118] Un deuxième mode de réalisation particulier du document sécurisé 2 (**figure 1**) est à présent décrit en référence à la **figure 10**. Dans cet exemple, la couche holographique 12 précédemment décrite en référence aux **figures 2-7C** est également interposée entre une couche 40 et une couche 42, comme déjà décrit en référence à la **figure 9**.
- [0119] Un motif 50 est en outre imprimé en regard de la structure holographique 27, c'est-à-dire en regard de l'arrangement 29 de pixels 30, de sorte à masquer localement tout ou partie de sous-pixels 32. Ce motif 50 est formée à partir d'une encre (ou d'un matériau équivalent) qui permet de masquer au moins partiellement certaines régions de la structure holographique 27.
- [0120] L'ajout de ce motif imprimé 50 dans la structure globale permet de diminuer (voire d'éliminer totalement) la contribution relative en couleur d'un ou d'une pluralité de sous-pixels 32, situés en regard du motif imprimé 50, par rapport à au moins un autre sous-pixel 32 voisin dans les pixels 30 concernés. Autrement dit, ce masquage sélectif de la structure holographique 27 conduit à une modification du poids colorimétrique de certains sous-pixels 32, dans l'image couleur finale notée ici IG2, par rapport à au moins un autre sous-pixel 32 voisin des pixels 30 concernés.
- [0121] Ce motif imprimé 50 forme ainsi des moyens de modulation de couleur 10 qui sont configurés, en combinaison avec la couche holographique 12, pour révéler l'image couleur personnalisée IG2 (**figures 2-3**), comme déjà décrit ci-avant. Dans la mesure où ce motif 50 vise à masquer localement certains sous-pixels, il constitue plus particulièrement des moyens de masquage au sens de l'invention.

- [0122] L'encre utilisée pour former ce motif imprimé 50 peut être noire, blanche ou de toute autre couleur, selon l'effet de masquage souhaité, de façon à moduler la couleur des pixels 30 dans l'arrangement 29 de pixels.
- [0123] Il est en particulier possible de réaliser une impression, de type jet d'encre par exemple, de sorte à masquer une portion seulement d'un sous-pixel 32 (voire la totalité du sous-pixel 32), ce qui permet de diminuer la contribution relative en couleur dudit sous-pixel 32 dans le pixel 30 concerné.
- [0124] Dans l'exemple représenté en **figure 10**, le motif 50 est imprimé sur la face supérieure de la couche holographique 12, à l'opposé de la structure holographique 27. D'autres modes de réalisation sont toutefois possibles. On peut par exemple imprimer le motif 50 sur une autre couche en regard de la couche holographique 12, comme par exemple sur la couche 40, sur la couche 42 ou sur une couche additionnelle non représentée. L'impression du motif 50 est également possible sur la face inférieure de la couche holographique 12.
- [0125] Un troisième mode de réalisation particulier du document sécurisé 2 (**figure 1**) est à présent décrit en référence à la **figure 11**. Dans cet exemple, la couche holographique 12 déjà décrite en référence aux **figures 2-7C** est également interposée entre des couches transparentes 40 et 42, comme déjà décrit en référence à la **figure 9**.
- [0126] Dans cet exemple une couche transparente 60 sensible au laser, dite couche « lasérisable », est en outre disposée à l'interface entre la couche holographique 12 et la couche 40. Cette couche lasérisable 60 est apte à être opacifiée localement au moyen d'un rayonnement laser LS2 afin de bloquer au moins partiellement le passage de la lumière, ce qui permet ainsi de masquer au moins partiellement un ou une pluralité de sous-pixels.
- [0127] Comme illustré, la couche lasérisable 40 comprend ainsi des zones (ou volumes) 62, dites « zones opaques », opacifiées localement par un rayonnement laser LS2, ces zones opaques étant positionnées en regard de la structure holographique 27 de sorte à masquer localement tout ou partie de sous-pixels 32. Plus particulièrement, ces zones opaques 62 constituent des points laser, de formes et opacités variables, qui sont formés par carbonisation locale de la couche lasérisable 60. En jouant en particulier sur la puissance du laser LS2 et/ou sur la durée de l'impact, on peut former les zones opaques 62 souhaitées. Ainsi, le degré de noircissement est fonction de l'énergie appliquée par le rayonnement laser LS2.
- [0128] Les zones opaques 60 (non-réfléchissantes) sont formées en regard de certains sous-pixels 32 de façon à produire des niveaux de gris dans l'image couleur finale notée ici IG3.
- [0129] L'ajout de ces zones opaques 62 permet de diminuer (voire d'éliminer totalement) la contribution relative en couleur d'un ou d'une pluralité de sous-pixels 32, situés en

regard, par rapport à au moins un autre sous-pixel 32 voisin des pixels 30 concernés. Autrement dit, ce masquage sélectif de la structure holographique 27 conduit à une modification du poids colorimétrique de certains sous-pixels 32, dans l'image couleur finale IG1, par rapport à au moins un autre sous-pixel 32 voisin des pixels 30 concernés.

- [0130] Ces zones opaques 62 forment ainsi collectivement des moyens de modulation de couleur 10 qui sont configurés, en combinaison avec la couche holographique 12, pour révéler l'image couleur personnalisée IG3 (**figures 2-3**), comme déjà décrit ci-avant. Dans la mesure où ces zones opaques 62 visent à masquer localement certains sous-pixels, elles constituent plus particulièrement des moyens de masquage au sens de l'invention.
- [0131] Dans l'exemple représenté en **figure 11**, la couche lasérisable 60 est située sous la couche holographique 12, du côté de la structure holographique 27. D'autres implémentations sont toutefois possibles. On peut en particulier positionner la couche lasérisable 60 au-dessus de la couche holographique 12, du côté opposé à la structure holographique 27. En variante, plusieurs couches lasérisables comportant des zones opaques peuvent être ménagées au-dessus et en-dessous de la couche holographique 12.
- [0132] Les matériaux lasérisables pouvant être utilisés pour former la ou les couches lasérisables décrites dans ce document sont, à titre d'exemples non limitatifs, des polycarbonates, certains polychlorures de vinyle traités, des acrylonitrille-butadiène-styrènes traitées, ou des poly-téréphtalates d'éthylène traités.
- [0133] Un quatrième mode de réalisation particulier du document sécurisé 2 (**figure 1**) est à présent décrit en référence à la **figure 12**. Dans cet exemple, la couche holographique 12 déjà décrite en référence aux **figures 2-7C** est également interposée entre des couches transparentes 40 et 42a. Les couches 40 et 42a peuvent être en polycarbonate ou tout autre matériau approprié.
- [0134] Dans cet exemple, un réseau lenticulaire 68 comportant une pluralité de lentilles LN est disposé en regard de l'arrangement 29 de pixels formé par la couche holographique 12, de sorte à générer l'image couleur personnalisée – notée ici IG4 – par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles LN sur au moins une partie des sous-pixels 32.
- [0135] Le réseau lenticulaire 68 est formé dans cet exemple en surface de la couche supérieure 42a, bien que d'autres implémentations soient possibles. Les lentilles LN peuvent être formées par exemple par projection d'un rayonnement laser LS3. On peut par exemple utiliser un rayonnement laser de type CO₂ ou autre pour créer des déformations en surface définissant les lentilles LN du réseau lenticulaire 68. La couche 42a est elle-même laminée sur la couche holographique 12, ou éventuellement sur une

couche intermédiaire située entre la couche 42a et la couche holographique 12.

- [0136] Chaque lentille peut être positionnée (ou configurée), relativement à un pixel 30 (dit « pixel associé ») situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels 32 dudit pixel associé de sorte à modifier la contribution des couleurs respectives des sous-pixels du pixel associé, dans une région de l'image couleur IG4 générée au travers de la lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel 30 associé indépendamment de (ou sans) ladite lentille.
- [0137] Autrement dit, chaque lentille LN peut être positionnée (ou configurée), relativement à un pixel 30 associé situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels 32 dudit pixel associé de sorte à modifier la contribution relative en couleur respective d'au moins un sous-pixel du pixel associé, dans une région de l'image couleur correspondant audit pixel, par rapport à la contribution respective en couleur du ou des autres sous-pixels voisins dudit pixel associé.
- [0138] Les lentilles LN permettent ainsi d'amplifier la luminosité de certains sous-pixels 32 et de diminuer la luminosité d'autres sous-pixels 32, ce qui produit des nuances de couleur permettant de révéler l'image couleur finale IG4 par l'interaction entre le réseau lenticulaire 68 et l'arrangement 29 de pixels formé par la structure holographique 27. A partir d'un même arrangement 29 vierge de pixels 30, il est ainsi possible d'adapter la configuration des lentilles LN de sorte à générer diverses images couleurs IG4.
- [0139] Le réseau lenticulaire 68 forme ainsi des moyens de modulation de couleur 10 qui sont configurés, en combinaison avec la couche holographique 12, pour révéler l'image couleur personnalisée IG4 (**figures 2-3**), comme déjà décrit ci-avant. Dans la mesure où ce réseau lenticulaire 68 vise notamment à amplifier la luminosité de certains sous-pixels par rapport à d'autres, il constitue plus particulièrement des moyens d'amplification au sens de l'invention.
- [0140] Selon un exemple particulier, les lentilles LN (ou une partie au moins d'entre elles) sont des lentilles convergentes configurées pour focaliser la lumière incidente reçue de sorte à accentuer la contribution relative en couleur d'au moins un sous-pixel 32 du pixel associé (pixel situé en vis-à-vis), dans la région correspondante de l'image couleur IG4 générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 32 voisin dudit pixel associé 30.
- [0141] Selon un exemple particulier, les lentilles LN sont configurées pour focaliser la lumière sur un seul sous-pixel 32 du pixel 30 associé de sorte à masquer la couleur de chaque autre sous-pixel 32 voisin du pixel associé 30 dans la région correspondante de l'image couleur IG4 générée au travers de ladite lentille.
- [0142] Il est en outre possible de configurer des lentilles LN dans le réseau lenticulaire 68 de

sorte à ce qu'elles focalisent la lumière sur des sous-pixels 32 de même couleur dans les pixels 30 d'une région donnée de la structure holographique 27, de sorte à faire apparaître une région monochrome dans l'image couleur personnalisée IG4.

[0143] En variante, il est possible de configurer des lentilles LN dans le réseau lenticulaire 68 de sorte à ce qu'elles focalisent la lumière sur au moins deux sous-pixels 32 voisins du pixel 30 associé, faisant ainsi apparaître dans une région correspondante de l'image couleur IG4 une couleur hybride résultant d'une combinaison des couleurs desdits au moins deux sous pixels 32 voisins.

[0144] Selon un exemple particulier, une partie au moins des lentilles LN divergentes sont configurées pour diverger une lumière incidente reçue par la lentille de sorte à réduire la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel 32 du pixel 30 associé, dans la région correspondante de l'image couleur IG4 générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur du ou des autres sous-pixels 32 voisins du pixel 30 associé.

[0145] Les arrangements ci-dessus ne sont décrits qu'à titre d'exemples, d'autres implémentations du réseau lenticulaire 68 étant possibles. Dans l'exemple représenté en **figure 12**, le réseau lenticulaire 68 est situé au-dessus de la couche holographique 12. En variante, le réseau lenticulaire 68 peut être formé sur une couche laminée (par exemple la couche 40) sous la couche holographique 12 (du côté de la structure holographique 27).

[0146] Un cinquième mode de réalisation particulier du document sécurisé 2 (**figure 1**) est à présent décrit en référence à la **figure 13**. Dans cet exemple, la couche holographique 12 déjà décrite en référence aux **figures 2-7C** est également interposée entre des couches transparentes 40 et 42 comme déjà décrit précédemment.

[0147] L'image couleur notée ici IG5 est formée par la combinaison de la couche holographique 12 déjà décrite ci-avant et d'un dispositif d'amplification optique 74 comprenant une couche transparente lasérisable et une couche séparatrice transparente 70 disposée entre la couche holographique 12 et la couche transparente lasérisable. La couche transparente lasérisable et la couche séparatrice transparente 70 sont situées sous la couche holographique 12, c'est-à-dire du côté de la structure holographique 27 formée par les reliefs 24 et la couche 28 à haut indice de réfraction. Comme expliqué ci-après, la couche séparatrice transparente 70 permet de maintenir un écart noté e1 entre la couche holographique 12 et la couche transparente lasérisable.

[0148] Dans l'exemple considéré ici, la couche transparente lasérisable mentionnée ci-dessus est la couche 40 située sous la couche holographique 12, bien que d'autres arrangements soient possibles.

[0149] Toujours dans cet exemple, la couche lasérisable 40 comprend des zones opacifiées 72 localement, au moyen d'un rayonnement laser LS4, en regard de la couche holo-

graphique 12 de sorte à causer une amplification de la luminosité de sous-pixels 32 dans l'arrangement 30 de pixels dans des régions de l'image couleur finale IG5 correspondant aux zones opacifiées 72. La technique de formation des zones opaques 72 est identique à la technique décrite précédemment en référence à la **figure 11** pour former les zones opaques 62. La couche lasérisable 40 peut être identique à la couche lasérisable 60 décrite en référence à la **figure 11**. En particulier, les zones opaques 72, bloquant partiellement ou totalement la lumière, sont produites par carbonisation au laser de certaines régions de la couche lasérisable 40.

[0150] La couche séparatrice transparente 70 permet de maintenir un écart $e1$ entre la structure holographique 27 et les zones opaques 72. La formation des zones opaques 72 dans la couche lasérisable 40, à distance de la structure holographique 27, permet d'engendrer un phénomène d'amplification locale de la luminosité des sous-pixels 32 situés en regard desdites zones opaques 72. Pour obtenir cet effet d'amplification optique, il est nécessaire que l'épaisseur $e1$ de la couche séparatrice transparente 70 soit supérieure ou égale à la moitié de la plus grande longueur d'onde – notée $\lambda_{\max}$ – dans le spectre du visible. Autrement dit, il est nécessaire que :

[0151] [Math. 2]

$$e1 \geq \frac{1}{2} \times \lambda_{\max} = 375 \text{ nm}$$

où $\lambda_{\max} = 750 \text{ nm}$

[0152] Selon un exemple particulier, l'épaisseur $e1$ est comprise entre 0,375 μm et 100 μm (bornes incluses), et préférentiellement entre 0,375 μm et 5 μm (bornes incluses).

[0153] Chaque zone opaque 72 dans la couche lasérisable 40 est positionnée en regard d'au moins un sous-pixel 32 de sorte à amplifier sa contribution colorimétrique relative dans la région de l'image couleur finale IG5 par rapport à au moins un autre sous-pixel 32 voisin du pixel 30 considéré.

[0154] Le dispositif d'amplification optique 74 forme ainsi des moyens de modulation de couleur 10 qui sont configurés, en combinaison avec la couche holographique 12, pour révéler l'image couleur personnalisée IG (**figures 2-3**), comme déjà décrit ci-avant. Dans la mesure où ce dispositif d'amplification optique 74 vise à amplifier la luminosité de certains sous-pixels par rapport à d'autres, il constitue plus particulièrement des moyens d'amplification au sens de l'invention.

[0155] De manière générale, en référence à chacun des modes de réalisation décrits précédemment, il est possible de générer en outre du contraste à l'image couleur IG ainsi obtenue en incorporant dans la structure globale une couche lasérisable, si une telle couche n'est pas déjà présente dans ladite structure. Cette couche lasérisable peut être carbonisée localement au laser de façon identique à ce qui est décrit précédemment en référence à la couche lasérisable 60 (**figure 11**) ou à la couche lasérisable 40 (**figure**

13), afin de créer du contraste dans l'image couleur finale et ainsi améliorer la qualité de son rendu visuel.

- [0156] Plus particulièrement, la structure globale de l'image couleur peut comprendre en outre une telle couche transparente lasérizable en regard de la couche holographique 12, cette couche lasérizable étant au moins partiellement carbonisée par un rayonnement laser de sorte à comprendre des régions opacifiées localement en regard de sous-pixels 32 de l'arrangement 29 de pixels pour produire des niveaux de gris dans l'image couleur personnalisée.
- [0157] De manière générale, l'invention permet avantageusement de créer des nuances de couleurs de façon à former une image couleur sécurisée par l'interaction entre les moyens de modulation de couleur et l'arrangement de pixels formé par la couche holographique. L'image couleur est donc formée par la combinaison des moyens de modulation de couleur et de l'arrangement de pixels situé en vis-à-vis. Sans l'ajout des moyens de modulation de couleur pour orienter ou sélectionner judicieusement le passage de la lumière incidente, les pixels ne forment qu'un arrangement vierge dans la mesure où cet ensemble est dépourvu de l'information caractérisant l'image couleur. Ce sont les moyens de modulation de couleur qui sont configurés, en fonction de l'arrangement de sous-pixels choisi, pour personnaliser l'apparence visuelle des pixels et ainsi révéler l'image couleur finale.
- [0158] La présente invention permet de produire des images couleurs présentant une bonne qualité d'image tout en étant sécurisées et donc résistantes aux falsifications et reproductions frauduleuses.
- [0159] Plus particulièrement, l'invention permet d'obtenir une qualité d'image accrue, à savoir une meilleure luminosité globale de l'image finale (plus de brillance, couleurs plus vives) et une meilleure capacité de saturation en couleur. Autrement dit, l'invention permet de réaliser une image couleur de haute qualité avec un gamut colorimétrique amélioré par rapport à une image imprimée.
- [0160] L'usage d'une structure holographique pour former l'arrangement de pixels est avantageux en ce que cette technique offre une grande précision de positionnement des pixels et sous-pixels ainsi formés. Cette technique permet d'éviter notamment les chevauchements ou désalignements entre sous-pixels, ce qui améliore le rendu visuel global.
- [0161] Comme déjà décrit en référence aux **figures 6A-6B**, en raison de la précision accrue de positionnement par rapport au cas d'une technique d'impression classique, l'invention permet de réduire, voire d'éliminer, les zones blanches séparatrice qu'il serait sinon nécessaire de ménager entre les sous-pixels (par exemple entre les lignes de sous-pixels) pour éviter les éventuels chevauchements entre sous-pixels. Grâce à l'invention, il n'est donc plus nécessaire de conserver des lignes blanches séparatrices

entre les sous-pixels pour conserver une tolérance de positionnement des sous-pixels, ce qui permet d'augmenter la saturation en couleur maximale de chaque sous-pixel (moins de blanc par pixel et donc plus de couleurs fondamentales).

- [0162] On peut toutefois garder des sous-pixels blancs, éventuellement de taille réduite, dans l'arrangement de pixels afin d'obtenir le niveau de brillance souhaité. Il est même possible de supprimer les sous-pixels blancs car l'hologramme présente par nature une grande brillance et permet en particulier d'obtenir une plus grande luminosité qu'avec des encres imprimées. Il est ainsi possible de ne conserver que des sous-pixels de couleur fondamentale dans l'arrangement de pixels, ce qui permet d'obtenir une capacité de saturation en couleur accrue. Il est par exemple possible de former les pixels à partir de 3 sous-pixels seulement (selon un motif hexagonal par exemple), ce qui permet d'atteindre une saturation théorique maximale en couleur de 33% pour chaque couleur fondamentale.
- [0163] En mettant en œuvre le principe de l'invention, il est possible de détecter facilement une fraude lorsque l'image a été falsifiée ou reproduite illicitement. En outre, ce niveau de complexité et de sécurité de l'image atteint grâce à l'invention ne se fait pas au détriment de la qualité du rendu visuel de l'image.
- [0164] Les moyens de modulation de couleur selon le principe de l'invention peuvent prendre des formes diverses : (1) régions détruites de la structure holographique, (2) moyens de masquage ou encore (3) moyens d'amplification, comme décrit précédemment. L'image couleur IG selon l'invention peut toutefois comprendre une quelconque combinaison, ou sous combinaison, d'au moins deux parmi les formes (1), (2) et (3) indiquées ci-dessus (par exemple (1) et (2), ou encore (1) et (3), ou encore (2) et (3)).
- [0165] Un procédé de fabrication d'une image couleur IG telle que décrite précédemment est à présent décrit en référence à la **figure 14**, selon un mode de réalisation particulier. On suppose par exemple que l'on forme une image couleur IG dans un document 20 comme illustré en **figure 3**.
- [0166] Au cours d'une étape S2 de création, on fabrique dans une couche holographique 12 une structure holographique 27 qui forme un arrangement 29 de pixels 30, comme décrit précédemment. Chaque pixel 30 comprend une pluralité de sous-pixels 32 de couleurs distinctes selon l'un des exemples déjà décrits.
- [0167] La couche 22 (**figure 4**) peut être une couche thermo-formable permettant ainsi aux reliefs 24 de la structure holographique 27 d'être formés par embossage sur la couche 22 servant de support. En variante, les reliefs 24 de la structure holographique 27 peuvent être réalisés en utilisant une technique de réticulation UV, comme déjà indiqué. Ces techniques de fabrication étant connues de l'homme du métier, elles ne sont pas décrites plus en détail par souci de simplicité.

- [0168] Une couche d'adhésif et/ou de colle (non représentée) peut en outre être utilisée pour assurer une adhésion de la couche holographique 12 sur un support (par exemple sur une couche 42 ou 42a déjà décrite précédemment).
- [0169] Au cours d'une étape S4 de formation, on forme des moyens de modulation de couleur 10 comme déjà décrit précédemment, pour sélectionner la couleur des pixels 30 en modifiant la contribution colorimétrique relative des sous-pixels 32 les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels 30 de sorte à révéler une image couleur personnalisée IG à partir de l'arrangement 29 de pixels combiné aux moyens de modulation de couleur 10.
- [0170] Comme déjà décrit, les moyens de modulation de couleur 10 ainsi formés peuvent comprendre au moins l'un parmi :
- [0171] des régions (RG1) de la structure holographique, dites régions détruites, qui sont détruites localement sur tout ou partie de sous-pixels 32 par un unique premier rayonnement laser LS1 (**figure 8**) ;
- [0172] des moyens de masquage (50 ; 60-62) positionnés en regard de l'arrangement 29 de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels 32 (**figures 10-11**) ; et
- [0173] des moyens d'amplification (68 ; 70-72) positionnés en regard de l'arrangement 29 de pixels pour amplifier localement la luminosité de tout ou partie de sous-pixels 32 (**figures 12-13**).
- [0174] Ainsi, les régions détruites RG1 représentés en **figure 8** sont formées par destruction locale, au moyen d'un unique rayonnement laser LS1, par ablation laser de régions de la structure holographique pour éliminer tout ou parties de sous-pixels dans l'arrangement de pixels.
- [0175] Les moyens de masquage 50 représentés en **figure 10** sont formés par impression de motifs d'encre en regard de la couche holographique 12 obtenue à l'étape S2, de sorte à masquer localement tout ou partie de sous-pixels dans l'arrangement de pixels.
- [0176] Le réseau lenticulaire 68 représenté en **figure 12** est formé en déformant en surface une couche 42a au moyen d'un unique rayonnement laser LS3, ce réseau lenticulaire étant disposé en regard de l'arrangement 29 de pixels de sorte à générer l'image couleur personnalisée par focalisation (ou divergence) d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels de l'arrangement de pixels. En variante, on réalise une projection de matériau transparent en utilisant une tête d'imprimante 3D de sorte à former des lentilles en surface de la couche transparente 42a.
- [0177] Le dispositif d'amplification optique 74 représenté en **figure 13** est formé de sorte à comprendre une couche transparente lasérisable 40 ainsi qu'une couche séparatrice transparente 70 disposée entre la couche holographique 12 et la couche transparente lasérisable 40. Des zones opaques 72 sont en outre formées localement, au moyen d'un

unique rayonnement laser LS4, par carbonisation dans la couche lasérizable 40 en regard de la couche holographique 12 de sorte à causer une amplification de la luminosité de sous-pixels 32 dans l'arrangement 30 de pixels dans des régions correspondant auxdites zones opaques.

- [0178] Il est ainsi possible de former les moyens de modulation de couleur 10 à l'aide d'un unique rayonnement laser, à savoir l'un parmi LS1, LS2, LS3 et LS4 selon le type de moyens de modulation de couleur 10 que l'on souhaite former. Autrement dit, les moyens de modulation de couleur 10 peuvent être formés à l'aide d'un seul rayonnement laser parmi :
- [0179] le rayonnement laser LS1 nécessaire pour produire des régions détruites RG1 comme déjà décrit (**figure 8**) ;
- [0180] le rayonnement laser LS2 nécessaire pour former des zones opaques 62 comme déjà décrit (**figure 11**) ;
- [0181] le rayonnement laser LS3 nécessaire pour former un réseau lenticulaire 68 comme déjà décrit (**figure 12**) ; et
- [0182] le rayonnement laser LS4 nécessaire pour former des zones opaques 72 comme déjà décrit (**figure 13**).
- [0183] Selon un exemple particulier, les moyens de modulation de couleur 10 peuvent être formés à l'aide de deux rayonnements lasers distincts au plus, parmi les rayonnements LS1 et LS4 décrits ci-avant.
- [0184] Selon un exemple particulier, les rayonnements lasers LS2 et LS4 sont identiques.
- [0185] L'invention permet ainsi de générer de façon sécurisée une image couleur personnalisée de haute qualité, à partir d'un procédé de fabrication relativement peu complexe.
- [0186] Un homme du métier comprendra que les modes de réalisation et variantes décrits dans ce document ne constituent que des exemples non limitatifs de mise en œuvre de l'invention. En particulier, l'homme du métier pourra envisager une quelconque adaptation ou combinaison parmi les caractéristiques et modes de réalisation décrits ci-avant afin de répondre à un besoin bien particulier.

Revendications

- [Revendication 1] Document sécurisé (2) comprenant :
- une première couche comportant une structure holographique formant un arrangement de pixels comportant chacun une pluralité de sous-pixels de couleurs distinctes ; et
 - des moyens de modulation de couleur configurés pour sélectionner la couleur des pixels en modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels de sorte à révéler une image couleur personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné auxdits moyens de modulation,
- les moyens de modulation de couleur comprenant au moins l'un parmi :
- des régions de la structure holographique, dites régions détruites, qui sont détruites localement par laser ;
 - des moyens de masquage positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ; et
 - des moyens d'amplification positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour amplifier localement la luminosité de tout ou partie de sous-pixels.
- [Revendication 2] Document selon la revendication 1, dans lequel chaque sous-pixel dans l'arrangement de pixels est formé par un réseau holographique respectif configuré pour générer par diffraction une couleur correspondante dudit sous-pixel.
- [Revendication 3] Document selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque pixel dudit arrangement de pixels forme un motif identique de sous-pixels de couleur.
- [Revendication 4] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel chaque pixel dudit arrangement de pixels est configuré de sorte que chaque sous-pixel présente une couleur unique dans ledit pixel.
- [Revendication 5] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'arrangement de pixels est configuré de sorte que les sous-pixels sont uniformément répartis sur ou dans un substrat.
- [Revendication 6] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel

- l'arrangement de pixels forme des lignes de sous-pixels jointives.
- [Revendication 7] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel lesdites régions détruites dans la structure holographique correspondent à des zones détruites par ablation laser des réseaux holographiques correspondant à tout ou partie de sous-pixels dans l'arrangement de pixels.
- [Revendication 8] Document selon la revendication 7, dans lequel lesdites régions détruites comprennent des sous-pixels dont le réseau holographique correspondant est partiellement détruit par micro-ablation laser.
- [Revendication 9] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel lesdits moyens de masquage faisant partie des moyens de modulation de couleur comprennent au moins l'un parmi :
- des motifs d'encre imprimés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ;
et
 - des points lasers de différents niveaux de gris formés dans une couche, dite deuxième couche, de sorte à être positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels.
- [Revendication 10] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel lesdits moyens d'amplification faisant partie des moyens de modulation de couleur comprennent au moins l'un parmi :
- un réseau de lentilles disposé en regard de l'arrangement de pixels de sorte à générer l'image couleur personnalisée par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels ; et
 - un dispositif d'amplification optique comprenant une couche transparente lasérisable, dite troisième couche, et une couche séparatrice transparente disposée entre la première couche et la troisième couche, ladite troisième couche comprenant des zones opacifiées localement au laser en regard de la première couche de sorte à causer une amplification de la luminosité de sous-pixels dans ledit arrangement de pixels dans des régions correspondant auxdites zones opacifiées.
- [Revendication 11] Document selon la revendication 10, dans lequel chaque lentille du

réseau de lentilles est positionnée, relativement à un pixel associé situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger une lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels dudit pixel associé de sorte à modifier la contribution des couleurs respectives des sous-pixels du pixel associé, dans une région de l'image couleur personnalisée générée au travers de ladite lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel associé indépendamment de ladite lentille.

[Revendication 12] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel le document comprend en outre une couche transparente lasérisable, dite quatrième couche, en regard de la première couche, ladite quatrième couche étant au moins partiellement carbonisée par un rayonnement laser de sorte à comprendre des régions opacifiées localement en regard de sous-pixels de l'arrangement de pixels pour produire des niveaux de gris dans l'image couleur personnalisée.

[Revendication 13] Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la première couche comprend :

- une première sous-couche de vernis formant les reliefs d'un réseau holographique ; et
- une deuxième sous-couche déposée sur les reliefs de la première sous-couche, ladite deuxième sous-couche présentant un indice de réfraction supérieur à celui de la première sous-couche.

[Revendication 14] Procédé de fabrication d'un document, comprenant :

- création (S2) dans une première couche d'une structure holographique formant un arrangement de pixels comportant chacun une pluralité de sous-pixels de couleurs distinctes ;
- formation (S4) de moyens de modulation de couleur pour sélectionner la couleur des pixels en modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels de sorte à révéler une image couleur personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné auxdits moyens de modulation de couleur,

les moyens de modulation de couleur comprenant au moins l'un parmi :

- des régions de la structure holographique, dites régions

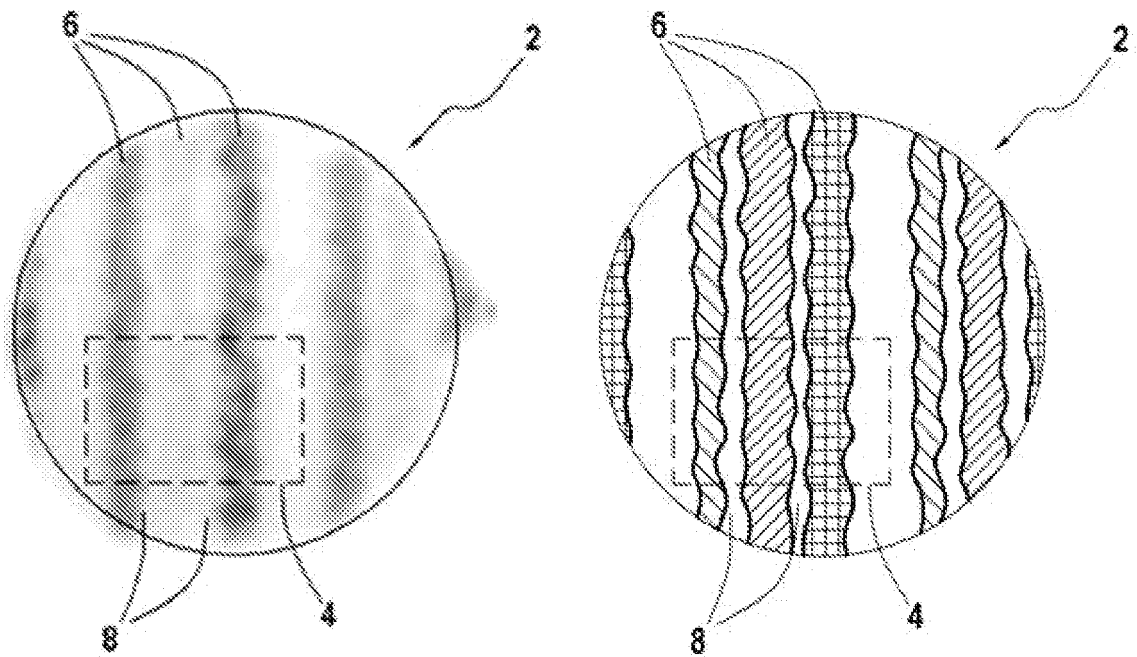
détruites, qui sont détruites localement sur tout ou partie de sous-pixels par un unique premier rayonnement laser ;

- des moyens de masquage positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels ; et
- des moyens d'amplification positionnés en regard de l'arrangement de pixels pour amplifier localement la luminosité de tout ou partie de sous-pixels.

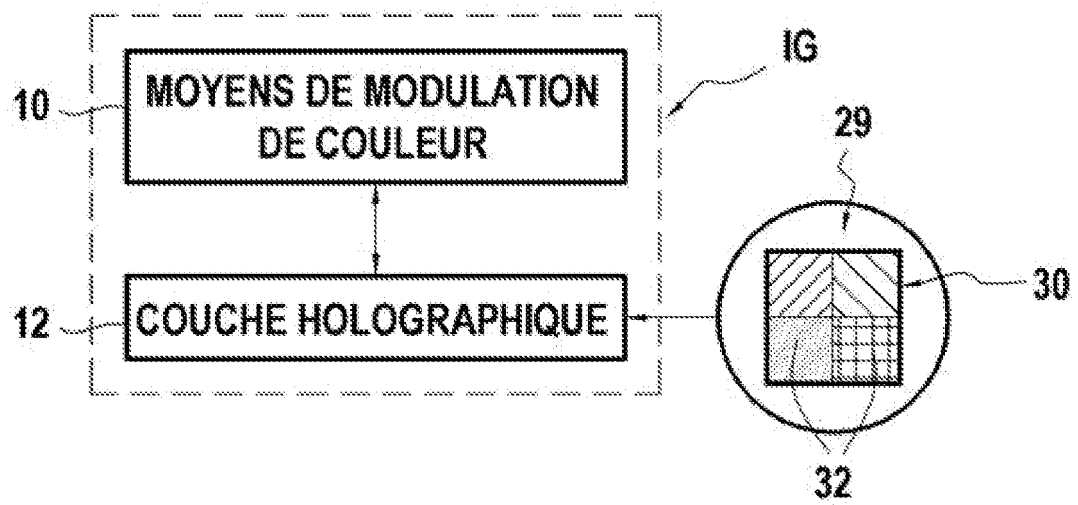
[Revendication 15] Procédé selon la revendication 14, dans lequel ladite formation des moyens de modulation de couleur comprend au moins l'un parmi :

- destruction locale, au moyen d'un unique premier rayonnement laser, par ablation laser de régions de la structure holographique pour éliminer tout ou parties de sous-pixels dans l'arrangement de pixels ;
- impression de motifs d'encre en regard de la première couche pour masquer localement tout ou partie de sous-pixels dans l'arrangement de pixels ;
- formation, au moyen d'un unique deuxième rayonnement laser, d'un réseau de lentilles disposé en regard de l'arrangement de pixels de sorte à générer l'image couleur personnalisée par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels de l'arrangement de pixels ; et
- formation d'un dispositif d'amplification optique comprenant une couche transparente lasérisable, dit troisième couche, et une couche séparatrice transparente disposée entre la première couche et la troisième couche, ladite troisième couche comprenant des zones opacifiées localement, au moyen d'un unique troisième rayonnement laser, en regard de la première couche de sorte à causer une amplification de la luminosité de sous-pixels dans ledit arrangement de pixels dans des régions correspondant auxdites zones opacifiées.

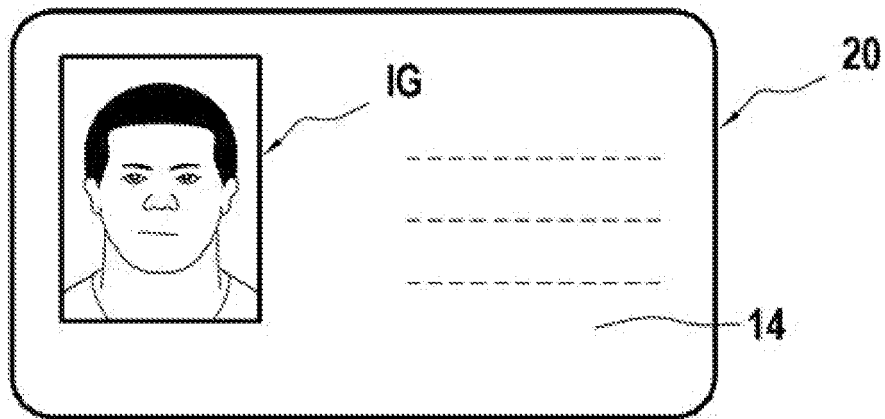
[Fig. 1]



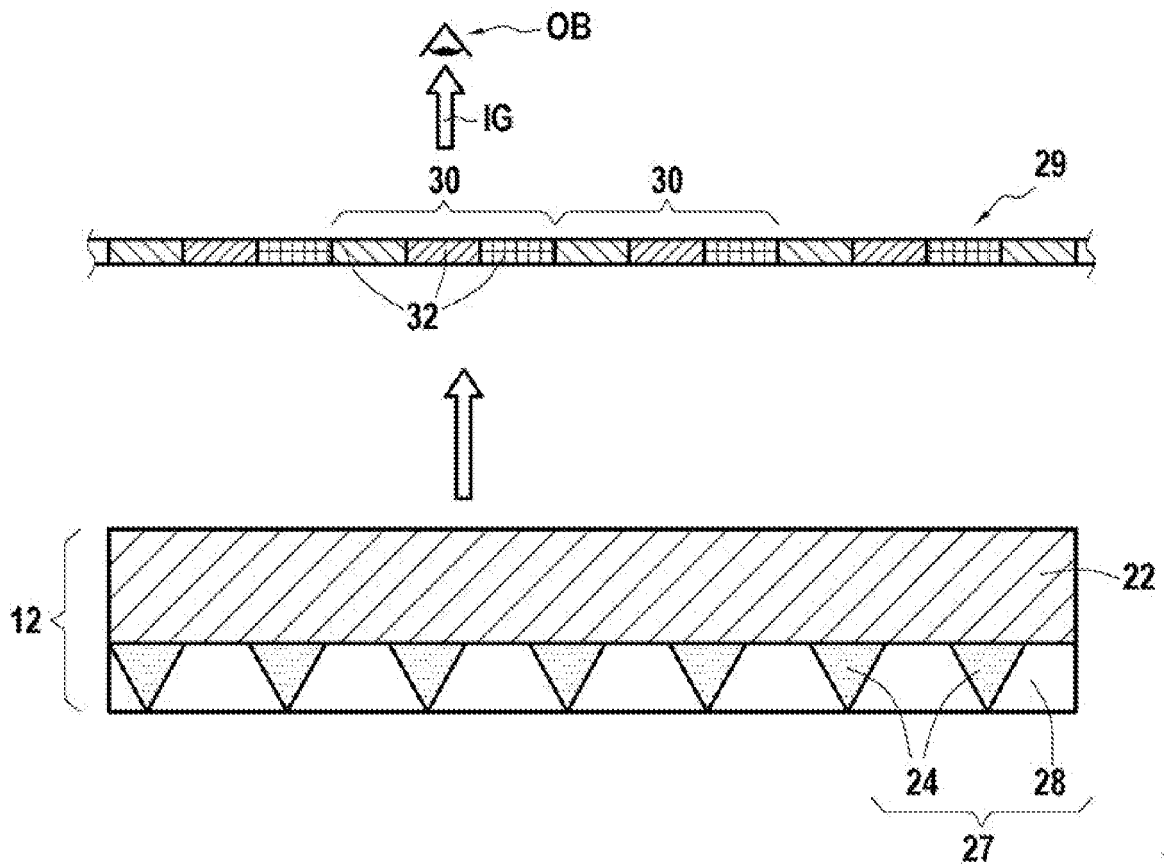
[Fig. 2]



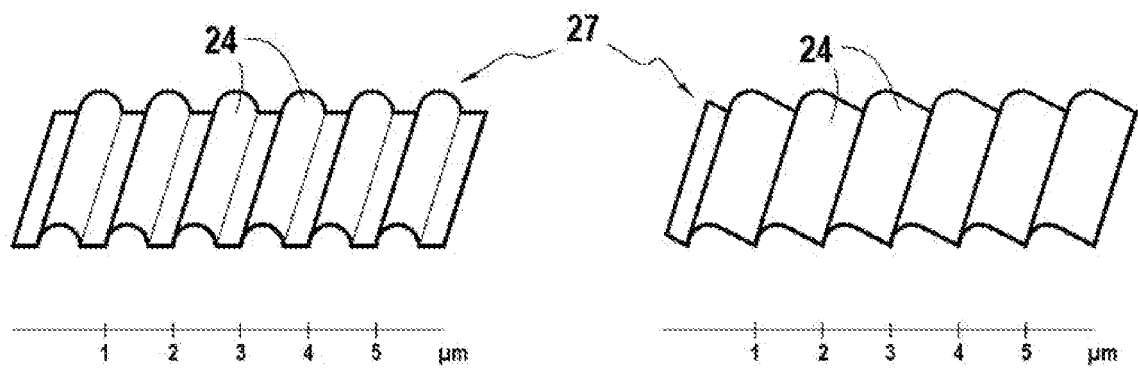
[Fig. 3]



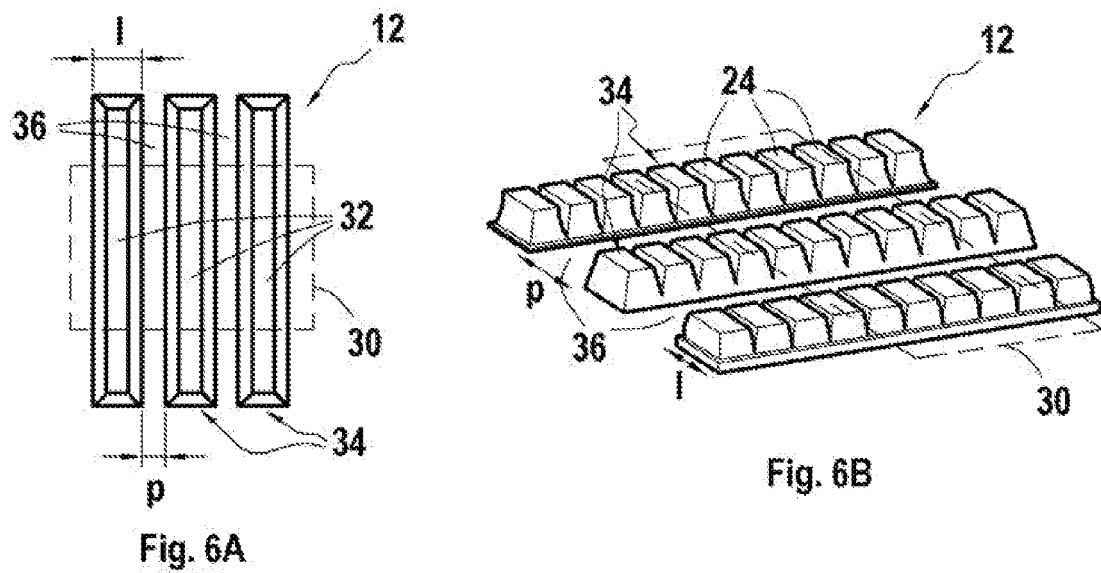
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6A-6B]



[Fig. 7A-7B-7C]

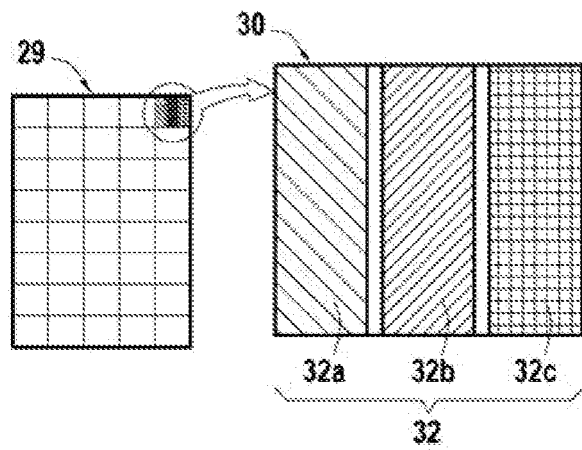


Fig. 7A

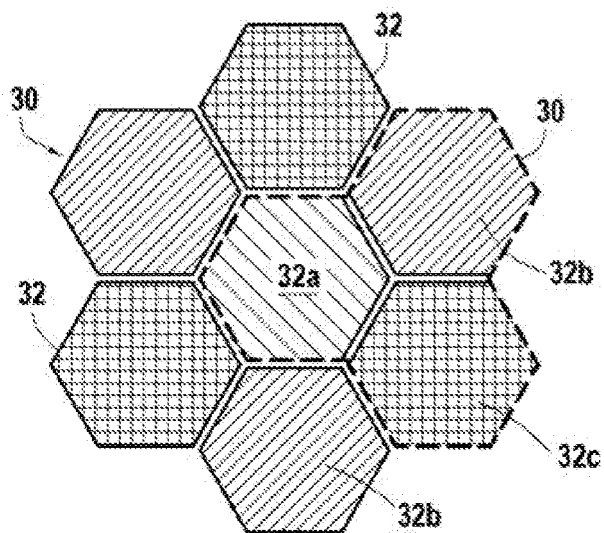


Fig. 7B

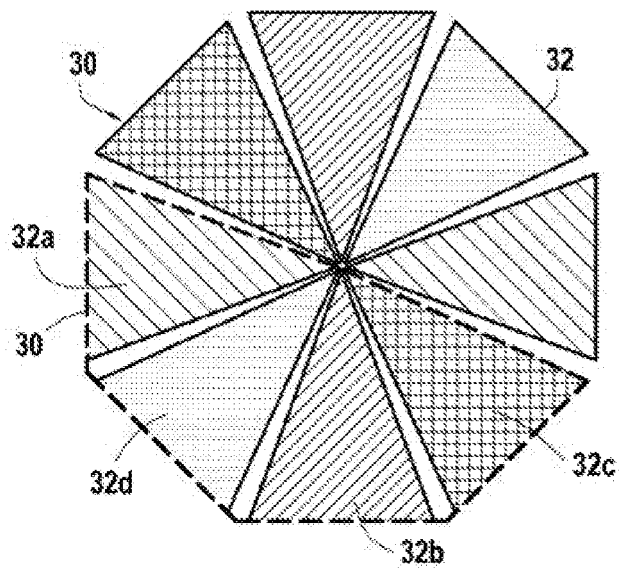
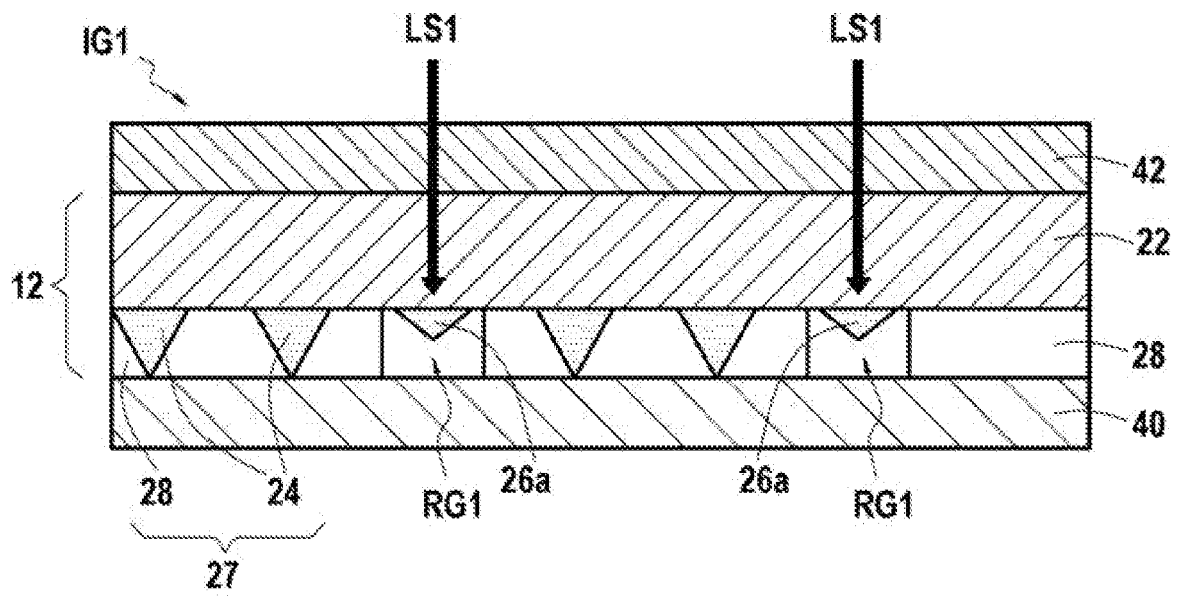
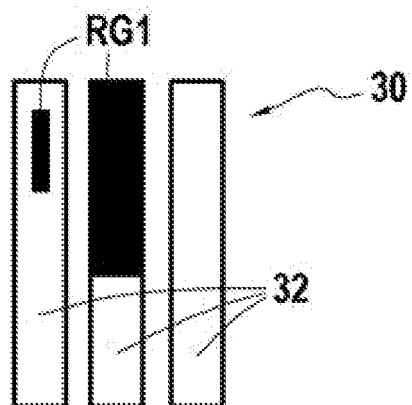


Fig. 7C

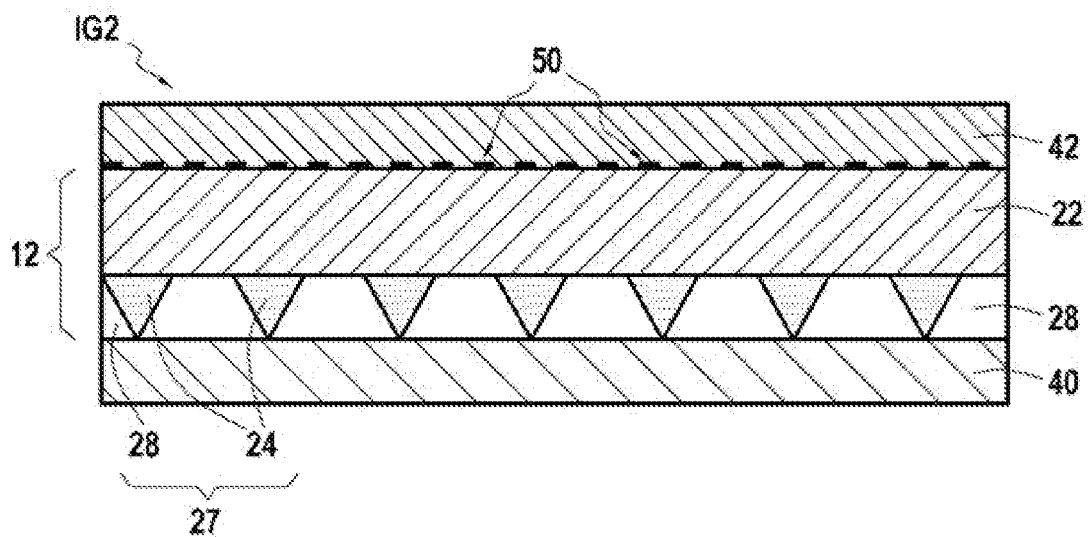
[Fig. 8]



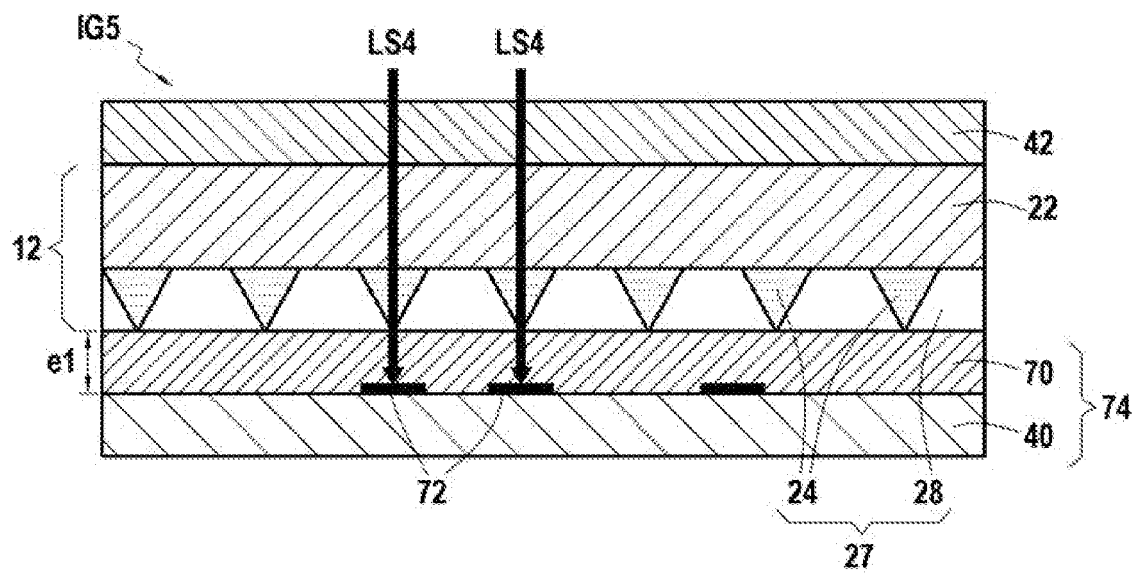
[Fig. 9]



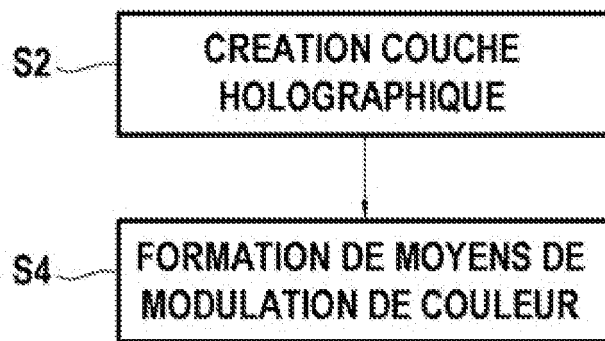
[Fig. 10]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 864275
FR 1902066

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2012 211767 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) * alinéa [0054]; figure 5 *	1-10, 12-15	B42D25/328 B42D25/40 B42D25/435
X	EP 3 210 794 A1 (AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO GOZNAK [RU]) 30 août 2017 (2017-08-30) * alinéa [0028]; figure 1 *	1-8, 12-15	
X	US 2017/023711 A1 (JIANG HAO [CA] ET AL) 26 janvier 2017 (2017-01-26) * alinéas [0052] - [0063]; figures 1-4 *	1-6,9, 13-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B42D B41M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 octobre 2019		Achermand, Didier	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1902066 FA 864275**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **15-10-2019**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102012211767 A1	09-01-2014	CN 104602922 A	06-05-2015
		DE 102012211767 A1	09-01-2014
		EP 2869998 A1	13-05-2015
		US 2015191027 A1	09-07-2015
		WO 2014006173 A1	09-01-2014

EP 3210794 A1	30-08-2017	EP 3210794 A1	30-08-2017
		WO 2016085365 A1	02-06-2016

US 2017023711 A1	26-01-2017	US 2017023711 A1	26-01-2017
		WO 2017015748 A1	02-02-2017
