

(19)



(11)

**EP 3 765 307 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

**25.12.2024 Bulletin 2024/52**

(21) Numéro de dépôt: **19717539.1**

(22) Date de dépôt: **14.03.2019**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

**B42D 25/324** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/44** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/435** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/45** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/351** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/41** <sup>(2014.01)</sup>

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

**B42D 25/324; B42D 25/351; B42D 25/41; B42D 25/435; B42D 25/44; B42D 25/45**

(86) Numéro de dépôt international:

**PCT/FR2019/050569**

(87) Numéro de publication internationale:

**WO 2019/175514 (19.09.2019 Gazette 2019/38)**

(54) **DOCUMENT APTE A GENERER UNE IMAGE COULEUR ET PROCEDE DE GENERATION D'UNE IMAGE COULEUR**

DOKUMENT UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG EINES FARBBILDES

DOCUMENT CAPABLE OF GENERATING A COLOUR IMAGE AND METHOD OF GENERATING A COLOR IMAGE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **16.03.2018 FR 1852273**

(43) Date de publication de la demande:

**20.01.2021 Bulletin 2021/03**

(73) Titulaire: **IDEMIA France**

**92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeurs:

- **BERTHE, Benoît**  
**92400 Courbevoie (FR)**

- **VANDROUX, Coralie**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(74) Mandataire: **Simon, Géraldine Marie**

**Idemia France**  
**2, Place Samuel de Champlain**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(56) Documents cités:

**EP-A1- 2 727 742**      **WO-A1-2015/178894**  
**WO-A1-2016/097608**      **WO-A1-2017/162006**  
**WO-A2-2005/052650**      **WO-A2-2005/106601**  
**FR-A1- 3 030 851**      **GB-A- 2 553 104**

**EP 3 765 307 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Arrière-plan de l'invention

**[0001]** L'invention se rapporte au domaine de la formation d'images en couleur et porte plus particulièrement sur un document apte à générer une image couleur personnalisée et un procédé de génération d'une image couleur.

**[0002]** L'invention trouve des applications particulières dans la formation d'images d'identité dans des documents identitaires tels que des documents officiels : cartes d'identité, cartes de crédit, passeports, permis de conduire, badges d'entrée sécurisés etc.

**[0003]** Divers 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, de façon connue, certains documents officiels comportent par exemples des guilloches représentant un motif au moyen d'un ensemble complexe de lignes imprimées, difficile à reproduire sans un matériel sophistiqué et une expertise adéquate. Divers éléments de sécurité (hologramme, encres sécurisées, etc.) ont été élaborées mais ceux-ci ne sont pas toujours suffisants pour prévenir contre la fraude, au vu notamment des ressources importantes dont disposent aujourd'hui certains faussaires.

**[0005]** Par ailleurs, les techniques de formation d'images couleurs utilisées aujourd'hui, notamment dans des documents identitaires sécurisés, ne permettent pas toujours d'obtenir une qualité de rendu visuel satisfaisante. Des problèmes surviennent notamment lorsque les techniques de formation d'image utilisées sont limitées dans leur capacité à saturer certaines couleurs. Autrement dit, le gamut de couleur (capacité à reproduire une plage de couleurs) des techniques connues de formation d'images couleurs est parfois limité.

**[0006]** Lorsque, par exemple, une image d'identité est créée sur un document, elle est généralement composée d'un visage entouré d'une zone claire, voire blanche, constituant le fond d'image. Il n'est pas toujours possible d'obtenir des couleurs suffisamment saturées sur la zone du visage ou sur le fond, pour que ce même visage placé sur un fond monochrome par exemple, et pas suffisamment clair, présente un contraste satisfaisant entre ce visage et le fond pleinement satisfaisant pour l'observateur.

**[0007]** Il existe aujourd'hui un besoin pour former de façon sécurisée des images couleurs personnalisées, par exemple dans des documents identitaires, tels que ceux précités notamment. Un besoin existe en particulier

pour permettre une personnalisation flexible et sécurisée d'images couleurs dans des documents ou autres, de sorte que, même si un document est obtenu illicitement par un individu, ce dernier ne puisse pas personnaliser l'image couleur à sa guise sans que cela soit détectable lors d'une inspection adéquate.

**[0008]** Aucune solution susceptible d'offrir un niveau approprié de sécurité et de flexibilité ne permet en outre aujourd'hui d'obtenir un gamut de couleur suffisant, en particulier pour obtenir les nuances de couleur nécessaires à la formation de certaines images couleurs de haute qualité, notamment lorsque des zones d'image doivent présenter un niveau hautement saturé dans une couleur donnée, ou encore un fond d'image d'identité très clair par exemple, c'est-à-dire totalement désaturé et lumineux.

**[0009]** Le document FR 3 030 851 A1 divulgue un dispositif de sécurité et un procédé de fabrication d'un tel dispositif de sécurité comprenant un premier motif couleur visible selon un axe de vision  $\Delta\alpha$  associé et au moins un deuxième motif couleur visible selon un axe de vision  $\Delta\beta$  associé, comprenant les étapes suivantes : assemblage d'une couche image apte à former au moins un motif couleur par gravure laser, au-dessus d'un support, - gravure laser dans la couche image du premier motif couleur, selon son axe de vision associé, de telle manière à ce qu'il puisse être vu au travers d'un réseau lenticulaire, - pour chacun desdits au moins un deuxième motif couleur, gravure laser dans la couche image, dudit au moins un deuxième motif couleur, selon son axe de vision associé, de telle manière à ce qu'il puisse être vu au travers d'un réseau lenticulaire.

**[0010]** Le document EP 2 727742 A1 divulgue un élément sécurisé pour sécuriser des documents, cet élément sécurisé comportant une image lenticulaire pour représenter deux images cibles ou plus sans changement d'échelle. Le document GB 2 553 104 décrit quant à lui la formation de plusieurs images en utilisant des masques et des réseaux de lentilles.

### Objet et résumé de l'invention

**[0011]** L'invention est définie dans le jeu de revendications ci-joint.

**[0012]** L'invention a notamment pour but de remédier aux inconvénients et insuffisances de l'état de la technique mentionnés ci-avant.

**[0013]** A cet effet, la présente invention concerne un document apte à générer une image couleur, tel que défini dans la revendication 1.

**[0014]** L'invention permet avantageusement, grâce aux lentilles, de créer des nuances de couleurs de façon à former une image couleur par l'interaction entre le réseau de lentilles et l'ensemble de pixels. L'image couleur est donc formée par la combinaison du réseau de lentilles et de l'ensemble de pixels situé en vis-à-vis. Sans l'adjonction des lentilles pour orienter judicieusement la lumière incidente, l'ensemble de pixels ne consti-

tue qu'un arrangement vierge de pixels de couleurs dans la mesure où cet ensemble est dépourvu de l'information caractérisant l'image couleur. C'est le réseau de lentilles qui est configuré, en fonction de l'arrangement de sous-pixels choisi, pour personnaliser l'apparence visuelle des pixels et ainsi générer, par juxtaposition des apparences visuels des pixels, l'image couleur finale.

**[0015]** Il est en particulier possible de configurer les lentilles (forme, positionnement...) de sorte à sélectionner certaines couleurs parmi les différentes couleurs présentes dans l'ensemble de pixels. Inversement, il est possible de masquer ou de réduire la contribution en couleur de certains sous-pixels dans le rendu visuel de l'image couleur finale.

**[0016]** L'invention permet notamment de générer une zone de couleur hautement saturée dans la couleur désirée ou même désaturée dans le cas particulier où le sous pixel visé est de couleur blanche.

**[0017]** L'invention permet ainsi de former des zones d'image monochrome de bonne qualité, tout en assurant un niveau de complexité élevé garantissant la sécurité de l'image vis-à-vis de la fraude. L'invention permet par exemple de réaliser un fond d'image hautement saturé ou désaturé dans une couleur donnée, tel que le blanc par exemple.

**[0018]** En mettant en oeuvre 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. Cela n'empêche pas en particulier la formation d'images couleurs comprenant des zones nécessitant un contraste important comme dans le cas d'un visage vis-à-vis d'un fond d'image. L'invention permet de former des images couleurs de qualité à partir d'un large gamut de couleur.

**[0019]** Selon un mode de réalisation particulier, chaque pixel dudit ensemble de pixels forme un motif identique de sous-pixels de couleur.

**[0020]** Selon un mode de réalisation particulier, l'ensemble de pixels est configuré de sorte que les sous-pixels sont uniformément répartis sur ou dans le substrat.

**[0021]** Selon l'invention, chaque pixel dudit ensemble de pixels est configuré de sorte que chaque sous-pixel présente une couleur unique dans ledit pixel.

**[0022]** Selon un mode de réalisation particulier, le réseau de lentilles est formé à partir d'une couche comportant des déformations en surface définissant les micro-lentilles, ladite couche étant le substrat ou une couche laminée avec le substrat.

**[0023]** Selon un mode de réalisation particulier, les sous-pixels dans l'ensemble de pixels comportent une surface réfléchissante positionnée sous les sous-pixels pour réfléchir la lumière incidente au travers du réseau de lentilles.

**[0024]** Selon un mode de réalisation particulier, au moins une lentille dans le réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière

incidente reçue de sorte à accentuer la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel du pixel associé, dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel dudit pixel associé.

**[0025]** Selon un mode de réalisation particulier, au moins une lentille dans le réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur un seul des sous-pixels du pixel associé de sorte à masquer la couleur de chaque autre sous-pixel dudit pixel associé dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille.

**[0026]** Selon un mode de réalisation particulier, dans une région monochrome de l'image couleur, chaque lentille du réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur un seul sous-pixel d'une même couleur prédéterminée dans le pixel associé, de sorte à faire apparaître en tant qu'unique couleur la couleur prédéterminée dans ladite région monochrome de l'image couleur.

**[0027]** Selon l'invention, au moins une première lentille du réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur au moins deux sous-pixels du pixel associé de sorte à faire apparaître dans une région correspondante de l'image couleur une couleur hybride résultant d'une combinaison des couleurs desdits au moins deux sous pixels, dans lequel ladite première lentille présente, dans sa plus petite dimension, une plus petite dimension maximale de 150  $\mu\text{m}$ .

**[0028]** Selon un mode de réalisation particulier, au moins une lentille du réseau de lentilles est une lentille divergente configurée pour diverger une lumière incidente reçue par la lentille de sorte à réduire la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel du pixel associé, dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel dudit pixel associé.

**[0029]** Selon un mode de réalisation particulier, le document comprend en outre :

une couche transparente lasérisable disposée en regard de l'ensemble de pixels, ladite couche transparente lasérisable étant au moins partiellement carbonisée par un rayonnement laser de sorte à comprendre des régions opacifiées localement en regard de sous-pixels pour produire des niveaux de gris dans l'image couleur générée au travers des lentilles.

**[0030]** Selon un mode de réalisation particulier, la densité de probabilité de la présence de chaque couleur de sous-pixel est constante dans l'ensemble de pixels.

**[0031]** L'invention vise également un procédé de génération d'une image dans un document tel que défini dans la revendication 9.

**[0032]** On notera que les différents modes de réalisation mentionnés ci-avant en relation avec le document de

l'invention ainsi que les avantages associés s'appliquent de façon analogue au procédé de génération de l'invention.

**[0033]** Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend :

- une fourniture d'une première couche transparente ; et
- une projection sur la première couche transparente d'un premier rayonnement laser de sorte à former les lentilles par déformation en surface de ladite première couche transparente.

**[0034]** Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend :

- une fourniture d'une première couche transparente ; et
- une réalisation sur la première couche transparente d'une projection de matériau transparent en utilisant une tête d'imprimante 3D de sorte à former des lentilles en surface de la première couche transparente.

**[0035]** Selon un mode de réalisation particulier, lors de l'étape de formation, chaque lentille est positionnée relativement au pixel associé situé en vis-à-vis indépendamment du positionnement des autres lentilles dudit réseau de lentilles.

**[0036]** Selon l'invention, au moins une première lentille du réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur au moins deux sous-pixels du pixel associé de sorte à faire apparaître dans une région correspondante de l'image couleur une couleur hybride résultant d'une combinaison des couleurs desdits au moins deux sous pixels, dans lequel ladite première lentille est formée de sorte qu'elle présente, dans sa plus petite dimension, une plus petite dimension maximale de 150  $\mu\text{m}$ .

**[0037]** Le procédé comprend aussi une détermination de poids respectifs affectés à chacun desdits au moins deux sous pixels, lesdits poids représentant des contributions respectives de chaque sous-pixel dans la combinaison des couleurs produisant la couleur hybride ; ladite première lentille étant configurée relativement au pixel associé conformément auxdits poids respectifs affectés auxdits au moins deux sous pixels.

#### Breve description des dessins

**[0038]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures:

- la figure 1 représente schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de

l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe représentant schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 5 - les figures 3A à 3D représentent schématiquement des ensembles de pixels selon des modes de réalisation particuliers de l'invention ;
- la figure 4 est une vue en coupe suivant IV représentant schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 10 - la figure 5 est une vue en perspective représentant schématiquement le document de la figure 4, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- les figures 6 et 7 sont des vues de dessus représentant schématiquement l'ensemble de pixels du document de la figure 4, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 15 - la figure 8 est une vue de dessus représentant schématiquement l'apparence visuelle d'une image générée par le document de la figure 4, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 20 - la figure 9 est une vue en coupe suivant IX représentant schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 25 - la figure 10 est une vue en perspective représentant schématiquement le document de la figure 9, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 11 est une vue de dessus représentant schématiquement l'ensemble de pixels du document de la figure 9, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 30 - la figure 12 est une vue de dessus représentant schématiquement l'apparence visuelle d'une image générée par le document de la figure 9, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 35 - la figure 13 est une vue en coupe représentant schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 14 est une vue en coupe représentant schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 40 - la figure 15 est une vue en coupe représentant schématiquement un document selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- 45 - la figure 16 représente, sous forme d'un diagramme, les étapes d'un procédé de génération d'une image couleur, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ; et
- la figure 17 représente, sous forme d'un diagramme, les étapes d'un procédé de génération d'une image couleur, selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

#### Description détaillée de plusieurs modes de réalisation

55

**[0039]** Comme indiqué précédemment, l'invention concerne la formation d'images en couleur et vise en particulier un dispositif ou objet, tel qu'un document par

exemple, apte à générer une image couleur personnalisée à partir de pixels de couleur.

**[0040]** Le dispositif au sens de l'invention peut prendre diverses formes et avoir diverses fonctions, une caractéristique étant qu'il est apte à générer une image couleur selon le principe de l'invention tel exposé dans les revendications.

**[0041]** Dans la suite de ce document, des exemples de mises en oeuvre de l'invention sont décrits dans le cas d'un document apte à générer une image couleur selon le principe de l'invention. Ce document peut être un quelconque document, de type livret, carte ou autre, notamment un document d'identité tel que par exemple : une carte d'identité, une carte de crédit, un passeport, un permis de conduire, un badge d'entrée sécurisé, etc.

**[0042]** On comprend toutefois que l'invention ne se limite pas aux documents, mais s'applique également à d'autres objets configurés pour générer une image couleur selon le principe de l'invention.

**[0043]** De même, les exemples décrits ci-après visent à générer une image d'identité. On comprend toutefois que l'image considérée peut être quelconque. En particulier, l'image peut être (ou comporter une région) monochrome ou multicolore.

**[0044]** L'invention propose de fabriquer des images couleurs personnalisées qui sont hautement sécurisées et qui présentent une bonne qualité d'image. Pour ce faire, l'invention, selon différents modes de réalisation, met en oeuvre un dispositif apte à générer une image couleur, comprenant : un ensemble de pixels imprimés sur ou dans un substrat, chaque pixel formant un motif comportant un arrangement de sous-pixels d'au moins deux couleurs différentes ; et un réseau de lentilles disposé en regard de l'ensemble de pixels de sorte à générer l'image couleur par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels.

**[0045]** Chaque lentille peut être positionnée (ou configurée), relativement à un pixel (dit « pixel associé ») situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger la 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 générée au travers de la lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel associé indépendamment de (ou sans) ladite lentille.

**[0046]** Autrement dit, chaque lentille peut être positionnée (ou configurée), relativement à un pixel associé situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels dudit pixel associé de sorte à modifier la contribution de la 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 de chaque autre sous-pixel dudit pixel associé.

**[0047]** Les lentilles permettent ainsi de créer des nuances de couleur de sorte à former (ou générer) une image

couleur par l'interaction entre le réseau de lentilles et l'ensemble de pixels. Plus particulièrement, chaque réseau de lentille permet de créer des nuances de couleur, de sorte à former une image couleur unique, propre à chaque réseau et distincte du motif des pixels. L'invention vise également un procédé correspondant pour fabriquer (ou générer) une image couleur.

**[0048]** D'autres aspects et avantages de la présente invention ressortiront des exemples de réalisation décrits ci-dessous en référence aux dessins mentionnés ci-avant.

**[0049]** 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.

**[0050]** La **figure 1** représente schématiquement un dispositif 2 selon un exemple de réalisation de l'invention. Dans cet exemple, le dispositif 2 est un document comportant une image d'identité 6 formée dans ou sur un corps de dispositif (ou substrat) 4. Dans cet exemple, le document 2 prend la forme d'une carte bien que d'autres modes de réalisation sont possibles.

**[0051]** L'image couleur 6 représente dans cet exemple un visage 8 entouré par un fond d'image 6 qui est monochrome, de couleur blanche ou bleu pâle par exemple.

**[0052]** La **figure 2** est une vue en coupe représentant schématiquement l'image couleur 6 formée dans le document 2 représenté en **figure 1**, selon un mode de réalisation particulier. Plus particulièrement, le document 2 comporte un substrat 12 dans ou sur lequel est disposé un réseau (ou arrangement) de lentilles LN.

**[0053]** Un ensemble de pixels 20, appelé aussi pavage (ou pavage de pixels), est imprimé dans le substrat 12, chaque pixel 20 formant un motif comportant un arrangement de sous-pixels 22 d'au moins deux couleurs différentes. Des exemples de motifs de sous-pixels, dont les configurations possibles sont multiples, sont décrits ultérieurement en référence notamment aux **figures 3A-3D**.

**[0054]** Le substrat 12 est ici transparent afin de laisser passer au moins partiellement une lumière incidente au travers des lentilles LN de sorte à atteindre les pixels de couleur 20. Les pixels 20, et plus particulièrement leurs sous-pixels 22, comportent dans cet exemple une surface réfléchissante 23 située sous les sous-pixels pour réfléchir (au moins partiellement) la lumière incidente reçue au travers du réseau de lentilles LN. Cette surface réfléchissante est par exemple une surface blanche.

**[0055]** Comme représenté en **figure 2**, le réseau de lentilles LN est disposé en regard de l'ensemble de pixels 20 de sorte à générer l'image couleur 6 (**figure 1**) par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles LN sur au moins une partie des sous-pixels 22. Comme décrit par la suite, les lentilles peuvent être configurées de différentes manières et, en particulier, peuvent être convergentes et/ou divergentes

selon le cas d'espèce. Dans l'exemple considéré, les lentilles LN sont convergentes pour converger la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels 22 des pixels 20 associés situés en vis-à-vis.

**[0056]** Plus particulièrement, chaque lentille LN est positionnée, relativement à un pixel 20 situé en vis-à-vis, dit pixel « associé », pour focaliser ou diverger la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels 22 du pixel 20 associé de sorte à modifier la contribution des couleurs respectives des sous-pixels 22 du pixel 20 associé, dans une région de l'image couleur 6 correspondante (c'est-à-dire générée au travers de cette lentille LN), par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel 20 associé indépendamment de ladite lentille LN.

**[0057]** Autrement dit, les lentilles LN sont configurées de sorte à converger ou diverger la lumière incidente sur certains sous-pixels 22 de sorte à faire apparaître (révéler) l'image couleur 6, à partir de l'ensemble de pixels 20, en privilégiant la contribution en couleur de certains sous-pixels par rapport à d'autres.

**[0058]** Les lentilles LN permettent ainsi de créer des nuances de couleurs de façon à former une image couleur 6 par l'interaction optique entre le réseau de lentilles LN et l'ensemble de pixels 20. L'image couleur 6 est donc formée par la combinaison du réseau de lentilles LN et de l'ensemble de pixels 20 situé en vis-à-vis. Sans l'adjonction des lentilles LN pour orienter judicieusement la lumière incidente, l'ensemble de pixels 20 ne constitue qu'un arrangement vierge de pixels de couleurs dans la mesure où cet ensemble est dépourvu de l'information caractérisant l'image couleur 6. C'est le réseau de lentilles LN qui est configuré, en fonction de l'arrangement de sous-pixels 22 choisi, pour personnaliser l'apparence visuelle des pixels 20 et ainsi générer, par juxtaposition des apparences visuelles des pixels, l'image couleur finale 6.

**[0059]** La manière dont les lentilles peuvent guider la lumière incidente pour modifier la contribution en couleur de certains sous-pixels 22 par rapport à d'autres sous-pixels dans l'image couleur 6 finale est décrite plus en détail ultérieurement.

**[0060]** Il est en particulier possible de configurer les lentilles LN (forme, positionnement...) de sorte à sélectionner certaines couleurs parmi les différentes couleurs présentes dans l'ensemble de pixels 20. Inversement, il est possible de masquer ou de réduire la contribution en couleur de certains sous-pixels 22 dans le rendu visuel de l'image couleur 6 finale.

**[0061]** Comme décrit par la suite, il est possible d'ajouter en outre des éléments opacifiants (noirs ou sombres, par exemple) en regard de certains sous-pixels 22 afin de créer des niveaux de gris de l'image couleur 6 résultante, et ainsi générer du contraste dans l'image couleur après que l'alignement des lentilles sur les sous-pixels appropriés ait sélectionné une teinte appropriée.

**[0062]** Les lentilles LN disposées en regard de l'ensemble de pixels 20 peuvent présenter diverses formes, dimensions et configurations (pouvoir grossissant,

convergente ou divergente...). Selon le cas d'espèce, les lentilles LN peuvent par exemple être sphéroïdales ou cylindriques, par exemple.

**[0063]** Par ailleurs, l'ensemble de pixels 20 au sens de l'invention peut se présenter sous différentes formes, configurations, dimensions, etc. En particulier, chaque pixel de l'ensemble de pixels 20 peut former un motif identique de sous-pixels 22 de couleur. Dans ce cas, l'ensemble de pixels est constitué d'un seul motif de sous-pixels qui se répète une pluralité de fois. Cet agencement de sous-pixels est dit « vierge » dans le sens où il ne forme pas intrinsèquement (c'est-à-dire sans l'adjonction des lentilles LN et/ou des éléments opacifiants) l'image couleur 6.

**[0064]** Selon un exemple particulier, chaque pixel 20 présente un motif identique de sous-pixels 22 selon une même orientation au travers de l'ensemble de pixels 20. Il est ainsi possible de répartir de manière identique les sous-pixels de couleur dans l'ensemble de pixels (comme illustré par exemple en **figure 3A**), ce qui facilite la formation des lentilles dans la mesure où le même référentiel (ou la même disposition) est utilisé dans chaque pixel.

**[0065]** Selon un exemple particulier, chaque pixel 20 présente un motif identique de sous-pixels 22, des variations d'orientation de ce motif étant toutefois réalisées entre certains pixels les uns par rapport aux autres, au travers de l'ensemble de pixels 20. Autrement dit, un même motif de sous-pixels 22 de couleur se retrouve alors dans tous les pixels 20 dudit ensemble mais suivant au moins deux orientations différentes (en appliquant par exemple des rotations de 90° et/ou 180° sur le même motif qui se répète au travers de l'ensemble de pixels 20). La **figure 3C** illustre ainsi un exemple dans lequel un même motif de sous-pixels de couleur 22a-22d se retrouve dans deux orientations différentes (rotation de 180°) dans l'ensemble de pixels 20. Cette variante permet ainsi de former un ensemble vierge de sous-pixels de couleur offrant la flexibilité nécessaire pour générer une quelconque image au travers des lentilles LN, tout en permettant d'incorporer un même motif dans des orientations variables pour former par exemple une signature ou un élément sécurisé, propre à chaque image couleur, qui est difficile à reproduire et facilement détectable en cas de fraude.

**[0066]** L'ensemble de pixels 20 peut être configuré de sorte que les sous-pixels sont uniformément répartis sur ou dans le substrat 12. Autrement dit, l'ensemble de pixels peut former un agencement régulier ou périodique de pixels 22, formant des motifs de sous-pixels identiques ou non selon le cas.

**[0067]** L'ensemble de pixels 20 peut former une matrice de pixels, constituée de rangées et de colonnes de sous-pixels 22. Ces rangées et colonnes peuvent être rectilignes et éventuellement orthogonales les unes par rapport aux autres.

**[0068]** Selon un exemple particulier, chaque pixel 20 forme un motif composant un arrangement de sous-

pixels 22 d'au moins deux couleurs différentes, la densité de probabilité de la présence de chaque couleur de sous-pixel étant constante dans les pixels 20 de l'arrangement de pixels. Autrement dit, si l'on considère des pixels 20 de n sous-pixels de couleur (n étant un nombre entier), la proportion en surface de chaque couleur (formée par un ou plusieurs sous-pixels) est identique dans chaque pixel 20 de l'ensemble de pixels. A titre d'exemple, on peut retrouver dans chaque pixel 20 les densités suivantes : 30% de jaune, 20% magenta, 40% de cyan et 10% de blanc). Dans cet exemple particulier, chaque pixel 20 peut ainsi présenter un motif identique de sous-pixels 22 de couleur selon une même orientation au travers de l'arrangement de pixels 20 ou, éventuellement, selon une orientation qui varie dans l'arrangement de pixels 20 (selon des variations aléatoires ou selon des variations régulières ou autres).

**[0069]** En particulier, dans des exemples plus complexes, un arrangement aléatoire des pixels 20 est possible. Il est notamment possible d'organiser la répartition des sous-pixels 22 de façon aléatoire mais de sorte à ce que la densité de probabilité de la présence de chaque couleur de sous-pixel soit constante dans les pixels 20 de l'ensemble de pixels. Dans ce cas, il est nécessaire que, dans une zone donnée de l'arrangement de pixels 20, on puisse sélectionner à l'aide des lentilles LN la ou les couleurs souhaitées même si les sous-pixels correspondant ne se trouvent pas exactement à leurs coordonnées théoriques supposées.

**[0070]** Selon l'invention, chaque pixel 20 de l'ensemble de pixels est configuré de sorte que chacun des sous-pixels 22 présente une couleur unique dans ledit pixel 20. Un pixel 20 peut ainsi être composé d'une pluralité de sous-pixels 22, tous de couleur distincte. En variante, Il est possible de définir les pixels 20 de sorte qu'ils comportent au moins deux sous-pixels 22 d'une même couleur parmi tous leurs sous-pixels (par exemple, 2 sous-pixels dans chaque couleur primaire), sous réserve que chaque pixel comprend au moins deux sous-pixels 22 de couleur différente.

**[0071]** Les couleurs des sous-pixels 22 peuvent varier selon le cas et peuvent constituer des couleurs primaires à partir desquelles est générée l'image couleur 6 en combinaison avec le réseau de lentilles LN. Dans un exemple particulier, chaque pixel 20 comprend des sous-pixels 22 dans les couleurs primaires rouge / vert / bleu (RGB), avec éventuellement le blanc, ou encore dans les couleurs primaires jaune / magenta / cyan, avec éventuellement le blanc. Une zone blanche peut éventuellement être ménagée dans l'arrangement de pixels 22 entre les rangées et colonnes de sous-pixels 22 pour éviter la superposition de couleurs.

**[0072]** Des exemples particuliers de pavage (arrangement) de pixels 20, pouvant être mis en oeuvre dans un dispositif de l'invention tel que le document 2 représenté en **figures 1-2**, sont à présent décrits en référence aux **figures 3A, 3B, 3C et 3D**. Il convient de noter que ces mises en oeuvre ne sont présentées qu'à titre d'exem-

ples 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.

**[0073]** La **figure 3A** est une vue de dessus représentant un ensemble de pixels 20 selon un mode de réalisation particulier. Dans cet exemple, le pavage forme une matrice de rangées et de colonnes de pixels, orthogonales les unes par rapport aux autres. Chaque pixel 20, de forme carrée, forme un motif composé de 4 sous-pixels 22, notés 22a à 22d, de forme également carrée. Dans cet exemple, les sous-pixels 22 présentent tous une couleur unique dans le pixel 20 considéré. Les pixels 20 sont uniformément répartis de sorte que le même motif de sous-pixels 22 se répète périodiquement dans une région du substrat 12.

**[0074]** La **figure 3B** est une vue de dessus représentant un autre exemple de pavage régulier dans lequel chaque pixel 20 est composé de 3 sous-pixels 22, notés 22a à 22c, chacun d'une couleur distincte. Les sous-pixels 22 sont ici de forme hexagonale.

**[0075]** La **figure 3C** est une vue de dessus représentant un autre exemple de pavage régulier dans lequel chaque pixel 20 est composé de 4 sous-pixels 22, notés 22a à 22d, chacun d'une couleur distincte. Les sous-pixels 22 sont ici de forme triangulaire.

**[0076]** La **figure 3D** est une vue de dessus représentant un autre exemple de pavage régulier dans lequel chaque pixel 20 est composé de 4 sous-pixels 22, notés 22a à 22d, chacun d'une couleur distincte. Les sous-pixels 22 sont ici de forme rectangulaire et sont agencés en ligne, c'est-à-dire agencés parallèlement les uns aux autres afin de former des colonnes rectilignes de sous-pixels.

**[0077]** Des exemples de mise en oeuvre particulière du dispositif 2 décrit précédemment en référence aux **figures 1, 2 et 3A-3D** sont à présent décrits ci-après. Plus particulièrement, une première mise en oeuvre particulière du document 2 (**figure 1**) est décrite en référence aux **figures 4 à 8**.

**[0078]** Le dispositif 2 comprend dans cet exemple un substrat 12 dans lequel est disposé un ensemble de pixels 20, chaque pixel comprenant une pluralité de sous-pixels 22. Un réseau de lentille, notées ici LN1, est disposé en regard de l'ensemble de pixels 20 de sorte à générer l'image couleur 6 (**figure 1**) par focalisation d'une lumière incidente 30 sur certains sous-pixels 22.

**[0079]** Plus particulièrement, comme illustré en **figures 4 et 5**, le substrat 12 comprend dans cet exemple une couche supérieure transparente 12a disposée sur une couche inférieure 12b blanche. L'ensemble de pixels 20 est imprimé sur la face supérieure de la couche inférieure 12b ou sur la face inférieure de la couche supérieure 12a, de sorte à se trouver à l'interface entre les couches 12a et 12b, à l'intérieur du substrat 12. Selon une variante, l'ensemble de pixels 20 est imprimé sur la face supérieure du substrat 12.

**[0080]** Comme déjà indiqué, chaque pixel 20 forme un motif comportant un arrangement de sous-pixels 22 d'au moins deux couleurs différentes. Les sous-pixels 22 peuvent être réalisés selon une quelconque technique d'impression couleur que l'homme du métier peut choisir en fonction du cas d'espèce. L'ensemble de pixels 20 utilisé dans cet exemple est décrit ultérieurement en référence à la **figure 6**.

**[0081]** Dans cet exemple, des lentilles LN1 sont formées dans une couche 14 comportant des déformations en surface définissant les lentilles. Cette couche 14 recouvre le substrat 12, la couche 14 et le substrat 12 étant par exemple laminés ensemble. La couche 14 peut être par exemple en verre de silice ou en polycarbonate, ou encore en tout matériau transparent d'une densité différente de celle de l'air pour qu'il y ait réfraction de la lumière et donc effet de lentille. Selon une variante, le réseau de lentilles LN1 est formé directement dans le substrat 12 qui comporte alors des déformations en surface définissant les lentilles, aucune couche 14 additionnelle n'étant alors nécessaire.

**[0082]** Comme illustré en **figures 5-6**, les lentilles LN1 sont ici de forme cylindrique et s'étendant parallèlement les unes aux autres.

**[0083]** Les lentilles LN1 sont dans cet exemple des lentilles convergentes. Le réseau (ou arrangement) de lentilles LN1 est disposé en regard de l'ensemble de pixels 20 de sorte à générer l'image couleur 6 par focalisation d'une lumière incidente 30 au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels 22. Chaque lentille LN1 est positionnée, relativement à un pixel 20 associé situé en vis-à-vis, pour focaliser la lumière incidente 30 sur au moins l'un des sous-pixels 22 du pixel 20 associé de sorte à modifier (ou moduler) la contribution des couleurs respectives des sous-pixels 22 du pixel 20 associé, dans une région de l'image couleur 6 générée au travers de ladite lentille LN1, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel 20 associé indépendamment de ladite lentille LN1.

**[0084]** On entend dans ce document par motif formé intrinsèquement par un pixel, un motif formé par les couleurs des sous-pixels dudit pixel, ce motif étant considéré en tant que tel, sans prendre en compte l'effet de modulation résultant du positionnement d'une lentille en vis-à-vis.

**[0085]** Comme déjà expliqué, le substrat 12 et la couche 14 sont transparentes afin de laisser passer au moins partiellement la lumière incidente au travers des lentilles LN1 jusqu'à atteindre les pixels de couleur 20. Les pixels 20, et plus particulièrement leurs sous-pixels 22, comportent dans cet exemple une surface réfléchissante 23, située sous les sous-pixels, pour réfléchir (au moins partiellement) la lumière incidente 30 reçue au travers du réseau de lentilles LN1. Les couches 12 et 14 sont par exemple en polycarbonate. La couche réfléchissante 23 peut être une surface blanche située sous les pixels.

**[0086]** Comme représenté en **figure 4**, chaque lentille LN1 comporte une surface d'incidence (ou surface de

lentille) S1, apte à recevoir une lumière incidente 30, et définit en outre, à la surface de l'ensemble de pixels 20, une surface utile S2 sur laquelle la lentille LN1 fait converger (guide) la lumière incidente 30. Chaque lentille LN1 est positionnée en regard d'un pixel 20 qui lui est associé, la lentille LN1 étant disposée de sorte que sa surface utile S2 soit positionnée sur au moins une partie de l'un ou de plusieurs des sous-pixels 22 du pixel 20 associé.

**[0087]** Les lentilles LN1 focalisent ainsi la lumière incidente 30 reçue de sorte à accentuer la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel 22 du pixel 20 associé, dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 22 du pixel 20 associé. Cette modulation des contributions colorimétriques des sous-pixels est décrite plus en détail ci-dessous en référence aux **figures 6, 7 e 8**.

**[0088]** L'ensemble de pixels 20 utilisé dans l'exemple considéré ici est illustré en **figure 6**. Les pixels 20 sont rectangulaires et composés de 4 sous-pixels 22a-22d eux-mêmes de forme rectangulaire. Chaque sous-pixel 22a-22d d'un même pixel 20 présente une couleur unique notée respectivement CLa-CLd. Les sous-pixels 22 sont uniformément répartis de sorte que les couleurs CLa à CLd se répètent de façon périodique dans le substrat 12. Cette configuration rectangulaire présente l'avantage d'être relativement simple à réaliser par impression couleur.

**[0089]** Selon une variante, de fines lignes blanches, inférieures par exemple à 30  $\mu\text{m}$  de largeur, sont ménagées entre les différents sous-pixels de couleurs CLa, CLb, CLc et CLd.

**[0090]** Selon une variante, l'une parmi les couleurs CLa, CLb, CLc et CLd est du blanc.

**[0091]** La **figure 7** représente en pointillés la surface utile S2 définie par chaque lentille LN1 sur un pixel 20 associé. Dans cet exemple, le contour des surfaces utiles S2 correspond aux sous-pixels 22c de couleur CLc. Dans une variante, la surface utile S2 est plus petite que le sous-pixel correspondant de façon à ce que la couleur observée ne varie pas quand l'observateur regarde la surface des lentilles avec un angle pas exactement perpendiculaire (observation oblique).

**[0092]** La **figure 7** représente en outre, en superposition, le contour des surfaces d'incidence (ou surfaces de lentille) S1 définissant l'emplacement des lentilles LN1 situées en regard des pixels 20. Dans cet exemple, chaque lentille LN1 est positionnée en correspondance avec les sous-pixels 22b, 22c et 22d du pixel 20 associé et recouvre en outre une partie du sous-pixel 22a du pixel 20 associé (ainsi qu'une partie du sous-pixel 22a d'un pixel 20 voisin).

**[0093]** Aussi, dans cet exemple particulier, chaque lentille LN1 focalise la lumière incidente 30 reçue (**figure 4**) sur le sous-pixel 22c du pixel 20 associé ce qui a pour conséquence d'accentuer fortement la contribution en couleur du sous-pixel 22c, dans la région correspon-

dante de l'image couleur 6 (**figure 1**) générée au travers de ladite lentille LN1, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 22a, 22b et 22d du pixel 20 associé.

[0094] La **figure 8** représente le rendu visuel, dans des régions R1 et R2, de l'image couleur 6 observable par un observateur OB (**figure 4**). Comme représenté, les régions R1 et R2 sont observables dans la couleur unique CLc en raison de la focalisation de la lumière incidente 30 par les lentilles LN1 sur les sous-pixels 22c.

[0095] En faisant converger préférentiellement la lumière incidente 30 sur certains sous-pixels 22 choisis de façon appropriée, il est ainsi possible de générer (ou révéler) l'image couleur 6 désirée. Les lentilles LN1 permettent de sélectionner certaines couleurs de façon à former l'image couleur 6 finale par l'interaction entre le réseau de lentilles LN1 et l'ensemble de pixels 20.

[0096] L'image couleur 6 est donc formée par la combinaison du réseau de lentilles LN1 et de l'ensemble de pixels 20 situé en vis-à-vis. Sans l'adjonction des lentilles LN1 pour orienter judicieusement la lumière incidente, l'ensemble de pixels 20 ne constitue qu'un arrangement vierge de pixels de couleurs dans la mesure où cet ensemble est dépourvu de l'information caractérisant l'image couleur 6. C'est le réseau de lentilles LN1 qui est configuré, en fonction de l'arrangement de sous-pixels 22 choisis, pour personnaliser l'apparence visuelle des pixels 20 et ainsi générer l'image couleur finale 6.

[0097] Dans l'exemple considéré ici, les lentilles LN1 font chacune converger la lumière incidente 30 vers un seul sous-pixel 22c d'une même couleur CLc prédéterminée dans le pixel 20 associé, de sorte à faire apparaître en tant qu'unique couleur la couleur CLc dans une région monochrome (par exemple le fond d'image 10) de l'image couleur 6 (**figure 1**).

[0098] Selon un exemple particulier, la plus petite dimension des lentilles LN1 est inférieure ou égale à  $350 \cdot 10^{-6}$  m, soit 350  $\mu$ m. Dans le cas où les lentilles LN1 sont de forme cylindrique comme représenté en **figures 5-7**, la plus petite dimension des lentilles correspond au plus petit côté du rectangle formé par l'intersection de la portion de cylindre de la lentille avec le plan sur lequel elle repose.

[0099] Selon un exemple particulier, l'arrangement de pixels 20 dans le document 2 représenté en **figure 4 à 8** est tel que la contribution initiale en couleur d'un sous-pixel 22 dans son pixel 20 (c.-à-d. la contribution intrinsèque de la couleur de ce sous-pixel 22, indépendamment des lentilles) est de 25% et sa contribution dans la région correspondante (correspondant à la surface d'incidence de la lentille associée) de l'image couleur finale 6 est de 100%.

[0100] L'invention permet donc avantageusement de générer une zone de couleur hautement saturée dans la couleur CLc désirée ou même désaturée dans le cas particulier où le sous pixel visé est de couleur blanche. Chaque lentille LN1 masque les couleurs CLa, CLb, CLd des autres sous-pixels 22a, 22b et 22d du pixel 20

associé dans la région (R1 et R2) correspondante de l'image couleur 10 générée au travers de la lentille. Ce masquage est visible préférentiellement lorsque la carte n'est pas inclinée par rapport à l'observateur OB, c'est-à-dire, lorsque l'on se place dans une observation normale au plan dans lequel s'étendent les pixels. L'observation peut ne pas être contrainte à une exacte normalité si la convergence des lentilles permet d'avoir une surface utile plus petite et centrée sur le sous-pixel visé.

[0101] L'invention permet ainsi de former des zones d'image monochrome de bonne qualité, tout en assurant un niveau de complexité élevé garantissant la sécurité de l'image vis-à-vis de la fraude. L'invention permet par exemple de réaliser un fond d'image 10 (**figure 1**) hautement saturé ou désaturé dans une couleur donnée, tel que le blanc par exemple.

[0102] En inspectant l'image couleur 6, il est possible grâce à l'invention de détecter facilement une fraude lorsque l'image a été falsifiée ou reproduite illicitement. La configuration des lentilles n'est adaptée qu'à l'ensemble de pixels 20 qui a été imprimé et est donc figé dans l'image. 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.

Cela n'empêche pas en particulier la formation d'images couleurs comprenant des zones nécessitant un contraste important comme dans le cas d'un visage vis-à-vis d'un fond d'image. L'invention permet de former des images couleurs de qualité à partir d'un large gamut de couleur.

[0103] En variante, il est possible de configurer les lentilles LN1 de sorte à ce qu'elles focalisent chacune la lumière incidente 30 sur un seul sous-pixel 22 du pixel 20 associé, ces sous-pixels 22 n'étant pas nécessairement toujours de la même couleur. Diverse association de couleurs sont ainsi possibles.

[0104] Par ailleurs, dans l'exemple représenté en **figures 4-8**, les lentilles LN1 focalisent chacune la lumière incidente sur un seul sous-pixel 22 d'un pixel 20 associé situé en vis-à-vis. D'autres modes de réalisation sont toutefois possibles dans lesquels les lentilles focalisent la lumière incidente sur au moins deux sous-pixels d'un même pixel, comme décrit ci-après.

[0105] Une deuxième mise en oeuvre particulière du dispositif 2, tel que décrit précédemment en référence aux **figures 1, 2 et 3A-3D**, est à présent décrite en référence aux **figures 9 à 13**.

[0106] Le dispositif 2 comprend ici un substrat 12 dans lequel est disposé un ensemble de pixels, notés 40, chaque pixel comprenant une pluralité de sous-pixels notés ici 42. Un réseau de lentilles, notées ici LN2, est disposé en regard de l'ensemble de pixels 40 de sorte à générer l'image couleur 6 (**figure 1**) par focalisation d'une lumière incidente 30 sur certains des sous-pixels 42.

[0107] Plus particulièrement, le substrat 12 comprend une couche supérieure 12a disposée sur une couche inférieure 12b, de façon identique au mode de réalisation

des **figures 4-5**. L'ensemble de pixels 40 est imprimé sur la face supérieure de la couche inférieure 12b ou sur la face inférieure de la couche supérieure 12a, de sorte à se trouver à l'interface entre les couches 12a et 12b, à l'intérieur du substrat 12. Selon une variante, l'ensemble de pixels 40 est imprimé sur la face supérieure du substrat 12.

**[0108]** Comme déjà décrit dans les exemples précédents, chaque pixel 40 forme un motif comportant un arrangement de sous-pixels 22 d'au moins deux couleurs différentes. Les sous-pixels 22 peuvent être réalisés selon une quelconque technique d'impression couleur que l'homme du métier peut choisir en fonction du cas d'espèce. L'ensemble de pixels 20 utilisé dans cet exemple est décrit ultérieurement en référence à la **figure 11**.

**[0109]** Dans cet exemple, des lentilles LN2 sont formées dans une couche 14 comportant des déformations en surface définissant les lentilles, de façon identique au mode de réalisation des **figures 4-5**. Cette couche 14 recouvre le substrat 12, la couche 14 et le substrat 12 étant par exemple laminés ensemble. La couche 14 peut être en verre de silice, en polycarbonate ou en tout autre matériau transparent. Selon une variante, le réseau de lentilles LN2 est formé directement dans le substrat 12 qui comporte alors des déformations en surface définissant les lentilles, aucune couche 14 additionnelle n'étant alors nécessaire.

**[0110]** Comme illustré en **figure 9-10**, les lentilles LN2 sont ici de forme sphéroïdale et forment ensemble une matrice de lentilles LN2, composée par exemple de rangées et de colonnes orthogonales. Il est toutefois possible d'agencer les lentilles LN2 selon un arrangement non orthogonal, voire même de façon non régulière, selon l'effet visuel qui est recherché.

**[0111]** Les lentilles LN2 sont dans cet exemple des lentilles convergentes. Le réseau (ou arrangement) de lentilles LN2 est disposé en regard de l'ensemble de pixels 40 de sorte à générer l'image couleur 6 par focalisation d'une lumière incidente 30 au travers des lentilles LN2 sur au moins une partie des sous-pixels 42. Chaque lentille LN2 est positionnée, relativement à un pixel 40 associé situé en vis-à-vis, pour focaliser la lumière incidente 30 sur au moins l'un des sous-pixels 22 du pixel 20 associé de sorte à modifier (ou moduler) la contribution des couleurs respectives des sous-pixels 22 du pixel 20 associé, dans une région de l'image couleur 6 générée au travers de ladite lentille LN2, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel 40 associé indépendamment de ladite lentille LN2 (c.-à-d. sans prendre en compte l'effet de modulation de ladite lentille).

**[0112]** Autrement dit, chaque lentille LN2 est positionnée (ou configurée), relativement à un pixel 40 associé situé en vis-à-vis, pour focaliser la lumière incidente 30 sur au moins l'un des sous-pixels 22 du pixel 20 associé de sorte à modifier (ou moduler) la contribution de la couleur respective d'au moins un sous-pixel 22 du pixel 20 associé, dans une région correspondante de l'image couleur 6 générée au travers de ladite lentille LN2, par

rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 22 dudit pixel 20 associé.

**[0113]** A ce titre, chaque lentille peut être décalée de façon unique par rapport à la position des pixels 20 selon l'organisation parfaitement régulière présentée à titre d'exemple sur la **figure 10**.

**[0114]** Comme déjà expliqué, le substrat 12 et la couche 14 sont transparentes afin de laisser passer au moins partiellement la lumière incidente 30 au travers des lentilles LN2 jusqu'à atteindre les pixels de couleur 40. Les pixels 40, et plus particulièrement leurs sous-pixels 42, comportent dans cet exemple une surface réfléchissante 23, positionnée sous les sous-pixels 42, pour réfléchir (au moins partiellement) la lumière incidente 30 reçue au travers du réseau de lentilles LN2. Les couches 12 et 14 sont par exemple en polycarbonate.

**[0115]** Comme représenté en **figure 9**, et comme déjà expliqué en référence à la **figure 4**, chaque lentille LN2 comporte une surface d'incidence S1, apte à recevoir une lumière incidente 30, et définit en outre, à la surface de l'ensemble de pixels 40, une surface utile S2 sur laquelle la lentille LN2 fait converger la lumière incidente 30. Chaque lentille LN2 est positionnée en regard d'un pixel 40 qui lui est associé, la lentille LN2 étant disposée de sorte que sa surface utile S2 soit positionnée sur au moins une partie de deux sous-pixels 42 du pixel 40 associé.

**[0116]** Les lentilles LN2 focalisent ainsi la lumière incidente 30 reçue de sorte à accentuer la contribution en couleur d'au moins deux sous-pixels 42 du pixel 20 associé, dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 42 du pixel 40 associé. Cette modulation des contributions colorimétriques des sous-pixels est décrite plus en détail ci-dessous en référence aux **figures 11 et 12**.

**[0117]** L'ensemble de pixels 40 utilisé dans l'exemple considéré ici est illustré en **figure 11**. Les pixels 40 sont ici composés de 4 sous-pixels 42a-42d de forme hexagonale. Chaque sous-pixel 42a-42d d'un même pixel 40 présente une couleur unique notée respectivement CLa-CLd dans le pixel considéré. Les sous-pixels 42 sont uniformément répartis de sorte que les couleurs CLa à CLd se répètent de façon périodique dans le substrat 12. Cette configuration hexagonale offre une grande flexibilité dans la gamme des couleurs qu'il est possible de produire. D'autres exemples de réalisation sont possibles avec seulement 3 sous-pixels 42 de couleur distincte dans chaque pixel 40 (cf. par exemple la variante représentée en **figure 3B**).

**[0118]** La **figure 11** représente en pointillés la surface utile S2 définie par chaque lentille LN2 sur un pixel 40 associé. Dans cet exemple, la surface utile S2 de chaque lentille LN2 définit une zone à cheval entre deux sous-pixels 42 du pixel 40 associé situé en vis-à-vis. Selon d'autres variantes, il est possible de configurer des lentilles de sorte qu'elle focalise la lumière incidente sur 3 sous-pixels, voire plus.

**[0119]** Les surfaces d'incidence S1 définissent en particulier l'emplacement des lentilles LN2 situées en regard des pixels 40. Ces surfaces d'incidence S1 sont dépendantes de la forme, de la position, et plus généralement de la configuration des lentilles LN2. Dans cet exemple, chaque lentille LN2 est positionnée en correspondance avec une partie de certains sous-pixels 42 d'un pixel 40 associé et peut, le cas échéant, recouvrir aussi une partie d'un ou plusieurs pixels 40 voisin.

**[0120]** Plus particulièrement, on considère ici le cas de deux lentilles LN2 définissant respectivement des surfaces d'incidence S11 et S12, et des surfaces utiles S21 et S22.

**[0121]** Aussi, dans cet exemple particulier, chaque lentille LN2 focalise la lumière incidente 30 reçue (**figure 9**) sur deux sous-pixels 42 du pixel 40 associé ce qui a pour conséquence d'accroître fortement la contribution en couleur de ces sous-pixels, dans la région correspondante de l'image couleur 6 (**figure 1**), correspondant à la surface d'incidence S11, S12, générée au travers de ladite lentille LN2, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 42 du pixel 20 associé.

**[0122]** Ainsi, dans l'exemple représenté en **figure 11**, la zone définie par la surface utile S21 est telle que les couleurs CLc et CLd des sous-pixels respectifs 42c et 42d sont accentuées par rapport aux couleurs des autres sous-pixels 42 du pixel 40 considéré. De même, la zone définie par la surface utile S22 est telle que les couleurs CLa et CLb des sous-pixels respectifs 42a et 42b sont accentuées par rapport aux couleurs des autres sous-pixels 42 du pixel 40 considéré. En adaptant la configuration des lentilles LN2, il est possible de contrôler la forme et les dimensions des surfaces utiles et ainsi de choisir quelles couleurs sont privilégiées dans chaque région de l'image 6, et dans quelles proportions les contributions colorimétriques de chaque sous-pixel 42 sont modifiées.

**[0123]** La **figure 12** représente le rendu visuel, dans des régions R1 et R2, de l'image couleur 6 observable par un observateur OB (**figure 9**). Comme représenté, les régions R1 et R2, correspondant respectivement aux surfaces d'incidence S11 et S12 de deux lentilles LN2, sont observables dans des couleurs hybrides CL1 et CL2 obtenues par des mélanges de couleurs issues des sous-pixels sur lesquels est focalisée la lumière incidente 30.

**[0124]** Ainsi, la région R1 présente la couleur hybride CL1 résultant d'une addition des contributions pondérées des couleurs CLc et CLd de sous-pixels 42c et 42d. De même, la région R2 présente la couleur hybride CL2 résultant d'une addition des contributions pondérées des couleurs CLa et CLb de sous-pixels 42a et 42b.

**[0125]** En faisant converger préférentiellement la lumière incidente 30 sur certains sous-pixels 42 choisis de façon appropriée, il est ainsi possible de générer (ou révéler) l'image couleur 6 désirée. Les lentilles LN2 permettent de générer des couleurs complexes à partir des

couleurs des sous-pixels situés en regard des lentilles. Il est possible de générer une couleur hybride à partir de 2, 3 ou 4 sous-pixels distincts par exemple, selon le pavage utilisé. Comme déjà expliqué, l'image couleur 6 est donc formée par la combinaison du réseau de lentilles LN2 et de l'ensemble de pixels 40 situé en vis-à-vis. Sans l'adjonction des lentilles LN2 pour orienter judicieusement la lumière incidente, l'ensemble de pixels 40 ne constitue qu'un arrangement vierge de pixels de couleurs dans la mesure où cet ensemble est dépourvu de l'information caractérisant l'image couleur 6. C'est le réseau de lentilles LN2 qui est configuré, en fonction de l'arrangement de sous-pixels 42 choisi, pour personnaliser l'apparence visuelle des pixels 40 et ainsi générer l'image couleur finale 6.

**[0126]** A noter que différents types de rendu visuel peuvent être obtenus lorsqu'une lentille fait converger une lumière incidente sur au moins deux sous-pixels. Dans l'exemple considéré ci-dessus, on suppose que les régions R1 et R2 de l'image couleur 6 (**figure 12**) telles qu'elles apparaissent à un observateur OB sont monochromes. Autrement dit, ces régions R1 et R2 apparaissent comme des zones présentant une seule couleur uniformément répartie, à savoir les couleurs hybrides respectives CL1 et CL2 dans cet exemple. Pour ce faire, il est nécessaire que les dimensions des lentilles LN2 soient suffisamment faibles au regard de la distance entre l'image et l'observateur pour que le pouvoir séparateur intrinsèque de l'oeil humain ne puisse discerner les différentes couleurs primaires constitutives des couleurs hybrides CL1 et CL2, respectivement. Lorsque la combinaison de couleurs distinctes s'effectue au-delà du pouvoir de résolution de l'œil humain, seule la couleur hybride résultant des additions des couleurs constitutives est perçue par un observateur.

**[0127]** La **figure 13** représente un observateur OB observant depuis un point I une portion d'image projetée sur une lentille LN2. Selon un mode de réalisation particulier, la plus petite dimension D des lentilles LN2 est telle que :

$$D < \tan(\alpha_{lim}/2) \cdot 2L$$

où  $\alpha_{lim}$  correspond à l'angle limite maximal d'observation au-delà duquel l'œil humain ne peut discerner deux couleurs distinctes, et L est la distance entre le point d'observation I et l'image. A noter que la plus petite dimension de D est comprise dans un plan dans lequel s'étend la lentille LN2 considérée.

**[0128]** Pour qu'un oeil humain ne puisse discerner séparément les différentes couleurs des sous-pixels 40 dans une zone d'image définie par une surface utiles S1 (**figure 11**), il est nécessaire que l'angle d'observation  $\alpha$  soit tel que :

$$\alpha < \alpha_{lim}$$

**[0129]** On considère ici que  $\alpha_{\text{lim}} = 1'$  (minute) =  $3 \cdot 10^{-4}$  rad.

**[0130]** Selon un exemple particulier, en supposant que la distance d'observation  $L = 0,5$  m (mètre), il est nécessaire que la plus petite dimension  $D$  des lentilles LN2 soit inférieure à  $150 \cdot 10^{-6}$  m, soit  $150 \mu\text{m}$ . Dans le cas où les lentilles LN2 sont de forme sphéroïdale, la plus petite dimension  $D$  correspond au diamètre du cercle formé par l'intersection de la portion de sphère de la lentille avec le plan sur lequel elle repose.

**[0131]** On notera que dans les exemples de réalisation décrit ci-avant, les lentilles utilisées sont convergentes, bien que d'autres modes de réalisation soient possibles. Ainsi, il est ainsi possible d'appliquer le principe de l'invention en utilisant des lentilles divergentes. Par exemple, dans le document 2 représenté en **figure 2**, le réseau de lentilles LN peut comprendre au moins une lentille divergente configurée pour diverger une lumière incidente reçue par la lentille de sorte à réduire la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel 22 du pixel 20 associé, dans la région correspondante de l'image couleur 6 générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel 22 dudit pixel 20 associé.

**[0132]** La **figure 13** représente en vue de coupe le document 2 selon une variante du mode de réalisation représenté en **figure 2**. Le document 2 diffère de la mise en oeuvre de la **figure 2** en ce que les lentilles, notées ici LN3, sont divergentes de sorte qu'elles font diverger la lumière incidente sur les sous-pixels 22 situés en correspondance. Il est ainsi possible de positionner les lentilles divergentes LN3 en correspondance avec certains sous-pixels 22 de sorte à diminuer la contribution en couleur de ces sous-pixels dans les régions de l'image couleur 6 générées au travers de ces lentilles. En référence à la **figure 11**, on peut considérer un exemple de réalisation où S21 et S22 définissent les surfaces d'incidence de lentilles LN3 divergentes, et S11 et S22 définissent les surfaces utiles de ces lentilles.

**[0133]** Selon cette variante, il est également possible de modifier (moduler) la contribution en couleur de certains sous-pixels par rapport à d'autres dans le rendu de l'image couleur 6 finale, selon le principe de l'invention.

**[0134]** Par ailleurs, comme déjà indiqué, il est possible de conférer du contraste à une image couleur 6 (**figure 1**) générée selon le principe de l'invention en ajoutant des éléments opacifiants (noirs ou sombres) en regard de certains sous-pixels afin de créer des niveaux de gris de l'image couleur 6, comme décrit ci-après.

**[0135]** La **figure 15** représente un mode de réalisation particulier qui diffère du mode de réalisation de la **figure 2** en ce que le document 2 comprend en outre des zones (ou volumes) 60 opaques (ou opacifiantes) ou non-réfléchissantes, pouvant être sombres, grises ou noires par exemple, situées en regard de certains sous-pixels 22 de sorte à créer des niveaux de gris dans l'image couleur 6 finale. Pour ce faire, le substrat 12 comprend par exemple une couche transparente lasérisable 65 (correspon-

dant par exemple à la couche 12a représentée en **figures 4 et 9**). On entend ici, par couche « lasérisable », une couche sensible à un rayonnement laser.

**[0136]** La couche transparente lasérisable 65 est disposée en regard de l'ensemble de pixels 20, cette couche transparente lasérisable étant au moins partiellement carbonisée par un rayonnement laser LR1 de sorte à comprendre des régions 60 opacifiées localement en regard de sous-pixels 20 pour produire des niveaux de gris (ou contraste) dans l'image couleur 6 générée au travers des lentilles LN.

**[0137]** Les régions opaques 60 masquent partiellement ou totalement certains parmi les sous-pixels 22 (un sous-ensemble parmi les sous-pixels 22) formant ainsi les niveaux de gris de l'image couleur 6. Ces régions opaques peuvent également masquer partiellement ou totalement les lentilles, permettant ainsi de moduler, c'est-à-dire faire varier, la luminosité de couleurs composées, créées par l'alignement des lentilles et des sous-pixels.

**[0138]** En combinant cette technique d'opacification locale d'une couche lasérisable avec le principe de l'invention basé sur l'usage de lentilles disposé en regard de sous-pixels de couleur, il est possible d'obtenir des images couleur personnalisées de bonne qualité, tout en garantissant un niveau de sécurité élevé contre la fraude en raison de la complexité particulièrement avancée de l'image.

**[0139]** Dans l'exemple représenté en **figure 15**, les zones opaques 60 sont formées de sorte à couvrir la totalité d'un sous-pixel 22 correspondant, bien que d'autres modes de réalisation soient possibles où, par exemple, certaines au moins parmi ces zones opaques 60 ne couvrent qu'une partie du sous-pixel 22 correspondant. Il est ainsi possible d'adapter de façon très fine les niveaux de gris dans l'image 6 (**figure 1**).

**[0140]** Selon un exemple particulier, une ou des régions opaques 60 sont configurées de sorte à masquer partiellement (voire totalement) une zone respective de l'arrangement de pixels 20 visible au travers d'une lentille LN associée située en vis-à-vis. L'ensemble des régions opaques 60 peut former un motif général tel qu'une inscription (des caractères ou symboles par exemple, tel qu'un nom ou autre) ou une image. Ce motif général est alors visible au travers des lentilles LN.

**[0141]** L'invention concerne également un procédé de génération (ou de formation) d'une image couleur selon le principe de l'invention. Ce procédé de génération peut être configuré pour réaliser un dispositif (ou un document) selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits dans ce document.

**[0142]** Un procédé de génération (ou de formation) du document 2 représenté en **figure 2** est à présent décrit en référence à la **figure 16**.

**[0143]** Le procédé comprend les étapes suivantes :

- impression (étape E2) d'un ensemble de pixels 20 sur ou dans le substrat 12, chaque pixel 20 formant

- un motif comportant un arrangement de sous-pixels 22 d'au moins deux couleurs différentes; et
- formation (étape E4) d'un réseau de lentilles LN disposé en regard de l'ensemble de pixels 20 de sorte à générer l'image couleur 6 (**figure 1**) par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels 22. Dans l'exemple représenté en **figure 2**, les lentilles LN sont convergentes, de sorte qu'elles focalisent la lumière incidente sur les sous-pixels 22.

**[0144]** L'étape E4 de formation est telle que chaque lentille LN est positionnée, relativement à un pixel 20 associé situé en vis-à-vis, pour focaliser (ou, en variante, pour diverger) la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels 22 dudit pixel 20 associé de sorte à modifier la contribution des couleurs respectives des sous-pixels du pixel associé, dans une région de l'image couleur 6 générée au travers de ladite lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel 20 associé indépendamment de ladite lentille 20.

**[0145]** Dans un exemple particulier, l'étape E4 de formation des lentilles LN comprend :

- une fourniture d'une première couche transparente ; et
- une projection sur cette première couche transparente d'un rayonnement laser (distinct du rayonnement LR1 représenté en **figure 15**) de sorte à former les lentilles LN par déformation en surface de ladite première couche transparente.

**[0146]** Selon une variante, on réalise sur la première couche transparente une projection de matériau transparent à l'aide d'une tête d'imprimante 3D de sorte à former des lentilles en surface de la première couche transparente.

**[0147]** Cette première couche transparente peut correspondre par exemple à la couche 14 représentée en **figures 4 et 9**, ou encore au substrat 12 lui-même dans le cas où les lentilles LN sont formées directement dans le substrat.

**[0148]** On peut par exemple utiliser un rayonnement laser de type CO<sub>2</sub> pour créer les déformations en surface nécessaires pour former le réseau de lentilles LN.

**[0149]** Selon un exemple particulier, lors de l'étape E4 de formation, chaque lentille LN (**figure 2**) est positionnée relativement au pixel 20 associé indépendamment du positionnement des autres lentilles LN du réseau de lentilles. Ce positionnement est par exemple réalisé à l'aide d'une caméra capable d'identifier, pour chaque lentille, la position adaptée vis-à-vis du pixel 20 associé.

**[0150]** Le procédé peut comprendre en outre une étape E5 de formation de zones opaques 60 pour créer des niveaux de gris dans l'image finale, comme déjà expliqué en référence à la **figure 15**.

**[0151]** Comme représenté en **figure 17**, le procédé

peut comprendre en outre, avant l'étape E4 de formation, une étape E6 de calcul si au moins l'une des lentilles LN doit être configurée pour focaliser la lumière incidente sur au moins deux sous-pixels, comme représenté par exemple dans les **figures 11 et 12**, pour créer une couleur hybride.

**[0152]** Lors de cette étape E6 de calcul, réalisée par une unité de calcul tel qu'un ordinateur par exemple, on détermine les poids respectifs (ou proportions respectives, ou coefficients de pondération respectifs) de chaque couleur constitutive d'une couleur hybride que l'on souhaite obtenir et l'on détermine, à partir de ces poids, le positionnement de la lentille LN correspondante (et en particulier la position de sa surface utile) par rapport aux sous-pixels du pixel associé.

**[0153]** Ainsi, dans un mode particulier, au moins une lentille LN, dite première lentille, du réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur au moins deux sous-pixels 42 du pixel 40 associé (**figures 9-12**) de sorte à faire apparaître dans une région correspondante R1, R2 de l'image couleur 6 une couleur hybride CL1, CL2 résultant d'une combinaison des couleurs desdits au moins deux sous-pixels, dans lequel ladite première lentille LN est formée de sorte qu'elle présente, dans sa plus petite dimension, une plus petite dimension maximale de 150 μm. Le procédé de génération comprend alors une détermination (E6) de poids respectifs affectés à chacun desdits au moins deux sous pixels 42, ces poids représentant des contributions respectives de chaque sous-pixel 42 dans la combinaison des couleurs produisant la couleur hybride ; la première lentille étant positionnée relativement au pixel 40 associé conformément auxdits poids respectifs affectés auxdits au moins deux sous pixels 42.

**[0154]** Comme déjà indiqué, le procédé (**figure 17**) peut comprendre en outre une étape E5 de formation de zones opaques 60 pour créer des niveaux de gris dans l'image finale, comme déjà expliqué en référence à la **figure 15**.

**[0155]** Comme indiqué dans les différents exemples de réalisation envisagés ci-avant, de nombreuses variantes et adaptations sont possibles dans le cadre de l'invention. En particulier, l'homme du métier peut envisager de nombreuses configurations des lentilles. De même, de nombreux arrangements de pixels sont possibles en fonction du cas d'espèce.

**[0156]** L'ordre dans lequel les étapes sont réalisées dans les **figures 16 et 17** peut être adapté selon le cas d'espèce.

**[0157]** Selon un mode de réalisation particulier, chaque lentille du document de l'invention est associée à un seul pixel. L'image 6 (**figure 1**) est ainsi formée par n couple(s) lentille/pixel associé, n étant un nombre entier supérieur ou égale à 1.

**[0158]** Un homme du métier comprendra que les modes de réalisation et variantes décrits ci-avant ne constituent que des exemples non limitatifs de mise en oeuvre 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.

**[0159]** Ainsi, il est possible d'utiliser par exemple des lentilles divergentes dans les modes de réalisation des **figures 4 et 9** ou encore des lentilles sphéroïdales dans le mode de réalisation de la **figure 4** ou des lentilles cylindriques dans le mode de réalisation de la **figure 9**, dans le cadre des revendications ci-annexées. Différents pavages de pixels sont possibles dans chacun des modes de réalisation décrits dans ce document dans le champ de protection des revendications annexées. Les différentes variantes décrites en référence à chaque mode de réalisation peuvent être appliquée aux autres modes de réalisation entre le champ de protection des revendications ci-jointes.

## Revendications

1. Document (2) apte à générer une image couleur (6), comprenant :

- un ensemble de pixels (20) imprimés sur ou dans un substrat (2), chaque pixel formant un motif comportant un arrangement de sous-pixels (22) d'au moins deux couleurs différentes, chaque pixel (20) dudit ensemble de pixels étant configuré de sorte que chaque sous-pixel présente une couleur distincte dans ledit pixel ; et
- un réseau de lentilles (LN) disposé en regard de l'ensemble de pixels de sorte à générer l'image couleur par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles (LN) sur au moins une partie des sous-pixels (22),

chaque lentille (LN) étant positionnée, relativement à un pixel (20) associé situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger la lumière incidente sur au moins l'un des sous-pixels (22) 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 (6) générée au travers de ladite lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel (20) associé indépendamment de ladite lentille (LN), dans lequel au moins une lentille (LN1, LN2) dans le réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue de sorte à accentuer la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel (22) du pixel (20) associé, dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille (LN1, LN2), par rapport à la contribution

respective en couleur de chaque autre sous-pixel (22) dudit pixel (20) associé, et dans lequel au moins une première lentille (LN2) du réseau de lentilles (LN) est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur au moins deux sous-pixels (22) du pixel associé de sorte à faire apparaître dans une région correspondante de l'image couleur une couleur hybride résultant d'une combinaison des couleurs desdits au moins deux sous pixels (CL1, CL2), **caractérisé en ce que**

ladite

première lentille convergente (LN2) étant configurée relativement au pixel associé conformément à des poids respectifs affectés à chacun desdits au moins deux sous pixels, lesdits poids représentant des contributions respectives de chaque sous-pixel dans la combinaison des couleurs produisant la couleur hybride ; et

**en ce que** ladite première lentille présente, dans sa plus petite dimension, une plus petite dimension maximale de 150  $\mu\text{m}$ .

2. Document selon la revendication 1, dans lequel chaque pixel (20) dudit ensemble de pixels forme un motif identique de sous-pixels (22) de couleur.
3. Document selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'ensemble de pixels (20) est configuré de sorte que les sous-pixels sont uniformément répartis sur ou dans le substrat.
4. Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la densité de probabilité de la présence de chaque couleur de sous-pixel est constante dans l'ensemble de pixels.
5. Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le réseau de lentilles (LN) est formé à partir d'une couche comportant des déformations en surface définissant les microlentilles, ladite couche étant le substrat ou une couche laminaire avec le substrat.
6. Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les sous-pixels (22) dans l'ensemble de pixels comportent une surface réfléchissante (23) positionnée sous les sous-pixels pour réfléchir la lumière incidente au travers du réseau de lentilles.
7. Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel au moins une lentille du réseau de lentilles est une lentille divergente configurée pour diverger une lumière incidente reçue par

la lentille de sorte à réduire la contribution en couleur d'au moins un sous-pixel du pixel associé, dans la région correspondante de l'image couleur générée au travers de ladite lentille, par rapport à la contribution respective en couleur de chaque autre sous-pixel dudit pixel associé.

8. Document selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant en outre :  
 une couche transparente lasérisable (65) disposée en regard de l'ensemble de pixels (20), ladite couche transparente lasérisable étant au moins partiellement carbonisée par un rayonnement laser de sorte à comprendre des régions opacifiées localement en regard de sous-pixels pour produire des niveaux de gris dans l'image couleur générée au travers des lentilles.

9. Procédé de génération d'une image couleur (6), comprenant :

- impression (E2) d'un ensemble de pixels (20) sur ou dans un substrat, chaque pixel formant un motif comportant un arrangement de sous-pixels (22) d'au moins deux couleurs différentes, chaque pixel (20) dudit ensemble de pixels étant configuré de sorte que chaque sous-pixel (22) présente une couleur distincte dans ledit pixel; et
- formation (E4) d'un réseau de lentilles (LN) disposé en regard de l'ensemble de pixels

de sorte à générer l'image couleur par focalisation ou divergence d'une lumière incidente au travers des lentilles sur au moins une partie des sous-pixels, chaque lentille étant positionnée, relativement à un pixel associé situé en vis-à-vis, pour focaliser ou diverger la 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 générée au travers de ladite lentille, par rapport au motif formé intrinsèquement par le pixel associé indépendamment de ladite lentille dans lequel au moins une première lentille (LN2) du réseau de lentilles est une lentille convergente configurée pour focaliser la lumière incidente reçue sur au moins deux sous-pixels (22) du pixel associé de sorte à faire apparaître dans une région correspondante de l'image couleur une couleur hybride résultant d'une combinaison des couleurs desdits au moins deux sous pixels (CL1, CL2),

**caractérisé en ce que**

ladite lentille convergente étant configurée relativement au pixel associé conformément à des poids respectifs affectés à chacun desdits au moins deux sous pixels, lesdits poids représentant des contributions respectives de chaque sous-pixel dans la combinaison des couleurs produisant la couleur hybride, la première lentille étant configurée relativement au pixel associé conformément auxdits poids respectifs affectés auxdits au moins deux sous-pixels ; et

**en ce que**

ladite première lentille présente, dans sa plus petite dimension, une plus petite dimension maximale de 150 µm.

10. Procédé selon la revendication 9, comprenant :

- fourniture d'une première couche transparente ; et
- projection sur la première couche transparente d'un premier rayonnement laser de sorte à former les lentilles par déformation en surface de ladite première couche transparente.

11. Procédé selon la revendication 9, comprenant :

- fourniture d'une première couche transparente ; et
- réalisation sur la première couche transparente d'une projection de matériau transparent en utilisant une tête d'imprimante 3D de sorte à former des lentilles en surface de la première couche transparente.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel, lors de l'étape de formation, chaque lentille est positionnée relativement au pixel associé situé en vis-à-vis indépendamment du positionnement des autres lentilles dudit réseau de lentilles.

#### Patentansprüche

1. Dokument (2), das geeignet ist, ein Farbbild (6) zu erzeugen, umfassend:

- eine Menge von Pixeln (20), die auf oder in ein Substrat (2) gedruckt sind, wobei jedes Pixel ein Motiv bildet, das eine Anordnung von Subpixeln (22) in mindestens zwei verschiedenen Farben beinhaltet, wobei jedes Pixel (20) der Menge von Pixeln so ausgestaltet ist, dass jedes Subpixel eine unterschiedliche Farbe in dem Pixel aufweist; und
- ein Linsenraster (LN), das gegenüber der Men-

ge von Pixeln so angeordnet ist, dass das Farbbild durch Fokussierung oder Zerstreuung eines durch Linsen (LN) hindurch auf mindestens einen Teil der Subpixel (22) einfallenden Lichts erzeugt wird,

wobei jede Linse (LN) relativ zu einem gegenüber liegenden zugeordneten Pixel (20) positioniert ist, um das auf mindestens eines der Subpixel (22) des zugeordneten Pixels einfallende Licht zu fokussieren oder zu zerstreuen, so dass der Beitrag der jeweiligen Farben der Subpixel des zugeordneten Pixels, in einer Region des durch die Linse hindurch erzeugten Farbbilds (6), in Bezug auf das von dem zugeordneten Pixel (20) unabhängig von der Linse (LN) intrinsisch gebildete Motiv verändert wird, wobei mindestens eine Linse (LN1, LN2) in dem Linsenraster eine Sammellinse ist, die dazu ausgestaltet ist, das empfangene einfallende Licht so zu fokussieren, dass der Farbbeitrag mindestens eines Subpixels (22) des zugeordneten Pixels (20), in der entsprechenden Region des durch die Linse (LN1, LN2) hindurch erzeugten Farbbilds, in Bezug auf den jeweiligen Farbbeitrag jedes anderen Subpixels (22) des zugeordneten Pixels (20) verstärkt wird, und wobei mindestens eine erste Linse (LN2) des Linsenrasters (LN) eine Sammellinse ist, die dazu ausgestaltet ist, das auf mindestens zwei Subpixeln (22) des zugeordneten Pixels empfangene einfallende Licht so zu fokussieren, dass in einer entsprechenden Region des Farbbilds eine hybride Farbe erscheint, die aus einer Kombination der Farben der mindestens zwei Subpixel (CL1, CL2) resultiert,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Sammellinse (LN2) relativ zu dem zugeordneten Pixel gemäß jeweiligen Gewichtungen ausgestaltet ist, die jedem der mindestens zwei Subpixel zugeordnet sind, wobei die Gewichtungen jeweilige Beiträge jedes Subpixels in der Kombination der Farben darstellen, welche die hybride Farbe ergeben; und dadurch, dass die erste Linse in ihrer kleinsten Abmessung eine maximale kleinste Abmessung von 150 µm aufweist.

2. Dokument nach Anspruch 1, wobei jedes Pixel (20) der Menge von Pixeln ein identisches Motiv aus farbigen Subpixeln (22) bildet.
3. Dokument nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Menge von Pixeln (20) so ausgestaltet ist, dass die Subpixel auf oder in dem Substrat gleichmäßig verteilt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Wahrscheinlichkeitsdichte des Vorhandenseins jeder Subpixelfarbe in der Menge von Pixeln konstant ist.

5. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Linsenraster (LN) ausgehend von einer Schicht gebildet wird, die Verformungen an der Oberfläche beinhaltet, die Mikrolinsen definieren, wobei die Schicht das Substrat oder eine mit dem Substrat laminierte Schicht ist.

6. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Subpixel (22) in der Menge von Pixeln eine reflektierende Oberfläche (23) beinhalten, die unter den Subpixeln positioniert ist, um das durch das Linsenraster hindurch einfallende Licht zu reflektieren.

7. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei mindestens eine Linse des Linsenrasters eine Zerstreuungslinse ist, die dazu ausgestaltet ist, ein von der Linse empfangenes einfallendes Licht so zu zerstreuen, dass der Farbbeitrag mindestens eines Subpixels des zugeordneten Pixels, in der entsprechenden Region des durch die Linse hindurch erzeugten Farbbilds, in Bezug auf den jeweiligen Farbbeitrag jedes anderen Subpixels des zugeordneten Pixels verringert wird.

8. Dokument nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend ferner:  
eine laserbare transparente Schicht (65), die gegenüber der Menge von Pixeln (20) angeordnet ist, wobei die laserbare transparente Schicht mindestens teilweise durch eine Laserstrahlung karbonisiert ist, so dass sie gegenüber Subpixeln lokal undurchsichtig gemachte Regionen umfasst, um Graustufen in dem durch Linsen hindurch erzeugten Farbbild zu ergeben.

9. Verfahren zur Erzeugung eines Farbbilds (6), umfassend:

- Drucken (E2) einer Menge von Pixeln (20) auf oder in ein Substrat, wobei jedes Pixel ein Motiv bildet, das eine Anordnung von Subpixeln (22) in mindestens zwei verschiedenen Farben beinhaltet, wobei jedes Pixel (20) der Menge von Pixeln so ausgestaltet ist, dass jedes Subpixel (22) eine unterschiedliche Farbe in dem Pixel aufweist; und
- Bilden (E4) eines Linsenrasters (LN), das gegenüber der Menge von Pixeln so angeordnet ist, dass das Farbbild durch Fokussierung oder Zerstreuung eines durch Linsen hindurch auf mindestens einen Teil der Subpixel einfallendes Lichts erzeugt wird,

wobei jede Linse relativ zu einem gegenüberliegenden zugeordneten Pixel positioniert ist, um das auf mindestens eines der Subpixel des zugeordneten Pixels einfallende Licht zu fokussieren oder zu zerstreuen, so dass der Beitrag der jeweiligen Farben der Subpixel des zugeordneten Pixels, in einer Region des durch die Linse hindurch erzeugten Farbbilds, in Bezug auf das von dem zugeordneten Pixel unabhängig von der Linse intrinsisch gebildete Motiv verändert wird,

wobei mindestens eine erste Linse (LN2) des Linsenrasters eine Sammellinse ist, die dazu ausgestaltet ist, das auf mindestens zwei Subpixeln (22) des zugeordneten Pixels empfangene einfallende Licht so zu fokussieren, dass in einer entsprechenden Region des Farbbilds eine hybride Farbe erscheint, die aus einer Kombination der Farben der mindestens zwei Subpixel (CL1, CL2) resultiert,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Sammellinse relativ zu dem zugeordneten Pixel gemäß jeweiligen Gewichtungen ausgestaltet ist, die jedem der mindestens zwei Subpixel zugeordnet sind, wobei die Gewichtungen jeweilige Beiträge jedes Subpixels in der Kombination der Farben darstellen, welche die hybride Farbe ergeben, wobei die erste Linse relativ zu dem zugeordneten Pixel gemäß den jeweiligen Gewichtungen ausgestaltet ist, die den mindestens zwei Subpixeln zugeordnet sind; und

dadurch, dass die erste Linse in ihrer kleinsten Abmessung eine maximale kleinste Abmessung von 150 µm aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, umfassend:

- Bereitstellen einer ersten transparenten Schicht; und
- Projizieren auf die erste transparente Schicht einer ersten Laserstrahlung, so dass durch Verformung an der Oberfläche der ersten transparenten Schicht Linsen gebildet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9, umfassend:

- Bereitstellen einer ersten transparenten Schicht; und
- Ausführen auf der ersten transparenten Schicht einer Projektion von transparentem Material unter Verwendung eines 3D-Druckkopfes, so dass an der Oberfläche der ersten transparenten Schicht Linsen gebildet werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei, bei dem Schritt des Bildens, jede Linse relativ zu dem gegenüberliegenden zugeordneten Pixel unabhängig von der Positionierung der anderen Linsen des Linsenrasters positioniert ist.

**Claims**

1. Document (2) capable of generating a colour image (6), comprising:

- a set of pixels (20) printed on or in a substrate (2), each pixel forming a pattern comprising an arrangement of sub-pixels (22) of at least two different colours, each pixel (20) of said set of pixels being configured so that each sub-pixel has a distinct colour in said pixel; and
- an array of lenses (LN) placed facing the set of pixels so as to generate the colour image by focusing incident light or causing incident light to diverge through the lenses (LN) onto at least some of the sub-pixels (22),

each lens (LN) being positioned, relative to an associated pixel (20) located opposite, to focus incident light or cause incident light to diverge onto at least one of the sub-pixels (22) of said associated pixel so as to modify the contribution of the respective colours of the sub-pixels of the associated pixel, in a region of the colour image (6) generated through said lens, with respect to the pattern formed intrinsically by the associated pixel (20) independently of said lens (LN), in which at least one lens (LN1, LN2) in the array of lenses is a convergent lens configured to focus the received incident light so as to accentuate the colour contribution of at least one sub-pixel (22) of the associated pixel (20), in the corresponding region of the colour image generated through said lens (LN1, LN2), with respect to the respective colour contribution of each other sub-pixel (22) of said associated pixel (20), and in which at least a first lens (LN2) of the array of lenses (LN) is a convergent lens configured to focus the received incident light onto at least two sub-pixels (22) of the associated pixel so as to make appear, in a corresponding region of the colour image, a hybrid colour (CL1, CL2) resulting from a combination of the colours of said at least two sub-pixels,

**characterized in that** said convergent first lens (LN2) being configured relative to the associated pixel in accordance with respective weights assigned to each of said at least

- two sub-pixels, said weights representing respective contributions of each sub-pixel in the combination of colours producing the hybrid colour; and **in that** said first lens has, in respect of its smallest dimension, a maximum smallest dimension of 150  $\mu\text{m}$ .
- 5
2. Document according to Claim 1, wherein each pixel (20) of said set of pixels forms an identical pattern of colour sub-pixels (22). 10
3. Document according to Claim 1 or 2, wherein the set of pixels (20) is configured so that the sub-pixels are evenly distributed over or in the substrate. 15
4. Document according to any one of Claims 1 to 3, wherein the probability density of the presence of each sub-pixel colour remains constant throughout the set of pixels. 20
5. Document according to any one of Claims 1 to 4, wherein the array of lenses (LN) is formed from a layer comprising surface deformations defining the microlenses, said layer being the substrate or a layer laminated with the substrate. 25
6. Document according to any one of Claims 1 to 5, wherein the sub-pixels (22) in the set of pixels have a reflective surface (23) positioned under the sub-pixels to reflect the incident light through the array of lenses. 30
7. Document according to any one of Claims 1 to 6, wherein at least one lens of the array of lenses is a divergent lens configured to make incident light received by the lens diverge so as to reduce the colour contribution of at least one sub-pixel of the associated pixel, in the corresponding region of the colour image generated through said lens, with respect to the respective colour contribution of each other sub-pixel of said associated pixel. 35 40
8. Document according to any one of Claims 1 to 7, further comprising:
- a transparent laserable layer (65) placed facing the set of pixels (20), said transparent laserable layer being at least partially carbonised by laser radiation so as to comprise locally opacified regions facing sub-pixels to produce shades of grey in the colour image generated through the lenses. 50
9. Process for generating a colour image (6), comprising:
- printing (E2) a set of pixels (20) on or in a substrate, each pixel forming a pattern comprising an arrangement of sub-pixels (22) of at least two different colours, each pixel (20) of said set of pixels being configured so that each sub-pixel (22) has a distinct colour in said pixel; and - forming (E4) an array of lenses (LN) placed facing the set of pixels so as to generate the colour image by focusing incident light or causing incident light to diverge through the lenses onto at least some of the sub-pixels, 55
- each lens being positioned, relative to an associated pixel located opposite, to focus incident light or cause incident light to diverge onto at least one of the sub-pixels of said associated pixel so as to modify the contribution of the respective colours of the sub-pixels of the associated pixel, in a region of the colour image generated through said lens, with respect to the pattern formed intrinsically by the associated pixel independently of said lens, in which at least a first lens (LN2) of the array of lenses is a convergent lens configured to focus the received incident light onto at least two sub-pixels (22) of the associated pixel so as to make appear, in a corresponding region of the colour image, a hybrid colour (CL1, CL2) resulting from a combination of the colours of said at least two sub-pixels, **characterized in that** said convergent lens being configured relative to the associated pixel in accordance with respective weights assigned to each of said at least two sub-pixels, said weights representing respective contributions of each sub-pixel in the combination of colours producing the hybrid colour, the first lens being configured relative to the associated pixel in accordance with said respective weights assigned to said at least two sub-pixels; and **in that** said first lens has, in respect of its smallest dimension, a maximum smallest dimension of 150  $\mu\text{m}$ .
10. Process according to Claim 9, comprising:
- providing a transparent first layer; and - projecting onto the transparent first layer first laser radiation so as to form the lenses by deforming a surface of said transparent first layer.
11. Process according to Claim 9, comprising:
- providing a transparent first layer; and - spraying, onto the transparent first layer, transparent material using a 3D-printing head so as to form lenses on a surface of the transparent first layer.

12. Process according to any one of Claims 9 to 11, wherein, in the forming step, each lens is positioned relative to the associated pixel located opposite independently of the position of the other lenses of said array of lenses.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

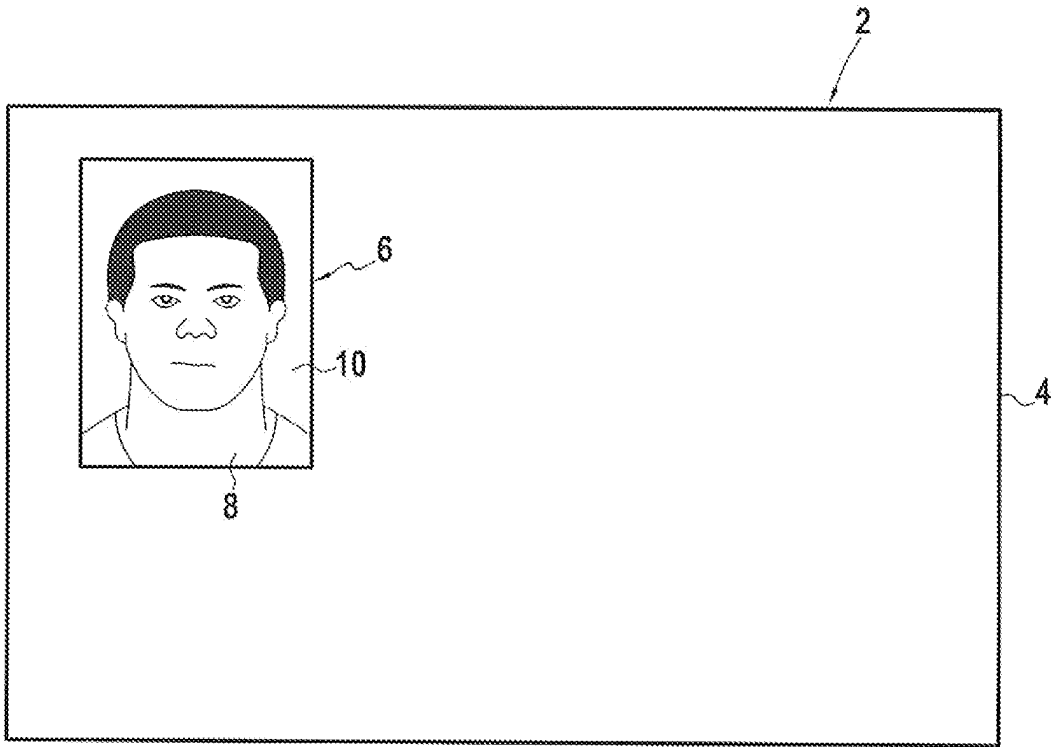


FIG. 1

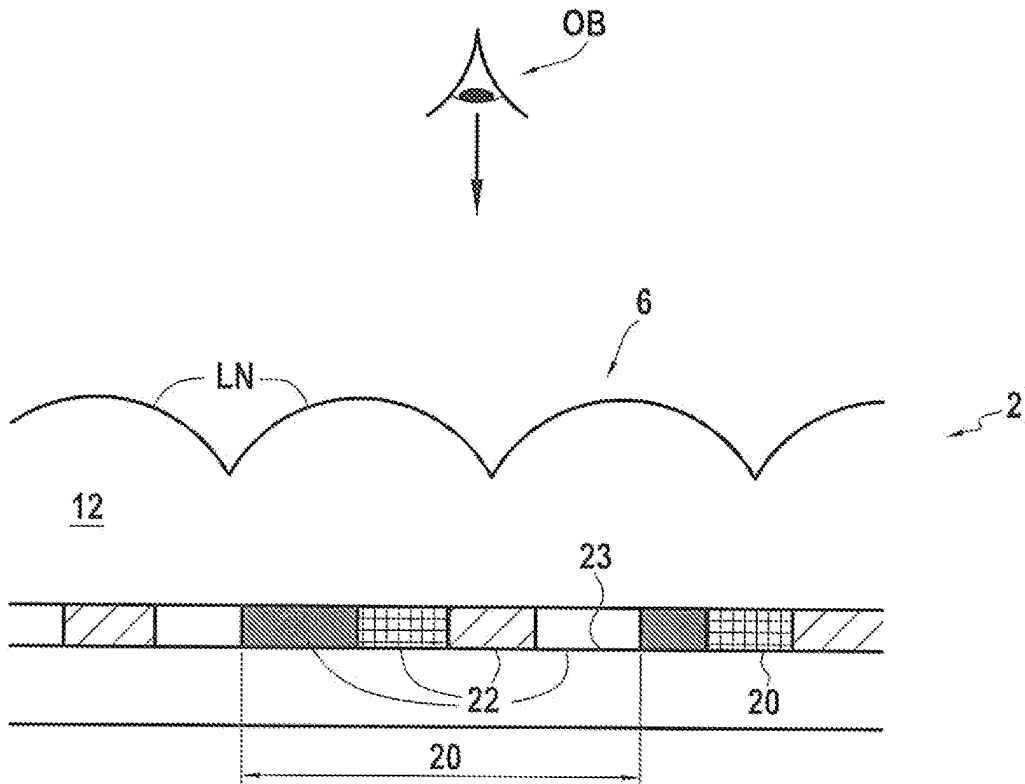


FIG. 2

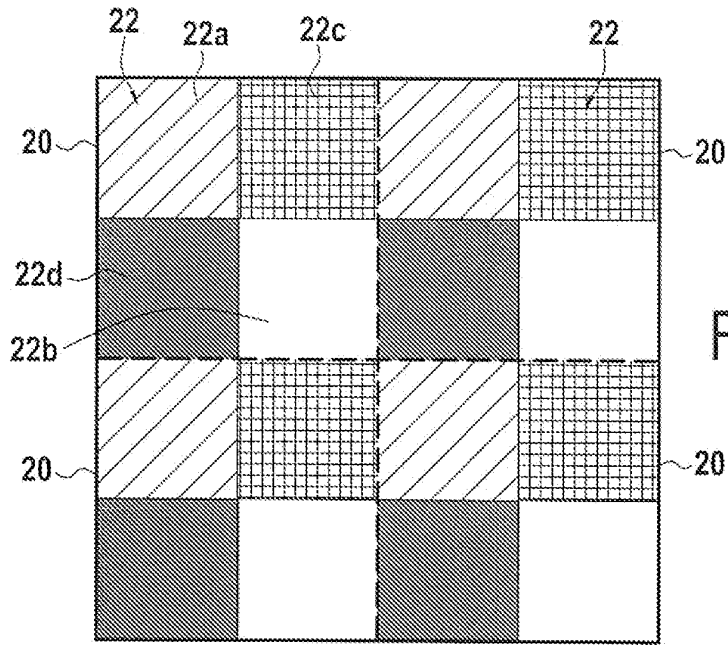


FIG. 3A

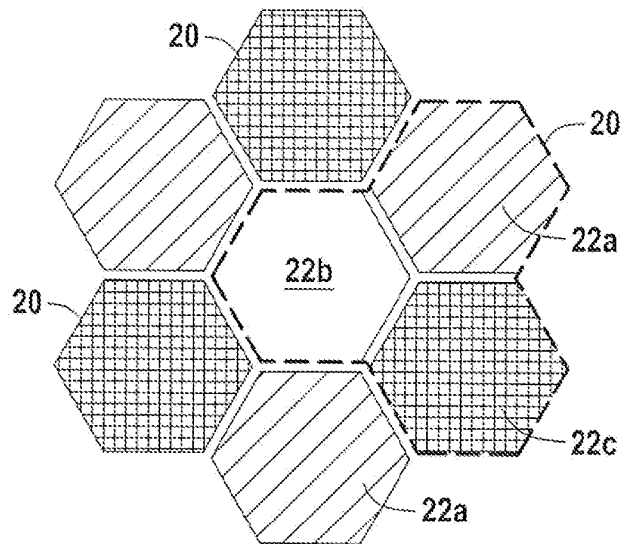


FIG. 3B

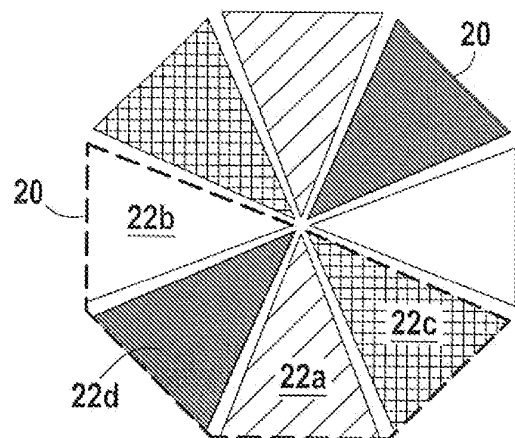


FIG. 3C

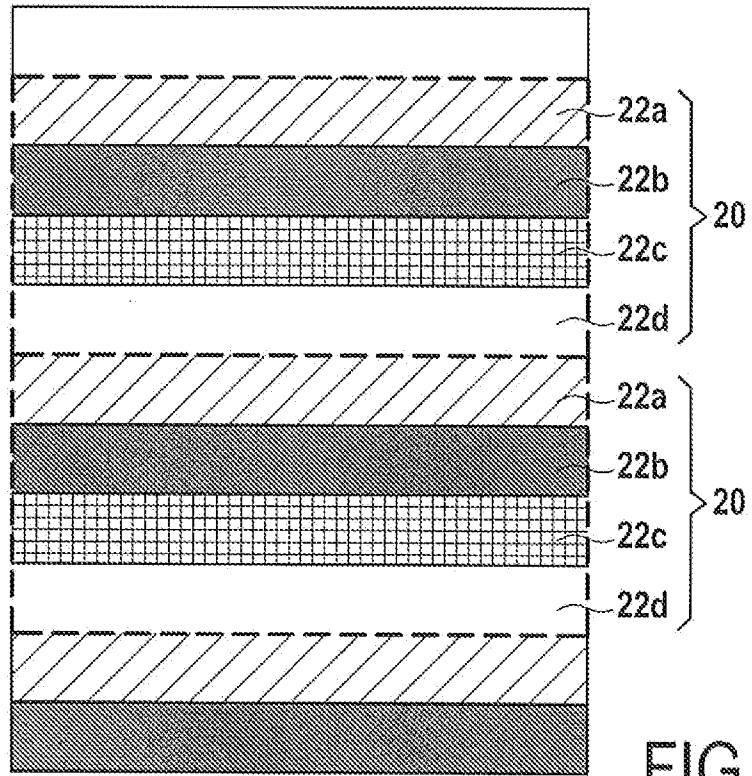


FIG.3D

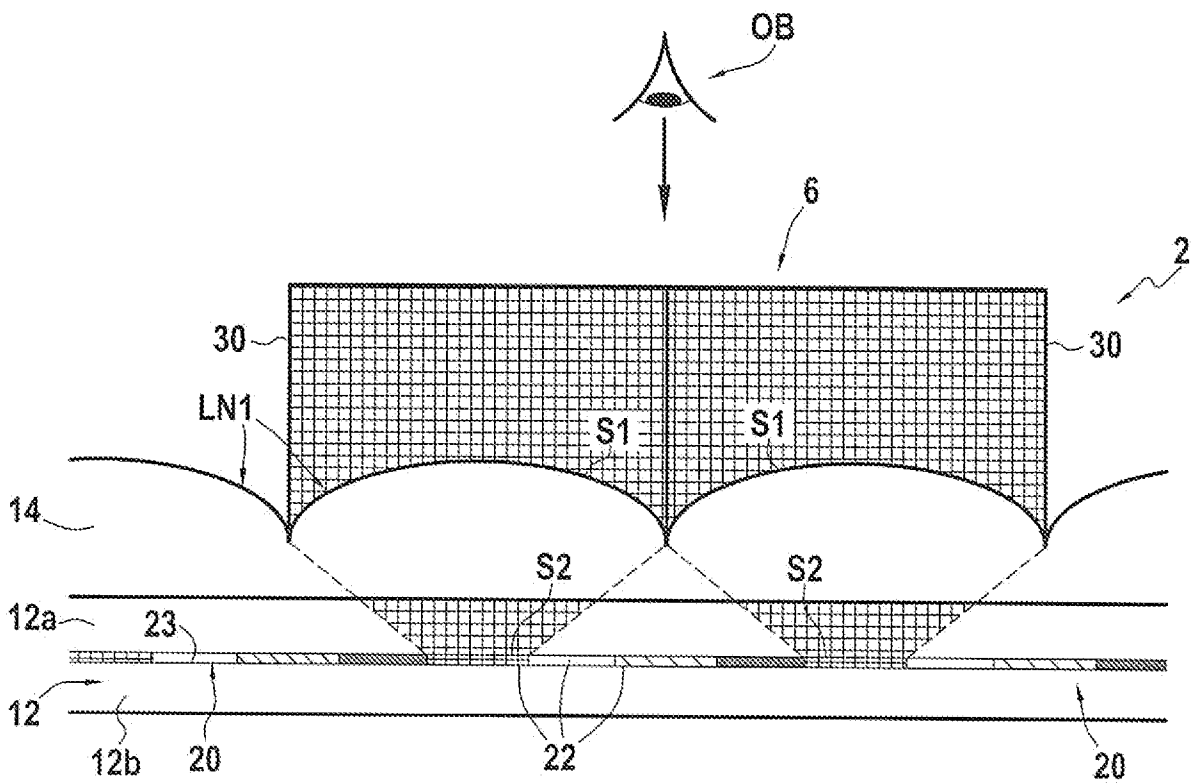


FIG.4

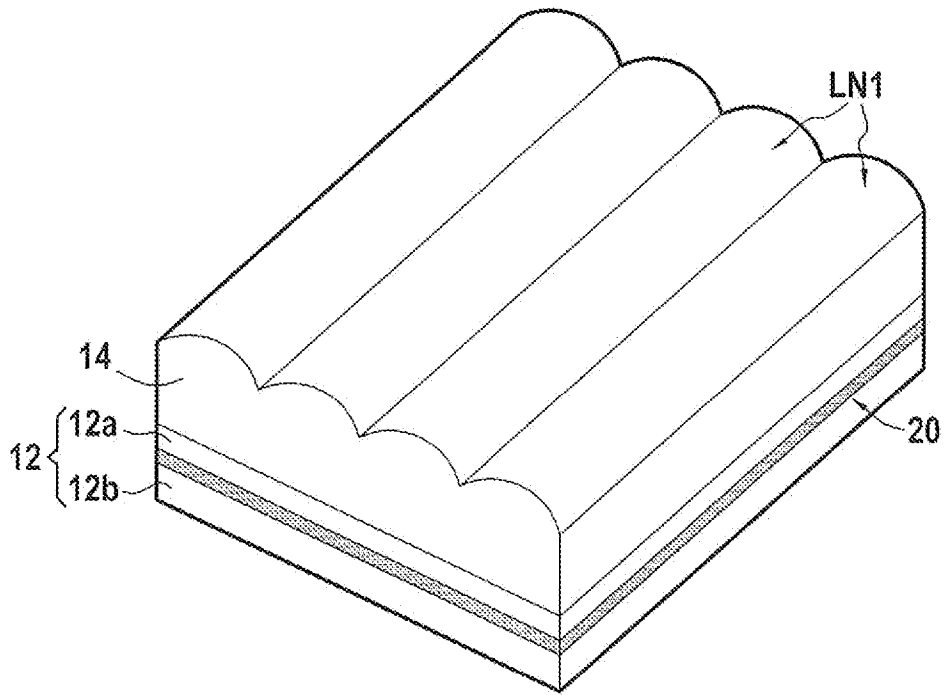


FIG.5

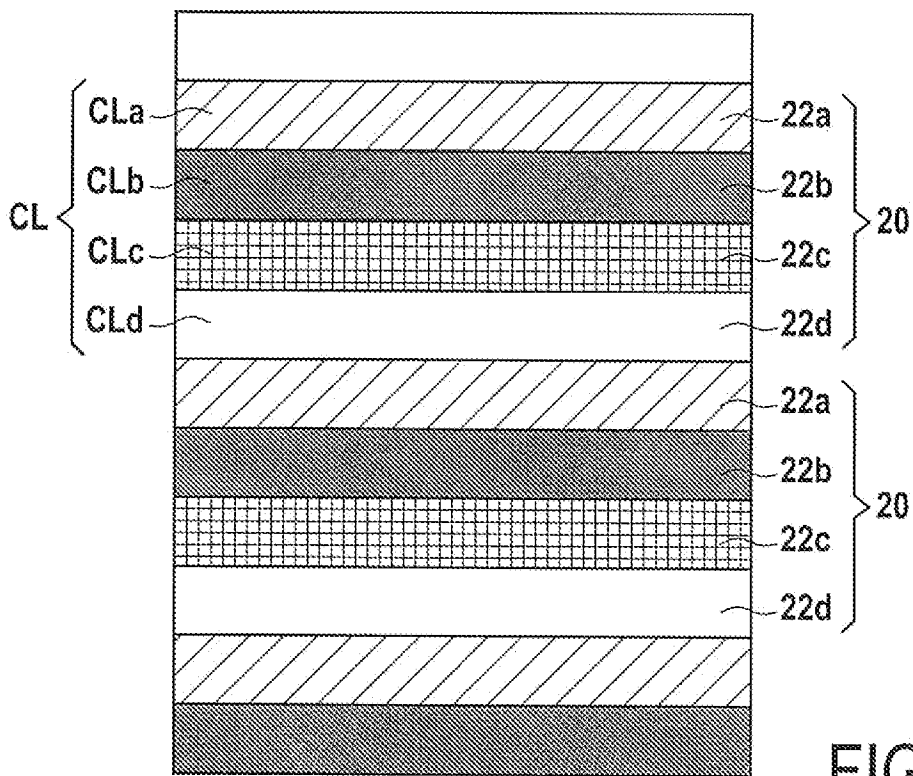


FIG.6

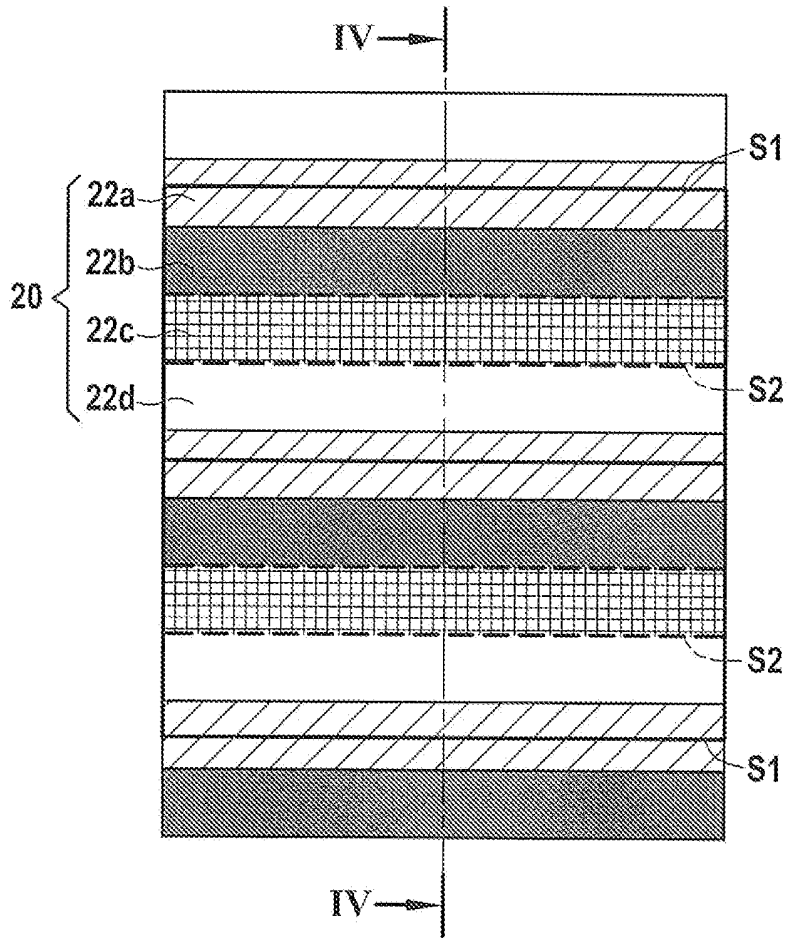


FIG.7

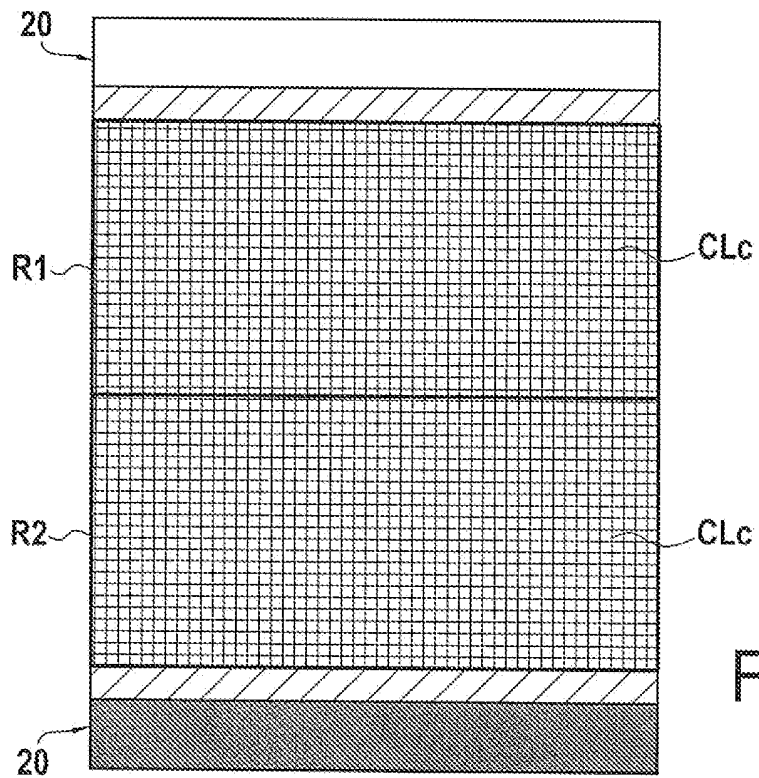


FIG.8

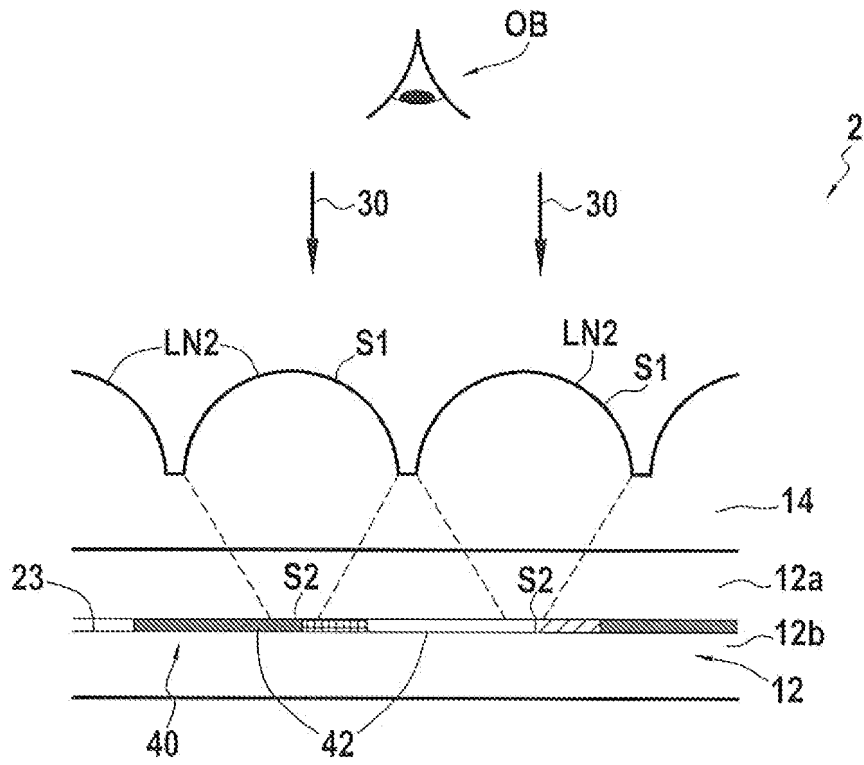


FIG. 9

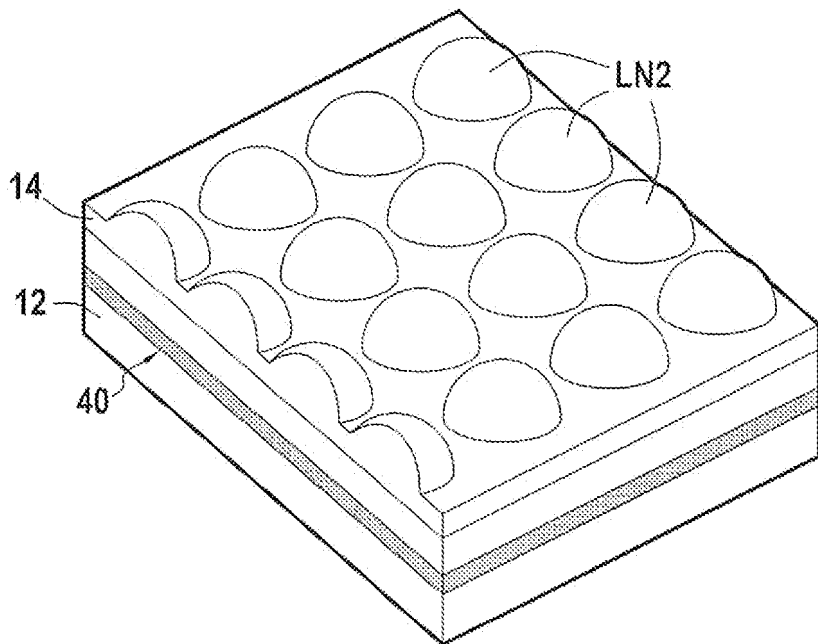


FIG. 10

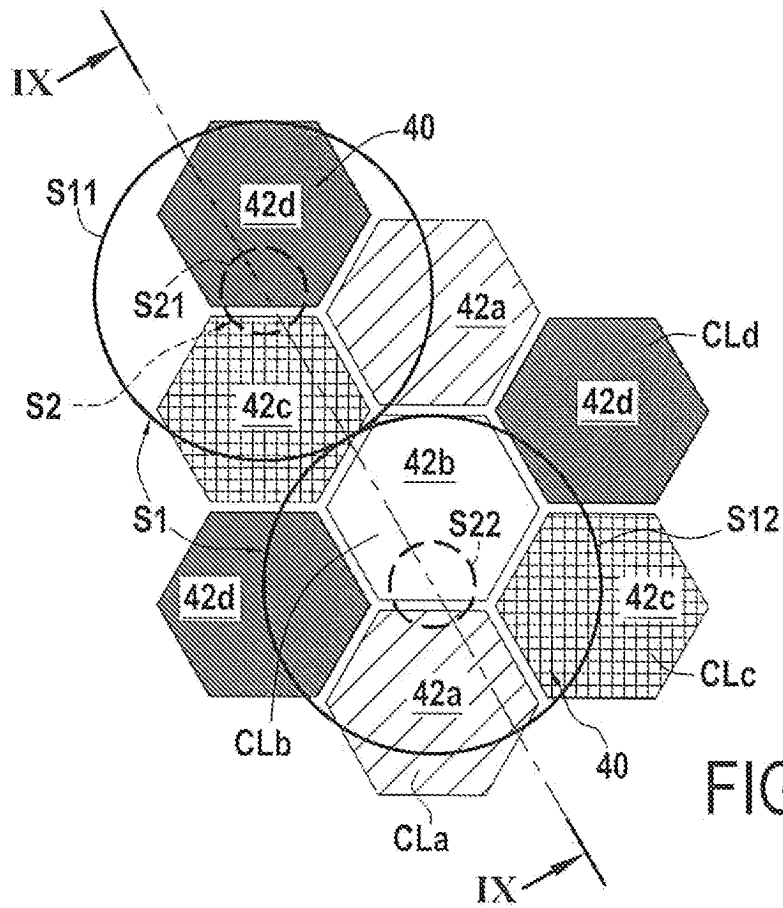


FIG. 11

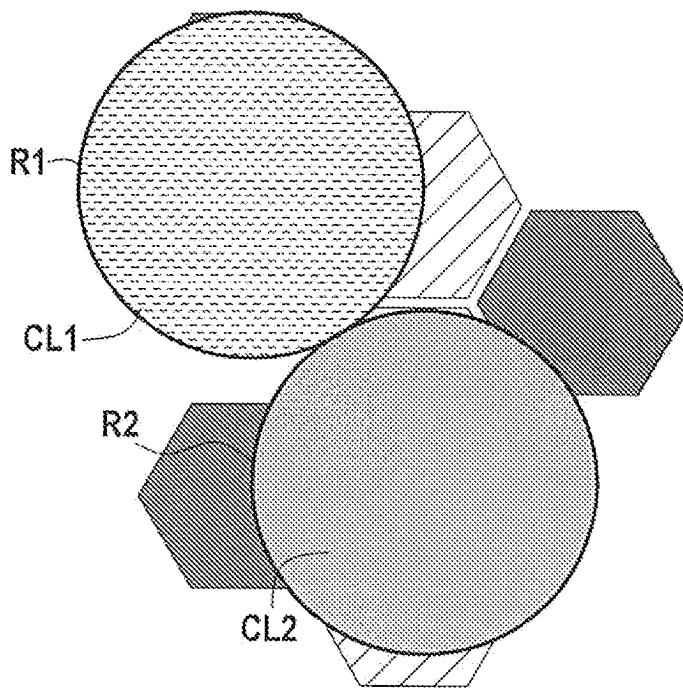


FIG. 12

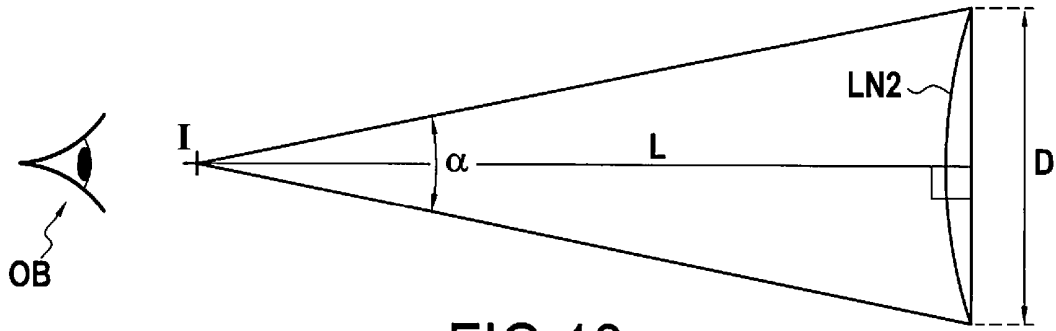


FIG.13

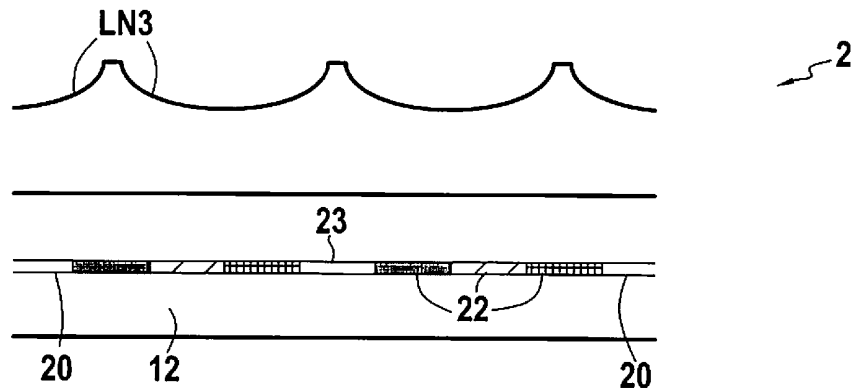


FIG.14

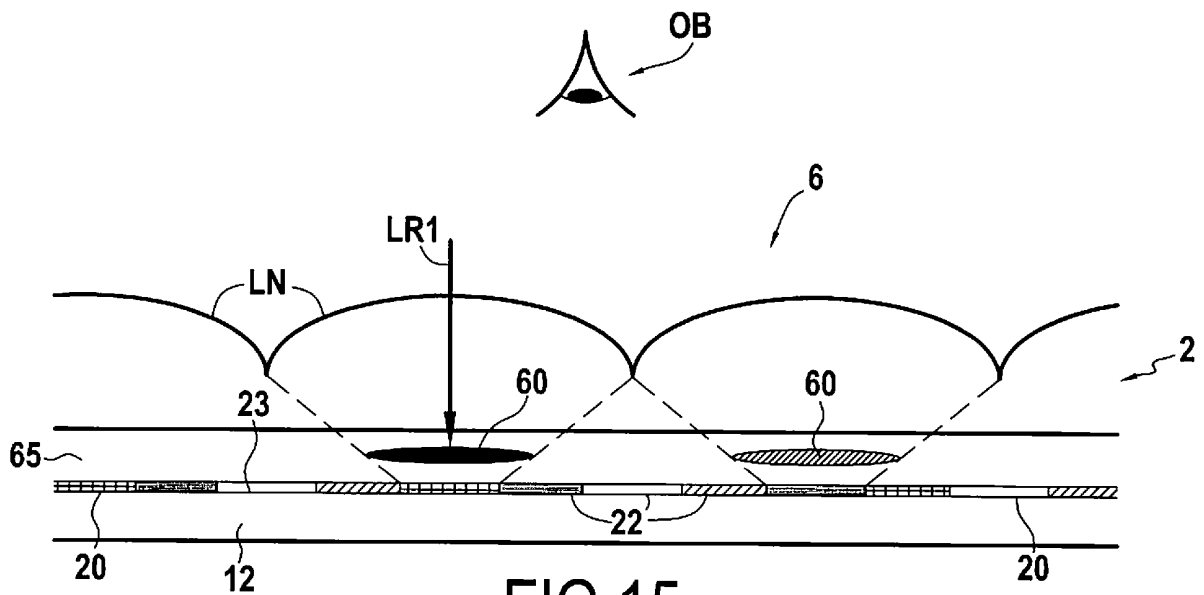


FIG.15

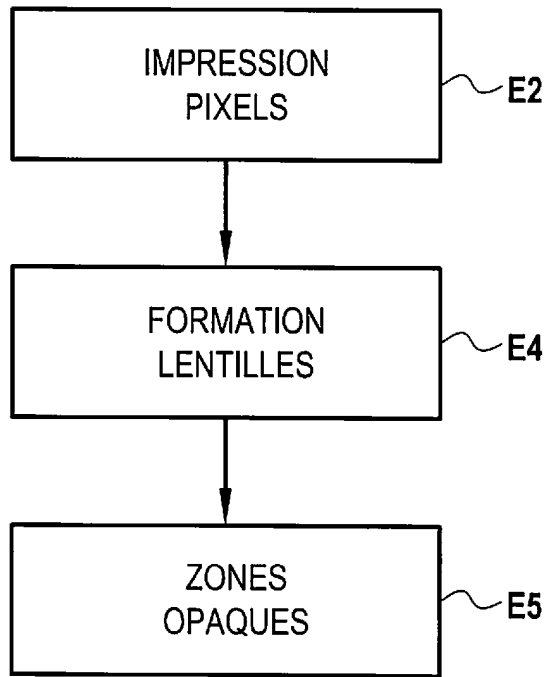


FIG.16

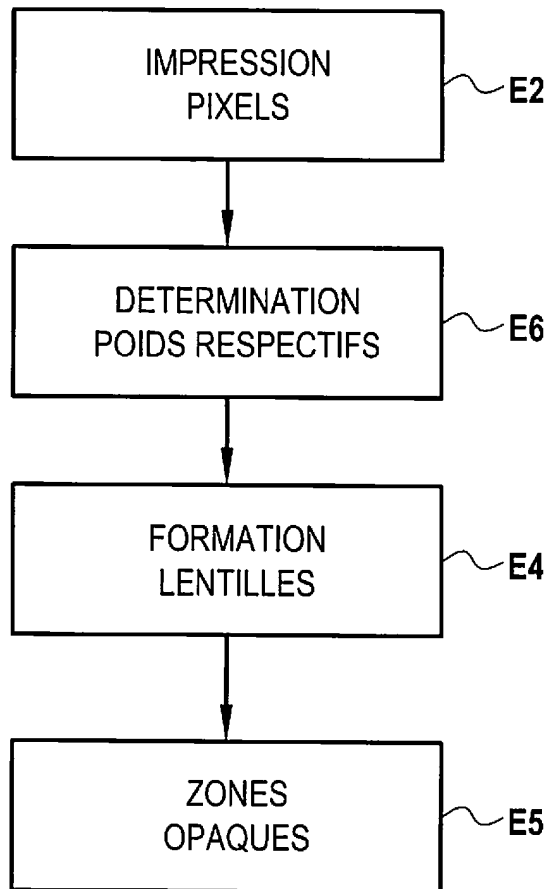


FIG.17

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 3030851 A1 [0009]
- EP 2727742 A1 [0010]
- GB 2553104 A [0010]