

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 10.05.21.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.11.22 Bulletin 22/45.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : IDEMIA France Société par actions
simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : AZUELOS Paul et BERTHE Benoît.

⑦③ Titulaire(s) : IDEMIA France Société par actions sim-
plifiée.

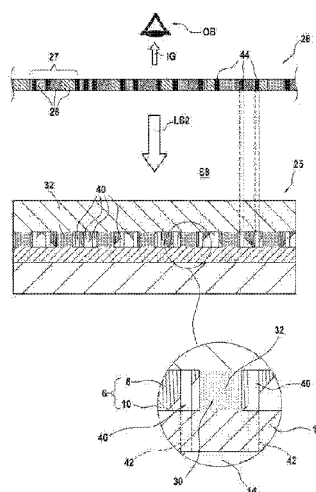
⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ Fabrication d'une image à partir d'une structure holographique.

⑤⑦ Fabrication d'une image à partir d'une structure
holographique

L'invention vise un procédé comprenant : fourniture d'une couche (6) holographique métallique comprenant une sous-couche (10) de métal et formant un arrangement (26) de pixels (27), chaque pixel comportant une pluralité de sous-pixels (28) de couleurs distinctes ; destruction partielle, par un premier rayonnement laser (LS1), de la couche holographique de sorte à retirer sélectivement des portions de la sous-couche de métal pour former des zones démetal- lisées (30) ; et lamination de la couche holographique avec des couche supérieure (4) et inférieure (12) en polymère ; et une personnalisation de l'arrangement (26) de pixels par formation au moyen d'un deuxième rayonnement laser (LS2), dans la couche holographique, de perforations (40) révélant localement des zones (44) de nuance de couleur dans les sous-pixels (28) causées par des régions sous-ja- centes (42) de la couche inférieure situées en regard des- dites perforations, de sorte à former une image personnalisée (IG).

Figure pour l'abrégé : Fig. 3D



Description

Titre de l'invention : Fabrication d'une image à partir d'une structure holographique

Domaine technique

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

Technique antérieure

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

[0003] Divers types de documents sécurisés comportant des images ont ainsi été développés au cours du temps, notamment pour identifier de manière sécurisée des personnes. La majorité des passeports, cartes d'identité, permis de conduire, etc. ainsi que bien d'autres documents officiels comportent aujourd'hui des éléments de sécurité qui permettent d'authentifier le document et de limiter les risques de fraudes, falsification ou contrefaçon.

[0004] Diverses techniques d'impression ont été développées au fil du temps pour réaliser des impressions en couleur. La réalisation en particulier de documents identitaires tels que ceux précités nécessitent de réaliser des images couleurs de façon sécurisée afin de limiter les risques de falsification par des individus malveillants. La fabrication de tels documents, au niveau en particulier de l'image d'identité du porteur, nécessite d'être suffisamment complexe pour rendre difficile la reproduction ou falsification par un individu non autorisé.

[0005] Ainsi, une solution connue consiste à imprimer sur un support une matrice de pixels composés de sous-pixels de couleur et de former des niveaux de gris par carbonisation laser dans une couche lasérizable située en regard de la matrice de pixels, de sorte à révéler une image couleur personnalisée qui est difficile à falsifiée ou à reproduire. Des exemples de réalisation de cette technique sont décrits par exemple dans les documents EP 2 580 065 B1 (datant du 6 août 2014) et EP 2 681 053 B1 (datant du 8 avril 2015).

[0006] Cependant, il est en effet difficile d'atteindre de hauts niveaux de saturation en couleur lorsque les sous-pixels de couleur sont formés par une méthode d'impression classique, de type « offset » par exemple. Le gamut de couleur (capacité à reproduire

une plage de couleurs) de cette technique connue peut s'avérer limité, en raison notamment du fait que cette technique connue ne permet pas de former des lignes de sous-pixels suffisamment rectilignes et continues, ce qui engendre des défauts d'homogénéité lors de l'impression des sous-pixels (interruptions dans les lignes de pixels, contours irréguliers...) et un rendu colorimétrique dégradé.

[0007] Les techniques d'impression courantes offrent en outre une précision de positionnement limitée dû à l'imprécision des machines d'impression, ce qui réduit aussi la qualité de l'image finale en raison d'un mauvais positionnement des pixels et sous-pixels les uns par rapport aux autres (problèmes de chevauchement des sous-pixels, désalignements...) ou en raison de la présence d'un intervalle de tolérance dénué d'impression entre les sous-pixels.

[0008] Une autre technique décrite dans le document FR 3 093 302 vise à réaliser des images couleur à partir d'un hologramme. Cette technique permet de former des images couleur de bonne qualité tout en étant sécurisées et donc résistantes aux falsifications et reproductions frauduleuses. Bien que cette technique offre de nombreux avantages, des améliorations sont encore souhaitables en termes notamment de la qualité de l'image obtenue.

[0009] Il existe aujourd'hui un besoin pour former des images (en couleurs ou en niveaux de gris) qui sont sécurisée et de bonne qualité, notamment dans des documents tels que des documents identitaires, documents officiels ou autres. Un besoin existe en particulier pour permettre une personnalisation flexible et sécurisée d'images (en couleurs ou en niveaux de gris), de sorte que l'image ainsi produite soit difficile à falsifier ou à reproduire et puisse être aisément authentifiée. Il est également souhaitable que les images produites présentent un bon niveau de luminosité de l'image ainsi qu'un gamut de couleur suffisant, en particulier pour obtenir les nuances de couleur nécessaires à la formation de certaines images couleurs de haute qualité, par exemple lorsque des zones d'image doivent présenter un niveau hautement saturé dans une couleur donnée.

Exposé de l'invention

[0010] A cet effet, la présente invention concerne un procédé de fabrication d'un document sécurisé, ledit procédé comprenant successivement :

- [0011] – fourniture d'une première couche comprenant une structure holographique métallique formant un arrangement de pixels, ladite structure holographique comprenant une sous-couche de métal, chaque pixel comportant une pluralité de sous-pixels de couleurs distinctes ;
- destruction partielle, par un premier rayonnement laser, de la première couche de sorte à retirer sélectivement au moins des portions de la sous-couche de métal pour former des zones démétallisées dans l'arrangement de pixels ; et

- lamination de la première couche avec une couche supérieure en polymère et une couche inférieure en polymère de sorte que la première couche soit intercalée entre les couches supérieure et inférieure ; et
- personnalisation de l'arrangement de pixels par formation au moyen d'un deuxième rayonnement laser, dans la première couche, de perforations révélant localement au travers de la structure holographique des zones de nuance de couleur dans les sous-pixels causées par des régions sous-jacentes de la couche inférieure situées en regard desdites perforations, de sorte à former une image personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné aux zones de nuances de couleur.

- [0012] L'invention permet de former des images (en couleurs ou en niveaux de gris) qui sont sécurisée et de bonne qualité, notamment dans des documents tels que des documents identitaires, documents officiels ou autres. L'invention permet une personnalisation flexible et sécurisée d'images (en couleurs ou en niveaux de gris), de sorte que l'image ainsi produite soit difficile à falsifier ou à reproduire et puisse être aisément authentifiée. Les images produites présentent un bon niveau de luminosité de l'image ainsi qu'un gamut de couleur élevé, ce qui permet par exemple d'obtenir les nuances de couleur nécessaires à la formation de certaines images couleurs de haute qualité, par exemple lorsque des zones d'image doivent présenter un niveau hautement saturé dans une couleur donnée.
- [0013] Selon un mode de réalisation particulier, dans lequel les zones démétallisées forment, lors de ladite lamination, des zones d'adhésion de polymère à polymère entre la couche supérieure et la couche inférieure.
- [0014] Selon un mode de réalisation particulier, la première couche comprend une sous-couche de vernis formant les reliefs d'un réseau holographique,
- [0015] la sous-couche de métal étant déposée sur les reliefs de la sous-couche de vernis pour former la structure holographique, ladite sous-couche de métal présentant un indice de réfraction supérieur à celui de la sous-couche de vernis.
- [0016] Selon un mode de réalisation particulier, chaque pixel dudit arrangement de pixels forme un motif identique de sous-pixels de couleur.
- [0017] Selon un mode de réalisation particulier, lors de la destruction partielle, les zones démétallisées sont formées de sorte que la surface cumulée des zones démétallisées soit inférieure ou égale à 30 % de la surface totale de l'arrangement de pixels.
- [0018] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées sont des lignes ou des îlots répartis de façon périodique dans la première couche.
- [0019] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées forment des lignes de démétallisation d'une largeur maximale de 50 μm .
- [0020] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées forment au moins un

groupe de lignes de démétallisation parallèles les unes aux autres, la distance entre deux lignes de démétallisation consécutives dudit au moins un groupe étant au maximum de 60 μm .

- [0021] Selon un mode de réalisation particulier, les lignes démétallisées comprennent un premier groupe de lignes démétallisées agencées périodiquement de sorte à s'étendre parallèlement suivant une première direction et comprennent un deuxième groupe de lignes démétallisées agencées périodiquement de sorte à s'étendre parallèlement suivant une deuxième direction, les lignes des premier et deuxième groupes s'intersectant les unes avec les autres.
- [0022] Selon un mode de réalisation particulier, l'arrangement de pixels forme des lignes parallèles de sous-pixels de même couleur s'étendant suivant une troisième direction, les première et deuxième directions étant différentes de la troisième direction.
- [0023] Selon un mode de réalisation particulier, lors de la destruction partielle, la taille de spot du premier rayonnement laser dans la première couche est inférieure ou égale à 3 μm .
- [0024] Selon un mode de réalisation particulier, le premier rayonnement laser utilisé lors de la destruction partielle est un laser UV (ultraviolet).
- [0025] Selon un mode de réalisation particulier, la couche inférieure est une couche adhésive en polymère, le procédé comprenant avant la lamination, un assemblage par estampage à chaud d'une couche support en polymère sur la couche inférieure de sorte à ce que la couche inférieure soit à l'interface entre la première couche et la couche support.
- [0026] Selon un mode de réalisation particulier, les zones de nuances de couleur sont des zones sombres causées par lesdites régions sous-jacentes de la couche inférieure de couleur noire.
- [0027] Selon un mode de réalisation particulier, la structure holographique forme en outre des repères visuels dans l'arrangement de pixels, dans lequel la personnalisation est mise en œuvre par un dispositif de personnalisation, ladite personnalisation comprenant :
 - [0028] – détection des repères visuels ;
 - détermination, à partir des repères visuels, de positions dans l'arrangement de pixels correspondant à des sous-pixels à personnaliser ; et
 - projection du deuxième rayonnement laser pour former lesdites perforations dans la première couche au niveau des positions à personnaliser,
- [0029] dans lequel, lors de la destruction partielle, les zones démétallisées sont formées dans des zones, de la première couche, distinctes des repères visuels.
- [0030] La présente invention vise également un document sécurisé (ou structure multicouche) correspondant présentant des caractéristiques structurelles correspondant au résultat du procédé de fabrication de l'invention. En particulier, l'invention prévoit un

document sécurisé comprenant :

- [0031] – une première couche comprenant une structure holographique métallique formant un arrangement de pixels, ladite structure holographique comprenant une sous-couche de métal, chaque pixel comportant une pluralité de sous-pixels de couleurs distinctes ;
 - des zones démétallisées dans l'arrangement de pixels formées par une destruction partielle par un premier rayonnement laser de la première couche de sorte à retirer sélectivement au moins des portions de la sous-couche de métal ; et
 - une couche supérieure en polymère et une couche inférieure en polymère qui sont laminées avec la première couche, ladite première couche étant intercalée entre les couches supérieure et inférieure, les zones démétallisées formant des zones d'adhésion de polymère à polymère par lamination de la couche supérieure avec la couche inférieure laminées ensemble ; et
 - des perforations dans la première couche formée au moyen d'un deuxième rayonnement laser pour personnaliser l'arrangement de pixels, lesdites perforations révélant localement au travers de la structure holographique des zones de nuance de couleur dans les sous-pixels causées par des régions sous-jacentes de la couche inférieure situées en regard desdites perforations, de sorte à former une image personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné aux zones de nuances de couleur.
- [0032] A noter que les différents modes de réalisation mentionnés ci-avant (ainsi que ceux décrits ci-après) en relation avec le procédé de fabrication de l'invention ainsi que les avantages associés s'appliquent de façon analogue au document sécurisé de l'invention.
- [0033] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées sont formées de sorte que la surface cumulée des zones démétallisées est inférieure ou égale à 30%, voire 20%, voire 5%, voire même 3% de la surface totale de l'arrangement de pixels.
- [0034] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées sont réparties de façon périodique dans la première couche.
- [0035] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées forment des lignes de démétallisation d'une largeur maximale de 50 μm .
- [0036] Selon un mode de réalisation particulier, les zones démétallisées forment au moins un groupe de lignes de démétallisation parallèles les une autres, la distance entre deux lignes de démétallisation consécutives dudit au moins un groupe étant au maximum de 60 μm .

Brève description des dessins

- [0037] 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:
- [0038] [fig.1] La [fig.1] représente une structure multicouche avant personnalisation, selon un exemple particulier ;
- [0039] [fig.2] La [fig.2] représente la structure multicouche de la [fig.1] après personnalisation, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0040] [Fig. 3A-3D] Les figures 3A, 3B, 3C et 3D représentent une structure multicouche ainsi que les étapes d'un procédé de fabrication d'une telle structure multicouche, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0041] [Fig. 4A-4B] Les figures 4A et 4B représentent des vues de dessus d'un arrangement de pixels avant démétallisation et après démétallisation, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0042] [fig.5] La [fig.5] représente sous forme d'un diagramme les étapes d'un procédé de fabrication, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0043] [fig.6] La [fig.6] représente schématiquement le rendu visuel d'une structure multicouche avant et après personnalisation, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0044] [fig.7] La [fig.7] représente sous forme d'un diagramme les étapes d'un procédé de fabrication, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0045] [Fig. 8A-8C] Les figures 8A, 8B et 8C représentent des vues de dessus d'un arrangement de pixels avant démétallisation et après démétallisation, selon un mode de réalisation particulier de l'invention ; et
- [0046] [fig.9] La [fig.9] représente schématiquement un système de fabrication, selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0047] L'invention se propose de former une image en couleur ou en niveaux de gris de façon sécurisée à partir d'une couche holographique métallique formant un arrangement de pixels.
- [0048] Les figures 1 et 2 représentent un exemple de réalisation qui ne met pas en œuvre le principe de l'invention. Plus précisément, la [fig.1] représente une structure multicouche 2, dans un état initial (vierge), à partir de laquelle peut être formée une image couleur personnalisée. La structure multicouche 2 comprend un empilement de couches laminées ensemble, à savoir une couche supérieure 4 en polymère, une couche holographique 6 comprenant une structure holographique métallique, une couche inférieure adhésive 12 en polymère et une couche support 14. La couche holographique 6 est positionnée sur la couche inférieure 12 et la lamination est réalisée de sorte que

l'ensemble formé par la couche holographique 6 et la couche inférieure 12 soit intercalé entre la couche supérieure 4 d'une part et la couche support 14 d'autre part.

- [0049] La structure holographique métallique dans la couche holographique 6 forme intrinsèquement un arrangement de pixels (non représenté) qui est vierge, dans le sens où les pixels ne comportent pas l'information définissant le motif de l'image couleur finale. Chaque pixel comprend une pluralité de sous-pixels de couleur.
- [0050] La couche holographique 6 comprend un film métallique (en aluminium par exemple) recouvrant des reliefs contenant une information tridimensionnelle, ces reliefs comprenant des portions saillantes (appelés aussi « monts ») séparés par des renfoncements (appelés aussi « vallées »). Par effet de diffraction, réflexion et/ou réflexion d'une lumière incidente, la structure holographique produit un hologramme qui représente l'arrangement de pixels qu'il convient de personnaliser afin de former l'image finale souhaitée.
- [0051] Selon un exemple particulier, la couche holographique 6 est transparente, de sorte que l'effet holographique produisant l'arrangement 29 de pixels est visible par diffraction, réflexion et réfraction.
- [0052] Ainsi, comme représenté en [fig.2], une personnalisation de l'arrangement de pixels peut être réalisée par la formation de perforations 16 dans la couche holographique 6 en projetant un laser 18 (gravure laser). La couche holographique 6 est ainsi détruite localement par l'effet de la perforation du laser 18.
- [0053] Les perforations 16 révèlent localement au travers de la couche holographique 6 des zones de nuance de couleur (opaques, claires, ou autre) dans l'arrangement de pixels, ces zones de nuance de couleur étant causées par des régions sous-jacentes, de la couche inférieure 12, situées en regard (sous) les perforations 16, de sorte à former une image couleur personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné aux zones de nuance de couleur. En adaptant la position et la taille des zones de nuance de couleur, il est ainsi possible de moduler la contribution colorimétrique des différents sous-pixels de couleur présents dans chaque pixel, et ainsi de révéler l'image personnalisée à partir de l'arrangement de pixels.
- [0054] Si cette technique permet de former des images couleur sécurisée de relativement bonne qualité par rapport aux techniques conventionnelles, des améliorations sont toutefois souhaitables.
- [0055] En effet, il a été constaté que la qualité de l'adhésion entre métal et polymère est souvent limitée. Or, la projection du rayonnement laser 18 ([fig.2]) sur le film métallique de la couche holographique 6 génère des stress mécaniques importants dans la structure multicouche lors de la personnalisation de l'arrangement de pixels. L'exposition du film métallique au laser 18 conduit en particulier à la sublimation du métal présent dans le film métallique, ce qui dégrade de façon importante l'adhésion

entre les couches. Les couches de la structure multicouche 2 ne sont alors plus en contact dans ces zones de sublimation. L'adhésion de la structure holographique donc ainsi diminuée, ce qui peut entraîner une perte de cohésion de la structure multicouche lors de la personnalisation, pouvant aller jusqu'à la génération de délaminations dans la structure multicouche (effet dit de « blistering »). Ce phénomène de sublimation du métal et de délamination dégrade significativement la qualité de l'image couleur finale obtenue à l'issue de la personnalisation.

- [0056] L'invention se propose notamment de résoudre ce problème de délamination qui se produit dans de telles structures multicouches lors de la personnalisation au laser de l'arrangement de pixels.
- [0057] Comme décrit ci-après dans des modes de réalisation particuliers, l'invention prévoit en particulier un procédé de fabrication (ou procédé de formation) d'une image à partir d'une structure multicouche comprenant une couche holographique, cette dernière comprenant une sous-couche métallique (ou film métallique) et formant un arrangement de pixels par effet holographique. Le procédé comprend notamment une étape de destruction partielle (dite aussi étape de « démétallisation ») de la couche holographique par un premier rayonnement laser, de sorte à retirer (ou supprimer, ou démétalliser) sélectivement au moins des portions de la sous-couche métallique pour former des zones démétallisées (sans métal) dans l'arrangement de pixels. Cette étape de destruction partielle est réalisée avant une étape de délamination au cours de laquelle sont délaminées ensemble la couche holographique, au moins une couche inférieure en polymère et au moins une couche supérieure en polymère.
- [0058] Après l'étape de lamination, l'arrangement de pixels peut être personnalisé par formation, au moyen d'un deuxième rayonnement laser, dans la couche holographique, de perforations révélant localement au travers de la structure holographique des zones de nuance de couleur dans les sous-pixels causées par des régions sous-jacentes de la couche inférieure situées en regard desdites perforations, de sorte à former une image personnalisée à partir de l'arrangement de pixels combiné aux zones de nuances de couleur.
- [0059] Comme décrit par la suite, l'absence de métal dans les zones démétallisées de la couche holographique a pour conséquence qu'il n'y a pas de sublimation causée dans ces zones lors de la personnalisation ultérieure de l'arrangement de pixels au laser. Les zones démétallisées forment des zones d'adhésion renforcée qui permettent d'éviter les délaminations ou pertes d'adhésion lors de la personnalisation. Lors de la lamination, le polymère des couches supérieure et inférieure migre dans les zones démétallisées de sorte à établir un pont d'adhésion en polymère (de polymère à polymère) entre ces deux couches.
- [0060] L'invention concerne également un document (dit aussi document sécurisé ou

structure multicouche) correspondant. En particulier, l'invention vise un document comprenant des caractéristiques structurelles identiques à celles obtenues par le procédé de fabrication de l'invention.

- [0061] D'autres aspects et avantages de la présente invention ressortiront des exemples de réalisation décrits ci-dessous en référence aux dessins mentionnés ci-avant.
- [0062] Dans la suite de ce document, des exemples de mises en œuvre de l'invention sont décrits dans le cas d'un document comportant une image couleur selon le principe de l'invention. Ce document peut être un quelconque document, dit document sécurisé, de type livret, carte ou autre. L'invention trouve des applications particulières dans la formation d'images d'identité dans des documents identitaires tels que : cartes d'identité, cartes de crédit, passeports, permis de conduire, badges d'entrée sécurisés etc. L'invention s'applique également aux documents de sécurité (billets de banque, documents notariés, certificats officiels...) comportant au moins une image couleur.
- [0063] De manière générale, l'image selon l'invention peut être formée sur un quelconque support approprié.
- [0064] De même, les exemples de réalisation décrits ci-après visent à former une image d'identité. On comprend toutefois que l'image considérée peut être quelconque. Il peut s'agir par exemple d'une image représentant le portrait du titulaire du document concerné, d'autres implémentations étant toutefois possibles.
- [0065] A noter que l'invention permet de former aussi bien des images en couleurs que des images en niveaux de gris. Aussi, dans ce document, sauf indications contraires, la notion de couleur couvre aussi le noir, le gris et le blanc. L'invention permet de former des images de diverses couleurs, y compris des images en niveaux de gris. De manière générale, il est donc fait référence à des images couleurs dans ce document.
- [0066] 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
- [0067] Un document sécurisé 25 et un procédé de fabrication d'un tel document sont à présent décrits en référence aux figures 3A-3D, 4A-4B, 5 et 6 selon un exemple de réalisation particulier de l'invention. La [fig.5] représente en particulier sous forme d'un diagramme les étapes S2 à S8 du procédé de fabrication selon un exemple particulier de réalisation.
- [0068] Au cours d'une étape S2 de fourniture ([fig.3A]), on fournit (ou forme) une couche holographique 6 (appelée aussi « première couche ») comprenant une structure holographique métallique. Cette structure holographique est formée par des reliefs (ou structures en relief) 8 et par une sous-couche métallique 10 (ou sous-couche de métal, ou film métallique) recouvrant les reliefs 8 de la couche holographique 6. Les reliefs 8 forment des portions saillantes (appelés aussi « monts ») séparés par des ren-

foncements (appelés aussi « vallées »). Ces portions saillantes et renforcements définissent une information tridimensionnelle.

- [0069] La sous-couche métallique 10 est une couche à haut indice de réfraction qui présente un indice de réfraction n_2 supérieur à l'indice de réfraction n_1 des reliefs 8. Comme le comprend l'homme du métier, les reliefs 8 forment en combinaison avec la sous-couche 10 de métal une structure holographique qui produit un hologramme (un effet holographique).
- [0070] Dans cet exemple, la couche holographique 6 est fournie (ou incluse) au sein d'une structure multicouche 25 ([fig.3A]) qui comprend un empilement de couches, à savoir une couche supérieure 4 en polymère, la couche holographique 6, une couche inférieure 12 en polymère et une couche support 14. La couche holographique 6 est positionnée sur la couche inférieure 12 et la lamination est réalisée de sorte que l'ensemble formé par la couche holographique 6 et la couche inférieure 12 soit intercalé entre la couche supérieure 4 d'une part et la couche support 14 d'autre part. Ainsi, la couche holographique se situe à l'interface entre la couche supérieure 4 et la couche inférieure 12.
- [0071] La couche supérieure 4 et la couche support 14 sont par exemple en polycarbonate, ou dans un autre polymère.
- [0072] Dans cet exemple, la couche inférieure 12 est une couche polymère adhésive (ou couche de glue polymère). En outre, l'assemblage des couches 4, 6, 12 et 14 est par exemple réalisé par estampage à chaud (dit « hot stamping » en anglais). A noter toutefois que lors de l'étape S2 du procédé de fabrication, on peut envisager de fournir la couche holographique 6 sans les autres couches 4, 6 et 14 (ou au moins l'une d'entre elles), et d'assembler ultérieurement ces couches par estampage à chaud (par exemple après l'étape S4 de destruction partielle décrite ci-dessous).
- [0073] Selon une variante, les couches 12 et 14 forment une seule et même couche adhésive en polymère.
- [0074] La structure multicouche 25 se trouve à ce stade (S2) dans un état initial (ou état vierge), à partir duquel peut être formée une image couleur IG personnalisée (dit aussi image finale) telle que représentée à titre d'exemple en [fig.6]. Comme expliqué par la suite, la structure multicouche 25 peut être personnalisée au laser de sorte à former cette image personnalisée IG.
- [0075] Plus précisément, la structure holographique de la couche holographique 6 forme intrinsèquement un arrangement 26 de pixels 27. Chaque pixel 27 comporte une pluralité de sous-pixels 28 de couleurs distinctes. Chaque sous-pixel présente par exemple une couleur élémentaire d'une base de couleurs (par exemple une couleur dans la base rouge-vert-bleu).
- [0076] Dans cet exemple, on suppose que chaque pixel 27 comprend 3 sous-pixels 28 de

couleurs distinctes, bien que d'autres exemples soient possibles. Le nombre et la disposition des sous-pixels 28 dans chaque pixel 27 peuvent être adaptés selon le cas (avec 4 sous-pixels par pixel par exemple).

- [0077] Selon un exemple particulier, chaque pixel 27 de l'arrangement 26 de pixels forme un motif identique de sous-pixels 28 de couleur.
- [0078] Par ailleurs, considère ici que chaque pixel 27 de l'arrangement 26 de pixels est configuré de sorte que chaque sous-pixel 28 présente une couleur unique (distincte) dans ledit pixel.
- [0079] Chaque sous-pixel 28 dans l'arrangement 26 de pixels peut être formé par un réseau holographique respectif configuré pour générer par diffraction une couleur correspondante dudit sous-pixel.
- [0080] De plus, la manière dont les pixels 27 sont agencés dans l'arrangement 26 peut varier selon le cas. Selon un exemple particulier, la structure holographique est configurée de sorte que les sous-pixels 28 sont uniformément répartis dans l'arrangement 26 de pixels. L'arrangement 26 peut se présenter sous la forme d'une matrice de sous-pixels, formant des lignes de sous-pixels.
- [0081] Comme représenté en [fig.4A], l'arrangement 26 de pixels forme par exemple des lignes 29 de sous-pixels de même couleur. Ces lignes 29 peuvent être rectilignes et parallèles les unes aux autres comme représenté sur la figure. Ces lignes 29 peuvent également être jointives. D'autres exemples de réalisation sont toutefois envisageables. En particulier, les pixels 27 peuvent être agencés pour former divers pavages, tels que des pavages de pixels hexagonaux ou des pavages de pixels triangulaires.
- [0082] Au stade de l'étape S2 de fourniture représentée en [fig.3A], l'arrangement 26 de pixels est vierge, dans le sens où les pixels 27 ne comportent pas l'information définissant le motif de l'image finale IG que l'on souhaite former. Comme décrit ultérieurement, c'est en combinant cet arrangement 26 de pixels avec des zones de nuance de couleur que l'on révèle le motif de l'image finale IG.
- [0083] La structure holographique produit l'arrangement 26 de pixels 27 sous la forme d'un hologramme par diffraction, réfraction et/ou réflexion d'une lumière incidente. Autrement dit, la couche holographique 6 forme l'arrangement 26 de pixels par effet holographique. Le principe de l'hologramme est bien connu de l'homme du métier de sorte que seuls certains éléments sont rappelés ci-après pour référence. Des exemples de réalisation de structures holographiques sont décrits par exemple dans le document EP 2 567 270 B1.
- [0084] La structure holographique est réalisée par tout procédé approprié connu de l'homme du métier. Les reliefs 8 de la couche holographique 6 peuvent être formés par exemple par embossage d'une couche de vernis d'estampage (non représentée) qui est incluse dans la couche holographique 6, de façon connue pour la réalisation de structures dif-

fringentes. Cette couche de vernis est par exemple thermo-formable pour permettre la formation des reliefs 8 par embossage. La surface estampée des reliefs 8 présente ainsi une forme de réseau périodique dont la profondeur et la période peuvent être respectivement de l'ordre de la centaine à quelques centaines de nanomètres par l'exemple. Cette surface estampée est revêtue de la sous-couche métallique 10, au moyen par exemple d'un dépôt sous vide d'un matériau métallique. L'effet holographique résulte de l'association des reliefs 8 et de la sous-couche métallique 10 formant la structure holographique.

- [0085] Selon un exemple particulier, la couche holographique 6 comprend une sous-couche de vernis formant les reliefs 8 d'un réseau holographique, la sous-couche métallique 10 étant déposée sur les reliefs de la sous-couche de vernis pour former la structure holographique, ladite sous-couche métallique 10 présentant un indice de réfraction n_2 supérieur à l'indice de réfraction n_1 de la sous-couche de vernis.
- [0086] En variante, les reliefs 8 de la couche holographique 6 peuvent être réalisés en utilisant une technique de réticulation ultraviolet (UV). Cette technique de fabrication étant connue de l'homme du métier, elle n'est pas décrite en détail par souci de simplicité.
- [0087] La couche holographique 6 peut éventuellement comprendre d'autre sous-couches (non représentées) nécessaires au maintien des caractéristiques optiques de l'hologramme et/ou permettant d'assurer une résistance mécanique et chimique de l'ensemble.
- [0088] La sous-couche métallique 10 à haut indice de réfraction ([fig.3A]) peut comprendre au moins l'un parmi les matériaux suivants : aluminium, argent, cuivre, sulfure de zinc, oxyde de Titane... On suppose par exemple ici que la sous-couche métallique est en aluminium, dans un alliage d'aluminium ou en sulfure de zinc.
- [0089] Selon un exemple particulier, les reliefs 8 présentent un indice de réfraction noté n_1 , de l'ordre de 1,56 à une longueur d'onde $\lambda_1 = 656$ nm. Les reliefs 8 sont formés à partir d'une sous-couche de vernis transparente. La sous-couche métallique 10 présente par exemple un haut indice de réfraction $n_2 = 2,346$ à une longueur d'onde $\lambda_2 = 660$ nm pour le sulfure de zinc. La sous-couche métallique 12 présente par exemple une épaisseur comprise entre 30 et 200 nm.
- [0090] Comme déjà indiqué, la couche holographique 6 forme intrinsèquement un arrangement 26 de pixels qui est vierge avant la personnalisation, dans le sens où les pixels 27 ne comportent par l'information définissant le motif de l'image finale IG que l'on souhaite former. Dans l'état initial (avant personnalisation) représenté par exemple en [fig.6], la structure 22 ne forme donc aucune image personnalisée IG.
- [0091] Au cours d'une étape S4 de destruction partielle (**figures 3B et 5**), on détruit partiellement la couche holographique 6 au moyen d'un premier rayonnement laser LS1,

de sorte à retirer (ou supprimer, ou démétalliser) sélectivement au moins des portions de la sous-couche métallique 10 pour former des zones démétallisées 30 dans l'arrangement 26 de pixels.

- [0092] Cette étape S4 de destruction partielle est par exemple mise en œuvre au moyen d'un dispositif DV1 ([fig.5]) apte à projeter le rayonnement laser LS1 à des positions particulières où l'on souhaite former des zones démétallisées 30 dans l'arrangement 26 de pixels.
- [0093] Comme illustré en **figure 3B**, cette étape de démétallisation revient ici à former des perforations ou trous 30 dans la structure holographique de la première couche 6. A ce stade, ces zones détruites sont des perforations traversantes qui s'étendent au travers de l'épaisseur de la couche holographique 6, à l'interface entre la couche supérieure 4 et la couche inférieure 12. Comme cela apparaîtra ci-après, cette étape de destruction partielle S4 vise plus particulièrement à retirer le métal dans certaines zones 30 de la couche holographique 6 afin d'éviter que ne se produise une sublimation du métal dans ces zones lors de l'étape S8 ultérieure de personnalisation.
- [0094] A l'issue de cette étape S4 de destruction partielle, l'image finale IG n'est toujours pas visible dans la mesure où l'arrangement 26 de pixels n'a pas encore été personnalisé selon le motif de l'image souhaitée.
- [0095] L'agencement, la position, la forme et les dimensions des zones démétallisées 30 formées lors de l'étape S4 de destruction partielle peuvent être adaptés selon le cas. Toutefois, ces zones démétallisées 30 présentent de préférence des dimensions limitées et occupent de préférence un espace cumulé limité par rapport à la surface totale de l'arrangement 26 de pixels, afin notamment d'éviter qu'un observateur OB ne puisse distinguer ces zones démétallisées 30 à l'œil nu, de sorte à ne pas dégrader la qualité de l'image finale IG qui sera formée à l'issue de la personnalisation S8 à venir.
- [0096] Ainsi, selon un exemple particulier, les zones démétallisées 30 sont formées en S4 ([fig.3B]) de sorte que la surface cumulée des zones démétallisées soit inférieur ou égale à 30%, voire 20%, voire 5%, voire même 3% de la surface totale de l'arrangement 26 de pixels.
- [0097] Les zones démétallisées 30 peuvent être formées selon divers motifs de démétallisation. Les zones démétallisées 30 peuvent ainsi former (ou constituer) des lignes démétallisées, par exemple des lignes rectilignes. En variante, les zones démétallisées 30 peuvent constituer des ilots (de forme quelconque, rectangulaire ou carrée par exemple) qui sont par exemple répartis de façon périodique dans la couche holographique 6.
- [0098] Comme représenté en [fig.4B], selon un exemple particulier, les zones démétallisées 30 forment des lignes de démétallisation d'une largeur maximale de 50 μm , voire 40 μm , voire 5 μm , voire même 2 μm .

- [0099] Selon un exemple particulier, les zones démétallisées 30 forment des îlots ou lignes dont la dimension de plus petite taille dans le plan de l'arrangement 26 de pixels (taille d'îlot ou largeur de ligne) est inférieure ou égale à 50 μm , voire moins voire 40 μm , voire 5 μm , voire même 2 μm . Ainsi, si les zones démétallisées 30 sont rectangulaires, alors leurs plus petite dimension (largeur) dans le plan de l'arrangement 26 de pixels est inférieure ou égale à l'une des valeurs seuils précitées. Si les zones démétallisées 30 sont des îlots circulaires, alors leurs rayon dans le plan de l'arrangement 26 de pixels est inférieure ou égal à l'une des valeurs seuils précitées.
- [0100] Bien qu'une certaine latitude existe dans la configuration des zones démétallisées 30, il convient d'éviter si possible la formation de motifs démétallisés susceptibles de produire un effet de Moiré (image qui bouge) bien connu de l'homme du métier, ce qui dégraderait la qualité de l'image finale IG.
- [0101] Selon un exemple particulier, les zones démétallisées 30 forment au moins un groupe de lignes 29 de démétallisation parallèles les unes aux autres, la distance (ou espace) entre deux lignes 30 de démétallisation consécutives dudit au moins un groupe étant au maximum de 60 μm , voire même 50 μm . Au-delà de cet espace maximum, il y a un risque qu'un observateur OB puisse distinguer à l'œil nu les lignes de démétallisation dans l'image IG finale personnalisée. Une distance interligne de 60 μm correspond à 1 minute d'angle pour un œil d'observateur situé à une distance de 30 cm de l'image personnalisée.
- [0102] Selon un exemple particulier, les lignes de démétallisation 29 dudit au moins un groupe sont agencées de façon périodique dans la couche holographique 6 (dans le plan de l'arrangement 26 de pixels).
- [0103] Selon un exemple particulier représentée en [fig.4B], les lignes démétallisées 29 comprennent un premier groupe de lignes démétallisées LN1 agencées périodiquement de sorte à s'étendre parallèlement suivant une première direction DR1 et comprenant un deuxième groupe de lignes démétallisées LN2 agencées périodiquement de sorte à s'étendre parallèlement suivant une deuxième direction DR2 (différente de DR1), les lignes LN1, LN2 des premier et deuxième groupes s'intersectant les unes avec les autres.
- [0104] La [fig.4B] représente ainsi un exemple particulier selon lequel les zones démétallisées 30 sont réalisées en forme de grille s'étendant de façon continue sur la surface de l'arrangement 26 de pixels. Le croisement des lignes de démétallisation pour former une grille permet de réduire significativement les risques de délamination lors de la personnalisation S8 à venir. En particulier, il a été constaté que si l'on forme qu'un seul groupe de lignes démétallisées selon une direction quelconque, les risques de délamination sont réduits mais il peut malgré tout se produire encore des délaminations ou défauts de cohésion en bandes, c'est-à-dire suivant des bandes de l'arrangement 26

situées entre (et délimitées par) ces lignes de démétallisation.

- [0105] Selon un exemple particulier représenté [fig.4B], l'arrangement 26 de pixels forme des lignes parallèles 29 de sous-pixels de même couleur s'étendant suivant une troisième direction DR3, les première et deuxième directions DR1, DR2 étant différentes de la troisième direction DR3. Autrement dit, les lignes de démétallisation LN1, LN2 ne sont pas parallèles aux lignes de sous-pixels 29 pour éviter l'effet de Moiré qui serait sinon susceptible de se produire et qui dégraderait la qualité de l'image personnalisée IG.
- [0106] Par ailleurs, lors de l'étape S4 de destruction partielle, la taille de spot (c'est-à-dire la surface d'impact) du premier rayonnement laser LS1 dans la couche holographique 6 est inférieure ou égale à 3 μm . La taille de spot est de préférence inférieure à 2 μm , dans le cas notamment où des lignes démétallisées sont réalisées avec une largeur maximale de 2 μm , afin de limiter la taille des zones démétallisées 30 et ainsi éviter que ces zones soient visibles à l'œil nu, ce qui permet d'assurer une bonne qualité de l'image personnalisée IG comme déjà expliqué.
- [0107] Le premier rayonnement laser LS1 utilisé lors de la destruction partielle en S4 est par exemple un laser UV (ultraviolet), ce qui permet de réaliser une démétallisation locale de haute précision dans le film métallique 10. En variante, le laser LS1 se situe dans le spectre de la couleur verte ou éventuellement proche IR (infrarouge), mais la précision lors de la démétallisation est plus faible que pour un laser UV et ne permet donc pas de former des zones démétallisées 30 aussi fines.
- [0108] Après formation (S4) des zones démétallisées 30, on réalise une étape S6 (**figures 3C et 5**) de lamination au cours de laquelle la couche holographique 6, la couche supérieure 4 et la couche inférieure 12 sont laminées ensemble de sorte que la couche holographique 6 soit intercalée entre les couches supérieure et inférieure 4, 12.
- [0109] Comme déjà indiqué, dans cet exemple particulier, la couche holographique 6 est fournie dans une structure multicouche 25 de sorte à être déjà intercalée entre les couches supérieure et inférieure 4, 12, ces couches étant disposées ensemble sur la couche support 14. Ainsi, l'étape S4 de lamination consiste dans cet exemple particulier à laminier ensemble la couche holographique 6, la couche supérieure 4, la couche inférieure 12 et la couche support 14. D'autres exemples sont toutefois possibles dans lesquelles la couche inférieure 12 et la couche support 14 forment une même couche inférieure, de préférence adhésive.
- [0110] Une lamination est un processus mécanique bien connue de l'homme du métier au cours duquel est appliquée une pression mécanique selon une durée appropriée, avec apport ou non de chaleur, de sorte à former un ensemble laminé sensiblement cohérent.
- [0111] Comme représenté en [fig.3C], en raison de l'absence de métal dans les zones démétallisées 30, le polymère de la couche supérieure 4 et le polymère de la couche in-

férieure 12 migrent dans les zones démétallisées 30, au travers de la couche holographique 6, de sorte à établir des ponts d'adhésion en polymère entre les deux couches 4, 12. Cette migration est représenté par la référence 34 en [fig.3C]. Ces ponts (ou jonctions) en polymère formés au travers des zones démétallisées 30 constituent des zones d'adhésion renforcée, de polymère à polymère, des couches supérieure et inférieure 4, 12 de part et d'autre de la couche holographique 6, ce qui permet d'augmenter la résistance mécanique de la structure, face notamment aux stress générés lors de l'étape S8 de personnalisation à venir.

- [0112] Ainsi, lors de la lamination S6, les couches supérieure et inférieure 4, 12 sont pressées à des pression et température telles que les matières polymères qui les constituent atteignent leur point de ramollissement de Vicat et s'interpénètrent localement, au travers de la couche holographique 6 au niveau des zones démétallisées 30, pour former une structure laminée présentant une meilleur cohérence et une résistance accrue aux stress mécaniques.
- [0113] Après l'étape S6 de lamination, on réalise une étape S8 (**figures 3D et 5**) de personnalisation de l'arrangement 26 de pixels par formation au moyen d'un deuxième rayonnement laser LS2, dans la couche holographique 6, de perforations (ou trous) 40 révélant localement au travers de la structure holographique (c'est-à-dire au travers de la couche holographique 6) des zones 44 de nuance de couleur dans les sous-pixels 28, de sorte à former une image personnalisée IG à partir de l'arrangement 26 de pixels combiné aux zones 44 de nuances de couleur. Ces zones 44 de nuance de couleur (ou zones de nuance colorimétrique) sont causées par des régions sous-jacentes 42 de la couche inférieure 12 situées en regard des perforations 40 (ces régions sous-jacentes 42 étant donc visibles par un observateur OB au travers des perforations 40). Une fois cette étape S8 de personnalisation réalisée, la structure multicouche 25 constitue ainsi un document sécurisé comprenant une image couleur personnalisée IG.
- [0114] Cette étape S8 de personnalisation est par exemple mise en œuvre au moyen d'un dispositif DV2 de personnalisation ([fig.5]) qui projette le deuxième rayonnement laser LS2 à des positions particulières de l'arrangement 26 de pixels, pour moduler (modifier) la contribution colorimétrique de certains sous-pixels 28 de sorte à révéler l'image personnalisée IG souhaitée.
- [0115] Les perforations 40 constituent des régions dans lesquelles la couche holographique 24 est détruite ou supprimée par l'effet de perforation du laser. Les zones 44 de nuance de couleur ainsi produites (S8) dans l'arrangement 26 de pixels présentent une couleur qui est fonction de la nature de la couche inférieure 12 sous-jacente. Dans le cas par exemple d'une couche inférieure 12 opaque ou noire, les zones 44 de nuance de couleur sont sombres ou noires. Si au contraire la couche inférieure 12 est claire, les zones 44 de nuance de couleur révélées au travers des perforations 40 sont claires

également. En adaptant la position et la taille des zones 44 de nuance de couleur, il est ainsi possible de moduler la contribution colorimétrique des différents sous-pixels 28 de couleur présents dans chaque pixel 27, et ainsi de révéler l'image personnalisée IG dans l'arrangement de pixels. Autrement dit, en réalisant ces perforations 40 au laser LS2 au travers de l'épaisseur de la couche holographique 6, on peut découvrir des régions sous-jacentes 42 de la couche inférieure 12 de sorte à produire des zones 44 de nuance colorimétrique, par exemple sombres ou claires, dans tout ou parties de sous-pixels 28. Pour ce faire, les perforations 40 peuvent présenter diverses formes et dimensions qui peuvent varier selon le cas.

[0116] Plus particulièrement, les perforations 40 sont agencés de façon à sélectionner la couleur des pixels 27 en modifiant la contribution colorimétrique des sous-pixels 28 les uns par rapport aux autres dans une partie au moins des pixels 27 formés par la couche holographique 6, de sorte à révéler l'image personnalisée IG à partir de l'arrangement 29 de pixels combiné aux zones 44 de nuance de couleur. La perforation au laser dans la couche holographique 24 entraîne une élimination (ou déformation) locale de la géométrie de la structure holographique, et plus particulièrement des reliefs 8 et/ou de la sous-couche métallique 10 recouvrant ces reliefs. Ces destructions locales conduisent à une modification du comportement de la lumière (i.e. de la réflexion, diffraction, transmission et/ou réfraction de la lumière) dans les pixels et sous-pixels correspondants. En détruisant localement par perforation tout ou partie de sous-pixels 28 et en révélant, à la place, des zones sombres, claires ou autre dans la couche inférieure 12, on génère ainsi des niveaux de gris (ou nuances de couleurs) dans les pixels 27 en modifiant la contribution colorimétrique de certains sous-pixels, les uns par rapport aux autres, dans le rendu visuel de l'image IG finale. La création des zones 44 de nuance de couleur permet en particulier de moduler le passage de la lumière incidente qui est réfléchi sur l'arrangement 26 de pixels vers un observateur OB, de sorte que, pour une partie au moins des pixels 27, un sous-pixel 28 ou plus ait une contribution (ou un poids) colorimétrique augmentée ou diminuée par rapport à celle d'au moins un autre sous-pixel voisin du pixel concerné. En particulier, l'effet holographique est éliminé, ou réduit, dans les régions perforées de la structure holographique, ce qui diminue (voire élimine totalement) la contribution relative en couleur des sous-pixels 28 au moins en partie perforés par rapport à au moins un autre sous-pixel voisin 28 des pixels 27 concernés.

[0117] La figure 6C illustre le rendu visuel d'une image personnalisée IG à l'issue de l'étape S8 de personnalisation. On suppose ici que l'image IG ainsi créée est une image couleur résultant d'une modulation sélective des contributions colorimétriques de sous-pixels 28 de couleur. Comme déjà indiqué, on peut toutefois réaliser de la même manière une image personnalisée IG en nuance de gris par exemple en adaptant les

couleurs des sous-pixels 28 en conséquence.

- [0118] Selon un exemple particulier, la couche inférieure 12 positionnée en regard de la couche holographique 6 est opaque (non-réfléchissante) vis-à-vis au moins du spectre de longueurs d'onde du visible. En d'autres termes, la couche inférieure 12 absorbe au moins les longueurs d'onde dans le spectre du visible. Il s'agit par exemple d'une couche sombre (de couleur noire par exemple). On considère dans ce document que le spectre de longueurs d'onde du visible est approximativement entre 400 et 800 nanomètres (nm), ou plus précisément entre 380 et 780 nm dans le vide. A noter que cette couche inférieure 12 peut être en revanche transparente à d'autres longueurs d'onde, notamment aux infrarouges.
- [0119] Selon un exemple particulier, la couche inférieure 12 est telle que la densité de noir de l'image personnalisée IG est supérieure à la densité de noire intrinsèque de la couche holographique 6 sans (indépendamment de) la couche inférieure 12. Comme bien connu de l'homme du métier, la densité de noire est mesurable au moyen d'un appareil de mesure adéquate (par exemple, un colorimètre ou un spectromètre).
- [0120] Selon un exemple particulier, la couche inférieure 12 comprend une surface noire opaque en regard de la couche holographique 6 et/ou comprend des pigments noirs ou noires opacifiants (ou sombres) dans sa masse. La couche inférieure 12 peut comprendre notamment une encre noire, ou encore un matériau teinté dans sa masse pas des pigments noirs ou opacifiants (ou sombres).
- [0121] La couche inférieure 12 peut être d'une autre couleur que noire ou peut être transparente.
- [0122] Le deuxième rayonnement laser LS2 utilisé en S8 pour former les perforations 40 dans la couche holographique 6 est de préférence à un spectre de longueurs d'onde SP2 différent du spectre de longueurs d'onde du visible. Pour ce faire, on peut par exemple utiliser un laser YAG (par exemple à une longueur d'onde de 1064 nm), un laser bleu, un laser UV, etc. On peut par ailleurs appliquer par exemple une fréquence d'impulsion comprise entre 1 kHz et 100 kHz, bien que d'autres configurations soient envisageables. Il revient à l'homme du métier de choisir la configuration du rayonnement laser LS2 selon le cas d'espèce.
- [0123] Selon un exemple particulier, le deuxième rayonnement laser LS2 est identique au premier rayonnement laser LS1 utilisé lors de démétallisation S4 ([fig.5]).
- [0124] En outre, il est nécessaire que la couche holographique 6 (et plus particulièrement sa structure holographique) absorbe au moins partiellement l'énergie délivrée par le rayonnement laser LS2 pour créer les perforations 40 précédemment décrites. Autrement dit, le rayonnement laser LS2 est caractérisé par un spectre de longueurs d'onde SP2 qui est absorbé au moins partiellement par la structure holographique. On peut donc choisir les matériaux de la couche holographique 6 en conséquence.

- [0125] Selon un exemple particulier, les matériaux formant la structure holographique sont sélectionnés de sorte à ce qu'ils n'absorbent pas la lumière dans le visible. De cette manière, il est possible de créer des perforations 40 au moyen d'un rayonnement laser LS2 émettant hors du spectre visible et de générer une image personnalisée IG qui est visible à l'œil humain par effet holographique. Des exemples de matériaux sont décrits ultérieurement (polycarbonate transparent, PVC, colle transparente, etc.).
- [0126] En revanche, le spectre SP2 est choisi de préférence de sorte à ce que le rayonnement laser LS2 ne soit pas absorbé par la couche inférieure 12.
- [0127] Des couches additionnelles (non représentées), en polymère tel que du polycarbonate ou tout autre matériau approprié peuvent en outre être appliquées de part et d'autre de la structure multicouche 25, notamment pour protéger l'ensemble.
- [0128] Comme déjà indiqué, l'absence de métal dans les zones démétallisées 30 permet d'éviter le phénomène de sublimation qui serait sinon causé dans ces zones lors de la personnalisation S8 au laser. Les zones démétallisées 30 forment ainsi des zones d'adhésion accrue qui permettent d'éviter les délaminations lors de la personnalisation S8. Les ponts d'adhésion entre la matière polymère des couches supérieur et inférieur 4, 12 permettent d'assurer une meilleure cohésion à la structure multicouche. L'invention permet ainsi d'augmenter la résistance mécanique de la structure multicouche, face notamment aux stress générés lors de l'étape S8 de personnalisation par le deuxième rayonnement laser LS2, et donc d'éviter ou de réduire significativement le phénomène de délamination décrit ci-avant. Grâce à l'invention, on peut réaliser des images sécurisées de haute qualité en couleur ou en niveaux de gris.
- [0129] Le recours à une couche holographique permet en effet d'obtenir une qualité d'image accrue, à savoir une meilleure luminosité globale de l'image finale (plus de brillance, couleurs plus vives) et une meilleure capacité de saturation en couleur. On peut ainsi former une image couleur de haute qualité avec un gamut colorimétrique amélioré par rapport à une image imprimée par exemple.
- [0130] L'usage d'une structure holographique pour former l'arrangement de pixels est avantageux en ce que cette technique offre une grande précision de positionnement des pixels et sous-pixels ainsi formés. Cette technique permet d'éviter notamment les chevauchements ou désalignements entre sous-pixels, ce qui améliore le rendu visuel global.
- [0131] L'invention permet de produire des images personnalisées facilement authentifiables et résistantes aux falsifications et reproductions frauduleuses. Il est en particulier possible de réaliser les zones démétallisées 30 selon des motifs complexes qui sont reconnaissables et authentifiables à l'aide de moyen de visualisation appropriés. Le niveau de complexité et de sécurité de l'image qui est atteint grâce à l'invention ne se fait pas au détriment de la qualité du rendu visuel de l'image.

- [0132] Selon un exemple particulier, on peut par ailleurs dédier des zones (métallisées) de la couche holographique qui sont destinées à être démétallisées ultérieurement par laser LS1 lors de la destruction partielle S4. Ainsi, lors de la fabrication de la couche holographique, on peut configurer certaines zones métallisées de la structure holographique (plus précisément de la sous-couche de métal) afin qu'elles soient démétallisées par la suite. Par exemple une ligne blanche peut être formée entre chaque ligne de sous-pixels dans l'arrangement de pixels, ces lignes blanches étant par exemple de largeur plus petite que les lignes de sous-pixels. On peut également former au sein de l'arrangement de pixels un groupe de lignes de sous-pixels (par exemple les lignes de sous-pixel d'une même couleur) de sorte à ce que les lignes de ce groupe présentent une largeur plus grande que la largeur des autres lignes de sous-pixels (par exemple les lignes de sous-pixel dans les autres couleurs). Les lignes de sous-pixel de plus grande largeur peuvent ainsi être partiellement amputées (démetallisées) lors de la démétallisation, par exemple de sorte à ce que les lignes du groupe en question présente après démétallisation une largeur égale (ou sensiblement égale) à celle des autres lignes de sous-pixels. Ainsi, une démétallisation précise (avec vision) est nécessaire pour permettre la démétallisation en régression des portions métallisées conçues à cet effet dans la couche holographique, ce qui permet d'ajouter un niveau de sécurité supplémentaire.
- [0133] Par ailleurs, comme représenté en **figures 4A et 4B**, il est possible d'utiliser des repères visuels (ou marque visuels) 46 formés par la couche holographique 6 dans l'arrangement 26 de pixels afin de positionner précisément les tirs laser LS2 réalisés par le dispositif DV2 lors de la personnalisation S8. L'utilisation de ces repères visuels 46 permet de former des perforations 40 en régression avec les sous-pixels 28. Une bonne régression (c'est-à-dire un bon positionnement relatif des tirs lasers par rapport aux sous-pixels) est nécessaire pour permettre une personnalisation précise de l'arrangement 26 de pixels et ainsi la formation d'une image de qualité.
- [0134] Pour ce faire, le dispositif DV2 peut comprendre des moyens de visualisation pour visualiser lors de la personnalisation S8 les repères visuels 46 présents dans l'arrangement 26 de pixels, ainsi que des moyens de projection laser pour projeter le rayonnement laser LS2 à des positions déterminées à partir des repères visuels 46. La fonction de visualisation est représentée par la référence VS en [fig.7]. Le dispositif DV2 est en particulier apte à se déplacer relativement à l'arrangement 26 de pixels de sorte à détecter les repères visuels 46 et à positionner les moyens de projection laser de sorte à former par perforation au laser LS2 les perforations 40 au travers de la couche holographique 6.
- [0135] L'agencement, la position, la forme et les dimensions des repères visuels 46 peuvent être adaptés selon le cas. Selon un exemple particulier, les repères visuels 46 (de forme rectangulaire, carrée ou autre) sont répartis de façon uniforme ou périodique dans

l'arrangement 26 de pixels (cf. à titre d'exemple la [fig.4A]).

- [0136] Selon un exemple particulier représenté en [fig.7], au cours du procédé de fabrication précédemment décrit, le dispositif DV2 de personnalisation détecte (S20) des repères visuels 46 présents dans l'arrangement 26 de pixels, puis détermine (S22) à partir des repères visuels 46, des positions dans l'arrangement 26 de pixels correspondant à des sous-pixels 28 à personnaliser. Le dispositif DV2 projette ensuite le deuxième rayonnement laser LS2 pour former les perforations 40 dans la couche holographique 6 au niveau des positions ainsi déterminées.
- [0137] Cependant, il a été constaté que la formation des zones démétallisées 30 lors de l'étape S4 de destruction partielle peut rendre plus difficile l'étape S8 de personnalisation qui suit. En effet, la présence des zones démétallisées 30 peut conduire, lors de la personnalisation S8, à une dégradation de la visibilité des repères visuels 46 et/ou à une altération de la forme des repères visuels 46. Ceci rend ainsi plus difficile la détection des repères visuels lors de la personnalisation S8, ce qui peut conduire à des erreurs de positionnement des perforations 40 et donc à une dégradation de la qualité de l'image personnalisée IG.
- [0138] La [fig.8A] représente par exemple des repères visuels 46 tels que visualisés par les moyens de visualisation du dispositif DV2 lors de l'étape S8 de personnalisation (plus particulièrement lors de l'étape S20 de détection, [fig.7]), dans l'exemple particulier où les zones démétallisées sont configurées comme représentées en [fig.4B]. Comme illustré en [fig.8A], les repères visuels 46 apparaissent pour le dispositif DV2 de personnalisation avec un contraste limité et sont difficiles à détecter pour le dispositif DV2.
- [0139] Aussi, selon un exemple particulier, lors de l'étape S4 (**figures 3B et 5**) de destruction partielle au laser LS1, les zones démétallisées 30 sont formées dans des zones (ou régions) de la couche holographique 6 sans altérer les repères visuels 46 formés intrinsèquement par la couche holographique 6 dans l'arrangement 26 de pixels. Autrement dit, les zones démétallisées 30 sont formées en S4 de sorte à ne pas altérer ou recouvrir les (ou se superposer aux) repères visuels 46 formés intrinsèquement par la couche holographique 46.
- [0140] Comme représenté par exemple en [fig.8B], lors de l'étape S4 destruction partielle (**figures 3B et 5**), les zones démétallisées 30 sont formées de sorte à définir au moins une fenêtre 50 dépourvue de zone démétallisées 30, les repères visuels 46 étant chacun positionnés dans l'une de ces fenêtres 50. Ainsi, les zones démétallisées 30 n'affecte pas le rendu visuel des repères visuels 46 de sorte que le dispositif DV2 de personnalisation peut les détecter plus facilement lors de l'étape S20 de détection ([fig.7]).
- [0141] La [fig.8C] représente par exemple les repères visuels 46 tels que visualisés par les moyens de visualisation du dispositif DV2 lors de l'étape S8 de personnalisation dans

le cas particulier où les zones démétallisées 30 sont configurées comme représenté en [fig.8B]. Comme illustré sur en [fig.8C], les repères visuels 46 apparaissent avec un meilleur contraste et sont plus faciles à détecter pour le dispositif DV2 de personnalisation.

- [0142] Grâce à l'invention, une fois la démétallisation réalisée en registration par rapport aux repères visuels 46 servant à la personnalisation, on peut connaître précisément la position des zones démétallisées 30 ainsi obtenues. Or, il a été constaté en pratique que des paramètres laser lors de la personnalisation S8 au laser LS2 peuvent être adaptés pour optimiser la qualité de l'image personnalisée IG (en utilisant un faisceau laser plus énergétique), mais cette optimisation plus énergétique est susceptible de poser problème car elle peut entraîner des délaminations dans les zones démétallisées 30. Puisque la position des zones démétallisées par rapport aux repères visuels est connue avec précision, on peut ainsi réaliser une défonce dans l'image à personnaliser afin de ne pas affecter les zones démétallisées, ce qui permet d'utiliser un faisceau plus énergétique sans risque de délamination.
- [0143] La [fig.9] représente, selon un exemple particulier, un système de fabrication SY1 comprenant le dispositif DV1 configuré pour former les zones démétallisées 30 au cours de l'étape S4 de destruction partielle. Le système SY1 comprend en outre un système de rouleaux (dont les rouleaux 52 et 54) pour déplacer la couche holographique 6 par rapport au dispositif DV1.
- [0144] Le dispositif DV1 comprend des moyens de visualisation (par exemple une caméra) pour visualiser l'arrangement 26 de pixels formé par la couche holographique 6. La fonction de visualisation des moyens de visualisation est représentée par la référence VS en [fig.9]. La fonction de visualisation VS permet en particulier au dispositif DV1 d'examiner la surface de la couche holographique et de détecter des repères visuels, à savoir les repères visuels 46 ou d'autres repères visuels présents à cette fin dans l'arrangement 26 de pixels pour permettre une démétallisation en S4 en registration avec les pixels 27.
- [0145] Le dispositif DV1 comprend en outre des moyens de projection laser configurés pour projeter le premier rayonnement laser LS1 sur la couche holographique 6 de sorte à former les zones démétallisées 30. Pour ce faire, le dispositif DV1 peut repérer des repères visuels comme indiqué ci-avant, déterminer des positions dans l'arrangement 26 de pixels à partir de ces repères visuels, et projeter le laser LS1 au niveau des positions déterminées dans la couche holographique 6 de sorte à former les zones démétallisées 30 souhaitées.
- [0146] Comme déjà indiqué, l'invention concerne le procédé de fabrication ainsi qu'un document sécurisé comprenant une image personnalisée comportant les caractéristiques structurelles correspondantes. En particulier, l'invention concerne une

structure multicouche 25 (ou document sécurisé) telle que précédemment décrite en référence notamment aux [fig.3D] et 6, cette structure multicouche comprenant :

- [0147] – une couche holographique 6 comprenant une structure holographique métallique formant l'arrangement 26 de pixels, cette structure holographique comprenant une sous-couche métallique 10, chaque pixel 28 comportant une pluralité de sous-pixels 28 de couleurs distinctes ;
 - des zones démétallisées 30 dans l'arrangement 26 de pixels formées par une destruction partielle par un premier rayonnement laser LS1 de la couche holographique 6 de sorte à retirer sélectivement au moins des portions de la sous-couche métallique 10 ; et
 - une couche supérieure 4 en polymère et une couche inférieure 12 en polymère qui sont laminées avec la couche holographique 6, cette couche holographique 6 étant intercalée entre les couches supérieure et inférieure 4,12, les zones démétallisées 30 formant des zones d'adhésion de polymère à polymère par la lamination de la couche supérieure 4 avec la couche inférieure 12 laminées ensemble ; et
 - des perforations 40 dans la couche holographique 6 formée au moyen d'un deuxième rayonnement laser LS2 pour personnaliser l'arrangement 26 de pixels, ces perforations révélant localement au travers de la structure holographique des zones 44 de nuance de couleur, dans les sous-pixels 28, causées par des régions sous-jacentes 42 de la couche inférieure 12 situées en regard des perforations 40, de sorte à former une image personnalisée IG à partir de l'arrangement 26 de pixels combiné aux zones 44 de nuances de couleur.
- [0148] Les divers modes de réalisation et variantes décrits ci-avant en référence au procédé de fabrication s'appliquent de façon analogue à la structure multicouche (ou document sécurisé) de l'invention. En particulier, les zones démétallisées 30 peuvent être formées de sorte que la surface cumulée des zones démétallisées 30 est inférieure ou égale à 30%, voire 20%, voire 5%, voire même 3% de la surface totale de l'arrangement de pixels.
- [0149] Les zones démétallisées 30 peuvent être réparties de façon périodique dans la couche holographique 6.
- [0150] Les zones démétallisées 30 peuvent former des lignes de démétallisation d'une largeur maximale de 50 μm , voire 40 μm , voire 5 μm , voire même 2 μm .
- [0151] Les zones démétallisées 30 peuvent former au moins un groupe de lignes de démétallisation parallèles les une autres, la distance entre deux lignes de démétallisation consécutives dudit au moins un groupe étant au maximum de 60 μm , voire même 50 μm .
- [0152] 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 œuvre de l'invention. En particulier, l'homme du métier pourra envisager une quelconque adaptation ou combinaison des modes de réalisation et variantes décrits ci-avant, afin de répondre à un besoin bien particulier conformément aux revendications présentées ci-après.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'un document sécurisé (25), ledit procédé comprenant successivement :
- fourniture (S2) d'une première couche (6) comprenant une structure holographique métallique formant un arrangement (26) de pixels (27), ladite structure holographique comprenant une sous-couche (10) de métal, chaque pixel comportant une pluralité de sous-pixels (28) de couleurs distinctes ;
 - destruction partielle (S4), par un premier rayonnement laser (LS1), de la première couche de sorte à retirer sélectivement au moins des portions de la sous-couche de métal pour former des zones démétallisées (30) dans l'arrangement de pixels ; et
 - lamination (S6) de la première couche avec une couche supérieure (4) en polymère et une couche inférieure (12) en polymère de sorte que la première couche soit intercalée entre les couches supérieure et inférieure ; et
 - personnalisation (S8) de l'arrangement (26) de pixels par formation au moyen d'un deuxième rayonnement laser (LS2), dans la première couche, de perforations (40) révélant localement au travers de la structure holographique des zones (44) de nuance de couleur dans les sous-pixels (28) causées par des régions sous-jacentes (42) de la couche inférieure situées en regard desdites perforations, de sorte à former une image personnalisée (IG) à partir de l'arrangement de pixels combiné aux zones de nuances de couleur.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, les zones démétallisées (30) formant, lors de ladite lamination, des zones d'adhésion de polymère à polymère entre la couche supérieure et la couche inférieure.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel lors de la destruction partielle (S4), les zones démétallisées sont formées de sorte que :
- la surface cumulée des zones démétallisées (30) soit inférieure ou égale à 30 % de la surface totale de l'arrangement de pixels.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les

- zones démétallisées (30) sont des lignes ou des îlots répartis de façon périodique dans la première couche.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les zones démétallisées (30) forment des lignes (LN1, LN2) de démétallisation d'une largeur maximale de 50 μm .
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, dans lequel les zones démétallisées (30) forment au moins un groupe de lignes de démétallisation parallèles les unes aux autres, la distance entre deux lignes de démétallisation consécutives dudit au moins un groupe étant au maximum de 60 μm .
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 6, les lignes démétallisées comprenant un premier groupe de lignes démétallisées (LN1) agencées périodiquement de sorte à s'étendre parallèlement suivant une première direction (DR1) et comprenant un deuxième groupe de lignes démétallisées (LN2) agencées périodiquement de sorte à s'étendre parallèlement suivant une deuxième direction (DR2), les lignes des premier et deuxième groupes s'intersectant les unes avec les autres.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'arrangement (26) de pixels forme des lignes parallèles de sous-pixels de même couleur s'étendant suivant une troisième direction (DR3), les première et deuxième directions étant différentes de la troisième direction.
- [Revendication 9] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel lors de la destruction partielle, la taille de spot du premier rayonnement laser dans la première couche est inférieure ou égale à 3 μm .
- [Revendication 10] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le premier rayonnement laser (LS1) utilisé lors de la destruction partielle est un laser UV.
- [Revendication 11] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, la couche inférieure (12) étant une couche adhésive en polymère, le procédé comprenant avant la lamination (S6), un assemblage par estampage à chaud d'une couche support (14) en polymère sur la couche inférieure de sorte à ce que la couche inférieure (12) soit à l'interface entre la première couche (6) et la couche support (14).
- [Revendication 12] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel les zones (44) de nuances de couleur sont des zones sombres causées par lesdites régions sous-jacentes de la couche inférieure (12) de couleur noire.
- [Revendication 13] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la structure holographique forme en outre des repères visuels (46) dans

l'arrangement (26) de pixels,

dans lequel la personnalisation est mise en œuvre par un dispositif de personnalisation (DV1), ladite personnalisation comprenant :

- détection (S20) des repères visuels ;
- détermination (S22), à partir des repères visuels, de positions dans l'arrangement de pixels correspondant à des sous-pixels à personnaliser ; et
- projection (S24) du deuxième rayonnement laser pour former lesdites perforations dans la première couche au niveau des positions à personnaliser,

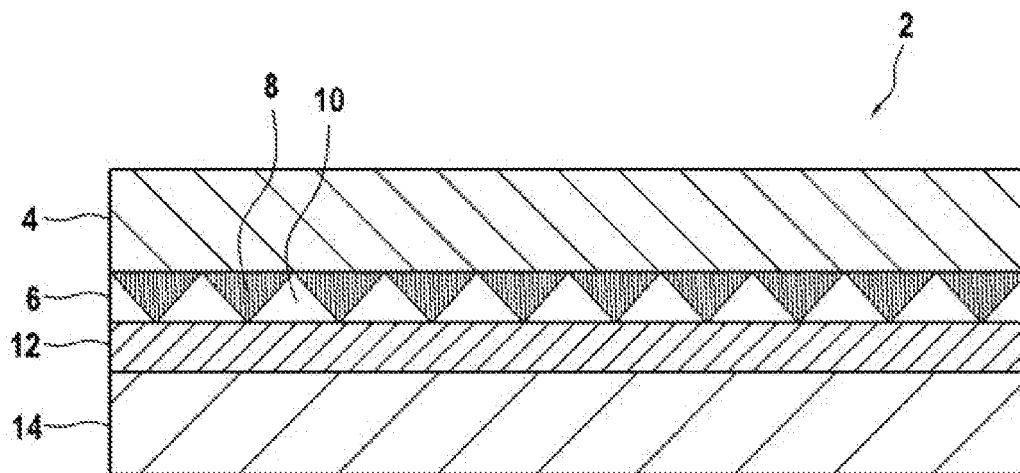
dans lequel, lors de la destruction partielle, les zones démétallisées (30) sont formées dans des zones, de la première couche, distinctes des repères visuels.

[Revendication 14] Document sécurisé (25) comprenant :

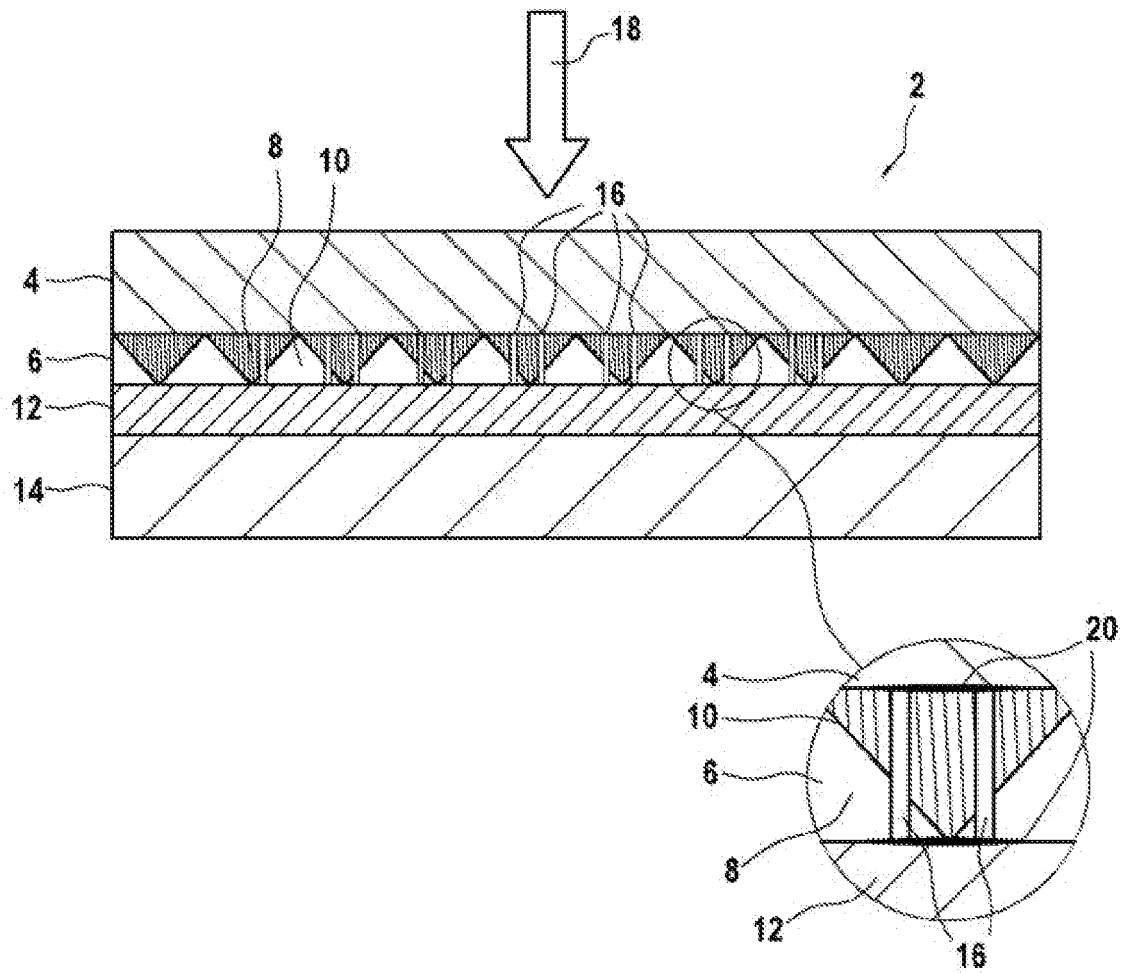
- une première couche (6) comprenant une structure holographique métallique formant un arrangement (26) de pixels, ladite structure holographique comprenant une sous-couche de métal (10), chaque pixel comportant une pluralité de sous-pixels (28) de couleurs distinctes ;
- des zones démétallisées (30) dans l'arrangement de pixels formées par une destruction partielle par un premier rayonnement laser de la première couche de sorte à retirer sélectivement au moins des portions de la sous-couche de métal ; et
- une couche supérieure (4) en polymère et une couche inférieure (12) en polymère qui sont laminées avec la première couche, ladite première couche étant intercalée entre les couches supérieure et inférieure, les zones démétallisées formant des zones d'adhésion de polymère à polymère par lamination de la couche supérieure avec la couche inférieure laminées ensemble ; et
- des perforations (40) dans la première couche formée au moyen d'un deuxième rayonnement laser pour personnaliser l'arrangement de pixels, lesdites perforations révélant localement au travers de la structure holographique des zones (44) de nuance de couleur dans les sous-pixels causées par des

régions sous-jacentes (42) de la couche inférieure situées en regard desdites perforations, de sorte à former une image personnalisée (IG) à partir de l'arrangement de pixels combiné aux zones de nuances de couleur.

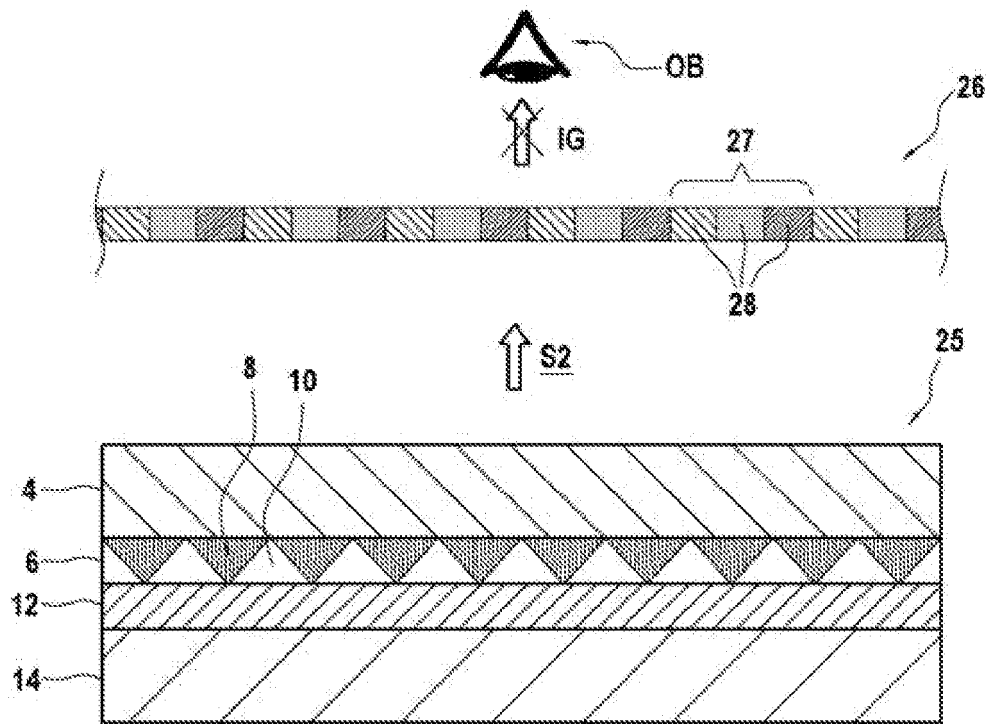
[Fig. 1]



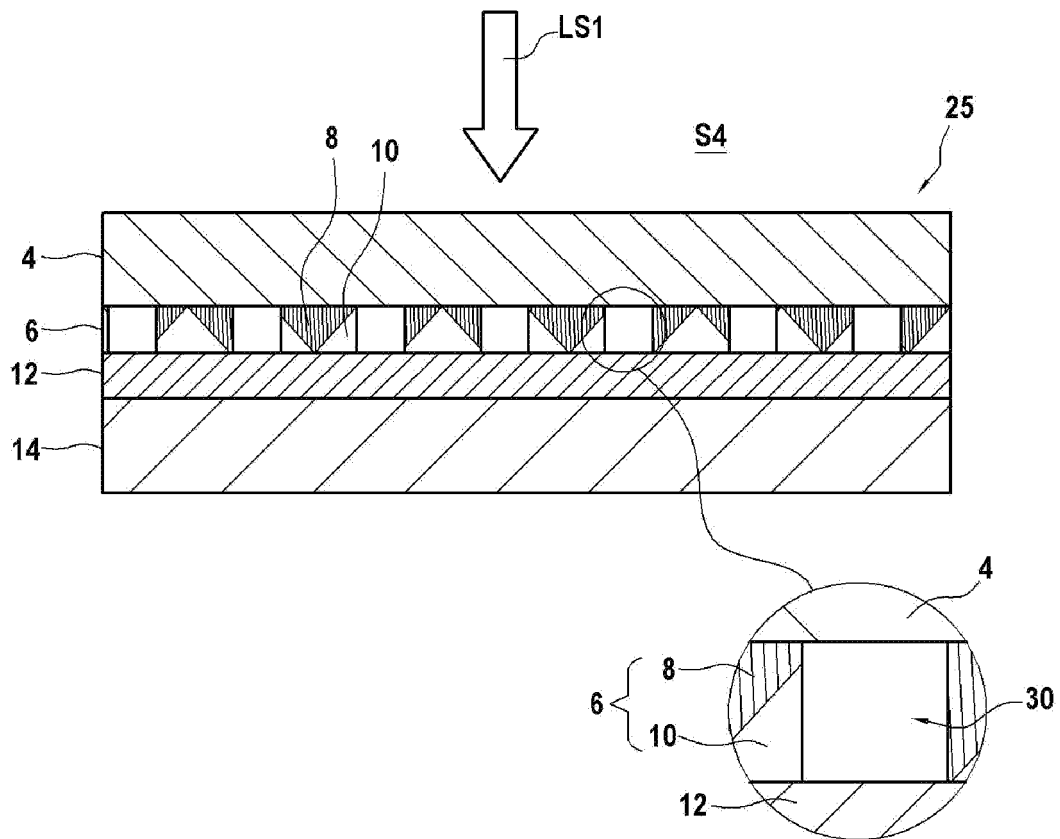
[Fig. 2]



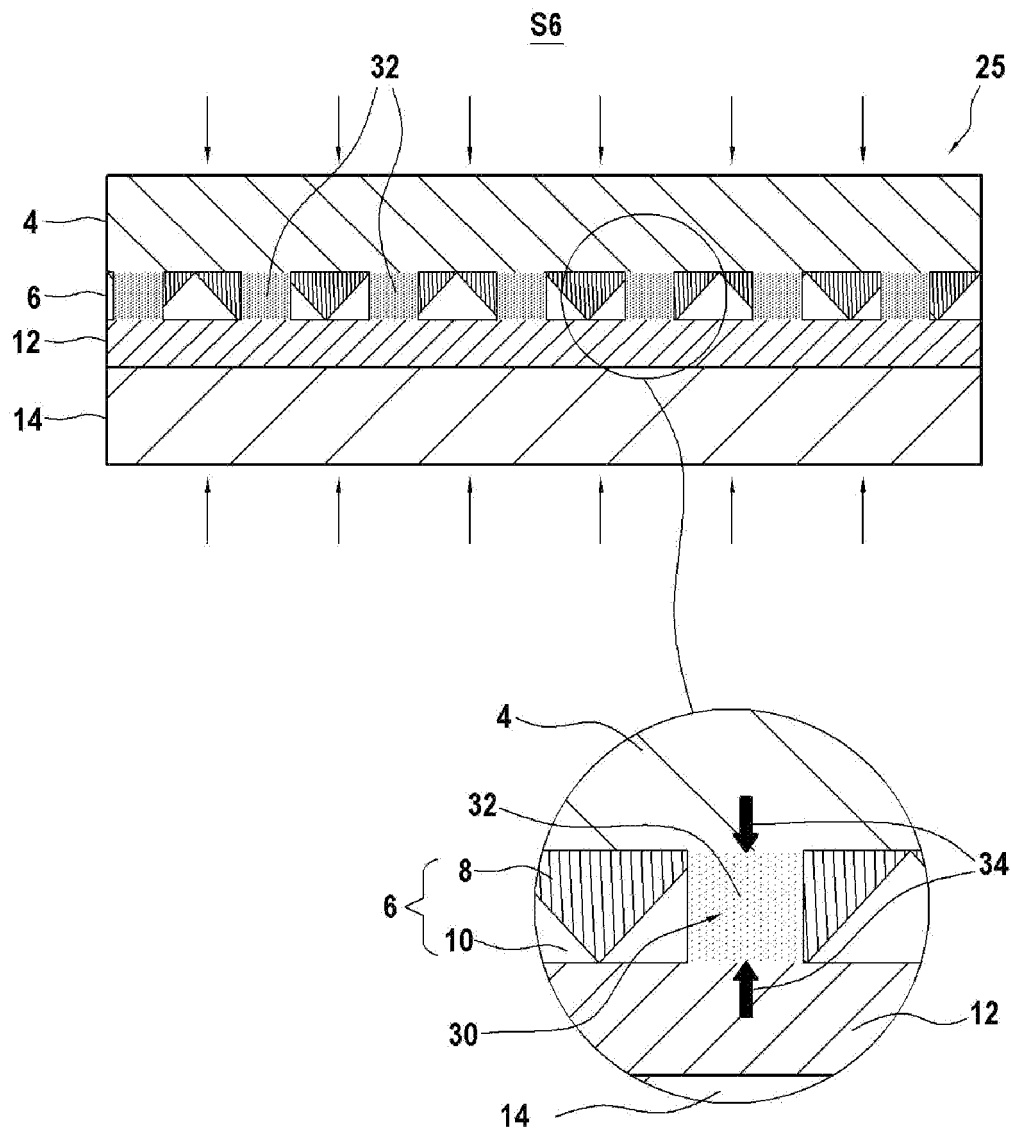
[Fig. 3A]



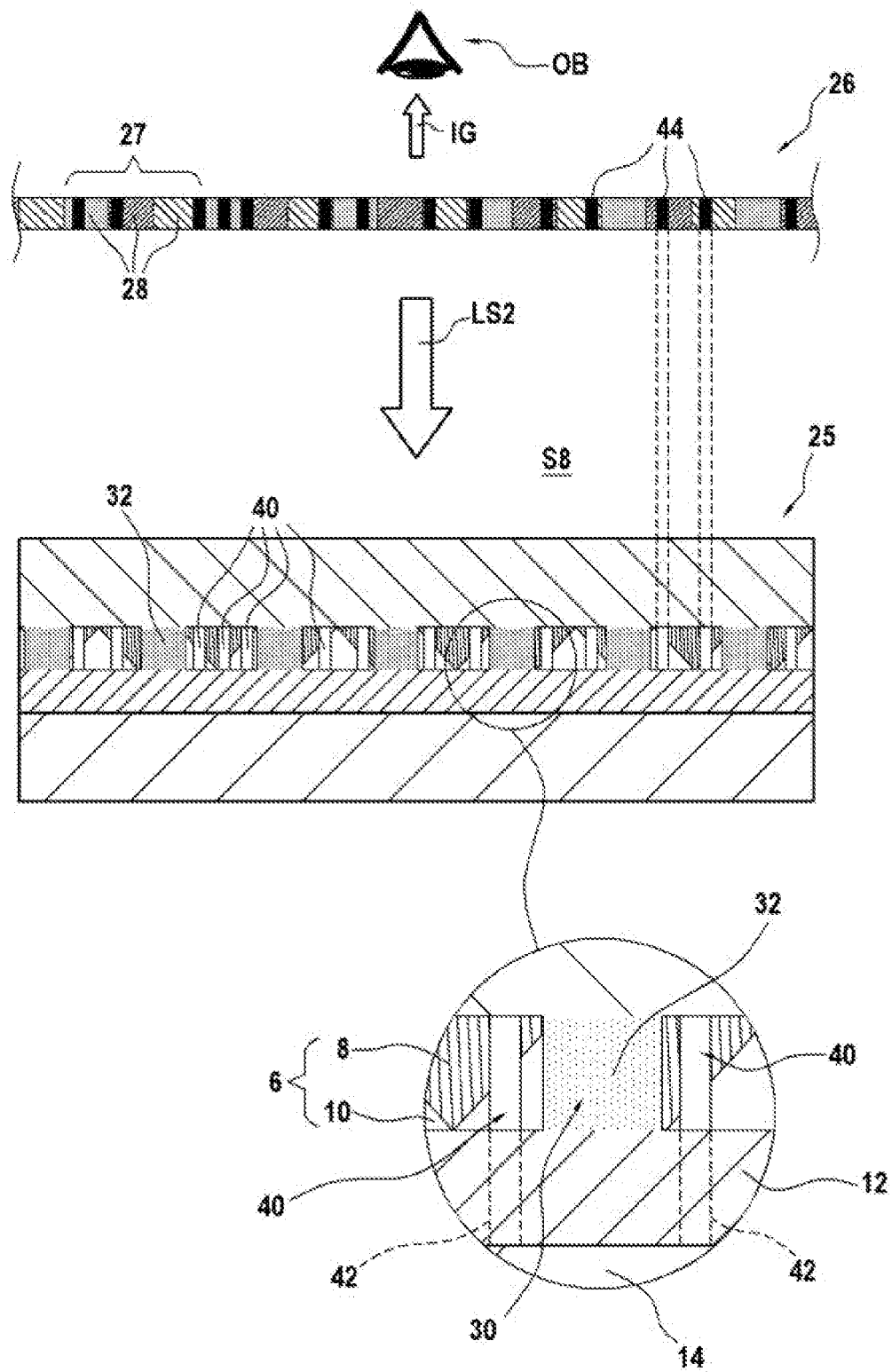
[Fig. 3B]



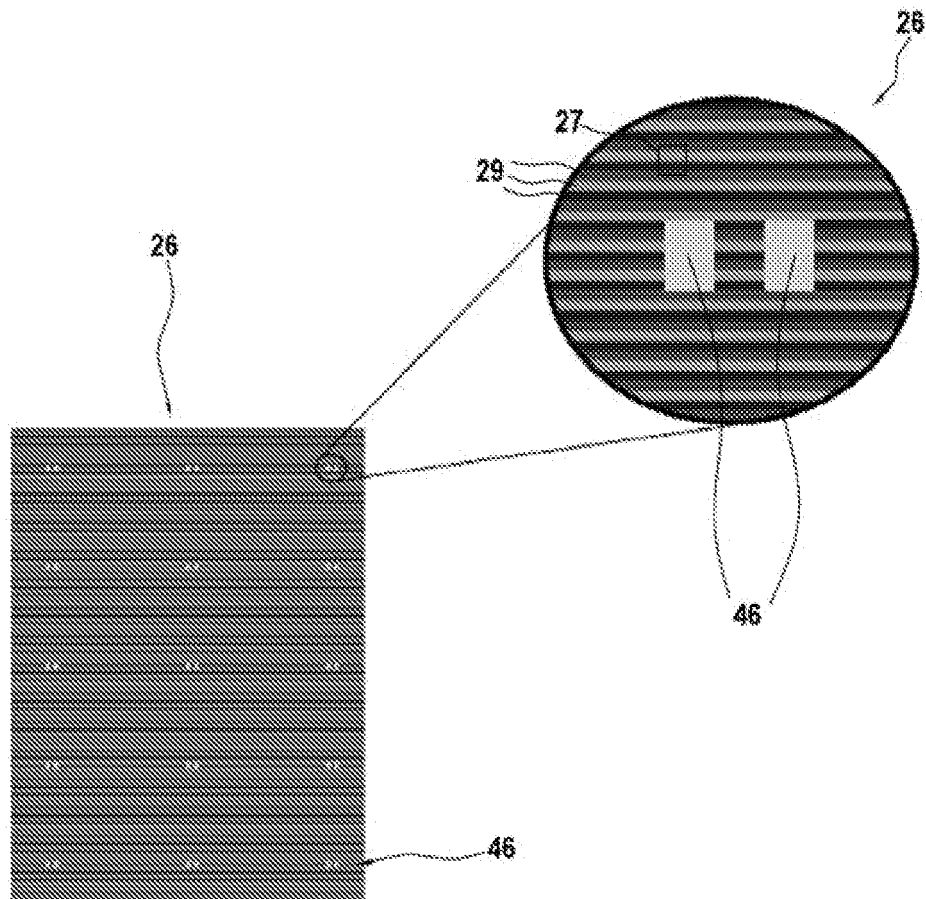
[Fig. 3C]



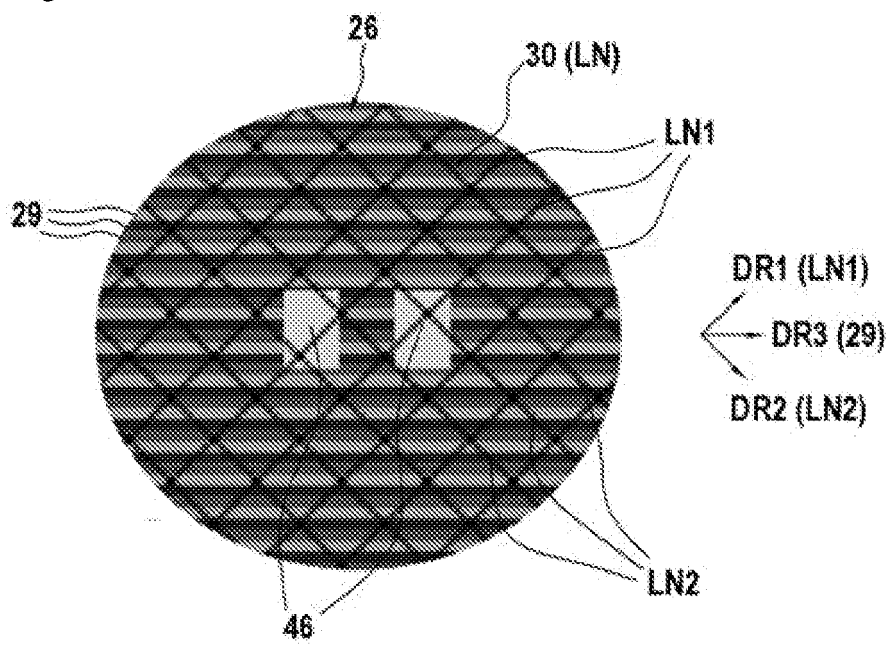
[Fig. 3D]



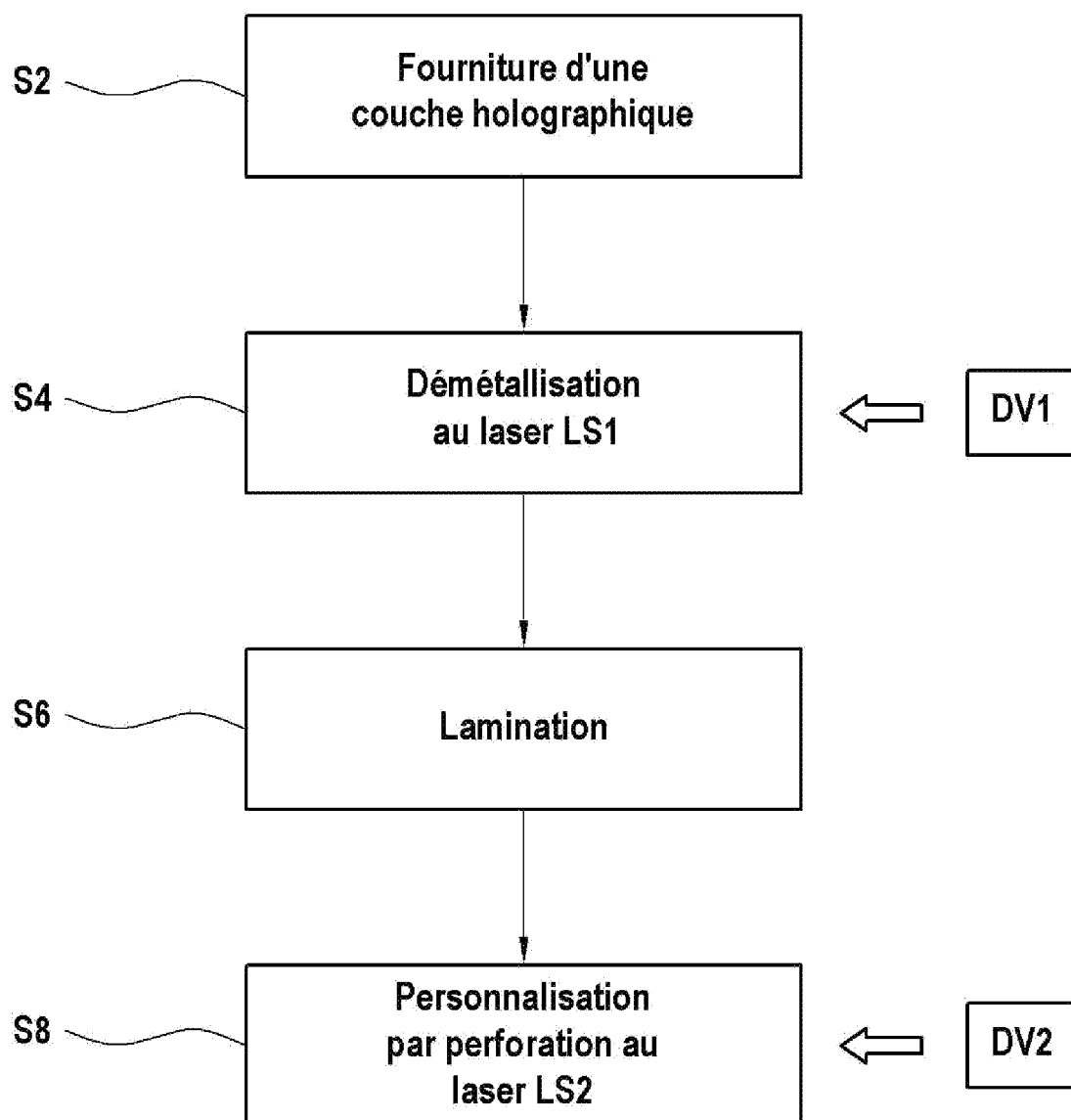
[Fig. 4A]



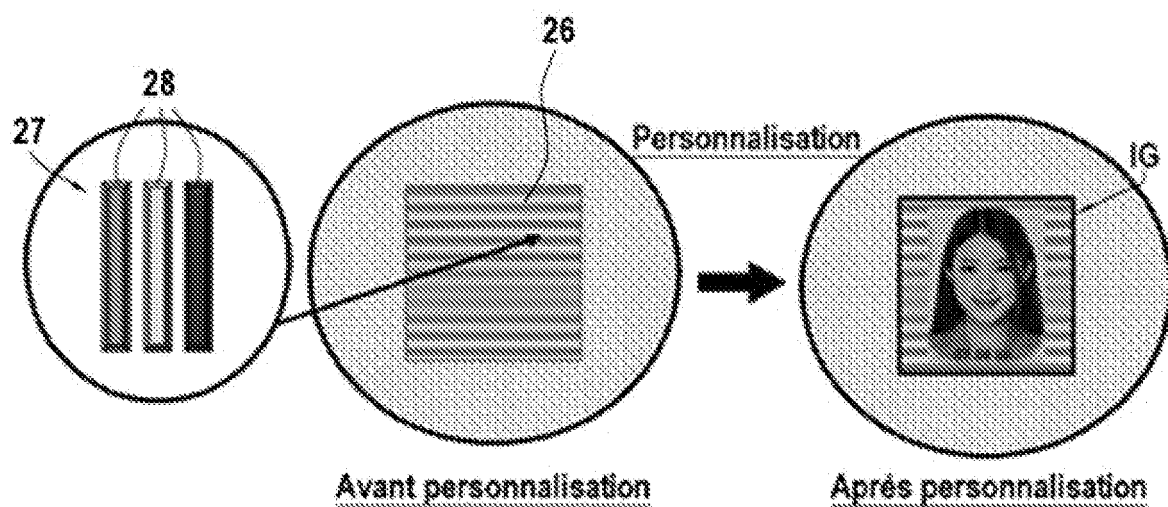
[Fig. 4B]



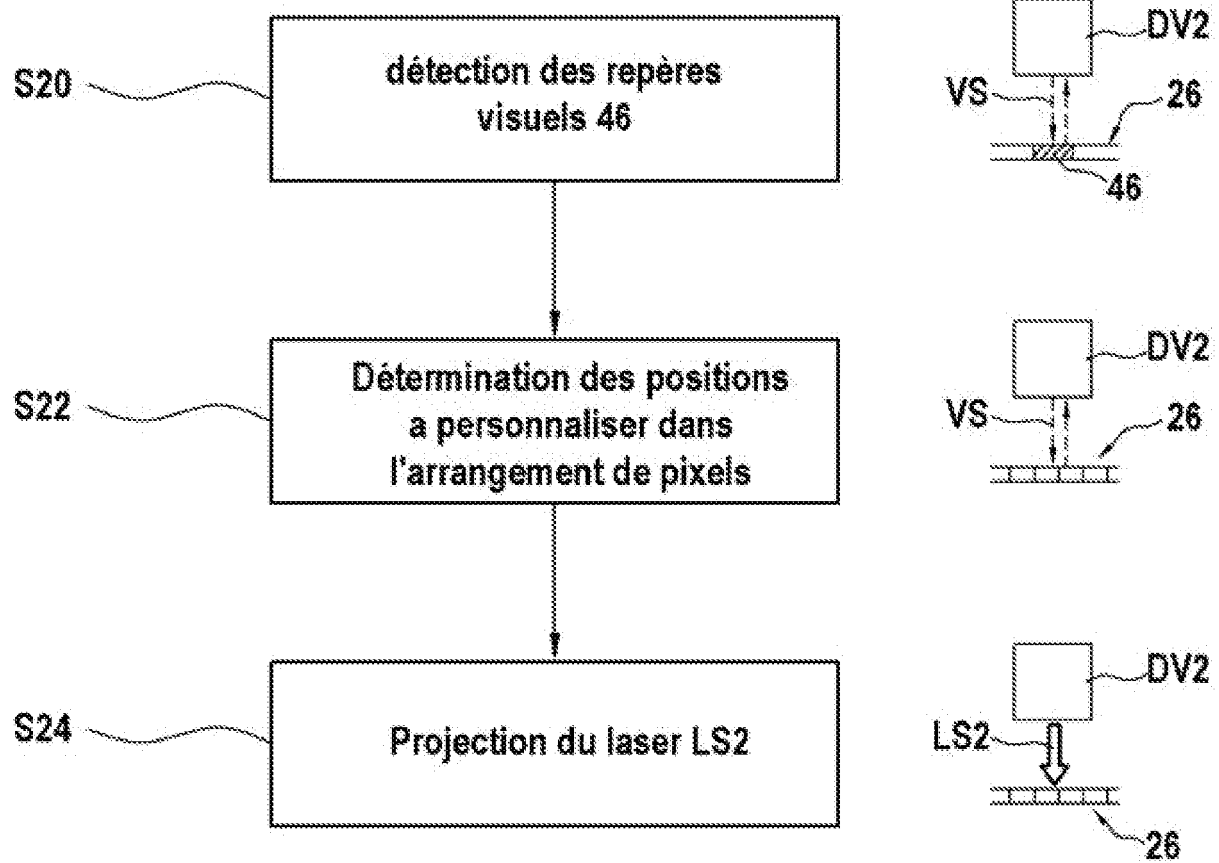
[Fig. 5]



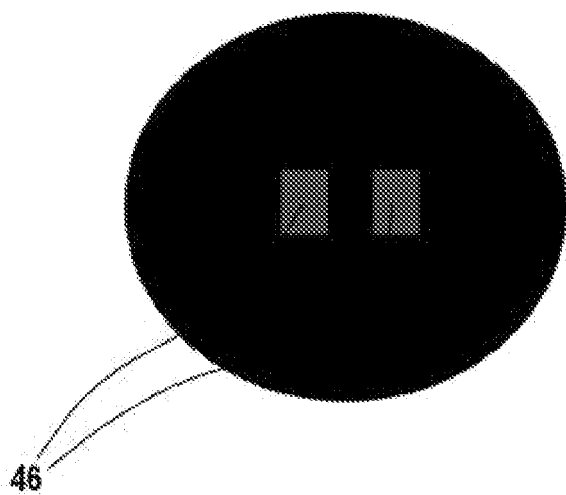
[Fig. 6]



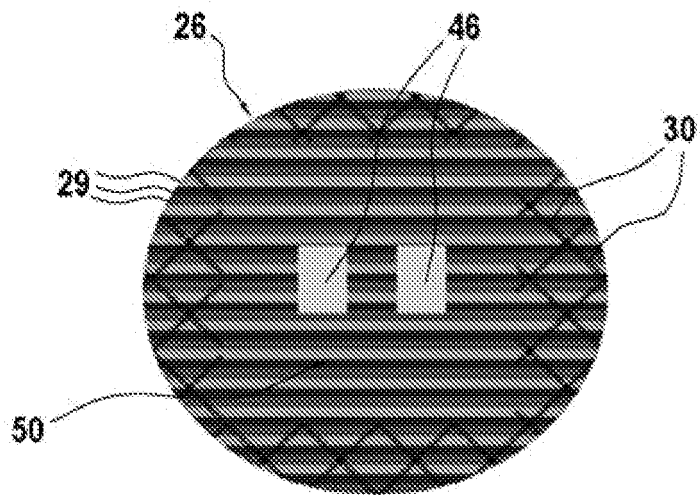
[Fig. 7]



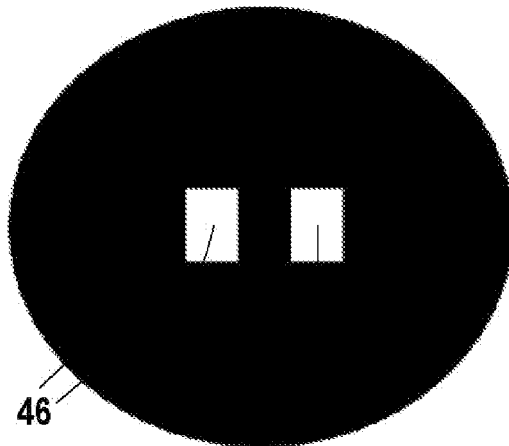
[Fig. 8A]



[Fig. 8B]

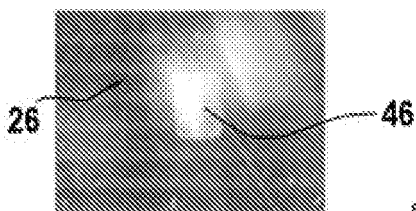


[Fig. 8C]

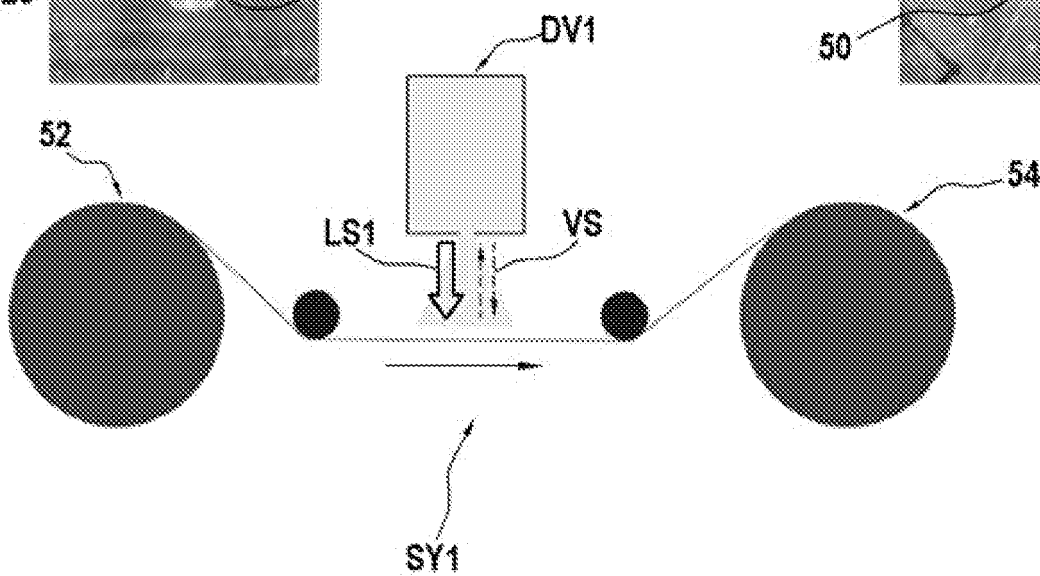
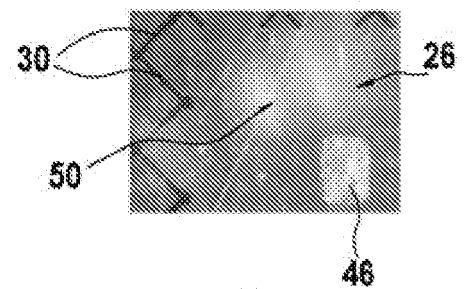


[Fig. 9]

**Arrangement de pixels
avec repères visuels
avant démétallisation**



**Arrangement de pixels
après démétallisation**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 893777
FR 2104918

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	DE 10 2012 211767 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) * alinéa [0054]; figure 5 * * alinéas [0043] - [0053]; figures 1-4 * -----	14 1-13	B42D25/328 B42D25/435
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B42D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 novembre 2021		Achermand, Didier	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2104918 FA 893777

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-11-2021**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

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