

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

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

3 105 045

②① N° d'enregistrement national : **19 15197**

⑤① Int Cl⁸ : **B 23 K 26/362 (2019.12)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ GRAVURE DE SUBSTRAT REVETU.

②② Date de dépôt : 20.12.19.

③③ 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 : 12.08.22 Bulletin 22/32.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE
SAS — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *LAUDEREAU Jean-Baptiste et
COSTANTINI Daniele.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE SAS.*

⑦④ Mandataire(s) : *SAINT-GOBAIN RECHERCHE.*

FR 3 105 045 - B1



Description

Titre de l'invention : GRAVURE DE SUBSTRAT REVETU

[0001] La présente invention est relative au domaine de la gravure de revêtement déposé sur un substrat.

ART ANTÉRIEUR

[0002] Actuellement, il est connu d'utiliser des lasers dans le cadre de procédés verriers afin de faire du traitement thermique de revêtement. Dans ce cas, un ou des faisceaux lasers sont utilisés pour former une ligne permettant de traiter thermiquement un substrat. Il est également connu d'utiliser un laser pour faire de la gravure de substrat notamment pour faire du marquage. Dans ce cas, un faisceau laser est focalisé sur le substrat pour le graver. Cette gravure peut être utilisée dans le cadre d'une identification.

[0003] Il existe aussi une autre application pour la gravure laser dans le domaine des substrats verriers. Cette application concerne la gravure de revêtements métalliques pour des applications de transmissions de signaux. En effet, les revêtements comprenant une superposition de couche notamment métallique agissent comme des boucliers empêchant la bonne circulation des signaux radioélectriques. Or, ces signaux radioélectriques sont devenus très populaires car ils permettent de transporter une quantité élevée d'informations comme du divertissement mais aussi des contenus utiles comme la navigation ou les télécommunications.

[0004] Il devient donc nécessaire de faire en sorte que les substrats verriers ne fassent pas obstacle à la transmission de données via des signaux radioélectriques pour cela, une solution consiste à diminuer l'effet bouclier des revêtements métalliques. Cette diminution est obtenue par gravure laser. Cette gravure laser consiste à graver localement le revêtement pour diminuer l'effet bouclier.

[0005] Or, aujourd'hui, il est nécessaire de trouver un procédé permettant de traiter un substrat revêtu avec une cadence industrielle

Résumé de l'invention

[0006] La présente invention se propose donc de résoudre ces inconvénients en fournissant un procédé de gravure permettant de graver le revêtement d'un substrat selon un motif défini de manière efficace.

[0007] Pour cela, l'invention consiste en un procédé de gravure d'un motif sur un revêtement déposé sur un substrat, ledit substrat défilant à une vitesse V_3 , ledit motif étant réalisé par une unité de traitement générant un faisceau laser sous forme d'un point de gravure apte à se déplacer selon la direction de défilement avec une amplitude A_1 à une vitesse V_1 supérieure à V_3 sur au moins une portion de ligne et selon une direction orthogonale à la direction de défilement avec une amplitude A_2 à une vitesse

V2 sur au moins une portion de ligne. Ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

- [0008] - Graver un premier trait p_1 d'une longueur l_1 entre un point de départ de gravure PD_1 et un point d'arrivée de gravure PA_1 ;
- [0009] - Réaliser au moins une gravure d'un autre trait (n), cette gravure consistant à :
 - [0010] o Déplacer le faisceau du point d'arrivée de gravure PA_i vers un point de départ de gravure PD_{i+1} , ledit point de départ de gravure PD_{i+1} étant décalé du point d'arrivée de gravure PA_n d'une distance dx selon la direction de défilement et d'une distance dy selon une direction orthogonale à la direction de défilement ;
 - [0011] o Graver un trait $i+1$ d'une longueur l_1 entre ledit point de départ de gravure PD_{i+1} et un point d'arrivée de gravure PA_{i+1} ;
- [0012] - Déplacer le faisceau du point de gravure du point d'arrivée de gravure PA_{i+x} vers le point d'arrivée de gravure PA_1 .
- [0013] Selon un exemple, les traits du motif sont gravés suivant la même direction de l'amont du substrat vers l'aval ou inversement.
- [0014] Selon un exemple, le déplacement du faisceau du point d'arrivée de gravure PA_i vers un point de départ de gravure PD_{i+1} est obtenu par un déplacement selon la direction de défilement et un déplacement selon une direction orthogonale à la direction de défilement.
- [0015] Selon un exemple, les traits du motif sont alternativement gravés suivant la direction de l'amont du substrat vers l'aval ou inversement.
- [0016] Selon un exemple, le déplacement du faisceau du point d'arrivée de gravure PA_i vers un point de départ de gravure PD_{i+1} consiste en un déplacement selon une direction orthogonale à la direction de défilement, le décalage d'une distance dx étant obtenu par défilement du substrat.
- [0017] L'invention concerne aussi un procédé de gravure d'un revêtement déposé sur un substrat, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
 - [0018] - Se munir d'un substrat revêtu et le faire défiler à une vitesse V_3 ;
 - [0019] - Réaliser un premier motif M_1 en utilisant le procédé selon le procédé de gravure d'un motif de l'invention, le premier motif ayant un premier trait p_1 d'une longueur l_1 entre un point de départ de gravure PD_1 et un point d'arrivée de gravure PA_1 .
 - [0020] - Répéter l'étape de réalisation d'un motif M_i de sorte que le point de départ de gravure PD_i du premier trait n_1 du motif suivant coïncide avec le point d'arrivée de gravure PA_i du premier trait du motif précédent.
 - [0021] L'invention concerne aussi un procédé de gravure d'un revêtement déposé sur un substrat, ledit substrat défilant à une vitesse V_3 , ledit motif étant réalisé par une unité de traitement générant un faisceau laser sous forme d'un point de gravure apte à se déplacer selon la direction de défilement avec une amplitude A_1 à une vitesse V_1 et selon une direction orthogonale à la direction de défilement avec une amplitude A_2 à

une vitesse V_2 , Ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- [0022] - Se munir d'un substrat revêtu et le faire défiler à une vitesse V_3 ;
- [0023] - Réaliser une gravure d'une portion p_j d'une longueur l_1 entre un point de départ de gravure (P_{dj}) et un point d'arrivée de gravure P_{aj} , la vitesse et l'angle de déplacement du point de gravure permettant d'obtenir une première portion rectiligne et perpendiculaire à la direction de déplacement ;
- [0024] - Opérer au moins une fois la séquence consistant à :
- [0025] Réaliser une étape de mise en place dans laquelle le point de gravure est positionné au point de départ de gravure P_{dj+1} de la portion p_{j+1} suivante à graver ;
- [0026] Réaliser la gravure de ladite portion suivante p_{j+1} d'une longueur l_1 entre le point de départ de gravure P_{dj+1} et un point d'arrivée de gravure P_{aj+1} , la vitesse et l'angle de déplacement du point de gravure permettant à ladite portion suivante p_{j+1} d'être parallèle à la portion p_j précédente.
- [0027] Selon un exemple, ledit revêtement est traité pour être gravé selon la direction de défilement par le procédé de gravure d'un revêtement selon l'invention et/ou être gravé selon une direction orthogonale à la direction de défilement par le procédé de traitement d'un revêtement selon l'invention.
- [0028] Selon un exemple, ledit substrat est divisé en une pluralité de zones s'étendant chacun sur la totalité de la longueur du substrat selon la direction de défilement, ces zones étant parallèles les unes aux autres, le revêtement de chaque zone étant traité en parallèle.
- [0029] Selon un exemple, la gravure selon la direction de défilement de plusieurs zones utilise une unité de traitement apte à générer un nombre de faisceau égal au nombre de zones à traiter et/ou la gravure selon la direction orthogonale à la direction de défilement de plusieurs zones utilise une unité de traitement apte à générer un nombre de faisceau égal au nombre de zones à traiter.
- [0030] Selon un exemple, l'unité de traitement permet à chaque faisceau de se déplacer à la surface du substrat, selon la direction de défilement et/ou la direction orthogonale à la direction de défilement, à une vitesse supérieure à 1.5 m/s, préférentiellement supérieure à 10 m/s, plus préférentiellement supérieure à 20 m/s.
- [0031] Selon un exemple, le rapport des vitesses entre la vitesse de déplacement V_3 du substrat et la vitesse V_1 , V_2 selon la direction de défilement et/ou la direction orthogonale à la direction de défilement est supérieur à 10, préférentiellement supérieur à 50.
- [0032] Selon un exemple, le périmètre de gravure de chaque unité de traitement a une amplitude A_1 supérieure à 100 mm, préférentiellement supérieure à 150 mm.
- [0033] Selon un exemple, le périmètre de gravure de chaque unité de traitement a une amplitude A_2 supérieur à 100 mm, préférentiellement supérieure à 150 mm.

- [0034] Selon un exemple, le procédé est capable de traiter une zone de largeur supérieure à 1 m, de préférence 1.5m et encore plus de préférence 3m.
- [0035] L'invention concerne en outre un substrat sur lequel un revêtement est déposé, caractérisé en ce que ledit revêtement est traité par le procédé de gravure selon l'invention.
- [0036] Selon un exemple, ledit substrat est du verre.
- [0037] Selon un exemple, ledit substrat est un polymère.
- [0038] Selon un exemple, le revêtement est métallique.

DESCRIPTION DES FIGURES

- [0039] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:
- [0040] -les fig. 1a à 1c sont des représentations schématiques de traitement d'un substrat selon deux directions différentes ;
- [0041] -la fig. 2 est une représentation schématique d'un motif à graver selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- [0042] -les fig. 3 et 4 sont des représentations schématiques de deux cycles d'étapes permettant d'obtenir le motif à graver un premier mode de réalisation de selon l'invention ;
- [0043] -les fig. 5a et 5b sont des représentations schématiques de plusieurs motifs associés selon un premier mode de réalisation de selon l'invention ;
- [0044] -les fig. 6, 7 et 8 sont des représentations schématiques de deux cycles d'étapes permettant d'obtenir un motif à graver un second mode de réalisation de selon l'invention ;
- [0045] -la fig. 9 est une représentation schématique d'un substrat traité selon le premier mode de réalisation de l'invention avec plusieurs zones contiguës ;
- [0046] -la fig. 10 est une représentation schématique d'une alternative de l'unité de traitement ;
- [0047] -la fig. 11 est une représentation schématique d'un substrat traité selon le premier mode de réalisation et le second mode de réalisation selon l'invention ;
- [0048] -les fig. 12 à 14 sont des diagrammes portant sur le nombre de traits réalisables.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

- [0049] Un dispositif de traitement laser 1 comprend des moyens de déplacement 2 permettant le convoyage d'un substrat S comme visible à la figure 1a. Ce substrat S est un substrat du type verrier ou du type polymère, transparent ou non, sur lequel un revêtement est déposé. Ce revêtement est métallique ou non. Ce substrat est, de façon préférée, un substrat de grande taille d'au moins 1.5m de largeur l et 2m de longueur L,

de préférence 3m de large et 6m de long. Ce revêtement comprend au moins une couche d'un matériau métallique.

- [0050] La vitesse de déplacement V3 est d'au moins 3m/min, préférentiellement au moins 5 m/min voire 10 m/min.
- [0051] Le dispositif de traitement laser 1 comprend en outre une unité de traitement 20 pour le traitement de la surface du revêtement. Par traitement de surface, il est entendu des procédés de modification de la matière affectant des profondeurs inférieures à 10% de l'épaisseur du produit traité. De manière non exhaustive, le traitement de surface peut comprendre par exemple de l'ablation, du recuit, du marquage, de la texturation, une réaction chimique.
- [0052] Cette unité de traitement 20 est utilisée pour graver, un motif, localement le revêtement sur une zone Z de largeur lz et de longueur Lz. Idéalement, la largeur lz est égale à la largeur l du substrat et la longueur Lz est égale à la longueur L du substrat.
- [0053] Cette unité de traitement 20 comprend une source laser 22 générant un faisceau primaire F d'énergie E. Le faisceau F a la forme d'un point c'est-à-dire que sa surface est inférieure à $31000\mu\text{m}^2$ et/ou que sa forme est à symétrie cylindrique. Le faisceau laser F fournie a un diamètre d et une cadence de répétition r tel que deux impulsions successives se recouvrent sur au moins une portion de leur surface. Le faisceau F passe au travers d'un élément de balayage 25 permettant au faisceau laser de se déplacer sur le substrat à traiter à au moins une vitesse V1 supérieure à la vitesse V3. L'élément de balayage 25 est conçu pour permettre audit faisceau de se déplacer dans une direction parallèle à la direction de défilement et dans une direction orthogonale à la direction de défilement. L'élément de balayage 25 permet une amplitude A1 du faisceau selon la direction de défilement selon une vitesse V1 et une amplitude A2 du faisceau selon une direction orthogonale à la direction de défilement selon une vitesse V2, les vitesses V1 et V2 peuvent être égales ou non ou variables ou constantes. par exemple, ces vitesses sont supérieures à 1.5 m/s, préférentiellement supérieures à 10 m/s, plus préférentiellement supérieures à 20 m/s et les amplitudes A1 et A2 sont supérieures à 100 mm, préférentiellement supérieures à 150 mm
- [0054] Selon l'invention, l'élément de balayage 25 est utilisé pour traiter un revêtement sur un substrat S.
- [0055] Dans un premier mode de réalisation, l'élément de balayage 25 permet de traiter le substrat S selon la direction de défilement comme visible à la figure 1b. Pour cela, le premier mode de réalisation consiste à réaliser un motif M qui est répété pour obtenir le traitement de la zone Z à traiter. L'élément de balayage 25 est alors utilisé pour réaliser un procédé de gravure d'un motif. Ce motif M comprend une pluralité de traits n comme visible en figure 2, les traits n étant espacés d'une distance d_n .
- [0056] Ce procédé de gravure d'un motif M, visible aux figures 3 et 4, comprend une

première étape consistant à réaliser la gravure d'un premier trait n_1 . Ce premier trait n_1 comprend un point de départ PD_1 et un point d'arrivée PA_1 . Ce premier trait présente une longueur l_1 et présente une forme f_1 . Cette forme est préférentiellement rectiligne, parallèle à la direction de défilement, mais peut aussi être courbe ou ondulée.

- [0057] Une seconde étape consiste à la gravure d'au moins un autre trait n_i . Cet autre trait comprend également un point de départ PD_i et un point d'arrivée PA_i , une longueur l_i et présente une forme f_i . La forme f_i et la longueur l_i est identique à la longueur l_1 et à la forme f_1 du premier trait.
- [0058] Cette seconde étape de gravure d'un trait n_i est réalisée en opérant des sous étapes.
- [0059] Une première sous-étape consiste à déplacer le faisceau du point d'arrivée de gravure PA_{i-1} vers le point de départ de gravure PD_i à une vitesse V_1, V_2 , ledit point de départ de gravure PD_i étant décalé du point d'arrivée de gravure PA_{i-1} d'une distance dx selon la direction de défilement et d'une distance dy selon une direction orthogonale à la direction de défilement. Ainsi, la gravure d'un trait autre que le premier trait n_1 , par exemple un second trait n_2 , consiste à déplacer le faisceau laser du point d'arrivée PA_1 vers le point de départ PD_2 , ce point PD_2 étant décalé suivant la direction de défilement et suivant la direction orthogonale à ladite direction de défilement par rapport au point d'arrivée PA_1 .
- [0060] Une seconde sous étape consiste à graver le trait n_i d'une longueur l_i entre ledit point de départ de gravure PD_i et un point d'arrivée de gravure PA_i .
- [0061] Cette seconde étape est répétée une pluralité de fois permettant de réaliser le motif M aux n traits.
- [0062] Cette seconde étape est réalisable de plusieurs façons différentes. Ces façons concernent les déplacements opérés pour réaliser le décalage et la gravure. Ce déplacement peut être opéré de manière rectiligne ou courbée et peut être associé à une gravure ou non.
- [0063] Dans une première façon visible à la figure 3, les traits de gravure du motif M sont réalisés de sorte que les points d'arrivée PA_i soient tous situés en amont du substrat par rapport aux points de départ PD_i . Dans ces cas-là, la gravure consiste en un déplacement de l'aval vers l'amont.
- [0064] Selon cette première façon, le décalage entre ledit point de départ de gravure PD_i et le point d'arrivée de gravure PA_i se fait par un déplacement d'une distance dx selon la direction de défilement et par un déplacement d'une distance dy selon une direction orthogonale à la direction de défilement.
- [0065] Préférentiellement, le point de départ de gravure PD_i se trouve en amont par rapport au point de départ de gravure PD_{i-1} . Ainsi le point de départ PD_i est décalé d'une distance dx du point de départ PD_{i-1} .
- [0066] Dans une seconde façon visible à la figure 4, les traits n de gravure du motif M sont

réalisés de sorte à avoir une alternance dans la direction amont-aval de gravure. On comprend ainsi que lorsque la gravure d'un trait n_i se fait de l'aval vers l'amont, la gravure du trait n_{i+1} se fait via un déplacement de l'amont vers l'aval et inversement. Par conséquent, les points de gravure situés en amont du substrat consistent en une alternance de points d'arrivée PA et de points de départ PD, et inversement pour les points de gravure situés en aval.

[0067] Cette façon permet avantageusement de limiter les déplacements nécessaires entre les points d'arrivée n_i et les points de départ n_{i+1} . Dans cet exemple, il peut être intéressant d'utiliser une vitesse de balayage différente selon que l'on va de l'aval vers l'amont ou de l'amont vers l'aval. Par exemple utiliser une vitesse $V_{2a} = V_2 - V_3$ lorsqu'on va de l'aval vers l'amont et une vitesse $V_{2b} = V_2 + V_3$ lorsqu'on va de l'amont vers l'aval. Ce faisant, le point laser se déplace toujours à la même vitesse relativement au substrat en défilement à la vitesse V_3 . Cela permet de garantir un traitement homogène quel que soit le sens de gravure.

[0068] En effet, dans le cas illustré sur la figure 3, le chemin parcouru par le point laser à nombre de traits n identique est plus long que dans le cas illustré en figure 4 car le point doit toujours revenir vers l'aval entre un trait n_i et un trait n_{i+1} . La gravure du motif M est donc plus longue, ce qui limite la vitesse de défilement maximale autorisée pour le substrat. Le cas illustré sur la figure 4 permet avantageusement de réduire le temps de trajet et de simplifier la consigne envoyée au modules de balayage.

[0069] Une troisième étape du procédé de gravure du motif M consiste à commander le dispositif laser pour que le faisceau se déplace du point de gravure du point d'arrivée de gravure PA_{n+x} du dernier trait n_x vers le point d'arrivée PA_1 de gravure du premier trait n_1 .

[0070] On comprendra que la gravure peut être, également, opérée pendant le déplacement entre le point d'arrivée PA_{i-1} du trait n_{i-1} et le point de départ PD_i du trait n_i . On obtient le motif de la figure 5b.

[0071] Ainsi, le procédé de traitement d'un revêtement déposé sur un substrat comprend différentes étapes consistant à réaliser une succession de motif M_i comme visible à la figure 5a.

[0072] Une première étape de ce procédé de traitement d'un revêtement consiste à se munir d'un substrat revêtu et le faire défiler à une vitesse V_3 .

[0073] Une seconde étape consiste à réaliser un premier motif M_1 en utilisant le procédé de gravure du motif M expliqué précédemment. Le premier motif M_1 a un premier trait rectiligne n_1 d'une longueur l_1 entre un point de départ de gravure PD_1 et un point d'arrivée de gravure PA_1 .

[0074] Une troisième étape consiste à répéter l'étape de réalisation d'un motif M . ainsi, cette troisième étape consiste à répéter la gravure du motif M de sorte que le point de départ

de gravure PD1 du premier trait n1 du motif M_{i+1} coïncide sensiblement avec le point d'arrivée de gravure PA1 premier trait du motif M_i . On comprendra donc que le point de départ de gravure PD1 du premier trait du motif M_{i+1} et le point d'arrivée de gravure PA1 premier trait du motif M_i sont considérés comme coïncident si la distance entre eux est inférieure à deux fois la taille du point, de préférence à la taille du point ou si elle est inférieure au pas de 1mm.

- [0075] Cet agencement des motifs M permet ainsi une relative continuité des traits n des différents motifs entre eux pour réaliser une gravure sur la longueur du substrat, ou, à défaut de continuité réelle, cet agencement permet à quelqu'un regardant le produit à plus d'un mètre de distance de ne pas voir de discontinuité.
- [0076] Le nombre de traits n réalisables pour un motif M dépend de la vitesse de défilement, du dispositif laser et du motif M en lui-même. En effet, il y a deux données invariables qui sont la vitesse de défilement et les amplitudes A1, A2 de l'élément de balayage. Or, le faisceau laser doit pouvoir se déplacer, pour chaque motif, du point de gravure du point d'arrivée de gravure PA $_{i+x}$ du dernier trait nx vers le point d'arrivée PA1 de gravure du premier trait n1 avant que ce dernier ne soit sorti du champ A1, A2 de l'élément de balayage.
- [0077] Or, le nombre de trait n selon une direction orthogonale à la direction de défilement dépend de l'écartement entre les traits qui est égal à la distance dy.
- [0078] Concernant l'amplitude A1, il est nécessaire que le temps pris par le point pour graver X traits n et revenir au point d'arrivée PA1 du trait n1 du motif M_{i-1} précédent soit inférieur au temps mis par le substrat pour parcourir l1. Il est impossible de graver des lignes de l'amont vers l'aval dont la longueur l1 est supérieure à A1.
- [0079] De plus, le nombre de trait pouvant être gravées est inférieure à l'amplitude A2 divisée par le pas d_c entre deux traits plus 1 = $A2/d_c + 1$
- [0080] La vitesse de balayage et la longueur l1 du trait sont également des paramètres à prendre en compte.
- [0081] Plus la vitesse de balayage est élevée et plus le faisceau couvre de distance en un temps donné. Or, l'augmentation de la distance couverte permet, en un temps défini, de réaliser plus de traits.
- [0082] De même, la longueur du trait a son importance sur le nombre de trait possible. Effectivement, si la longueur du trait augmente alors, pour une vitesse de balayage donnée et un temps défini, plus de traits peuvent être réalisés, dans la mesure où le point se déplace plus vite que le substrat.
- [0083] Après analyse, deux diagrammes, visibles aux figures 12 et 13, sont réalisés sur le nombre de lignes possibles en fonction du rapport entre la vitesse de balayage (notée V) et la vitesse de défilement (notée v) (figure 5) ou en fonction de la longueur du trait gravé pour différentes valeurs de ce rapport (figure 6). Ces diagrammes sont réalisés

pour un écartement entre deux traits de 3mm et une amplitude a_1 , a_2 de 150mm.

- [0084] Ces diagrammes montrent que plus le rapport entre la vitesse de balayage et la vitesse de défilement augmente et plus le nombre N de traits par motif M augmente. Par ailleurs, il est constaté qu'avec la variation de la longueur t_1 du trait, il existe une limite au-delà de laquelle il y a saturation c'est à dire qu'il n'est plus possible d'augmenter le nombre de lignes.
- [0085] La figure 14 montre une courbe du nombre de trait en fonction de la longueur du trait avec une courbe 1 pour un substrat verre de 3m de large et une vitesse de défilement de 10m/min et une courbe 2 pour un substrat plastique de 1.5m de large et une vitesse de défilement de 20m/min. Si la longueur du trait augmente alors la distance à parcourir par le faisceau pour graver un trait et se déplacer vers la position de départ de la gravure du trait suivant est aussi susceptible d'augmenter. Si la ou les vitesses de balayage V_1 , V_2 sont plus grandes que celle de défilement V_3 du substrat S , le balayage peut alors potentiellement prendre suffisamment d'avance sur le substrat pour graver plus de traits, dans la limite de l'amplitude a_1 du périmètre.
- [0086] Dans un exemple de réalisation de l'invention, les moyens de balayage sont tels que la vitesse de balayage est comprise entre 1.5 et 30m/s, que la longueur du trait varie entre 10 et 50mm et que le ratio entre la vitesse de balayage et la vitesse de défilement est comprise d'au moins 10, de préférence 20 et encore plus de préférence 50. Cela permet d'avoir un dispositif de traitement qui traite entre 3 et 10m² par minutes.
- [0087] Dans un exemple particulier, avec un laser développant une énergie de 600 μ J sur un revêtement comprenant un empilement muni de deux couches à base d'argent sur un substrat verre d'une largeur de 3m défilant à 10m/min, le revêtement nécessitant une énergie de 4 μ J pour être gravé, il est possible d'obtenir, pour une vitesse de déplacement du bloc optique de 20m/s sur une amplitude a_1 , a_2 de 150mm une grille de 3mm de côté, chaque bloc optique dans lequel un faisceau laser entre étant apte à générer 8 lignes parallèles. Dans ce cas précis, 7 module de traitement 20 devront être utilisés.
- [0088] Pour un même revêtement sur un substrat plastique ayant une largeur de 1.5m et défilant à 20m/min, l'énergie nécessaire au traitement nécessite 3 μ J, chaque bloc optique dans lequel un faisceau laser entre étant apte à générer 4 lignes parallèles. Dans ce cas précis, 4 module de traitement 20 devront être utilisés.
- [0089] Dans un second mode de réalisation visible à la figure 1c, l'élément de balayage permet de traiter le substrat selon la direction orthogonale à la direction de défilement.
- [0090] Ainsi, le second mode de réalisation concerne un procédé de gravure selon la direction orthogonale à la direction de défilement d'un revêtement déposé sur un substrat défilant à une vitesse V_3 . Le procédé de gravure comprend diverses étapes.
- [0091] La première étape consiste à se munir d'un substrat revêtu et le faire défiler à une

vitesse V_3 .

- [0092] La seconde étape consiste à réaliser une gravure d'une portion p_j d'une longueur L_1 entre un point de départ de gravure (P_{dj}) et un point d'arrivée de gravure (P_{aj}) et de forme f_j . Cette portion est réalisée en déplaçant le faisceau laser avec une vitesse et un angle de déplacement du point de gravure permettant d'obtenir une première portion rectiligne et perpendiculaire à la direction de déplacement.
- [0093] Dans une troisième étape, des portions parallèles sont réalisées. Pour cela, une séquence est répétée, la séquence comprend diverses sous-étapes permettant de passer d'une portion p_j à une portion p_{j+1} .
- [0094] Une première sous-étape consiste à réaliser une étape de mise en place. Cette mise en étape consiste à positionner le faisceau laser au point de départ de gravure P_{dj+1} de la portion p_{j+1} suivante à graver. Pour cela, plusieurs solutions sont envisagées.
- [0095] Une première solution, visible à la figure 6, consiste à déplacer le faisceau laser selon la direction de défilement et selon la direction orthogonale à la direction de défilement pour atteindre le point de départ de gravure P_{dj+1} de la portion p_{j+1} . Dans ce cas, les points de départ P_d de chaque portion p se trouvent tous du même côté du substrat.
- [0096] Une seconde solution, visible à la figure 7, consiste à déplacer le faisceau laser selon la direction de défilement pour atteindre le point de départ de gravure P_{dj+1} de la portion p_{j+1} . Dans ce cas, les points de départ P_d de chaque portion p ne se trouvent tous du même côté du substrat. Il y a, au niveau d'un côté du substrat, une alternance de points de départ P_d et de points d'arrivée P_a .
- [0097] Une troisième solution consiste à utiliser le défilement du substrat comme moyen pour opérer le déplacement selon la direction de défilement. Il suffit donc de laisser le faisceau au point d'arrivée de gravure P_{aj} et d'attendre.
- [0098] Une seconde sous-étape consiste à réaliser la gravure de ladite portion suivante p_{j+1} d'une longueur L_1 entre le point de départ de gravure P_{dj+1} et un point d'arrivée de gravure P_{aj+1} . Pour cela, le faisceau laser est déplacée avec une vitesse et un angle de déplacement du point de gravure permettant à ladite portion suivante p_{j+1} d'être parallèle à la portion p_i précédente.
- [0099] Dans le cas de la première solution, le déplacement du faisceau lors de la gravure de la portion p_{j+1} est identique à celui utilisé pour graver la portion p_i .
- [0100] Dans le cas de la seconde ou de la troisième solution pour le déplacement pour atteindre le point de départ de gravure P_{dj+1} , le déplacement du faisceau lors de la gravure de la portion p_{j+1} est le symétrique du déplacement effectué lors de la gravure de la portion p_j par rapport à un axe parallèle à la direction de défilement. Ainsi la vitesse et l'angle de déplacement du point de gravure permettent d'obtenir une portion rectiligne et perpendiculaire à la direction de déplacement et sont identiques mais la direction différente gauche-droite/droite-gauche.

- [0101] Dans ce second mode de réalisation, il est possible que les traitements de deux zones Z contiguës selon la largeur du substrat S soient tels que les motifs M de ces deux zones Z se complètent. Par exemple, dans le cas où le motif est tel que les portions ne sont pas gravées orthogonalement à la direction de défilement pour obtenir des portions obliques, les motifs de deux zones Z contiguës peuvent être réalisés pour former, au final, un losange comme visible à la figure 8.
- [0102] Dans une variante visible aux figures 9 et 10, on constate que dans le cas du premier mode de réalisation et du second mode de réalisation, le procédé décrit permet de traiter le revêtement sur une zone du substrat, traits selon la direction de défilement pour le premier mode et traits orthogonaux à la direction de défilement pour le second mode. Or, cette zone ne s'étend pas sur toute la largeur du substrat. Par conséquent, pour traiter tout le substrat, une multitude d'unités de traitement 20 installées en parallèle sont utilisées. Dans ce cas-là, l'unité de traitement 20 génère cette multitude de faisceaux par une source laser générant le faisceau primaire F couplée à un diviseur 24 permettant de générer cette pluralité de faisceaux secondaires, ces faisceaux secondaires sont couplés à un élément de balayage 25 permettant de se déplacer selon une amplitude A1 dans la direction de défilement et selon une amplitude A2 dans une direction orthogonale à la direction de défilement comme visible à la figure 10.
- [0103] Dans une autre variante, le dispositif de traitement laser est agencé pour permettre le traitement d'un revêtement sur un substrat pour graver des traits selon la direction de défilement utilisant le procédé du premier mode de réalisation et des traits orthogonaux à la direction de défilement utilisant le procédé du second mode de réalisation. Cette variante permet avantageusement de graver un quadrillage sur ledit revêtement comme visible à la figure 11.
- [0104] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.
- [0105] En effet, dans le premier mode de réalisation, il existe un décalage selon la direction de défilement entre chaque trait d'un même motif. Ainsi, pour le premier motif gravé, il existe le risque que le début du substrat ne soit pas gravé équitablement sur sa largeur. Pour compenser, il est envisageable que le processus de gravure soit lancé de sorte que le point de départ du dernier trait du premier motif soit situé sur le bord du substrat.
- [0106] Il est possible de graver les traits en diagonal ou ondulés et d'éviter ce problème en décalant légèrement le point de départ Pd1 du motif Mn+1 ou Mi+1 (selon la direction) afin de s'assurer que les lignes s'intersectent quelque part. Il est possible de poursuivre la gravure pendant le déplacement dx, dy entre le point d'arrivée Pa et le point de départ Pd suivant.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de gravure d'un motif sur un revêtement déposé sur un substrat, ledit substrat défilant à une vitesse ($V3$), ledit motif étant réalisé par une unité de traitement (20) générant un faisceau laser (F) sous forme d'un point de gravure apte à se déplacer selon la direction de défilement avec une amplitude ($A1$) à une vitesse ($V1$) supérieure à la vitesse ($V3$) sur au moins une portion de ligne et selon une direction orthogonale à la direction de défilement avec une amplitude ($A2$) à une vitesse ($V2$) sur au moins une portion de ligne. Ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- Graver un premier trait ($p1$) d'une longueur ($l1$) entre un point de départ de gravure ($PD1$) et un point d'arrivée de gravure ($PA1$) ;
 - Réaliser au moins une gravure d'un autre trait (n), cette gravure consistant à :
 - o Déplacer le faisceau du point d'arrivée de gravure (PAi) vers un point de départ de gravure ($PDi+1$), ledit point de départ de gravure ($PDi+1$) étant décalé du point d'arrivée de gravure (PAi) d'une distance (dx) selon la direction de défilement et d'une distance (dy) selon une direction orthogonale à la direction de défilement ,
 - o Graver un trait ($ni+1$) d'une longueur ($l1$) entre ledit point de départ de gravure ($PDi+1$) et un point d'arrivée de gravure ($PAi+1$) ;
 - Déplacer le faisceau du point de gravure du point d'arrivée de gravure ($PAi+x$) vers le point d'arrivée de gravure ($PA1$).
- [Revendication 2] Procédé de gravure selon la revendication 1, dans lequel les traits du motif sont gravés suivant la même direction de l'amont du substrat vers l'aval ou inversement.
- [Revendication 3] Procédé de gravure selon la revendication 2, dans lequel le déplacement du faisceau du point d'arrivée de gravure (PAi) vers un point de départ de gravure ($PDi+1$) est obtenu par un déplacement selon la direction de défilement et un déplacement selon une direction orthogonale à la direction de défilement.
- [Revendication 4] Procédé de gravure selon la revendication 1, dans lequel les traits du motif sont alternativement gravés suivant la direction de l'amont du substrat vers l'aval ou inversement.
- [Revendication 5] Procédé de gravure d'un revêtement sur un substrat selon la revendication 4, dans lequel le déplacement du faisceau du point d'arrivée de gravure (PAi) vers un point de départ de gravure ($PDi+1$) consiste en un

déplacement selon une direction orthogonale à la direction de défilement, le décalage d'une distance dx étant obtenu par défilement du substrat.

[Revendication 6]

. Procédé de gravure d'un revêtement déposé sur un substrat, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- Se munir d'un substrat revêtu et le faire défiler à une vitesse ($V3$) ;
- Réaliser un premier motif ($M1$) en utilisant le procédé selon l'une des revendications précédentes, le premier motif ayant un premier trait ($p1$) d'une longueur $l1$ entre un point de départ de gravure ($PD1$) et un point d'arrivée de gravure ($PA1$).
- Répéter l'étape de réalisation d'un motif (Mi) de sorte que le point de départ de gravure (PDi) du premier trait ($n1$) du motif suivant coïncide avec le point d'arrivée de gravure (PAi) du premier trait du motif précédent.

[Revendication 7]

Procédé de gravure d'un revêtement déposé sur un substrat, ledit substrat défilant à une vitesse ($V3$), ledit traitement étant réalisé par une unité de traitement générant un faisceau laser sous forme d'un point de gravure apte à se déplacer selon la direction de défilement avec une amplitude ($A1$) à une vitesse ($V1$) et selon une direction orthogonale à la direction de défilement avec une amplitude ($A2$) à une vitesse ($V2$), Ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- Se munir d'un substrat revêtu et le faire défiler à une vitesse ($V3$) ;
- Réaliser une gravure d'une portion (pj) d'une longueur $l1$ entre un point de départ de gravure (Pdj) et un point d'arrivée de gravure (Paj), la vitesse et l'angle de déplacement du point de gravure permettant d'obtenir une première portion rectiligne et perpendiculaire à la direction de déplacement ;

- Opérer au moins une fois la séquence consistant à :

Réaliser une étape de mise en place dans laquelle le point de gravure est positionné au point de départ de gravure ($Pdj+1$) de la portion ($pj+1$) suivante à graver ;

Réaliser la gravure de ladite portion suivante ($pj+1$) d'une longueur $l1$ entre le point de départ de gravure ($Pdj+1$) et un point d'arrivée de gravure ($Paj+1$), la vitesse et l'angle de déplacement du point de gravure permettant à ladite portion suivante ($pj+1$) d'être parallèle à la portion (pj) précédente.

[Revendication 8]

Procédé de traitement d'un substrat sur lequel un revêtement est déposé, ledit substrat défilant à une vitesse ($V3$), caractérisé en ce que ledit re-

- vêtement est traité pour être gravé selon la direction de défilement par le procédé de gravure d'un revêtement selon la revendication 6 et/ou être gravé selon une direction orthogonale à la direction de défilement par le procédé de gravure d'un revêtement selon la revendication 7.
- [Revendication 9] Procédé de traitement d'un substrat selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit substrat est divisé en une pluralité de zones s'étendant chacun sur la totalité de la longueur du substrat selon la direction de défilement, ces zones étant parallèles les unes aux autres, le revêtement de chaque zone étant traité en parallèle.
- [Revendication 10] Procédé de traitement d'un substrat selon la revendication 9, caractérisé en ce que la gravure selon la direction de défilement de plusieurs zones utilise une unité de traitement apte à générer un nombre de faisceau égal au nombre de zones à traiter et/ou la gravure selon la direction orthogonale à la direction de défilement de plusieurs zones utilise une unité de traitement apte à générer un nombre de faisceau égal au nombre de zones à traiter.
- [Revendication 11] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité de traitement (20) permet à chaque faisceau de se déplacer à la surface du substrat, selon la direction de défilement et/ou la direction orthogonale à la direction de défilement, à une vitesse supérieure à 1.5 m/s, préférentiellement supérieure à 10 m/s, plus préférentiellement supérieure à 20 m/s.
- [Revendication 12] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le rapport des vitesses entre la vitesse de déplacement (V_3) du substrat et la vitesse (V_1 , V_2) selon la direction de défilement et/ou la direction orthogonale à la direction de défilement est supérieur à 10, préférentiellement supérieur à 50.
- [Revendication 13] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le périmètre de gravure de chaque unité de traitement (20) a une amplitude (a_1) supérieure à 100 mm, préférentiellement supérieure à 150 mm.
- [Revendication 14] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 dans lequel le périmètre de gravure de chaque unité de traitement (20) a une amplitude (a_2) supérieur à 100 mm, préférentiellement supérieure à 150 mm.
- [Revendication 15] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, capable de traiter une zone de largeur supérieure à 1 m, de préférence 1.5m et encore plus de préférence 3m.
- [Revendication 16] Substrat sur lequel un revêtement est déposé, caractérisé en ce que ledit

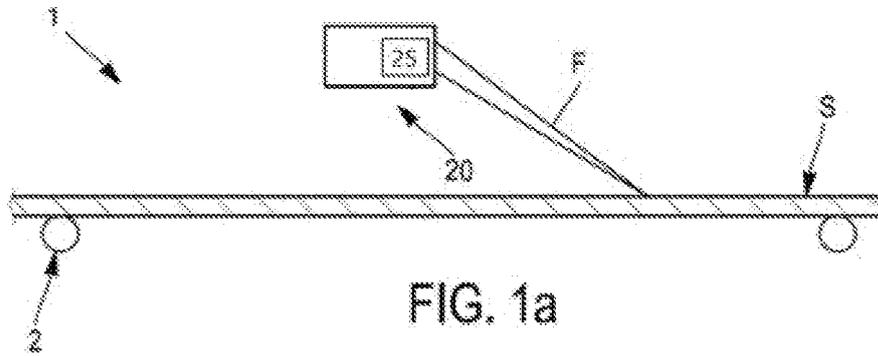
revêtement est traité par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

[Revendication 17] Substrat selon la revendication 16, dans lequel ledit substrat est du verre.

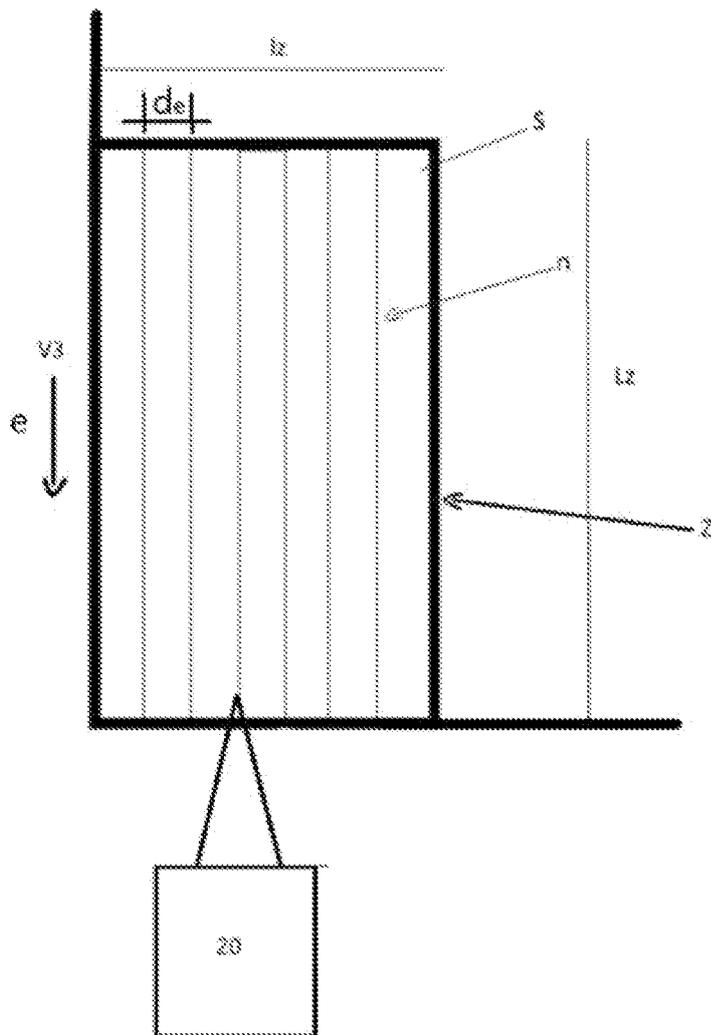
[Revendication 18] Substrat selon la revendication 16, dans lequel ledit substrat est un polymère.

[Revendication 19] Substrat selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel le revêtement est métallique.

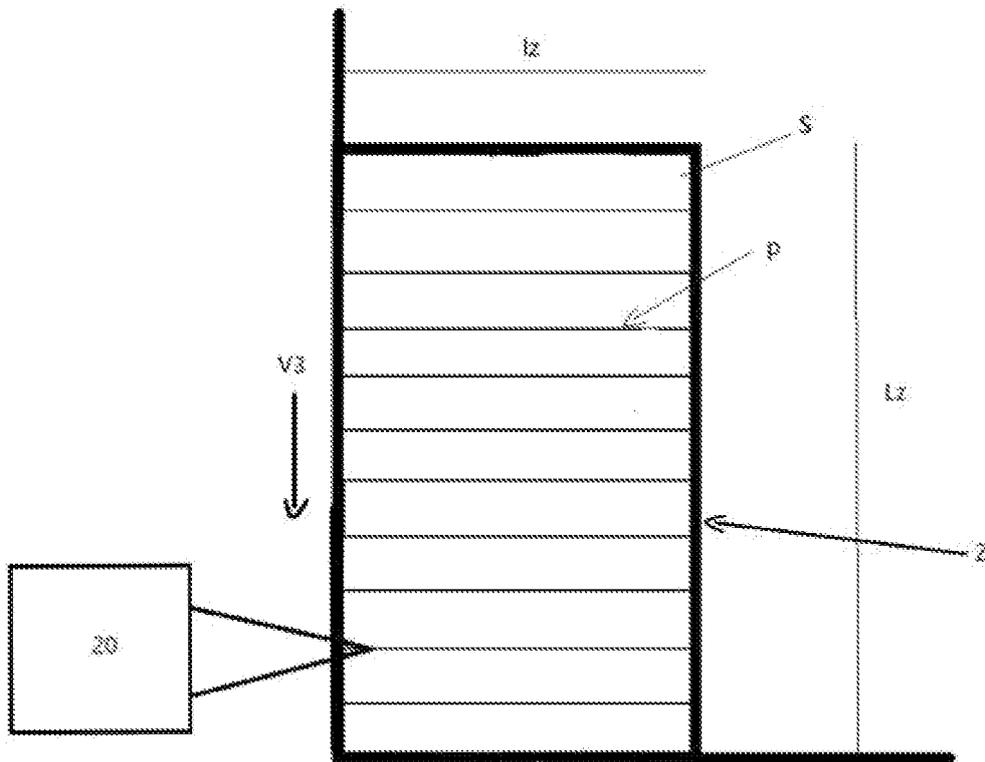
[Fig. 1a]



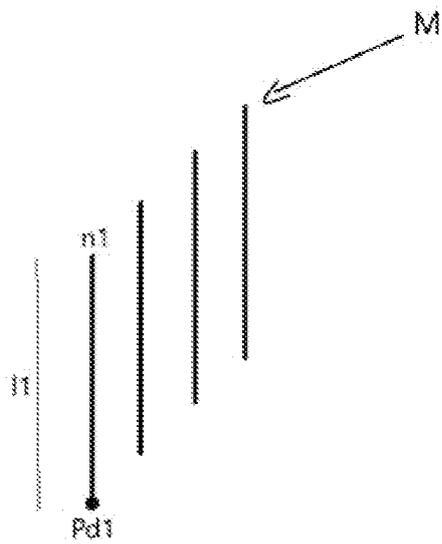
[Fig. 1b]



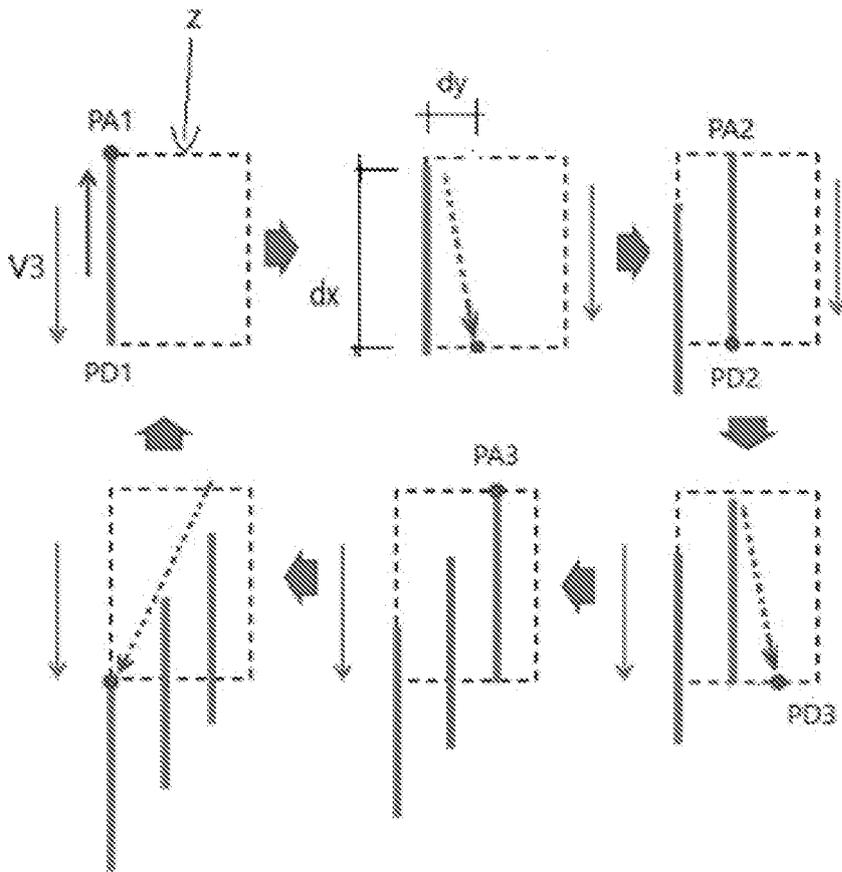
[Fig. 1c]



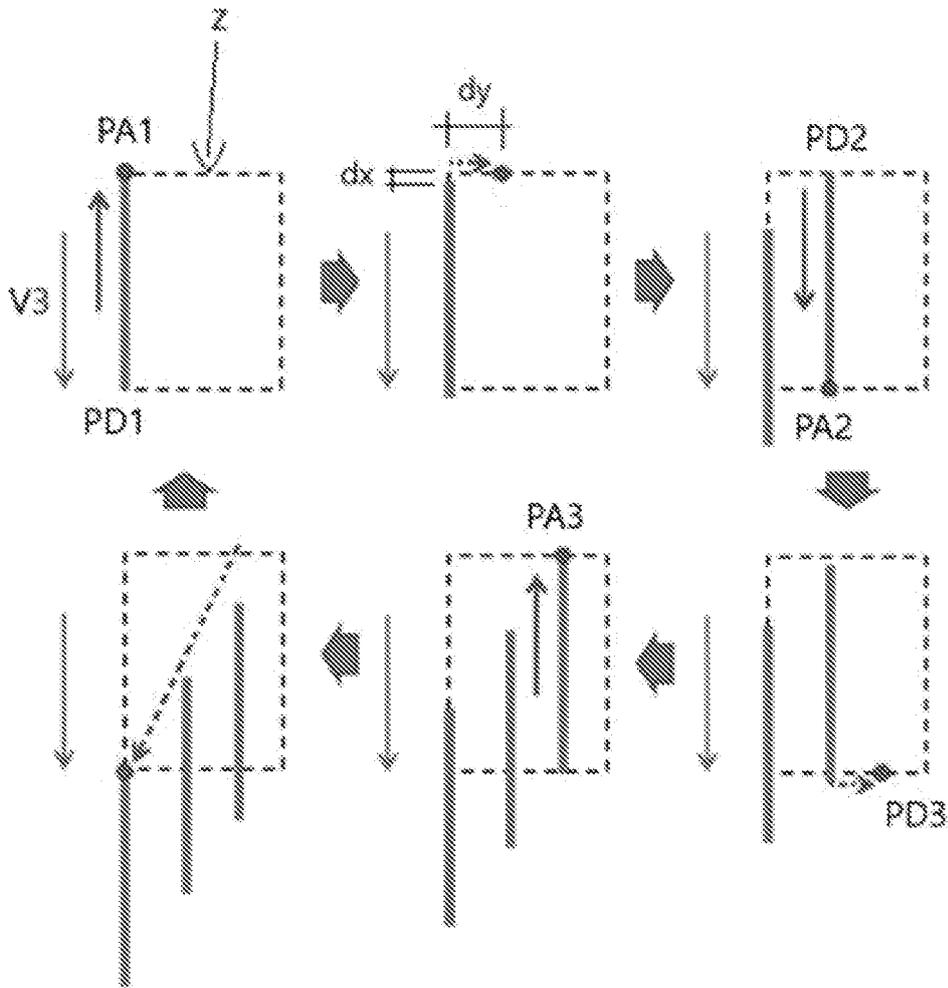
[Fig. 2]



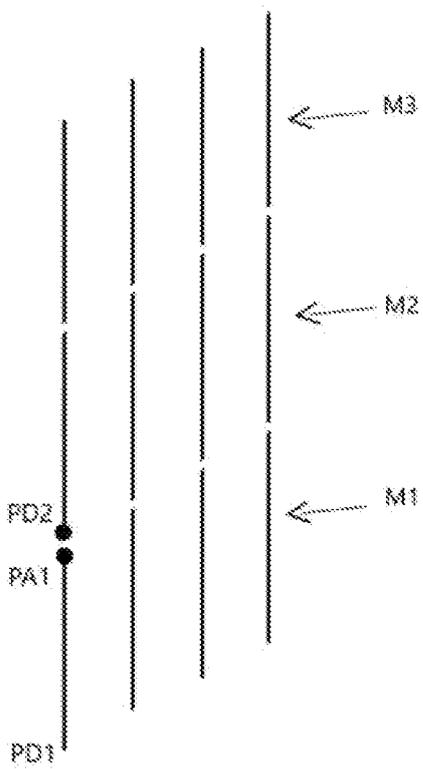
[Fig. 3]



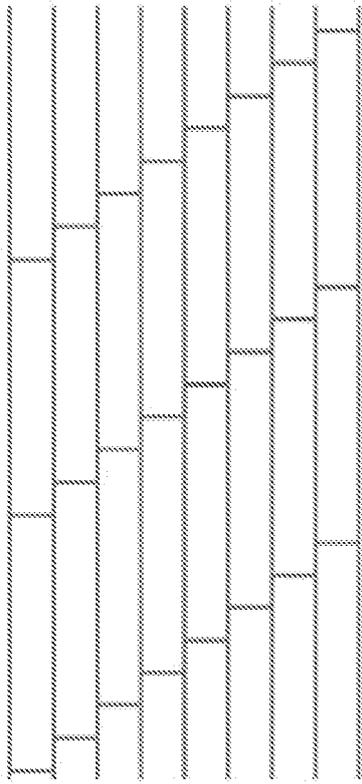
[Fig. 4]



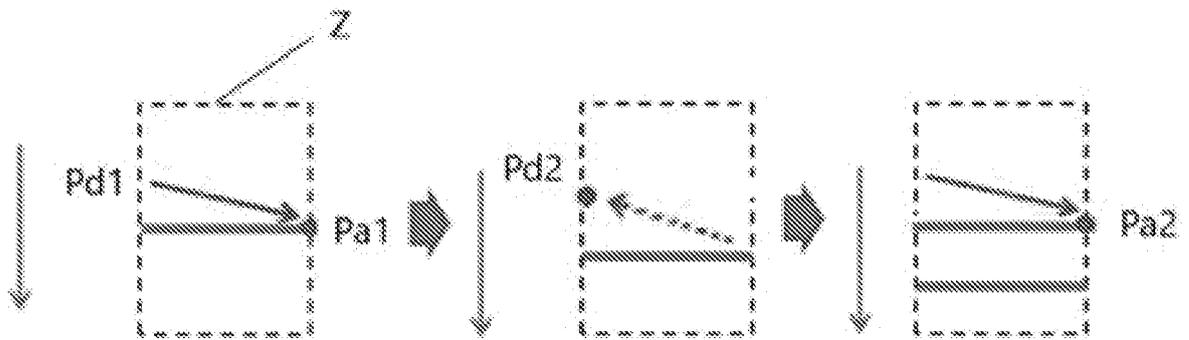
[Fig. 5a]



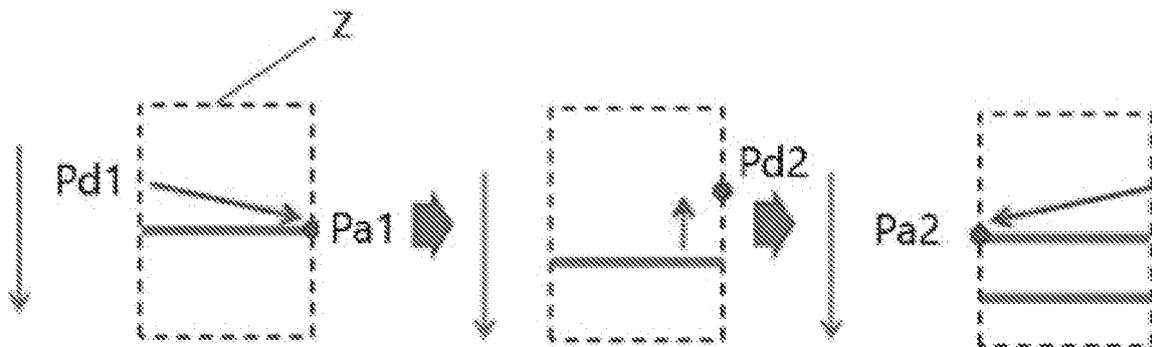
[Fig. 5b]



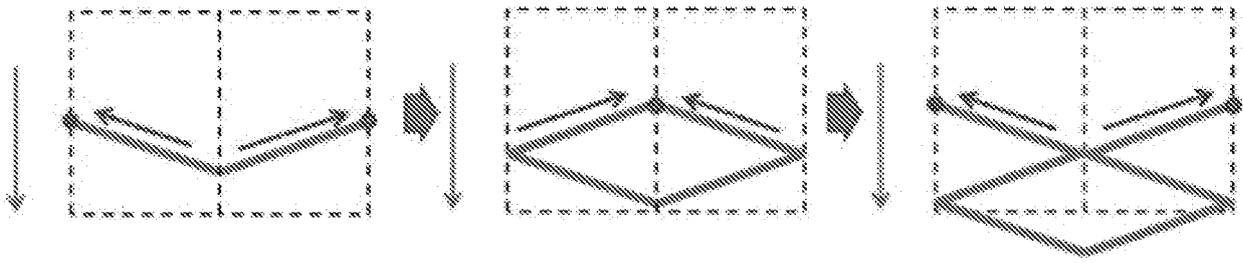
[Fig. 6]



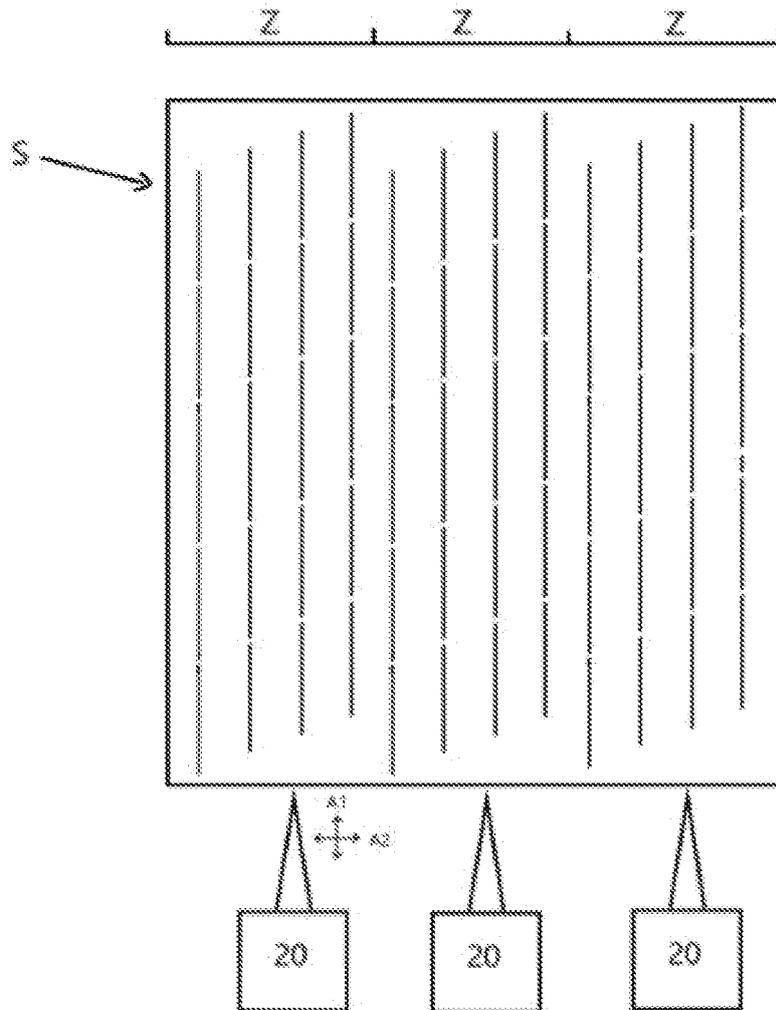
[Fig. 7]



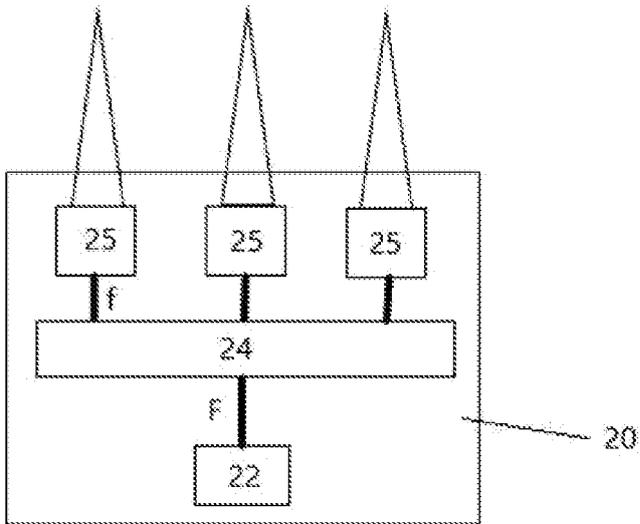
[Fig. 8]



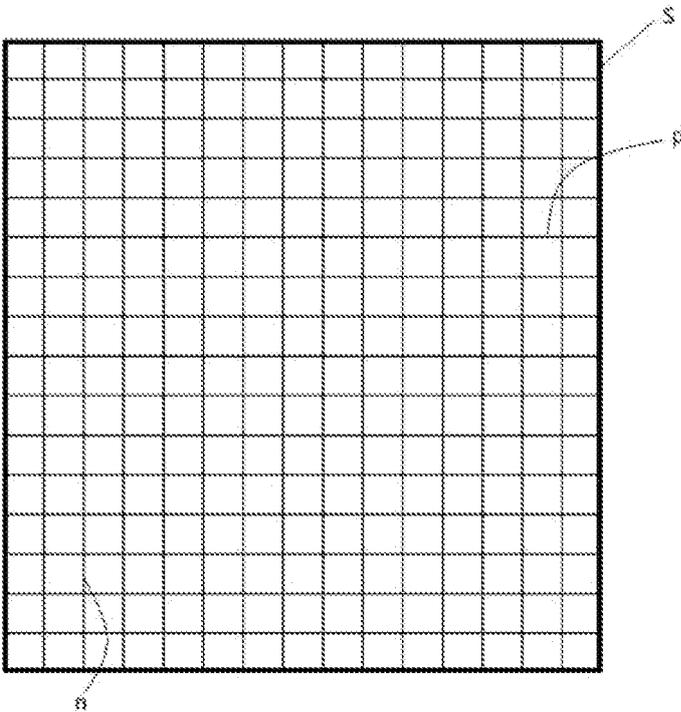
[Fig. 9]



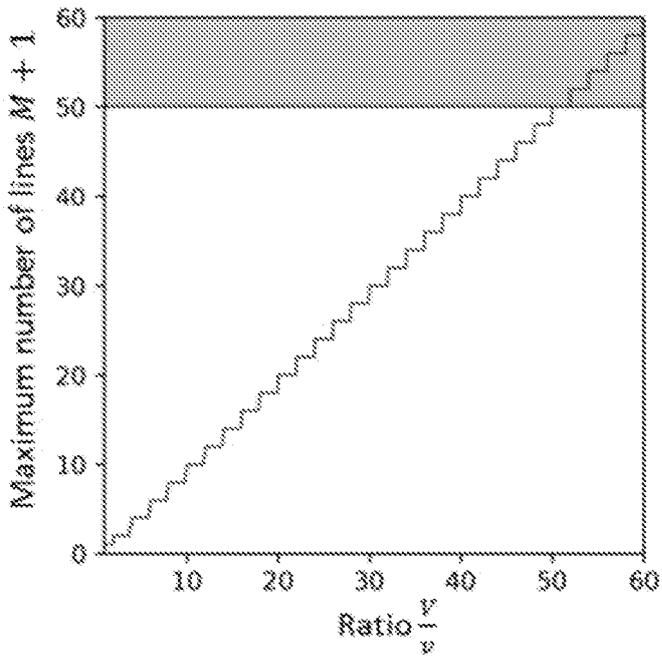
[Fig. 10]



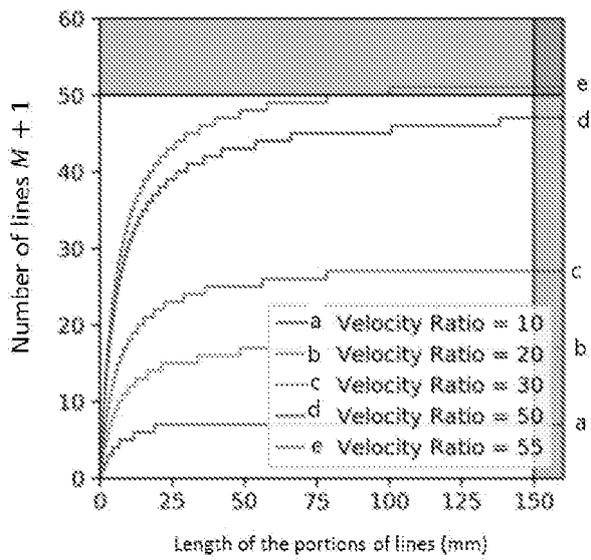
[Fig. 11]



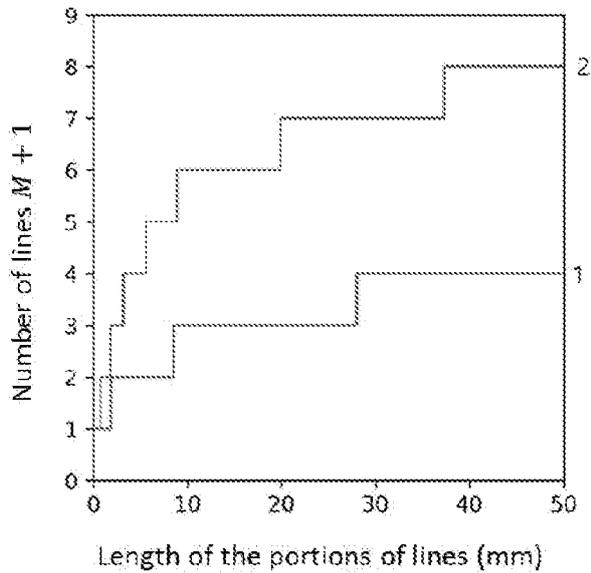
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



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**

US 2009/266804 A1 (D. J. COSTIN ET AL)
29 octobre 2009 (2009-10-29)

US 2015/290740 A1 (L.-Y. YEH)
15 octobre 2015 (2015-10-15)

US 2014/059878 A1 (M. BILAINE ET AL)
6 mars 2014 (2014-03-06)

DE 10 2014 014889 A1 (BORAIDENT GMBH)
14 avril 2016 (2016-04-14)

**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