

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/285671 A1

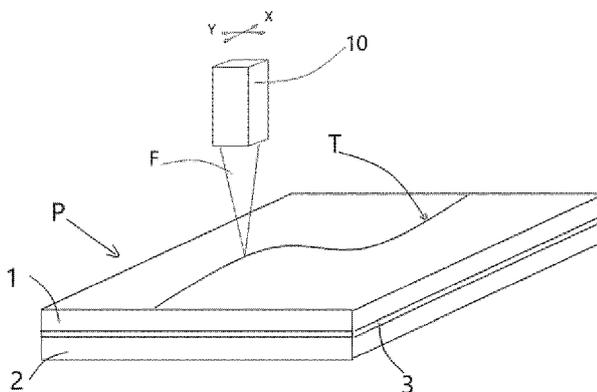
(43) Date de la publication internationale
19 janvier 2023 (19.01.2023)

- (51) Classification internationale des brevets :
C03B 33/02 (2006.01) *C03B 33/033* (2006.01)
B23K 26/53 (2014.01) *C03B 33/07* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2022/069896
- (22) Date de dépôt international :
15 juillet 2022 (15.07.2022)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
2107696 16 juillet 2021 (16.07.2021) FR
- (71) Déposant : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]
; Tour Saint-Gobain, 12 Place de l'Iris, 92400 COURBE-
VOIE (FR).
- (72) Inventeurs : OZANAM, Cécile ; 23 bis Rue des Prés,
91120 PALAISEAU (FR). BIGOURDAN, Florian ; 34
Boulevard Saint-Marcel, 75005 PARIS (FR).
- (74) Mandataire : SAINT-GOBAIN RECHERCHE ; Dé-
partement Propriété Industrielle, 39 Quai Lucien Lefranc,
93300 AUBERVILLIERS (FR).
- (81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: METHOD FOR CUTTING A PANEL MADE OF LAMINATED GLASS

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉCOUPAGE D'UN PANNEAU DE VERRE FEUILLETÉ

[Fig 6]



(57) Abstract: The present invention relates to a method for separating a panel made of laminated glass, said laminated glass panel comprising at least one film and at least two sheets of glass with the film being interposed between said glass panels, comprising the step of: - weakening the mechanical properties of the laminated glass panel using the energy of a laser beam at least along at least one predetermined separation line, by guiding the laser beam along the separation line, said separation line separating the panel into at least two pieces, characterised in that a laser device is used to provide the laser beam, said laser device being configured to provide a Bessel laser beam with a wavelength to which the glass panels and the interposed film are transparent, wherein the length of the laser beam is at least equal to the thickness of the laminated glass panel and the ratio of the scanning speed to operating frequency is a value between two and six times the diameter of the central lobe of the Bessel beam.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de séparation d'un panneau en verre feuilleté, le panneau en verre feuilleté comprenant au moins un film et au moins deux feuilles de verre, le film étant intercalé entre les panneaux de verre, comprenant l'étape : -affaiblissement des propriétés mécaniques du panneau en verre feuilleté avec l'énergie d'un faisceau laser au moins le long d'au moins une ligne de séparation prédéterminée par le guidage du faisceau laser le long de la ligne de séparation, ladite ligne de séparation séparant le panneau en au moins deux morceaux, caractérisé en ce qu'un dispositif laser est utilisé pour fournir le faisceau laser, ledit dispositif laser étant agencé pour fournir un faisceau laser de type Bessel avec une longueur d'onde pour laquelle les panneaux en verre



WO 2023/285671 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

et l'intercalaire sont transparents, dont la longueur est au moins égale à l'épaisseur du panneau en verre feuilleté et dont le rapport entre la vitesse de balayage et la fréquence de travail présente une valeur comprise entre deux et six fois le diamètre du lobe centrale du faisceau de Bessel.

Description

Titre : Procédé de découpage d'un panneau de verre feuilleté

5 La présente invention concerne un procédé et un dispositif permettant le découpage du verre et notamment des panneaux de verre feuilleté.

Art antérieur

10 Il est connu des procédés et dispositifs pour découper des feuilles de verre, notamment des feuilles simples. Pour se faire, la feuille de verre est placée sur une table de découpe puis un outil de découpe vient tracer un trait de découpe. Ce trait de découpe est utilisé pour fragiliser la structure de la feuille de verre. Ensuite, un outil de séparation est utilisé pour séparer la feuille de verre en morceaux.

15 Si le procédé de rompage des feuilles de verre simple est connu, il existe un besoin pour le rompage de panneaux de verre feuilleté. Un tel panneau de verre feuilleté comprend une première feuille de verre, une seconde feuille de verre et un film intercalaire agencé entre les deux feuilles de verre.

En effet, il est possible de réaliser des panneaux de verre feuilleté en découpant
20 séparément deux feuilles simples puis en les assemblant avec un film intercalaire. Néanmoins, cette pratique nécessite d'avoir une découpe précise des deux feuilles de verre et du film intercalaire afin que le panneau résultat soit de bonne qualité.

Une autre solution consiste à réaliser le panneau de verre feuilleté avant de le
25 découper. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir découper directement le panneau en entier.

Une solution connue consiste à utiliser un faisceau laser pour rompre chaque
feuille de verre alternativement. Cela nécessite donc la réalisation de deux traits de
découpe et des manipulations du panneau de verre feuilleté afin de parvenir à la
découpe dudit panneau.

30 Il existe donc un besoin pour un procédé de rompage d'un panneau de verre feuilleté qui soit rapide et efficace

Résumé de l'invention

La présente invention cherche à résoudre les problèmes de l'art antérieur en fournissant un procédé de découpe d'un panneau de verre feuilleté simplifié par rapport au procédé de l'art antérieur.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de séparation d'un panneau en verre feuilleté, le panneau en verre feuilleté comprenant au moins un film et au moins deux feuilles de verre, le film étant intercalé entre les deux feuilles de verre, comprenant l'étape:

- 10 -affaiblissement des propriétés mécaniques du panneau en verre feuilleté avec l'énergie d'un faisceau laser au moins le long d'au moins une ligne de séparation prédéterminée par le guidage du faisceau laser le long de la ligne de séparation, ladite ligne de séparation séparant le panneau en au moins deux morceaux, caractérisé en ce qu'un dispositif laser est utilisé pour fournir le faisceau laser, ledit
- 15 dispositif laser étant agencé pour fournir un faisceau laser de type Bessel avec une longueur d'onde pour laquelle les feuilles de verre et l'intercalaire sont transparents et dont le rapport entre la vitesse de balayage et la fréquence de travail présente une valeur comprise entre deux et sept fois le diamètre du lobe central du faisceau de Bessel,
- 20 et en ce que l'affaiblissement des propriétés mécaniques du panneau en verre feuilleté est réalisé par une pluralité de passages du faisceau laser le long de ladite au moins une ligne de séparation, le nombre de passages étant au minimum le résultat du rapport entre 0.8 fois l'épaisseur du panneau de verre à découper et la longueur du faisceau L_B , lesdits passages étant réalisés avec des distances entre le dispositif laser
- 25 et le panneau de verre feuilleté différentes permettant de traiter le panneau de verre feuilleté sur au moins 80% de son épaisseur.

Selon un exemple, l'affaiblissement des propriétés mécaniques du panneau en verre feuilleté consiste à créer une série de points d'impact, chaque point permettant d'induire un champ de contraintes localisées dans les feuilles de verre et des micro-canaux dans l'intercalaire, deux points d'impact successifs étant distants d'une

30 distance égale au rapport entre la vitesse de balayage et la fréquence de travail.

Selon un exemple, l'épaisseur du panneau de verre feuilletée est comprise entre 2 et 30mm. De préférence, l'épaisseur du panneau de verre feuilletée est supérieure à 4mm

Selon un exemple, chaque point d'impact est créé par une unique impulsion.

Selon un exemple, chaque point d'impact est créé par un groupe d'au moins deux impulsions.

5 Selon un exemple, chaque impulsion dure entre 0.1 et 100ps, voire entre 0.1 et 10 ps.

Selon un exemple, la cadence entre deux impulsions uniques ou deux groupes d'impulsions est comprise entre 1 et 1000 kHz.

Selon un exemple, le procédé comprend en outre une étape de séparation consistant en l'application d'un effort mécanique.

10 La présente invention concerne en outre un dispositif de séparation d'un panneau de verre feuilleté le long d'au moins une ligne de séparation prédéterminée, ledit panneau de verre feuilleté comprenant au moins un film et au moins deux feuilles de verre, le film étant intercalé entre les panneaux de verre, le panneau de verre feuilleté étant affaibli mécaniquement avec l'énergie d'un faisceau laser au moins le
15 long de la ligne de séparation à l'aide du procédé selon l'invention, ledit dispositif comprenant des moyens de rupture permettant d'exercer un appui mécanique sur la ligne de séparation pour séparer au moins deux morceaux du panneau de verre feuilleté.

20 Selon un exemple, le faisceau laser est généré par un dispositif laser apte à se déplacer selon deux axes orthogonaux.

Selon un exemple, les moyens de rupture comprennent au moins un élément d'appui pour exercer ledit appui mécanique sur la ligne de séparation.

25 Selon un exemple, les moyens de rupture comprennent en outre au moins un élément contrepoids pour exercer un appui sur le panneau de verre feuilleté contraire audit appui mécanique sur la ligne de séparation.

Brève description des figures

30 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 :

- les figures 1 à 2 représentent un panneau de verre feuilleté utilisé pour la présente invention ;

- la figure 3 représente un panneau de verre feuilleté présentant un trait de découpe;

- les figures 4 et 5 représentent un faisceau de Bessel utilisé dans la présente invention;
- la figure 6 représente un panneau de verre feuilleté et un dispositif laser utilisant ledit faisceau de Bessel selon l'invention ;
- 5 - la figure 7 représente un panneau de verre feuilleté en coupe avec le trait de découpe et la bille des moyens de rupture ;
- la figure 8 représente un panneau de verre feuilleté muni d'un trait de découpe composé d'une pluralité de points d'impact ;
- la figure 9 représente une vue en coupe d'un panneau de verre feuilleté
- 10 subissant au moins deux passages du faisceau laser pour son découpage

Description détaillée

Aux figures 1 et 2, un panneau P de verre feuilleté est représenté. Ce panneau
15 de verre feuilleté comprend une première feuille 1 de verre et une seconde feuille 2 de verre. Ce panneau comprend en outre un film intercalaire 3 agencé entre la première feuille de verre et la seconde feuille de verre.

Un tel panneau de verre présente une épaisseur totale comprise entre 2 et
20 30mm. De préférence, l'épaisseur est au moins égale à 4mm, encore plus de préférence strictement supérieure à 4mm.

Ce panneau de verre feuilleté est soumis à un procédé de séparation. Ce
procédé de séparation comprend, en première étape, une étape consistant à se munir
d'un panneau de verre feuilleté. Ce dernier se présente sous la forme d'un panneau
ayant des larges dimensions devant être découpé en au moins deux morceaux.

25 Dans une seconde étape, le panneau P de verre feuilleté est traité pour qu'un trait de découpe T soit réalisé comme visible à la figure 3. Pour cela, le panneau de verre feuilleté est placé sur un support tel qu'une table de découpe. Le panneau de verre P est ainsi posé à plat.

Le trait de découpe T, ou ligne de séparation, est un trait de fragilisation du
30 panneau de verre P afin que ledit panneau puisse être séparé en plusieurs morceaux.

Selon la présente invention, le trait de découpe est réalisé à l'aide d'un dispositif
laser 10 générant un faisceau laser F comme visible en figure 6. Le faisceau laser F
généralisé est tel qu'il permet de réaliser ce trait de découpe T.

Afin de permettre la réalisation d'un tel trait de découpe T, le dispositif laser est conçu, agencé pour mettre en forme le faisceau laser pour obtenir un faisceau de Bessel.

Un tel faisceau F de Bessel, visible à la figure 5, se caractérise par un profil en coupe comprenant un point central Pc et au moins un anneau A ou couronne dont le centre est ledit point central. Ce point central Pc est la zone où l'intensité du faisceau est la plus élevée.

Le faisceau laser utilisé se caractérise également par une longueur d'onde. Plus particulièrement, le dispositif laser est tel qu'il émet dans une gamme de longueur d'onde pour laquelle à la fois le verre et l'intercalaire sont transparents – typiquement dans la gamme du visible ou du proche infrarouge. A ce titre, la longueur d'onde est comprise dans un intervalle de 400 à 1100nm.

Afin de réaliser le trait de découpe T, le faisceau laser est mis en forme pour que sa longueur soit au moins égale à l'épaisseur du panneau. La longueur L_B d'un faisceau de Bessel est représentée à la figure 4

Pour mettre en forme ce faisceau à la longueur souhaitée, un dispositif et des paramètres tel que présents dans l'article Meyer et al. Appl. Phys. Lett. 114, 201105 (2019) sont utilisés.

Cela permet d'avoir un faisceau de Bessel dont la longueur L_B permet de traiter le verre feuilleté sur toute son épaisseur E. Ainsi, les deux feuilles de verre 1, 2 et le film intercalaire 3 sont traités simultanément. Pour cela, il a été déterminé que le faisceau de Bessel doit permettre de traiter le panneau de verre P sur une épaisseur égale à au moins 80% de son épaisseur. Cette valeur de 80% est suffisante car il a été montré que qu'à proximité de cette longueur L_B , la densité de puissance est telle que le substrat traité par ces portions du faisceau sont conformes à ce qui est attendu..

Ledit faisceau présente aussi des caractéristiques de puissance et de fréquence de travail, celle-ci étant caractéristique de la durée entre chaque impulsion. En effet, le faisceau laser comprend une fréquence propre liée à sa longueur d'onde mais également une fréquence de travail. La fréquence de travail est liée au fait que le faisceau laser est pulsé et que les impulsions sont générées avec une certaine fréquence, dite de travail.

Le traitement du faisceau laser consiste à fragiliser ledit panneau de verre feuilleté. Cette fragilisation des deux feuilles de verre et du film intercalaire de façon simultanée consiste à créer une zone dans laquelle la matière des feuilles de verre est

localement modifiée de sorte à induire un champ de contraintes localisé et dans laquelle, l'intercalaire présente des micro-canaux créés sans ablation de matière, ces micro-canaux s'étendant dans la direction de l'épaisseur du film et la matière autour du centre des micro-canaux est vraisemblablement plus dense.

5 Le trait de découpe T est ainsi réalisé ayant un déplacement relatif entre le panneau de verre feuilleté et le faisceau laser afin que ledit trait puisse être réalisée. De préférence, le dispositif laser 10 est monté mobile par rapport au panneau de verre comme visible en figure 6.

10 Selon l'invention, le trait de découpe T est constitué d'une pluralité de point PI, chaque point correspondant à un impact du faisceau laser. La distance d entre chaque point dit point d'impact PI est telle qu'elle permet à chaque point PI de traiter une zone du panneau P sans impacter un point contigu comme visible à la figure 8.

Effectivement, le faisceau laser est tel qu'il permet de créer une contrainte dans chacune des feuilles de verre et des micro canaux dans le film intermédiaire.

15 Or, si deux points d'impact PI_j et PI_{j+1} sont trop proches alors le point d'impact PI_{j+1} présente une influence sur le point d'impact précédent PI_j . Cette influence peut se traduire par le fait que les contraintes induites par l'impact du faisceau sur le point PI_{j+1} entraîne une réduction ou modification des contraintes dues par l'impact du faisceau sur le point PI. Ainsi, il est possible que les micro-canaux créés par l'impact
20 du faisceau sur le point PI_j se referment par l'impact du faisceau sur le point PI_{j+1} . Ainsi, la conséquence serait que l'utilisation du faisceau au point PI_{j+1} rendrait le point PI_j inopérant et donc que le trait de découpe serait inutile.

L'invention se propose donc de définir une distance entre deux points d'impact permettant d'éviter cette problématique.

25 Pour cela, la distance d entre deux points de contact est choisie pour dépendre des dimensions du faisceau laser. Plus particulièrement, le diamètre du faisceau de Bessel et notamment la largeur du lobe central dans la zone de focalisation est utilisée. En effet, le lobe central est la zone la plus énergétique du faisceau c'est-à-dire la zone qui impacte le plus le panneau de verre feuilleté, il s'agit donc de la zone à utiliser
30 comme référence.

Dans ce cas, une distance d'entre deux points d'impact est choisie pour être égale à une valeur comprise entre deux et sept fois ledit diamètre du lobe central P_c .

Pour mettre en œuvre cette distance, deux paramètres du dispositif laser sont pris en compte. Ces paramètres sont la vitesse de déplacement relative entre le panneau de verre P et le dispositif laser 10 et la fréquence de travail.

5 En effet, la vitesse du déplacement relative est représentative de la différence de vitesse de déplacement qu'il peut y avoir entre le panneau de verre posé sur un support et le dispositif laser à savoir que le panneau de verre et/ou le dispositif laser peuvent se déplacer. Cette vitesse de déplacement peut aussi être appelée vitesse de balayage.

10 La fréquence de travail est la fréquence avec laquelle les impulsions sont générées.

Ces deux grandeurs sont donc liées de sorte que la vitesse de balayage et la fréquence de travail permettent de définir le pas maximal entre deux points d'impact. En effet, la fréquence de travail est exprimée en Hertz soit en s^{-1} alors que la vitesse de balayage est exprimé en $m \cdot s^{-1}$ ou $mm \cdot s^{-1}$, le rapport entre les deux permet d'obtenir
15 une valeur en m ou mm.

Dans le cas présent, il est nécessaire que cette valeur de rapport entre la vitesse de balayage et la fréquence de travail soit égale à une valeur comprise entre deux et sept fois ledit diamètre du lobe central. Cela permet de déterminer les valeurs de fréquence et de vitesse de balayage utilisée.

20 La fréquence de travail est comprise entre 1 et 1000kHz.

Le faisceau laser est aussi caractérisé par son énergie par impulsion / groupe d'impulsions. Celle-ci varie de 10 à 2500 μ J, de préférence de 10 à 2000 μ J, et encore plus de préférence de 10 à 1000 μ J.

25 Les impulsions du faisceau laser présente aussi des caractéristiques comme une caractéristique de durée. En effet, la quantité d'énergie dépend de l'intensité de l'impulsion mais aussi de sa durée.

Dans le cadre de la présente invention, les impulsions ont une durée comprise entre 0.1 et 100ps, voire entre 0.1 et 10 ps.

30 Dans une variante, chaque impulsion du faisceau laser est tel qu'il est composé qu'au moins deux sous-impulsions. On comprend par-là que le dispositif laser est tel que chaque impulsion est en réalité un train d'impulsions. Ces impulsions ont également une durée comprise entre 0.1 et 100ps, voire entre 0.1 et 10 ps.

La fréquence des impulsions, liée à la durée entre deux impulsions du même train d'impulsions, est supérieure à celle de la fréquence de travail. Les fréquences

entre deux impulsions du même train d'impulsions sont supérieures au moins d'un ordre de grandeur à la fréquence de travail.

Pour réaliser un trait de découpe, il faut donc que le faisceau laser traite au moins 80% de l'épaisseur du panneau de verre. Or, il existe un besoin d'utiliser un
5 faisceau dont la longueur est inférieure à 80% pour des questions coût : puissance du laser, complexité de l'optique de mise en forme.

Afin d'utiliser un laser dont la longueur du faisceau de Bessel est inférieure à la valeur de 80% de l'épaisseur du panneau, l'invention se propose astucieusement de
10 procéder à une réalisation du trait de découpe en opérant au moins deux passages P_i du faisceau laser sur le tracé du trait de découpe. Le nombre de passages dépend de la longueur du faisceau.

Ces différents passages P_i sont présents, non pas pour accentuer le passage précédent mais pour se compléter sur l'épaisseur du panneau de verre.

Pour se faire, la réalisation du trait de découpe se caractérise par une variation
15 de la distance D entre le dispositif laser et le panneau de verre entre chaque passage P_i comme visible à la figure 9. Cette variation de la distance permet au faisceau de traiter différentes épaisseurs du panneau de verre.

Ainsi, l'unité de commande qui gère le déplacement du dispositif laser est apte
20 à faire varier la hauteur du dispositif laser ou sa distance par rapport au panneau de verre. Plus particulièrement, l'unité de commande se déplace selon les axes x et y pour que les points d'impact suivent le trajet du trait de découpe et se déplace selon un axe z vertical.

Pour opérer ces passages P_1 à des hauteurs différentes, le dispositif laser 10
25 est apte à se déplacer, outre selon des directions X et Y de longueur et largeur, horizontale, selon une direction Z qui correspond à la hauteur ou selon une direction verticale.

On peut voir sur la figure 9, une vue en coupe d'un panneau de verre à découper dans le cas de deux passages P_1 et P_2 .

Dans le cas d'un passage P_1 , le dispositif laser 10 générant le faisceau F se
30 trouve à une distance $D = D_1$ du panneau de verre et dans le passage P_2 le dispositif laser générant le faisceau F se trouve à une distance $D = D_2$, la distance D_2 étant inférieure à la distance D_1 .

Cette variation de distance D illustre l'invention selon laquelle le découpage du panneau est opéré en traitant successivement le panneau de verre mais avec des profondeurs différentes.

5 Pour illustrer ceci, on peut prendre l'exemple d'un panneau de verre ayant une épaisseur de 10mm. Comme vu précédemment, un faisceau dont la longueur est égale à 80% de l'épaisseur du panneau suffit pour réaliser le trait de découpe c'est-à-dire une longueur de 8mm. Si le faisceau présente une longueur plus courte, il est donc nécessaire de passer ledit faisceau selon au moins deux hauteurs différentes pour traiter le panneau de verre sur au moins 80% de son épaisseur.

10 Ainsi, le nombre de passage P_i dépend du rapport entre la valeur égale à 80% de l'épaisseur du panneau de verre et longueur du faisceau laser.

Exemple 1: pour un panneau de verre de 10mm et un faisceau de 4mm, il faudra faire $(0.8*10) / 4$: au moins 2 passages P1 et P2.

15 Exemple 2: pour un panneau de verre de 25mm et un faisceau laser de 7mm, il faudra faire $(0.8*25) / 7$: 2.85 donc au moins 3 passages seront réalisés. Dans le cas d'une valeur arrondie, le nombre entier supérieur sera choisie en partant du fait que le calcul est basé sur une valeur de 80% de l'épaisseur.

20 Après la réalisation du trait de découpe, une étape, dite de séparation, consistant en l'application d'un effort mécanique est opérée. Cet effort mécanique est appliquée au verre au niveau de la ligne de découpe (similaire à la découpe d'un verre monolithique). Les deux feuilles de verre ayant été mises localement sous contraintes une fissure se propage dans les deux feuilles. Par ailleurs, le PVB ayant été fragilisé par les canaux créés par le laser, le verre feuilleté se sépare en deux partie sous la seule action mécanique appliquée pour la rupture du verre avec une bonne qualité de
25 bords.

Pour appliquer cet effort mécanique, le support sur lequel le panneau de verre feuilleté est posé comprend des moyens de rupture permettant d'exercer un appui mécanique sur la ligne de découpe/séparation.

30 Ces moyens de rupture permettant d'exercer un appui mécanique sur la ligne de découpe/séparation se présentent sous la forme d'une bille B ou d'une barre, visible à la figure 7, montée sur un socle. Le socle est monté mobile afin de se déplacer selon deux directions horizontales orthogonales l'une de l'autre. Le socle est en outre agencé pour permettre à la bille B de se déplacer en hauteur. On comprend par la que

la bille/barre est capable d'être déplacée verticalement. Cela permet à la bille d'être mise en contact avec le panneau de verre afin d'appliquer l'appui mécanique.

Un des avantages de la présente invention est de permettre la réalisation du trait de découpe et la rupture du verre sans manipulation excessive. En effet, dans un
5 procédé actuel, il est souvent nécessaire de retourner la feuille de verre ou le panneau de verre afin d'effectuer la séparation, la rupture ou avoir une machine capable d'exercer de la pression des deux côtés du verre feuilleté.

Avec la présente invention et la capacité à créer un trait de découpe sur toute l'épaisseur, il devient inutile de manipuler le panneau de verre pour le retourner pour
10 opérer la rupture.

Ces moyens de rupture 20 peuvent aussi comprendre un module de suivi tel une caméra permettant de repérer le trait de découpe.

Ce module de suivi permet d'une part, de vérifier que le faisceau laser est en regard du trait de découpe.

15 D'autre part, il est possible que le module de suivi soit couplé avec une unité de commande. Ce couplage du module de suivi avec une unité de commande permet de contrôler les moyens de ruptures via le module de suivi. On comprend alors que le module de suivi est apte à repérer le trait de découpe pour commander le déplacement des moyens de rupture.

20 Dans une variante, les moyens de rupture comprennent en outre une unité d'appui apte à exercer un appui sur la face opposée à la face sur laquelle la bille est appliquée. En effet, sans ces moyens de rupture, le poids de la feuille de verre fait office de contrepoids. Ce contrepoids permet d'exercer une force qui limite le déplacement de la feuille de verre lors du rompage.

25 Avantageusement, cette unité d'appui comprend au moins un élément d'appui qui permet d'exercer une force supérieure. Cet élément d'appui prend la forme d'une bille ou d'un plot venant prendre appui sur le panneau de verre feuilleté. Dans ce cas d'un seul élément d'appui, celui-ci prend appui directement en regard de la bille c'est-à-dire au niveau du trait de découpe.

30 Dans une alternative, l'unité d'appui comprend deux éléments d'appui disposés de part et d'autre du trait de découpe.

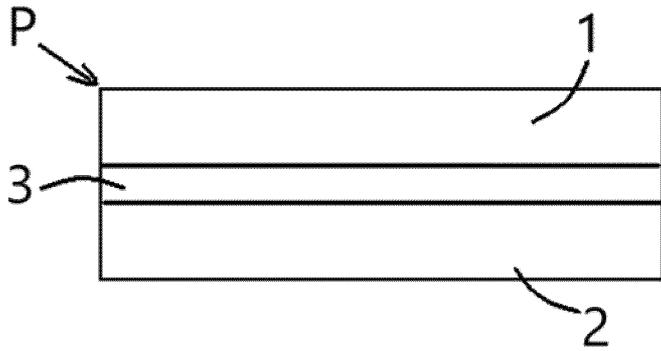
Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

Revendications

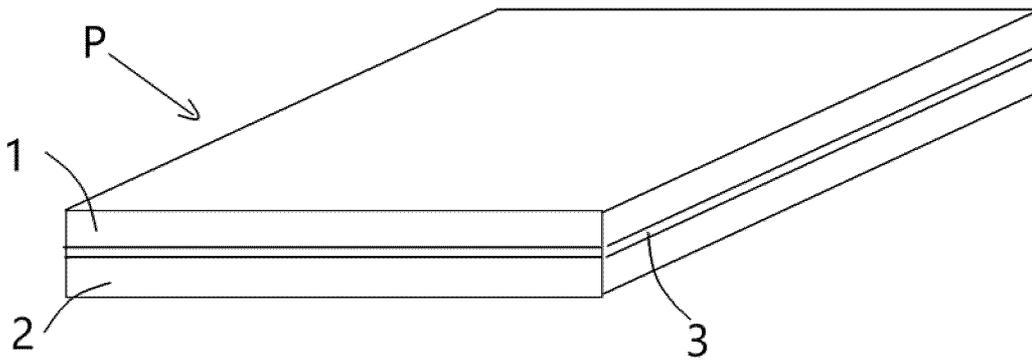
1. Procédé de séparation d'un panneau en verre feuilleté, le panneau en verre
5 feuilleté comprenant au moins un film et au moins deux feuilles de verre, le film étant
intercalé entre les deux feuilles de verre, comprenant l'étape :
-affaiblissement des propriétés mécaniques du panneau en verre feuilleté avec
l'énergie d'un faisceau laser au moins le long d'au moins une ligne de séparation
prédéterminée par le guidage du faisceau laser le long de la ligne de séparation, ladite
10 ligne de séparation séparant le panneau en au moins deux morceaux, caractérisé en
ce qu'un dispositif laser est utilisé pour fournir le faisceau laser, ledit dispositif laser
étant agencé pour fournir un faisceau laser de type Bessel avec une longueur d'onde
pour laquelle les feuilles de verre et l'intercalaire sont transparents, dont le rapport
entre la vitesse de balayage et la fréquence de travail présente une valeur comprise
15 entre deux et sept fois le diamètre du lobe centrale du faisceau de Bessel, et en ce
que l'affaiblissement des propriétés mécaniques du panneau en verre feuilleté est
réalisé par une pluralité de passages du faisceau laser le long de ladite au moins une
ligne de séparation, le nombre de passages étant au minimum le résultat du rapport
entre 0.8 fois l'épaisseur du panneau de verre à découper et la longueur du faisceau
20 (L_B), lesdits passages étant réalisés avec des distances entre le dispositif laser et le
panneau de verre feuilleté différentes permettant de traiter le panneau de verre
feuilleté sur au moins 80% de son épaisseur, et dans lequel l'épaisseur du panneau
de verre feuilletée est supérieure à 4mm.
- 25 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'affaiblissement des propriétés
mécaniques du panneau en verre feuilleté consiste à créer une série de points
d'impact, chaque point permettant d'induire un champ de contraintes localisées dans
les feuilles de verre et des micro-canaux dans l'intercalaire, deux points d'impact
successifs étant distant d'une distance égale au rapport entre la vitesse de balayage
30 et la fréquence de travail.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque point
d'impact est créé par une unique impulsion.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel chaque point d'impact est créé par un groupe d'au moins deux impulsions.
5. Procédé selon les revendications 3 ou 4, dans lequel chaque impulsion dure entre 0.1 et 100ps, voire entre 0.1 et 10 ps.
6. Procédé selon les revendications 4 ou 5, dans lequel la cadence entre deux impulsions uniques ou deux groupes d'impulsions est comprise entre 1 et 1000 kHz.
7. procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il comprend en outre une étape de séparation consistant en l'application d'un effort mécanique.
8. Dispositif de séparation d'un panneau de verre feuilleté le long d'au moins une ligne de séparation prédéterminée, ledit panneau de verre feuilleté comprenant au moins un film et au moins deux feuilles de verre, le film étant intercalé entre les panneaux de verre, le panneau de verre feuilleté étant affaibli mécaniquement avec l'énergie d'un faisceau laser au moins le long de la ligne de séparation à l'aide du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, ledit dispositif comprenant des moyens de rupture permettant d'exercer un appui mécanique sur la ligne de séparation pour séparer au moins deux morceaux du panneau de verre feuilleté.
9. Dispositif de séparation selon la revendication précédente, dans lequel le faisceau laser est généré par un dispositif laser apte à se déplacer selon trois axes orthogonaux.
10. Dispositif de séparation selon les revendications 8 ou 9, dans lequel les moyens de rupture comprennent au moins un élément d'appui pour exercer ledit appui mécanique sur la ligne de séparation.
11. Dispositif de séparation selon la revendication précédente, dans lequel les moyens de rupture comprennent en outre au moins un élément contrepoids pour exercer un appui sur le panneau de verre feuilleté contraire audit appui mécanique sur la ligne de séparation.

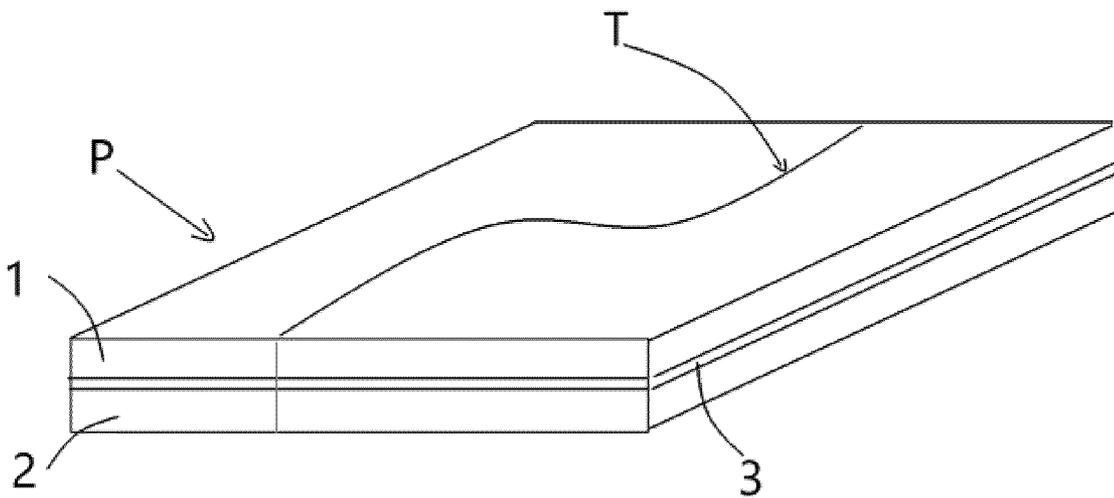
[Fig 1]



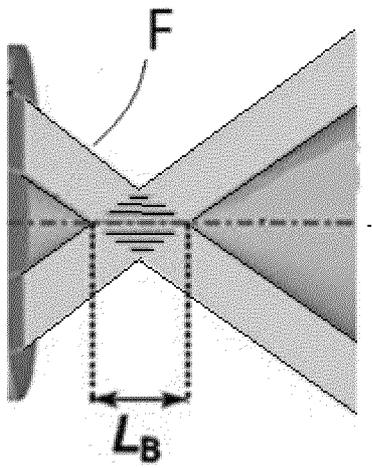
[Fig 2]



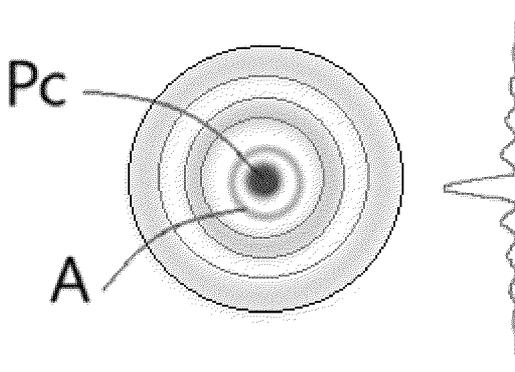
[Fig 3]



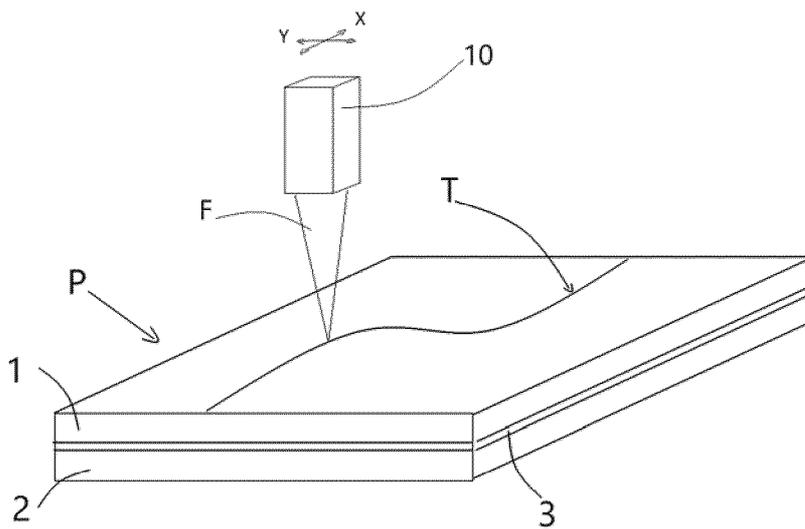
[Fig 4]



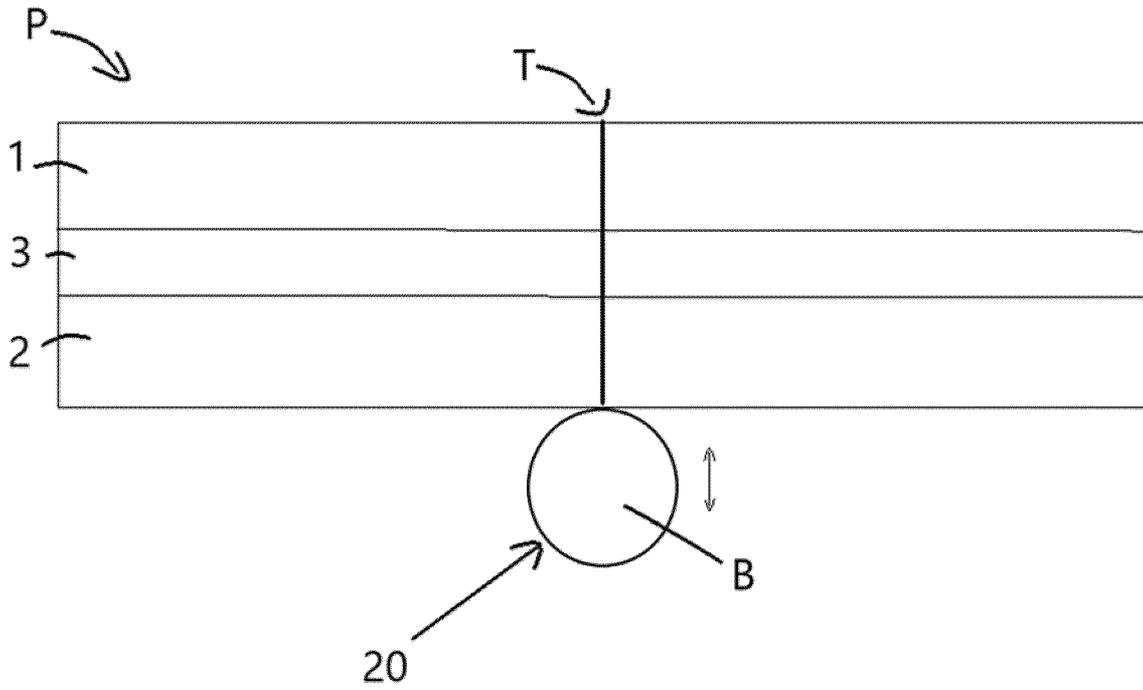
[Fig 5]



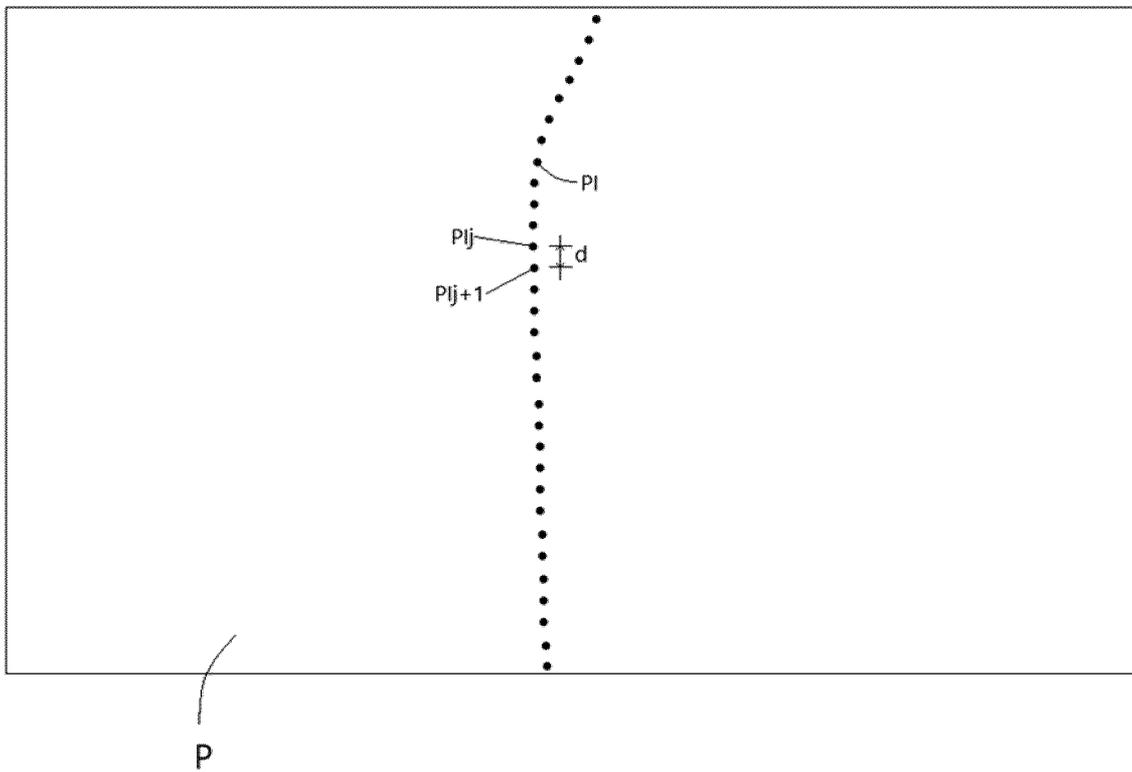
[Fig 6]



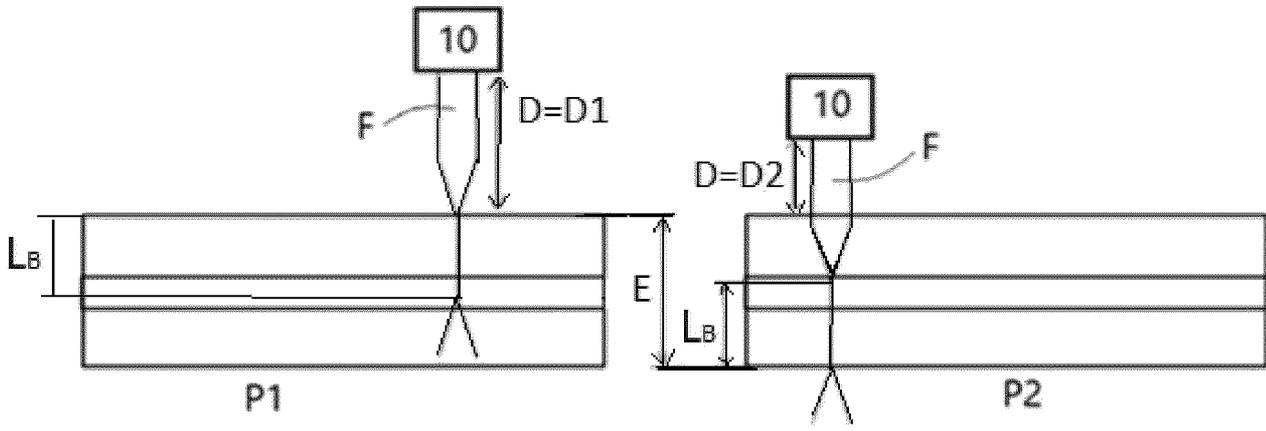
[Fig 7]



[Fig 8]



[Fig 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/069896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>C03B 33/02</i> (2006.01)i; <i>B23K 26/53</i> (2014.01)i; <i>C03B 33/033</i> (2006.01)i; <i>C03B 33/07</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C03B; B23K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015165563 A1 (MANLEY ROBERT GEORGE [US] ET AL) 18 June 2015 (2015-06-18) paragraphs [0008], [0104]; claims 1,12,24,26; figures 6,9	1-11
Y	US 2016200621 A1 (N GOM MOUSSA [US] ET AL) 14 July 2016 (2016-07-14) paragraphs [0099] - [0111], [0115]; figures 9,13A	1-11
Y	US 2018118603 A1 (NIEBER ALBERT ROTH [US] ET AL) 03 May 2018 (2018-05-03) paragraph [0078]; figure 7B	9
Y	EP 3127875 A1 (BOTTERO SPA [IT]) 08 February 2017 (2017-02-08) figure 1	10,11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 September 2022		Date of mailing of the international search report 08 September 2022
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Marrec, Patrick Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/069896

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015165563	A1	18 June 2015	CN	106457476	A	22 February 2017
				EP	3083512	A2	26 October 2016
				JP	6585050	B2	02 October 2019
				JP	2017502901	A	26 January 2017
				KR	20160101064	A	24 August 2016
				TW	201531365	A	16 August 2015
				US	2015165563	A1	18 June 2015
				WO	2015094898	A2	25 June 2015
US	2016200621	A1	14 July 2016	CN	107406293	A	28 November 2017
				EP	3245166	A1	22 November 2017
				EP	3708548	A1	16 September 2020
				JP	2018507154	A	15 March 2018
				KR	20170105562	A	19 September 2017
				TW	201638031	A	01 November 2016
				US	2016200621	A1	14 July 2016
				US	2019177203	A1	13 June 2019
WO	2016115017	A1	21 July 2016				
US	2018118603	A1	03 May 2018	CN	110121396	A	13 August 2019
				EP	3535085	A1	11 September 2019
				JP	2019535523	A	12 December 2019
				KR	20190082831	A	10 July 2019
				US	2018118603	A1	03 May 2018
				WO	2018085284	A1	11 May 2018
EP	3127875	A1	08 February 2017	BR	102016017983	A2	28 March 2017
				CN	106396358	A	15 February 2017
				EP	3127875	A1	08 February 2017
				US	2017036943	A1	09 February 2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2022/069896

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C03B33/02 B23K26/53 C03B33/033 C03B33/07 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C03B B23K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2015/165563 A1 (MANLEY ROBERT GEORGE [US] ET AL) 18 juin 2015 (2015-06-18) alinéas [0008], [0104]; revendications 1,12,24,26; figures 6,9 -----	1-11
Y	US 2016/200621 A1 (N GOM MOUSSA [US] ET AL) 14 juillet 2016 (2016-07-14) alinéas [0099] - [0111], [0115]; figures 9,13A -----	1-11
Y	US 2018/118603 A1 (NIEBER ALBERT ROTH [US] ET AL) 3 mai 2018 (2018-05-03) alinéa [0078]; figure 7B -----	9
Y	EP 3 127 875 A1 (BOTTERO SPA [IT]) 8 février 2017 (2017-02-08) figure 1 -----	10,11
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
1 septembre 2022	08/09/2022	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Marrec, Patrick	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2022/069896

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015165563 A1	18-06-2015	CN 106457476 A	22-02-2017
		EP 3083512 A2	26-10-2016
		JP 6585050 B2	02-10-2019
		JP 2017502901 A	26-01-2017
		KR 20160101064 A	24-08-2016
		TW 201531365 A	16-08-2015
		US 2015165563 A1	18-06-2015
		WO 2015094898 A2	25-06-2015
US 2016200621 A1	14-07-2016	CN 107406293 A	28-11-2017
		EP 3245166 A1	22-11-2017
		EP 3708548 A1	16-09-2020
		JP 2018507154 A	15-03-2018
		KR 20170105562 A	19-09-2017
		TW 201638031 A	01-11-2016
		US 2016200621 A1	14-07-2016
		US 2019177203 A1	13-06-2019
		WO 2016115017 A1	21-07-2016
		US 2018118603 A1	03-05-2018
EP 3535085 A1	11-09-2019		
JP 2019535523 A	12-12-2019		
KR 20190082831 A	10-07-2019		
US 2018118603 A1	03-05-2018		
WO 2018085284 A1	11-05-2018		
EP 3127875 A1	08-02-2017	BR 102016017983 A2	28-03-2017
		CN 106396358 A	15-02-2017
		EP 3127875 A1	08-02-2017
		US 2017036943 A1	09-02-2017