

(19)



(11)

EP 4 240 595 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

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

29.01.2025 Bulletin 2025/05

(21) Numéro de dépôt: **21811418.9**

(22) Date de dépôt: **04.11.2021**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

B42D 25/324 ^(2014.01) **B42D 25/328** ^(2014.01)
B42D 25/36 ^(2014.01) **B42D 25/378** ^(2014.01)
B42D 25/425 ^(2014.01) **B42D 25/455** ^(2014.01)
B42D 25/47 ^(2014.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

B42D 25/324; B42D 25/328; B42D 25/36;
B42D 25/378; B42D 25/425; B42D 25/455;
B42D 25/47

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2021/051949

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2022/096833 (12.05.2022 Gazette 2022/19)

(54) **PROCEDE DE FABRICATION D'UN DOCUMENT DE SECURITE**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SICHERHEITSDOKUMENTS

METHOD FOR PRODUCING A SECURITY DOCUMENT

(84) Etats contractants désignés:

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

(30) Priorité: **06.11.2020 FR 2011403**

(43) Date de publication de la demande:

13.09.2023 Bulletin 2023/37

(73) Titulaire: **Banque De France**

75001 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **CHIKHA, Khalil**
63400 CHAMALIERES (FR)
- **BARATS, Michel**
63800 CURNON D'AUVERGNE (FR)

(74) Mandataire: **Regimbeau**

20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

(56) Documents cités:

GB-A- 2 566 975

EP 4 240 595 B1

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

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un document de sécurité, tel qu'un billet de banque, et un document de sécurité obtenu par ce procédé.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Afin de les protéger les documents de sécurités, tels que les billets de banque, contre la falsification, ces documents de sécurité sont généralement munis de signes de sécurité qui rendent le document de sécurité difficile à reproduire. Il existe différents types de signes de sécurité.

[0003] Parmi les signes de sécurité, les structures diffractives changeant d'apparence selon l'inclinaison (en anglais « Diffractive Optically Variable Image Devices » ou « DOVID ») sont des signes de sécurité incluant des structures optiques diffractives qui confèrent au signe de sécurité une apparence qui change de manière réversible, prévisible et reproductible en fonction des conditions d'observations ou d'éclairage du signe de sécurité.

[0004] Par exemple, un observateur qui examine le signe de sécurité voit des mouvements ou des changements de couleur du signe de sécurité lorsqu'il tourne ou qu'il incline le document de sécurité. Cet effet optique ne peut pas être reproduit en photocopiant le document de sécurité. Ainsi, l'effet optique produit par le signe de sécurité permet à l'observateur de s'assurer de manière simple et rapide que le document de sécurité est authentique.

[0005] Les DOVID incluent notamment les hologrammes de sécurité, dont l'utilisation est la plus répandue.

[0006] Ces signes de sécurité sont généralement fabriqués sous la forme d'un élément séparé, tel qu'une bande, un film, un patch et/ou un fil. L'élément séparé est ensuite rapporté ou fixé sur le substrat du document de sécurité lors de la fabrication du document de sécurité, par exemple par un procédé de transfert thermique, tel que par estampage à chaud (en anglais « hot stamping »).

[0007] Le signe de sécurité sous la forme d'un élément séparé est généralement constitué d'une superposition de plusieurs couches. Les couches incluent typiquement une couche d'adhésif permettant de fixer l'élément sur le substrat, une couche métallique destinée à réfléchir la lumière, une couche transparente embossée présentant des nanostructures ou des microstructures diffractives, une couche de protection, une couche de séparation et une couche de support.

[0008] Une fois l'élément séparé fixé sur le substrat du document de sécurité, la couche de support peut être retirée, grâce à la présence de la couche de séparation.

[0009] Lorsque la face du substrat sur laquelle est fixé le signe de sécurité est éclairée, le rayonnement lumineux se propage successivement dans la couche de

protection, puis dans la couche transparente embossée, puis il est réfléchi par la couche métallique sous-jacente. Le rayonnement lumineux réfléchi se propage en sens inverse dans la couche transparente embossée puis dans la couche de protection vers l'oeil de l'observateur.

[0010] Les nanostructures ou microstructures de la couche embossée ont pour effet de diffracter le rayonnement lumineux, permettant de créer un effet optique qui varie en fonction de l'angle d'observation et/ou de l'angle d'illumination.

[0011] Un inconvénient de ces signes de sécurité est qu'ils présentent généralement une force d'adhésion au substrat limitée. Par exemple, des tests physico-chimiques ont pu montrer que la bande, le film, le patch ou le fil incorporant le signe de sécurité pouvait être décollé, après avoir été mis en contact avec de l'eau chaude. La bande, le film, le patch ou le fil peut ensuite être recollé sur un autre substrat.

[0012] De plus, les signes de sécurité sous forme d'éléments séparés doivent pouvoir être déposés au moyen d'une machine automatique permettant une dépose en continu sur une bande de substrat en défilement. En particulier, les signes de sécurité tels que les DOVIDs sont généralement déposés parallèlement au sens de défilement de la bande de substrat. De ce fait, ces signes de sécurité présentent nécessairement des formes géométriques et des dispositions spatiales sur le substrat qui sont limitées.

[0013] En outre, même s'il est possible de déposer plusieurs signes de sécurité sous forme d'éléments séparés en plusieurs endroits sur un même substrat, cela requiert de faire passer le substrat successivement dans plusieurs machines automatiques, chaque machine étant dédiée à la dépose d'un seul signe de sécurité. Ainsi, en pratique, le nombre de signes de sécurité sous forme d'éléments séparés est limité, et ils sont déposés dans des zones localisées prédéfinies du substrat.

[0014] Par ailleurs, on connaît des billets de banque à haute durabilité comprenant un substrat, un premier film de protection recouvrant une première face du substrat et un deuxième film de protection recouvrant une deuxième face du substrat.

[0015] Le document FR 2 991 627 décrit par exemple un procédé de fabrication d'un document de sécurité comprenant un substrat en papier, un premier film de protection en matériau polymère s'étendant sur une première face du substrat, et un deuxième film de protection en matériau polymère s'étendant sur une deuxième face du substrat. Le procédé peut comprendre une étape d'impression du substrat avec des motifs graphiques puis une étape de pelliculage consistant à appliquer les films de protection sur les faces du substrat.

[0016] Les films de protection permettent à la fois de renforcer la résistance mécanique du billet de banque et de protéger les faces du substrat qui sont imprimées de l'abrasion et des salissures. Ces films de protection permettent ainsi d'augmenter la durée de vie du billet de banque, en particulier dans des conditions de circulation

difficiles (humidité élevée, température élevée, abrasion, salissures).

[0017] Il serait possible d'intégrer un signe de sécurité, tel qu'un DOVID, dans ce type de billet de banque, par exemple en le fixant sur l'un des films de protection grâce à la couche d'adhésif.

[0018] Cependant, dans ce cas, la fixation du signe de sécurité sur le film de protection par transfert thermique peut déformer le film de protection. De plus, il existe un risque que le signe de sécurité puisse être facilement décollé du film de protection.

[0019] Pour les raisons exposées précédemment, il serait plutôt souhaitable de fixer l'élément séparé (bande, film, patch ou fil) directement sur le substrat, avant l'application du film de protection. De cette manière, le signe de sécurité serait disposé entre le substrat et le film de protection, afin d'empêcher que le signe de sécurité ne puisse être facilement décollé. De plus, de cette manière, le signe de sécurité serait également protégé de l'abrasion et des salissures par le film de protection, ainsi que du pliage, de la déchirure et des sollicitations mécaniques lors de la circulation du document de sécurité.

[0020] Toutefois, même dans ce cas, il serait toujours possible d'enlever le film de protection et ensuite de décoller le signe de sécurité.

[0021] GB 2 566 975 A décrit le préambule de la revendication 1.

RESUME DE L'INVENTION

[0022] Un but de l'invention est de proposer un procédé permettant de fabriquer un document de sécurité muni d'un signe de sécurité incluant des structures optiques diffractives, qui ne puisse pas être facilement décollé et qui soit résistant à l'abrasion et aux salissures, ainsi qu'au pliage, à la déchirure et aux sollicitations mécaniques lors de la circulation du document de sécurité.

[0023] Ce but est atteint dans le cadre de la présente invention grâce à un procédé de fabrication d'un document de sécurité, comprenant des étapes de :

- a - former des microstructures dans un substrat par pressage d'une matrice présentant des microreliefs contre une surface du substrat, les microstructures présentant en alternance des saillies et des creux,
- b - revêtir les microstructures d'une couche à saut d'indice afin que les microstructures revêtues puissent renvoyer un rayonnement lumineux incident, la couche à saut d'indice présentant une épaisseur inférieure à une profondeur des microreliefs, et
- c - recouvrir la surface du substrat, y compris les microstructures revêtues de la couche à saut d'indice, par un film de protection en matériau polymère, le film de protection comprenant une couche en matériau polymère et une couche d'adhésif, de sorte que la couche d'adhésif remplit au moins partiellement les creux et épouse les saillies des microstructures revêtues de la couche à saut d'indice,

ment les creux et épouse les saillies des microstructures revêtues de la couche à saut d'indice,

dans lequel la couche à saut d'indice présente un indice de réfraction différent d'un indice de réfraction du matériau polymère du film de protection.

[0024] Dans le procédé proposé, le pressage réalisé à l'étape a permet à la fois de former les microstructures et de réduire la rugosité du substrat, ce qui permet d'obtenir lors de l'étape b une couche à saut d'indice de bonne qualité (c'est-à-dire une couche à saut d'indice lisse, fine et uniforme).

[0025] De cette manière, les microstructures sont formées directement dans le substrat.

[0026] En conséquence, le signe de sécurité ne peut pas être séparé du substrat.

[0027] De plus, les microstructures et la couche à saut d'indice sont protégées par le film de protection en matériau polymère, de manière à préserver le signe de sécurité de l'abrasion et des salissures. Le signe de sécurité est également protégé des sollicitations mécaniques, lui conférant une meilleure durabilité en circulation, et plus particulièrement dans des environnements sévères.

[0028] De plus, si le film de protection en matériau polymère est décollé, le signe de sécurité est altéré, voire détruit.

[0029] Enfin, comme l'étape b est réalisée après l'étape a, le pressage ne risque pas d'endommager la couche à saut d'indice, et la couche à saut d'indice ne risque pas de salir la matrice servant à former les microstructures.

[0030] Le procédé proposé peut en outre présenter les particularités suivantes :

- lors de l'étape a, le substrat est soumis à une pression comprise entre 10 et 100 MPa, de préférence entre 20 et 50 MPa,
- le pressage de l'étape a est réalisé par embossage, gaufrage ou estampage,
- le pressage de l'étape a est réalisé par embossage à une température comprise entre 23 et 100 degrés Celsius, de préférence égale à environ 90 degrés Celsius,
- les microstructures présentent un profil symétrique ou un profil asymétrique par rapport à une direction normale à la surface du substrat,
- les microstructures présentent une profondeur comprise entre 1 micromètre et 100 micromètres, de préférence entre 5 et 50 micromètres, par exemple entre 10 et 35 micromètres,
- les microstructures présentent une période spatiale constante ou une période spatiale variable qui varie le long de la surface du substrat,
- les microstructures présentent une période spatiale comprise entre 1 et 500 micromètres, de préférence entre 20 et 150 micromètres,
- les microstructures sont propre à renvoyer le rayon-

- nement lumineux incident selon un ou plusieurs angles privilégiés de diffraction de sorte que lorsque le document de sécurité est observé par un observateur selon l'un de ces angles privilégiés de diffraction, l'observateur perçoit un premier motif donné, et lorsque le document de sécurité est observé par l'observateur selon un autre de ces angles privilégiés de diffraction, l'observateur perçoit un deuxième motif, différent du premier motif,
- le substrat comprend une première face et une deuxième face, opposée à la première face, et dans lequel les microstructures sont formées dans une surface de la première face du substrat, le procédé comprenant une étape additionnelle d'imprimer un motif imprimé sur la deuxième face du substrat en registre avec les microstructures, ou sur la première face du substrat, entre le substrat et la couche à saut d'indice,
 - la couche à saut d'indice présente un indice de réfraction inférieur ou supérieur à un indice de réfraction d'une couche du substrat dans laquelle sont formées les microstructures,
 - la couche à saut d'indice présente un indice de réfraction compris entre 0,9 et 1,2 à une longueur d'onde de 532 nanomètres, ou un indice de réfraction compris entre 1,7 et 2,4 à une longueur d'onde de 532 nanomètres,
 - la couche à saut d'indice présente un indice de brillance supérieur à 70 unités de brillances, mesuré à 60 degrés selon la norme NF EN ISO 2813,
 - lors de l'étape b, la couche à saut d'indice est déposée sur le substrat par impression par flexographie, par impression par sérigraphie, par impression Offset ou par impression numérique, par exemple par impression jet d'encre,
 - la surface du substrat présente une première zone dans laquelle sont présentes les microstructures et une deuxième zone dépourvue de microstructures, la couche à saut d'indice étant déposée en registre avec la première zone, ou recouvre à la fois la première zone et une partie de la deuxième zone, ou recouvre partiellement la première zone,
 - la couche à saut d'indice est continue ou discontinue dans la première zone,
 - la couche à saut d'indice comprend des particules réfléchissantes, et dans lequel les particules sont des particules métalliques, tels que des particules d'argent ou d'aluminium, ou des particules constituées d'un matériau à haut indice de réfraction,
 - la couche à saut d'indice comprend des pigments colorés,
 - le procédé comprend une étape supplémentaire de déposer une couche additionnelle comprenant des pigments colorés entre la couche à saut d'indice et le film de protection en matériau polymère,
 - la couche à saut d'indice est déposée sur le substrat en une quantité comprise entre 0,2 et 8 grammes par mètre carré, de préférence entre 1,5 et 3 grammes

- par mètre carré,
- lors de l'étape c, le film de protection en matériau polymère recouvre la totalité d'une première face du substrat,
- lors de l'étape c, un autre film de protection en matériau polymère est appliqué sur le substrat de sorte que l'autre film de protection recouvre la totalité d'une deuxième face du substrat, opposée à la première face,
- après l'étape c, le substrat recouvert du ou des film(s) de protection en matériau polymère présente un grammage compris entre 50 et 130 grammes par mètre carré,
- le substrat comprend une couche de papier et, lors de l'étape a, les microstructures sont formées dans la couche de papier par déformation de la couche de papier,
- la couche de papier comprend des fibres végétales, telles que des fibres de cellulose ou des fibres de plantes annuelles, telles que des fibres de coton, auxquelles peuvent être ajoutées des fibres en matière synthétique, telles que des fibres en polyamide ou en polyester,
- lors l'étape a, le pressage de la matrice contre la surface du substrat crée des différences de densité des fibres à l'intérieur de la couche de papier, les différences de densités formant, éventuellement en combinaison avec la couche à saut d'indice, un pseudo-filigrane,
- la couche de papier présente un grammage compris entre 50 et 90 grammes par mètre carré,
- le procédé comprend une étape préalable, avant l'étape a, d'imprégner la couche de papier avec une dispersion aqueuse comprenant un polymère ou un prépolymère, tel qu'un polymère acrylique ou acrylate ou un polyuréthane ou un alcool polyvinylique (PVOH) ou un polychlorure de vinylidène (PVDC),
- la couche de papier est imprégnée en surface ou en masse d'une quantité de dispersion aqueuse comprise entre 4 et 15 grammes par mètre carré en poids de matière sèche.

[0031] L'invention concerne également un document de sécurité obtenu par un procédé tel que défini précédemment.

[0032] Le document de sécurité peut être un billet de banque.

50 PRESENTATION DES DESSINS

[0033] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative et doit être lue en regard des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 représente de manière schématique un billet de banque conforme à un premier mode de

- réalisation de l'invention,
- la figure 2 représente de manière schématique un billet de banque conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe, représentant de manière schématique un premier exemple de microstructures faisant partie du signe de sécurité,
- la figure 4 est une vue en coupe, représentant de manière schématique un deuxième exemple microstructures faisant partie du signe de sécurité,
- la figure 5 représente de manière schématique un premier signe de sécurité conforme à un premier mode de réalisation de l'invention,
- les figures 5A et 5B illustrent de manière schématique deux exemples de microstructures pouvant faire partie du premier signe de sécurité de la figure 4,
- la figure 6 représente de manière schématique un deuxième signe de sécurité conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 représente de manière schématique un troisième signe de sécurité conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention,
- les figures 7A à 7D représentent de manière schématique des microstructures du troisième signe de sécurité de la figure 7,
- les figures 8A et 8B représentent de manière schématique un quatrième signe de sécurité conforme à un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- les figures 9A et 9B représentent de manière schématique un sixième signe de sécurité conforme à un sixième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 10 représente de manière schématique un cinquième signe de sécurité conforme à un septième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 représente de manière schématique un cinquième signe de sécurité conforme à un huitième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 12 représente de manière schématique des étapes d'un procédé de fabrication d'un billet de banque conforme à un mode de mise en oeuvre de l'invention,
- la figure 13 représente le substrat dans lequel ont été formées les microstructures,
- les figures 14 à 16 représentent le substrat après l'étape de dépôt d'une couche à saut d'indice,
- les figures 17 et 18 représentent le substrat après l'étape d'application d'un film de protection.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0034] Sur la figure 1, le billet de banque 1 représenté comprend un substrat 2, un premier film de protection 3 et un deuxième film de protection 4.

[0035] Le substrat 2 peut consister en une ou plusieurs couches de matériaux. Les matériaux des différentes couches peuvent être identiques ou différents.

[0036] Le substrat 2 peut être un substrat « standard » (ou « mono-matériau ») ou un substrat composite (ou « multi-matériaux »).

[0037] Parmi les substrats standards, le « substrat papier » est un substrat mono-jet ou multi-jet, ne comprenant pour matière première principale que du papier. Le papier peut être adjuvée de différents composants connus de l'homme du métier pour en améliorer les propriétés physiques, optiques et/ou mécaniques. Ces composants sont ajoutés à l'étape de préparation de la pâte à papier ou par des techniques d'enduction une fois la feuille de papier formée.

[0038] Les substrats standard incluent également le « substrat polymère », qui est un substrat monocouche ou multicouche, ne comprenant pour matière première principale que du polymère. Le polymère peut être adjuvée de différents composants pour en améliorer les propriétés physiques, optiques et/ou mécaniques. Ces composants sont ajoutés en masse ou après formation de la feuille de polymère, comme un primer d'adhésion transparent, semi-transparent ou opaque.

[0039] À la différence des substrats standards, les « substrats composites » sont des substrats multicouches et multi-matériaux. Ces substrats comprennent de manière générale une ou plusieurs couches de papier et une ou plusieurs couches de polymère.

[0040] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, le substrat 2 comprend une couche unique de papier 11. La couche de papier 11 présente une première face 5 et une deuxième face 6, opposée à la première face 5.

[0041] La première face 5 est imprégnée en surface d'une première composition d'imprégnation 12. La deuxième face 6 est imprégnée en surface d'une deuxième composition d'imprégnation 13. La première composition d'imprégnation 12 et la deuxième composition d'imprégnation 13 comprennent un polymère, tel que par exemple un polymère acrylique ou acrylate ou un polyuréthane ou un alcool polyvinylique (PVOH) ou un polychlorure de vinylidène (PVDC), permettant d'améliorer la cohésion de surface de la couche de papier 11. Ces polymères peuvent être utilisés seuls ou en mélange, éventuellement additivés d'un agent réticulant. Ces compositions d'imprégnation 12 et 13 peuvent permettre de réduire la rugosité de surface et d'augmenter la brillance du substrat.

[0042] Alternativement, le substrat 2 peut être imprégné en masse d'une composition d'imprégnation : c'est-à-dire que la composition d'imprégnation pénètre dans la totalité du volume du substrat 2, et non seulement en surface.

[0043] La couche de papier 11 peut comprendre des fibres végétales, telles que des fibres de cellulose ou des fibres de plantes annuelles, telles que des fibres de coton, auxquelles peuvent être ajoutées des fibres en matière synthétique, telles que par exemple des fibres en polyamide, en polyester, en (PVA), en (PE) ou en (PP) ou encore des fibres multi-composant (formées par un assemblage de plusieurs de ces composants distincts).

[0044] La couche de papier 11 présente de préférence un grammage compris entre 50 et 90 grammes par mètre carré.

[0045] La couche de papier 11 peut être mono-jet ou multi-jet.

[0046] La couche de papier 11 peut en outre comprendre un ou plusieurs additif(s) destiné(s) à améliorer les propriétés physiques, optiques et/ou mécaniques du papier. Ces additifs peuvent être ajoutés en masse dans la pâte à papier avant la formation de la couche de papier, ou être appliqués sur les faces de la couche de papier, après la formation de la couche de papier.

[0047] En particulier, la couche de papier 11 peut comprendre un additif de résistance à l'état humide, des charges, un agent de collage en masse et/ou des pigments.

[0048] Alternativement, dans le cas d'un substrat 2 composite, le substrat 2 peut être obtenu par la superposition de plusieurs couches formées dans des matériaux différents. Le substrat 2 comprend par exemple une ou plusieurs couche(s) de polymère associée(s) à une ou plusieurs couche(s) de papier.

[0049] Le substrat 2 peut être imprimé avec une pluralité de motifs graphiques. Chaque motif graphique correspond à un billet de banque.

[0050] Les motifs graphiques peuvent inclure des caractéristiques d'identification, par exemple un motif imprimé, tel qu'un numéro de série associé à au billet de banque, des indications de la valeur faciale du billet de banque et/ou une indication d'une devise.

[0051] De plus, le billet de banque 1 peut comprendre des signes de sécurité fixés sur ou intégré dans le substrat 2 tels qu'un fil de sécurité, un filigrane, une encre fluorescente, une encre iridescente, une encre optiquement variable, etc.

[0052] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, le premier film de protection 3 recouvre la totalité de la première face 5 de la couche de papier 11. De même, le deuxième film de protection 4 recouvre la totalité de la deuxième face 6 de la couche de papier 11. Ainsi les films de protection 3 et 4 protègent les motifs graphiques et les signes de sécurité de l'abrasion et de la salissure. Les films de protection 3 et 4 renforcent également la résistance mécanique du billet de banque 1.

[0053] Chaque film de protection 3 et 4 comprend une couche en matériau polymère 14 et une couche d'adhésif 15 permettant de solidariser le film de protection avec le substrat 2.

[0054] La couche en matériau polymère 14 est par exemple en polypropylène. La couche en matériau polymère 14 présente une épaisseur comprise entre 1 et 100 μm , préférentiellement entre 5 et 50 μm , préférentiellement entre 5 et 30 μm .

[0055] La couche d'adhésif 15 peut comprendre un adhésif thermofusible, tel qu'un copolymère d'éthylène-acétate de vinyle, ou un adhésif réticulable, par exemple un adhésif contenant un agent réticulant par réaction avec l'air ambiant, tel qu'un polyuréthane réti-

culable, ou un adhésif photoréticulable, dont la réticulation est provoquée par l'exposition à rayonnement UV, ou un adhésif à base aqueuse ou un adhésif à base d'un solvant non-aqueux.

[0056] Le billet de banque 1 illustré sur la figure 1 comprend en outre un signe de sécurité optiquement variable 7. Le signe de sécurité 7 comprend des microstructures diffractives permettant au signe de sécurité 7 de changer d'apparence pour l'observateur en fonction de l'inclinaison ou de l'orientation du document de sécurité 1 par rapport à l'oeil de l'observateur et/ou par rapport à une source lumineuse.

[0057] Sur la figure 2, le substrat 2 est identique au substrat de la figure 1.

[0058] Dans l'exemple illustré sur la figure 2, le premier film de protection 3 recouvre une partie seulement de la première face 5 de la couche de papier 11.

[0059] De plus, le billet de banque ne comprend pas de deuxième film de protection 4 recouvrant la deuxième face 6 de la couche de papier 11.

[0060] Le film de protection 3 protège le signe de sécurité optiquement variable 7 de l'abrasion et de la salissure.

[0061] Comme dans l'exemple de la figure 1, sur la figure 2, le film de protection 3 comprend une couche en matériau polymère 14 et une couche d'adhésif 15 permettant de solidariser le film de protection avec le substrat 2.

[0062] Les figures 3 et 4 représentent de manière schématique deux exemples de microstructures 21 faisant partie du signe de sécurité 7. Les microstructures 21 sont des motifs formés par des reliefs en saillie et/ou en creux ayant été obtenus par déformation de la surface du substrat 2. Plus précisément, les microstructures 21 présentent en alternance des saillies et des creux.

[0063] Dans le premier exemple illustré sur la figure 3, les microstructures 21 sont des microstructures binaires, c'est-à-dire que les motifs en relief ne présentent que deux niveaux de profondeur, à savoir : un niveau inférieur et un niveau supérieur.

[0064] Dans le premier exemple de la figure 3, les motifs en reliefs présentent un profil en crêteaux. Autrement dit, les microstructures 21 présentent des facettes 22 qui sont orientées parallèlement à une face du substrat 2.

[0065] Dans le deuxième exemple illustré sur la figure 4, les microstructures 21 sont des microstructures multi-niveaux, c'est-à-dire que les motifs en relief comprennent un nombre de niveaux de profondeur supérieur à 2. Plus précisément, dans l'exemple illustré sur la figure 4, les motifs en reliefs présentent une pluralité de niveaux.

[0066] Dans le deuxième exemple de la figure 4, les motifs en reliefs présentent un profil en dent de scie. Autrement dit, les microstructures 21 présentent des facettes 23 inclinées qui sont orientées en formant un angle α non-nul et non-droit avec une face du substrat 2.

[0067] Chaque motif en relief présente une profondeur comprise entre 1 micromètre et 100 micromètres, pré-

férentiellement entre 5 et 50 micromètres, par exemple entre 10 et 35 micromètres.

[0068] Les motifs en relief sont périodiques et présentent une période spatiale (ou un pas) A comprise entre 1 et 500 micromètres, de préférence entre 20 et 150 micromètres.

[0069] De plus, les microstructures 21 sont revêtues d'une couche à saut d'indice 16.

[0070] La couche à saut d'indice 16 peut comprendre une encre formée d'un liant et de particules réfléchissantes dispersées dans le liant. Les particules réfléchissantes peuvent être des particules métalliques, tels que des particules d'argent ou d'aluminium par exemple.

[0071] La couche à saut d'indice 16 peut également comprendre des pigments colorés. Les pigments colorés peuvent être dispersés dans le liant.

[0072] Alternativement, les microstructures 21 peuvent être revêtues d'une couche additionnelle comprenant des pigments colorés. La couche additionnelle recouvre la couche à saut d'indice 16.

[0073] La couche à saut d'indice 16 présente une épaisseur inférieure aux dimensions des motifs en reliefs. Plus précisément, la couche à saut d'indice 16 présente une épaisseur inférieure à la profondeur h des microstructures 21, par exemple inférieure à 0,25 fois la profondeur des microstructures. De plus, l'épaisseur de la couche à saut d'indice 16 est inférieure à la période spatiale A des microstructures 21. A cet effet, l'encre peut être déposée dans une quantité comprise entre 0,1 et 5 grammes par mètre carré, par exemple environ 2,5 grammes par mètre carré, soit approximativement 2,5 micromètres d'épaisseur d'encre.

[0074] Comme illustré sur les figures 3 et 4, les motifs en reliefs sont noyés dans la couche d'adhésif 15, c'est-à-dire que la couche d'adhésif 15 remplit complètement les creux et épouse les saillies des reliefs. La couche d'adhésif 15 présente de préférence une épaisseur supérieure à la profondeur h des microstructures 21. Par exemple, l'épaisseur de la couche d'adhésif 15 peut être égale à environ 15 µm.

[0075] La couche de papier 11 présente un premier indice de réfraction n1, la couche d'enduction 12 présente un deuxième indice de réfraction n2, la couche à saut d'indice 16 présente un troisième indice de réfraction n3, et le film de protection 14 et la couche d'adhésif 15 présentent un quatrième indice de réfraction n4, tels que :

$$n1 \approx n2 \approx n4 > n3$$

[0076] Par exemple, pour une longueur d'onde de 532 nanomètres :

- n2 peut être égal à 1,4,
- n3 peut être compris entre 0,9 et 1,2 pour une couche à saut d'indice 16 formée d'une composition comprenant des particules métalliques, et
- n4 peut être compris entre 1,49 et 1,65.

[0077] Les particules métalliques, tels que l'or, l'argent, le cuivre et l'aluminium, ont généralement un indice de réfraction inférieur à 1,2 (par exemple les particules d'aluminium ont un indice de réfraction égal à 0,93 pour une longueur d'onde de 532 nanomètres).

[0078] Alternativement, la couche de papier 11 présente un premier indice de réfraction n1, la couche d'enduction 12 présente un deuxième indice de réfraction n2, la couche à saut d'indice 16 présente un troisième indice de réfraction n3, et le film de protection 14 et la couche d'adhésif 15 présentent un quatrième indice de réfraction n4, tels que :

$$n1 \approx n2 \approx n4 < n3$$

[0079] Par exemple, pour une longueur d'onde de 532 nanomètres :

- n2 peut être égal à 1,4,
- n3 peut être supérieur à 1,5, par exemple compris entre 1,7 et 2,4 pour une couche à saut d'indice 16 formée d'une composition comprenant des particules en un matériau à haut indice de réfraction, et
- n4 peut être compris entre 1,49 et 1,65.

[0080] Comme illustré sur les figures 3 et 4, lorsque le signe de sécurité 7 est éclairé par une source lumineuse, le rayonnement incident R1 émis par la source lumineuse se propage successivement à travers le film de protection 14 et à travers la couche adhésive 15, puis il est renvoyé par la couche à saut d'indice 16 qui recouvre les microstructures

[0081] Le rayonnement réfléchi R2 se propage successivement à travers la couche adhésive 15 et le film de protection 14.

[0082] Dans le cas de microstructures binaires telles que celles qui sont illustrées sur la figure 3, chaque motif renvoie la lumière de manière symétrique par rapport à un axe orthogonal à la face du substrat 2.

[0083] Dans le cas de microstructures multiniveaux telles que celles qui sont illustrées sur la figure 4, chaque motif renvoie la lumière de manière dissymétrique par rapport à un axe orthogonal à la face du substrat 2.

[0084] Toutefois, du fait de leurs dimensions (notamment leur profondeur et/ou leur période), les microstructures forment un réseau de diffraction. Les rayons sont renvoyés dans plusieurs directions par les différents motifs en reliefs de sorte que les rayons réfléchis créent entre eux des interférences qui donnent au signe de sécurité une apparence différente en fonction de l'angle ou de l'orientation avec lequel il est observé.

[0085] En jouant sur la période, la profondeur, la densité et l'orientation des microstructures, il est possible de générer des effets optiques diffractifs réversibles, prévisibles et reproductibles.

[0086] La figure 5 représente de manière schématique un premier signe de sécurité 7 conforme à un premier

mode de réalisation de l'invention.

[0087] Dans ce premier mode de réalisation, le signe de sécurité 7 présente plusieurs zones. Dans chaque zone, le substrat présente des microstructures. Les microstructures d'une première zone s'étendent selon une première direction longitudinale et les microstructures d'une deuxième zone s'étendent selon une deuxième direction longitudinale différente de la première direction longitudinale. Autrement dit, les microstructures s'étendent selon des directions longitudinales qui diffèrent d'une zone à l'autre.

[0088] Dans l'exemple illustré sur la figure 5A, les microstructures sont des microstructures multiniveaux.

[0089] Dans l'exemple illustré sur la figure 5B, les microstructures sont les microstructures binaires.

[0090] La première zone la plus au centre du signe de sécurité 7 présente des microstructures ayant une direction longitudinale orientée avec un premier angle β_1 (par exemple 30°) par rapport à une direction de référence.

[0091] La deuxième zone qui entoure immédiatement la première zone présente des microstructures ayant une direction longitudinale orientée avec un deuxième angle β_2 (par exemple 20°) par rapport à la direction de référence.

[0092] La troisième zone qui entoure immédiatement la première zone présente des microstructures ayant une direction longitudinale orientée avec un troisième angle β_3 (par exemple 10°) par rapport à la direction de référence.

[0093] Et ainsi de suite de sorte que la n-ième zone qui entoure immédiatement la n-1-ième zone présente des microstructures ayant une direction longitudinale orientée avec un n-ième angle β_n par rapport à la direction de référence, inférieur à l'angle β_{n-1} .

[0094] Du fait de leurs orientations selon des directions différentes, les microstructures présentent des angles privilégiés de diffraction selon des directions différentes.

[0095] Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 5, les différentes zones apparaissent comme présentant des niveaux de brillance différents, allant du plus brillant au moins brillant lorsque l'on parcourt les zones successives depuis le centre du signe de sécurité vers la périphérie du signe de sécurité.

[0096] Cependant, en tournant le billet de banque 1 dans un premier sens (flèche I) dans le plan du substrat (autour de l'axe Z), les niveaux de brillance varient et le niveau maximum de brillance se déplace du centre vers la périphérie. Inversement, en tournant le billet de banque 1 dans un deuxième sens (flèche II) dans le plan du substrat, opposé au premier sens, les niveaux de brillance varient et le niveau maximum de brillance se déplace de la périphérie vers le centre.

[0097] La figure 6 représente de manière schématique un deuxième signe de sécurité 7 conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0098] Dans ce deuxième mode de réalisation, le signe de sécurité 7 présente plusieurs zones. Dans chaque zone, le substrat présente des microstructures.

[0099] La première zone Z1 du signe de sécurité 7 présente des premières microstructures ayant des facettes présentant un premier angle d'inclinaison α_1 par rapport à une direction orthogonale aux faces du substrat.

[0100] La deuxième zone Z2 du signe de sécurité 7 présente des deuxièmes microstructures ayant des facettes orientées de manière symétriques par rapport aux facettes des premières microstructures. Autrement dit, les deuxièmes microstructures ont des facettes présentant un deuxième angle d'inclinaison α_2 par rapport la direction orthogonale aux faces du substrat, tel que $\alpha_2 = -\alpha_1$.

[0101] Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 6, la première zone et la deuxième zone apparaissent comme présentant des niveaux de brillance différents, pour un observateur qui examine le signe de sécurité.

[0102] Cependant, en inclinant le billet de banque dans un premier sens (flèche III) autour d'un axe parallèle aux faces du substrat (par exemple un axe longitudinal X du billet de banque), la première zone apparaît plus brillante que la deuxième zone pour l'observateur immobile, tandis qu'en inclinant le billet de banque dans un deuxième sens (flèche IV), opposé au premier sens, la deuxième zone apparaît plus brillante que la première zone.

[0103] La figure 7 représente de manière schématique un troisième signe de sécurité conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention.

[0104] Dans ce troisième mode de réalisation, le signe de sécurité 7 comprend des microstructures 21 de forme circulaire. Les microstructures 21 sont disposées les unes autour des autres de manière concentriques.

[0105] De plus, les microstructures sont orientées avec des angles qui varient de manière monotone en s'éloignant du centre du signe de sécurité.

[0106] Par ailleurs, les microstructures 21 sont espacées avec une période, mesurée selon une direction radiale, qui varie de manière monotone en s'éloignant du centre du signe de sécurité. En l'espèce, la période diminue lorsque l'on s'éloigne du centre du signe de sécurité.

[0107] La figure 7A montre de manière schématique les microstructures 21 du signe de sécurité 7 de la figure 7.

[0108] La figure 7B montre le profil des microstructures les plus proches du centre du signe de sécurité 7, c'est-à-dire les microstructures s'étendant selon un anneau ayant le plus petit diamètre.

[0109] La figure 7C montre le profil des microstructures les plus éloignées du centre du signe de sécurité 7, c'est-à-dire les microstructures s'étendant selon un anneau ayant le plus grand diamètre.

[0110] Dans l'exemple des figures 7A à 7C, l'inclinaison des reliefs formant les microstructures augmente en même temps que le diamètre des anneaux formés par les microstructures.

[0111] Dans le mode de réalisation de la figure 7, le signe de sécurité apparaît plus brillant dans une zone

s'étendant le long d'un diamètre du signe de sécurité.

[0112] En inclinant le billet de banque dans un premier sens (flèche V) autour d'un axe parallèle aux faces du substrat (par exemple un axe transversal Y du billet de banque), la zone la plus brillante se déplace en tournant

autour du centre selon un premier sens de rotation, pour l'observateur immobile.

[0113] En inclinant le billet de banque dans un deuxième sens (flèche VI) autour de l'axe Y, la zone la plus brillante se déplace en tournant autour du centre selon un

deuxième sens de rotation, opposé au premier sens de rotation, pour l'observateur immobile.

[0114] De plus, la variation de la période procure un effet de relief optique, c'est-à-dire que le signe de sécurité est perçu par l'observateur comme étant en trois dimensions. Si la période est constante, l'effet décrit

reste le même, cependant le signe de sécurité n'est pas perçu par l'observateur comme étant en trois dimensions.

[0115] La figure 7D illustre une variante du signe de sécurité des figures 7A à 7C, dans laquelle les microstructures sont des microstructures binaires.

[0116] Les figures 8A et 8B représentent de manière schématique un quatrième signe de sécurité conforme à un quatrième mode de réalisation de l'invention.

[0117] Dans ce quatrième mode de réalisation, le signe de sécurité 7 présente plusieurs zones. Dans chaque zone, le substrat présente des microstructures.

[0118] Dans l'exemple de la figure 8A, la première zone Z1 du signe de sécurité 7 présente des premières microstructures ayant des facettes dont les angles d'inclinaison varient de manière croissante depuis un axe central (axe X) en s'éloignant de l'axe central.

[0119] De plus, les premières microstructures présentent une période qui varie de manière monotone en s'éloignant de l'axe central. Plus précisément, la période des premières microstructures décroît lorsque l'on s'éloigne de l'axe central.

[0120] La deuxième zone Z2 du signe de sécurité 7 présente des deuxièmes microstructures ayant des facettes dont les angles d'inclinaison varient de manière décroissante depuis l'axe central X en s'éloignant de l'axe central.

[0121] De plus, les deuxièmes microstructures présentent une période qui varie de manière monotone en s'éloignant de l'axe central. Plus précisément, la période des deuxièmes microstructures décroît lorsque l'on s'éloigne de l'axe central.

[0122] Ainsi, la première zone Z1 apparaît plus sombre à proximité de l'axe X tandis qu'elle apparaît plus claire loin de l'axe X, pour un observateur. A l'inverse, la deuxième zone Z2 apparaît plus claire à proximité de l'axe X tandis qu'elle apparaît plus sombre loin de l'axe X.

[0123] En inclinant le billet de banque dans un premier sens autour de l'axe X, le reflet dans la première zone Z1 se déplace et parcourt la première zone dans un premier sens en se rapprochant de l'axe X, tandis que le reflet dans la deuxième zone Z2 parcourt la deuxième zone

dans un deuxième sens, opposé au premier sens, en s'éloignant de l'axe X.

[0124] Dans l'exemple de la figure 8B, la première zone Z1 du signe de sécurité 7 et la deuxième zone Z2 du signe de sécurité présentent chacune des microstructures ayant des facettes dont les angles d'inclinaison varient de manière décroissante depuis un axe central (axe X) en s'éloignant de l'axe central.

[0125] De plus, les microstructures présentent une période qui varie de manière monotone en s'éloignant de l'axe central. Plus précisément, la période des microstructures décroît lorsque l'on s'éloigne de l'axe central.

[0126] En inclinant le billet de banque dans le premier sens autour de l'axe X, le reflet dans la première zone Z1 et le reflet dans la deuxième zone Z2 se déplacent en parcourant respectivement la première zone et la deuxième zone en s'éloignant de l'axe X.

[0127] La figure 9 représente de manière schématique un cinquième signe de sécurité 7 conforme à un cinquième mode de réalisation de l'invention.

[0128] Dans ce cinquième mode de réalisation, le billet de banque 1 comprend le signe de sécurité 7 et un motif imprimé 8.

[0129] Le signe de sécurité 7 comprend des microstructures formées dans une surface de la première face 5 du substrat 2 (ou recto). Le motif imprimé 8 est imprimé sur la deuxième face 6 du substrat 2 (ou verso), opposée à la première face 5.

[0130] Alternativement, le motif imprimé 8 peut être imprimé sur la première face 5 du substrat 2 (ou recto), entre le substrat 2 et la couche à saut d'indice 16.

[0131] Ainsi, lorsqu'un observateur O observe le signe de sécurité 7 selon un premier angle, le signe de sécurité 7 renvoie la lumière vers l'observateur O, de sorte que le signe de sécurité 7 masque la présence du motif imprimé 8.

[0132] Lorsque l'observateur observe le signe de sécurité 7 selon un deuxième angle, différent du premier angle, l'effet réfléchissant du signe de sécurité est moins intense, de sorte que le signe de sécurité 7 laisse apparaître le motif imprimé 8 en transparence à travers le substrat 2 (si le motif est imprimé au verso) ou à travers la couche à saut d'indice 16 (si le motif est imprimé au recto).

[0133] La figure 10 représente de manière schématique un sixième signe de sécurité conforme à un sixième mode de réalisation de l'invention.

[0134] Dans ce sixième mode de réalisation, le billet de banque 1 comprend le signe de sécurité 7. Le signe de sécurité 7 comprend des microstructures formées dans une surface de la première face 5 du substrat 2.

[0135] De plus, le signe de sécurité 7 forme un pseudo-filigrane 9 lorsqu'il est observé en transmission. En effet, lors de la fabrication du billet de banque, l'étape de pressage de la couche de papier 11 crée des différences de densité des fibres à l'intérieur de la couche de papier 11. Ces différences de densité, associées à la présence de la couche à saut d'indice 16, créent un effet visuel

semblable à celui d'un filigrane.

[0136] Ainsi, lorsqu'un observateur O observe le signe de sécurité 7 selon un premier angle, le signe de sécurité 7 masque la lumière transmise vers l'observateur O, de sorte que le signe de sécurité 7 masque la présence du pseudo-filigrane 9.

[0137] Lorsque l'observateur observe le signe de sécurité 7 selon un deuxième angle, différent du premier angle, l'intensité de la lumière transmise à travers le signe de sécurité est plus importante, de sorte que le signe de sécurité 7 laisse apparaître le pseudo-filigrane 9 en transparence à travers le substrat 2.

[0138] La figure 11 représente de manière schématique un cinquième signe de sécurité 7 conforme à un septième mode de réalisation de l'invention.

[0139] Dans ce septième mode de réalisation, le signe de sécurité 7 présente plusieurs zones.

[0140] Dans l'exemple de la figure 11, certaines zones Z1 du signe de sécurité 7 présentent des microstructures ayant des facettes présentant une première rugosité de surface. D'autres zones Z2 du signe de sécurité 7 ne présentent pas de microstructures. Contrairement aux zones Z1, les zones Z2 n'ont pas été soumises à une pression, de sorte qu'elles présentent une deuxième rugosité de surface, différente de la première rugosité.

[0141] Par exemple, la deuxième rugosité est supérieure à la première rugosité.

[0142] Ainsi, le signe de sécurité 7 apparaît plus mat dans les deuxièmes zones Z2 et plus brillant dans les premières zones Z1.

[0143] La figure 12 représente de manière schématique des étapes d'un procédé de fabrication 100 de billets de banque, conforme à un mode de mise en oeuvre de l'invention.

[0144] Selon une étape 101, le substrat est fabriqué. Dans le cas d'un substrat 2 formé d'une couche unique de papier 11, le substrat est fabriqué sous la forme d'une bande continue de papier 17 sur une machine à papier. La bande continue de papier 11 est imprégnée sur chacune de ses faces d'une composition d'imprégnation 12, 13.

[0145] Selon une étape 102, la bande continue de substrat est découpée en une pluralité de feuilles de substrat 18 séparées.

[0146] Selon une étape 103, chaque feuille de substrat individuelle 18 est imprimée sur chacune de ses faces avec une pluralité de motifs graphiques. Chaque motif graphique correspond à un billet de banque.

[0147] Selon une étape 104, des microstructures 21 sont formées dans chaque feuille de substrat individuelle.

[0148] A cet effet, une matrice 33 présentant des microreliefs en saillie et/ou en creux est pressée contre une surface de la feuille de substrat 18.

[0149] Lors de cette étape, le substrat peut être soumis à une pression comprise entre 10 et 100 Mégapascals (MPa), de préférence entre 20 et 50 MPa.

[0150] Le pressage peut être réalisé par embossage,

gaufrage ou estampage.

[0151] Par exemple, le pressage est réalisé par embossage à une température comprise entre 20 et 100 degrés Celsius, de préférence à une température supérieure à environ 80 degrés, par exemple égale à environ 90 degrés Celsius. La feuille de substrat 18 est entraînée en défilement entre un premier cylindre 31 et un deuxième cylindre 32. Le premier cylindre 31 porte la matrice 33 présentant les microreliefs en saillie et/ou creux. Le deuxième cylindre 32 est un cylindre de contre pression. Le premier cylindre 31 et le deuxième cylindre 32 sont entraînés en rotation. À chaque tour du premier cylindre 31, la matrice 33 présentant les microreliefs est pressée contre une surface de la feuille de substrat 18. Le pressage des microreliefs contre la surface de la feuille de substrat 18 a pour effet de déformer la surface de la feuille de substrat 18 en créant des microstructures 21. Ces microstructures 21 sont constituées de motifs sous la forme de reliefs en saillie et/ou en creux qui sont complémentaires des micromotifs de la matrice.

[0152] Lors de cette étape, le pressage a également pour effet de réduire la rugosité de la surface de la feuille de substrat 18 dans laquelle ont été formées les microstructures 21.

[0153] Par exemple, la surface de la feuille de substrat 18 peut présenter une valeur de rugosité Bendtsen supérieure à 300 mL par minute (mesurée selon la norme ISO 8791-2:2013 Papier et carton - Détermination de la rugosité/du lissé (méthodes du débit d'air) - Partie 2: Méthode Bendtsen) avant l'étape pressage.

[0154] De préférence, la surface de la feuille de substrat 18 dans laquelle ont été formées les microstructures 21 présente une valeur de rugosité Bendtsen inférieure à 100 mL par minute, de préférence inférieure à 60 mL par minute, après l'étape de pressage.

[0155] La figure 13 représente de manière schématique la feuille de substrat après l'étape 104. Le substrat présente des microstructures 21 formées dans une surface sur l'une de ses faces.

[0156] En variante, lors de cette étape 104, des microstructures 21 peuvent être formées simultanément sur chacune de deux faces opposées du substrat. A cet effet, deux matrices disposées de part et d'autre du substrat et présentant chacune des microreliefs en saillie et/ou en creux sont pressées simultanément contre des surfaces respectives des deux faces opposées du substrat.

[0157] Selon une étape 105, les microstructures 21 sont revêtues d'une couche à saut d'indice 16.

[0158] La couche à saut d'indice 16 peut être déposée sur la surface de la feuille de substrat 18 sous la forme d'une composition comprenant des particules réfléchissantes, un liant et un agent de réticulation. La réticulation de la composition permet de durcir la couche à saut d'indice. Une fois durcie, la couche à saut d'indice permet de consolider les microstructures.

[0159] Les particules réfléchissantes peuvent être des particules métalliques, tels que des particules d'argent ou d'aluminium par exemple.

[0160] Du fait de la rugosité réduite de la surface du substrat grâce à l'étape de pressage, la couche à saut d'indice obtenue est de bonne qualité, c'est-à-dire que la couche à saut d'indice est lisse, fine et uniforme. En particulier, la couche à saut d'indice présente une épaisseur très inférieure aux dimensions des microstructures 21, de sorte qu'elle épouse totalement la forme des microstructures 21.

[0161] La couche à saut d'indice 16 présente de préférence un indice de brillance supérieur à 70 unités de brillances, mesuré à 60 degrés selon la norme NF EN ISO 2813 Novembre 2014 (Peintures et vernis - Détermination de l'indice de brillance à 20 °, 60 ° et 85 °).

[0162] La couche à saut d'indice 16 est déposée sur la surface de la feuille de substrat 18 en une quantité comprise entre 0,2 et 8 grammes par mètre carré, de préférence entre 1,5 et 3 grammes par mètre carré.

[0163] La couche à saut d'indice 16 peut être déposée par impression par flexographie, par impression par sérigraphie, par impression Offset ou par impression numérique, par exemple par impression jet d'encre.

[0164] La couche à saut d'indice 16 peut être déposée uniquement sur les microstructures 21. C'est-à-dire que la couche à saut d'indice 16 peut être discontinue et être localisée en registre avec les motifs en reliefs comme illustré sur la figure 14.

[0165] Le dépôt d'une couche à saut d'indice 16 discontinue permet d'obtenir une adhérence du film de protection directement avec la couche de papier 11 aux endroits où la couche de papier 11 n'est pas recouverte par la couche à saut d'indice 16. Ainsi, en cas de tentative de décollage ou d'arrachement du film de protection, le signe de sécurité 7 est détruit.

[0166] Par exemple, la couche à saut d'indice 16 peut être déposée en recouvrant uniquement certaines zones de la surface, selon un motif répétitif ou une trame, comme par exemple un damier, une grille, une succession de points ou de lignes, ou encore une succession d'images qui se répètent.

[0167] Alternativement, la couche à saut d'indice 16 peut être déposée à la fois sur les microstructures 21 et autour des microstructures. C'est-à-dire que la couche à saut d'indice 16 est continue et qu'elle recouvre toutes les microstructures 21. Elle est disposée en aplat comme illustré sur la figure 15.

[0168] Alternativement, la couche à saut d'indice 16 peut être continue mais ne pas recouvrir toutes les microstructures 21. Autrement dit, la couche à saut d'indice 21 ne recouvre pas la totalité de la surface occupée par les microstructures 21. La couche à saut d'indice 21 peut être continue comme illustré sur la figure 16, ou discontinue.

[0169] De manière optionnelle, le procédé peut comprendre une étape 106 selon laquelle une couche additionnelle comprenant des pigments colorés est déposée par-dessus de la couche à saut d'indice 16.

[0170] Selon une étape 107, chaque face de la feuille de substrat 18 est recouverte par un film de protection 3, 4

en matériau polymère. La première face de la feuille de substrat 18 est recouverte avec un premier film de protection 3 et la deuxième face de la feuille de substrat 18, opposée à la première face, est recouverte avec un deuxième film de protection 4.

[0171] De préférence, le premier film de protection 3 est appliqué sur la première face de la feuille de substrat 18 de sorte que le premier film de protection recouvre la totalité de la première face de la feuille de substrat 18. De même, le deuxième film de protection 4 est appliqué sur la deuxième face de la feuille de substrat 18 de sorte que le deuxième film de protection 4 recouvre la totalité de la deuxième face de la feuille de substrat 18.

[0172] Dans le cas où le premier film de protection 3 comprend une couche d'adhésif thermofusible, le premier film de protection 3 est laminé à chaud sur la feuille de substrat 18 à une température comprise entre 50 et 200°C, préférentiellement entre 80 et 150°C, de sorte à entraîner une fusion de la couche d'adhésif.

[0173] À l'issue de la lamination à chaud, la couche d'adhésif peut présenter un état thermoplastique ou élastomérique.

[0174] Le même procédé est utilisé pour appliquer le deuxième film de protection 4 sur la deuxième face de la feuille de substrat 18.

[0175] Lors de cette étape, le matériau de la couche d'adhésif flue et épouse la forme des motifs en relief, c'est-à-dire qu'il vient combler les creux entre les saillies.

[0176] De cette manière, les microstructures 21 se trouvent noyées dans le matériau de la couche d'adhésif. Les microstructures 21 sont ainsi protégées contre l'abrasion, les salissures et/ou l'écrasement. Les figures 17 et 18 représentent de manière schématique le film de protection recouvrant les microstructures 21. Sur la figure 17, le film de protection 14 recouvre une surface du substrat qui est la surface totale d'une face du substrat. Sur la figure 18, le film de protection 14 recouvre une surface du substrat qui est une partie seulement de la surface totale de la face du substrat.

[0177] L'étape 107 conduit à l'obtention d'un ensemble multicouche (ou stratifié) comprenant la feuille de substrat 18, le premier film 3 et le deuxième film 4.

[0178] Selon une étape 108, chaque ensemble multicouche comprenant la feuille de substrat 18, le premier film de protection 3 et le deuxième film de protection 4 est découpée en une pluralité de billets de banque individuels.

[0179] Chaque billet de banque obtenu à l'issue de l'étape 108 comprend :

- un substrat 2 présentant une première face et une deuxième face, opposée à la première face,
- un premier film de protection 3 recouvrant la première face du substrat,
- un deuxième film de protection 4 recouvrant la deuxième face du substrat.

[0180] Aucune étape d'impression n'est réalisée après

l'étape 107 consistant à appliquer les films de protection 3 et 4.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un document de sécurité (1), comprenant des étapes de :

a - former des microstructures (21) dans un substrat (2) par pressage d'une matrice (33) présentant des microreliefs contre une surface du substrat (2), les microstructures présentant en alternance des saillies et des creux,

b - revêtir les microstructures (21) d'une couche à saut d'indice (16) afin que les microstructures puissent renvoyer un rayonnement lumineux incident, et

c - recouvrir la surface du substrat (2), y compris les microstructures (21) et la couche à saut d'indice, par un film de protection (3) en matériau polymère,

dans lequel la couche à saut d'indice (16) présente un indice de réfraction différent d'un indice de réfraction du film de protection (3) en matériau polymère, le procédé étant **caractérisé en ce que** la couche à saut d'indice (16) présente une épaisseur inférieure à une profondeur (h) des microreliefs, et **en ce que** le film de protection (3) comprend une couche en matériau polymère (14) et une couche d'adhésif (15), de sorte que la couche d'adhésif (15) remplit au moins partiellement les creux et épouse les saillies des microstructures (21) revêtues de la couche à saut d'indice (16).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, lors de l'étape a, le substrat (2) est soumis à une pression comprise entre 10 et 100 MPa, de préférence entre 20 et 50 MPa.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel le pressage de l'étape a est réalisé par embossage à une température comprise entre 23 et 100 degrés Celsius, de préférence égale à environ 90 degrés Celsius.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les microstructures (21) présentent une profondeur comprise entre 1 micromètre et 100 micromètres, de préférence entre 5 et 50 micromètres, par exemple entre 10 et 35 micromètres.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le substrat (2) comprend une première face (5) et une deuxième face (6), opposée à la première face, et dans lequel les microstructures sont formées dans une surface de la première face (5) du substrat

(2), le procédé comprenant une étape additionnelle d'imprimer un motif imprimé (8) sur la deuxième face (6) du substrat (2) en registre avec les microstructures, ou sur la première face (5) du substrat (2), entre le substrat (2) et la couche à saut d'indice (16).

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la couche à saut d'indice (16) présente un indice de brillance supérieur à 70 unités de brillances, mesuré à 60 degrés selon la norme NF EN ISO 2813.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la couche à saut d'indice (16) est déposée sur le substrat (2) en une quantité comprise entre 0,2 et 8 grammes par mètre carré, de préférence entre 1,5 et 3 grammes par mètre carré.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel, lors de l'étape c, le film de protection (3) en matériau polymère recouvre la totalité d'une première face (5) du substrat (2).

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel après l'étape c, le substrat (2) recouvert du ou des film(s) de protection (3, 4) en matériau polymère présente un grammage compris entre 50 et 130 grammes par mètre carré.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le substrat (2) comprend une couche de papier (11), la couche de papier (11) comprenant des fibres végétales, telles que des fibres de cellulose ou des fibres de plantes annuelles, telles que des fibres de coton, auxquelles peuvent être ajoutées des fibres en matière synthétique, telles que des fibres en polyamide ou en polyester, et, lors de l'étape a, les microstructures (21) sont formées dans la couche de papier (11) par déformation de la couche de papier (11).

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel lors de l'étape a, le pressage de la matrice (33) contre la surface du substrat (2) crée des différences de densité des fibres à l'intérieur de la couche de papier (11), les différences de densités formant, éventuellement en combinaison avec la couche à saut d'indice (16), un pseudo-filigrane (9).

12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel la couche de papier (11) présente un grammage compris entre 50 et 90 grammes par mètre carré.

13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, comprenant une étape préalable, avant l'étape a, d'imprégner la couche de papier (11) avec une dispersion aqueuse comprenant un polymère ou un

prépolymère, tel qu'un polymère acrylique ou acrylate ou un polyuréthane ou un alcool polyvinylique (PVOH) ou un polychlorure de vinylidène (PVDC).

14. Document de sécurité (1) obtenu par un procédé conforme à l'une des revendications 1 à 13.
15. Document de sécurité (1) selon la revendication 14, le document de sécurité étant un billet de banque.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitsdokuments (1), das die Schritte umfasst:

- a - Ausbilden von Mikrostrukturen (21) in einem Substrat (2) durch Pressen einer Matrix (33) mit Mikroreliefs gegen eine Oberfläche des Substrats (2), wobei die Mikrostrukturen abwechselnd Vorsprünge und Vertiefungen aufweisen,
- b - Beschichten der Mikrostrukturen (21) mit einer Indexsprungschicht (16), damit die Mikrostrukturen eine einfallende Lichtstrahlung zurückwerfen können, und
- c - Bedecken der Oberfläche des Substrats (2) einschließlich der Mikrostrukturen (21) und der Indexsprungschicht mit einem Schutzfilm (3) aus Polymermaterial,

wobei die Indexsprungschicht (16) einen Brechungsindex aufweist, der sich von einem Brechungsindex des Schutzfilms (3) aus Polymermaterial unterscheidet, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Indexsprungschicht (16) eine Dicke aufweist, die geringer ist als eine Tiefe (h) der Mikroreliefs, und dass der Schutzfilm (3) eine Schicht aus Polymermaterial (14) und eine Haftschrift (15) umfasst, so dass die Haftschrift (15) zumindest teilweise die Vertiefungen füllt und sich an die Vorsprünge der Mikrostrukturen (21) anschmiegt, die mit der Indexsprungschicht (16) beschichtet sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt a das Substrat (2) einem Druck zwischen 10 und 100 MPa, vorzugsweise zwischen 20 und 50 MPa, ausgesetzt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei das Pressen in Schritt a durch Prägen bei einer Temperatur zwischen 23 und 100 Grad Celsius, vorzugsweise etwa 90 Grad Celsius, durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Mikrostrukturen (21) eine Tiefe zwischen 1 Mikrometer und 100 Mikrometer, vorzugsweise zwischen

5 und 50 Mikrometer, beispielsweise zwischen 10 und 35 Mikrometer, aufweisen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Substrat (2) eine erste Seite (5) und eine zweite Seite (6), die der ersten Seite gegenüberliegt, umfasst, und wobei die Mikrostrukturen in einer Oberfläche der ersten Seite (5) des Substrats (2) ausgebildet sind, wobei das Verfahren einen zusätzlichen Schritt des Druckens eines Druckmusters (8) auf die zweite Seite (6) des Substrats (2) in Übereinstimmung mit den Mikrostrukturen oder auf die erste Seite (5) des Substrats (2) zwischen dem Substrat (2) und der Indexsprungschicht (16) umfasst.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Indexsprungschicht (16) einen Glanzindex von über 70 Glanzeinheiten aufweist, gemessen bei 60 Grad gemäß der Norm NF EN ISO 2813.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Indexsprungschicht (16) auf das Substrat (2) in einer Menge zwischen 0,2 und 8 Gramm pro Quadratmeter, vorzugsweise zwischen 1,5 und 3 Gramm pro Quadratmeter, aufgebracht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei in Schritt c der Schutzfilm (3) aus Polymermaterial eine erste Seite (5) des Substrats (2) vollständig bedeckt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei nach Schritt c das mit dem oder den Schutzfilm(en) (3, 4) aus Polymermaterial beschichtete Substrat (2) ein Flächengewicht zwischen 50 und 130 Gramm pro Quadratmeter aufweist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Substrat (2) eine Papierschicht (11) umfasst, wobei die Papierschicht (11) Pflanzenfasern wie Zellulosefasern oder Fasern von einjährigen Pflanzen wie Baumwollfasern umfasst, denen Fasern aus synthetischem Material wie Polyamid- oder Polyesterfasern hinzugefügt werden können, und in Schritt a die Mikrostrukturen (21) in der Papierschicht (11) durch Verformen der Papierschicht (11) ausgebildet werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei in Schritt a das Pressen der Matrix (33) gegen die Oberfläche des Substrats (2) Dichteunterschiede der Fasern im Inneren der Papierschicht (11) schafft, wobei die Dichteunterschiede eventuell in Kombination mit der Indexsprungschicht (16) ein Pseudofiligran (9) bilden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei die Papierschicht (11) ein Flächengewicht zwischen 50 und 90 Gramm pro Quadratmeter auf-

weist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, umfassend einen vorherigen Schritt vor Schritt a, die Papierschicht (11) mit einer wässrigen Dispersion zu imprägnieren, die ein Polymer oder Prepolymer umfasst, wie etwa ein Acryl- oder Acrylatpolymer oder ein Polyurethan oder einen Polyvinylalkohol (PVOH) oder ein Polyvinylidenchlorid (PVDC).
14. Sicherheitsdokument (1), das durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 erhalten wird.
15. Sicherheitsdokument (1) nach Anspruch 14, wobei das Sicherheitsdokument eine Banknote ist.

Claims

1. A method for manufacturing a security document (1), comprising steps of:

- a- forming microstructures (21) in a substrate (2) by pressing a die (33) having microreliefs against a surface of the substrate (2), the microstructures having alternating protrusions and recesses,
- b- coating the microstructures (21) with a step-index layer (16) so that the microstructures can reflect incident light radiation, and
- c- covering the surface of the substrate (2), including the microstructures (21) and the step-index layer, with a protective film (3) made of polymeric material,

wherein the step-index layer (16) has a refractive index different from a refractive index of the protective film (3) made of polymeric material, the method being **characterized in that** the step-index layer (16) has a thickness smaller than a depth (h) of the microreliefs, and **in that** the protective film (3) comprises a layer made of polymeric material (14) and an adhesive layer (15), so that the adhesive layer (15) at least partially fills the recesses and conforms to the protrusions of the microstructures (21) coated with the step-index layer (16).

2. The method according to claim 1, wherein, during step a, the substrate (2) is subjected to a pressure comprised between 10 and 100 MPa, preferably between 20 and 50 MPa.
3. The method according to any of claims 1 and 2, wherein the pressing of step a is carried out by embossing at a temperature comprised between 23 and 100 degrees Celsius, preferably equal to about 90 degrees Celsius.

4. The method according to any of claims 1 to 3, wherein the microstructures (21) have a depth comprised between 1 micrometer and 100 micrometers, preferably between 5 and 50 micrometers, for example between 10 and 35 micrometers.

5. The method according to any of claims 1 to 4, wherein the substrate (2) comprises a first face (5) and a second face (6), opposite to the first face, and wherein the microstructures are formed in a surface of the first face (5) of the substrate (2), the method comprising an additional step of printing a printed pattern (8) on the second face (6) of the substrate (2) in register with the microstructures, or on the first face (5) of the substrate (2), between the substrate (2) and the step-index layer (16).

6. The method according to any of claims 1 to 5, wherein the step-index layer (16) has a gloss index greater than 70 gloss units, measured at 60 degrees according to standard NF EN ISO 2813.

7. The method according to any of claims 1 to 6, wherein the step-index layer (16) is deposited on the substrate (2) in an amount comprised between 0.2 and 8 grams per square meter, preferably between 1.5 and 3 grams per square meter.

8. The method according to any of claims 1 to 7, wherein, during step c, the protective film (3) made of polymeric material covers the entire first face (5) of the substrate (2).

9. The method according to any of claims 1 to 8, wherein after step c, the substrate (2) covered with the protective film(s) (3, 4) made of polymeric material has a weight comprised between 50 and 130 grams per square meter.

10. The method according to any of claims 1 to 9, wherein the substrate (2) comprises a paper layer (11), the paper layer (11) comprising vegetable fibers, such as cellulose fibers or fibers of annual plants such as cotton fibers, to which fibers made of synthetic material can be added, such as polyamide or polyester fibers, and, during step a, the microstructures (21) are formed in the paper layer (11) by deformation of the paper layer (11).

11. The method according to claim 10, wherein during step a, the pressing of the die (33) against the surface of the substrate (2) creates differences in the density of the fibers inside the paper layer (11), the differences in densities forming, possibly in combination with the step-index layer (16), a pseudo-watermark (9).

12. The method according to any of claims 10 and 11,

wherein the paper layer (11) has a weight comprised between 50 and 90 grams per square meter.

13. The method according to any of claims 10 to 12, comprising a preliminary step, before step a, of impregnating the paper layer (11) with an aqueous dispersion comprising a polymer or a prepolymer, such as an acrylic or acrylate polymer or a polyurethane or a polyvinyl alcohol (PVOH) or a polyvinylidene chloride (PVDC). 5 10
14. A security document (1) obtained by one method in accordance with any of claims 1 to 13.
15. The security document (1) according to claim 14, the security document being a banknote. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

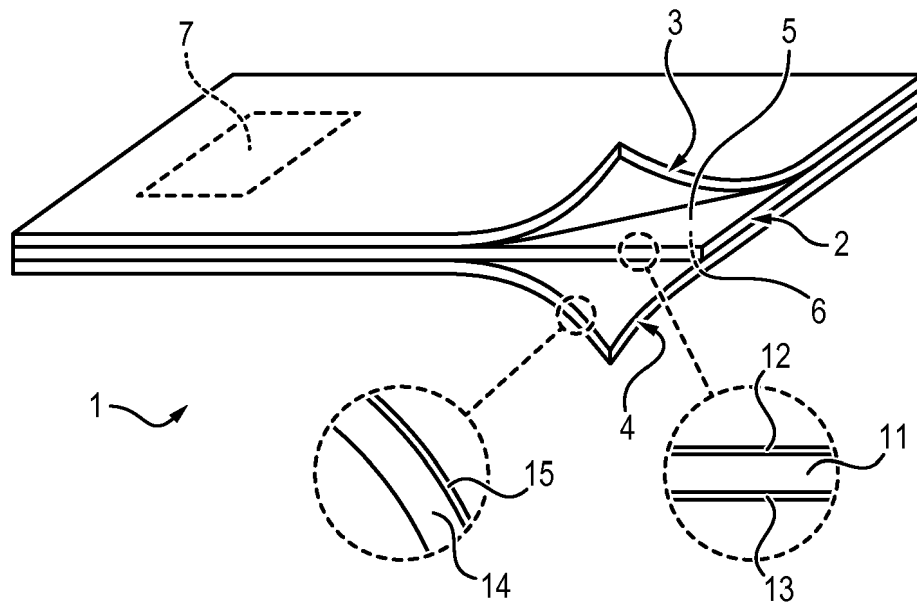


FIG. 2

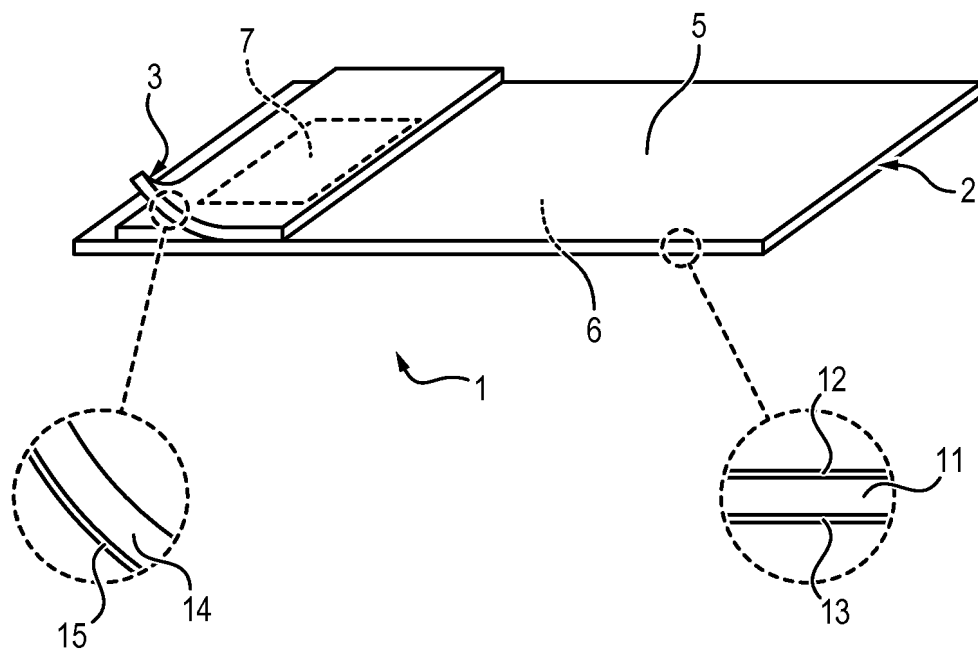


FIG. 3

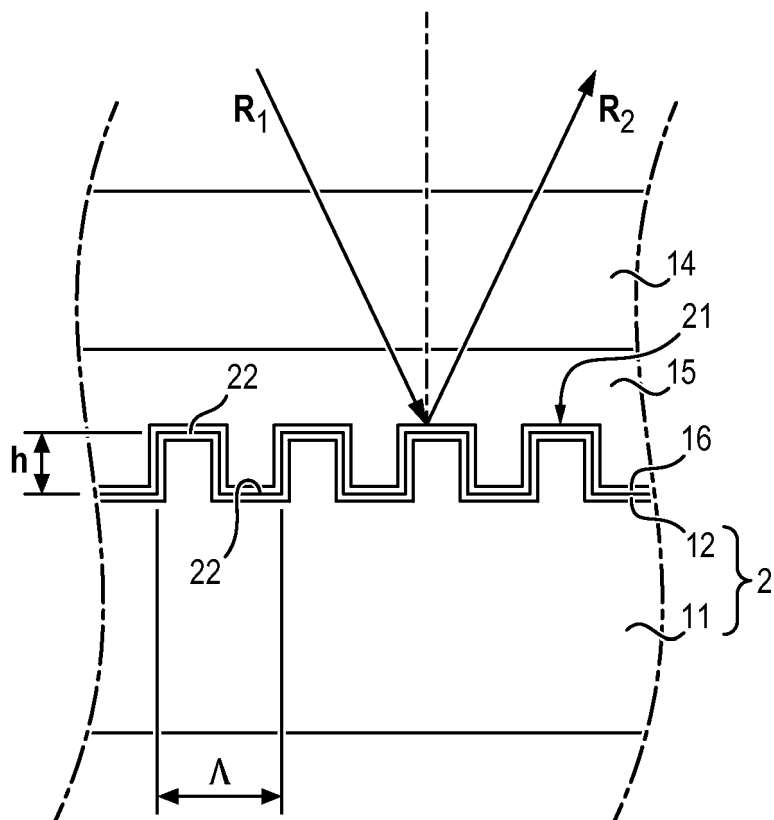


FIG. 4

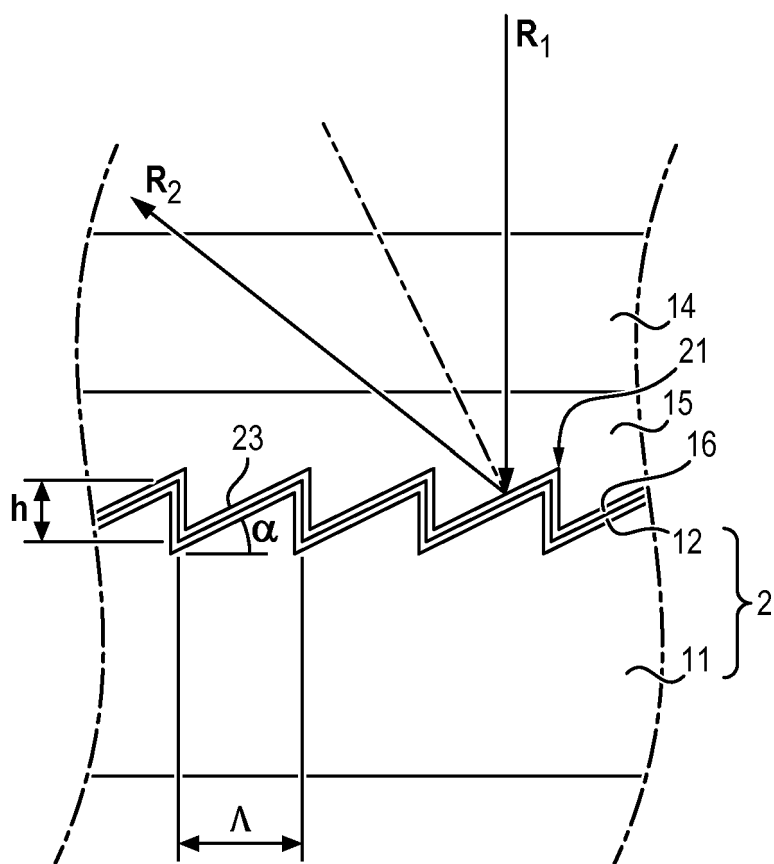


FIG. 5

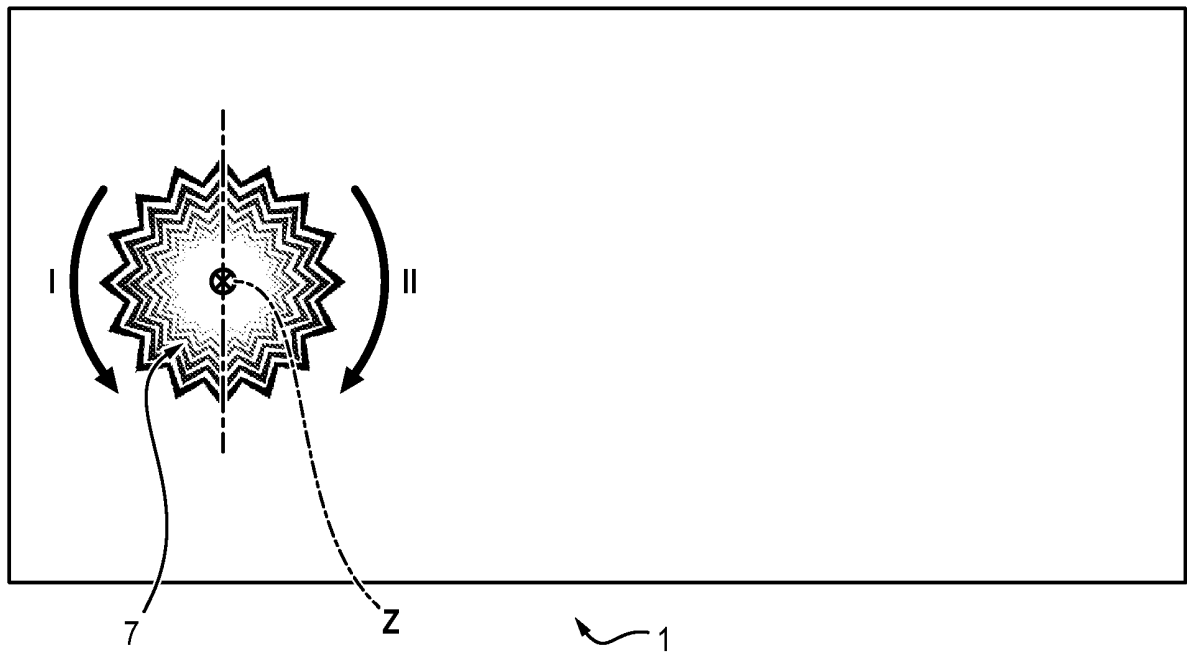


FIG. 5A

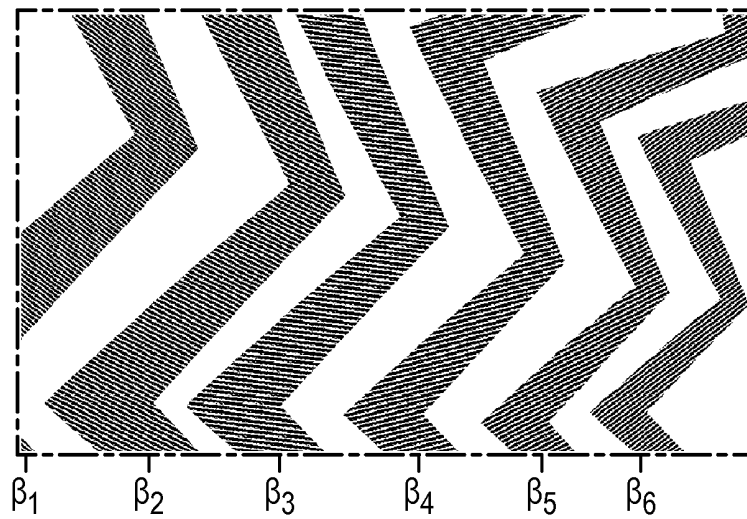


FIG. 5B

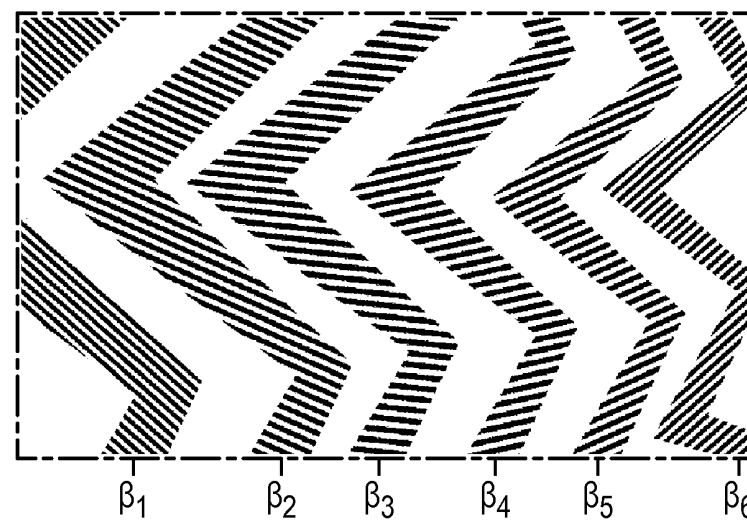


FIG. 6

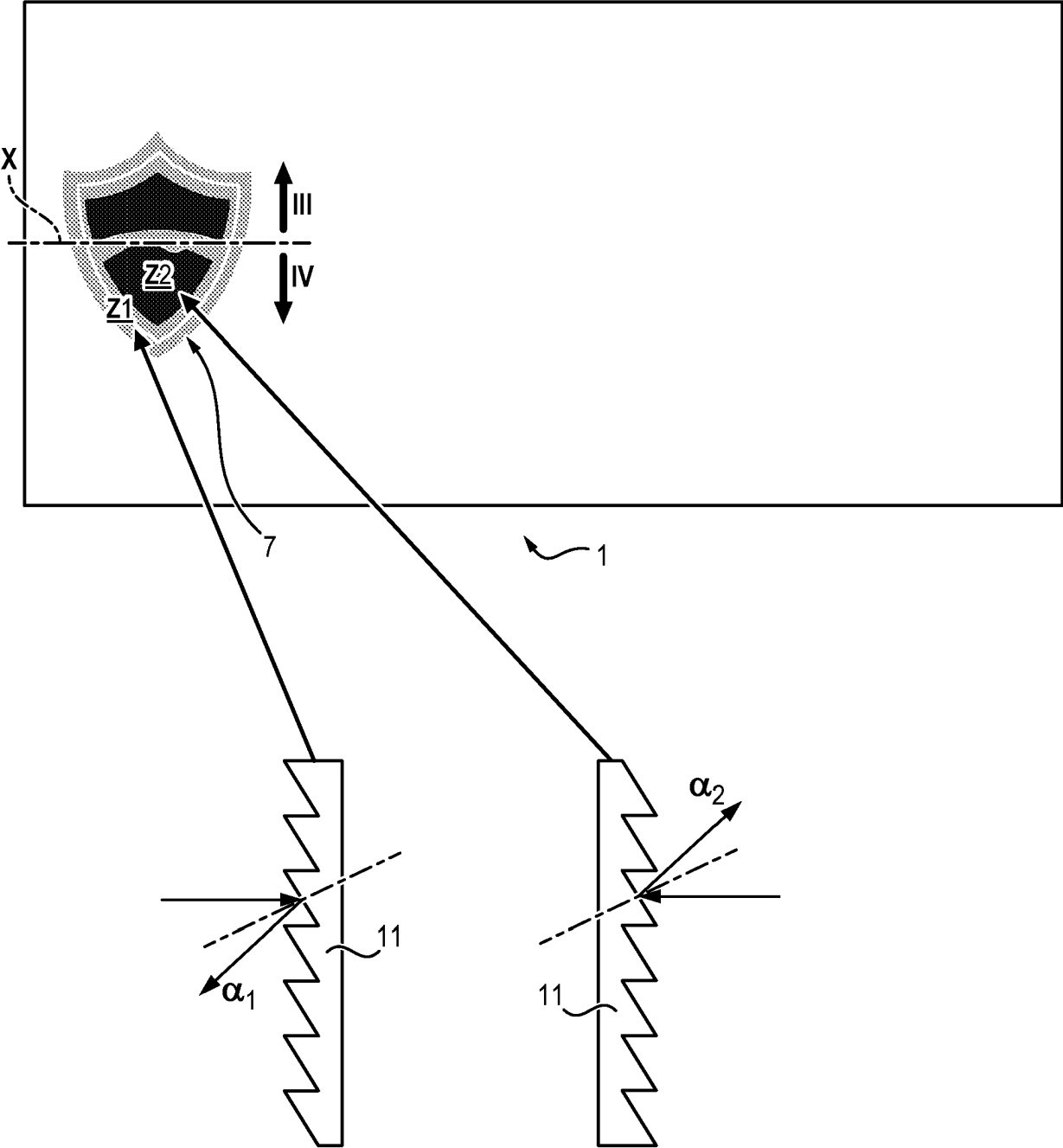


FIG. 7

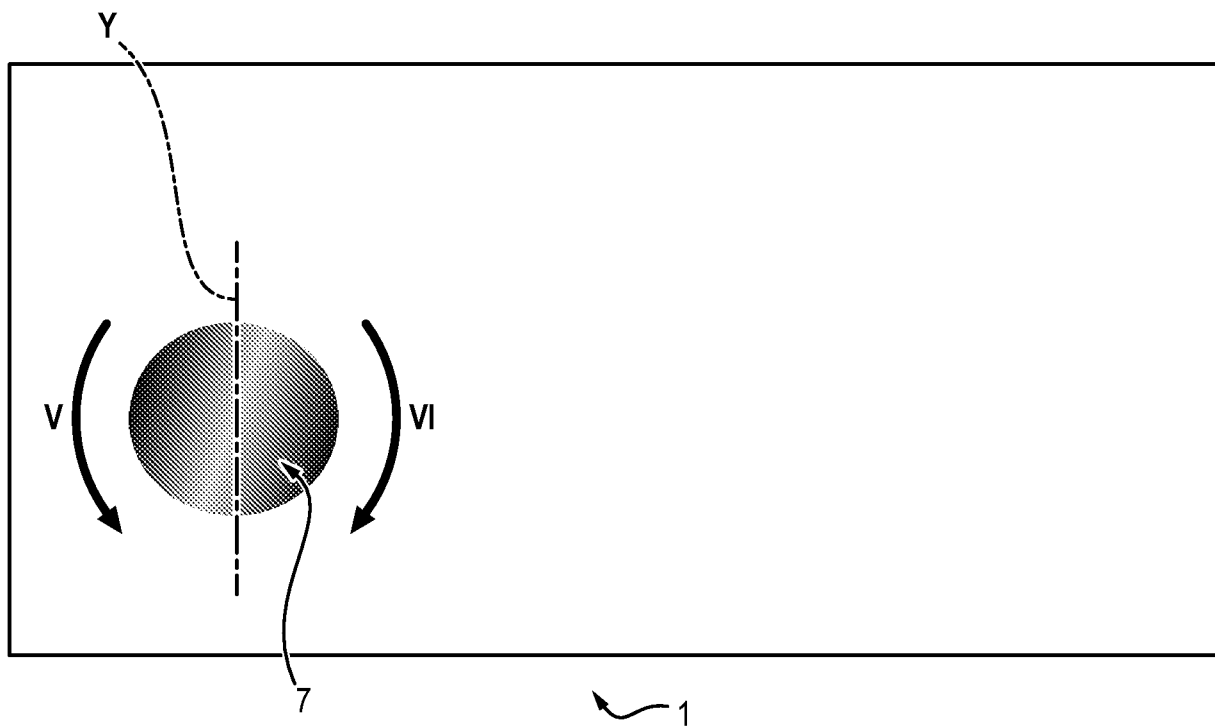


FIG. 7A

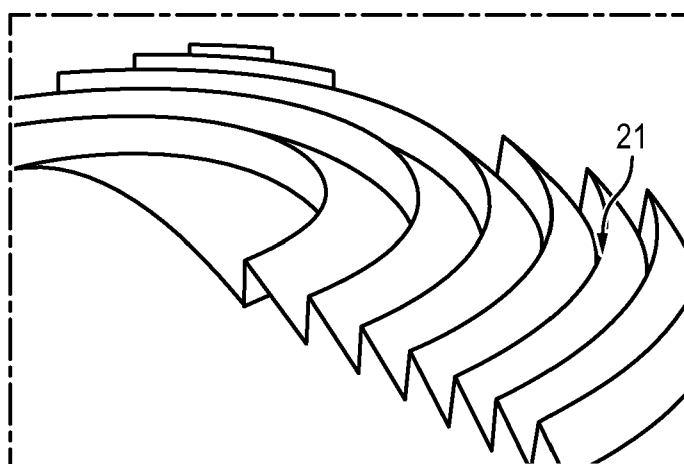


FIG. 7B

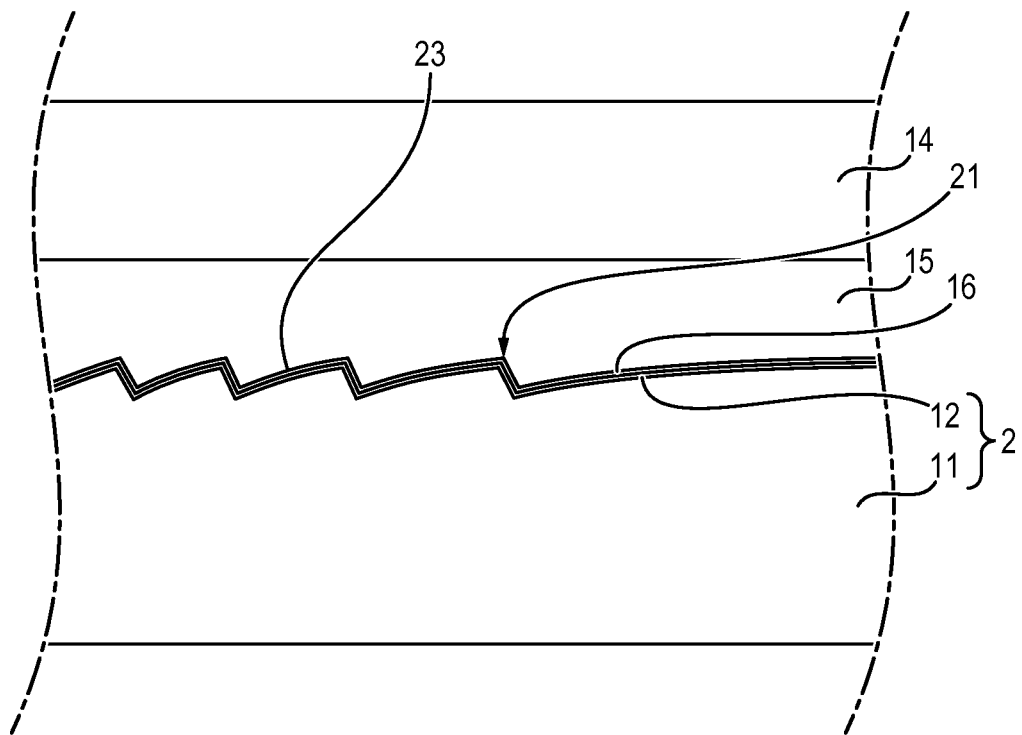


FIG. 7C

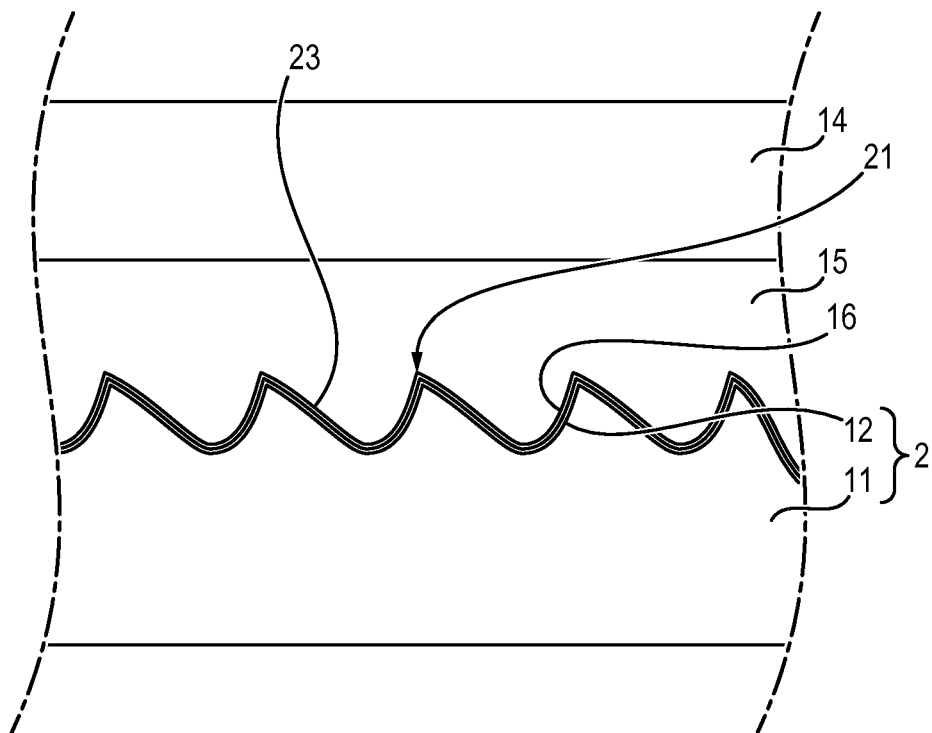


FIG. 7D

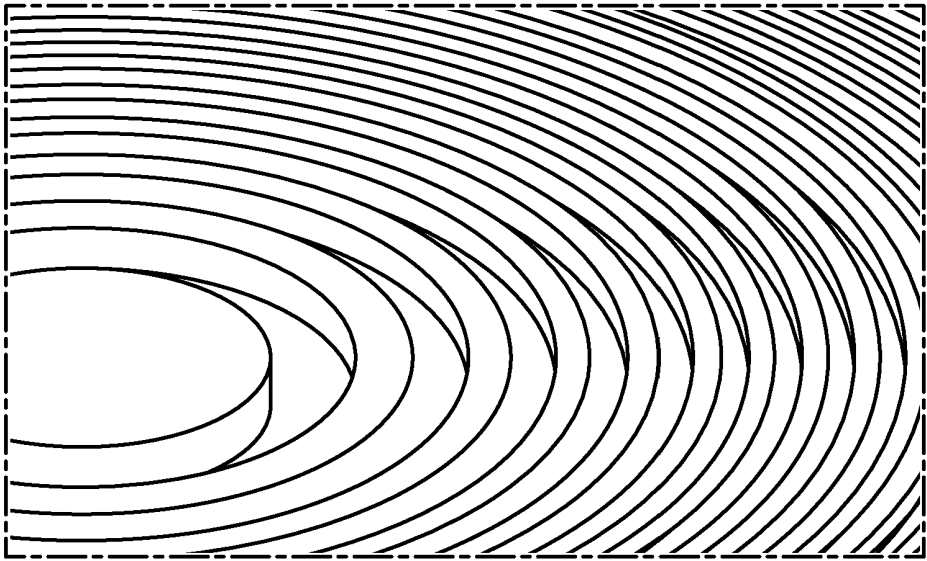


FIG. 8A

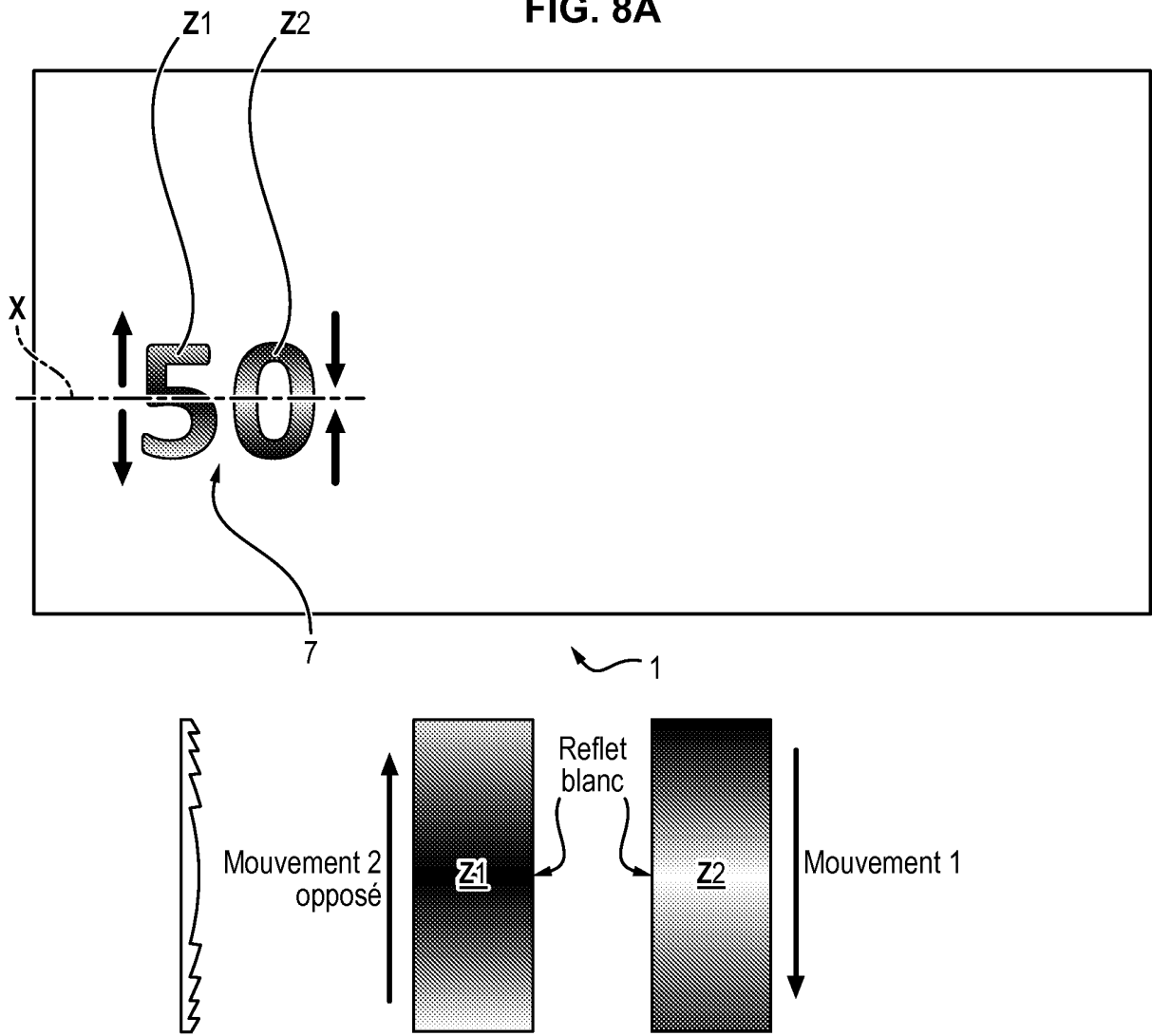


FIG. 8B

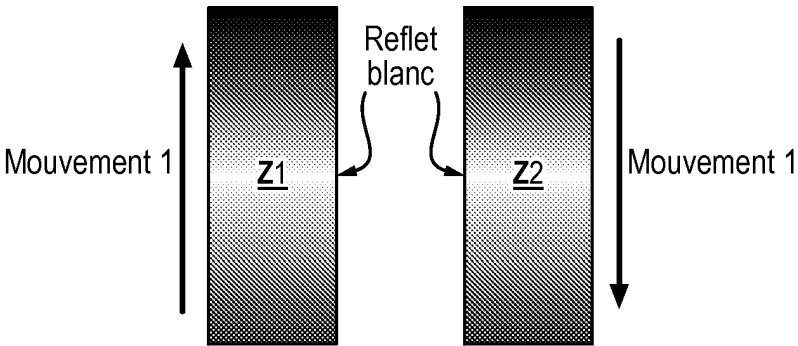
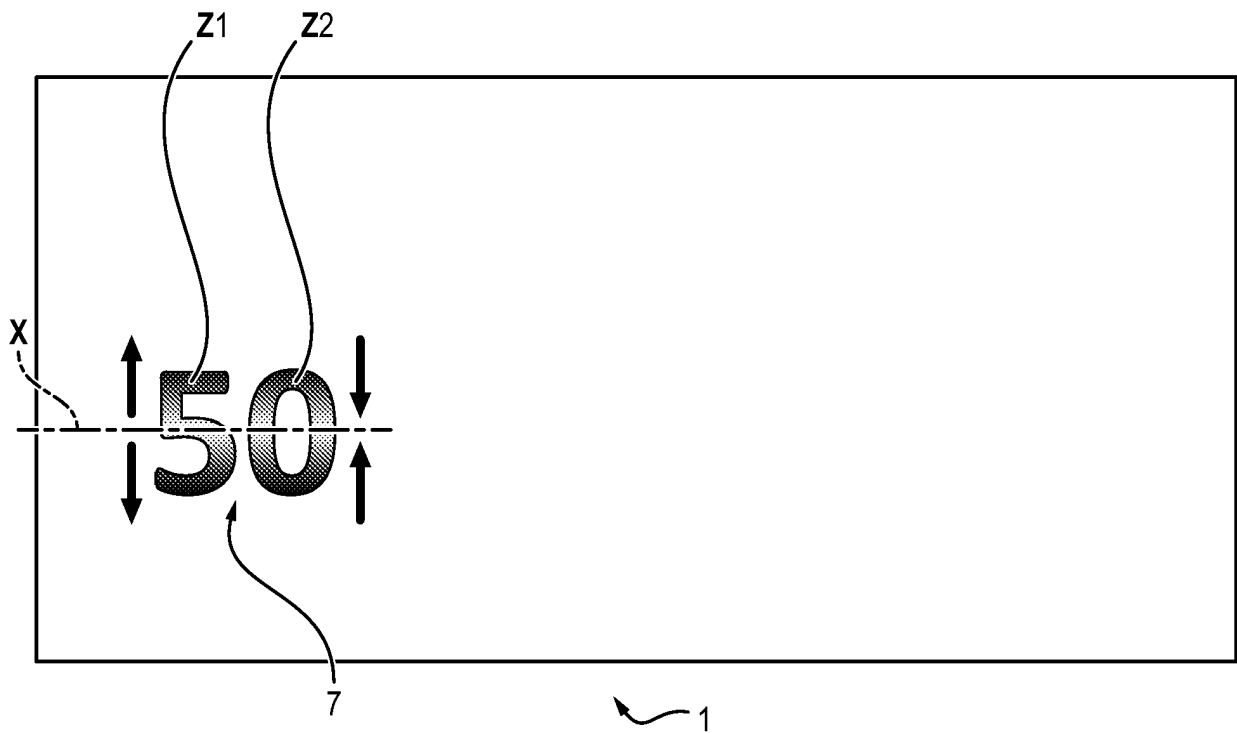


FIG. 9B

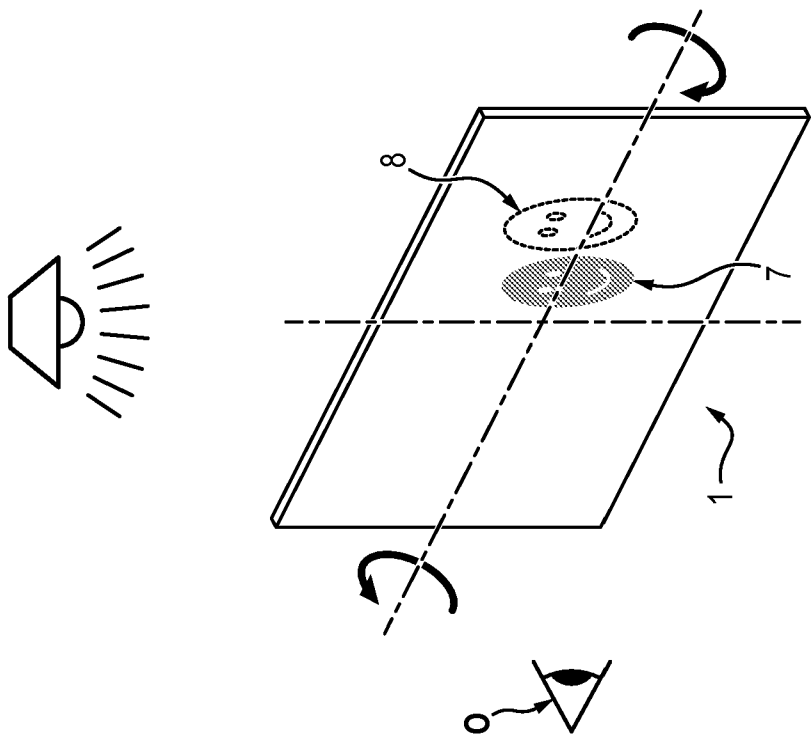


FIG. 9A

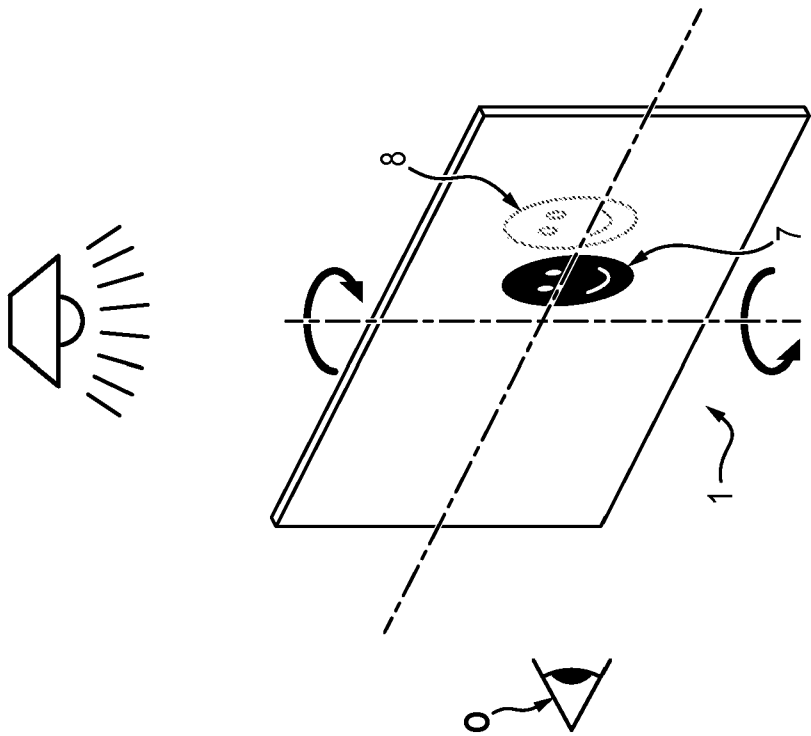


FIG. 10

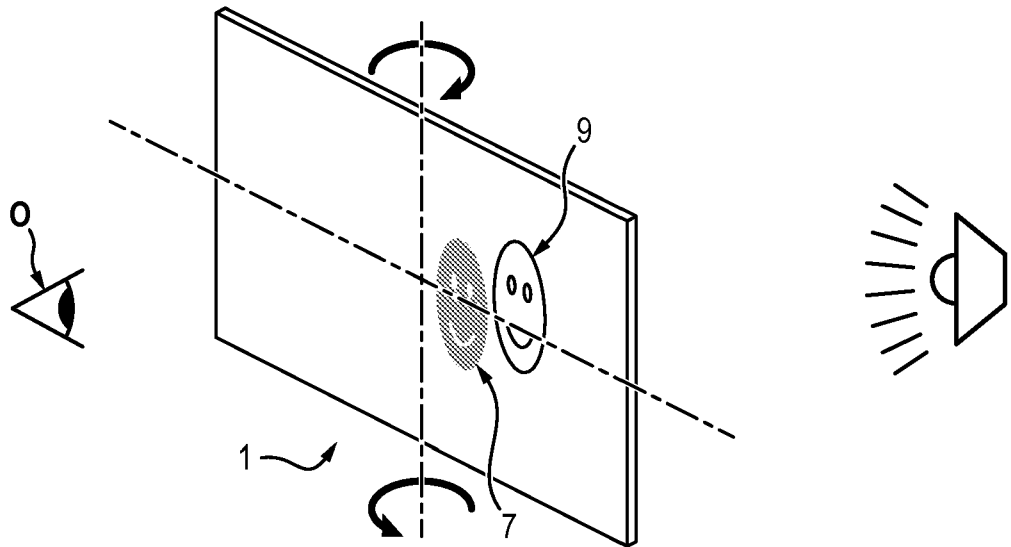


FIG. 11

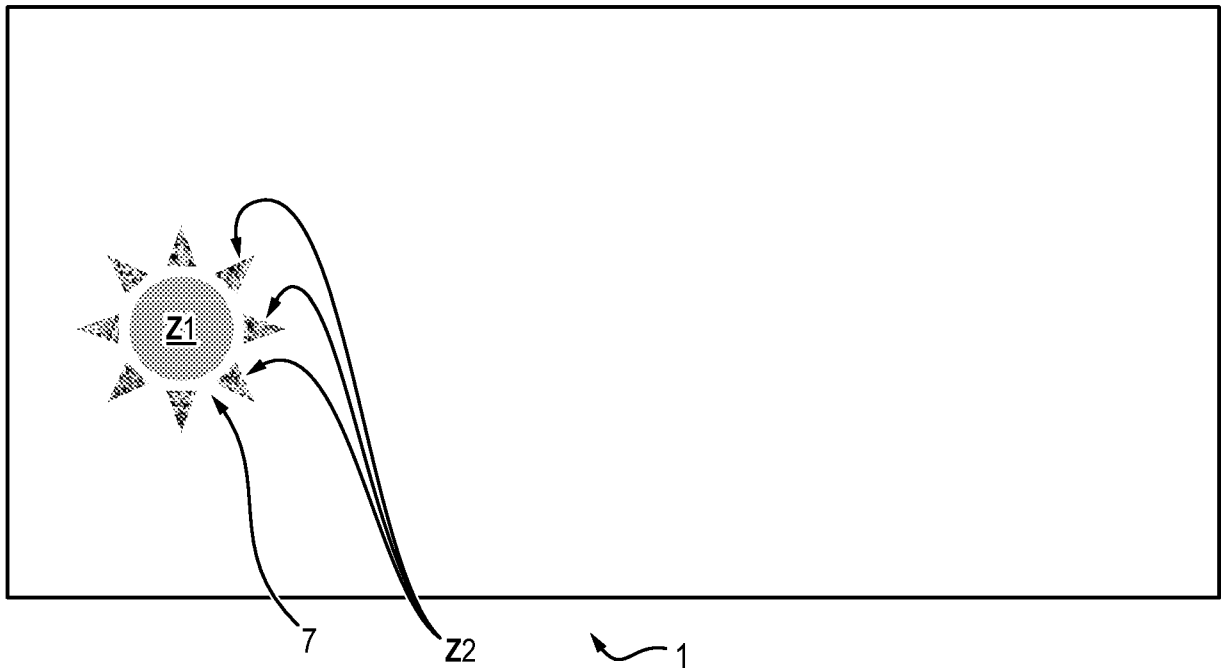


FIG. 12

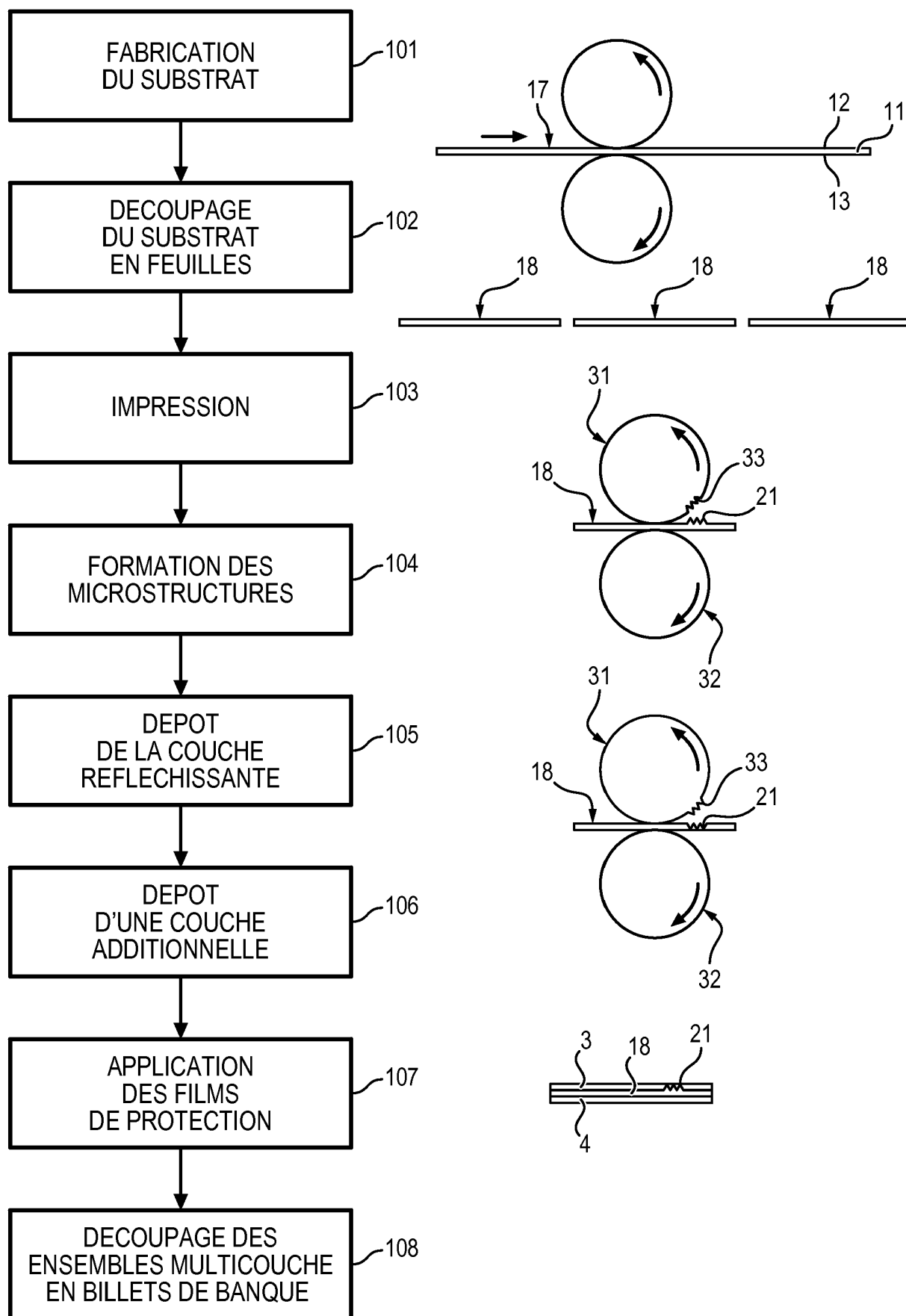


FIG. 13

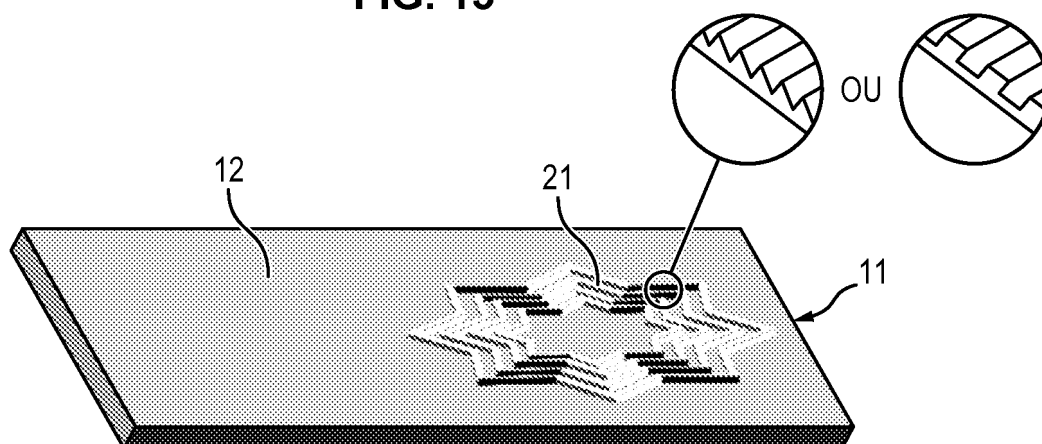


FIG. 14

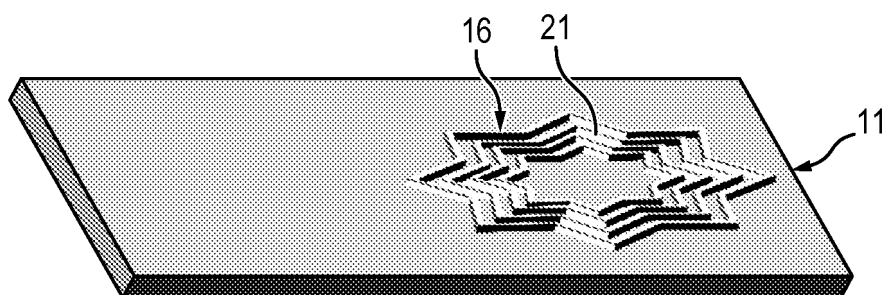


FIG. 15

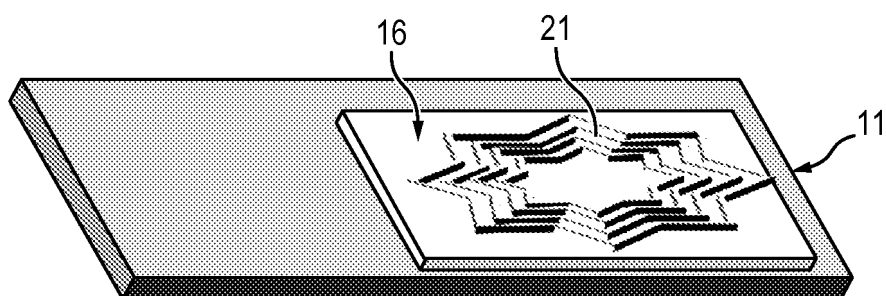


FIG. 16

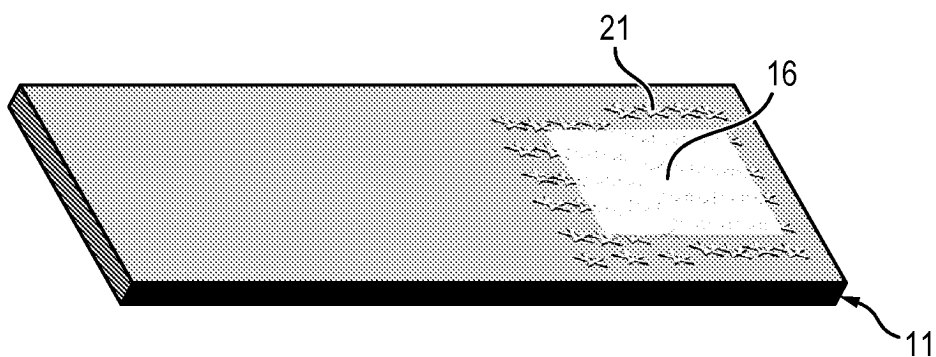


FIG. 17

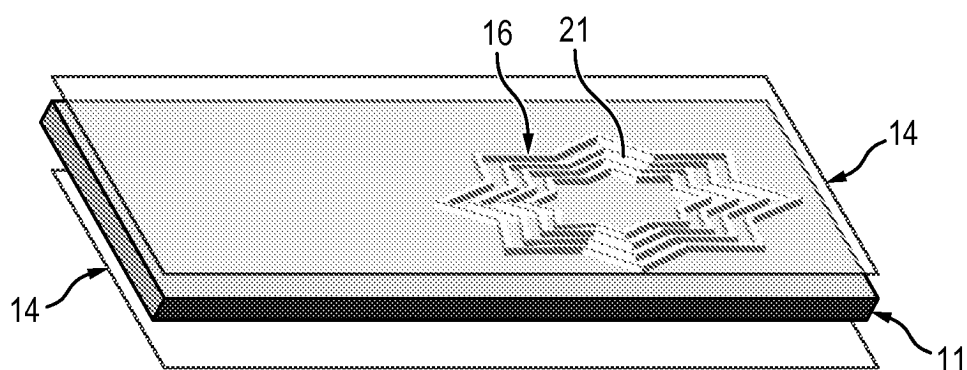
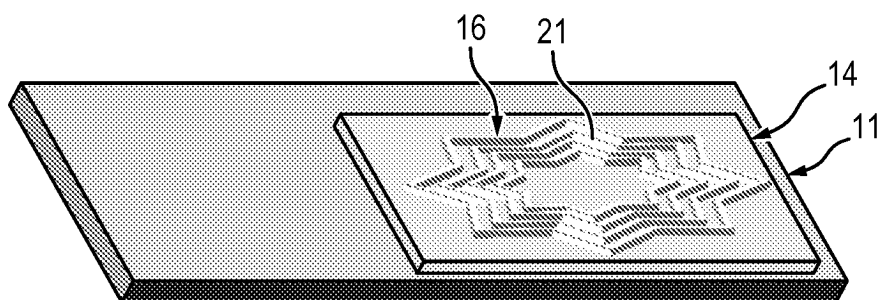


FIG. 18



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- FR 2991627 [0015]
- GB 2566975 A [0021]