

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

(11) N° de publication : **2 983 318**  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)  
(21) N° d'enregistrement national : **12 61356**  
(51) Int Cl<sup>8</sup> : **G 03 H 1/28** (2017.01), G 03 H 1/08, G 07 D 7/12

(12)

## BREVET D'INVENTION

**B1**

(54) DISPOSITIF DIFFRACTANT.

(22) Date de dépôt : 28.11.12.

(30) Priorité : 30.11.11 AU 2011101567.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 31.05.13 Bulletin 13/22.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 12.01.18 Bulletin 18/02.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : SECURENCY INTERNATIONAL PTY LTD — AU.

(72) Inventeur(s) : POWER GARY FAIRLESS.

(73) Titulaire(s) : CCL SECURE PTY LTD.

(74) Mandataire(s) : JACOBACCI CORALIS HARLE Société anonyme.



[0001] La présente invention concerne des dispositifs diffractants et des procédés pour leur inspection et leur fabrication. L'invention peut être appliquée à la sécurisation de billets de banque ou autres pour lutter contre la contrefaçon. Il est également à noter que l'invention peut être appliquée à d'autres contextes.

5 [0002] Eléments Optiques Diffractants (DOE) : Tel qu'il est utilisé ici, le terme d'élément optique diffractant désigne un élément optique diffractant (DOE) de type numérique. Les éléments optiques diffractants (DOE) de type numérique font appel à la projection de données complexes qui reconstruisent, en champ lointain (ou dans un plan de reconstruction), un diagramme d'intensité bidimensionnel. Ainsi, lorsque de la 10 lumière sensiblement collimatée, provenant par exemple d'une source de lumière ponctuelle ou d'un laser, est incidente sur le DOE, un diagramme d'interférence est généré, celui-ci produisant une image projetée dans le plan de reconstruction qui est visible lorsqu'une surface de visualisation appropriée est placée dans le plan de reconstruction ou lorsque le DOE est vu en transmission au niveau du plan de 15 reconstruction. La transformation entre les deux plans peut être déterminée de manière approximative par une Transformée de Fourier Rapide (FFT, Fast Fourier Transform). Ainsi, des données complexes comprenant des informations d'amplitude et de phase doivent être codées physiquement dans la microstructure du DOE. Ces données de 20 DOE peuvent être calculées en calculant une transformation FFT inverse de la reconstruction souhaitée (c'est-à-dire le diagramme d'intensité souhaité en champ lointain).

[0003] Les DOE sont parfois désignés sous le nom d'hologrammes générés par ordinateur, mais ils diffèrent d'autres types d'hologrammes tels que les hologrammes en arc-en-ciel, les hologrammes de Fresnel et les hologrammes de réflexion en volume.

25 [0004] Document de sécurité: tel qu'il est utilisé ici, le terme de document de sécurité couvre tous les types de documents, jetons de valeur et documents d'identification, parmi lesquels, sans aucune limitation : des articles de monnaie, tels que des billets de banque et des pièces de monnaie, des cartes de crédit, des chèques, des passeports, des cartes d'identité, des titres et des certificats d'actions, des permis 30 de conduire, des actes de titres, des documents de voyage tels que des billets d'avion et de train, des cartes et des tickets d'entrée, des certificats de naissance, de décès et de mariage, et des relevés de notes académiques.

[0005] Fenêtres Transparentes et Demi-Fenêtres : Tel qu'il est utilisé ici, le terme de fenêtre désigne une zone transparente ou translucide du document de sécurité par 35 comparaison à la région sensiblement opaque sur laquelle une impression est appliquée. La fenêtre peut être entièrement transparente, de telle manière qu'elle permette la transmission de lumière sans notablement l'affecter, ou peut être

partiellement transparente ou translucide en permettant la transmission partielle de lumière mais sans permettre une vision nette d'objets à travers la zone de fenêtre.

[0006] Une zone de fenêtre peut être formée dans un document de sécurité polymère qui comporte au moins une couche de matériau polymère transparent et une 5 ou plusieurs couches d'opacification appliquée(s) sur au moins une face d'un substrat polymère transparent, en omettant au moins une couche opacifiante dans la région formant la zone de fenêtre. Si des couches opacifiantes sont appliquées sur les deux faces d'un substrat transparent, il est possible de former une fenêtre entièrement transparente en omettant les couches opacifiantes des deux faces du substrat 10 transparent dans la zone de fenêtre.

[0007] Une zone partiellement transparente ou translucide, désignée ci-après sous le nom de « demi-fenêtre », peut être formée dans un document de sécurité polymère présentant des couches opacifiantes sur ses deux faces en omettant les couches opacifiantes sur une seule face du document de sécurité dans la zone de fenêtre, de 15 telle sorte que la « demi-fenêtre » ne soit pas entièrement transparente, mais laisse passer une certaine quantité de lumière sans permettre de voir nettement les objets à travers la demi-fenêtre.

[0008] En variante, il est possible de former des substrats à partir d'un matériau sensiblement opaque, tel que du papier ou un matériau de papier ou fibreux, un insert 20 de matière plastique transparente étant inséré dans une découpe ou un évidement ménagé dans le papier ou le substrat fibreux afin de former une fenêtre transparente ou une zone de demi-fenêtre translucide.

[0009] Couches opacifiantes : Une ou plusieurs couches opacifiantes peut ou peuvent être appliquée(s) à un substrat transparent pour augmenter l'opacité du 25 document de sécurité. Une couche opacifiante est telle que  $L_T < L_o$ , où  $L_o$  est la quantité de lumière incidente sur le document, et  $L_T$  est la quantité de lumière transmise à travers le document. Une couche opacifiante peut comprendre l'un quelconque ou plusieurs de divers revêtements opacifiants. A titre d'exemple, les revêtements opacifiants peuvent comprendre un pigment, tel que du dioxyde de titane, dispersé 30 dans un liant ou un véhicule de matériau polymère réticulable activé thermiquement. En variante, un substrat de matière plastique transparente peut être pris en sandwich entre des couches opacifiantes constituées de papier ou d'un autre matériau partiellement ou relativement opaque sur lequel des signes peuvent ensuite être imprimés ou appliqués d'une autre manière.

35 [0010] L'utilisation d'éléments optiques diffractants (DOE) dans divers contextes pour produire un faisceau de sortie souhaité d'une source monochromatique ou

polychromatique est déjà connu. A titre d'exemple, des DOE sont utilisés en tant qu'éléments de formation de faisceau ou de redistribution de puissance pour lasers.

- [0011] On sait également utiliser des DOE en tant qu'éléments de sécurité dans des documents de sécurité, par exemple dans les billets de banque polymères émis à Brunei et au Vietnam et commercialisés sous la marque commerciale WinDOE. En général, ces éléments de sécurité sont vérifiés en éclairant le DOE au moyen d'une source ponctuelle ou d'une source pseudo-ponctuelle de lumière polychromatique ou monochromatique. Le faisceau reconstruit est observé en réflexion ou en transmission sous la forme d'une image simple telle qu'un caractère ou un ensemble de chiffres.
- [0012] Bien que des DOE aient remporté un certain succès en tant qu'éléments de sécurité dans des documents de sécurité, il n'a été possible jusqu'à présent que de produire des DOE projetant des images monochromatiques, ou des images polychromatiques présentant une aberration chromatique dans lesquels les couleurs sont séparées du fait de la séparation angulaire entre les ordres de diffraction pour une longueur d'onde donnée.

[0013] Il serait souhaitable, compte tenu de ce qui précède, de réaliser un dispositif diffractant capable de produire des images colorées plus élaborées.

- [0014] Selon un premier aspect de l'invention, celle-ci concerne un procédé de visualisation ou d'authentification d'un dispositif diffractant comprenant une première structure diffractante en relief sensible à une première longueur d'onde de lumière monochromatique visible, une deuxième structure diffractante en relief au moins partiellement entrelacée avec la première structure diffractante en relief et sensible à une deuxième longueur d'onde de lumière monochromatique visible, et une troisième structure diffractante en relief au moins partiellement entrelacée avec les première et deuxième structures diffractantes en relief et sensible à une troisième longueur d'onde de lumière monochromatique visible, le procédé comprenant les étapes consistant à :

éclairer le dispositif diffractant au moyen d'un premier faisceau de lumière monochromatique visible à la première longueur d'onde afin de produire une première image partielle d'une première couleur dans un plan de reconstruction,

éclairer le dispositif diffractant au moyen d'un deuxième faisceau de lumière monochromatique visible à la deuxième longueur d'onde afin de produire une deuxième image partielle d'une deuxième couleur dans un plan de reconstruction, et

éclairer le dispositif diffractant au moyen d'un troisième faisceau de lumière monochromatique à la troisième longueur d'onde afin de produire une troisième image partielle d'une troisième couleur dans un plan de reconstruction,

les première, deuxième et troisième images partielles se chevauchant au

moins partiellement dans le plan de reconstruction afin de former une image multicolore.

[0015] Il est préférable que le procédé comprenne la comparaison de l'image multicolore à une image de référence afin d'authentifier le dispositif diffractant.

5 [0016] Dans le procédé décrit ci-dessus, les étapes d'éclairage peuvent être réalisées de manière sensiblement simultanée, mais il est préférable de les réaliser séquentiellement et mieux encore, de manière cyclique. La fréquence de l'éclairage cyclique est de préférence telle que les trois couleurs des images partielles se chevauchant partiellement produisent l'effet d'une image multicolore du fait de la  
10 rétention d'image résiduelle de l'œil lorsqu'elles sont observées directement par l'œil humain, malgré le fait que chaque éclairage par une longueur d'onde unique ne produise qu'une seule couleur dans le plan de reconstruction. Les éclairages sont de préférence réalisés à une fréquence supérieure au temps de rétention d'image du système de vision humain. Il est préférable que la fréquence soit d'au moins 12 Hz et  
15 mieux encore, d'environ 24 Hz ou, encore, 24 Hz ou plus. Les première, deuxième et troisième couleurs des images partielles peuvent correspondre à trois couleurs d'une image d'entrée multicolore. Il est préférable que les trois couleurs soient des couleurs primaires ou secondaires. L'image multicolore peut être formée par des couleurs additives, ou des couleurs peuvent être projetées de manière à ce qu'elles soient  
20 incidentes dans un espace de projection séparé afin de créer la gamme de couleurs de l'image multicolore par création de grisés. Selon les cas, le procédé est utilisé pour visualiser ou authentifier un document de sécurité ou pour visualiser ou authentifier un billet de banque.

25 [0017] Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci concerne un dispositif de sécurité diffractant comprenant un substrat transparent, une première structure diffractante en relief disposée dans ou sur le substrat transparent et sensible à une première longueur d'onde de lumière visible, une deuxième structure diffractante en relief au moins partiellement entrelacée avec la première structure diffractante en relief dans ou sur le substrat  
30 transparent et sensible à une deuxième longueur d'onde de lumière visible, une troisième structure diffractante en relief au moins partiellement entrelacée avec les première et deuxième structures en relief dans ou sur le substrat transparent et sensible à une troisième longueur d'onde de lumière visible, dans lequel, lorsqu'elles sont éclairées, la première structure diffractante en  
35 relief produit une première image partielle d'une première couleur dans un plan de reconstruction, la deuxième structure diffractante en relief produit une deuxième image

partielle d'une deuxième couleur dans le plan de reconstruction, et la troisième structure diffractante en relief produit une troisième image,  
et les première, deuxième et troisième images partielles se chevauchent au moins partiellement dans le plan de reconstruction pour former une image multicolore.

- 5 [0018] Il est préférable que chacune des première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief soit un élément optique diffractant (DOE) de type numérique.  
[0019] Il est préférable que chacune des première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief soit sensible à des longueurs d'onde de couleurs primaires ou secondaires.
- 10 [0020] Les première, deuxième et troisième structures en relief du dispositif de sécurité diffractant peuvent être modulées afin de produire des variations d'intensité dans le plan de reconstruction qui correspondent à des variations des niveaux de luminosité d'une image d'entrée colorée à niveaux multiples. Cela peut être obtenu en modulant les hauteurs ou les profondeurs des première, deuxième et troisième structures en relief afin de produire les variations d'intensité.
- 15 [0021] Le dispositif de sécurité diffractant peut comprendre d'autres structures en relief sensibles aux première, deuxième et troisième longueurs d'onde, les autres structures en relief produisant d'autres images partielles dans au moins un plan de reconstruction supplémentaire, les autres images partielles se chevauchant au moins partiellement afin de produire une autre image multicolore dans l'au moins un plan de reconstruction supplémentaire. Chaque structure en relief peut être conçue de manière à ce que plus de 50 % de la répartition d'intensité de la lumière diffractée par la structure en relief se situe au premier ordre de diffraction positif.
- 20 [0022] Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, chaque structure en relief comprend une pluralité de segments diffractants, les segments diffractants étant entrelacés avec des segments diffractants des autres structures en relief. Il est préférable que la plus grande dimension de chaque segment soit inférieure à 20 microns ( $\mu\text{m}$ ). Il est préférable que chaque segment corresponde à un pixel ou à un groupe de pixels d'une image d'entrée multicolore.
- 25 [0023] Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci concerne un dispositif de sécurité comprenant une structure diffractante telle que décrite dans les modes de réalisation précités.
- 30 [0024] Le dispositif de sécurité peut être un dispositif de sécurité transmissif apte à être visualisé en transmission.
- 35 [0025] Dans d'autres modes de réalisation, le dispositif de sécurité peut comprendre une couche réfléchissante d'un matériau métallique ou à fort indice de réfraction, ou la

couche réfléchissante peut être appliquée à la structure en relief afin de produire une surface sensiblement plane.

[0026] D'autres aspects de l'invention concernent un document de sécurité tel qu'un billet de banque comportant les dispositifs de sécurités, comme décrit ci-dessus. Il est 5 préférable que le dispositif de sécurité soit appliqué sur ou dans une région de fenêtre ou de demi-fenêtre du document de sécurité.

[0027] Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci concerne un appareil de visualisation ou d'authentification d'un dispositif diffractant comprenant une première 10 structure diffractante en relief sensible à une première longueur d'onde de lumière monochromatique visible, une deuxième structure diffractante en relief au moins partiellement entrelacée avec la première structure en relief et sensible à une deuxième longueur d'onde de lumière monochromatique visible et une troisième structure diffractante en relief sensible à une troisième longueur d'onde de lumière monochromatique visible et au moins partiellement entrelacée avec les première et 15 deuxième structures diffractantes en relief, l'appareil comprenant un moyen d'éclairage destiné à produire trois faisceaux séparés de lumière visible monochromatique aux première, deuxième et troisième longueurs d'onde, le premier faisceau de lumière monochromatique visible à la première longueur d'onde étant dirigé vers le dispositif diffractant afin de produire une première image partielle 20 d'une première couleur dans un plan de reconstruction, le deuxième faisceau de lumière monochromatique visible à la deuxième longueur d'onde étant dirigé vers le dispositif diffractant afin de produire une deuxième image partielle d'une deuxième couleur dans un plan de reconstruction, et un troisième faisceau de lumière monochromatique visible à la troisième longueur d'onde étant dirigé vers le dispositif 25 diffractant afin de produire une troisième image partielle d'une troisième couleur dans un plan de reconstruction,

les première, deuxième et troisième images partielles se chevauchant au moins partiellement dans le plan de reconstruction pour former une image multicolore.

[0028] Il est préférable que l'appareil comprenne un moyen de comparaison 30 permettant de comparer l'image multicolore à une image de référence afin d'authentifier le dispositif diffractant.

[0029] Il est préférable que les première, deuxième et troisième couleurs des images partielles correspondent à trois couleurs d'une image d'entrée multicolore. Les 35 trois couleurs/longueurs d'ondes sont de préférence des couleurs primaires, telles que le rouge, le vert et le bleu, mais peuvent être des couleurs secondaires telles que le cyan, le magenta et le jaune. L'image multicolore complète peut être formée par des couleurs additives. En variante, les couleurs peuvent également être projetées de

manière à ce qu'elles soient incidentes dans un espace de projection distinct afin de créer la gamme de couleurs de l'image multicolore par création de grisés.

[0030] Il est préférable que le moyen d'éclairement comprenne : trois sources différentes de lumière monochromatique visible chacune à des

5 première, deuxième et troisième longueurs d'onde ; ou une source unique de lumière polychromatique et une pluralité d'éléments de filtrage optique agencés de manière à produire trois faisceaux séparés de lumière monochromatique aux première, deuxième et troisième longueurs d'onde lorsqu'ils sont éclairés par la source de lumière polychromatique.

10 [0031] Lorsque le dispositif diffractant est un élément optique diffractant ou DOE tel que défini ici, chaque source de lumière séparée est de préférence une source de lumière ponctuelle ou une source de lumière pseudo-ponctuelle telle qu'une diode électroluminescente (LED) ou une diode électroluminescente organique (OLED), bien que des sources de lumière collimatée, telles que des lasers, puissent également être  
15 utilisées.

20 [0032] L'appareil peut comprendre un moyen de commutation pour basculer entre les première, deuxième et troisième longueurs d'onde, de préférence de manière séquentielle ou cyclique. Lorsque des sources de lumière de couleurs différentes sont prévues, le moyen de commutation peut être conçu pour activer et désactiver séquentiellement ou cycliquement les sources de lumière.

25 [0033] Dans une variante de réalisation, le moyen d'éclairement peut comprendre une source de lumière polychromatique combinée à des filtres optiques appropriés pour produire les première, deuxième et troisième longueurs d'onde. Dans ce mode de réalisation, le moyen de commutation peut comprendre un porte-filtres tournant.

25 [0034] L'appareil peut en outre comporter un écran ou un détecteur positionné au niveau ou à proximité du plan de reconstruction.

[0035] Les modes de réalisation préférés de la présente invention seront décrits ci-après à titre non limitatif d'exemple en référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

30 [0036] La figure 1 représente une vue schématique en plan d'un dispositif diffractant selon l'invention ;

[0037] la figure 2 représente une vue schématique en coupe transversale d'un document de sécurité comportant un dispositif de sécurité diffractant transmissif selon l'invention et illustrant un procédé de visualisation et d'authentification du dispositif de sécurité ;

35 [0038] la figure 3 représente une vue schématique en coupe transversale d'un document de sécurité comportant un dispositif de sécurité diffractant réfléchissant selon

l'invention et illustrant un procédé de visualisation et d'authentification du dispositif de sécurité ;

[0039] la figure 4 représente une vue schématique en coupe transversale d'un document de sécurité comportant un dispositif de sécurité diffractant transmissif selon  
5 l'invention et illustrant un procédé de visualisation et d'authentification du dispositif de sécurité;

[0040] la figure 5 représente une vue schématique en coupe transversale d'un document de sécurité comportant un dispositif de sécurité diffractant et réfléchissant selon l'invention et illustrant un procédé de visualisation et d'authentification du  
10 dispositif de sécurité ;

[0041] la figure 6 représente une vue schématique en plan d'un document de sécurité auto-vérificateur comportant un dispositif de sécurité diffractant et un élément de vérification destiné à visualiser et authentifier le dispositif de sécurité ; et

[0042] la figure 7 représente une vue du document de sécurité auto-vérificateur de  
15 la figure 6 lors de son utilisation.

[0043] La figure 1 représente schématiquement un dispositif diffractant 1 comportant une pluralité de structures diffractantes en relief 2, 3 et 4, dont chacune est sensible à une longueur d'onde de lumière différente se situant dans le spectre visible. Dans le mode de réalisation illustré, chaque structure diffractante en relief 2, 3, 4  
20 comporte une pluralité de segments ou pixels diffractants 200, 300 et 400 dont chacun correspond à un pixel ou à un groupe de pixels provenant d'une image d'entrée multicolore.

[0044] A titre d'exemple, un premier groupe de segments ou de pixels diffractants 200 de la première structure diffractante en relief 2 peut être sensible à de la lumière de couleur rouge, un deuxième groupe de segments ou de pixels diffractants de pixel 300 de la deuxième structure diffractante 3 peut être sensible à de la lumière de couleur verte, et le troisième groupe de segments ou de pixels diffractants 400 de la troisième structure diffractante en relief 4 peut être sensible à la lumière de couleur bleue.

[0045] Les segments ou pixels diffractants 200, 300, 400 des première, deuxième et  
30 troisième structures diffractantes en relief 2, 3 et 4 sont au moins partiellement entrelacés. A titre d'exemple, comme illustré sur la figure 1, le deuxième groupe de segments ou pixels diffractants 300 (représentés par des carrés) est entrelacé avec le premier groupe de segments ou pixels diffractants 200 (représentés par des cercles). Comme illustré, le deuxième groupe 300 est agencé de manière à former un arrière-plan vis-à-vis du premier groupe 200 qui est agencé sous la forme d'une lettre "E".

[0046] Le troisième groupe de segments ou de pixels diffractants 400 (représenté par des losanges sur la figure 1) est également entrelacé avec ceux du deuxième

groupe 300. Ici encore, le deuxième groupe 300 peut être agencé sous la forme d'un arrière-plan vis-à-vis du troisième groupe 400 qui, dans ce cas, est agencé sous la forme d'une lettre "P", comme illustré sur la figure 1.

[0047] Bien que les premier et troisième groupes de segments ou pixels diffractants

5 200, 400 ne soient pas représentés comme étant entrelacés sur la figure 1, dans des modes de réalisation particulièrement préférés, les trois groupes 200, 300 et 400 seront tous entrelacés les uns avec les autres.

[0048] Le dispositif diffractant 1 comprenant les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief 2, 3 et 4 est de préférence un élément optique

10 diffractant ou DOE de type numérique tel que défini ici. Ce DOE est conçu pour générer un diagramme d'interférence qui produit une image projetée dans un plan de reconstruction lorsqu'il est éclairé par une source de lumière ponctuelle (ou par une source de lumière pseudo-ponctuelle) ou par une autre source de lumière sensiblement collimatée, telle qu'un laser.

15 [0049] L'effet optique produit lorsque le dispositif diffractant de la figure 1 est éclairé au moyen d'une source de lumière ponctuelle polychromatique est une image multicolore dans le plan de reconstruction présentant une distorsion chromatique et un flou importants. Cependant, le dispositif diffractant est conçu pour être éclairé par des

20 première, deuxième et troisième longueurs d'onde de lumière visible monochromatique des trois couleurs différentes auxquelles sont sensibles les premier, deuxième et troisième groupes de segments ou de pixels diffractants 200, 300, 400 des structures diffractantes en relief. Par conséquent, dans le mode de réalisation particulier de la

25 figure 1, lorsque le dispositif diffractant est éclairé par de la lumière sensiblement collimatée de longueur d'onde rouge, le premier groupe de segments ou de pixels diffractants 200 produit une première image partielle rouge dans le plan de reconstruction, lorsqu'il est éclairé par de la lumière sensiblement collimatée de longueur d'onde verte, le deuxième groupe de segments ou de pixels diffractants 300 produit une deuxième image partielle verte dans le plan de reconstruction et lorsqu'il est

30 éclairé par de la lumière sensiblement collimatée de longueur d'onde bleue, le troisième groupe de segments ou de pixels diffractants 400 produit une troisième image partielle bleue dans le plan de reconstruction.

[0050] De plus, comme les groupes 200, 300 et 400 de segments ou de pixels diffractants sont au moins partiellement entrelacés, lorsqu'ils sont éclairés de manière

35 sensible simultanée, séquentielle ou cyclique au moyen de chacune des trois longueurs d'onde des trois différentes couleurs, les trois images partielles générées par les différents groupes 200, 300 et 400 se chevauchent afin de produire une image multicolore dans le plan de reconstruction, celle-ci étant plus nette et moins floue que

l'image produite par une source de lumière ponctuelle polychromatique et ne subissant pas de forte aberration chromatique.

[0051] Les segments ou pixels diffractants 200, 300, 400 ont de manière appropriée une forme sensiblement carrée, bien que d'autres formes telles que des cercles, des

5 triangles, des hexagones, ou d'autres polygones puissent être utilisées. La taille minimale des pixels est de préférence d'environ 1 micron ( $\mu\text{m}$ ) sur 1 micron ( $\mu\text{m}$ ). La taille maximale des pixels est de préférence d'environ 10 microns ( $\mu\text{m}$ ) sur 10 microns ( $\mu\text{m}$ ). Il est possible de faire en sorte que la plus grande dimension d'un pixel dépasse 10 microns ( $\mu\text{m}$ ) et atteigne environ 20 microns ( $\mu\text{m}$ ) mais des dimensions supérieures 10 à environ 10 microns ( $\mu\text{m}$ ) peuvent conduire à une moindre définition de l'image multicolore qui en résulte lorsque le dispositif diffractant est éclairé.

[0052] Se référant aux figures 2 à 5, celles-ci représentent différentes manières d'incorporer un dispositif diffractant de l'invention, tel que décrit en référence à la figure 1, à un document de sécurité, ainsi que différents procédés et appareils permettant de

15 visualiser les images multicolores qui en résultent.

[0053] La figure 2 représente une vue en coupe schématique d'un document de sécurité 10 qui comporte un dispositif diffractant transmissif 11 sous la forme d'un élément optique diffractant ou DOE de type numérique (tel que défini précédemment) disposé dans une zone ou fenêtre sensiblement transparente 12 du document.

20 [0054] L'appareil de visualisation du dispositif diffractant 11 de la figure 2 comporte un moyen d'éclairement 13 conçu pour produire trois faisceaux 14, 15 et 16 de lumière monochromatique sensiblement collimatée à trois longueurs d'onde différentes dans le spectre visible, par exemple les parties rouge, verte et bleue du spectre. Le moyen d'éclairement 13 peut par exemple comprendre des diodes électroluminescentes (LED) 25 140, 150 et 160 de trois couleurs différentes, par exemple rouge, verte et bleue. En variante, trois sources de lumière monochromatique différentes sous la forme de lasers ayant des fréquences appropriées correspondant aux parties rouge, verte et bleue du spectre visible, peuvent être utilisées au lieu des LED 140, 150 et 160.

[0055] L'effet optique produit lorsque le dispositif optique diffractant 11 est éclairé 30 par le moyen d'éclairement 13 est schématiquement illustré dans la partie inférieure de la figure 2.

[0056] La lumière sensiblement collimatée 14 provenant de la source de lumière rouge 140 sera transformée par les groupes de segments ou de pixels diffractants 200 de la première structure diffractante en relief 20 sensible à la lumière rouge en un 35 premier faisceau structuré 17 de lumière rouge. Celui-ci produit une première image partielle 170 rouge dans un plan de reconstruction 100. De même, les groupes de segments ou de pixels diffractants 300, 400 des deuxième et troisième structures

diffractantes en relief 30, 40, respectivement sensibles aux lumières verte et bleue, transforment les faisceaux 15, 16 de lumière sensiblement collimatée provenant des sources de lumière verte et bleue 150, 160 en des deuxième et troisième faisceaux structurés 18, 19 de lumières respectivement verte et bleue. Ces faisceaux structurés

5 produisent des deuxième et troisième images partielles 180, 190 dans le plan de reconstruction 100.

[0057] Du fait de l'agencement entrelacé des première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief 20, 30 et 40 dans le dispositif diffractant 11, les première, deuxième et troisième images 170, 180 et 190 se chevauchent dans le plan 10 de reconstruction en produisant une image multicolore 110.

[0058] Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, le moyen d'éclairement 13 est muni d'un moyen de commutation permettant d'activer et de désactiver chacune des sources de lumière rouge, verte et bleue 140, 150 et 160. Le moyen de commutation est de préférence commandé par une unité de commande de 15 telle manière que l'activation/désactivation des sources de lumière s'effectue séquentiellement ou cycliquement et mieux encore, avec une fréquence et un déphasage prédéterminés. La période de la fréquence à laquelle s'effectue la commutation séquentielle ou cyclique est de préférence sélectionnée de manière à être plus courte que la période de rétention d'image de l'œil humain. La fréquence 20 prédéterminée est de préférence d'au moins 12 Hz et mieux encore, de 24 Hz ou plus. Lorsqu'un observateur visualise l'image projetée dans le plan de reconstruction 100, par exemple en plaçant son œil dans le plan de reconstruction 100 ou en observant un écran placé dans le plan de reconstruction 100, l'observateur voit une image réellement multicolore 110 plutôt que trois images partielles colorées. L'image multicolore 100 ainsi 25 produite ne subit pas de forte distorsion chromatique et rend l'image plus facilement reconnaissable par l'observateur, améliorant ainsi son utilisation pour l'authentification du document de sécurité. Dans certains modes de réalisation, le document de sécurité peut avoir une autre version de l'image multicolore imprimée ou placée d'une autre manière à une autre position sur le document pour former une image de référence 30 permettant une comparaison avec l'image multicolore virtuelle dans le plan de reconstruction. En variante, l'image de référence peut être placée sur un composant distinct.

[0059] La figure 3 représente une vue en coupe schématique d'un document de sécurité 10 qui comporte un dispositif diffractant ou DOE 11 conçu pour fonctionner en 35 réflexion au moyen d'un appareil semblable à celui de la figure 2. Sur la figure 3, les parties du document de sécurité et des parties de l'appareil correspondent à des parties

semblables sur la figure 2 et des références numériques correspondantes ont été utilisées.

[0060] Le dispositif diffractant ou DOE 11 de la figure 3 est également disposé dans une zone ou fenêtre sensiblement transparente 12 du document 10. Le DOE 11 est en fait réalisé sous la forme d'un DOE transmissif mais fonctionne en réflexion en raison du fait qu'une couche réfléchissante 22 est disposée dans la fenêtre 12 en dessous du DOE 11 en étant espacée d'une faible distance du DOE 11.

[0061] Lors de l'utilisation, le DOE 11 de la figure 3 est éclairé par le moyen d'éclairement 13 conçu pour produire trois faisceaux 14, 15 et 16 de lumière sensiblement collimatée à trois longueurs d'onde différentes, par exemple le rouge, le vert et le bleu. Ici encore, le moyen d'éclairement peut comprendre des LED 140, 150 et 160, ou des lasers de fréquences appropriées correspondant aux parties rouge, verte et bleue du spectre visible.

[0062] Les trois faisceaux 14, 15 et 16 sont dirigés suivant un certain angle vers la couche réfléchissante 22 se trouvant dans la zone de fenêtre 12 à une position proche du DOE 11 afin que chaque faisceau 14, 15, 16 soit rétroréfléchi par la couche réfléchissante 22 vers le DOE 11. Les faisceaux 14, 15 et 16 de lumière monochromatique sensiblement collimatée sont transformés par les groupes de segments ou de pixels diffractants 200, 300 et 400 des première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief 20, 30 et 40 du DOE 11 en des faisceaux structurés 17, 18 et 19 ayant respectivement des couleurs différentes, par exemple le rouge, le vert et le bleu, comme pour le DOE 11 de la figure 2. Il ressort de la figure 3 que la principale différence en ce qui concerne le fonctionnement par rapport à la figure 2 est que les trois faisceaux 17, 18 et 19 sont émis par le DOE 11 du même côté que le document de sécurité 10 que le moyen d'éclairement 13. Par conséquent, le plan de reconstruction 100 sur lequel les trois images partielles colorées 170, 180, 190 forment l'image multicolore 110 se trouve également du même côté du document de sécurité que le moyen d'éclairement 13.

[0063] Dans une variante de réalisation (non représentée), le DOE transmissif 11 et la couche réfléchissante 22 de la figure 3 peuvent être remplacés par un dispositif diffractant ou DOE réfléchissant dont la surface supérieure ou extérieure est directement éclairée par les trois faisceaux de lumière monochromatique 14, 15 et 16 provenant du moyen d'éclairement 13. Un tel DOE réfléchissant peut être formé en appliquant une structure de surface en relief diffractante appropriée dans une couche réfléchissante, par exemple une couche métallique ou une couche à fort indice de réfraction. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire que le DOE réfléchissant soit disposé

dans une zone ou fenêtre transparente du document de sécurité. En effet, le DOE réfléchissant pourrait être disposé sur une surface opaque d'un document de sécurité.

[0064] Comme dans le mode de réalisation de la figure 2, le moyen d'éclairement 13 de la figure 3 peut également comporter un moyen de commutation (non représenté)

5 pour chacune des sources rouge, verte et bleue 140, 150, 160. Ici encore, le moyen de commutation peut être commandé par une unité de commande de telle manière que l'activation/désactivation des sources de lumière 140, 150, 160 s'effectue séquentiellement ou cycliquement. Par conséquent, l'effet optique vu par un observateur dans le plan de reconstruction 100, dans le cas du mode de réalisation de  
10 la figure 3, est identique à celui de la figure 2.

[0065] Les figures 4 et 5 représentent une variante du procédé et de l'appareil d'éclairement pour les dispositifs de sécurité diffractants de l'invention. La figure 4 représente un document de sécurité 10 identique à celui de la figure 2, des références numériques correspondantes désignant des parties correspondantes. Par conséquent,

15 le document de sécurité 10 comprend un dispositif diffractant ou DOE transmissif 11 disposé dans une zone ou fenêtre sensiblement transparente 12 du document.

[0066] La figure 4 diffère de la figure 2 par le fait que le moyen d'éclairement 13 de la figure 2 a été remplacé par une source de lumière polychromatique 43 et un moyen de filtrage 44. La source de lumière polychromatique 43 est représentée sur la figure 3

20 par un globe à filament de tungstène qui produit de la lumière blanche. Le moyen de filtrage 44 comprend de préférence trois filtres optiques différents qui, lorsqu'ils sont placés en face de la source de lumière polychromatique 43, produisent des faisceaux lumineux monochromatiques structurés 17, 18, 19 à des première, deuxième et troisième longueurs d'onde de couleurs différentes, de préférence le rouge, le vert et le  
25 bleu. Le moyen de filtrage comprend de préférence un moyen de commutation permettant de changer séquentiellement ou cycliquement de filtre.

[0067] Comme illustré schématiquement sur la figure 4, le moyen de commutation 44 est sous la forme d'un disque porte-filtres 45. Le disque porte-filtres 45 comporte trois filtres colorés différents de trois couleurs différentes, à savoir le rouge, le vert et le bleu, espacés de manière à se trouver à des positions différentes autour de l'axe de rotation du disque porte-filtres 45. Pour plus de simplicité, on n'a représenté que deux des trois filtres colorés 46 et 47 dans la vue en coupe transversale du disque porte-filtres 45 de la figure 4.

[0068] Le disque porte-filtres 45 est conçu pour être mis en rotation autour de son  
35 axe de rotation 48 par un moteur d'entraînement 49 et un train d'entraînement 50. Lors du fonctionnement, lorsque le disque porte-filtres 45 tourne, chacun des trois filtres colorés (46, 47) passe tour à tour en face de la source de lumière polychromatique 43

afin de produire séquentiellement trois faisceaux monochromatiques de lumière 51 des trois couleurs différentes, le rouge, le vert et le bleu, chaque faisceau 51 étant dirigé vers le dispositif diffractant ou DOE 11 se trouvant dans la fenêtre 12 du document de sécurité.

5 [0069] Dans un mode de réalisation, la taille de chacun des filtres colorés 46, 47 est de préférence suffisamment petite pour simuler une source de lumière ponctuelle de manière à ce que chaque faisceau 51 de lumière monochromatique soit sensiblement collimaté. Ce mode de réalisation convient particulièrement au cas où la source de lumière polychromatique n'est pas une source de lumière ponctuelle et ne produit pas  
10 de lumière sensiblement collimatée, par exemple une ampoule ou un globe de lumière à incandescence.

[0070] Dans un autre mode de réalisation, la source de lumière polychromatique 43 peut être une source lumineuse ponctuelle ou une source lumineuse pseudo-ponctuelle de lumière blanche ou une autre source lumineuse blanche qui produit un faisceau de  
15 lumière sensiblement collimatée dirigé vers le disque porte-filtres 45. Dans ce cas, la taille des filtres colorés est moins importante.

[0071] Lors du fonctionnement, le mode de réalisation de la figure 4 fonctionne d'une manière semblable à celui de la figure 2 lorsque le moyen d'éclairage 13 est muni d'un moyen de commutation permettant d'activer/désactiver séquentiellement ou  
20 cycliquement les sources de lumière rouge, verte et bleue 140, 150 et 160. Le disque porte-filtres tournant 45 joue le rôle de filtre à commutation de telle manière que la couleur du faisceau 51 dirigé vers le dispositif diffractant 11 bascule séquentiellement entre les trois couleurs différentes, le rouge, le vert et le bleu, lors de la rotation du disque porte-filtres 45. Par conséquent, le mode de réalisation de la figure 4 fait  
25 également appel à la rétention d'image résiduelle de l'œil humain et la fréquence à laquelle le disque porte-filtres 45 est mis en rotation est de préférence sélectionnée de manière correspondante. La fréquence de rotation prédéterminée est de préférence d'au moins 12 Hz et mieux encore, de 24 Hz ou plus.

[0072] L'image 110 projetée dans le plan de reconstruction 100 sera donc  
30 constituée d'images partielles successives 170, 180, 190 de trois couleurs différentes créées par les faisceaux transmis successifs 17, 18, 19, mais la fréquence à laquelle les images partielles 170, 180, 190 varient produira l'effet d'une image multicolore du fait de la rétention d'image résiduelle de l'œil humain.

[0073] La figure 5 représente une vue en coupe schématique d'un document de  
35 sécurité 10 qui est identique au document de sécurité de la figure 3, des références numériques identiques désignant des parties correspondantes. La figure 5 diffère de la figure 3 en ce que l'appareil destiné à éclairer le dispositif diffractant 11 et à visualiser

l'image qui en résulte est sensiblement identique à celui illustré et décrit en référence à la figure 4. Des références numériques correspondantes utilisées pour l'appareil de la figure 4 sont utilisées sur la figure 5.

[0074] Le dispositif diffractant 11 ou DOE de la figure 5 fonctionne en réflexion.

- 5 Lorsque le disque porte-filtres 45 tourne en face de la source de lumière blanche polychromatique 43, le faisceau 51 dirigé vers la fenêtre 12 du document à une position proche du dispositif diffractant ou DOE change séquentiellement de couleur entre les trois couleurs différentes des filtres optiques 46, 47 du disque porte-filtres. Cela conduit à des faisceaux monochromatiques structurés successifs 17, 18, 19 de trois couleurs
- 10 différentes produits séquentiellement lorsque le faisceau 51 est réfléchi par la couche réfléchissante 22 à travers le DOE 11. Chaque faisceau structuré 17, 18, 19 produit tour à tour une image partielle projetée 170, 180, 190 d'une couleur différente dans le plan de reconstruction 100. Ici encore, comme sur la figure 4, la fréquence de rotation du disque porte-filtres 45 est choisie de manière à ce que l'observateur voie une image
- 15 multicolore 110 formée par les trois images partielles superposées 170, 180, 190 du fait de l'effet de rétention d'image résiduelle de l'œil humain.

[0075] Un procédé de fabrication préféré d'un dispositif diffractant conforme à l'invention est décrit ci-après.

[0076] L'image artistique originale sous forme d'une image d'entrée multicolore correspondant à l'image de sortie multicolore requise produite par le dispositif diffractant final est tout d'abord décomposée en les images partielles rouge, verte et bleue (RGB) à partir de l'image colorée d'origine, par des techniques reprographiques classiques utilisées pour créer des images multicolores à niveaux multiples dans l'industrie de l'impression.

- 25 [0077] Pour chacune de ces trois images partielles, une transformée de Fourier est réalisée et utilisée pour construire une structure de phase tridimensionnelle destinée à un élément optique diffractant (DOE) correspondant à chaque image partielle, au moyen de techniques connues (on se réfèrera à Digital Diffractive Optics, auteurs Bernard Kress et Patrick Meyrueis, Wiley, ISBN réf. 0471984477).

- 30 [0078] Une séquence de mosaïques est produite pour chaque DOE et celles-ci sont entrelacées les unes avec les autres selon un motif répété avec une taille de mosaïque supérieure à la taille du point lumineux de la source de lumière utilisée pour éclairer la structure.

- [0079] Ces structures sont ensuite reproduites afin de créer une lame métallique maîtresse par une méthode couramment utilisée pour produire des structures diffractantes à relief de surface telles que des hologrammes (Dispositifs Diffractants Optiquement Variables (DOVD)).

[0080] Cette lame maîtresse est ensuite dupliquée en une lame de production en la recombinant plusieurs fois à des positions qui correspondent sur la lame à la position finale souhaitée sur le document de sécurité fini. Ici encore, ce processus est bien documenté et est connu de l'homme du métier.

5 [0081] Les structures diffractantes sont ensuite dupliquées sur le document de sécurité au moyen d'un processus de gaufrage, par exemple de gaufrage à chaud, ou de gaufrage dans une encre durcissable aux UV.

10 [0082] Pour éviter que ces structures soient facilement dupliquées, il est alors recommandé de les recouvrir d'une couche ayant un indice de réfraction suffisamment élevé pour que le dispositif puisse être entièrement noyé dans une couche de polymère de recouvrement. Cela peut être effectué par un processus en deux étapes lors duquel la couche de fort indice de réfraction est tout d'abord appliquée, puis une deuxième couche plus épaisse est appliquée de manière à noyer totalement les structures. En variante, un résultat identique peut être obtenu en une seule étape en utilisant un  
15 processus d'incorporation consistant à appliquer de la même manière une couche de polymère ayant des propriétés intrinsèques d'indice de réfraction élevé ou une couche composite de polymère et d'oxyde de métal.

20 [0083] En variante, les lames peuvent être utilisées pour créer une feuille d'estampage à chaud dans laquelle le dispositif est transféré comme résultat d'un processus d'estampage à chaud. Dans ce cas, la structure de la feuille d'estampage à chaud est de préférence recouverte d'un matériau à fort indice de réfraction étant donné que l'image doit être vue en transmission. Un matériau convenant à cet effet peut être le sulfure de zinc, qui peut être appliqué par dépôt sous vide. En variante, un revêtement de fort indice de réfraction, par exemple à base de matériau polymère  
25 contenant des particules d'oxyde métallique d'échelle nanométrique ou des polymères à fort indice de réfraction, peut être appliqué.

30 [0084] Les figures 6 et 7 représentent un document de sécurité auto-vérificateur 60 comportant un dispositif diffractant ou DOE 61 dans une première fenêtre 63 du document et un élément de vérification 62 dans une deuxième fenêtre 64 à une position latéralement espacée du document. Le document de sécurité 60 est sous la forme d'une feuille souple unique, telle qu'un billet de banque.

35 [0085] L'élément diffractant ou DOE 61 comporte une pluralité de segments ou pixels diffractants dont chacun est sensible à une lumière de longueur d'onde différente, comme décrit précédemment.

[0086] L'élément de vérification 62 se trouvant dans la deuxième fenêtre présente une pluralité de segments de filtre optique 65, de préférence trois, dont chacun est

conçu pour produire une lumière à une longueur d'onde différente lorsqu'il est éclairé par une source de lumière polychromatique 70.

[0087] La figure 7 représente un document de sécurité auto-vérificateur de la figure 6 lors de l'utilisation, le document de sécurité étant replié autour d'une ligne de pliage

5 afin que la source de lumière polychromatique 70, l'élément de vérification 62, le DOE 61 et l'œil 72 d'un observateur 74 soient tous alignés. La lumière polychromatique 71 provenant de la source 70 passant à travers l'élément de vérification 62 est convertie par les segments de filtrage optique 65 en des faisceaux séparés de lumière monochromatique sensiblement collimatée à des longueurs d'onde différentes. Ces 10 faisceaux sont dirigés vers le DOE 61 et sont transformés par le DOE en des faisceaux structurés qui se chevauchent et ont pour effet, au niveau de l'œil 72 de l'observateur, de produire une image virtuelle multicolore 76 correspondant à l'image multicolore stockée dans le pixel du DOE.

[0088] Les segments de filtrage optique 65 peuvent être des filtres colorés, tels que

15 des filtres colorés formés par impression de diverses encres colorées sur la fenêtre de vérification 62. En variante, ils peuvent être formés sous forme de filtres d'interférence ou de filtres holographiques.

[0089] Il ressort de ce qui précède que l'invention fournit non seulement un nouveau type de dispositif de sécurité diffractant permettant de produire une image multicolore

20 donnant difficilement lieu à la contrefaçon, mais également un procédé et un appareil permettant de visualiser et d'inspecter le dispositif de sécurité, et un procédé de fabrication difficilement reproductible par le contrefacteur moyen.

## REVENDICATIONS :

1. Procédé de visualisation ou d'authentification d'un dispositif diffractant, le procédé comprenant les étapes consistant à :

fournir un dispositif diffractant ayant une première structure diffractante en relief sensible à une première longueur d'onde de lumière monochromatique visible, une deuxième structure diffractante en relief sensible à une deuxième longueur d'onde de lumière monochromatique visible, et une troisième structure diffractante sensible à une troisième longueur d'onde de lumière chromatique visible ;

10 éclairer le dispositif diffractant au moyen d'un premier faisceau de lumière monochromatique visible à la première longueur d'onde afin de produire une première image partielle d'une première couleur dans un plan de reconstruction,

éclairer le dispositif diffractant au moyen d'un deuxième faisceau de lumière monochromatique visible à la deuxième longueur d'onde afin de produire une deuxième image partielle d'une deuxième couleur dans le plan de reconstruction, et

éclairer le dispositif diffractant au moyen d'un troisième faisceau de lumière monochromatique visible à la troisième longueur d'onde afin de produire une troisième image partielle d'une troisième couleur dans un plan de reconstruction, 20 dans lequel :

les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont chacune des éléments optiques diffractants (DOE) de type numérique comprenant des premier, deuxième et troisième groupes de pixels entrelacés, respectivement, de telle sorte que les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont au moins partiellement entrelacées entre elles,

les première, deuxième et troisième images partielles se chevauchant au moins partiellement dans le plan de reconstruction afin de former une image multicolore, et

les première, deuxième et troisième couleurs des images partielles 30 correspondent à trois couleurs d'une l'image multicolore d'entrée.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les étapes d'éclairement sont effectuées simultanément, ou en séquence, ou cycliquement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les étapes d'éclairage sont effectuées à une fréquence de 24 Hz ou plus.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les 5 couleurs sont des couleurs primaires ou secondaires et/ou la totalité de l'image multicolore est formée par des couleurs additives.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les couleurs sont projetées de manière à ce qu'elles soient incidentes dans un 10 espace de projection distinct afin de créer la gamme de couleurs dans l'image multicolore par création de grisés.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant l'étape consistant à comparer l'image multicolore à une image de référence afin 15 d'authentifier le dispositif diffractant.
7. Dispositif de sécurité diffractant, comprenant un substrat transparent, ledit dispositif comprenant :
  - une première structure diffractante en relief disposée dans ou sur le substrat transparent et sensible à une première longueur d'onde de lumière visible,
  - une deuxième structure diffractante en relief disposée dans ou sur le substrat transparent et sensible à une deuxième longueur d'onde de lumière visible,
  - 25 une troisième structure diffractante en relief disposée dans ou sur le substrat transparent et sensible à une troisième longueur d'onde de lumière visible,
    - dans lequel, lorsqu'elles sont éclairées, la première structure diffractante en relief produit une première image partielle d'une première couleur dans un plan de reconstruction, la deuxième structure diffractante en relief produit une deuxième image partielle d'une deuxième couleur dans le plan de reconstruction, et la troisième structure diffractante en relief produit une troisième image partielle d'une troisième couleur dans le plan de reconstruction, et dans lequel les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont chacune 30 des éléments optiques diffractants (DOE) de type numérique comprenant des premiers, seconds et troisièmes groupes de pixels entrelacés, respectivement, de

telle sorte que les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont au moins partiellement entrelacées entre elles, et dans lequel les première, deuxième et troisième couleurs des images partielles correspondent à trois couleurs d'une image multicolore d'entrée,

5       et les première, deuxième et troisième images partielles se chevauchent au moins partiellement dans le plan de reconstruction pour former une image multicolore.

10      8. Dispositif de sécurité diffractant selon la revendication 7, dans lequel les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont sensibles à des longueurs d'onde de couleurs primaires ou secondaires.

15      9. Dispositif de sécurité diffractant selon la revendication 7 ou la revendication 8, dans lequel les première, deuxième et troisième structures en relief sont modulées afin de produire des variations d'intensité dans le plan de reconstruction qui correspondent à des variations des niveaux de luminosité d'une image d'entrée colorée à niveaux multiples, de préférence par modulation des hauteurs ou les profondeurs des première, deuxième et troisième structures en relief.

20      10. Dispositif de sécurité diffractant selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, comprenant d'autres structures en relief sensibles aux première, deuxième et troisième longueurs d'onde, les autres structures en relief produisant d'autres images partielles dans au moins un plan de reconstruction supplémentaire, les autres images partielles se chevauchant au moins partiellement afin de produire une autre image multicolore dans l'au moins un plan de reconstruction supplémentaire.

30      11. Dispositif de sécurité diffractant selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, dans lequel chaque structure en relief comprend une pluralité de segments diffractants, les segments diffractants étant entrelacés avec des segments diffractants des autres structures en relief.

35      12. Dispositif de sécurité selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, dans lequel le dispositif de sécurité est un dispositif de sécurité transmissif conçu pour être visualisé en transmission.

13. Dispositif de sécurité selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, comprenant en outre une couche réfléchissante d'un matériau métallique ou à fort indice de réfraction.
- 5 14. Document de sécurité tel qu'un billet de banque, comprenant le dispositif de sécurité selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, dans lequel le dispositif de sécurité est appliqué sur ou dans une région de fenêtre ou de demi-fenêtre du document de sécurité.
- 10 15. Appareil de visualisation ou d'authentification d'un dispositif diffractant, ledit appareil comprenant une première structure diffractante en relief sensible à une première longueur d'onde de lumière monochromatique visible, une deuxième structure diffractante en relief sensible à une deuxième longueur d'onde de lumière monochromatique visible et une troisième structure diffractante en relief sensible à une troisième longueur d'onde de lumière monochromatique visible, l'appareil comprenant un moyen d'éclairement destiné à produire trois faisceaux séparés de lumière visible monochromatique aux première, deuxième et troisième longueurs d'onde,
- 20 dans lequel les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont chacune des éléments optiques diffractants (DOE) de type numérique comprenant des premier, deuxième et troisième groupes de pixels entrelacés, respectivement, de telle sorte que les première, deuxième et troisième structures diffractantes en relief sont au moins partiellement entrelacées entre elles, et
- 25 dans lequel le premier faisceau de lumière monochromatique visible à la première longueur d'onde est dirigé vers le dispositif diffractant afin de produire une première image partielle d'une première couleur dans un plan de reconstruction, le deuxième faisceau de lumière monochromatique visible à la deuxième longueur d'onde est dirigé vers le dispositif diffractant afin de produire une deuxième image partielle d'une deuxième couleur dans un plan de reconstruction, et un troisième faisceau de lumière monochromatique visible à la troisième longueur d'onde est dirigé vers le dispositif diffractant afin de produire une troisième image partielle d'une troisième couleur dans un plan de reconstruction, et dans lequel,
- 30 35 les première, deuxième et troisième couleurs des images partielles correspondent à trois couleurs d'une l'image multicolore d'entrée,

les première, deuxième et troisième images partielles se chevauchant au moins partiellement dans le plan de reconstruction pour former une image multicolore.

- 5 16. Appareil selon la revendication 15, dans lequel le moyen d'éclairage comprend trois sources de lumière monochromatique visible différentes à chacune des première, deuxième et troisième longueurs d'onde.
- 10 17. Appareil selon la revendication 15 ou la revendication 16, dans lequel le moyen d'éclairage comprend une source de lumière polychromatique et des filtres optiques destinés à produire les première, deuxième et troisième longueurs d'onde, conçus pour produire trois faisceaux séparés de lumière monochromatique aux première, deuxième et troisième longueurs d'onde lorsqu'ils sont éclairés par la source de lumière polychromatique.
- 15 18. Appareil selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, comprenant en outre un moyen de commutation pour basculer entre les première, deuxième et troisième longueurs d'onde.
- 20 19. Appareil selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, comprenant en outre un écran ou un détecteur positionné au niveau ou à proximité du plan de reconstruction et/ou comprenant un moyen de comparaison pour comparer l'image multicolore à une image de référence afin d'authentifier le dispositif diffractant.

1 / 4

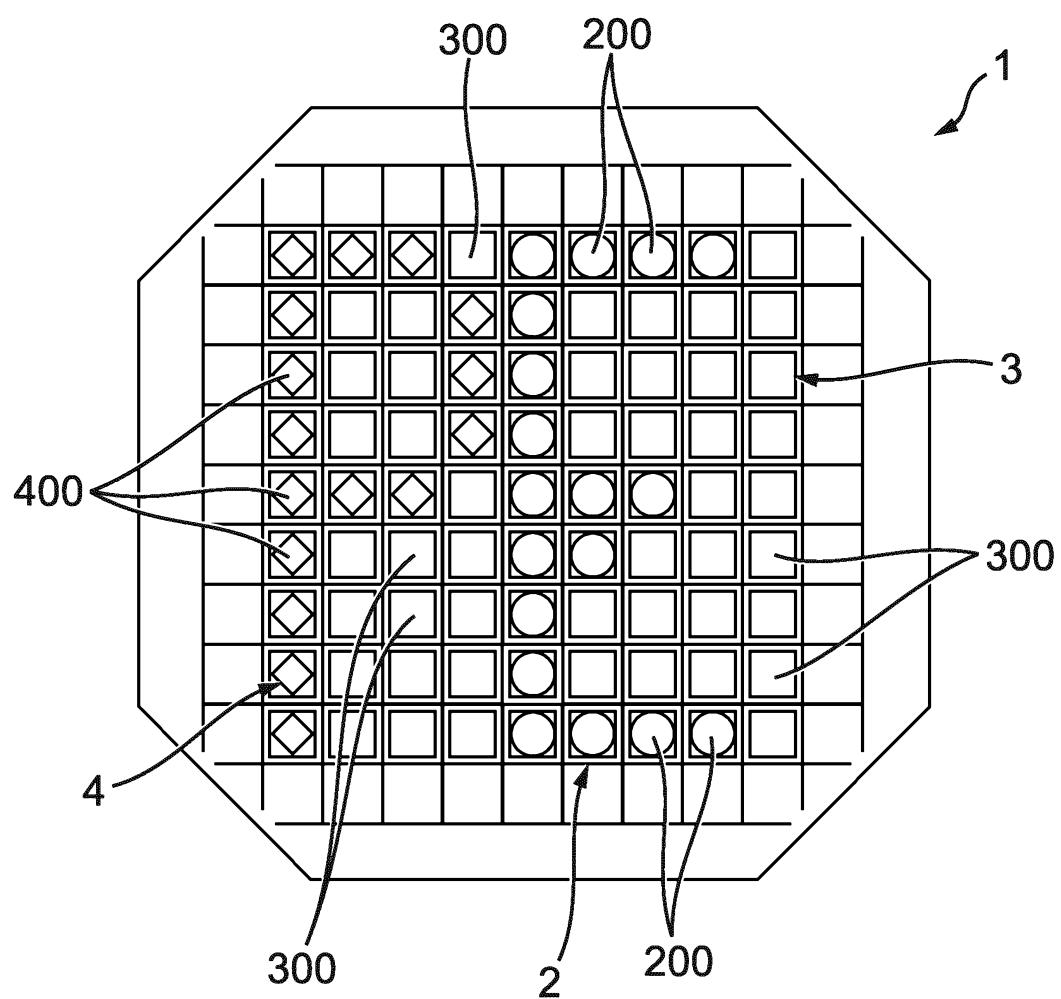


Fig. 1

2 / 4

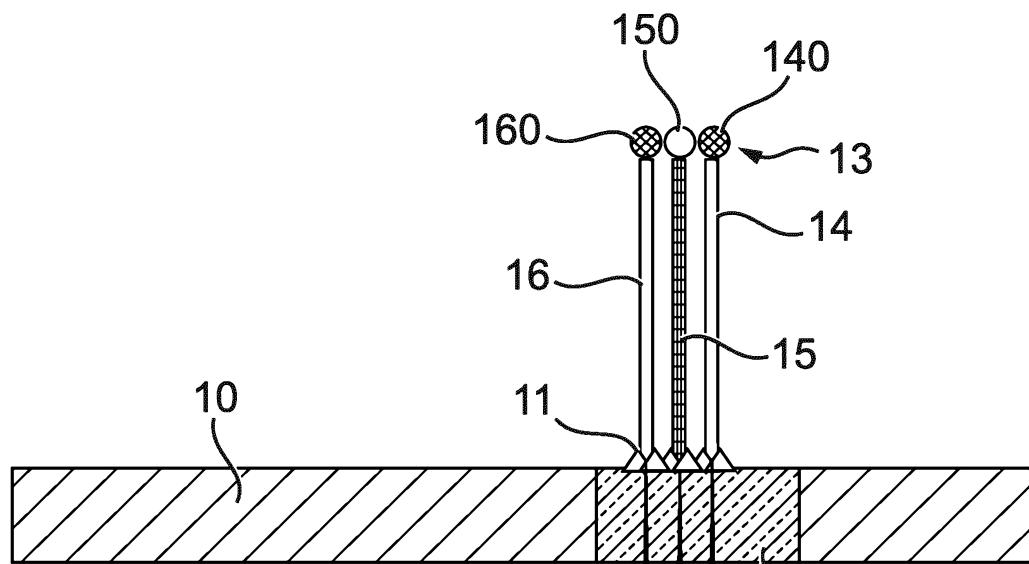


Fig. 2

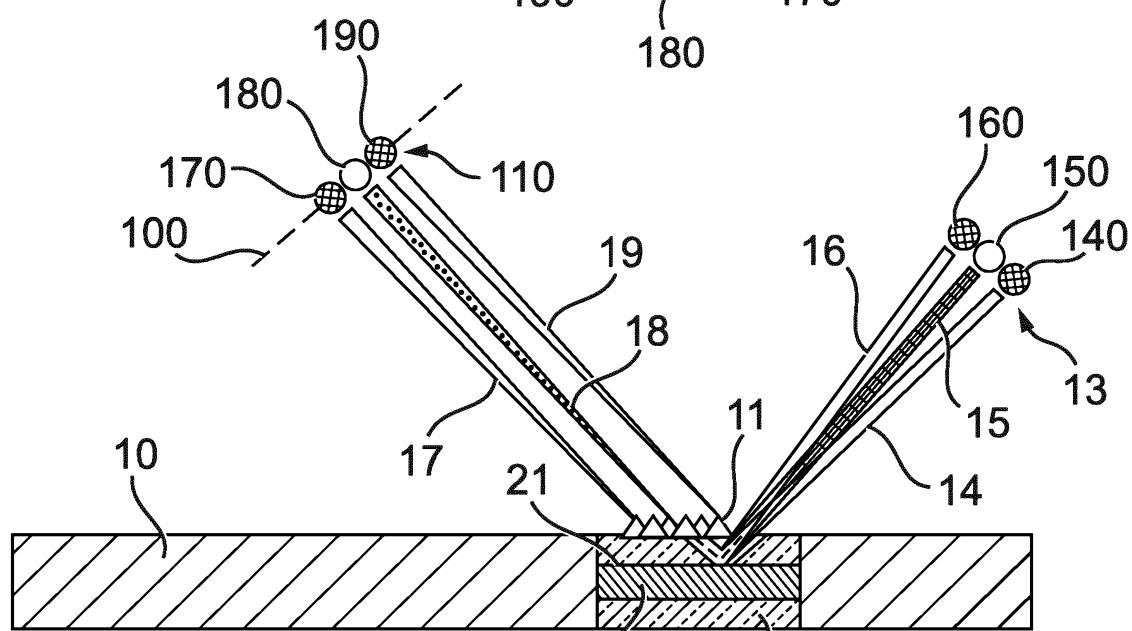
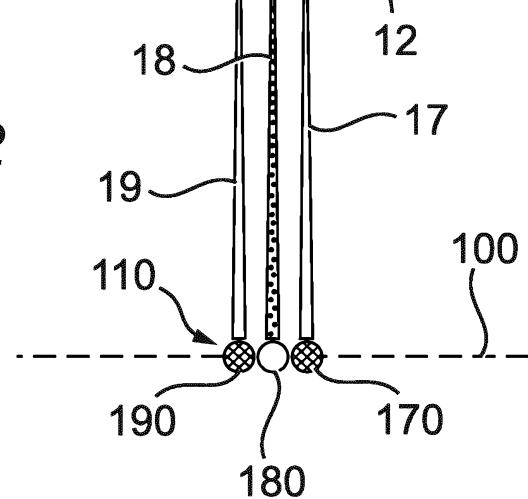
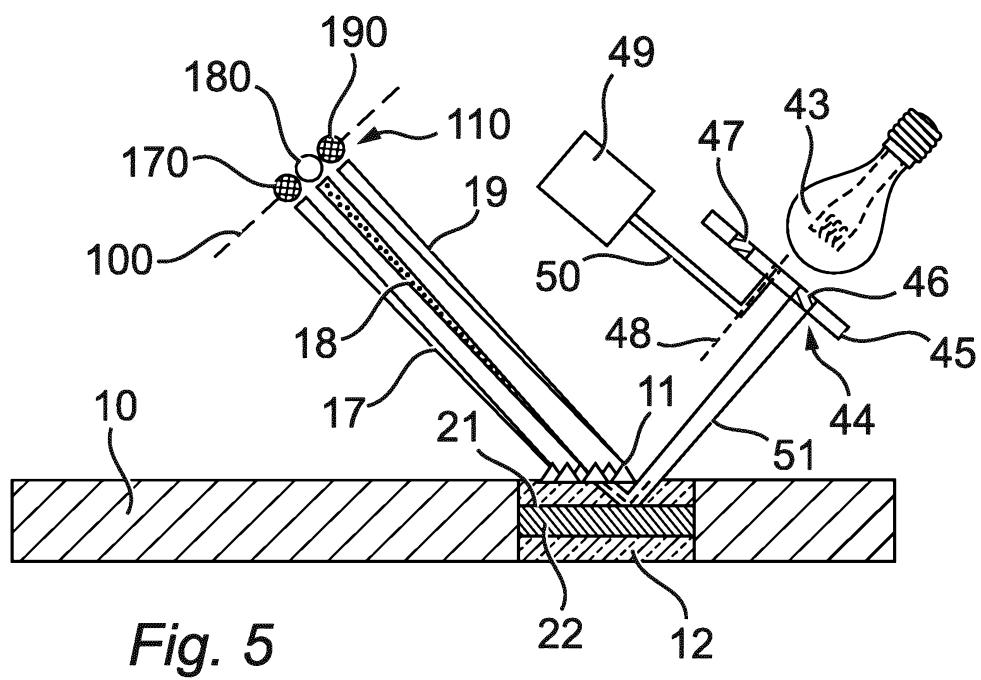
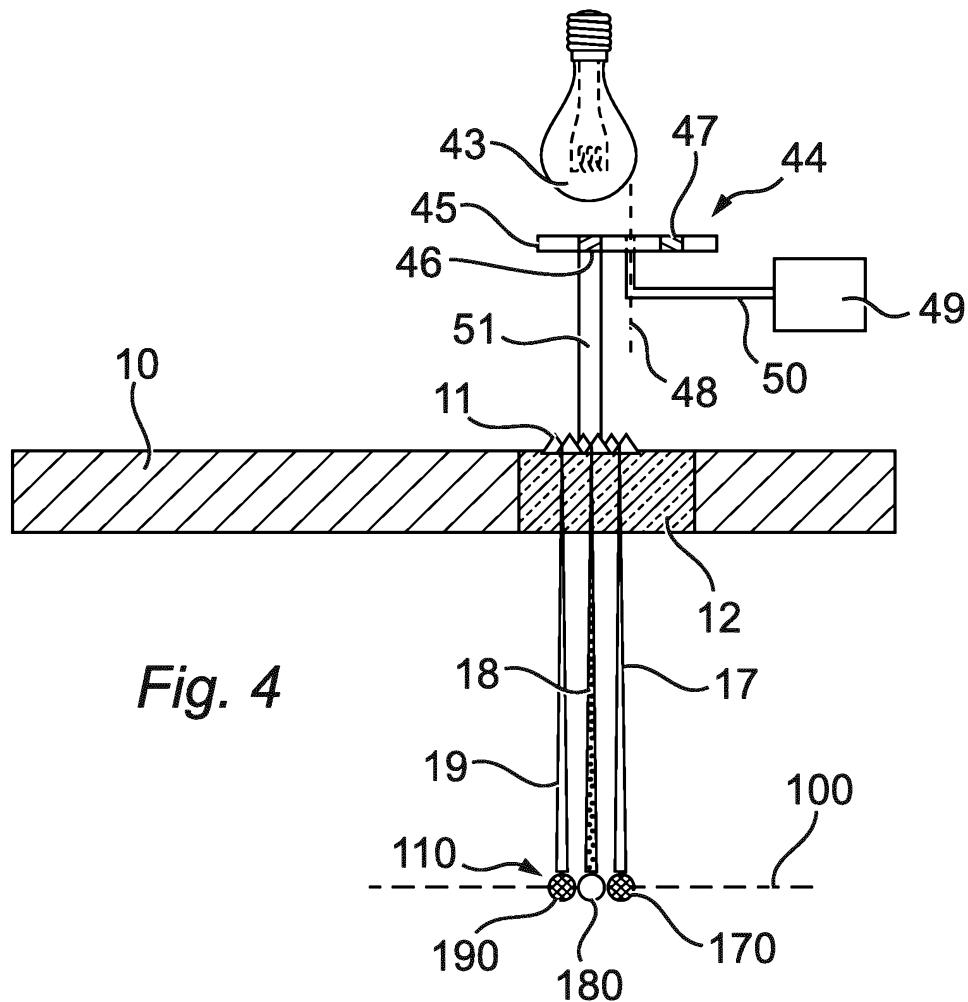


Fig. 3

3 / 4



4 / 4

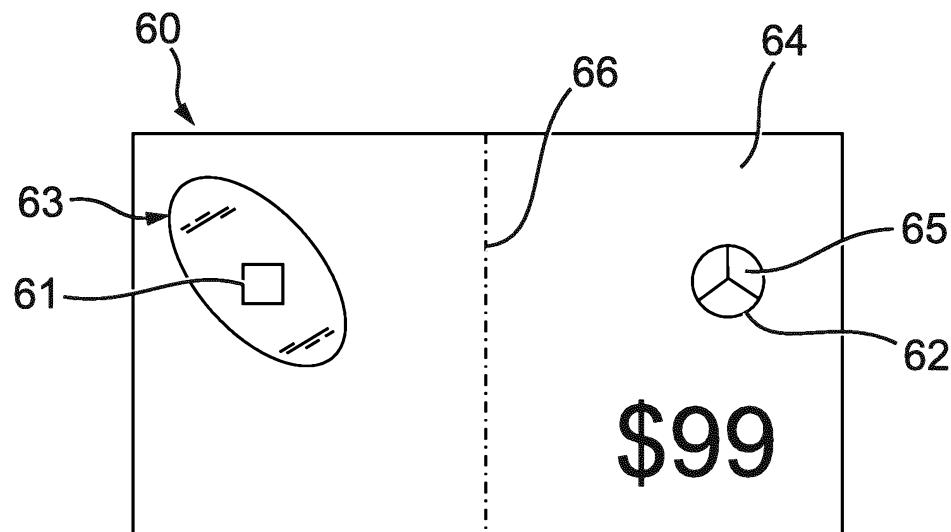


Fig. 6

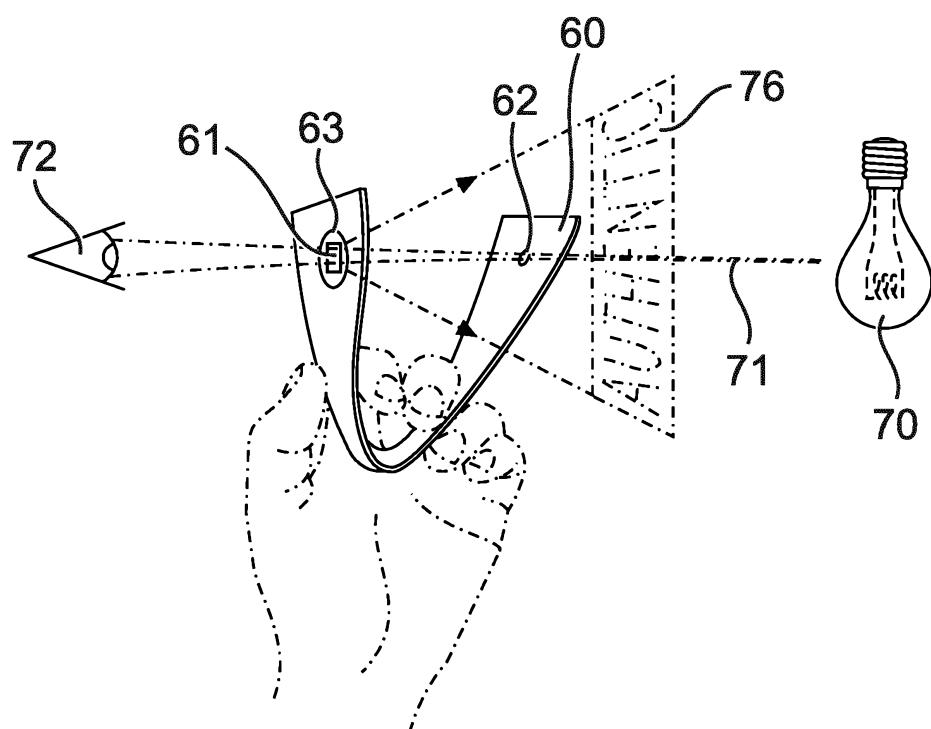


Fig. 7

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

N° d'enregistrement national : 1261356

N° de publication : 2983318

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 03100531 A1 (HERIOT-WATT UNIVERSITY[GB])  
04 décembre 2003 (2003-12-04)

WO 2007079549 A1 (SECURENCY PTY LIMITED[AU])  
19 juillet 2007 (2007-07-19)

WO 03033274 A1 (OVD KINEGRAM AG[CH])  
24 avril 2003 (2003-04-24)

DE 102007044992 B3 (OVD KINEGRAM AG[CH])  
04 décembre 2008 (2008-12-04)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT