

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
30 novembre 2017 (30.11.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/202866 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G03H 1/00 (2006.01) *B42D 25/328* (2014.01)
G02B 5/18 (2006.01)

TUT MINES-TELECOM [FR/FR] ; Technopôle Brest-Iroise, CS 83818, 29238 Brest cedex 3 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/062465

(72) Inventeurs : **CHIKHA, Khalil** ; 8 rue Paul Fort, 29200 Brest (FR). **SAUVAGE-VINCENT, Jean** ; 16 rue de la Varrenne, 94100 Saint Maur des Fossés (FR). **HEGGARTY, Kevin John** ; Penmezhir, 29290 Lanrovoaré (FR). **PETITON, Valéry** ; 20, rue de la Julienne, 77440 Vendrest (FR). **TOLLET, Vincent** ; 14, rue de Montpichet, 77580 Bouleurs (FR).

(22) Date de dépôt international :
23 mai 2017 (23.05.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(74) Mandataire : **OSHA LIANG** ; 2 rue de la Paix, 75002 Paris (FR).

(30) Données relatives à la priorité :
1654587 23 mai 2016 (23.05.2016) FR

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(71) Déposants : **SURYS** [FR/FR] ; 22 avenue de l'Europe, Parc Gustave Eiffel, 77600 Bussy Saint Georges (FR). **INSTI-**

(54) Title: OPTICAL SECURITY COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING SUCH A COMPONENT

(54) Titre : COMPOSANT OPTIQUE DE SÉCURITÉ ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL COMPOSANT

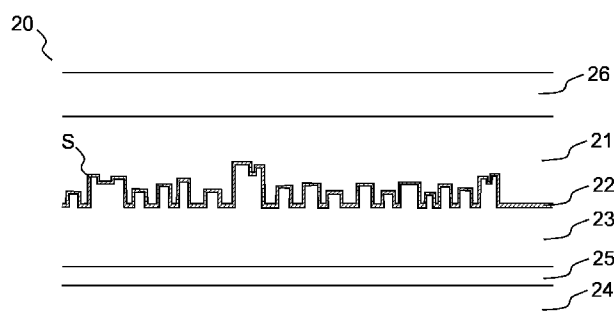


FIG.2

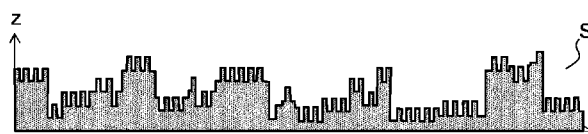


FIG.3C

(57) Abstract: According to one aspect, the present description relates to an optical security component (20) comprising a first layer (23) made of dielectric material at least partially structured on one side, a second layer (22) deposited on said at least partially structured side in at least one first region and having a spectral band of reflection in the visible, and a third layer (21) made of dielectric material, this third layer being deposited on said second layer. The first layer (23) has, in the first region, at least one first structure (S) formed by a first pattern (S1) that is modulated by a second pattern (S2), said patterns being such that the first pattern forms a first diffractive element of the computer-synthesized-hologram type generating a first recognisable image in at least one first reconstruction plane, and the second pattern is a periodic grating of period comprised between 100 nm and 700 nm producing a resonant filter in a first spectral band.

[Suite sur la page suivante]

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(57) Abrégé : Selon un aspect, la présente description concerne un composant optique de sécurité (20) comprenant une première couche (23) en matériau diélectrique, au moins partiellement structurée sur une face, une deuxième couche (22), déposée sur ladite face au moins partiellement structurée dans au moins une première région, et présentant une bande spectrale de réflexion dans le visible et une troisième couche (21) en matériau diélectrique déposée sur ladite deuxième couche. La première couche (23) présente dans la première région au moins une première structure (S) formée par un premier motif (S1) modulé par un deuxième motif (S2), tels que le premier motif forme un premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur, générant une première image reconnaissable dans au moins un premier plan de reconstruction et le deuxième motif est un réseau périodique de période comprise entre 100 nm et 700 nm produisant un filtre résonant dans une première bande spectrale.

COMPOSANT OPTIQUE DE SÉCURITÉ ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL COMPOSANT

Domaine technique

La présente description concerne un composant optique de sécurité et un
procédé de fabrication d'un tel composant. Le composant optique de sécurité selon la
présente description s'applique notamment au marquage de sécurité pour la sécurisation et
l'authentification d'objets de valeurs.

Etat de l'art

On connaît de nombreuses technologies pour l'authentification d'objets de valeur
et notamment pour l'authentification de documents de valeur, tels que les billets de banque
ou documents de voyage (passeports, cartes d'identité ou autres documents d'identification),
ou pour l'authentification de produits au moyen d'étiquettes de marquage. Ces technologies
visent à la production de composants optiques de sécurité dont les effets optiques en fonction
des paramètres d'observation (orientation par rapport à l'axe d'observation, position et
dimensions de la source lumineuse, etc.) prennent des configurations caractéristiques et
vérifiables. Le but général de ces composants optiques est de fournir des effets visuels
nouveaux et différenciés, à partir de configurations physiques difficilement reproductibles ou
imitables par un faussaire.

Parmi ces composants, la demande de brevet français publiée sous le numéro FR
2 983 318 décrit un élément optique diffractant (ou DOE selon l'abréviation anglo-saxonne
« Diffractive Optical Element »), également appelé Hologramme synthétisé par ordinateur (ou
HSO). Un élément optique diffractant de ce type comprend des données complexes de phase
et d'amplitude codées physiquement dans une microstructure du DOE, ces données étant
calculées pour que, lorsque le DOE est éclairé par un faisceau de lumière sensiblement
collimaté, un diagramme d'intensité lumineuse souhaité soit généré en champ lointain ou dans
un plan de reconstruction. En pratique, les données du DOE peuvent être déterminées en
calculant une Transformée de Fourier rapide inverse (ou FFT inverse, FFT étant l'abréviation
anglo-saxonne de « Fast Fourier Transform ») de la reconstruction souhaitée, c'est-à-dire du
diagramme d'intensité souhaité en champ lointain ou dans le plan de reconstruction. Un tel
élément optique diffractant peut fonctionner en transmission (DOE transmissif) ou en

réflexion (DOE réflectif). Dans le cas d'un DOE réflectif, une couche réfléchissante peut être appliquée sur la microstructure codant les données complexes de phase et d'amplitude.

Les figures 1A et 1B représentent ainsi un document de valeur 1, par exemple un document d'identité, comprenant un composant optique de sécurité 2 avec un élément
5 optique diffractif de type DOE (respectivement réflectif et transmissif), tel que décrit dans l'art antérieur. Sur ces figures, le faisceau 3 représente le faisceau d'éclairage ; il est par exemple issu d'une source ponctuelle ou d'un laser. Le faisceau 4 représente le faisceau réfléchi (FIG. 1A) ou transmis (FIG. 1B) par le composant optique de sécurité 2. Dans ces exemples, les données sont calculées pour que, lorsque le DOE est éclairé par un faisceau de
10 lumière issu d'une source ponctuelle, un diagramme d'intensité lumineuse 6 apparaisse dans un plan de reconstruction 5.

Une difficulté dans l'utilisation de ce type de composants optiques de sécurité provient cependant de la difficulté à réaliser des images colorées élaborées. En effet, lorsqu'on éclaire ce type d'éléments optiques diffractifs en lumière polychromatique, par
15 exemple avec une lumière blanche ponctuelle, on obtient généralement une image blanche avec des irisations colorées même si un DOE est calculé pour une efficacité maximale à une longueur d'onde donnée.

Ce problème est résolu dans la demande de brevet FR 2 983 318 de l'art antérieur en entrelaçant dans un élément optique diffractif (DOE) des structures diffractantes
20 calculées pour des longueurs d'onde spécifiques et en éclairant le DOE avec des faisceaux lumineux monochromatiques, aux longueurs d'onde auxquelles sont sensibles les structures diffractantes. Les faisceaux monochromatiques aux longueurs d'onde spécifiques sont envoyés de manière simultanée, séquentielle ou cyclique.

Cependant, pour l'authentification d'un objet de valeur, cette solution nécessite
25 de travailler avec un ensemble de sources monochromatiques ou avec un ensemble de filtres spectraux agencés devant une source monochromatique. D'autre part, la qualité de l'image colorée n'est pas entièrement satisfaisante car chaque structure diffractive du DOE, même si elle réagit principalement à une longueur d'onde spécifique, est sensible aussi dans une moindre mesure aux autres longueurs d'onde, entraînant des mélanges de couleur non
30 souhaitées dans l'image.

La présente description présente un composant optique de sécurité avec un élément de type hologramme synthétisé par ordinateur, permettant la reconstruction d'images colorées de très bonne qualité sous éclairage spatialement cohérent polychromatique, de type

source blanche ponctuelle ou quasi-ponctuelle et donc sans nécessiter un dispositif d'éclairage spécifique utilisant des sources multiples ou des filtres.

Résumé

Selon un premier aspect, la présente description concerne un composant optique de sécurité destiné à être authentifié dans le spectre visible, en lumière polychromatique spatialement cohérente, comprenant :

- une première couche en matériau diélectrique, au moins partiellement structurée sur une face, et présentant un premier indice de réfraction;
- une deuxième couche, déposée sur la face au moins partiellement structurée de ladite première couche dans au moins une première région, et présentant une bande spectrale de réflexion dans le visible ;
- une troisième couche en matériau diélectrique, déposée sur ladite deuxième couche, et présentant un troisième indice de réfraction; et

dans lequel ladite première couche présente dans la première région au moins une première structure formée par un premier motif modulé par un deuxième motif, tels que:

- le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur (HSO), calculé pour générer sous éclairage spatialement cohérent au moins une première image reconnaissable dans au moins un premier plan de reconstruction donné,
- le deuxième motif est un réseau périodique de période comprise entre 100 nm et 700 nm, déterminé pour produire, après dépôt de la deuxième couche et encapsulation de ladite première structure par la troisième couche, un filtre résonant dans une première bande spectrale.

Le filtre résonant est par exemple un filtre résonant de type DID (pour « Diffractive identification Device) qui permet l'excitation de modes guidés au sein d'une région de la deuxième couche en matériau diélectrique, ou un filtre résonant de type plasmonique obtenu grâce à une région de la deuxième couche en matériau métallique qui forme avec la première et/ou la troisième couche en matériau diélectrique une interface métal/diélectrique ou des interfaces diélectrique/métal/diélectrique, ou tout autre filtre résonant présentant une bande spectrale de résonance dans le visible.

Le « visible » au sens de la présente description, s'entend comme la bande

spectrale comprise entre 380 nm et 780 nm.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, l'une et/ou l'autre des première et troisième couches en matériau diélectrique est transparente dans la bande spectrale visible.

5 Une couche est dite transparente dans une bande spectrale au sens de la présente description si pour chaque longueur d'onde de ladite bande spectrale, au moins 70% d'une radiation à ladite longueur d'onde est transmise, préférentiellement au moins 80% et plus préférentiellement au moins 90%.

Dans la présente description, on appelle couche mince une couche d'épaisseur comprise entre 10 nm et 200 nm.

10 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la période du réseau périodique est comprise entre 200 nm et 500 nm.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le réseau est un réseau sub longueur d'onde, c'est-à-dire présentant une longueur d'onde inférieure à la longueur d'onde minimale de la plage de longueurs d'onde d'une source de lumière polychromatique destinée à authentifier le composant ou de la plage de longueur d'onde dans laquelle est réalisé le
15 contrôle d'authentification, par exemple la plage des longueurs d'onde visibles par l'œil.

Dans la présente description, on appelle HSO (pour « Hologramme synthétisé par ordinateur ») un élément optique diffractant comprenant des données complexes de phase et d'amplitude codées physiquement dans une microstructure, ces données étant calculées pour que, lorsque le HSO est éclairé par un faisceau de lumière sensiblement collimaté, un diagramme d'intensité lumineuse bidimensionnel (par exemple une image reconnaissable) soit
20 généré en champ lointain ou dans un plan de reconstruction à distance finie du composant. En pratique, les données du HSO peuvent être déterminées de façon connue en calculant une Transformée de Fourier rapide inverse (ou FFT inverse, FFT étant l'abréviation anglo-saxonne de « Fast Fourier Transform ») de la reconstruction souhaitée, c'est-à-dire du diagramme d'intensité bidimensionnel souhaité en champ lointain ou dans le plan de reconstruction. Les HSO sont également connus dans l'état de l'art sous les appellations « DOE » pour « Diffractive Optical Element » ou « CHG » pour « Computer-Generated Holograms ».

30 Au sens de la présente description, un HSO ne doit donc pas être confondu avec une structure diffractive dont seul le contour spatial permet, sous éclairage, de former une image reconnaissable.

La déposante a montré que la modulation de l'élément optique diffractif avec un

réseau sub longueur d'onde adapté pour former un filtre résonant permettait de considérablement augmenter la sélectivité en longueur d'onde de l'élément optique diffractif.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le réseau périodique est un réseau unidimensionnel, défini par un vecteur réseau. Ce type de réseau permet de montrer des effets colorés variables en fonction de l'azimut, pour des angles d'incidence non nuls, et en fonction de l'angle d'incidence pour un azimut donné (par exemple en éclairage dit « colinéaire »).

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le réseau périodique est un réseau bidimensionnel, défini par deux vecteurs réseaux de directions sensiblement perpendiculaires. Les périodes selon chacune des directions peuvent être identiques, auquel cas la première image présente une couleur stable en azimut et une variation faible en fonction de l'incidence ou les périodes peuvent être différentes, auquel cas on peut observer des effets colorés variables en fonction de l'azimut, pour des angles d'incidence non nuls.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le réseau périodique présente une profondeur de structure comprise entre 10 nm et 350 nm.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la deuxième couche comprend dans au moins une première région une couche mince en matériau diélectrique, d'épaisseur préférentiellement comprise entre 20 nm et 200 nm et préférentiellement entre 60 nm et 150 nm, présentant un deuxième indice de réfraction tel que le deuxième indice de réfraction diffère du premier indice de réfraction et du troisième indice de réfraction d'au moins 0,3. Le deuxième motif d'au moins une structure de ladite première région est adapté pour produire un filtre soustractif en longueur d'onde de type DID, formant un filtre résonant passe bande en réflexion.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la deuxième couche comprend dans au moins une deuxième région une couche mince en matériau métallique, continue, d'épaisseur avantageusement supérieure à 40 nm, par exemple comprise entre 40 nm et 200 nm; le deuxième motif d'au moins une structure de ladite deuxième région forme un filtre résonant coupe-bande en réflexion, de type filtre plasmonique en réflexion, appelé « R'plasmon » dans la suite de la description.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, ladite couche mince en matériau métallique est suffisamment épaisse pour présenter dans la bande spectrale visible une transmission maximale résiduelle en fonction de la longueur d'onde de 2%.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le deuxième motif forme un réseau de profil sinusoïdal ou quasi-sinusoïdal, c'est-à-dire à variation continue, ce type de profil

permettant une meilleure propagation des modes plasmoniques tout en étant compatible avec des méthodes de fabrication par photolithographie. Avantageusement, la profondeur du réseau est comprise entre 10% et 50% de la période, et préférentiellement entre 10% et 40% de la période. Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le deuxième motif forme un
5 réseau à deux dimensions.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la deuxième couche comprend dans au moins une troisième région une couche mince en matériau métallique, d'épaisseur avantageusement comprise entre 10 nm et 60 nm; le deuxième motif d'au moins une structure de ladite troisième région est adapté pour produire un filtre résonant passe-bande en
10 transmission, de type filtre plasmonique en transmission, appelé « T'plasmon » dans la suite de la description.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la couche mince en matériau métallique est continue ; le deuxième motif forme un réseau de profil sinusoïdal ou quasi-sinusoïdal, c'est-à-dire à variation continue, ce type de profil permettant une meilleure
15 propagation des modes plasmoniques tout en étant compatible avec des méthodes de fabrication par photolithographie. Avantageusement, la profondeur du réseau est comprise entre 10% et 53% de la période, ce qui permet d'augmenter l'efficacité de la transmission plasmonique. Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le deuxième motif forme un réseau à deux dimensions.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la deuxième couche est
20 discontinue ; la deuxième couche peut par ailleurs présenter dans une ou plusieurs premières régions une couche mince en matériau diélectrique, pour former des filtres de type DID, et/ou dans une ou plusieurs deuxièmes régions une couche mince en matériau métallique par exemple d'épaisseur supérieure à 40 nm pour former des filtres de type R'Plasmon (interface
25 métal/diélectrique) et/ou dans une ou plusieurs troisièmes régions une couche mince en matériau métallique par exemple d'épaisseur comprise entre 10 nm et 60 nm pour former des filtres de type T'Plasmon (interface diélectrique/métal/diélectrique).

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, pour au moins une première structure, le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type
30 hologramme synthétisé par ordinateur réflectif. Le premier motif présente une profondeur comprise entre 100 nm et 500 nm, selon un exemple.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, pour au moins une deuxième structure, le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type

hologramme synthétisé par ordinateur transmissif. Les indices de réfraction des première et troisième couches en matériau diélectrique diffèrent alors d'au moins 0,1, selon un exemple, et le premier motif présente une profondeur comprise entre 100 nm et 1 μ m, selon un exemple. La première couche en matériau diélectrique est transparente.

5 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur est calculé pour présenter une efficacité optimale à une longueur d'onde comprise dans la bande spectrale de résonance du filtre résonant.

 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur est calculé pour présenter une efficacité optimale
10 à une longueur d'onde située en dehors de ladite bande spectrale de résonance du filtre résonant.

 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la première couche présente en outre dans la première région au moins une deuxième structure formée par un premier motif modulé par un deuxième motif, tels que:

- 15 ○ le premier motif est adapté pour former un deuxième élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur, calculé pour générer sous éclairage spatialement cohérent au moins une deuxième image reconnaissable dans un deuxième plan de reconstruction donné,
- le deuxième motif est un réseau périodique de période comprise entre 100
20 nm et 700 nm, déterminé pour produire, après dépôt de la deuxième couche et encapsulation de ladite deuxième structure par la troisième couche, un filtre résonant dans une deuxième bande spectrale.

 Il est ainsi possible de générer simultanément deux images différentes de couleurs différentes, dans des plans de reconstruction confondus ou non, lorsque le
25 composant est éclairé en lumière polychromatique spatialement cohérente dans le visible.

 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, les au moins première et deuxième structures sont agencés dans des zones entrelacées les unes avec les autres. Cela permet de générer des images plus complexes, et notamment des images multi couleurs dans le même plan de reconstruction. Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, les au moins première
30 et deuxième structures sont agencées dans des zones adjacentes, l'éclairage successif de chaque zone permettant de simuler un effet de mouvement d'une image et/ou de transformation. On peut ainsi générer une animation colorée.

 Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, le composant optique de sécurité

comprend d'autres couches selon les besoins requis pour l'application finale ; par exemple le composant optique de sécurité peut comprendre en plus des couches actives pour la formation du HSO et du filtre résonant, un film support portant une desdites couches en matériau diélectrique et/ou une couche adhésive disposée sur l'une desdites couches en matériau diélectrique. Ces couches sont neutres pour le HSO et/ou le filtre résonant car ils n'altèrent ou n'influencent pas les interfaces entre la deuxième couche et respectivement la première et la troisième couche. Ils permettent de faciliter l'adhésion sur l'objet à sécuriser et/ou la mise en œuvre de manière industrielle.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la première couche comprend en plus des régions structurées selon la présente description, des régions planes et/ou d'autres régions structurées, encapsulées entre les première et deuxième couches en matériau diélectrique, les autres régions structurées étant adaptées à former d'autres effets visuels.

Selon un deuxième aspect, la présente description concerne un objet sécurisé comprenant un support et un composant optique de sécurité selon le premier aspect, le composant optique de sécurité étant fixé sur ledit support ou intégré dans le support.

L'objet sécurisé est par exemple un document de valeur, tel qu'un billet de banque, un document de voyage (passeports, carte d'identité ou autre document d'identification), une étiquette destinée à l'authentification d'un produit.

L'objet sécurisé peut être facilement authentifié par une observation en transmission ou en réflexion, sous éclairage polychromatique cohérent, grâce au composant optique de sécurité selon la présente description; par ailleurs, sa résistance à la contrefaçon est élevée du fait de la technologie mise en œuvre.

Selon un troisième aspect, la présente description concerne un procédé de fabrication d'un composant optique de sécurité selon le premier aspect. Le procédé comprend :

- La formation sur un film support de ladite première couche en matériau diélectrique;
- le dépôt de la deuxième couche sur la première couche en matériau diélectrique;
- le dépôt sur la deuxième couche de la troisième couche en matériau diélectrique.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la première couche en matériau diélectrique, partiellement structurée, est obtenue par moulage et réticulation UV d'un vernis d'estampage à partir d'une matrice portant l'ensemble des structures.

Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit, illustrée par les figures qui représentent :

FIGS 1A et 1B (déjà décrites), deux exemples d'objets sécurisés intégrant un composant optique de sécurité avec un élément diffractif de type HSO selon l'art antérieur ;

FIG. 2 une vue en coupe d'un exemple de composant optique de sécurité selon la présente description ;

FIGS. 3A, 3B, 3C des schémas illustrant un exemple d'un premier motif adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO, un exemple d'un deuxième motif adapté pour former un filtre résonant et un exemple de structure résultant de la modulation du premier motif avec le deuxième motif ;

FIG. 4A à 4E, des schémas montrant différents exemples de réalisation s'un filtre résonant associé à un HSO réflectif ou transmissif ;

FIGS. 5A à 5D des schémas illustrant la dépendance de la longueur d'onde de résonance du filtre résonant en fonction de l'angle d'incidence, en incidence colinéaire (FIGS. 5A et 5C) et en incidence conique (FIGS. 5B, 5D) ;

FIGS. 6A et 6B des exemples d'objets sécurisés intégrant un exemple de composant optique de sécurité selon la présente description avec un élément diffractif de type HSO hors axe en réflexion et un filtre résonant 1D, pour un angle d'incidence non nul et pour deux valeurs d'azimut ;

FIG. 7A, un premier exemple de composant optique de sécurité comprenant un matriçage de pixels, une première partie des pixels comprenant une première structure formée d'un premier motif adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO en réflexion, modulé par un deuxième motif, et une deuxième partie des pixels comprenant une deuxième structure formée d'un premier motif adapté pour former un deuxième élément diffractif de type HSO en réflexion, modulé par un deuxième motif ;

FIGS. 7B à 7D des exemples d'objets sécurisés intégrant un composant optique de sécurité du type de la FIG. 7A pour différentes valeurs d'incidence et d'azimut ;

FIG. 8, un deuxième exemple de composant optique de sécurité comprenant un matriçage de pixels sous forme de bandes et des images obtenues par éclairage successif des différentes bandes ;

FIG. 9, un exemple d'objet sécurisé intégrant un premier composant optique de

sécurité et un deuxième composant optique de sécurité, adaptés pour une vision stéréoscopique ;

FIGS. 10A – 10B, 11A – 11B, des exemples d'objets sécurisés intégrant des exemples de composants optiques de sécurité avec des structures adaptées pour la formation d'éléments diffractifs de type HSO;

Sur les figures, montrées à des fins illustratives, les échelles ne sont pas respectées pour plus de clarté dans la représentation.

Description détaillée

La FIG. 2 représente une vue en coupe d'un exemple de composant optique de sécurité 20 selon la présente description.

Le composant 20 représenté sur la FIG. 2 représente un exemple de composant optique de sécurité destiné à être transféré sur un document ou un produit en vue de sa sécurisation. Il comprend selon une variante un film support 24, par exemple un film en matériau polymère, par exemple un film en polyéthylène téréphtalate (PET) de quelques dizaines de micromètres, typiquement 5 à 50 μm , ainsi qu'une couche de détachement optionnelle 25, par exemple en cire naturelle ou synthétique. La couche de détachement permet de retirer le film support en polymère 24 après fixation du composant optique sur le produit ou document à sécuriser. Le composant optique de sécurité 20 comprend par ailleurs un ensemble de couches 21 - 23 pour la réalisation de la fonction optique du composant et qui seront décrites plus en détails par la suite, ainsi qu'une couche d'adhésif 26, par exemple une couche d'adhésif ré-activable à chaud, pour la fixation du composant optique de sécurité sur le produit ou document. En pratique, comme cela sera détaillé par la suite, le composant optique de sécurité peut être fabriqué en empilant les couches sur le film support 24, puis le composant est fixé sur un document/produit à sécuriser grâce à la couche d'adhésif 26. Si nécessaire pour l'application, le film support 24 peut alors être détaché, par exemple au moyen de la couche de détachement 25.

L'ensemble des couches 21 - 23 comprend dans l'exemple de la FIG. 2, une première couche 23 en matériau diélectrique, structurée au moins partiellement sur une face, présentant un premier indice de réfraction n_3 ; une deuxième couche 22, comprenant dans au moins une première région une couche en matériau diélectrique ou en matériau métallique, comme cela sera détaillé dans la suite, ou encore comprenant une ou plusieurs régions avec une couche en matériau métallique et une ou plusieurs régions avec une couche en matériau

diélectrique, déposée sur la face au moins partiellement structurée de la première couche et présentant dans chacune des régions une bande spectrale de réflexion dans le visible ; une troisième couche 21 en matériau diélectrique, présentant un troisième indice de réfraction n_1 , encapsulant la première couche au moins partiellement structurée revêtue de la deuxième
5 couche. Comme cela est montré sur la FIG. 2, la première couche 23 présente dans au moins une première région au moins une première structure S.

La FIG. 3C montre de façon schématique un exemple de première structure S, formée par un premier motif S_1 modulé par un deuxième motif S_2 .

Le premier motif (FIG. 3A) est adapté pour former un premier élément diffractif
10 de type hologramme synthétisé par ordinateur (HSO), réflectif ou transmissif, calculé pour générer sous éclairage polychromatique spatialement cohérent au moins une première image reconnaissable dans un plan de reconstruction donné. Le deuxième motif (FIG. 3B) est un réseau périodique de période comprise entre 100 nm et 700 nm, par exemple sub longueur d'onde, déterminé pour produire, après dépôt de la deuxième couche et encapsulation de
15 ladite première structure, un filtre résonant dans une bande spectrale centrée sur une première longueur d'onde dans le visible.

Plus précisément, le premier motif code selon l'art antérieur connu, des données complexes de phase et d'amplitude calculées pour que, lorsque l'élément diffractif est éclairé par un faisceau de lumière, un diagramme d'intensité lumineuse souhaité apparaisse soit en
20 champ lointain, soit dans un plan de reconstruction à distance finie.

Le premier motif peut former une structure (S_1) multi-niveaux, comme cela est illustré sur la FIG. 3A ou binaire. Une structure multi-niveaux présente au moins 3 plans de hauteur différente suivant l'axe z perpendiculaire au plan du composant, tandis qu'une structure binaire ne présente que deux hauteurs de niveaux. Une structure multi-niveaux
25 permet de former des images non symétriques par rapport à l'ordre zéro, c'est-à-dire différentes de part et d'autre de l'ordre zéro, l'ordre zéro désignant la réflexion spéculaire.

La profondeur du premier motif détermine la phase introduite et la proportion d' « ordre zéro », c'est-à-dire la quantité de lumière incidente réfléchie en réflexion directe ou transmise sans déviation (à la réfraction près). En pratique, la profondeur du premier motif
30 choisie est comprise entre 80 nm et 2 μ m, avantageusement entre 100 nm et 1 μ m.

Le premier motif peut être calculé pour former une image sur l'axe (ordre(s) diffracté(s) centré(s) sur l'ordre zéro ou hors axe (ordre(s) diffracté(s) autour de l'ordre zéro).

Par ailleurs, le premier motif peut être calculé de façon connue pour une restitution de l'image dans un plan de reconstruction à distance finie, ou pour une restitution de l'image dite « à l'infini », c'est-à-dire une restitution de l'image en champ lointain.

Pour former un HSO permettant une restitution de l'image en champ lointain
5 quand le HSO est éclairé par un faisceau de lumière sensiblement collimaté, on connaît par exemple les HSO dits HSO de Fourier. En pratique, un HSO de Fourier peut être formé d'un seul élément dont les dimensions peuvent aller jusqu'à 30 mm x 30 mm, dimensions au-delà desquelles les temps de calcul avec les calculateurs actuels sont très longs, ou à partir d'éléments unitaires identiques, par exemple de dimensions comprises entre 2 μm x 2 μm et
10 2048 μm x 2048 μm qui sont répétés par la suite en X et Y soit mécaniquement au moment de la gravure, soit informatiquement avant gravure, afin d'obtenir un grand HSO (ou fenêtre d'observation) avec des dimensions pouvant atteindre les 60 mm x 60 mm par exemple.

Pour former un HSO permettant une restitution de l'image à une distance finie du HSO quand le HSO est éclairé par un faisceau de lumière sensiblement collimaté, on
15 connaît par exemple les HSO dits de Fresnel. Chaque point du premier motif dans le cas d'un HSO de Fresnel contribue à former l'image dans le plan de reconstruction. Ainsi, dans le cas d'un HSO de Fresnel, on code directement un HSO de dimensions typiquement jusqu'à 30 mm x 30 mm.

Dans chacun des deux cas, un système optique de projection adapté permet par
20 exemple de projeter l'image sur un écran.

En pratique, on part d'une image contenant une information reconnaissable, on décide des fonctions que l'on veut avoir (image restituée symétrique ou non, plan de restitution proche du HSO ou lointain, etc..) pour choisir le type d'HSO à fabriquer : binaire ou multi niveaux et Fourier ou Fresnel, etc. Puis à l'aide de logiciels de conception de HSO,
25 par exemple l'IFTA (pour « Itérative Fourier Transform Algorithm ») on calcule un premier motif ou premier HSO de dimensions en général comprises entre 2 μm x 2 μm et 15 mm x 15 mm. On considère qu'un HSO peut jouer le rôle d'une fenêtre d'observation s'il dépasse dans ses dimensions latérales la limite de l'ouverture oculaire humaine à savoir 0.5 mm x 0.5 mm.

Les règles de conception du premier motif pour former un HSO avec les
30 caractéristiques décrites dans les paragraphes ci-dessus sont décrites par exemple dans « *Applied Digital Optics : From Micro-optics to Nanophotonics* », Bernard C. Kress, Patrick Meyrueis, 2009.

Dans la suite de la description, il sera entendu que l'ensemble des exemples

décrits peuvent s'appliquer à l'ensemble des éléments diffractifs connus, HSO restituant une image en champ lointain ou à distance finie du HSO, HSO formé par une structure binaire ou multi-niveaux, image restituée symétrique ou non symétrique par rapport à l'ordre zéro, sur l'axe ou hors axe, HSO réfléchif ou transmissif etc. sauf mention explicite du contraire.

5 Les FIG. 4A à 4E illustrent des schémas montrant des exemples non limitatifs de réalisation d'un filtre résonant associé à un HSO réfléchif ou transmissif, pour en augmenter la sélectivité spectrale.

Dans ces exemples, on a représenté symboliquement une source polychromatique PS mise en œuvre pour l'authentification du composant. Un éclairage spatialement cohérent polychromatique peut être obtenu par une source polychromatique ponctuelle ou quasi-ponctuelle, par exemple une LED blanche, le flash d'un téléphone portable, une torche lumineuse, et de manière générale une source lumineuse non étendue. Plus précisément, on considérera qu'une source est quasi-ponctuelle ou non étendue si le rapport entre la distance avec le composant et la plus grande dimension de la source est
10 supérieur à 100.

Par convention, on note 41 la face d'éclairage du composant et 42 la face du composant opposée à la face d'éclairage 41.

La couche en matériau diélectrique 23 agencée du côté de la face d'éclairage 41 est transparente et de préférence incolore. La couche en matériau diélectrique 21 agencée du
20 côté de la face 42 opposée à la face d'éclairage peut être transparente ou non, selon les applications.

Le premier motif est calculé pour former un HSO qui génère dans un plan de reconstruction 5 une image reconnaissable, cette image étant visible par un observateur, soit directement, soit au moyen d'un dispositif de projection (non représenté), soit du côté de la
25 face d'éclairage (cas d'un HSO réfléchif), soit du côté opposé (cas d'un HSO transmissif).

Dans les exemples des FIGS. 4A et 4B, la deuxième couche 22 comprend une couche en matériau diélectrique et le filtre résonant est un filtre soustractif en longueur d'onde de type DID (pour « Diffractive Identity Device »). Le deuxième motif forme un réseau sub longueur d'onde, à une ou deux dimensions, adapté pour permettre l'excitation de
30 modes guidés au sein de la deuxième couche 22, formant un filtre résonant passe bande en réflexion, dont la bande spectrale de résonance $\Delta\lambda$ est centrée sur une première longueur d'onde λ_1 . La deuxième couche 22 comprend une couche mince, d'épaisseur préférentiellement comprise entre 20 nm et 200 nm et préférentiellement entre 60 nm et 150

nm, présentant un deuxième indice de réfraction n_2 tel que le deuxième indice de réfraction n_2 diffère du premier indice de réfraction n_3 et du troisième indice de réfraction n_1 d'au moins 0,3, avantageusement d'au moins 0,5. Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, ladite couche mince en matériau diélectrique est une couche en matériau dit « haut indice » de réfraction (ou « HRI » pour « High Refractive Index »), présentant un indice de réfraction compris entre 1,8 et 2,9, avantageusement entre 2,0 et 2,4 et les première et troisième couches en matériau diélectrique, de part et d'autre de la deuxième couche, sont des couches dites « bas indice » de réfraction, présentant des indices de réfraction compris entre 1,3 et 1,8, avantageusement entre 1,4 et 1,7. La première couche en matériau diélectrique 23 agencée du côté de la face d'éclairage du composant est transparente dans le visible.

Dans l'exemple de la FIG. 4A, le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO réfléchissant. Par exemple, le premier motif est calculé pour présenter une efficacité optimale à une longueur d'onde comprise dans la bande spectrale $\Delta\lambda$ du filtre résonant en réflexion, par exemple une longueur d'onde proche de λ_1 . Ainsi la première image, observée par l'observateur situé du côté de la face d'éclairage 41 présente une sélectivité spectrale accrue à la longueur d'onde λ_1 pour un azimuth et un angle d'incidence et d'observation donnés.

Dans l'exemple de la FIG. 4B, le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO transmissif. Par exemple, le premier motif est calculé pour présenter une efficacité optimale à une longueur d'onde située en dehors de la bande spectrale du filtre résonant en réflexion de type DID. En effet, dans cet exemple, la bande spectrale transmise par le filtre résonant correspond à la bande spectrale de la lumière d'éclairage $\Sigma\lambda$ à laquelle est retranchée la bande spectrale résonante $\Delta\lambda$. Dans cet exemple, les premier et troisième indices de réfraction présentent une différence supérieure à 0,1, pour la formation du HSO transmissif. Dans cet exemple, la première image, observée par l'observateur situé du côté de la face 42 du composant opposée à la face d'éclairage 41 présente une moins bonne sélectivité que dans l'exemple précédent ; cependant, la couleur du HSO est améliorée du fait de la réjection d'une partie de la bande spectrale.

Dans l'exemple de la FIG. 4C, la deuxième couche 22 comprend une couche mince en matériau métallique, avantageusement d'épaisseur supérieure à 40 nm. Le deuxième motif forme un réseau sub longueur d'onde, à une ou deux dimensions, adapté pour permettre la formation d'un filtre résonant coupe-bande en réflexion, de type filtre plasmonique en réflexion « R'plasmon » », tel que décrit par exemple dans la demande brevet

FR 2982038A1. Avantageusement, la deuxième couche métallique 22 est suffisamment épaisse pour présenter une transmission maximale résiduelle en fonction de la longueur d'onde de 2%. Dans cet exemple, le premier motif est adapté pour produire un premier élément diffractif de type HSO réflectif, calculé pour présenter une efficacité optimale à une longueur d'onde située en dehors de la bande spectrale du filtre résonant en réflexion pour un azimut et un angle d'incidence et d'observation donné.

Dans les exemples des FIGS. 4D et 4E, la couche 22 comprend une couche mince en matériau métallique, d'épaisseur avantageusement comprise entre 10 nm et 60 nm et le deuxième motif est adapté pour produire un filtre résonant passe-bande en transmission, de type filtre plasmonique en transmission « T'Plasmon », tel que décrit par exemple dans la demande brevet FR 2973917 et présentant une bande spectrale de résonance $\Delta\lambda$ centrée sur une première longueur d'onde λ_1 pour un azimut et un angle d'incidence et d'observation donné.

Dans l'exemple de la FIG. 4D, le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO transmissif. Par exemple, le premier motif est calculé pour présenter une efficacité optimale à une longueur d'onde comprise dans la bande spectrale $\Delta\lambda$ du filtre résonant en transmission, par exemple une longueur d'onde proche de λ_1 ; Les premier et deuxième indices de réfraction présentent avantageusement une différence supérieure à 0,1.

Dans cette configuration, l'utilisateur placé du côté de la face 42 pourra observer sous éclairage polychromatique $\Sigma\lambda$ spatialement cohérent une image colorée $\Delta\lambda$ en transmission.

Dans l'exemple de la FIG. 4E, le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO réflectif. Par exemple, le premier motif est calculé pour présenter une efficacité optimale à une longueur d'onde située en dehors de la bande spectrale du filtre résonant en transmission de type T'Plasmon. En effet, dans cet exemple, la bande spectrale $\Sigma\lambda - \Delta\lambda$ réfléchi par le filtre résonant correspond à la bande spectrale de la lumière d'éclairage $\Sigma\lambda$ à laquelle est retranchée la bande spectrale résonante $\Delta\lambda$.

Quelle que soit la nature du filtre résonant, les longueurs d'onde des résonances excitées dépendent de la polarisation et on peut montrer qu'à incidence non nul du faisceau d'éclairage, la bande spectrale réfléchi (ou transmise) sera modifiée par changement de l'orientation du composant, obtenue par rotation azimutale de celui-ci, sauf dans le cas d'un

réseau à deux dimensions de périodes égales.

Les FIGS. 5A à 5D illustrent ces effets dans le cas où le premier motif forme un réseau unidimensionnel caractérisé par un vecteur réseau $\mathbf{k}_g$, dont la direction est perpendiculaire aux lignes du réseau (symbolisées par des traits sur les FIGS. 5A et 5B) et la norme est inversement proportionnelle à la période du réseau. Le plan Π correspond au plan dans lequel se trouve le faisceau d'éclairage.

La FIG. 5C représente les spectres calculés en réflexion pour une incidence dite « colinéaire » (configuration 5A : faisceau d'éclairage dans un plan Π perpendiculaire à la surface du composant et parallèle à la direction du vecteur réseau) et un angle d'incidence du faisceau d'éclairage mesuré par rapport à la normale au composant de 0° (courbe 51) et 20° (courbe 52).

La FIG. 5D représente les spectres calculés en réflexion pour une incidence dite « conique » (configuration 5B) : faisceau d'éclairage dans un plan Π perpendiculaire à la surface du composant et perpendiculaire à la direction du vecteur réseau) et un angle d'incidence du faisceau d'éclairage mesuré par rapport à la normale au composant de 0° (courbe 53) et 20° (courbe 54).

Dans les deux cas, les courbes sont calculées en prenant l'hypothèse d'un DID avec un pas de 360 nm, une profondeur de 130 nm structurant une couche de sulfate de zinc (ZnS) de 100 nm d'épaisseur et encapsulé entre deux couches identiques de polystyrène.

On observe en incidence colinéaire une modification rapide de la bande spectrale de résonance avec l'angle d'incidence tandis que la modification est beaucoup plus lente en incidence conique. Cet effet permet de renforcer encore l'authentification du composant en montrant des effets colorés variables en fonction de l'azimut.

Les courbes en réflexion des figures 5C et 5D sont calculées dans le cas d'un filtre résonant de type DID mais on observerait des courbes en transmission similaires dans le cas d'un filtre résonant de type T'Plasmon. Dans le cas d'un filtre résonant de type R'Plasmon, des courbes en absorption montreraient la même dépendance avec l'azimut et l'angle d'incidence.

Bien entendu, dans le cas d'un réseau bidimensionnel (non représenté sur les figures), à période sensiblement égale dans chaque direction, l'effet coloré sera non variable, ou très faiblement variable en fonction de l'azimut. On retrouvera une variation de l'effet coloré avec l'azimut, pour des angles d'incidence non nuls, si les périodes selon chaque direction sont différentes.

Les FIGS. 6A et 6B montrent de façon schématique un objet sécurisé 1, par exemple un document de valeur de type document d'identité, comprenant un exemple de composant optique de sécurité 60 selon la présente description avec un élément diffractif de type HSO hors axe en réflexion et un filtre résonant 1D, pour un angle d'incidence non nul et
5 pour deux valeurs d'azimut ; sur ces figures, le faisceau 3 représente le faisceau d'éclairage ; il est par exemple issu d'une source polychromatique ponctuelle ou quasi-ponctuelle, par exemple une source LED blanche. Le faisceau 4 représente le faisceau réfléchi par le composant optique de sécurité 60. Dans ces exemples, les données sont calculées pour que, lorsque le HSO est éclairé par un faisceau de lumière divergente, convergente ou collimaté,
10 un diagramme d'intensité lumineuse apparaisse dans un plan de reconstruction 5 qui peut être à l'infini. Dans cet exemple, le diagramme d'intensité comprend une image 66 formée de deux objets 61, 62 hors axe. Un résidu 63 du faisceau transmis sur l'axe est également visible.

Comme cela apparaît sur la FIG. 6B, la rotation du composant en azimut fait apparaître un changement de couleur de l'image 66 à incidence non nulle du faisceau d'éclairage.
15

Outre la sélectivité spectrale accrue du HSO obtenue grâce au filtre résonant, qui se traduit par une bien meilleure qualité de l'image 66, on obtient dans cet exemple un moyen d'authentification supplémentaire du composant optique de sécurité, grâce à un effet coloré variable en fonction de l'azimut.

La FIG. 7A représente de façon schématique un premier exemple de composant optique de sécurité 70 comprenant un matricage de pixels. Une première partie des pixels 71 forment une première zone. Ils comprennent une première structure formée d'un premier motif adapté pour former un premier élément diffractif de type HSO en réflexion, modulé par un deuxième motif. Une deuxième partie des pixels 72 forment une deuxième zone. Ils
20 comprennent une deuxième structure formée d'un premier motif adapté pour former un deuxième élément diffractif de type HSO en réflexion, modulé par un deuxième motif. Les première et deuxième zones occupent par exemple une surface comparable.

Plus précisément dans cet exemple, le premier motif de la première structure agencée dans la première zone (pixels 71) est un HSO multiniveaux permettant de former en
30 champ lointain hors de l'axe l'image « Ω ». Le deuxième motif de la première structure permet de former un réseau unidimensionnel adapté pour former un filtre résonant avec une bande spectrale de résonance. Le réseau est disposé de telle sorte à ce qu'avec un azimut de 0° , la variabilité du spectre résonant soit faible en fonction de l'angle d'incidence du faisceau

d'éclairage (comme sur la FIG. 5B). Par rotation azimutale à 90° du composant 70, la variabilité en champ lointain de la bande spectrale de résonance pour la première région, en fonction de l'angle d'incidence, devient forte.

Le premier motif de la deuxième structure agencée dans la deuxième zone (pixels
5 72) est un HSO multiniveaux permettant de former en champ lointain hors de l'axe l'image « α ». Le deuxième motif de la deuxième structure permet de former un réseau unidimensionnel similaire à celui du deuxième motif de la première structure. Mais le réseau est disposé de façon sensiblement perpendiculaire à celui du deuxième motif de la première structure de telle sorte qu'avec un azimut de 0° , la variabilité du spectre résonant soit forte en fonction de
10 l'angle d'incidence du faisceau d'éclairage et que par rotation azimutale à 90° du composant 70, la variabilité en champ lointain de la bande spectrale de résonance pour la deuxième région, en fonction de l'angle d'incidence, soit faible.

La FIG. 7B montre un éclairage d'un objet sécurisé 1 équipé d'un composant optique de sécurité 70 tel que montré sur la FIG. 7A à une incidence de 0° . Grâce au
15 matriçage des pixels, on obtient les deux images « Ω » et « α » simultanément. L'incidence de 0° ne permet pas de différencier en couleur les 2 images.

La FIG. 7C illustre un éclairage de l'objet sécurisé 1 avec un angle incidence de 20° . Dans ce cas, l'incidence de 20° permet de différencier en couleur les deux images « Ω » et « α ».

La FIG. 7D montre un éclairage de l'objet sécurisé 1 avec un angle incidence de 20° lorsque l'objet 1 a subi une rotation azimutale de 90° . Dans ce cas, on observe une
20 inversion des couleurs des deux images « Ω » et « α ».

Bien entendu, les « couleurs » sont présentées ici à titre d'exemple. On pourrait avoir des deuxièmes motifs pour les première et deuxième structures tels que les couleurs
25 initiales des première et deuxième images soient différentes pour une incidence de 0° et présentent des comportements de variation spectrale en fonction de l'angle d'incidence identiques ou différents.

La FIG. 8 représente de façon schématique un deuxième exemple d'un composant optique de sécurité 80 comprenant un matriçage de pixels sous forme de bandes
30 (81 – 84) et des images obtenues par éclairage successif des différentes bandes. Chaque bande, de largeur L supérieure par exemple à $500\text{ }\mu\text{m}$ forme une région. Dans cet exemple, les premiers motifs de chacune des régions sont adaptés pour former des HSO hors axe présentant un même objet (une flèche) mais à une position et avec une orientation différentes

dans le plan d'observation (voir images $Im_1 - Im_4$). Le deuxième motif est par exemple identique pour chacune des régions de telle sorte que l'objet (la flèche) soit de la même couleur sur chaque image. L'illumination en lumière polychromatique cohérente sur chaque bande permet alors de ne révéler qu'une image séparément des autres bandes. L'éclairage
5 successif des différentes régions permet de simuler des effets de mouvements.

De manière similaire, il sera possible de créer des effets de morphing (déformation/transformation) par balayage. Par exemple, la première image de la première zone peut présenter une forme définie qui évolue dans chaque zone successive pour simuler un mouvement et/ou une transformation de la forme.

10 De plus, chaque zone de chaque premier motif peut présenter un second motif différent en termes de période, d'orientation du réseau et/ou de profondeur du réseau afin de modifier la couleur de chacune des zones.

La FIG. 9 représente un exemple d'objet sécurisé intégrant un premier composant optique de sécurité et un deuxième composant optique de sécurité, adaptés pour
15 une vision stéréoscopique humaine ou par des lecteurs vidéo ou d'images stéréoscopiques;

Dans cet exemple, deux composants optiques de sécurité selon la présente description 90_L et 90_R sont agencés sur un objet sécurisé 1 à une distance donnée l'un de l'autre, de telle sorte que pour un éclairage donné 3, 3' respectivement sur les composants 90_L et 90_R , chaque œil/capteur voit une image de manière indépendante. Dans cet exemple,
20 l'œil gauche ne peut voir que l'image 91, 92 issue du composant de sécurité 90_L , tandis que l'œil droit ne peut voir que l'image 93, 94 issue du composant de sécurité 90_R . Bien évidemment et comme décrit précédemment, chacun des composants 90_L et 90_R peut présenter des structures permettant de générer des HSO avec des couleurs spécifiques ou identiques liées à au filtrage résonant. La reconstruction mentale de l'image permet
25 l'observation de l'image sur un plan virtuel, le plan virtuel pouvant être positionné à une distance médiane des deux images issues de chacun des composants 90_L et 90_R .

Les FIGS. 10A et 10B et 11A – 11B montrent d'autres exemples d'objets sécurisés intégrant des exemples de composants optiques de sécurité avec des structures adaptées pour la formation d'éléments diffractifs de type HSO, par exemple en champ
30 proche.

Dans l'exemple des FIGS 10A et 10B, le composant optique de sécurité 100 comprend une première structure agencée sur une zone 101 et une deuxième structure agencée sur une zone 102, les zones 101 et 102 étant formés de pixels alternés les uns avec

les autres pour former un damier (zones entrelacées).

Par exemple, la première structure 101 comprend un premier motif modulé avec un deuxième motif, de telle sorte à former un HSO de Fresnel, permettant de générer une image 103 de couleur donnée dans un plan de reconstruction 5 à distance finie (HSO en champ proche), le plan de reconstruction 5 étant en arrière de l'objet sécurisé 1 par rapport à la position de la source d'éclairage. La deuxième structure 102 comprend un premier motif modulé avec un deuxième motif, de telle sorte à former un HSO de Fresnel, permettant de générer une image 104 de couleur donnée, par exemple différente de la couleur de l'objet 103, dans un plan de reconstruction 5' à distance finie (HSO en champ proche), le plan de reconstruction 5' étant en avant de l'objet sécurisé 1 par rapport à la position de la source d'éclairage.

En éclairage incident non nul, par exemple sous incidence compris entre 20° et 40° , comme montré sur les FIGS. 10A et 10B, on peut générer une inversion des couleurs des images 103 et 104 par rotation azimutale de l'objet 1, par exemple si les deuxièmes motifs de chacune de première et deuxième structures sont unidimensionnels, de même période et orientés dans des directions sensiblement perpendiculaires.

Dans l'exemple des FIGS 11A et 11B, le composant optique de sécurité 110 comprend une première structure agencée sur une zone 111, une deuxième structure agencée sur une zone 112 et une troisième structure agencée sur une zone 113. Les zones 111 - 113 sont formées de pixels alternés les uns avec les autres pour former un damier (zones entrelacées).

Par exemple, la première structure 111 comprend un premier motif modulé avec un deuxième motif, de telle sorte à former un HSO, permettant de générer une image 114 de couleur donnée dans un plan de reconstruction 5 à distance finie. La deuxième structure 112 comprend un premier motif modulé avec un deuxième motif, de telle sorte à former un HSO, permettant de générer une image 115 de couleur donnée, par exemple différente de la couleur de l'objet 114, dans le même plan de reconstruction 5. La troisième structure 113 comprend un premier motif modulé avec un deuxième motif, de telle sorte à former un HSO, permettant de générer une image 116 de couleur donnée, par exemple différente de la couleur de l'objet 114 et de la couleur de l'objet 115, dans le même plan de reconstruction 5. Dans cet exemple, les images 114, 115, 116 se complètent pour former un objet reconnaissable, par exemple ici un parallélépipède rectangle.

En éclairage incident non nul, par exemple sous incidence compris entre 20° et

40°, comme montré sur les FIGS. 11A et 11B, on peut générer une modification de l'une ou de l'autre des couleurs des images 114 - 116 par rotation azimutale de l'objet 1 en choisissant les filtres résonants adaptés, comme décrit précédemment.

Les composants de sécurité tels que décrits précédemment peuvent être réalisés selon un ou plusieurs exemples de réalisation de la façon suivante.

Les différentes structures optiques des différentes régions sont préalablement enregistrées par photolithographie ou lithographie par faisceau d'électrons sur un support photosensible ou « photoresist » selon l'expression anglo-saxonne. Une étape de galvanoplastie permet de reporter ces structures optiques dans un matériau résistant par exemple à base de Nickel pour réaliser la matrice ou « master », voir par exemple l'ouvrage de référence « *diffraction handbook grating* » et plus particulièrement le chapitre 5 « *Replicated Grating* » (Christopher Plamer, Sixième édition, Newport 2006). Un estampage (ou « embossage ») peut ensuite être réalisé à partir de la matrice ainsi réalisée pour former la première couche en matériau diélectrique au moins partiellement structurée. Typiquement, la première couche en matériau diélectrique 23 (FIG. 2) est un vernis d'estampage de quelques microns d'épaisseur porté par un film support 24 de 5 µm à 50 µm en matériau polymère, par exemple en PET (polyéthylène téréphtalate). L'estampage peut être fait par pressage à chaud du matériau diélectrique (« hot embossing ») ou par moulage et réticulation UV (« UV casting »), mais de préférence par moulage et réticulation UV du fait de la profondeur des structures (typiquement entre 80 nm et 1 µm). L'indice de réfraction de la couche formée du vernis d'estampage est typiquement proche de 1,5 pour la lumière visible.

Vient ensuite le dépôt de la deuxième couche 22 sur la couche ainsi estampée ou moulée. La deuxième couche peut être une couche métallique, déposée par évaporation thermique, par exemple sous vide, de façon parfaitement contrôlée en épaisseur, avec au moins l'un par exemple des métaux suivants : argent, aluminium, or, chrome, cuivre, nickel etc. La deuxième couche peut être une couche en matériau diélectrique, par exemple sulfure de zinc, oxyde de titane. Dans un ou plusieurs exemples de réalisation, la deuxième couche peut comprendre des régions métalliques et des régions en matériau diélectrique, comme décrit ci-dessous.

Une couche de fermeture d'indice de réfraction contrôlé est ensuite appliquée, par exemple par évaporation dans le cas d'un film mince ou par un procédé d'enduction. Pour certaines applications, telles que les produits de laminage ou de marquage à chaud, cette couche peut être la couche adhésive. La couche de fermeture, qui forme la troisième couche

en matériau diélectrique 21 peut présenter selon les applications un indice de réfraction sensiblement identique à celui de la couche 23, autour de 1,5, ou peut présenter un indice de réfraction différent de celui de la couche 23. La couche de fermeture 21 peut présenter une épaisseur supérieure ou égale à un micron, par exemple de quelques microns. Selon la destination finale du produit, une couche adhésive 26 peut être appliquée sur la couche de fermeture.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, la deuxième couche 22 peut comprendre dans une ou plusieurs régions un matériau diélectrique et/ou peut comprendre dans une ou plusieurs régions un matériau métallique et/ou peut être discontinue.

Il est possible dans l'un ou l'autre de ces exemples de déposer dans une première étape une couche métallique sur la première couche en matériau diélectrique 23 ; puis la couche métallique est démétallisée partiellement pour la réalisation de motifs spécifique ou afin de faciliter la lisibilité de l'effet, ou pour générer d'autres régions dans lesquelles on pourra localement déposer une couche en matériau diélectrique ou une autre couche en matériau métallique. Pour cela, un premier procédé de démetallisation partielle consiste à appliquer un vernis de protection sur les régions où l'on souhaite que la couche métallique soit préservée. Ce vernis présente par exemple un indice de réfraction sensiblement identique à celui de la première couche 23, par exemple autour de 1.5, avec une épaisseur par exemple de l'ordre du micron. Par la suite une étape de bain chimique permet de détruire les parties métalliques non protégées. Eventuellement, un autre matériau métallique ou un matériau diélectrique est déposé dans une ou plusieurs des régions démétallisées pour former la deuxième couche 22. Enfin la troisième couche ou couche de fermeture 21 est appliquée sur l'ensemble du composant.

Un autre procédé de démetallisation partielle consiste à appliquer avec un motif donné une encre soluble sur la couche estampée ou réticulée à l'UV. Lors du dépôt du métal, celui-ci est appliqué uniformément sur la couche mais ne subsiste que sur les zones où ne se trouve pas l'encre lorsque l'encre est retirée.

Selon un ou plusieurs exemples de réalisation, il est possible de former une deuxième couche 22 avec une ou plusieurs régions en matériau diélectrique et une ou plusieurs régions en matériau métallique en appliquant un ou plusieurs matériaux diélectriques avant l'étape de métallisation. Pour cela on pourra par exemple appliquer une encre soluble sur la couche estampée ou réticulée à l'UV. Un premier dépôt de couche mince permet d'appliquer uniformément un matériau diélectrique sur l'ensemble de la couche estampée ou

réticulée à l'UV et sur l'encre ; le matériau diélectrique ne subsiste que sur les zones où ne se trouve pas l'encre lorsque l'encre est retirée. Ensuite une étape de métallisation, pouvant être sélective, est réalisée. Si la métallisation est sélective, elle comprendra également une étape d'impression préalable d'encre soluble permettant de sélectionner les zones d'application du métal ou l'impression d'une encre de protection après dépôt du métal.

Comme cela apparaît au vue de l'exemple de méthode de fabrication décrite ci-dessus, l'inclusion d'un composant optique de sécurité selon la présente description dans un document sécurisé est parfaitement compatible avec la présence dans le même document de structures à base de réseaux habituellement utilisées pour la réalisation de composants holographiques.

Notamment, il sera possible de réaliser un composant optique de sécurité comprenant un ou plusieurs composants tels que décrits précédemment et un ou plusieurs autres type de composants optiques de sécurité, par exemple de type holographique.

Pour cela une matrice est réalisée par enregistrement des différents motifs correspondants aux différents composants optiques de sécurité sur le support photoresist puis comme précédemment une étape de galvanoplastie permet de transférer la structure optique de la photoresist à un support solide pour former la matrice. L'estampage ou le moulage suivi de la réticulation UV peut ensuite être réalisé à partir de la matrice pour transférer les différentes microstructures sur le film en matériau polymère.

Bien que décrite à travers un certain nombre d'exemples de réalisation, le composant optique de sécurité selon l'invention et le procédé de fabrication dudit composant comprennent différentes variantes, modifications et perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme de l'art, étant entendu que ces différentes variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention telle que définie par les revendications qui suivent. En particulier l'homme de l'art saura combiner avantageusement les propriétés optiques des nombreux composants de sécurité optique connus avec les propriétés du composant optique de sécurité selon l'invention.

Revendications

1. Composant optique de sécurité (20) destiné à être authentifié dans le spectre visible, en lumière polychromatique spatialement cohérente, comprenant :
 - 5 - une première couche (23) en matériau diélectrique, au moins partiellement structurée sur une face, et présentant un premier indice de réfraction (n_3) ;
 - une deuxième couche (22), déposée sur la face au moins partiellement structurée de ladite première couche dans au moins une première région, et présentant une bande spectrale de réflexion dans le visible ;
 - 10 - une troisième couche (21) en matériau diélectrique déposée sur ladite deuxième couche et présentant un troisième indice de réfraction (n_1); et
dans lequel ladite première couche (23) présente dans la première région au moins une première structure (S) formée par un premier motif (S_1) modulé par un deuxième motif (S_2), tels que:
 - 15 ○ le premier motif (S_1) est adapté pour former un premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur (HSO), calculé pour générer sous éclairage spatialement cohérent au moins une première image reconnaissable dans au moins un premier plan de reconstruction (5),
 - le deuxième motif (S_2) est un réseau périodique de période comprise entre
20 100 nm et 700 nm, déterminé pour produire, après dépôt de la deuxième couche et encapsulation de ladite première structure par la troisième couche, un filtre résonant dans une première bande spectrale.
2. Composant optique de sécurité selon la revendication 1, dans lequel le deuxième motif d'au moins une première structure est un réseau unidimensionnel.
- 25 3. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :
 - la première couche présente dans la première région au moins une deuxième structure formée par un premier motif modulé par un deuxième motif, tels que:
 - le premier motif de la deuxième structure est adapté pour former un
30 deuxième élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur, calculé pour générer sous éclairage spatialement cohérent au moins une

deuxième image reconnaissable dans un deuxième plan de reconstruction (5'),

- le deuxième motif est un réseau périodique de période comprise entre 100 nm et 700 nm, déterminé pour produire, après dépôt de la deuxième couche et encapsulation de ladite deuxième structure par la troisième couche, un filtre résonant dans une deuxième bande spectrale.

4. Composant optique de sécurité selon la revendication 3, dans lequel au moins ladite première image et au moins ladite deuxième image sont générées dans le même plan de reconstruction (5).

5. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, dans lequel les au moins première et deuxième structures sont agencées dans des zones (71, 72) entrelacées les unes avec les autres.

6. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, dans lequel les au moins première et deuxième structures sont agencées dans des zones adjacentes, l'éclairage successif de chaque zone permettant de simuler un effet de mouvement d'une image et/ou de transformation.

7. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel:

- dans au moins ladite première région, la deuxième couche est une couche mince en matériau diélectrique, présentant un deuxième indice de réfraction (n_2) tel que le deuxième indice de réfraction (n_2) diffère du premier indice de réfraction (n_3) et du troisième indice de réfraction (n_1) d'au moins 0,3;
- pour au moins ladite première structure de ladite première région, le deuxième motif est adapté pour produire un filtre résonant passe bande en réflexion.

8. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel :

- dans au moins ladite première région, la deuxième couche est une couche mince en matériau métallique, d'épaisseur supérieure à 40 nm;
- pour au moins ladite première structure de ladite première région, le deuxième motif forme un filtre résonant coupe-bande en réflexion.

9. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

dans lequel:

- dans au moins ladite première région, la deuxième couche est une couche mince en matériau métallique, d'épaisseur comprise entre 10 nm et 60 nm ;
- pour au moins ladite première structure de ladite première région, le deuxième motif est adapté pour produire un filtre résonant passe-bande en transmission.

10. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel:

- le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur réflectif.

11. Composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel:

- le premier motif est adapté pour former un premier élément diffractif de type hologramme synthétisé par ordinateur transmissif ;
- les premier indices de réfraction (n_3) et troisièmes indices de réfraction (n_1) présentent une différence supérieure à 0,1.

12. Objet sécurisé comprenant un support et un composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications précédentes, agencé sur ledit support.

13. Procédé de fabrication d'un composant optique de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 comprenant :

- la formation sur un film support (24) de ladite première couche (23) en matériau diélectrique;
- le dépôt de la deuxième couche (22) sur au moins une première région de la première couche en matériau diélectrique;
- le dépôt sur ladite deuxième couche de la troisième couche (21) en matériau diélectrique.

1/13

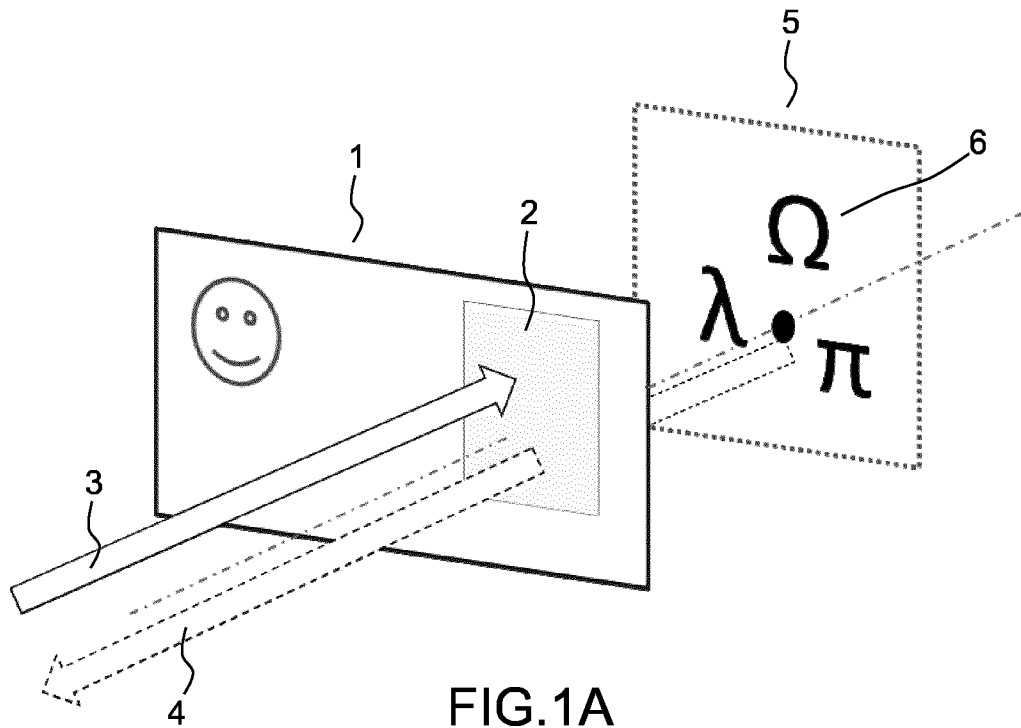


FIG.1A
ART ANTERIEUR

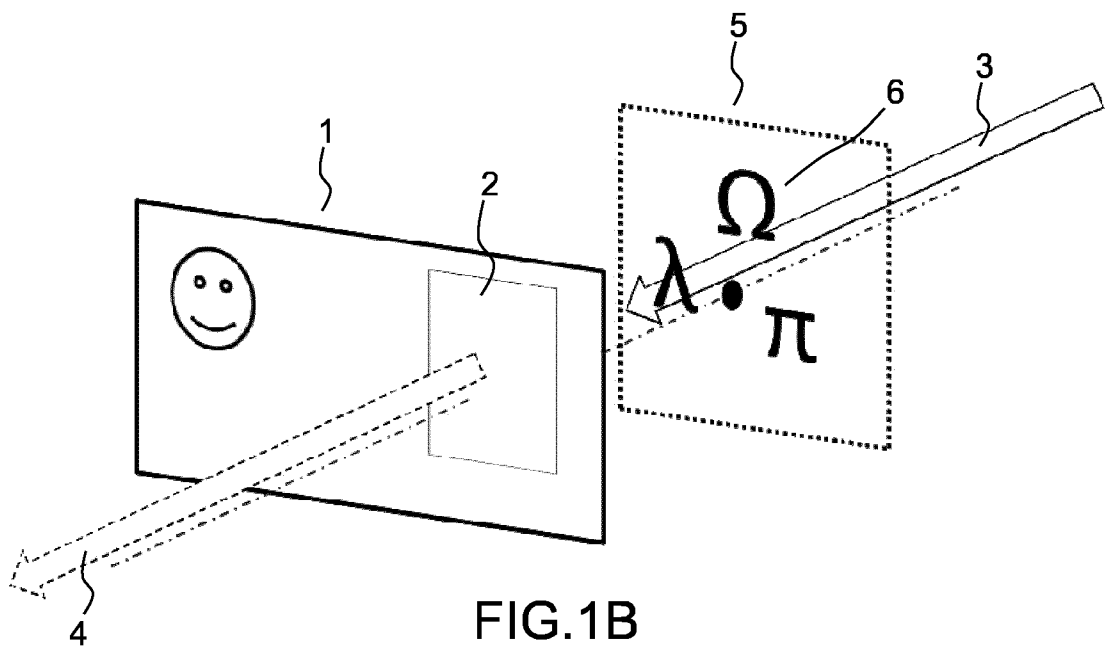


FIG.1B
ART ANTERIEUR

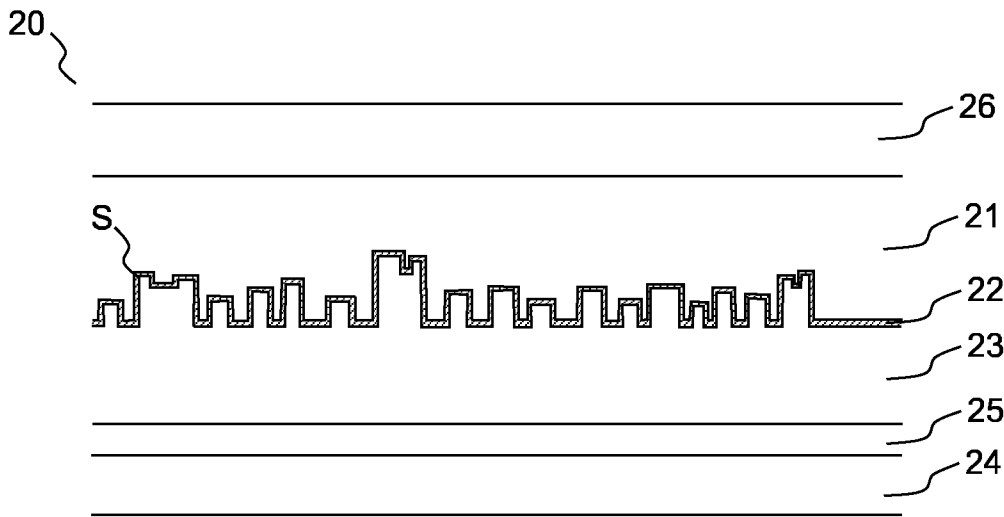


FIG.2

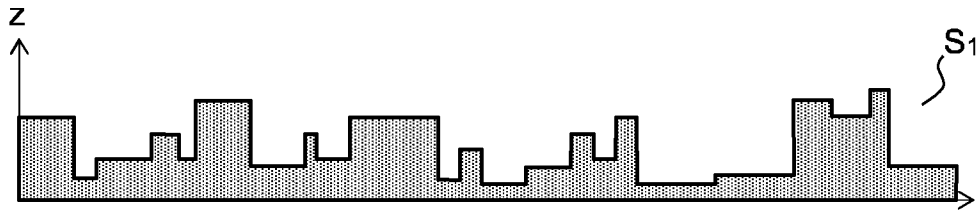


FIG.3A

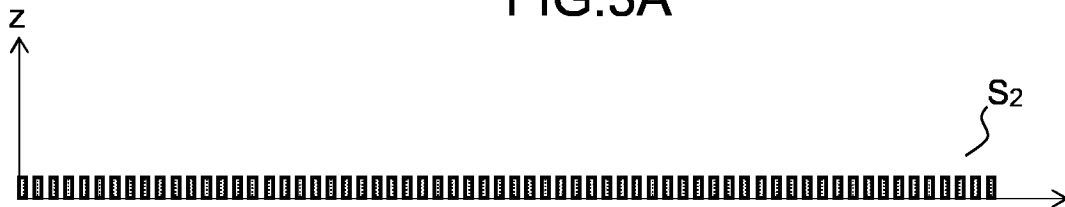


FIG.3B

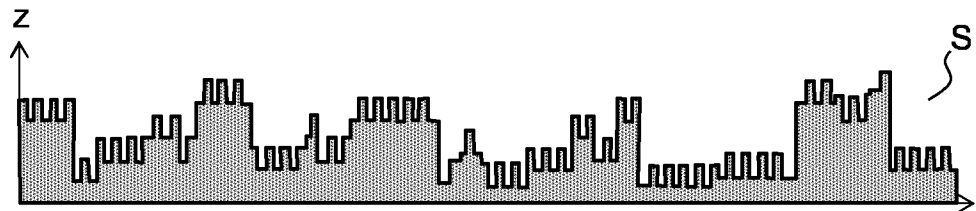


FIG.3C

3/13

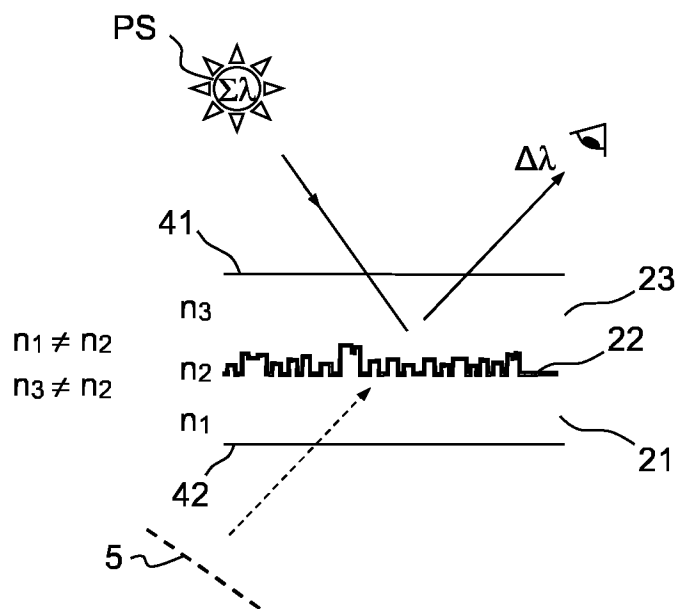


FIG.4A

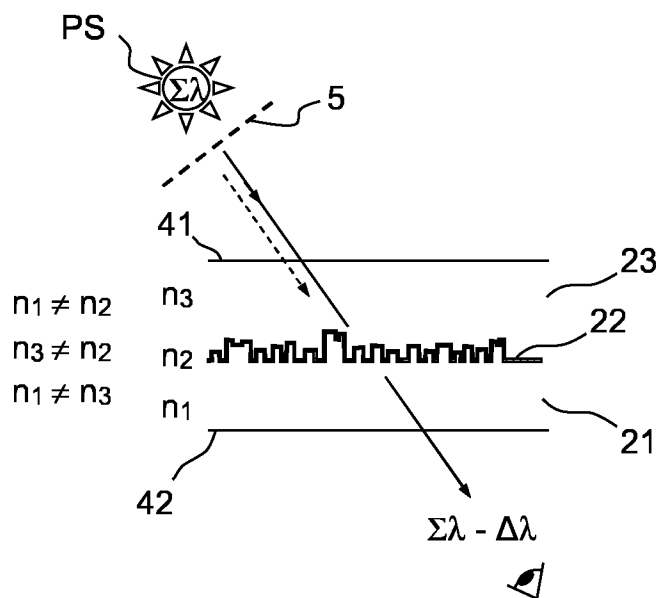


FIG.4B

4/13

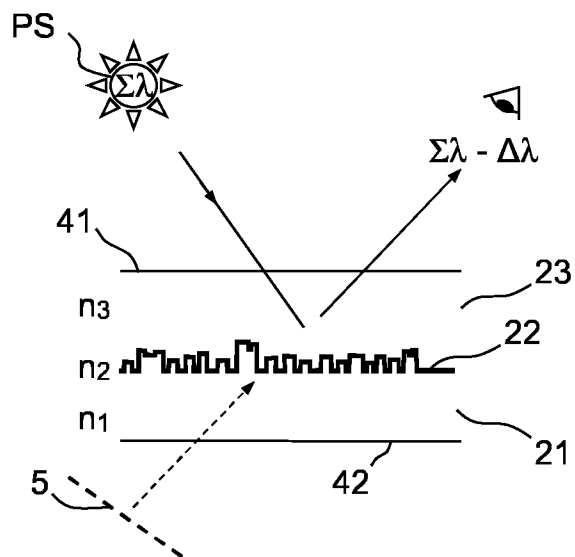


FIG. 4C

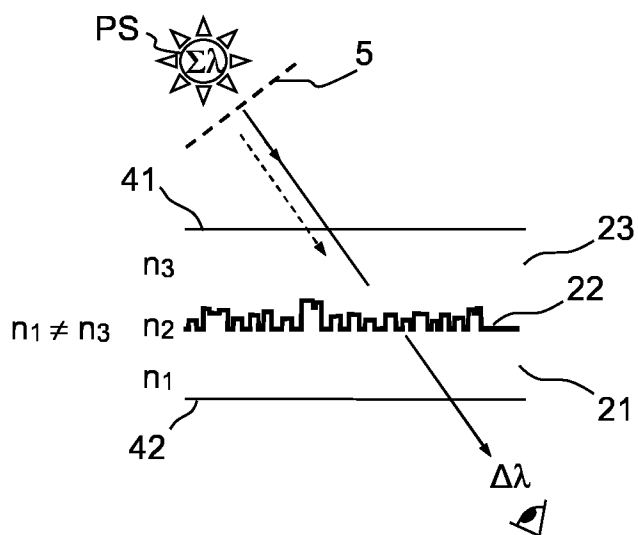


FIG. 4D

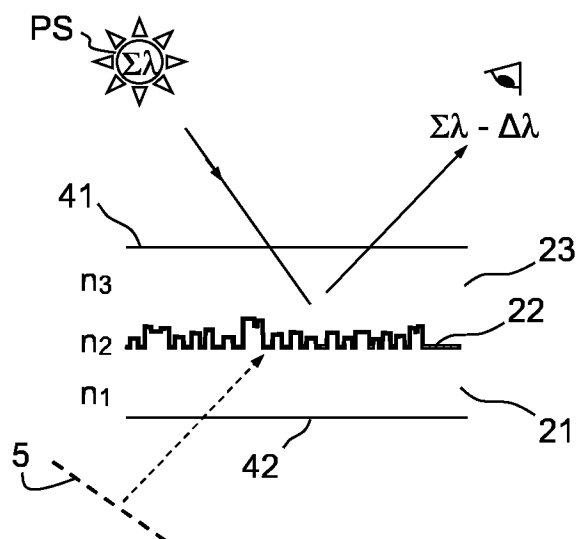


FIG. 4E

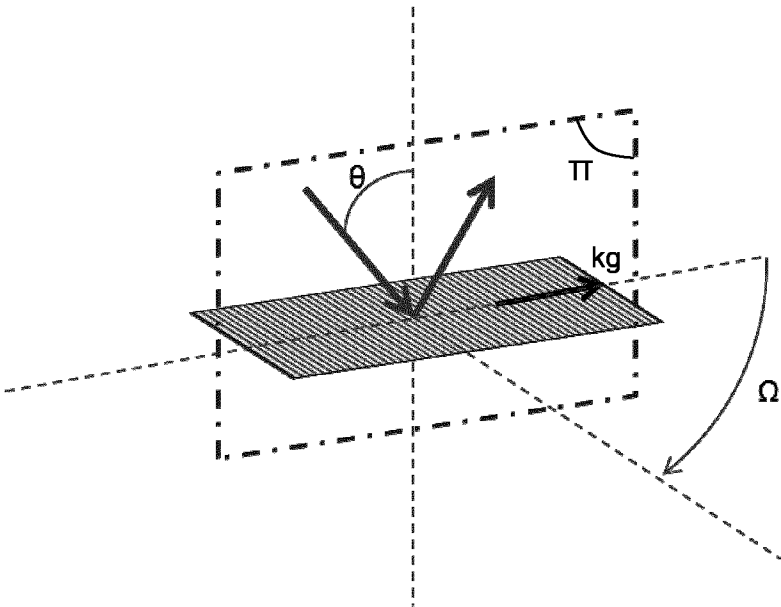


FIG.5A

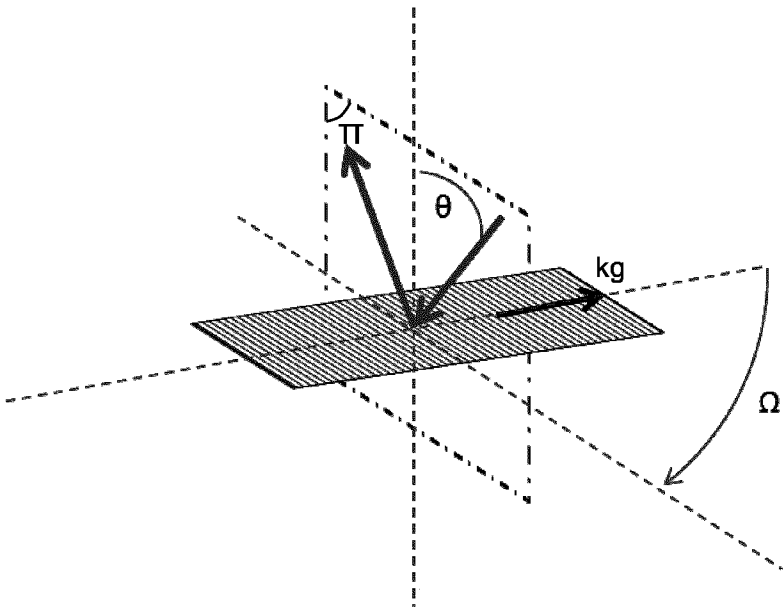


FIG.5B

6/13

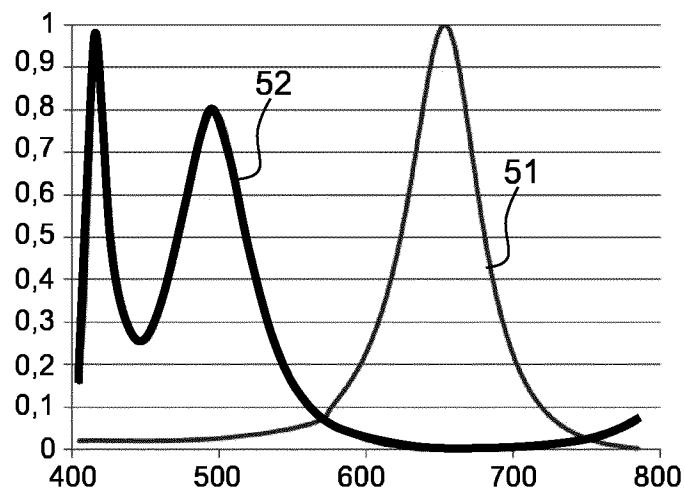


FIG. 5C

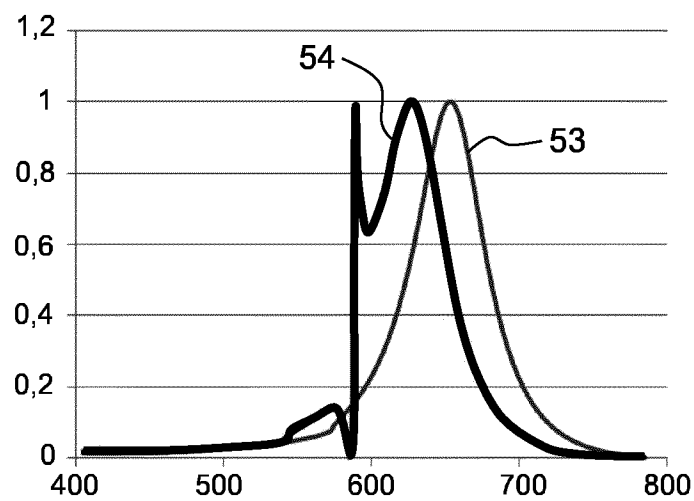
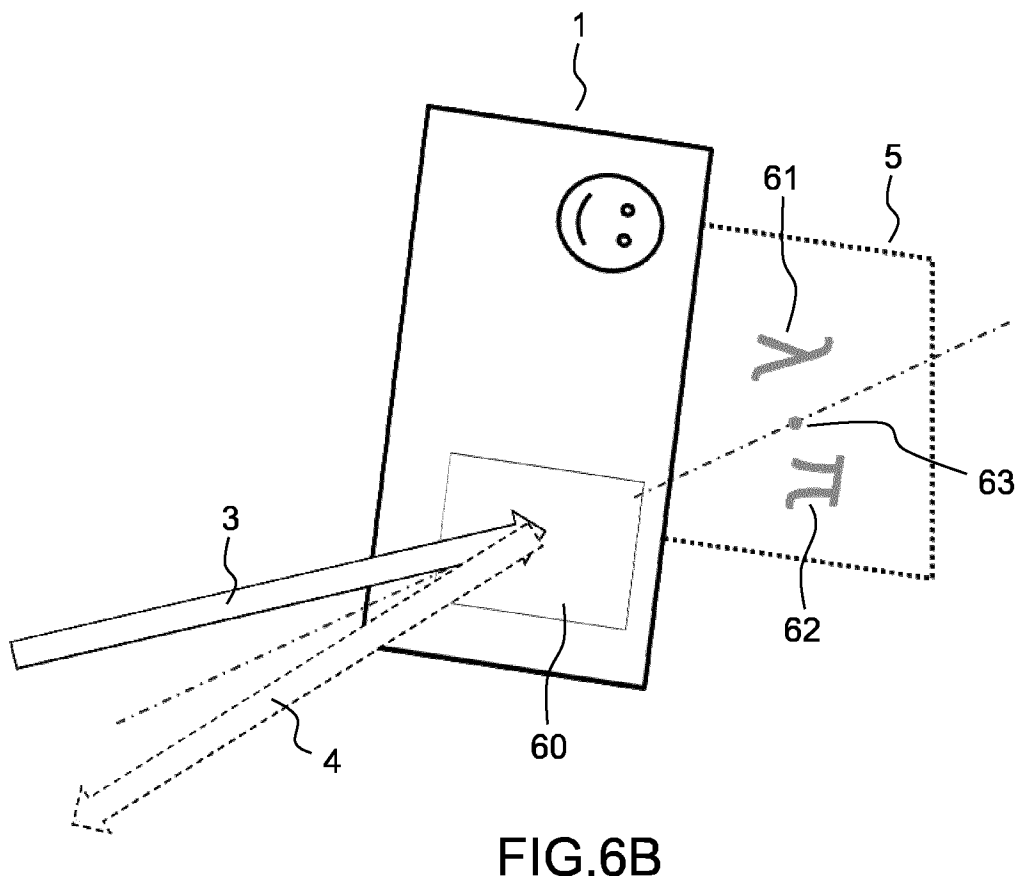
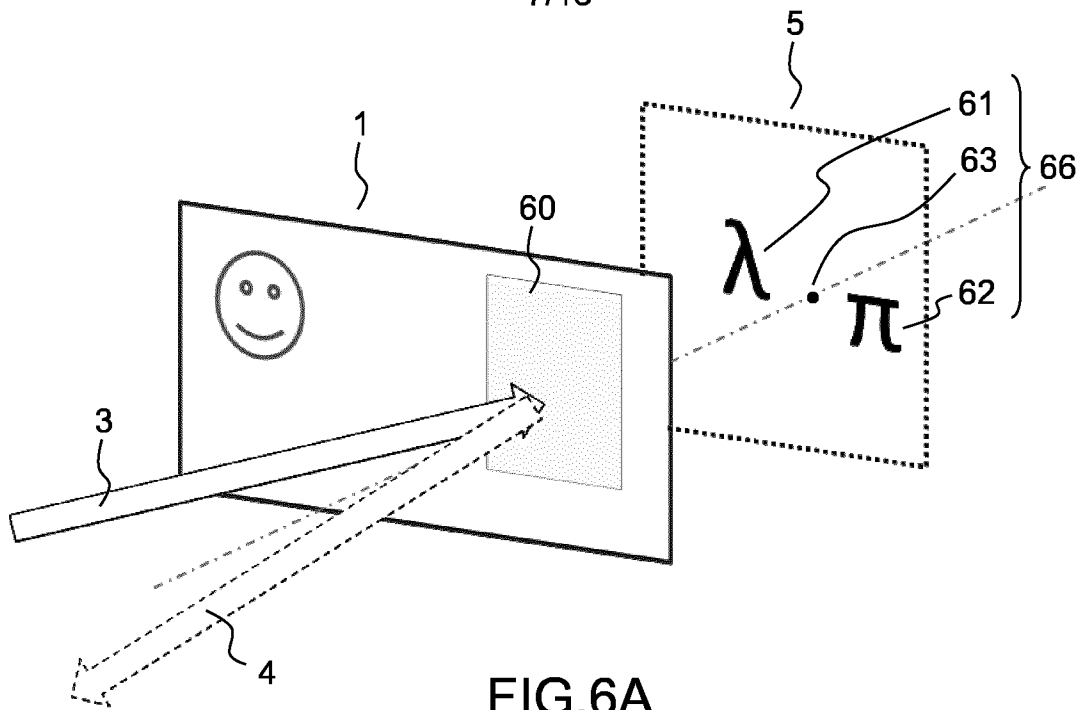


FIG. 5D

7/13



8/13

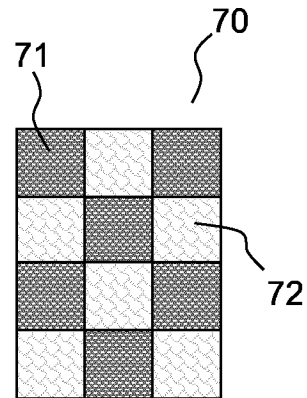


FIG. 7A

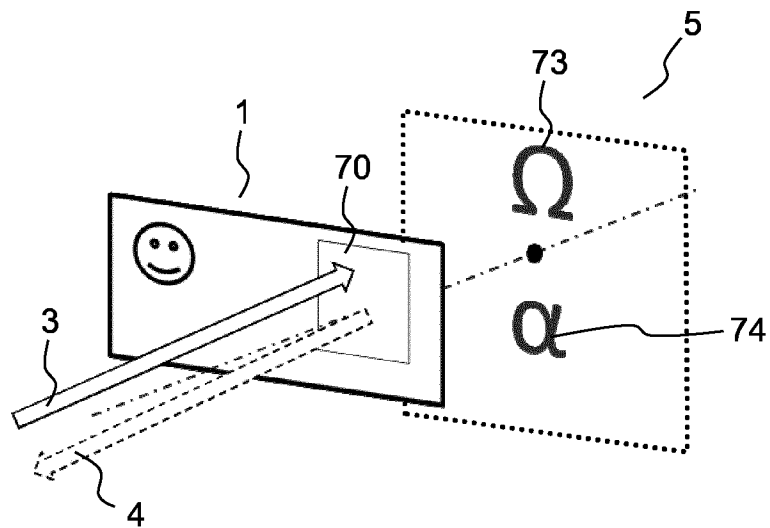


FIG. 7B

9/13

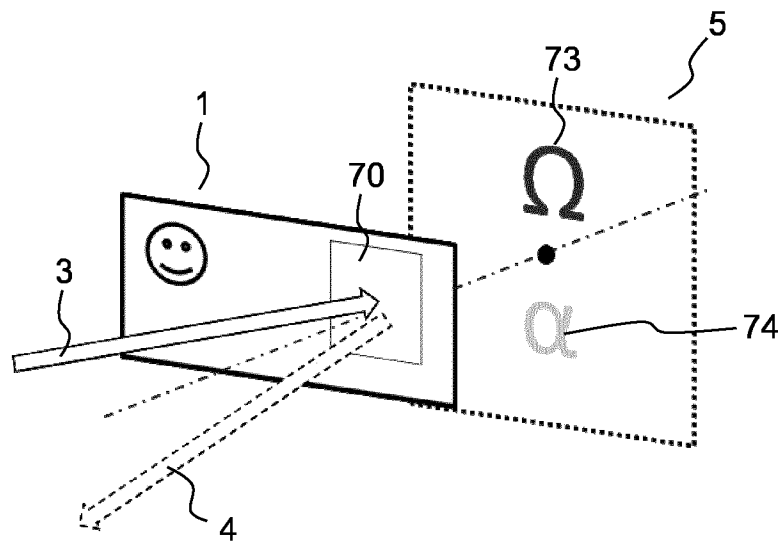


FIG.7C

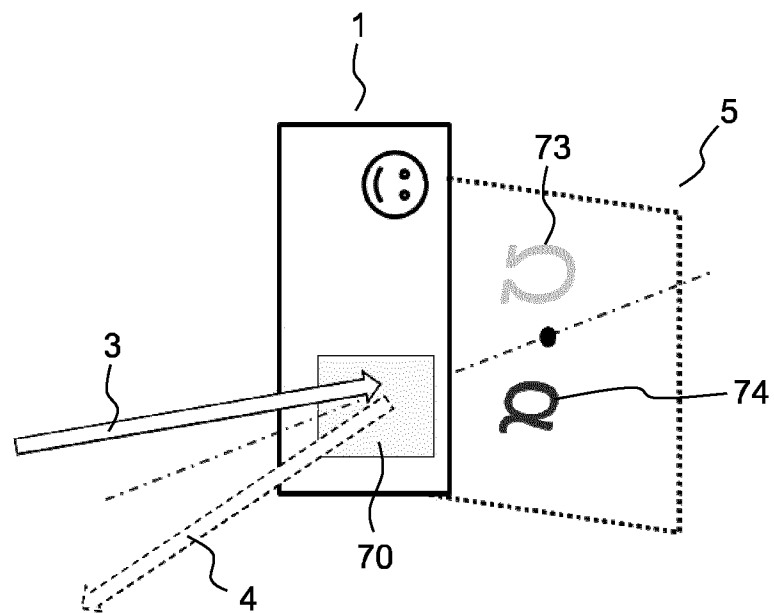
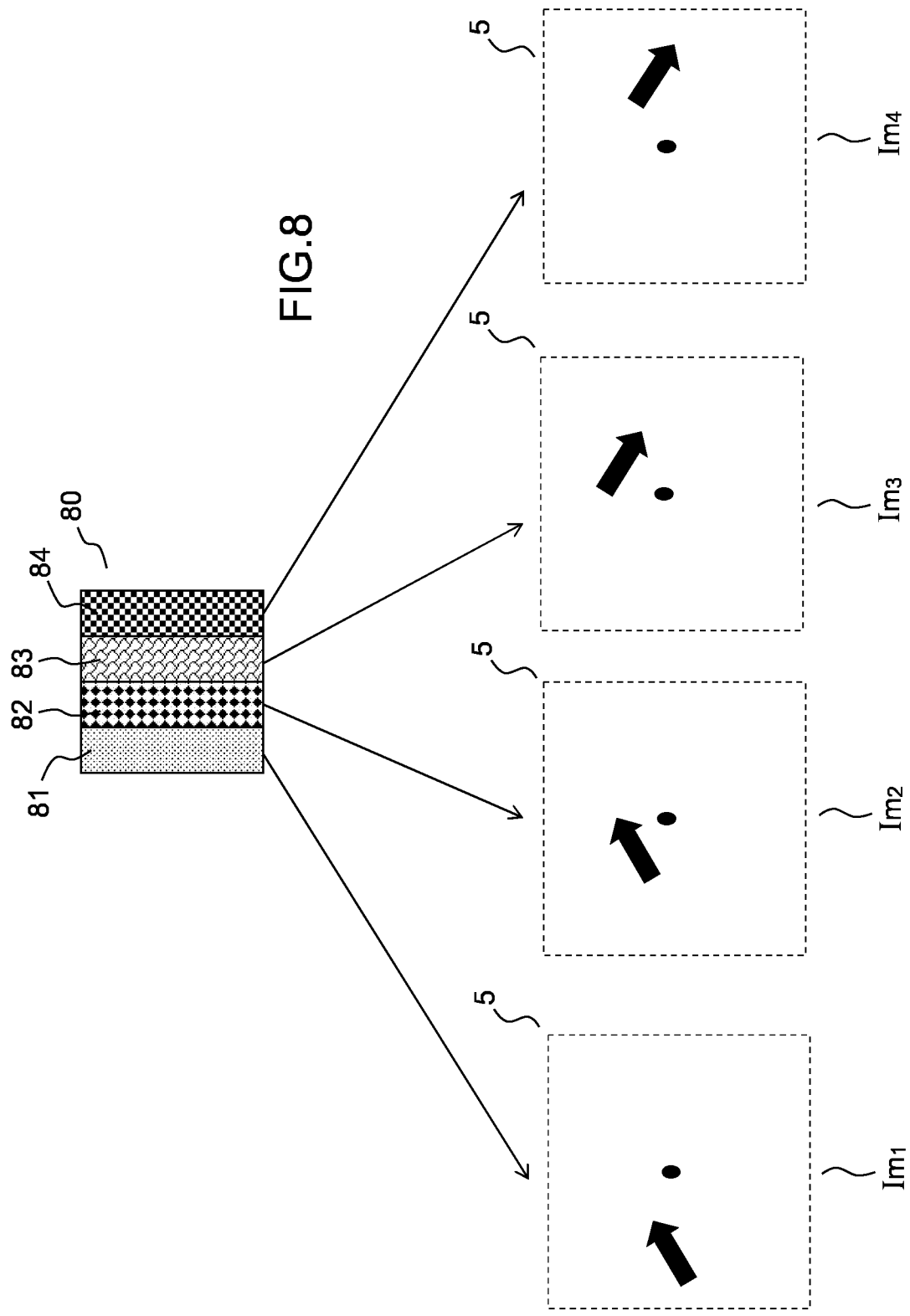


FIG.7D



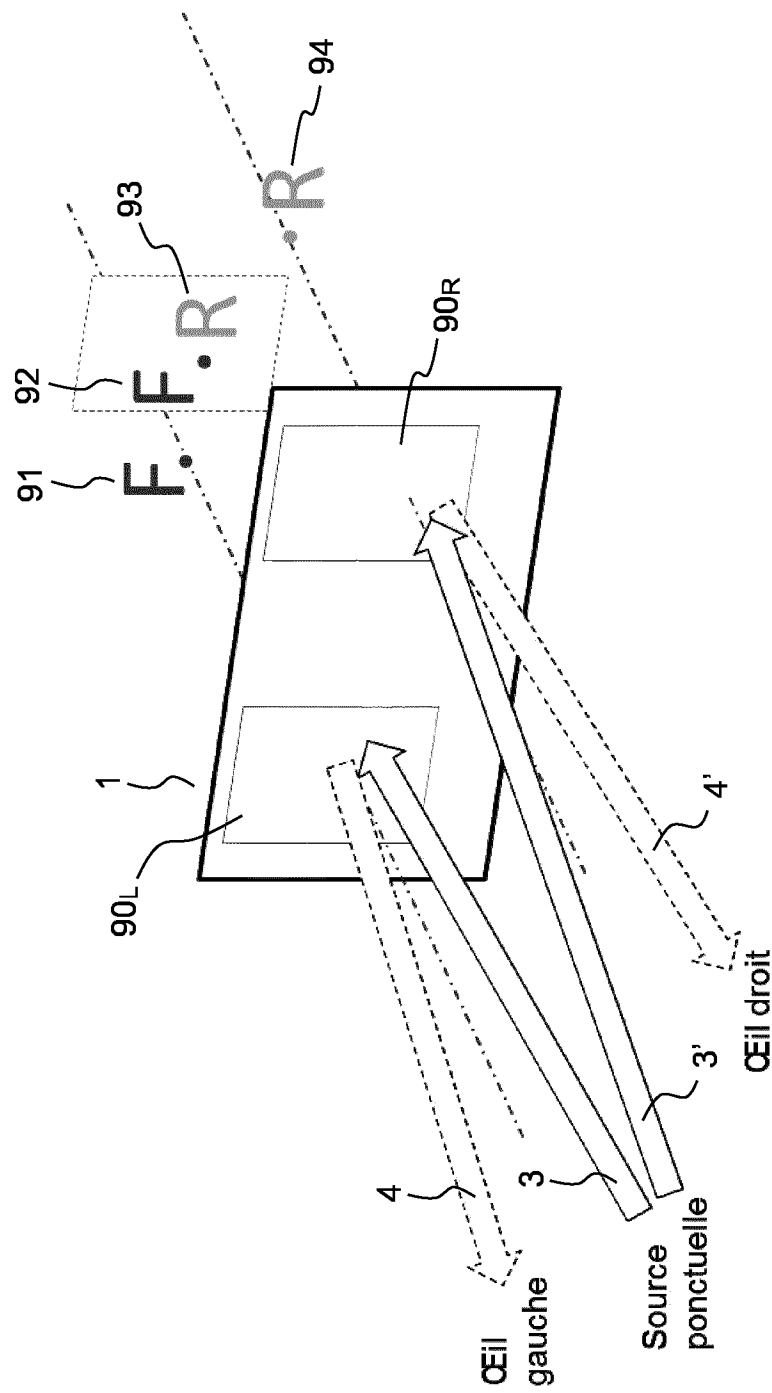


FIG.9

12/13

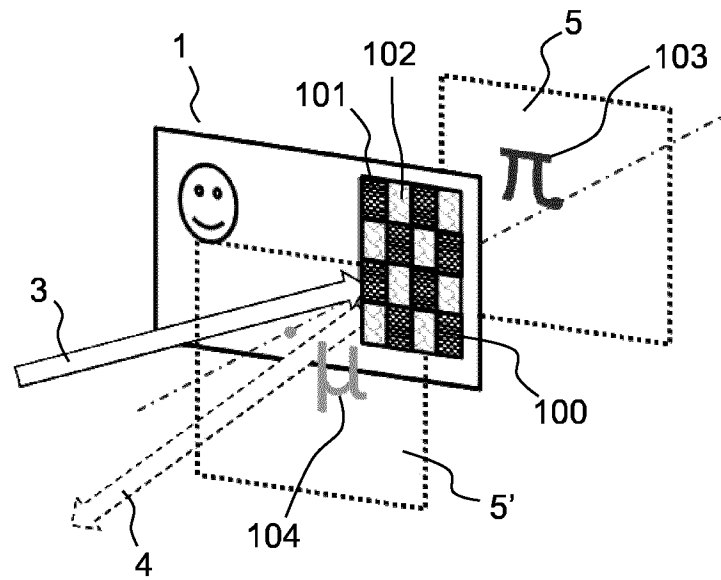


FIG.10A

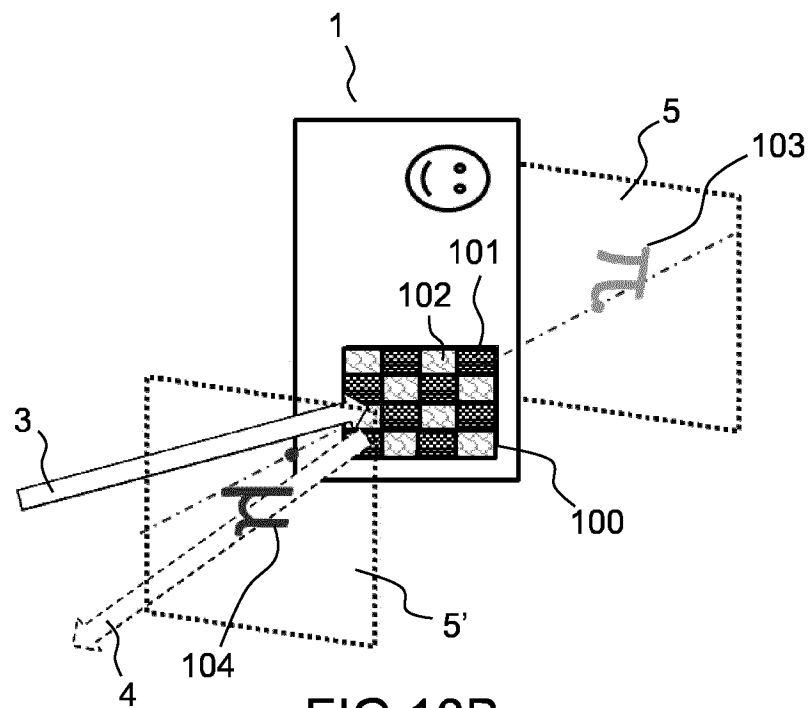
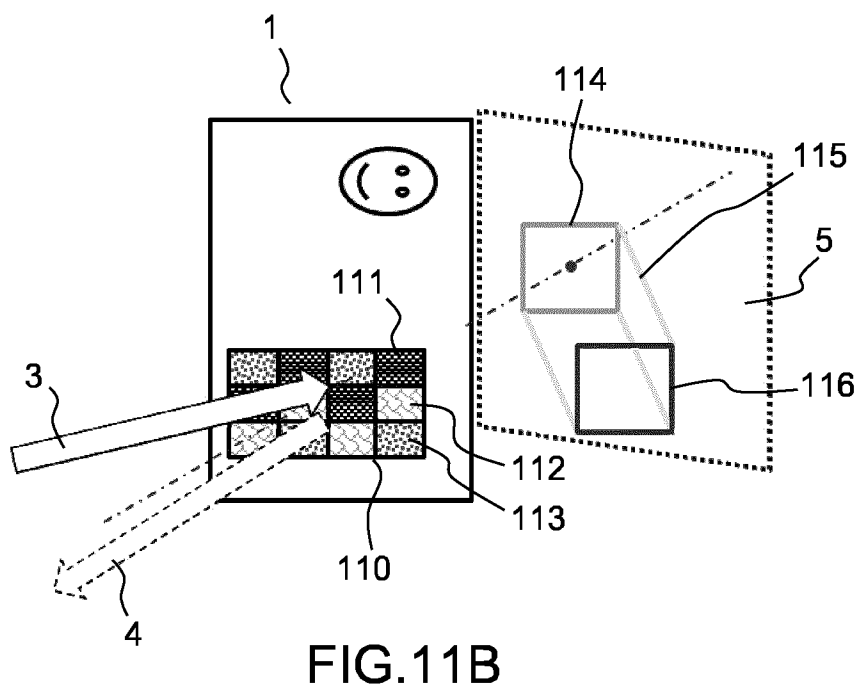
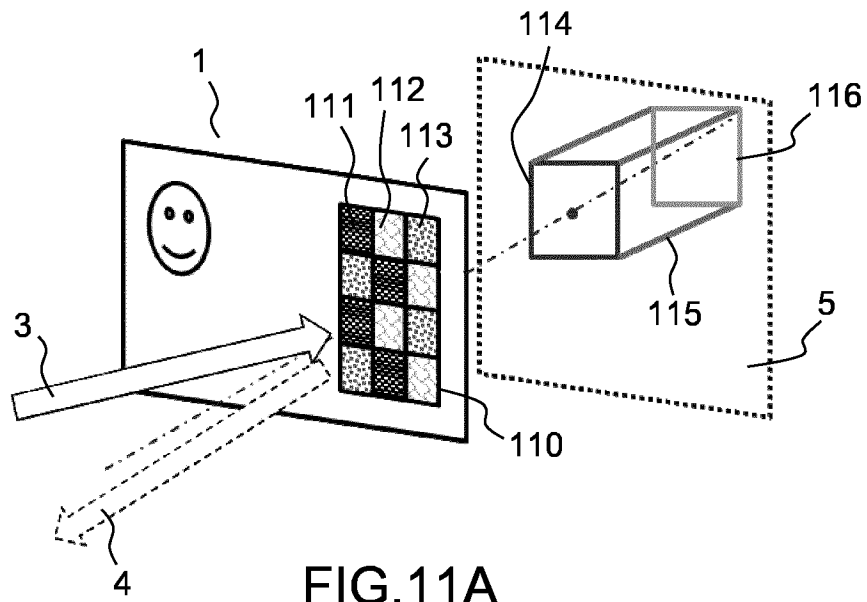


FIG.10B

13/13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/062465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G03H1/00 G02B5/18 B42D25/328
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03H G02B B42D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/094713 A1 (TOMPKIN WAYNE R [CH] ET AL) 24 April 2008 (2008-04-24) paragraph [0073] - paragraph [0124] paragraph [0133] - paragraph [0137]; figures 1-3,9,10,13-15 -----	1-10,12, 13
X	US 2005/030626 A1 (WEITENEDER CHRISTOPH [CH] ET AL) 10 February 2005 (2005-02-10) paragraphs [0018] - [0034]; figures 1-10 -----	1-4,6, 10,12,13
A	US 6 600 603 B1 (SAMBLES JOHN R [GB]) 29 July 2003 (2003-07-29) column 2 - column 4; figures 2,3,7 ----- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 August 2017

Date of mailing of the international search report

11/09/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Noirard, Pierre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/062465

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/026747 A1 (HOLOGRAM IND [FR]; DE BOUGRENET JEAN-LOUIS [FR]; BIALIC EMILIE [FR]; P) 28 February 2013 (2013-02-28) page 6, line 22 - page 10, line 23 page 20, line 23 - page 22, line 14; figures 1,9 -----	1-7, 10-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/062465

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008094713	A1	24-04-2008	AT 452770 T 15-01-2010
		AU 2005279328 A1 09-03-2006	
		BR PI0514730 A 24-06-2008	
		CA 2578377 A1 09-03-2006	
		CN 101035686 A 12-09-2007	
		DE 102004042136 A1 09-03-2006	
		DK 1786632 T3 26-04-2010	
		EP 1786632 A2 23-05-2007	
		ES 2338675 T3 11-05-2010	
		JP 5124272 B2 23-01-2013	
		JP 2008511847 A 17-04-2008	
		KR 20070053309 A 23-05-2007	
		PT 1786632 E 18-03-2010	
		RU 2379193 C2 20-01-2010	
		SI 1786632 T1 30-04-2010	
		US 2008094713 A1 24-04-2008	
		WO 2006024478 A2 09-03-2006	
US 2005030626	A1	10-02-2005	AT 381996 T 15-01-2008
		AU 2002351767 A1 10-06-2003	
		CN 1589206 A 02-03-2005	
		DE 10157534 C1 15-05-2003	
		EP 1446294 A1 18-08-2004	
		JP 4315335 B2 19-08-2009	
		JP 2005524858 A 18-08-2005	
		KR 20040088468 A 16-10-2004	
		PL 202809 B1 31-07-2009	
		US 2005030626 A1 10-02-2005	
		WO 03043832 A1 30-05-2003	
US 6600603	B1	29-07-2003	AT 285080 T 15-01-2005
		AU 767641 B2 20-11-2003	
		CA 2393922 A1 21-06-2001	
		DE 60016799 D1 20-01-2005	
		DE 60016799 T2 02-03-2006	
		EP 1238295 A1 11-09-2002	
		GB 2373312 A 18-09-2002	
		US 6600603 B1 29-07-2003	
		WO 0144839 A1 21-06-2001	
WO 2013026747	A1	28-02-2013	AU 2012299698 A1 10-04-2014
		EP 2748654 A1 02-07-2014	
		FR 2979435 A1 01-03-2013	
		US 2014239627 A1 28-08-2014	
		WO 2013026747 A1 28-02-2013	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/062465

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G03H1/00 G02B5/18 B42D25/328 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G03H G02B B42D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2008/094713 A1 (TOMPKIN WAYNE R [CH] ET AL) 24 avril 2008 (2008-04-24) alinéa [0073] - alinéa [0124] alinéa [0133] - alinéa [0137]; figures 1-3,9,10,13-15 -----	1-10,12,13
X	US 2005/030626 A1 (WEITENEDER CHRISTOPH [CH] ET AL) 10 février 2005 (2005-02-10) alinéas [0018] - [0034]; figures 1-10 -----	1-4,6,10,12,13
A	US 6 600 603 B1 (SAMBLES JOHN R [GB]) 29 juillet 2003 (2003-07-29) colonne 2 - colonne 4; figures 2,3,7 ----- -/--	1
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 31 août 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 11/09/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Noirard, Pierre

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2013/026747 A1 (HOLOGRAM IND [FR]; DE BOUGRENET JEAN-LOUIS [FR]; BIALIC EMILIE [FR]; P) 28 février 2013 (2013-02-28) page 6, ligne 22 - page 10, ligne 23 page 20, ligne 23 - page 22, ligne 14; figures 1,9 -----	1-7, 10-13

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/062465

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008094713	A1	24-04-2008	AT 452770 T	15-01-2010
			AU 2005279328 A1	09-03-2006
			BR PI0514730 A	24-06-2008
			CA 2578377 A1	09-03-2006
			CN 101035686 A	12-09-2007
			DE 102004042136 A1	09-03-2006
			DK 1786632 T3	26-04-2010
			EP 1786632 A2	23-05-2007
			ES 2338675 T3	11-05-2010
			JP 5124272 B2	23-01-2013
			JP 2008511847 A	17-04-2008
			KR 20070053309 A	23-05-2007
			PT 1786632 E	18-03-2010
			RU 2379193 C2	20-01-2010
			SI 1786632 T1	30-04-2010
			US 2008094713 A1	24-04-2008
			WO 2006024478 A2	09-03-2006

US 2005030626	A1	10-02-2005	AT 381996 T	15-01-2008
			AU 2002351767 A1	10-06-2003
			CN 1589206 A	02-03-2005
			DE 10157534 C1	15-05-2003
			EP 1446294 A1	18-08-2004
			JP 4315335 B2	19-08-2009
			JP 2005524858 A	18-08-2005
			KR 20040088468 A	16-10-2004
			PL 202809 B1	31-07-2009
			US 2005030626 A1	10-02-2005
			WO 03043832 A1	30-05-2003

US 6600603	B1	29-07-2003	AT 285080 T	15-01-2005
			AU 767641 B2	20-11-2003
			CA 2393922 A1	21-06-2001
			DE 60016799 D1	20-01-2005
			DE 60016799 T2	02-03-2006
			EP 1238295 A1	11-09-2002
			GB 2373312 A	18-09-2002
			US 6600603 B1	29-07-2003
			WO 0144839 A1	21-06-2001

WO 2013026747	A1	28-02-2013	AU 2012299698 A1	10-04-2014
			EP 2748654 A1	02-07-2014
			FR 2979435 A1	01-03-2013
			US 2014239627 A1	28-08-2014
			WO 2013026747 A1	28-02-2013
