

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 105 088

②① N° d'enregistrement national : **19 15373**

⑤① Int Cl⁸ : **B 42 D 25/364 (2019.12)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Structure optique à effet de relief.

②② Date de dépôt : 20.12.19.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 25.06.21 Bulletin 21/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 24.12.21 Bulletin 21/51.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *OBERTHUR FIDUCIAIRE SAS*
Société par actions simplifiée à associé unique — FR.

⑦② Inventeur(s) : ROSSET Henri, DIETEMANN Philippe
et MAMAN Aurélie.

⑦③ Titulaire(s) : *OBERTHUR FIDUCIAIRE SAS* Société
par actions simplifiée à associé unique.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET NONY.

FR 3 105 088 - B1



Description

Titre de l'invention : Structure optique à effet de relief

- [0001] La présente invention concerne les structures optiques à effet de relief, notamment pour documents sécurisés et/ou éléments de sécurité, et leurs procédés de fabrication.
- [0002] Elle concerne plus particulièrement les structures optiques portant des cristaux liquides.
- [0003] Les cristaux liquides sont largement utilisés dans les structures optiques, et notamment les éléments de sécurité, pour leurs propriétés goniochromatiques.
- [0004] Généralement, les cristaux liquides sont déposés directement au contact d'un film polymère, classiquement du PET, préalablement étiré selon au moins une direction, voire selon deux directions perpendiculaires. L'étirement du film favorise l'alignement des cristaux liquides, ce qui confère ainsi à la structure optique un effet de changement de couleur lors d'un changement de direction d'observation et/ou de direction d'éclairage.
- [0005] Pour renforcer la visibilité de l'effet goniochromatique, un fond sombre, généralement noir, est disposé sur la face du support opposée à celle sur laquelle les cristaux liquides sont appliqués.
- [0006] A la connaissance de la demanderesse, les cristaux liquides ainsi appliqués ne sont pas utilisés à ce jour pour procurer un effet de relief, mais seulement un effet goniochromatique.
- [0007] Il est par exemple connu de US 2013/0288024 A1 une structure optique à effet de relief comportant un substrat revêtu d'une première couche qui est embossée et peut être recouverte d'une deuxième couche, la première couche et/ou la deuxième couche comportant des pigments à effet optique. L'embossage est décrit comme induisant des changements optiquement détectables dans l'alignement des pigments, qui renforce l'effet 3D du motif défini par la zone embossée.
- [0008] EP 2 886 343 A1 décrit une structure optique comportant un substrat, un primaire formé sur le substrat et une couche réticulable aux UV qui est disposée sur le primaire. La couche réticulable aux UV peut comporter des cristaux liquides et est embossée, de manière à procurer un effet visuel tridimensionnel. L'ensemble formé par la couche réticulable et le primaire est entourée d'un revêtement anti-poussière.
- [0009] Les effets de relief sont obtenus soit par la réalisation d'images ombrées, formées par impression ou un procédé de métallisation ou dé-métallisation, soit par des structures holographiques.
- [0010] L'impression de relief donnée par une image ombrée n'est pas dynamique, en ce sens que l'aspect ne change pas, voire très peu, avec l'angle d'observation. Il est plus spectaculaire avec une structure holographique, mais le coût de fabrication est relativement

élevé.

- [0011] Il existe par conséquent un besoin pour bénéficier de nouvelles structures optiques capables de procurer un effet de relief dynamique tout en étant relativement simples et économiques à réaliser.
- [0012] L'invention vise à répondre à ce besoin, et elle y parvient grâce à une structure optique à effet de relief, comportant :
- un support adapté à l'alignement de cristaux liquides,
 - un dépôt au contact du support d'une substance sous la forme d'au moins un motif recouvrant partiellement le support, et
 - une couche de cristaux liquides recouvrant au moins partiellement le support et ledit motif et au contact du support.
- [0013] De manière surprenante, un effet visuel de relief peut être obtenu grâce au dépôt situé entre le support et la couche de cristaux liquides. Ce dépôt crée au moins une zone de transition délimitée par le contour du motif, et s'étendant au moins partiellement autour de celui-ci, qui apparaît, pour au moins une direction d'observation et/ou une direction d'éclairage, plus sombre ou plus claire qu'une première zone dans laquelle les cristaux liquides sont superposés au, notamment au contact du, dépôt, et qu'une deuxième zone distincte de la première zone dans laquelle les cristaux liquides sont au contact du support. La variation de contraste entre les première et deuxième zones d'une part, et la zone de transition, résulte en un effet visuel de relief pour l'observateur de la structure optique.
- [0014] Une partie de la zone de transition peut apparaître sombre, notamment mate, et une autre partie de la zone de transition peut apparaître claire, et notamment présenter un aspect de brillance spéculaire.
- [0015] En particulier, lorsque la structure optique est éclairée au moyen d'un rayonnement lumineux dont la direction d'incidence comporte une composante parallèle au support, qui est orientée d'un premier bord du dépôt vers un deuxième bord opposé du dépôt, une partie de la zone de transition au contact du deuxième bord peut présenter un aspect de brillance spéculaire, par exemple lorsqu'observée selon une direction normale au support et *vice versa*. Une partie de la zone de transition au contact du premier bord peut apparaître sombre.
- [0016] L'effet de relief obtenu est dynamique, en ce sens que l'aspect, notamment l'impression de relief, évolue quand la direction d'observation change et/ou que la direction d'éclairage change. En particulier, certaines régions de la zone de transition peuvent passer d'un aspect mat et/ou sombre à un aspect clair et/ou brillant, lorsque la direction d'observation change et/ou que la direction d'éclairage change.
- [0017] La zone de transition peut présenter une largeur inférieure à 1 mm, notamment comprise entre 100 µm et 500 µm. Elle s'étend depuis un bord intérieur défini par le

contour du motif jusqu'à la deuxième zone dans laquelle l'effet de relief n'est pas observé. La largeur de la zone de transition correspond à la plus grande mesurée, selon une direction normale au bord intérieur, entre le bord intérieur et la partie de la deuxième zone la plus proche du bord intérieur.

- [0018] La première zone et la deuxième zone peuvent chacune apparaître plus sombres selon une première direction d'observation et/ou selon une première direction d'éclairage que selon une deuxième direction d'observation et/ou selon une deuxième direction d'éclairage respectivement.
- [0019] Selon une direction d'observation, la première zone et la deuxième zone peuvent apparaître sombres et la zone de transition peut apparaître mate, et selon une autre direction d'observation, la première zone et la deuxième zone peuvent apparaître claires et la zone de transition peut présenter un aspect de brillance spéculaire.
- [0020] Par ailleurs, la structure optique peut présenter des propriétés goniochromatiques. En particulier, la première zone, respectivement la deuxième zone, peut apparaître d'une couleur selon une première direction d'observation et/ou selon une première direction d'éclairage, et d'une autre couleur selon une deuxième direction d'observation et/ou selon une deuxième direction d'éclairage respectivement. En outre, la zone de transition peut apparaître sombre selon la première direction d'observation et/ou selon la première direction d'éclairage, et peut présenter un aspect de brillance spéculaire selon la deuxième direction d'observation et/ou selon la deuxième direction d'éclairage respectivement.
- [0021] Observées selon la première direction d'observation et/ou selon la première direction d'éclairage, la première zone et la deuxième zone peuvent présenter des couleurs différentes, et observées selon la deuxième direction d'observation et/ou selon la deuxième direction d'éclairage, la première zone et la deuxième zone peuvent présenter des couleurs différentes.
- [0022] En variante, observées selon la première direction d'observation et/ou selon la première direction d'éclairage, la première zone et la deuxième zone peuvent présenter une même couleur, et observées selon la deuxième direction d'observation et/ou selon la deuxième direction d'éclairage, la première zone et la deuxième zone peuvent présenter des couleurs différentes.
- [0023] En variante, observées selon la première direction d'observation et/ou selon la première direction d'éclairage, les première et deuxième zones et la zone de transition peuvent présenter une même couleur, et observées selon la deuxième direction d'observation et/ou selon la deuxième direction d'éclairage, les première et deuxième zones et la zone de transition peuvent présenter une même couleur.
- [0024] En outre, observée selon la première direction d'observation et/ou selon la première direction d'éclairage, la couleur de la zone de transition peut être différente de la

couleur de la première zone et/ou de la couleur de la deuxième zone, et observée selon la deuxième direction d'observation et/ou selon la deuxième direction d'éclairage, la couleur de la zone de transition peut être différente de la couleur de la première zone et/ou de la couleur de la deuxième zone.

Dépôt

- [0025] L'effet de relief est obtenu selon l'invention malgré une faible épaisseur du dépôt.
- [0026] De préférence, afin que l'effet visuel de relief soit relativement prononcé, la masse sèche de substance, exprimée sur la base de l'aire de la face du support recouverte par le dépôt, est inférieure ou égale à 1 g/m^2 , mieux comprise entre $0,1\text{ g/m}^2$ et $0,5\text{ g/m}^2$.
- [0027] De préférence, la substance comporte moins de 40 % de cristaux liquides, en pourcentage en masse exprimé sur la base de la masse sèche de la substance. De préférence, la substance est dépourvue de cristaux liquides.
- [0028] De préférence, la substance est une encre, ce qui facilite son dépôt par une technique d'impression d'encre.
- [0029] La substance peut être colorée. Elle peut présenter une même couleur ou une couleur différente de la couleur du support.
- [0030] De préférence, l'encre est colorée, de préférence de couleur claire. Elle présente de préférence un écart de saturation avec le support ΔC supérieur à 10, de préférence supérieur à 15 et mieux supérieur à 20. Un tel écart de saturation aide à concentrer le regard de l'observateur vers la zone de transition. L'écart de saturation est mesuré dans l'espace colorimétrique LCH défini selon la norme ISO 5631-1.
- [0031] De préférence, l'encre comporte moins de 10 % de pigments, notamment colorés, en pourcentage en masse exprimé sur la base de la masse sèche de l'encre. De préférence, l'encre est non pigmentaire. Une encre non pigmentaire résulte en un effet de relief particulièrement marqué.
- [0032] De préférence, l'encre comporte un solvant et un colorant dissous dans le solvant.
- [0033] L'encre peut être destinée à l'impression au moyen d'imprimante à jet d'encre. Elle peut notamment être de couleur jaune ou de couleur cyan pour imprimante à jet d'encre.
- [0034] L'encre peut comporter une base aqueuse, qui peut représenter entre 60 % et 90 %, voire entre 65 % et 85 % du volume de l'encre. Elle peut comporter en outre un solvant polaire, par exemple de la pyrrolidone-2. Le solvant polaire peut représenter moins de 7,5 % du volume de l'encre. Elle peut comporter un plastifiant, par exemple du pental-1,5-diol, qui peut représenter moins de 10 % du volume de l'encre. Elle peut encore comporter du nitrate de magnésium déshydraté, qui peut représenter moins de 5 % du volume de l'encre.
- [0035] En variante, l'encre peut comporter au moins un polyol et/ou un alcool, qui peut représenter plus de 75 % du volume de l'encre.

- [0036] Le polyol comporte par exemple de 2 à 32 atomes de carbone, en particulier de 2 à 16 atomes de carbone, et notamment entre 3 et 8 atomes de carbone. Par « polyol », il faut comprendre toute molécule organique comportant au moins deux groupements hydroxyle libres. En particulier, le polyol peut être choisi parmi l'éthylèneglycol, le pentaérythritol, le triméthylolpropane, le propylène glycol, le 1,3-propanediol, le butylène glycol, l'isoprène glycol, le pentylène glycol, l'héxylène glycol, la glycérine, le diglycérol, et leurs mélanges. De préférence, le polyol est la glycérine.
- [0037] L'alcool peut être choisi parmi les alcanols inférieurs en C₁-C₆, et en particulier choisis parmi l'éthanol, le propanol et l'isopropanol. De préférence, l'alcool est l'éthanol.
- [0038] L'encre peut comporter un tensioactif. Le tensioactif peut être choisi parmi les tensioactifs amphotères, anioniques, cationiques ou non ioniques, utilisés seuls ou en mélange. Il peut être éventuellement utilisé avec un co-tensioactif. Dans le cas où l'encre est une émulsion, les tensioactifs sont choisis de manière appropriée suivant l'émulsion à obtenir (eau-dans-huile ou huile-dans-eau). De préférence, le tensioactif est un tensioactif non-ionique. A titre de tensioactifs non-ioniques peuvent être en particulier cités les dérivés oxyéthylénés du tétraméthyl-2,4,7,9 décylène-5 diol-4,7, et de préférence le tétraméthyl-2,4,7,9 décylène-5 diol-4,7 oxyéthyléné à 3,5 moles d'oxyde d'éthylène, commercialisé sous le nom de Surfynol 440.
- [0039] Elle peut comporter un corps gras pour modifier l'alignement des cristaux liquides dans la zone de transition. Par « corps gras », on entend, un composé organique insoluble dans l'eau à température ambiante (25 °C) et à pression atmosphérique (760 mm de Hg), c'est-à-dire ayant une solubilité inférieure à 5 %, de préférence à 1 %, et encore plus préférentiellement à 0,1 %. Le corps gras peut être choisi parmi les alcanes inférieurs en C₆-C₁₆, les huiles non siliconées d'origine animale, végétale ou synthétique, les hydrocarbures d'origine minérale ou synthétique, les alcools gras, les acides gras, les esters d'acide gras et/ou d'alcool gras, les cires non siliconées, les silicones.
- [0040] Par ailleurs, l'encre peut présenter une tension superficielle, mesurée selon la norme ISO 304, comprise entre 28 mN/m et 32 mN/m.
- [0041] La substance peut être un vernis transparent et incolore dans le domaine visible. Le dépôt peut ainsi ne pas générer d'opacité décelable à l'œil nu en lumière transmise.
- [0042] Le dépôt, notamment lorsqu'il est sous forme de vernis, peut comporter des composants absorbants ou excitables sous illumination dans l'ultraviolet ou l'infrarouge, en particulier le proche infrarouge.
- [0043] En particulier, le vernis peut être incolore et transparent dans le visible et comporter un composant luminescent, notamment fluorescent, qui peut être visible uniquement sous illumination UV ou IR, de préférence UV, et le support peut être transparent ou

translucide. Ainsi lorsqu'elle est observée en transmission, la structure optique apparaît par exemple transparente ou translucide à l'observateur sous éclairage au moyen d'un illuminant dans le visible, le motif étant indiscernable du support, et le motif est révélé sous éclairage au moyen d'un illuminant provoquant la luminescence, notamment un illuminant émettant dans l'UV.

[0044] Par exemple la substance est choisie parmi :

- l'encre de couleur jaune commercialisée par la société HP sous la référence HP343 destinée à une impression avec l'imprimante HP Deskjet 6540 commercialisée par la société HP,

- le vernis optimiseur de brillant HP70 commercialisé par la société HP,

- l'encre jaune commercialisée par la société HP sous la référence HP304 pour l'impression avec l'imprimante Envy 5030 commercialisée par la société HP,

[0045] - l'encre jaune commercialisée par la société HP sous la référence HP72 pour l'impression avec l'imprimante designjet T610 commercialisée par la société HP, et

[0046] - l'encre jaune commercialisée par la société HP sous la référence GT52 pour l'impression avec l'imprimante Deskjet GT 5810 commercialisée par la société HP.

[0047] Le dépôt peut être non opaque, en particulier transparent ou translucide.

[0048] Le dépôt peut être sous forme d'un aplat. Le procédé de fabrication de la structure de sécurité est ainsi simplifié. Un aplat peut être produit simplement sur le support, par exemple par impression, notamment par impression jet d'encre, ou par flexographie ou par sérigraphie. Le dépôt peut ainsi être autre que sous forme d'image tramée en demi-ton.

[0049] Le dépôt est de préférence réalisé par impression jet d'encre. Ce procédé permet notamment :

[0050] - le dépôt de faibles quantités de substance par unité de surface, et/ou

[0051] - la personnalisation des motifs sans nécessiter de forme imprimante.

[0052] Le motif peut être continu ou discontinu. Il peut être formé de portions de motif espacées les unes des autres. Les portions de motif adjacentes peuvent être espacées par une zone exempte de la substance, de préférence d'une distance supérieure à 100 µm. Ainsi au moins une zone de transition peut être formée dans la zone séparant les portions de motif espacées.

[0053] Le motif ou au moins une portion du motif peut entourer une zone exempte de substance. De préférence, la plus grande dimension de ladite zone entourée est supérieure à 100 µm.

[0054] Le motif peut se présenter sous la forme d'au moins un symbole alphanumérique ou peut représenter un logo, un personnage, un animal, un paysage, un végétal, un monument, une texture ou un objet. Il peut représenter une ou plusieurs figures géométriques, par exemple des polygones, des ellipses ou des disques de tailles dif-

férentes. Il peut constituer un numéro de série. Le même motif peut se retrouver ailleurs sur le document, à la même échelle ou à une échelle différente, étant par exemple présent sur un autre élément de sécurité ou sous la forme d'une impression sur le substrat du document sécurisé.

[0055] Le motif peut avoir une plus grande dimension comprise entre 0,5 et 30 mm.

[0056] Le motif peut se répéter à intervalles réguliers le long du support.

Support

[0057] Le support est adapté à l'alignement des cristaux liquides. En particulier, il peut présenter un état de surface adapté à l'alignement des cristaux liquides.

[0058] De préférence, le support comporte un film étiré axialement ou de préférence bi-axialement.

[0059] Le film est réalisé en une matière plastique, choisie parmi un polyester, notamment le polytéréphtalate d'éthylène, aussi dénommé PET, le polypropylène, le polyéthylène et leurs mélanges. Le film est de préférence réalisé en PET.

[0060] L'étirement favorise l'alignement des cristaux liquides.

[0061] Le film peut présenter une épaisseur comprise entre 6 μm et 500 μm . Par exemple, il présente une épaisseur comprise entre 12 μm et 50 μm , par exemple d'environ 19 μm .

[0062] Le support peut en outre comporter une couche d'un primaire d'adhésion qui recouvre, de préférence entièrement, une face du film et est au contact du film et de la couche de cristaux liquides. Le primaire d'adhésion accroît l'adhérence des cristaux liquides au support sans pour autant empêcher le film de participer de par sa structure intrinsèque à l'alignement des cristaux liquides.

[0063] L'épaisseur du primaire d'adhésion est de préférence inférieure à 1000 nm, de préférence inférieure à 100 nm. Ainsi, la structure du film sous-jacent reste active pour favoriser l'alignement des cristaux liquides lors de la fabrication de la structure optique.

[0064] Le primaire d'adhésion est de préférence transparent.

[0065] Le primaire d'adhésion peut comporter une polyoléfine, de préférence choisie parmi le polyéthylène, le polyuréthane, le polyester, le polycarbonate et le polyacrylique, un de leurs copolymères. De préférence, il comporte un polyacrylique.

[0066] Le support est par exemple choisi parmi les supports de polyester Sarafil® S56C et Sarafil® SF150 commercialisés par la société TPL, un support de polyester transparent commercialisé par la société Technifilm, un support de polyester transparent choisi dans la gamme Lumirror® commercialisée par la société Toray, et un support de polyester transparent commercialisé par la société Mitsubishi.

[0067] De préférence, le support peut être choisi de telle sorte que le Haze de réflexion de la couche formée des cristaux liquides au contact du support, mesuré selon la norme ASTM D4039-09, est supérieur à 50, notamment compris entre 50 et 100, et de

préférence supérieur à 60, notamment compris entre 60 et 90.

- [0068] Le « Haze de réflexion », mesuré selon la norme ASTM D4039-09 et ISO13803, caractérise l'effet de voile de diffusion réflexion de la couche de cristaux liquides. Un voile de diffusion en réflexion est à l'origine d'un aspect laiteux, lié à une diffusion de lumière de faible intensité à côté de la réflexion principale, qui correspond à la réflexion dans la direction spéculaire. La mesure peut s'effectuer selon la norme ASTM D4039-09 (reapproved 2015) ou ISO 13803:2014. Cela permet une visibilité sur une plage angulaire plus étendue de l'effet goniochromatique et par conséquent un masquage du fond sur une plage angulaire plus étendue. La structure optique peut ainsi être disposée dans une fenêtre traversante ménagée dans un substrat. L'effet goniochromatique de la couche de cristaux liquides et/ou l'effet de relief peuvent ainsi être observés, notamment sans que la structure optique ne soit disposée entre l'observateur et un fond sombre.
- [0069] De préférence, le support comporte un film et un primaire d'adhésion tel que décrit ci-dessus, le primaire d'adhésion étant choisi de telle sorte que le Haze de réflexion de la couche formée des cristaux liquides au contact du support, mesuré selon la norme ASTM D4039-09, est supérieur au Haze de réflexion d'une couche de cristaux liquides disposée au contact du film seul, non recouvert par le primaire d'adhésion.
- [0070] Par ailleurs, le support peut être transparent ou translucide. L'effet de relief peut ainsi être observé depuis le recto et le verso du support.
- [0071] De préférence, les zones de la structure apparaissant visuellement en saillance lorsque le côté recto de la structure optique est observé en réflexion, apparaissent en creux lorsque le côté verso de la structure optique est observé en réflexion.
- [0072] Par ailleurs, afin d'améliorer la durabilité de la structure optique, un support supplémentaire, comportant de préférence du PET, peut être fixé au film muni de la structure optique par tout moyen approprié, notamment par lamination au moyen d'un adhésif. De préférence, le support supplémentaire est fixé sur la face du film revêtue par le primaire d'adhésion.

Cristaux liquides

- [0073] La couche de cristaux liquides peut être au contact du dépôt.
- [0074] Les cristaux liquides présentent au moins une propriété goniochromatique. Ils peuvent être nématiques, ou de préférence cholestériques. La couche de cristaux liquides peut comporter des cristaux liquides nématiques et des cristaux liquides cholestériques.
- [0075] Les cristaux liquides sont de préférence non plaquettaires.
- [0076] La couche de cristaux liquides est de préférence réticulée. Elle peut être obtenue par impression d'une encre réticulable contenant les cristaux liquides suivie d'un séchage puis d'une réticulation de l'encre, notamment sous UV, afin de figer l'alignement des

cristaux liquides.

- [0077] De préférence, le Haze de réflexion d'au moins une partie de la couche de cristaux liquides superposée au dépôt et le Haze de réflexion d'au moins une partie de la couche de cristaux liquides au contact du support, mesuré selon la norme ASTM D4039-09, est supérieur au Haze de réflexion de la zone de transition.
- [0078] La couche de cristaux liquides peut recouvrir au moins partiellement, voire totalement, la face du support sur laquelle elle est disposée.
- [0079] L'épaisseur de la couche de cristaux liquides peut être inférieure à 100 μm , notamment comprise entre 2 μm et 30 μm .
- [0080] Par ailleurs, la structure optique peut présenter des microcavités, formées entre la couche de cristaux liquides et le support, notamment entre la couche de cristaux liquides et le dépôt de ladite substance.
- [0081] La plus grande dimension de chaque microcavité, mesurée dans le plan du support est notamment inférieure à 100 μm .
- [0082] De préférence, l'épaisseur de la structure optique est constante, par exemple comprise entre 14 μm et 55 μm . L'épaisseur de la couche de cristaux liquides dans au moins une zone où elle est en contact avec le support est de préférence égale à la somme des épaisseurs du dépôt, des éventuelles microcavités, et de la couche de cristaux liquides, dans la zone où la couche de cristaux liquides est superposée au dépôt.
- [0083] Les cristaux liquides ont de préférence une qualité d'alignement, dans une zone recouvrant directement le support, moindre que dans la zone de transition. Les cristaux liquides étant mieux alignés dans la zone de transition, la réflexion de la lumière n'est observée que pour des directions d'observations et/ou des directions d'éclairage particulières. Pour ces directions d'observations et/ou des directions d'éclairage particulières elle y est plus intense que dans les première et deuxième zones.
- [0084] La qualité d'alignement des cristaux liquides dans une zone de la structure optique peut être mesurée en acquérant une image d'une surface d'aire prédéterminée en microscopie optique en lumière polarisée ou non-polarisée. Des zones élémentaires, dénommées « domaines », dans lesquelles les cristaux liquides présentent sensiblement un même alignement, sont observées sur l'image. Plus les domaines sont de petite taille, c'est-à-dire plus leur nombre dans une zone d'aire donnée est élevé, plus la qualité d'alignement des cristaux liquides dans ladite zone est faible. En variante il est possible d'évaluer la qualité d'alignement des cristaux liquides dans une zone en faisant l'acquisition, par spectroscopie, du spectre lumineux transmis à travers la zone. Le profil du spectre lumineux transmis à travers la zone dépend de l'alignement des cristaux liquides dans ladite zone.
- [0085] La qualité d'alignement des cristaux liquides dans la zone de transition peut être

homogène.

- [0086] La mesure de la largeur de la zone de transition peut être effectuée au moyen d'une image de la structure optique acquise en microscopie optique en lumière polarisée ou en variante non polarisée, en déterminant l'étendue dans laquelle la qualité d'alignement des cristaux liquides est homogène et meilleure que dans les zones adjacentes.
- [0087] La structure optique peut comporter au moins une autre couche de cristaux liquides qui contient des cristaux liquides différents de la couche de cristaux liquides recouvrant le dépôt. En particulier, la couche de cristaux liquides et l'autre couche de cristaux liquides peuvent présenter des propriétés goniochromatiques différentes.
- [0088] La couche de cristaux liquides et l'autre couche de cristaux liquides peuvent être superposées partiellement l'une sur l'autre, afin de définir des zones, notamment trois zones, à propriétés goniochromatiques différentes.
- [0089] Dans un mode de réalisation, la structure optique peut comporter :
- un support translucide, ou de préférence transparent,
 - un premier dépôt d'une première substance au contact d'une première face du support sous la forme d'un premier motif,
 - un deuxième dépôt d'une deuxième substance au contact d'une deuxième face du support sous la forme d'un deuxième motif, les première et deuxième faces du support étant opposées l'une de l'autre,
 - des première et deuxième couches de cristaux liquides recouvrant au moins partiellement les première et deuxième faces du support respectivement et étant superposées aux, notamment au contact des, premier et deuxième motifs respectivement.
- [0090] Lorsque la structure optique est observée en lumière transmise, les premier et deuxième motifs peuvent se compléter par association, définissant ainsi un troisième motif. Ce troisième motif peut se retrouver ailleurs sur le document ou sur un autre élément de sécurité, à l'identique ou à une échelle différente.
- [0091] Par ailleurs, lorsqu'observé en réflexion selon l'une quelconque des première et deuxième faces, les effets visuels de relief générés par les premier et deuxième ensembles formés chacun du support, des premier et deuxième dépôts et des première et deuxième couches de cristaux liquides peuvent se combiner l'un à l'autre.
- [0092] La structure optique peut comporter un fond sombre qui peut être prévu sous la couche de cristaux liquides, notamment du côté du support opposé au côté recouvert par la couche de cristaux liquides. Le fond sombre renforce l'effet de relief et, le cas échéant l'effet goniochromatique des cristaux liquides.
- [0093] En variante, la couche de cristaux liquides peut être prise en sandwich entre le support et le fond sombre. Le dépôt et la couche de cristaux liquides peuvent ainsi être protégés par le support et par le fond sombre.

- [0094] Le fond sombre peut être obtenu par impression d'un colorant, par exemple l'Indanthren PA-FS de Dystar Colours Distribution ou d'un pigment, notamment un oxyde métallique. Le pigment peut être par exemple absorbant ou interférentiel.
- [0095] En variante le fond sombre peut être obtenu par métallisation, notamment sous vide ou par voie électrochimique ou par toute autre technique de dépôt d'un métal, d'un oxyde métallique ou d'un sel d'oxyde métallique. Le fond sombre peut également être porté par le support supplémentaire, qui est de préférence fixé au support du côté opposé au côté revêtu par la couche de cristaux liquides.
- [0096] Une couche métallisée comportant des ajours la traversant dans son épaisseur, obtenus par exemple par démétallisation peut être déposée sur la face du support opposée à la face du support sur laquelle la couche de cristaux liquides est déposée. En variante ladite couche métallisée peut également être portée par le support supplémentaire, qui est de préférence fixé au support du côté opposé au côté revêtu par la couche de cristaux liquides.
- [0097] Le fond sombre peut être recouvert de particules magnétiques disposées de manière à sorte que la rémanence magnétique du support optique varie le long du fond sombre, définissant ainsi une sécurité de troisième niveau, par exemple un code magnétique.
- [0098] De préférence, le fond sombre se superpose au moins partiellement à la couche de cristaux liquides.
- [0099] Le fond sombre est de préférence disposé de façon repérée par rapport à la couche de cristaux liquides ; en particulier, le fond sombre peut se superposer exactement aux cristaux liquides.
- [0100] Le fond sombre peut présenter un taux de transmission inférieur à 80 %, et est de préférence opaque.
- [0101] Dans une variante, la structure optique est dépourvue d'un fond sombre, notamment tel que décrit ci-dessus.
- [0102] La structure de sécurité peut être présente sur un élément de sécurité, par exemple choisi parmi un fil de sécurité, un foil de sécurité, un film de sécurité ou un patch de sécurité.
- [0103] L'invention concerne également un élément de sécurité comportant une structure optique selon l'invention.
- [0104] L'élément de sécurité peut comporter au moins une structure de sécurité additionnelle, notamment choisie parmi les structures de sécurité de premier, deuxième ou troisième niveau. Il peut s'agir de :
- motifs apparaissant en lumière transmise et formés par métallisation et/ou démétallisation,
 - colorants, pigments luminescents, pigments interférentiels, notamment sous forme imprimée ou mélangée à au moins une couche constitutive de l'élément de sécurité,

- composés, colorants et/ou pigments photochromes ou thermochromes, notamment sous forme imprimée ou mélangée à au moins une couche constitutive de l'élément de sécurité,
- absorbeur ultraviolet (UV), notamment sous forme enduite ou mélangée à au moins une couche constitutive de l'élément de sécurité,
- structure multicouche interférentielle,
- une couche réfractive, biréfringente ou polarisante,
- une structure de diffraction,
- des moyens produisant un "effet de moiré" ou un effet de parallaxe, un tel effet pouvant par exemple faire apparaître un motif produit par la superposition de deux moyens de sécurité, par exemple par le rapprochement de lignes de deux moyens de sécurité, notamment par pliage,
- un filtre coloré,
- une sécurité lisible automatiquement, ayant des caractéristiques spécifiques et mesurables, notamment de luminescence (par exemple fluorescence, phosphorescence), d'absorption de la lumière (par exemple ultraviolet, visible ou infrarouge), d'activité Raman, de magnétisme, d'interaction micro-ondes, d'interaction aux rayons X ou de conductivité électrique. Élément de sécurité.

- [0105] L'élément de sécurité peut être choisi parmi un fil de sécurité, un foil de sécurité, un film de sécurité ou un patch de sécurité. Il peut s'agir encore d'une carte ou d'un film de protection ou d'inviolabilité.
- [0106] L'élément de sécurité peut comporter plusieurs structures optiques selon l'invention.
- [0107] L'élément de sécurité peut être un fil de sécurité et le motif est répété, de préférence régulièrement à intervalles réguliers selon la direction longitudinale du fil.
- [0108] Dans la variante où l'élément de sécurité est un fil de sécurité, le fil de sécurité peut être intégré en fenêtres dans un document sécurisé tel qu'un billet de banque. L'élément de sécurité peut alors s'étendre d'un bord à l'autre du document.
- [0109] Le fil de sécurité peut présenter une largeur comprise entre 1 mm et 10 mm et/ou une épaisseur comprise entre 10 μm et 100 μm .
- [0110] Dans la variante où l'élément de sécurité est un foil, l'élément de sécurité est appliqué par transfert à la surface d'un papier, d'un film ou d'une carte par exemple.
- [0111] Par « patch » on désigne un film qui ne couvre pas toute la surface du substrat sous-jacent.
- [0112] L'invention concerne encore un document sécurisé comportant une structure optique selon l'invention et/ou un élément de sécurité selon l'invention.
- [0113] De préférence, la structure optique est visible au recto et au verso du document. En particulier, les zones de la structure optique apparaissant en saillance lorsque le recto du document est observé peuvent apparaître en creux lorsque le verso du document est

observé.

- [0114] Le document sécurisé peut comporter un substrat fibreux et l'élément de sécurité est disposé en fenêtre dans le substrat fibreux.
- [0115] Le document sécurisé peut être choisi parmi un moyen de paiement, tel qu'un billet de banque, un chèque ou un ticket restaurant, un document d'identité, tel qu'une carte d'identité, un visa, un passeport ou un permis de conduire, un ticket de loterie, un titre de transport et un ticket d'entrée à une manifestation culturelle ou sportive.
- [0116] L'élément de sécurité peut s'étendre d'un bord à l'autre du document sécurisé.
- [0117] Le motif de la structure optique peut se retrouver ailleurs sur le document sécurisé et ainsi établir un lien entre le document sécurisé et l'élément de sécurité. De préférence, dans une variante où le document sécurisé est un billet de banque, le motif représente par exemple la devise, le nom de la banque ou la valeur de la coupure.

Procédé de fabrication

- [0118] L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'une structure optique selon l'invention, dans lequel on dépose la substance sur le support pour former au moins un motif recouvrant partiellement le support, et l'on dépose sur le support et le motif ainsi formé au moins une couche de cristaux liquides.
- [0119] Préalablement au dépôt de la substance sur le support, le procédé peut comporter l'étirement du support selon au moins une direction.
- [0120] Le dépôt de la substance peut s'effectuer par impression sur le support, notamment par impression jet d'encre, héliogravure, sérigraphie, typographie ou flexographie.
- [0121] De préférence, la substance est une encre. Le dépôt peut être effectué au moyen d'une imprimante à jet d'encre comportant une cartouche contenant l'encre ou un moyen d'alimentation continue en encre. L'imprimante à jet d'encre peut être une imprimante à jet d'encre piézoélectrique ou de préférence une imprimante à jet d'encre thermique.
- [0122] De préférence, le taux d'encrage du support est supérieur à 20 %. Le taux d'encrage du support correspond au rapport du volume de l'encre déposé par l'imprimante sur une zone du support sur le volume maximal de l'encre pouvant être imprimé sur la zone du support.
- [0123] Après impression, le support revêtu peut être séché pendant une durée inférieure ou égale à 5 min, par exemple pendant 1 min, et/ou à une température comprise entre 50 °C et 100 °C, par exemple d'environ 60 °C.
- [0124] Le support peut être fixé à un substrat, notamment un papier, lors de l'impression du motif. Par exemple, le substrat comporte un évidement et le motif est imprimé sur la portion du support superposé à l'évidement.
- [0125] La couche de cristaux liquides peut être imprimée sur le support et sur le motif par flexographie, sérigraphie, héliogravure ou typographie, notamment au moyen d'une

encre comportant un solvant et les cristaux liquides dispersés dans le solvant. L'encre peut être déposée sous forme d'un aplat ou d'un motif qui recouvre au moins le motif et le support dans sa portion non recouverte par le motif.

- [0126] Les cristaux liquides s'alignent durant l'évaporation du solvant, par exemple par séchage « aéroporté », de préférence horizontalement pour favoriser l'alignement des cristaux liquides. De préférence, l'encre est réticulable sous UV, et la réticulation qui suit la dépose permet de fixer définitivement l'alignement des cristaux liquides.
- [0127] L'évaporation peut être mise en œuvre au sein d'une étuve pendant une durée comprise entre 1 min et 5 min, par exemple pendant 3 min, et/ou à une température comprise entre 50 °C et 100 °C, par exemple d'environ 95 °C.
- [0128] L'invention concerne enfin un procédé d'authentification d'un élément de sécurité selon l'invention ou d'un document sécurisé selon l'invention, dans lequel on observe la structure optique selon au moins une direction d'observation et l'on détermine à partir de cette observation si le motif apparaît en donnant l'impression d'une image en relief.
- [0129] En particulier, on peut observer la structure optique dans au moins deux directions d'observations différentes d'un même côté du support, et l'on peut chercher à détecter un changement d'aspect du motif ou autour du motif lorsque l'angle d'observation varie, notamment un changement d'aspect cohérent avec l'effet de relief observé.
- [0130] On peut observer la structure optique, notamment selon une même direction d'observation, en l'éclairant selon deux directions d'éclairage différentes d'un même côté du support et l'on peut chercher à détecter un changement d'aspect du motif ou autour du motif lorsque l'angle d'éclairage varie, notamment un changement d'aspect cohérent avec l'effet de relief observé.
- [0131] L'observation du motif peut être effectuée devant un fond sombre, afin d'amplifier l'effet visuel de relief.
- [0132] Par ailleurs, on peut procéder à une observation au recto et à une observation au verso, et l'on cherche à détecter une inversion du relief entre les observations. Par inversion du relief, on entend que des zones apparaissant en saillance lorsque l'une face de la structure optique est observée apparaissent en creux lorsque la face opposée est observée, et *vice versa*.
- [0133] Par ailleurs, l'authentification de l'élément de sécurité peut comporter l'observation de la structure optique pour déterminer si un effet goniochromatique est observé et la génération d'une information concernant l'authenticité sur la base au moins de cette observation.
- [0134] Le procédé d'authentification peut comporter l'observation de l'élément de sécurité au travers d'un filtre polarisant pour mettre en évidence l'orientation du support et l'étape consistant à générer une information concernant l'authenticité sur la base au

moins de cette observation. L'observation au travers du filtre polarisant peut mettre en évidence la différence de qualité d'alignement des cristaux liquides entre la zone de transition et les première et deuxième zones.

- [0135] Par exemple, selon la variante où le support comporte un film bi-orienté, la bi-orientation du film peut être vérifiée en analysant la biréfringence du film, d'une façon conventionnelle. On peut utiliser un polariseur linéaire, tel qu'un filtre à poser sur l'élément de sécurité, que l'on fait tourner de 90° pour déterminer si l'on passe d'un aspect sombre à un aspect plus clair en tournant.
- [0136] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé sur lequel
- [0137] [fig.1] la [fig.1] représente schématiquement en vue de dessus un exemple de structure optique selon l'invention,
- [0138] [fig.2] la [fig.2] représente une coupe transverse selon I-I de la [fig.1],
- [0139] [fig.3] les figures 3a-d illustrent différents effets visuels de relief observés pour différentes directions d'éclairage,
- [0140] [fig.4] la [fig.4] est une coupe transverse d'une variante de réalisation,
- [0141] [fig.5] la [fig.5] est une coupe transverse d'une autre variante de réalisation,
- [0142] [fig.6] la [fig.6] est une coupe transverse d'une autre variante de réalisation,
- [0143] [fig.7] la [fig.7] représente en vue de face un document sécurisé selon l'invention,
- [0144] [fig.8] la [fig.8] est une vue en coupe d'un autre exemple de document sécurisé,
- [0145] [fig.9] la [fig.9] est une photographie d'un exemple de film de PET revêtu d'un dépôt d'une encre,
- [0146] [fig.10] la [fig.10] est une photographie d'un exemple de structure optique produite à partir du film revêtu de la [fig.9],
- [0147] [fig.11] la [fig.11] est un photomontage de moitiés des photographies des figures 10 et 11 selon une même échelle,
- [0148] [fig.12] la [fig.12] est une photographie acquise en microscopie optique en lumière polarisée d'une partie de la structure optique de la [fig.11],
- [0149] [fig.13] la [fig.13] est une photographie d'un autre exemple de film revêtu pour former une structure optique,
- [0150] [fig.14] la [fig.14] est un photomontage d'une photographie de la structure optique produite à partir du film revêtu de la [fig.13] et d'une partie correspondante de la photographie de la [fig.13],
- [0151] [fig.15a] la [fig.15a] est une photographie du recto d'un exemple de structure optique,
- [0152] [fig.15b] la [fig.15b] est une photographie du verso de la structure optique de la [fig.15a],

- [0153] [fig.16a] la [fig.16a] est une photographie d'un exemple de structure optique éclairée selon une direction d'éclairage,
- [0154] [fig.16b] la [fig.16b] est une photographie de la structure optique de la [fig.16a] éclairée selon une autre direction d'éclairage, et
- [0155] [fig.16c] la [fig.16c] est un photomontage comportant les portions gauche et droite respectivement des photographies des figures 16a et 16c et une portion centrale correspondant à la portion centrale des figures 16a et 16c non revêtue par la couche de cristaux liquides.
- [0156] Dans les figures, les éléments constitutifs de la structure n'ont pas nécessairement été représentés à l'échelle, par souci de clarté.
- [0157] On a illustré sur les figures 1 et 2 un exemple de structure optique 5 selon l'invention, qui comporte un support 7, un dépôt 9 d'une substance sur le support pour former un motif 11, et une couche de cristaux liquides 13.
- [0158] La substance est par exemple une encre imprimée sur le support au moyen d'une imprimante à jet d'encre thermique. Elle recouvre partiellement la face 15 du support sur laquelle elle est déposée. Dans l'exemple des figures 1 et 2, le motif présente une forme circulaire, mais toute autre forme plus peut être envisagée, par exemple une suite de symboles alphanumériques, notamment une devise, un paysage, un personnage ou un monument.
- [0159] Le dépôt 9 est au contact du support 7 et de la couche de cristaux liquides.
- [0160] Lorsqu'observée selon au moins une direction d'observation D_1 , la structure optique présente un effet visuel de relief, notamment dans une zone de transition 17 délimitée par le motif 11 et s'étendant autour du motif. Dans la zone de transition 17, la couche de cristaux liquides peut être en contact avec le support 7. La zone de transition 17 s'étend entre une première zone 19 dans laquelle les cristaux liquides sont superposés à, notamment au contact de, la substance du dépôt 9 et une deuxième zone 21 dans laquelle les cristaux liquides sont en contact avec le support 7. La qualité d'alignement des cristaux liquides dans la zone de transition 17 peut ainsi être différente de la qualité d'alignement des cristaux liquides dans les première 19 et deuxième 21 zones.
- [0161] Lorsque la structure optique est éclairée au moyen du rayonnement lumineux $E1g$ qui comporte une composante, parallèle au support, orientée du bord gauche 23 du dépôt vers le bord droit 25 opposé du dépôt 9, une partie 27 de la zone de transition au contact du bord droit, délimitée par des traits longs interrompus sur la figure 3a, peut apparaître claire, et notamment présenter un aspect de brillance spéculaire. Une partie de la zone de transition 29 au contact du bord gauche, délimitée schématiquement en traits courts interrompus sur la figure 3a, peut apparaître sombre, et notamment mate.
- [0162] Lorsque la structure optique est éclairée au moyen du rayonnement lumineux $E2g$, orienté comme le rayonnement $E1g$ du bord gauche 23 vers le bord droit 25 du dépôt

9, et présentant une incidence, par rapport au support, différente du rayonnement lumineux E_{1g} , la partie 27 de la zone de transition apparaît claire comme illustré sur la figure 3b, l'aspect pouvant être différent de celui observé sur la figure 3a, et l'aspect de la partie 29 de la zone de transition a changé par rapport à celui observé au moyen de l'éclairage E_{1g} . Notamment la partie 29 apparaît plus claire que lorsqu'éclairée selon la direction E_{1g} . En particulier, elle peut présenter un aspect de brillance spéculaire.

[0163] Par ailleurs, les première 19 et deuxième 21 zones peuvent présenter des effets goniochromatiques, qui peuvent être sensiblement identiques, lorsqu'éclairées au moyen des rayonnements lumineux E_{1g} et E_{2g} .

[0164] Lorsque la structure optique est éclairée au moyen des rayonnements lumineux E_{1d} et E_{2d} orientés dans des sens opposés aux rayonnements E_{1g} et E_{2g} , c'est-à-dire du bord droit 25 vers le bord gauche 23 du dépôt, les effets observés sont inversés, comme illustré schématiquement sur les figures 3c et 3d. La partie 27 de la zone de transition apparaît sombre et la partie 29 apparaît claire lorsqu'éclairées selon la direction E_{1d} , et la partie 27 apparaît plus claire lorsqu'éclairée selon la direction E_{2d} .

[0165] La structure optique peut comporter un fond sombre 31, comme illustré sur la [fig.4]. Le fond sombre peut se présenter sous la forme d'une couche opaque 33, recouvrant la face 35 du support opposée à la face 15 au contact de laquelle le dépôt et la couche de cristaux liquides sont disposés. La couche opaque est par exemple une impression d'une encre noire ou une métallisation. Elle est superposée au moins en partie avec le dépôt et la couche de cristaux liquides. Ainsi, lorsqu'observé du côté du support où sont disposés les cristaux liquides comme indiqué par la flèche D2, la visibilité des cristaux liquides est améliorée et l'effet de relief est amplifié.

[0166] En variante, comme illustré sur la [fig.5], le fond sombre 31 est disposé du côté opposé du support qui est translucide, ou de préférence transparent. Il est au contact de la couche de cristaux liquides 13. Le fond sombre 31 et le support 7 prennent en sandwich la couche de cristaux liquides et le dépôt. Ainsi, l'effet de relief est amplifié lorsque la structure optique est observée du côté du support opposé au côté revêtu par le dépôt, comme indiqué par la flèche D3.

[0167] L'exemple illustré sur la [fig.6] diffère de celui illustré sur la [fig.4] en ce que la structure optique comporte un autre film 37 transparent, par exemple en PET, qui est fixé, par exemple contrecollé, sur le fond sombre semi-opaque. La structure optique comporte en outre une couche métallisée 39 pourvue d'au moins un évidement 41, produit par exemple par démétallisation sélective et débouchant sur l'autre film 37. Ainsi, la structure optique procure un aspect visuel de relief lorsqu'observée du côté du support revêtu par la couche de cristaux liquides et le dépôt. Il procure un autre effet visuel, lorsqu'observé de l'autre côté du support, la couche métallisée présentant un aspect de brillance selon au moins une direction, et le fond sombre étant discernable à

travers le ou les évidements.

- [0168] On a représenté sur la [fig.7] un document sécurisé 45, sous la forme d'un billet de banque, comportant un substrat 47 fibreux par exemple en papier, et un élément de sécurité 49 sous la forme d'un fil de sécurité s'étendant en fenêtre(s) entre deux bords 53, 55 du substrat 47. Le fil de sécurité comporte une partie insérée dans la masse du substrat, représentée en traits interrompus, et une autre partie disposée dans une fenêtré 57 apparaissant en surface du substrat 47 fibreux. Le fil de sécurité contient la structure optique, le dépôt 9 étant disposé dans la fenêtré 57. Le motif 11 peut se retrouver ailleurs sur le document, par exemple sous une forme identique 58.
- [0169] On a représenté sur la [fig.8] un autre exemple de document sécurisé 45, sous la forme d'un billet de banque, comportant un substrat 47 fibreux par exemple en papier, et un élément de sécurité 49 sous la forme d'un film de sécurité s'étendant entre deux bords 53, 55 du substrat 47 et recouvrant au moins partiellement une ouverture 60 traversant le substrat 47 dans son épaisseur. Le film de sécurité contient la structure optique, le dépôt 9 étant au moins partiellement, par exemple totalement, superposé à l'ouverture 60. Le motif 11 peut se retrouver ailleurs sur le document, par exemple sous une forme identique 58.
- [0170] La structure optique peut comprendre un fond, comme illustré sur les figures 4 et 5. En variante, comme représenté sur la [fig.8], la structure optique peut être telle que selon l'exemple illustré sur la [fig.1] et le document sécurisé peut être disposé face à un fond sombre 31 autonome pour amplifier l'effet visuel de relief.

Exemples

- [0171] Un film de polyester PET de référence Sarafil S56C commercialisé par la société Polyplex, a été choisi. Il présente un état de surface adapté à l'alignement des cristaux liquides. Le film Sarafil S56C est un film bi-étiré revêtu d'un primaire d'adhésion à base co-polyester.
- [0172] Plusieurs structures optiques ont été réalisées en formant des dépôts d'une encre jaune ou d'une encre cyan par impression jet d'encre sur une face du film.
- [0173] L'encre jaune est de référence C8766[Y] et est imprimée au moyen d'une imprimante jet d'encre de référence HP6540. L'encre cyan est de référence C8766[C] et est imprimée au moyen d'une imprimante jet d'encre de référence HP6540.
- [0174] Des impressions sont réalisées avec différents taux d'encrage et pour chaque dépôt, la masse sèche du dépôt d'encre est mesurée par pesée. Le tableau 1 récapitule les résultats de ces mesures, ainsi que celles des mesures de la couleur du film seul et de chaque dépôt, conformément à la norme ISO 5631-1. Il mentionne en outre l'écart de saturation ΔC et l'écart de clarté ΔL entre le film support et le dépôt. Les valeurs C^* et L^* correspondent aux valeurs des mesures de saturation et de clarté des dépôts et du film non revêtu.

[0175] [Tableaux1]

| | Taux d'encrage | Masse sèche déposée (g/m ²) | L* | C* | h | ΔL | ΔC |
|-------|----------------|---|------|------|-------|------------|------------|
| Film | 0% | 0 | 89,5 | 4,8 | 113,8 | / | / |
| Jaune | 20% | 0,10 | 89,3 | 13,3 | 105,7 | -0,2 | 8,5 |
| | 60% | 0,40 | 87,3 | 48,2 | 99,1 | -2,2 | 43,4 |
| | 100% | 0,80 | 85,4 | 71,2 | 94,5 | -4,1 | 66,4 |
| Cyan | 20% | 0,05 | 84,6 | 10,6 | 195,5 | -4,9 | 5,8 |
| | 60% | 0,25 | 75,0 | 30,0 | 211,2 | -14,5 | 25,2 |
| | 100% | 0,80 | 63,2 | 50,4 | 218,0 | -26,3 | 45,6 |

- [0176] Les différents exemplaires revêtus ont été ensuite séchés pendant 5 minutes à une température de 60 °C.
- [0177] Par ailleurs, les exemplaires de film revêtu des différents dépôts sont imprimés avec une encre à cristaux liquides à effet goniochromatique jaune/vert 576 nm commercialisée par la société BASF sous la référence Lumogen S ink 6525T.
- [0178] Le dépôt de l'encre de cristaux liquides s'effectue sur une épaisseur comprise entre 2 et 3 microns, à la barre de couchage. Les cristaux liquides ont ensuite été alignés lors du séchage de l'encre sous air chaud soufflé.
- [0179] Les effets visuels de relief les plus accentués ont été observés pour les dépôts présentant un taux d'encrage d'au moins 60 %.
- [0180] Les figures 9 à 16 sont des photographies illustrant les effets de relief procurés par différentes structure optiques comportant des dépôts d'encre jaune avec un taux d'encrage de 60 %.
- [0181] La [fig.9] est une photographie d'une zone d'un film Sarafil S56C revêtu d'un dépôt d'encre jaune formant un motif en rosace sur le film Sarafil S56C et la [fig.10] est une photographie de la même zone revêtue par la couche de cristaux liquides. La zone présente une hauteur de 10 mm et une largeur de 13 mm. Comme cela est observé, les contours 59 du motif apparaissent en relief. Des zones de transition sont définies autour de chaque portion du motif. Des parties 171 des zones de transition 17 apparaissent sombres et mates tandis que d'autres 172 apparaissent claires et brillantes, suggérant visuellement une impression de profondeur.
- [0182] La [fig.12] est une photographie acquise en microscopie optique en lumière non-polarisée d'une partie de la structure optique, dans laquelle une zone de transition 17 d'une largeur d'environ 300 μm s'étend entre une première zone 19 dans laquelle l'encre est au contact du support et une deuxième zone 21 dans laquelle les cristaux

liquides sont au contact du support. L'analyse en microscopie optique en lumière non-polarisée renseigne sur l'alignement des cristaux liquides. Ainsi, la densité des domaines renseigne sur l'alignement du ou des cristaux liquides imagés. Comme cela est observé sur la [fig.12], des domaines 18a-c sont observés, au sein desquels l'alignement des cristaux liquides varie peu. La taille des domaines est différente entre la zone de transition et les première et deuxième zones. Autrement dit, le nombre de domaines par unité de surface est différent entre la zone de transition et les première et deuxième zones. Il apparaît notamment que les domaines sont de plus grandes dimensions dans la zone 17, ce qui indique que la qualité d'alignement des cristaux y est meilleure que dans les première et deuxième zones.

- [0183] Le dépôt photographié sur la [fig.13] est discontinu et définit un motif ayant la forme d'un animal. Un effet visuel de relief est observé, comme observé sur la [fig.14], qui en superposant la photographie de la structure optique à celle du support revêtu du seul dépôt, permet de visualiser précisément la position des zones de transition, notamment par rapport au contour des motifs.
- [0184] La [fig.15a] est une photographie d'un autre exemple de structure optique, vue d'un côté recto du support et la [fig.15b] est une photographie de la structure optique vue du côté verso, opposé du support. Les zones de transition apparaissant en relief du côté verso apparaissent en creux du côté recto et vice-versa.
- [0185] Un effet dynamique apparaît, illustré au moyen des photographies présentées sur les figures 16a-c.
- [0186] Un exemple d'une structure optique éclairée selon une première direction est photographié sur la [fig.16a]. La composante de la direction d'éclairage dans le plan du support est orientée de bas en haut de la page de la figure 16. Des portions 171 des zones de transition s'étendant autour des bords des motifs imprimés orientés vers le bas apparaissent sombres et des portions 172 autour des bords des mêmes motifs orientés vers le haut apparaissent brillants. Par ailleurs les première 19 et deuxième 21 zones présentent des couleurs différentes, notamment légèrement différentes.
- [0187] Lorsqu'elle est éclairée selon une deuxième direction différente de la première direction, l'aspect visuel de la structure optique change. Les portions des zones de transition qui apparaissent sombres, respectivement brillantes sur la [fig.16a] apparaissent brillantes, respectivement plus brillantes sur la [fig.16b]. Par ailleurs, un effet de changement de couleur est observé dans les première et deuxième zones. Elles présentent deux teintes de couleur variant graduellement du jaune vert selon l'angle d'observation et/ou d'illumination.
- [0188] L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits.
- [0189] En particulier, l'invention convient également à la réalisation de revêtements ou d'objets décoratifs.

- [0190] Lorsque l'invention est appliquée à la réalisation de documents de sécurité, la structure optique selon l'invention peut être présente sur d'autres éléments de sécurité qu'un fil de sécurité.
- [0191] Il est tout particulièrement intéressant que le motif de la structure optique se retrouve ailleurs sur le document, sous une forme identique ou à une échelle différente, ou sous toute autre forme reconnaissable, l'observateur pouvant reconnaître le lien existant entre le motif de la structure et celui apparaissant ailleurs.

Revendications

- [Revendication 1] Structure optique (5) à effet de relief, comportant :
- un support (7) adapté à l'alignement de cristaux liquides,
 - un dépôt (9) au contact du support d'une substance sous la forme d'au moins un motif (11) recouvrant partiellement le support, la substance étant une encre et
 - une couche de cristaux liquides (13) recouvrant au moins partiellement le support et ledit motif et au contact du support.
- [Revendication 2] Structure selon la revendication 1, l'encre étant colorée, de préférence de couleur claire, notamment de couleur présentant un écart de saturation avec le support ΔC supérieur à 10, de préférence supérieur à 15, dans l'espace colorimétrique LCH défini selon la norme ISO 5631-1.
- [Revendication 3] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, le motif étant déposé sous forme d'un aplat.
- [Revendication 4] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, la masse sèche de substance étant inférieure ou égale à 1 g/m², mieux comprise entre 0,1 g/m² et 0,5 g/m².
- [Revendication 5] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, les cristaux liquides ayant une qualité d'alignement, dans une zone recouvrant directement le support, moindre que dans une zone de transition délimitée par le contour du motif et s'étendant au moins partiellement autour du motif.
- [Revendication 6] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, le support étant transparent ou translucide.
- [Revendication 7] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, le support comportant un film réalisé en une matière plastique et étiré axialement, de préférence bi-étiré, le film étant de préférence réalisé en PET.
- [Revendication 8] Structure selon la revendication précédente, le support comportant une couche d'un primaire d'adhésion qui recouvre au moins une face du film et est au contact du film et de la couche de cristaux liquides.
- [Revendication 9] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, la couche de cristaux liquides étant au contact du dépôt.
- [Revendication 10] Élément de sécurité (49), notamment choisi parmi un fil de sécurité, un foil de sécurité, un film de sécurité ou un patch de sécurité, comportant au moins une structure optique selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'élément de sécurité comportant optionnellement

au moins une structure de sécurité additionnelle, notamment choisie parmi les structures de sécurité de premier, deuxième ou troisième niveau.

- [Revendication 11] Document sécurisé (45) comportant une structure optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 et/ou un élément de sécurité selon la revendication précédente.
- [Revendication 12] Document selon la revendication 11, la structure optique étant visible au recto et au verso du document.
- [Revendication 13] Document selon la revendication 11 ou 12 comportant un substrat (47) fibreux et l'élément de sécurité étant disposé en fenêtre dans le substrat fibreux.
- [Revendication 14] Procédé de fabrication d'une structure optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel on dépose la substance sur le support pour former au moins un motif recouvrant partiellement le support, et l'on dépose sur le support et le motif ainsi formé au moins une couche de cristaux liquides.
- [Revendication 15] Procédé selon la revendication précédente, le dépôt de la substance s'effectuant par impression sur le support, notamment par impression jet d'encre, héliogravure, sérigraphie, typographie ou flexographie et/ou la couche de cristaux liquides étant déposée sur le support et sur le motif par flexographie, sérigraphie, héliogravure ou typographie.
- [Revendication 16] Procédé d'authentification d'un élément de sécurité selon la revendication 10 ou d'un document sécurisé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel on observe la structure optique dans au moins une direction d'observation et l'on détermine à partir de cette observation si le motif apparaît en donnant l'impression d'une image en relief.
- [Revendication 17] Procédé selon la revendication 16, dans lequel on observe la structure optique dans au moins deux directions d'observations différentes d'un même côté du support, et l'on cherche à détecter un changement d'aspect du motif lorsque l'angle d'observation varie, notamment un changement d'aspect cohérent avec l'effet de relief observé.
- [Revendication 18] Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 et 17, dans lequel on procède à une observation au recto et à une observation au verso, et l'on cherche à détecter une inversion du relief entre les observations.

[Fig. 1]

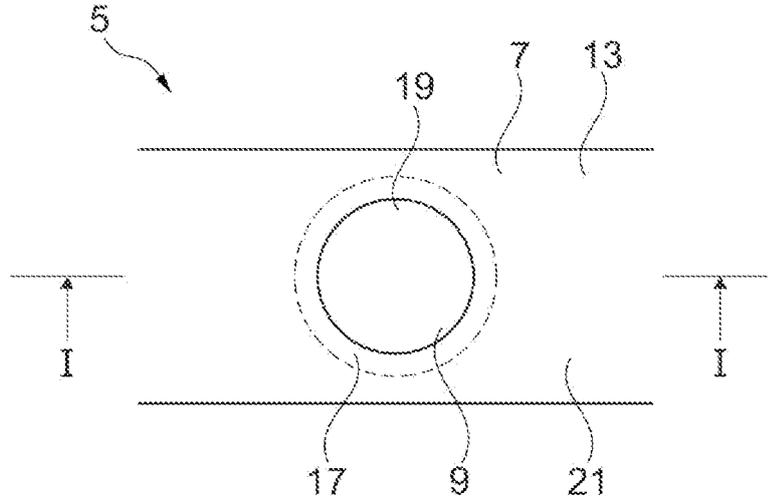


Fig. 1

[Fig. 2]

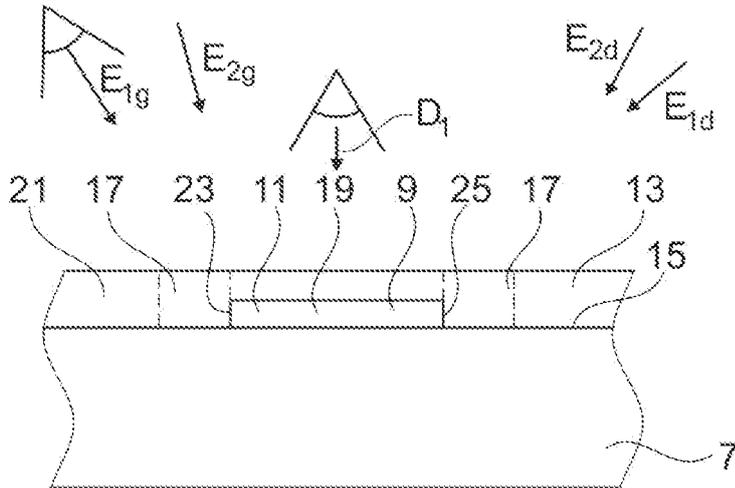


Fig. 2

[Fig. 3]

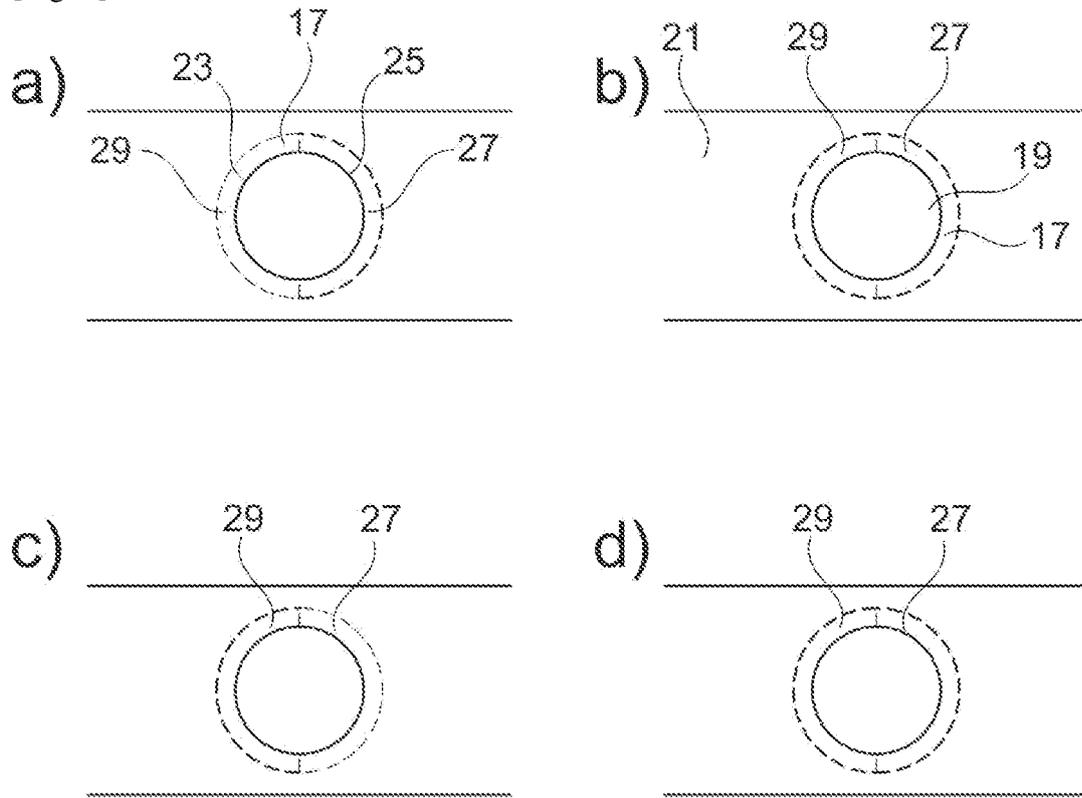


Fig. 3

[Fig. 4]

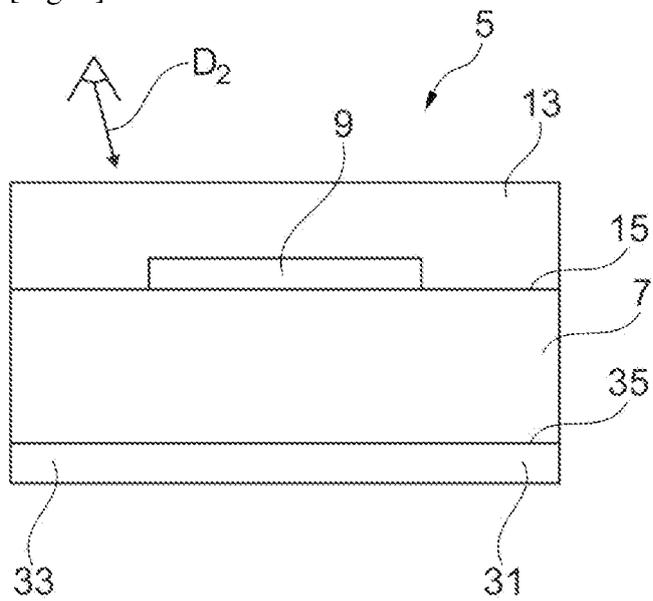


Fig. 4

[Fig. 5]

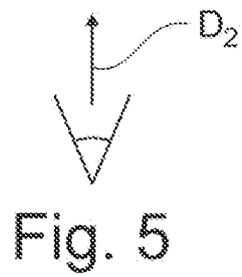
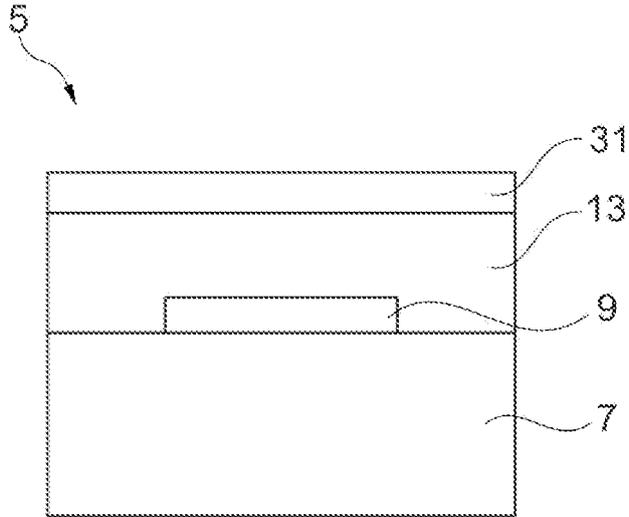


Fig. 5

[Fig. 6]

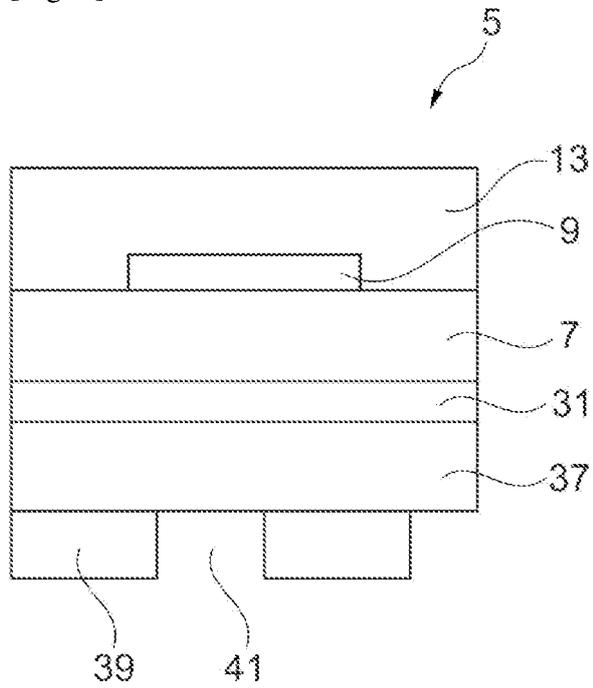


Fig. 6

[Fig. 7]

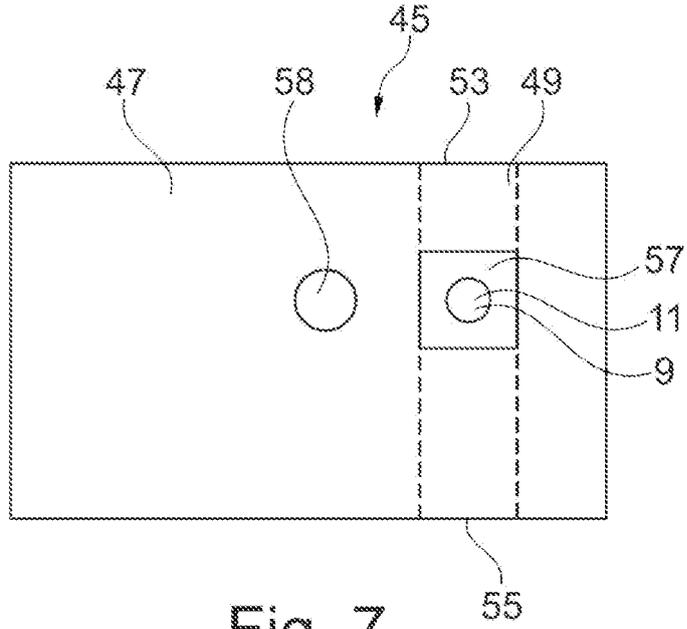


Fig. 7

[Fig. 8]

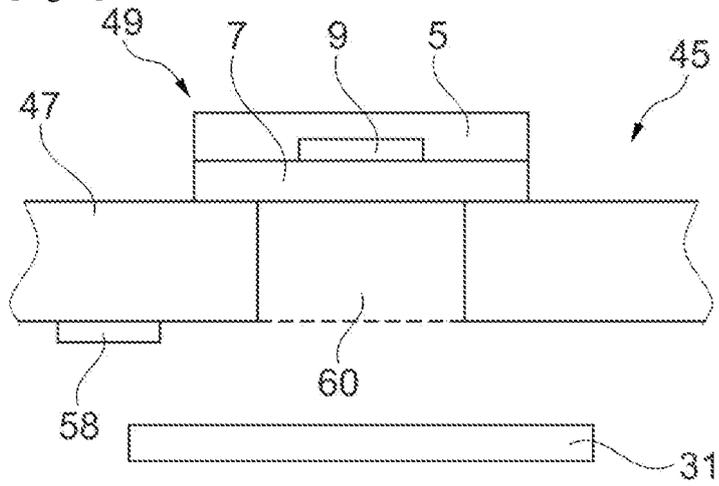


Fig. 8

[Fig. 9]

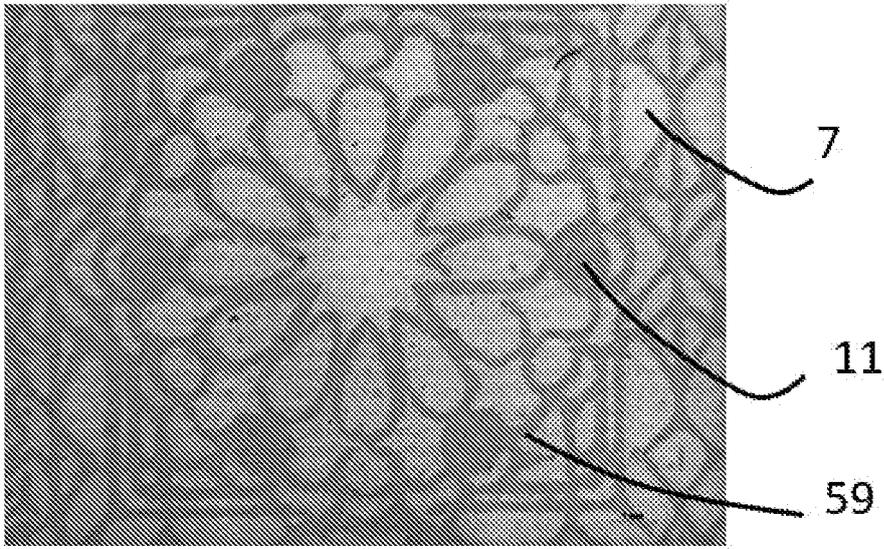


Fig. 9

[Fig. 10]

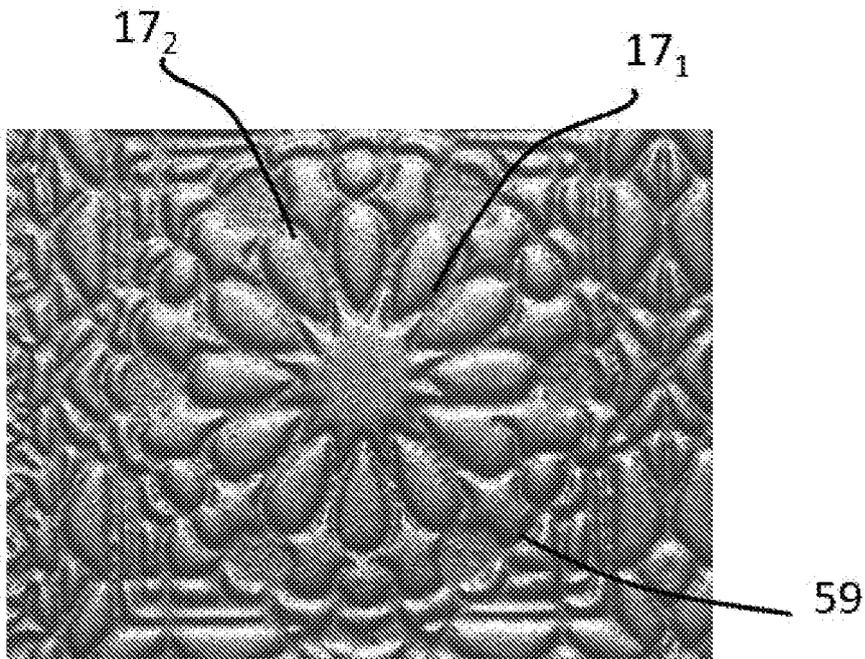


Fig. 10

[Fig. 11]

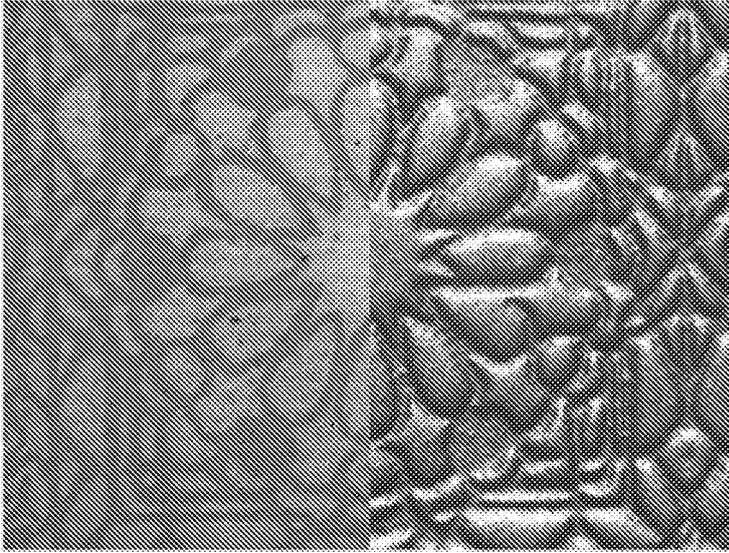


Fig. 11

[Fig. 12]

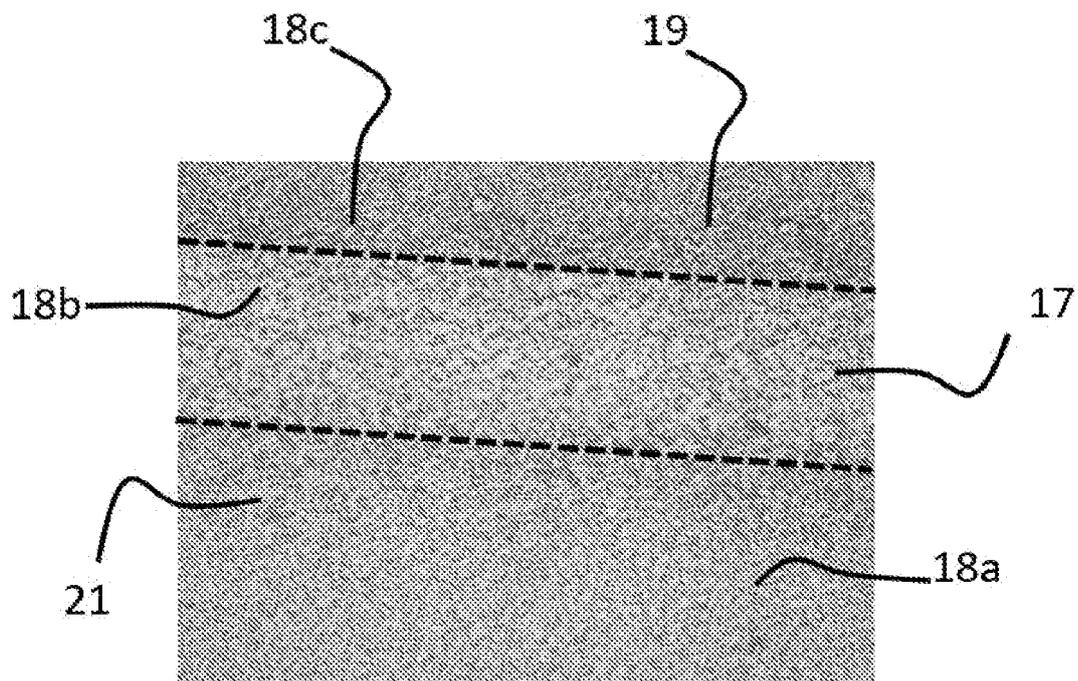


Fig. 12

[Fig. 13]

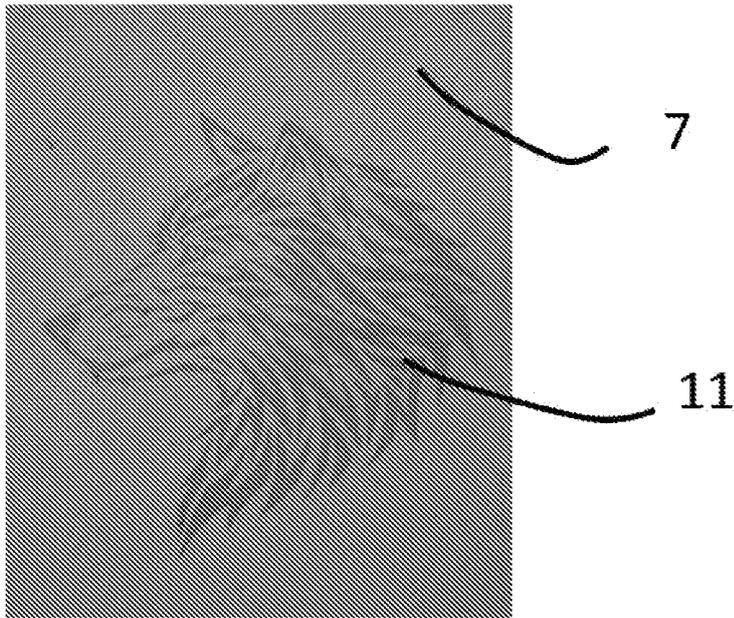


Fig. 13

[Fig. 14]

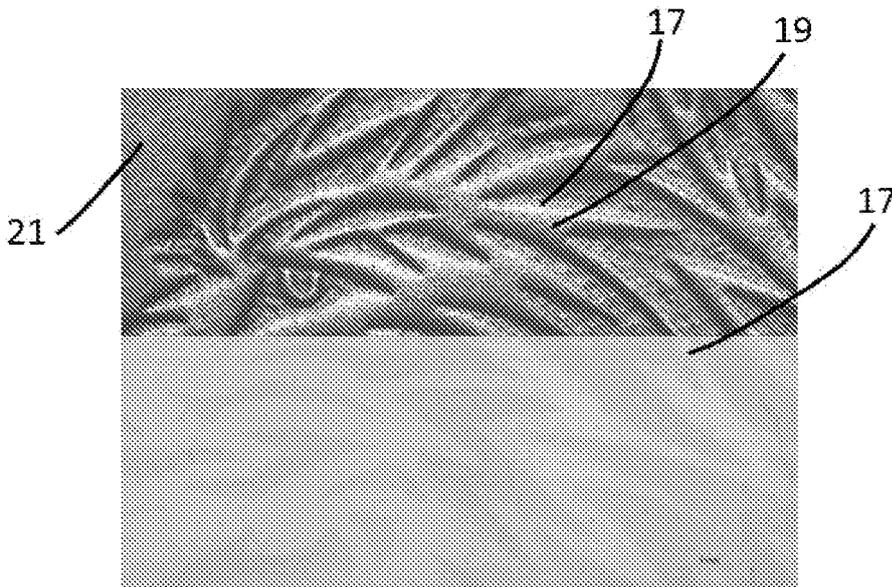


Fig. 14

[Fig. 15a]

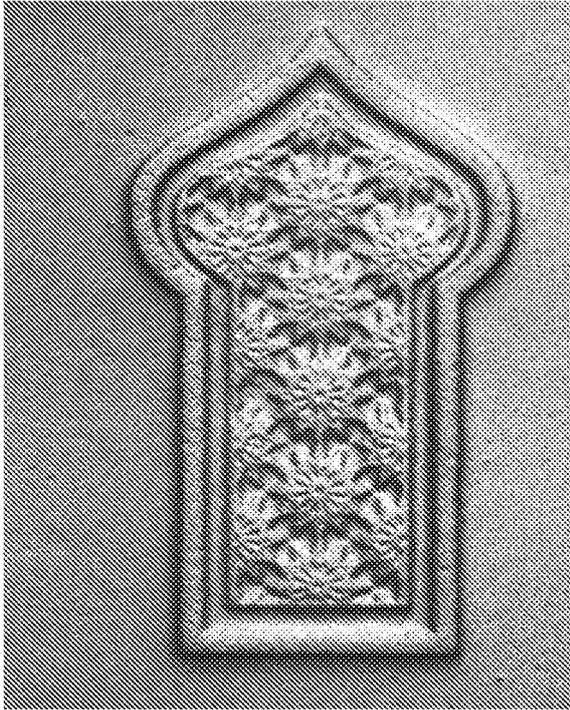


Fig. 15a

[Fig. 15b]

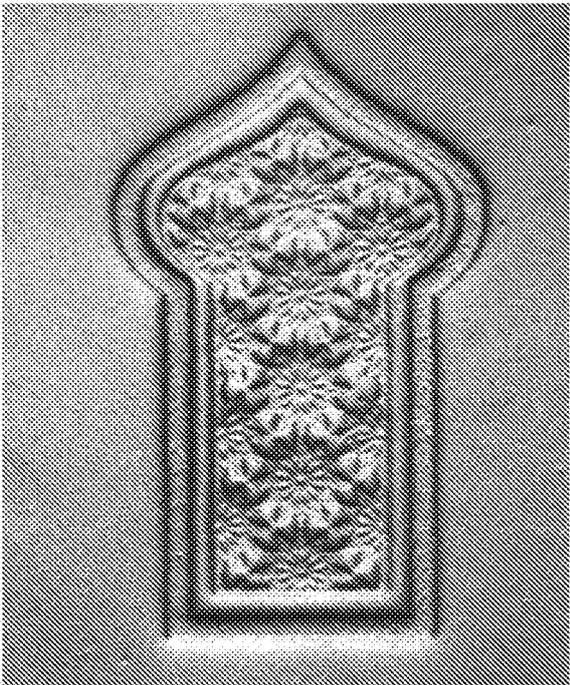
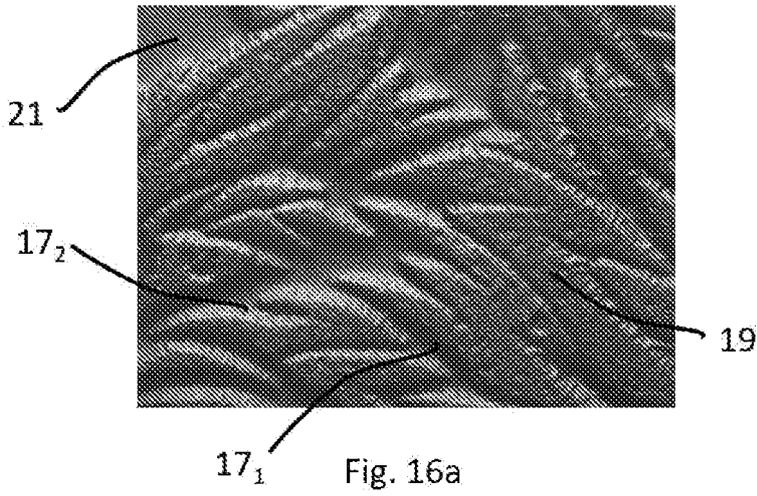
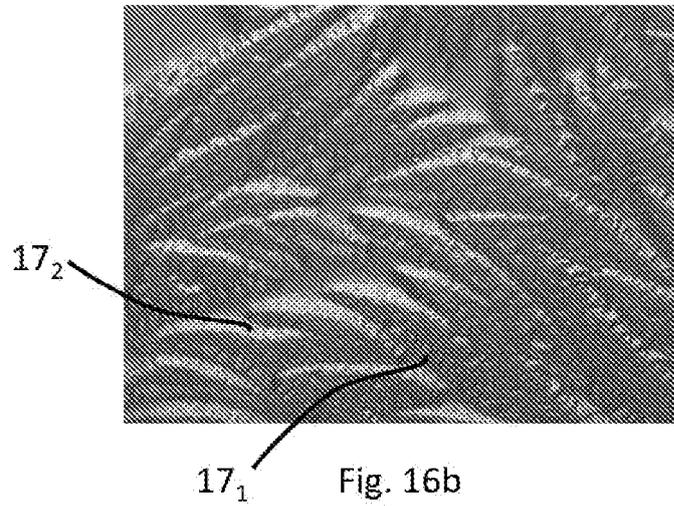


Fig. 15b

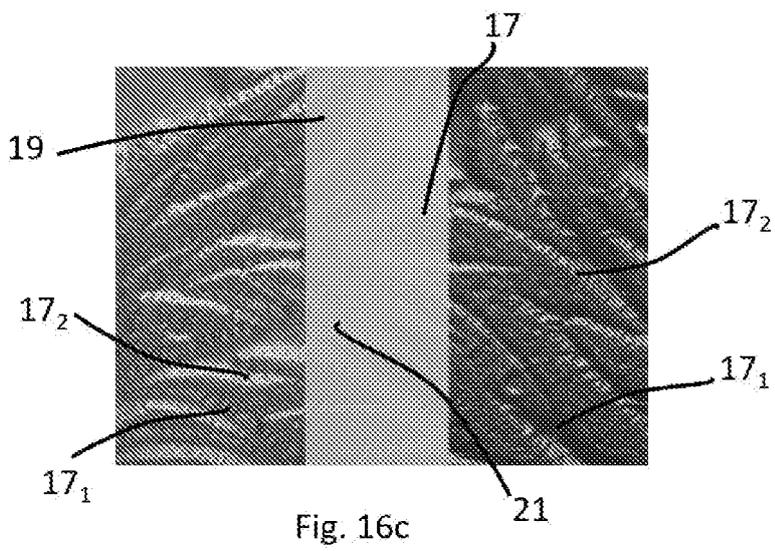
[Fig. 16a]



[Fig. 16b]



[Fig. 16c]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.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 (nouveau) 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'ETABLISSEMENT DU PRESENT 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 CITES DANS LE PRESENT 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.

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

WO 2008/067932 A2 (GIESECKE & DEVRIENT
GMBH [DE]; HOFFMUELLER WINFRIED [DE] ET
AL.) 12 juin 2008 (2008-06-12)

EP 3 321 092 A1 (UNIV MADRID POLITECNICA
[ES]; ALISE DEVICES S L [ES])
16 mai 2018 (2018-05-16)

WO 2005/005727 A1 (GIESECKE & DEVRIENT
GMBH [DE]; SCHUETZMANN JUERGEN [DE] ET
AL.) 20 janvier 2005 (2005-01-20)

US 2018/093519 A1 (DICKERSON PEARL N [US]
ET AL) 5 avril 2018 (2018-04-05)

**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