



(51) Classification internationale des brevets :
G02F 1/1334 (2006.01) *E06B 9/24* (2006.01)
G02F 1/1339 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/051990

(22) Date de dépôt international :
31 août 2011 (31.08.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1057005 3 septembre 2010 (03.09.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]; 18
avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **GAYOUT, Patrick** [FR/FR]; Le Clos Saint-Jean, 18 rue des Capucines, F-93250 Villemomble (FR). **POIX, René** [FR/FR]; 210 rue Georges Vallerey, F-60400 Noyon (FR). **BOUNY, Elodie** [FR/FR]; 17 rue Pierre et Marie Curie, F-23000 Gueret (FR). **ZHANG, Jingwei** [FR/FR]; 38 rue des Ruelles, F-91300 Massy (FR).

(74) Mandataire : **SAINT-GOBAIN RECHERCHE**; 39
quai Lucien Lefranc, F-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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

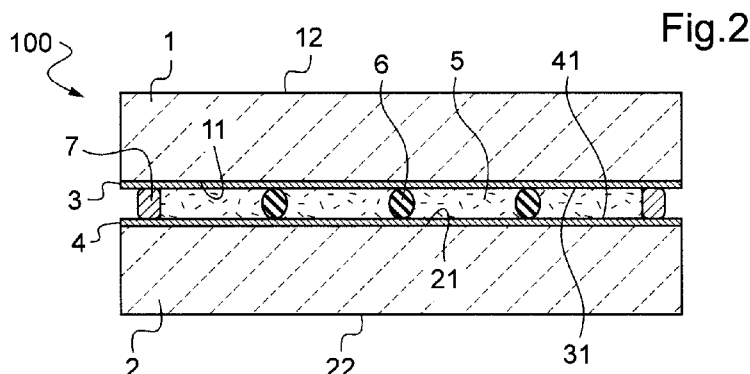
Publiée :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MULTIPLE GLAZING WITH VARIABLE DIFFUSION BY LIQUID CRYSTALS AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(54) Titre : VITRAGE MULTIPLE A DIFFUSION VARIABLE PAR CRISTAUX LIQUIDES, SON PROCEDE DE FABRICATION



(57) Abstract : The invention relates to multiple glazing with variable diffusion by liquid crystals (100), comprising: first and second sheets of flat float glass (1, 2), sealed along the edge of the internal faces (11, 21) thereof by a sealing joint (7), in particular using a given sealing material, essentially organic; first and second electrodes (3, 4); and a layer (5) of liquid crystals, with an average thickness E of between 15 and 60 μm inclusive, and incorporating spacers (6). The thickness A of each of the first and second glass sheets is less than or equal to 5,5 mm and each of the internal faces coated with first and second electrodes has a dioptric defect rating, expressed in millidiopters, of less than $12E/15$, wherein the thickness E of the liquid crystals is in μm . The invention relates to a method for the production of such glazing.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



La présente invention propose un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100), présentant des première et deuxième feuilles de verre plan flotté (1, 2) scellées sur le bord de leurs faces internes (11, 21) par un joint de scellement (7), notamment en une matière de scellement donnée, notamment, essentiellement organique, des première et deuxième électrodes (3, 4), une couche (5) de cristaux liquides d'épaisseur moyenne E comprise entre 15 et 60 μm en incluant ces valeurs et incorporant des espaceurs (6). L'épaisseur A de chacune des première et deuxième feuilles de verres est inférieure ou égale à 5,5 mm et chacune des faces internes revêtues des première et deuxième électrodes présentent une note de défauts dioptriques, exprimée en millidioptrie, inférieure à $12E/15$ ou l'épaisseur E de cristaux liquides est en μm . L'invention concerne aussi le procédé de fabrication d'un tel vitrage

VITRAGE MULTIPLE A DIFFUSION VARIABLE PAR CRISTAUX LIQUIDES, SON PROCEDE DE FABRICATION

L'invention se rapporte au domaine des vitrages électrocommandables à propriétés optiques variables et plus particulièrement concerne un vitrage à diffusion variable par cristaux liquides, doté d'une couche de cristaux liquides entre deux verres et alternant de manière réversible par application d'un champ électrique alternatif entre un état transparent et un état non transparent.

On connaît des vitrages dont certaines caractéristiques peuvent être modifiées sous l'effet d'une alimentation électrique appropriée, tout particulièrement la transmission, l'absorption, la réflexion dans certaines longueurs d'ondes du rayonnement électromagnétique, notamment dans le visible et/ou dans l'infrarouge, ou encore la diffusion lumineuse.

Le vitrage électrocommandable à cristaux liquides peut être utilisé partout, tant dans le secteur de la construction que dans le secteur de l'automobile, chaque fois que la vue à travers le vitrage doit être empêchée à des moments donnés.

Le document WO9805998 divulgue un vitrage multiple à cristaux liquides comportant :

- deux feuilles de verre flotté (« float » en anglais) d'1 m² et épaisses de 6 mm scellées sur le bord de leurs faces internes par un joint adhésif de scellement en résine époxy,
- deux électrodes en couches électriquement conductrices à base de SnO₂ : F directement sur les faces internes de verres,
- une couche de cristaux liquides à base de PSCT (« Polymer Stabilized Cholesteric Texture » en anglais) de 15 µm et incorporant des espaceurs sous forme de billes de verre de 15 µm, directement sur les électrodes.

Les verres sont mis en contact par abaissement du deuxième verre avec un angle incliné sur le deuxième verre pour renfermer la couche de cristaux liquides comme montré en figure 2 et décrit en page 8.

Ensuite, après formation du joint de scellement, les verres sont pressés par passage entre deux rouleaux pour répartir la couche de cristaux liquides en évacuant l'air piégé comme montré en figure 3.

Les performances optiques et la fiabilité de ce vitrage peuvent être améliorées. En outre, un tel vitrage est cher, lourd, encombrant, notamment difficile à manipuler.

Un objet de l'invention consiste à développer un vitrage multiple à cristaux

liquides fiable, avec des performances optiques satisfaisantes et de préférence compact.

A cet effet, la présente invention propose d'abord un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides, présentant :

- des première et deuxième feuilles de verre plan flotté scellées sur le bord de leurs faces internes par un joint de scellement, notamment en une matière de scellement donnée, notamment essentiellement organique,
- sur les faces internes des première et deuxième feuilles de verre, des première et deuxième électrodes sous forme de couches électriquement conductrices transparentes dotées d'alimentation en énergie,
- et, sur les première et deuxième électrodes, une couche de cristaux liquides alternant de manière réversible entre un état transparent et un état translucide par application d'un champ électrique alternatif, couche d'épaisseur moyenne E comprise entre 15 et 60 μm en incluant ces valeurs et incorporant des espaceurs, notamment transparents.

L'épaisseur A de chacune des première et deuxième feuilles de verre est inférieure ou égale à 5,5 mm et chacune des faces internes revêtues des première et deuxième électrodes présentent une note de défauts dioptriques, exprimée en millidioptrie (ou mdt), inférieure à $\frac{12E}{15}$ où l'épaisseur E de cristaux liquides est en μm .

La Demanderesse a découvert la relation entre la qualité des verres et les performances optiques du vitrage multiple à cristaux liquides.

La figure 1 montre, à titre de vitrage de référence, un assemblage de deux verres minces standard 10, 20, par exemple de 1,7 mm, en vis-à-vis, formant un espace entre eux contenant une couche de cristaux liquides 5 d'épaisseur 15 μm . les surfaces internes 11', 21' présentent des défauts de planéité, l'épaisseur de cristaux liquides est variable.

En état « off » (état translucide), la transmission lumineuse, étroitement liée à l'épaisseur de la couche de cristaux liquides, est donc non uniforme. La qualité du produit est donc inacceptable, pour cause des zones sombres et claires visuellement observables.

Afin de garantir une bonne uniformité optique, les verres revêtus doivent donc présenter des défauts dioptriques limités.

Les verres selon l'invention garantissent une épaisseur suffisamment uniforme de la couche de cristaux liquides sur toute la surface et donc peu de variations des performances optiques. Cela évite un taux de rebut de vitrage et améliore donc sa fiabilité.

Nous définissons ci-après un défaut dioptrique et une méthode de mesure.

On peut décrire le profil de la face interne de chaque feuille de verre (revêtue ou non) en question par $y(x)$ où x désigne la position sur la face interne. La variation de ce profil peut être caractérisée par la puissance optique en réflexion POR qui est définie par la relation suivante :

$$POR_{(x)} = 2 \frac{d^2 y_{(x)}}{dx^2} = 2 y''_{(x)}$$

La variation de $y(x)$ est due aux deux phénomènes :

- ondulations de la feuille du verre,
- défauts d'épaisseur (non parallélisme des 2 faces de la feuille de verre).

Cette grandeur est exprimée en dioptrie (m^{-1}) pour $y(x)$ exprimé en mètre.

Si la dérivée seconde $y''(x)$ est nulle cela signifie que la face interne du verre est parfaitement plane; si la dérivée seconde est inférieure à 0 cela signifie que la face interne du verre est concave du verre et si la dérivée seconde est supérieure à 0 cela signifie que la face interne du verre est convexe.

La méthode de mesure de la planéité $y(x)$ de la face interne du verre est une méthode de mesure optique sans contact qui consiste à analyser le contraste en tout point d'une image dite ombroscopique obtenue par réflexion d'une source lumineuse homogène sur la surface interne du verre.

La face externe non mesurée de la feuille de verre est mouillée par un liquide d'indice proche de celui du verre afin d'éliminer toute réflexion de la lumière sur cette face et ne conserver que l'image de la face interne directement éclairée.

La planéité est ainsi mesurée tous les millimètres sur la surface éclairée de la face interne. Chaque point est quantifié par unité physique de puissance optique en millidioptrie (mdt = dioptrie/1000), assimilables à des lentilles convergentes et divergentes.

La planéité finale est quantifiée par une note de défauts dioptriques, qui correspond à l'écart-type de toutes les mesures. Cette note, exprimée en millidioptrie (mdt), caractérise parfaitement la planéité de la surface mesurée. La note augmente quand la planéité se dégrade.

Pour une note de défauts dioptriques donnée, l'amplitude de la variation de $y(x)$ dépend également de la périodicité ou du pas.

A titre d'exemple, pour un profil $y(x)$ en sinusoïde d'un pas de 30 mm, un défaut dioptrique de 10 mdt correspond à une variation de profil d'environ $\pm 0,20 \mu\text{m}$. Dans le pire des cas, la variation d'espace d'un assemblage de deux feuilles de verres (donc variation de l'épaisseur E de cristaux liquides) est alors doublée, d'environ $\pm 0,40 \mu\text{m}$.
5 Pour un défaut du pas de 15 mm, le même défaut dioptrique de 10 mdt correspond à une variation de profil de $\pm 0,05 \mu\text{m}$, et la variation de l'épaisseur E de cristaux liquides est donc de $\pm 0,10 \mu\text{m}$ dans le pire des cas.

Le pas de défauts dioptriques d'une feuille de verre flotté couvre une plage de quelques millimètres à quelques dizaines de millimètres. Etant étroitement liée à
10 l'uniformité de l'épaisseur E de cristaux liquides, l'uniformité de transmission lumineuse en état « off » est la conséquence de tous les défauts dioptriques à tous les pas.

L'uniformité de transmission lumineuse en état « off » est également conditionnée par l'épaisseur moyenne E de CL. Plus l'épaisseur E est grande, plus on peut tolérer une variation d'épaisseur. C'est pourquoi selon l'invention on établit une note
15 en fonction de l'épaisseur moyenne.

Les défauts dioptriques de verre flotté sont liés principalement à la vitesse de défilement du verre (tirée de la ligne). Plus la vitesse de défilement de verre est grande, plus les défauts dioptriques sont grands. Pour une capacité (ou tonnage, journalier) et une largeur brute de verre données, la vitesse de défilement de verre est inversement
20 proportionnelle à l'épaisseur A de la feuille de verre. Alors, plus la feuille de verre est mince, plus la vitesse de défilement de verre est élevée et plus les défauts dioptriques sont grands.

Ainsi, on ne peut pas utiliser une épaisseur au hasard car c'est la qualité dioptrique du verre qui détermine l'épaisseur possible du verre. L'invention nous permet
25 de choisir des verres plus minces que 6 mm en garantissant la qualité de produit final. L'invention nous permet par exemple d'utiliser une épaisseur la plus réduite possible tout en garantissant la qualité optique du produit final. On peut par exemple choisir les verres de 2 mm à condition que ces verres soient produits avec une tirée suffisamment faible pour garantir la limitation de défauts dioptriques.

30 En outre, même avec un verre de 6 mm si le tonnage est trop élevé par exemple de 2000 tonnes/jour les défauts dioptriques sont trop importants.

L'électrode en couche(s) n'a pas d'influence notable sur les défauts dioptriques. Aussi si un verre flotté « nu » convient, le verre revêtu d'une couche électrode conviendra aussi.

35 Naturellement, par souci de simplicité et d'économie, on préfère sélectionner des

verres flottés convenables plutôt que de devoir lisser (polissage etc) un verre quelconque obtenu par un autre procédé de fabrication.

L'invention permet en outre de réaliser des vitrages multiples à cristaux liquides performants de largeur supérieure à 1 m.

5 Dans un mode de réalisation préféré,

- pour une épaisseur E inférieure à 30 μm , l'épaisseur A de la première feuille de verre et de la deuxième feuille de verre est comprise entre 3 mm et 5,5 mm en incluant ces valeurs, notamment par production sur une ligne Float d'une capacité d'au moins 550 tonnes/jour et de préférence limitée à 700 tonnes/jour ou
- 10 - pour une épaisseur E supérieure ou égale à 30 μm , l'épaisseur A la première feuille de verre et de la deuxième feuille de verre est comprise entre 2 mm et 5,5 mm en incluant ces valeurs, notamment par production sur une ligne Float d'une capacité d'au moins 550 tonnes/jour et de préférence limitée à 700 tonnes/jour.

15

Par ailleurs, le joint de scellement est de largeur L donnée et peut de préférence être interrompu dans sa largeur par une pluralité d'événements définissant chacun des extrémités latérales de joint, et pour chaque événement une matière de scellement additionnelle forme un pont entre les extrémités latérales du joint, notamment en ladite

20 matière de scellement formant ainsi continuité de matière.

20

Dans le vitrage multiple à cristaux liquides de l'art antérieur, le joint de scellement est continu.

Avec des événements - complétés par un scellement additionnel - interrompant selon l'invention le joint d'un tel vitrage multiple à cristaux liquides, on améliore les performances optiques (à l'état off), en participant notamment dans les zones de bord de la couche de cristaux liquides à répartir uniformément la couche de cristaux liquides.

25

L'usage selon l'invention de tels événements - complété par un scellement additionnel - constitue une invention en soi. Toutefois dans un mode de réalisation préféré, elle est couplée avec les verres tels que définis précédemment avec une épaisseur A limitée et une note de dioptrie limitée.

30

Par ailleurs, on peut en fait utiliser tous les systèmes à cristaux liquides connus sous les termes de « NCAP » (Nematic Curvilinearly Aligned Phases en anglais) ou « PDLC » (Polymer Dispersed Liquid Cristal en anglais) ou « CLC » (Cholesteric Liquid Cristal en anglais) ou NPD-LCD (Non-homogenous Polymer Dispersed Liquid Crystal Display en anglais).

35

Ceux-ci peuvent en outre contenir des colorants dichroïques, notamment en solution dans les gouttelettes de cristaux liquides. On peut alors conjointement moduler la diffusion lumineuse et l'absorption lumineuse des systèmes.

On peut également utiliser, par exemple, les gels à base de cristaux liquides cholestériques contenant une faible quantité de polymère réticulé, comme ceux décrits dans le brevet WO-92/19695. Plus largement, on peut donc choisir des « PSCT » (Polymer Stabilized Cholesteric Texture en anglais).

Naturellement le système à cristaux liquides peut s'étendre sensiblement sur toute la surface du vitrage (hors émargeage), ou sur (au moins) une zone restreinte. Le système à cristaux liquides peut être discontinu, en plusieurs morceaux (par exemple de type pixels).

On peut utiliser le vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides tel que défini précédemment comme vitrage dans des véhicules ou des bâtiments.

Le vitrage selon l'invention peut être utilisé notamment :

- comme cloison interne (entre deux pièces ou dans un espace) dans un bâtiment, dans un moyen de locomotion terrestre, aérien, aquatique (entre deux compartiments, dans un taxi etc),
- comme porte vitrée, fenêtre, plafond, dallage (sol, plafond),
- comme rétroviseur de véhicule, vitrage latéral, toit d'un moyen de locomotion terrestre, aérien, aquatique,
- comme écran de projection,
- comme façade de magasin, vitrine notamment d'un guichet.

Naturellement, le vitrage selon l'invention peut former tout ou partie d'une cloison et autre fenêtre (type imposte etc), d'un vitrage multiple (avec rajout d'un vitrage supplémentaire).

L'invention a également pour objet un procédé de production d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides tel que défini précédemment et comportant les étapes suivantes :

- la formation du joint de scellement comportant l'application de la matière de scellement (de préférence essentiellement organique, notamment en résine époxy) sur la première feuille de verre flotté (en bordure) dotée de la première électrode,
- (avant ou après la formation du joint de scellement), le dépôt par voie liquide de la couche de cristaux liquides d'une épaisseur moyenne E sur la première feuille de verre flotté dotée de la première électrode et éventuellement sur la

deuxième feuille de verre flotté dotée de la deuxième électrode,

- après la formation du joint de scellement et le dépôt de la couche de cristaux liquides, la mise en contact des première et deuxième feuilles de verre, notamment par calandrage ou pressage,
- 5 - et avant la mise en contact des première et deuxième feuilles de verre, avant la mise en contact des première et deuxième feuilles de verre, la formation de la pluralité desdits événements du joint de scellement définissant chacun les extrémités latérales de joint, par l'application discontinue de la matière de scellement et/ou par l'application continue de la matière de scellement et la
- 10 création des interruptions formant les événements.

On positionne de préférence au moins deux événements en regard d'un premier bord de feuille (feuille à bords droits ou courbes) et au moins deux autres événements en regard d'un deuxième bord opposé au premier bord, ces bords correspondants aux bords de la direction de calandrage, en cas de calandrage.

15 En cas de pressage notamment, on positionne aussi au moins deux événements en regard d'un troisième bord de feuille adjacent au premier bord (et au deuxième bord) et au moins deux autres événements en regard d'un quatrième bord opposé au troisième bord.

Le procédé peut comporter en outre l'application de la matière de scellement additionnelle, formant un pont entre les extrémités latérales du joint.

20 La matière de scellement additionnelle peut être en ladite matière de scellement formant ainsi continuité de matière, de préférence essentiellement organique notamment en résine époxy.

De préférence la largeur entre les extrémités latérales du joint peut être d'au moins 5 mm, par exemple de 10 mm.

25 D'autres détails et caractéristiques de l'invention apparaîtront de la description détaillée qui va suivre, faite en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 (déjà décrite) représente une vue en coupe schématique d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides de référence, non conforme à l'invention,
- 30 - la figure 2 représente une vue en coupe schématique d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides dans un premier mode de réalisation selon l'invention,
- la figure 3 montre le schéma de montage de la mesure de la note de défauts dioptriques,
- 35 - la figure 4 montre le principe de formation d'une image ombroscopique sur un

écran à partir d'un profil de planéité du verre $Y(x)$,

- la figure 5 montre un exemple de profil d'éclairement local $E(x)$ et d'éclairement moyen $E_0(x)$,
- la figure 6 représente une vue de dessus schématique d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides conforme à l'invention montrant en particulier le joint de scellement et les événements,
- la figure 6bis représente une vue de dessus schématique du vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides, montrant en particulier et le joint de scellement et les événements, dans une variante de la figure 6,
- la figure 7 représente une vue de dessus schématique de la fabrication du vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides conforme à l'invention montrant en particulier le joint de scellement et les événements.

L'exemple de réalisation représenté dans la figure 2 montre la conception du vitrage multiple à cristaux liquides selon l'invention dans un premier mode de réalisation.

Sur deux feuilles de verre flotté 1 et 1' sont disposées sur les faces internes 11, 21 une couche électriquement conductrice 3, 4 d'une épaisseur d'environ 20 à 400 nm, de surface externe 21, 31 réalisée en oxyde d'indium et d'étain (ITO) par exemple. Les couches d'ITO ont une résistance électrique de surface comprise entre $5 \Omega/$ et $300 \Omega/$. Au lieu des couches réalisées en ITO, on peut également utiliser dans le même but d'autres couches d'oxyde électriquement conducteur ou des couches d'argent dont la résistance de surface est comparable.

La couche 5 de cristaux liquides, qui peut présenter une épaisseur d'environ 15 à 60 μm , est située entre les couches électrodes 3 et 4.

La couche 5 de cristaux liquides contient des espaceurs sphériques. Les espaceurs 6 sont constitués d'un polymère dur transparent. A titre d'exemple, le produit de Sekisui Chemical Co., Ltd, connu sous la désignation "Micropearl « SP »" s'est avéré bien convenir comme espaceur.

Pour assurer l'uniformité de l'épaisseur E de la couche 5 cristaux liquides et assurant ainsi les performances optiques du vitrage à cristaux liquides, on choisit des verres 1, 1' avec leurs électrodes 3, 4 chacun avec une note de défauts dioptriques conforme à l'invention, note mesurée par ombroscopie en réflexion.

Le principe de base est lié à l'optique géométrique. Le schéma du montage est représenté sur la figure 3.

On projette à partir d'une source fine, tel qu'un projecteur 100, un flux lumineux sur la face de la feuille de verre 11 (revêtue ou non de l'électrode) destiné à être la face

interne. On observe sur un écran 300 une image projetée après réflexion sur la face interne 11 de la feuille de verre. Cette image est capturée par une caméra numérique 200 pour être traitée. La réflexion sur la deuxième face 12 est neutralisée grâce à l'utilisation d'un tissu noir mouillé placé derrière le verre 1 et sur lequel vient se coller le verre par capillarité.

La figure 4 donne le principe de formation d'une image ombroscopique sur l'écran 300 à partir d'un profil de planéité du verre $Y(x)$. Une zone concave sur le verre (défaut convergent) provoque une concentration de la lumière incidente réfléchie 110 et donc un sur-éclairage local sur l'écran 300. Une zone convexe sur le verre (défaut divergent) provoque un étalement de la lumière incidente réfléchie 120 et donc un sous-éclairage local sur l'écran 300.

La figure 5 montre un exemple de profil d'éclairement local $E(x)$ et d'éclairement moyen $E_0(x)$.

Lorsque l'éclairement local $E(x)$ est égal à l'éclairement moyen $E_0(x)$, le contraste est nul, et par conséquent $Y''(x) = 0$ et la puissance optique est nulle.

Lorsque l'éclairement local $E(x)$ est supérieur à l'éclairement moyen $E_0(x)$ le contraste est négatif et $Y''(x) < 0$. Il s'agit alors d'un défaut convergent, qui correspond à une concavité sur le verre.

Lorsque l'éclairement local $E(x)$ est inférieur à l'éclairement moyen $E_0(x)$ le contraste est positif et $Y''(x) > 0$. Il s'agit alors, d'un défaut divergent qui correspond à une convexité sur le verre.

Sachant que les variations de planéité sont plus importantes dans le sens de la largeur nette, pour expliquer le principe de fonctionnement de l'appareil nous allons considérer un profil de planéité dans le plan perpendiculaire au sens de coulée et perpendiculaire à la surface du verre.

On peut montrer à partir des lois de l'optique géométrique et de la conservation de l'énergie qu'il existe une relation entre l'éclairement mesuré sur l'écran $E(x)$ correspondant à un point d'abscisse x sur le verre et le profil $Y(x)$ de la surface du verre.

Moyennent certaines simplifications géométriques faites à partir des éléments suivants : le montage est en réflexion quasi-normale et la source est considérée ponctuelle, on a la relation suivante :

$$\frac{d^2 Y(x)}{dx^2} = \frac{1}{D} \left(\frac{E_0}{E(x)} - 1 \right)$$

Avec :

$Y(x)$: profil du verre

D : la distance verre – écran

E_0 : éclairage moyen en x (celui que l'on aurait sans défaut de planéité)

5 Soit la puissance optique en réflexion POR (en dioptrie) :

$$POR = 2 \times \frac{d^2 Y(x)}{dx^2} \approx 2 \times \frac{C(x)}{D}$$

avec le contraste $C(x)$ tel que

$$C(x) = \frac{E_0 - E(x)}{E(x)}$$

10

Le contraste correspond à la perception visuelle du « lignage » (ici pointillés puisque l'on considère un profil et non une surface) constatée sur l'image ombroscopique projetée sur l'écran.

15 Un logiciel de traitement, calcule pour chaque pixel de l'image, le contraste et donc la puissance optique en réflexion POR.

La note de défauts dioptriques (en millidioptrie) reflète l'homogénéité des puissances optiques et est en fait l'écart type σ de la distribution des puissances optiques en réflexion sur la face interne défini par la relation :

$$\sigma = \sqrt{(\overline{P.O.r^2})_{i,j} - (\overline{P.O.r})_{i,j}^2}$$

20 avec

$\overline{(P.O.r^2)}_{i,j}$: Moyenne sur toute la face interne, du carré des puissances optiques

$(\overline{P.O.r})_{i,j}^2$: Carré sur toute la face interne de la moyenne des puissances optiques

25 La note doit être inférieure à $12E/15$ pour assurer une qualité optique en transmission suffisante, c'est-à-dire une bonne homogénéité de la transmission lumineuse en état « off ».

A titre d'exemple, pour une épaisseur E de 15 μm , pour une ligne Float standard de capacité de 600 tonnes/jour avec une largeur brute de verre de 3,5 m :

- la note du verre de 2,1 mm est inférieure à 22 mdt,
- la note du verre de 3 mm est inférieure à 11 mdt,

- la note du verre de 4 mm est inférieure à 8 mdt.

Par ailleurs, pour la couche de cristaux liquides, on peut utiliser aussi des composés connus, par exemple les composés décrits dans le document US 5 691 795. Le composé de cristaux liquides de Merck Co., Ltd, commercialisé sous le nom commercial "Cyanobiphenyl Nematic Liquid Crystal E-31 LV" s'est également avéré convenir particulièrement bien. Dans le cas de ce mode de réalisation, ce produit est mélangé dans un rapport 10:2 avec une substance chirale, par exemple le 4-cyano-4'-(2-méthyl)butylbiphényle, et ce mélange est mélangé dans le rapport 10:0,3 avec un monomère, par exemple le 4,4'-bisacryloylbiphényle, et avec un initiateur d'UV, par exemple le méthyléther de benzoïne. Le mélange ainsi préparé est appliqué sur l'une des feuilles de verre revêtues. Après durcissement de la couche de cristaux liquides par irradiation à la lumière UV, il se forme un réseau polymère dans lequel les cristaux liquides sont incorporés.

En variante, la couche de cristaux liquides ne contient pas de polymère de stabilisation mais est uniquement constituée de la masse de cristaux liquides et des espaceurs. La masse de cristaux liquides est donc appliquée telle quelle sans additif monomère, a une épaisseur de 3 à 20 μm sur l'une des feuilles de verre 1, 1'. Des composés pour les couches de cristaux liquides de ce type sont décrits par exemple dans le document US 3 963 324.

Pour la couche de cristaux liquides, on peut utiliser des PDLC tel le composé 4-((4-Éthyle-2,6-difluorophényl)-éthynyl)-4'-propylbiphényle et 2-Fluor-4,4'-bis(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl par exemple vendu par la société Merck sous la référence MDA-00-3506.

Sur le bord, la couche de cristaux liquides est scellée par un joint adhésif de scellement 5 qui sert en même temps à relier les feuilles de verre 1, 1' dotées des électrodes de manière ferme et permanente.

La matière adhésive de scellement qui scelle les feuilles de verre distinctes 1 et 1' sur leurs bords contient une résine époxy.

Comme montré en figure 6, le joint de scellement est de largeur L donnée et interrompu dans sa largeur par une pluralité d'événements 81 à 84 définissant chacun des extrémités latérales de joint 71 à 74'.

Plus précisément, le joint de scellement 7 est interrompu dans sa largeur par deux événements 81 à 82 en regard d'un premier bord du vitrage et par deux autres événements 83, 84 en regard d'un deuxième bord opposé au premier bord, ces bords correspondants aux bords de la direction d'assemblage des verres, de préférence par calandrage.

Pour chaque évent une matière de scellement additionnelle 7' forme un pont entre les extrémités latérales adjacentes du joint, notamment en ladite matière de scellement formant ainsi continuité de matière comme montré en figure 6bis.

Au stade initial (état « off »), c'est-à-dire avant l'application d'une tension électrique, ce vitrage à cristaux liquides 100 est translucide, c'est-à-dire qu'il transmet optiquement mais n'est pas transparent. Dès que le courant est branché, la couche de cristaux liquides passe sous l'action du champ électrique alternatif à l'état transparent, c'est-à-dire celui dans lequel la vision n'est pas empêchée.

Le vitrage électrocommandable à cristaux liquides est produit en utilisant un procédé décrit en détail ci après.

Dans une installation industrielle de revêtement en continu, en utilisant le procédé de pulvérisation cathodique réactive soutenue par champ magnétique, par des feuilles de verre flotté selon l'invention, sont revêtues dans des chambres successives de pulvérisation d'une couche d'ITO d'une épaisseur approximative de 100 nm.

Deux feuilles de verre distinctes de taille égale et présentant les dimensions souhaitées sont découpées dans une grande feuille de verre revêtue de cette manière et préparées pour la poursuite du traitement.

Les deux feuilles de verre distinctes découpées aux mesures souhaitées subissent d'abord une opération de lavage.

La couche de cristaux liquides mélangée avec les espaceurs est alors appliquée sur l'une des deux feuilles de verre ainsi traitées.

Comme les deux feuilles de verre distinctes sont ensuite reliées de manière permanente et étroite l'une à l'autre sur leurs bords par un joint de scellement, la partie de bord de la feuille de verre 1 n'est pas revêtue sur une largeur d'environ 2 à 10 mm.

Le revêtement par la masse de cristaux liquides est réalisée à l'aide d'une opération appelée remplissage goutte à goutte. Pour l'application de l'opération, on utilise un appareil de versage goutte à goutte qui permet le dépôt de gouttes de cristaux liquides sur un substrat de verre, la quantité versée pouvant être ajustée finement.

Dans un autre mode de réalisation du procédé, pour imprimer la couche de cristaux liquides, on utilise un tissu de sérigraphie d'une maille dont la largeur est d'environ 20 à 50 μ m et dont le diamètre des fils est d'environ 30 à 50 μ m.

La couche adhésive formant le joint 7 est de même appliquée directement le long du bord de la feuille de verre 24 avant ou après la dépose de la couche à cristaux liquides. Elle peut avoir une largeur par exemple de 2 à 10 mm.

Comme montré en figure 7, on prévoit la formation la pluralité d'une pluralité

d'évents 81 à 84 du joint de scellement de taille et répartition adaptée pour évacuer l'excès de couche de cristaux liquides, les événements 81 à 84 définissant chacun deux extrémités latérales adjacentes 71 à 74' de joint 7.

Aussi, pour ce faire, l'application de la matière de scellement est soit discontinuée ou est continue puis suivie d'une création des événements (par retrait de matière 7).

On prévoit ensuite l'application de la matière de scellement additionnelle 7', formant un pont entre les extrémités latérales du joint 71 à 74' de préférence en ladite matière de scellement, formant ainsi continuité de matière de scellement.

Lorsque les deux feuilles de verre distinctes sont ensuite repoussées l'une contre l'autre, la couche adhésive 7 est comprimée jusqu'à l'épaisseur E de la couche de cristaux liquides.

Les événements 81 à 84 servent donc :

- à évacuer l'excès de couche de cristaux liquides, et donc de mieux contrôler l'épaisseur de couche et donc d'éviter une perte de qualité optique,
- à dégazer la couche de cristaux liquides pour éviter la formation ultérieure de bulles dans la couche et donc à nouveau éviter une perte de qualité optique.

On positionne de préférence au moins deux événements sur le bord avant du calandrage et au moins deux événements sur le bord arrière du calandrage.

La largeur des extrémités latérales est exemplaire de 10 mm. Plus la couche de cristaux liquides est visqueuse plus on utilise d'événements.

Ensuite, on procède au calandrage ou en variante au pressage.

Si la couche de cristaux liquides est constituée d'un mélange de cristaux liquides et d'un monomère, l'opération de polymérisation est alors réalisée par irradiation à la lumière UV.

REVENDICATIONS

1. Vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100), présentant :

- des première et deuxième feuilles de verre plan flotté (1, 2) scellés sur le bord de leurs faces internes (11, 21) par un joint de scellement (7), notamment en une matière de scellement donnée,
- sur les faces internes des première et deuxième feuilles de verre, des première et deuxième électrodes (3, 4) sous forme de couches électriquement conductrices transparentes dotées d'alimentation en énergie,
- et, sur les première et deuxième électrodes, une couche (5) de cristaux liquides alternant de manière réversible entre un état transparent et un état translucide par application d'un champ électrique alternatif, couche (5) d'épaisseur moyenne E comprise entre 15 et 60 μm en incluant ces valeurs et incorporant des espaceurs (6)

caractérisé en ce que l'épaisseur A de chacune des première et deuxième feuilles de verre est inférieure ou égale à 5,5 mm

et en ce que chacune des faces internes revêtue des première et deuxième électrodes présentent une note de défauts dioptriques, exprimée en millidioptrie, inférieure à $\frac{12E}{15}$ où l'épaisseur E de cristaux liquides est en μm .

2. Vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

- pour une épaisseur E inférieure à 30 μm , l'épaisseur A de la première feuille de verre (1) et de la deuxième feuille de verre (2) est comprise entre 3 mm et 5,5 mm en incluant ces valeurs,

ou

- pour une épaisseur E supérieure ou égale à 30 μm , l'épaisseur A la première feuille de verre (1) et de la deuxième feuille de verre (2) est comprise entre 2 mm et 5,5 mm en incluant ces valeurs.

3. Vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le joint de scellement (7) est de largeur L donnée et interrompu dans sa largeur par une pluralité d'événements (81 à 84) définissant chacun des extrémités latérales de joint (71 à 74'), notamment séparées d'au moins 5 mm, et pour chaque événement une matière de scellement additionnelle (7') forme un pont entre les extrémités latérales du joint, notamment en ladite matière de

scellement formant ainsi continuité de matière.

4. Vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le joint de scellement (7) est interrompu dans sa largeur par au moins deux événements (81 à 82) en regard d'un premier bord du vitrage et par au moins deux autres événements (83 à 84) en regard d'un deuxième bord opposé au premier bord.
5. Vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le joint de scellement (7) et/ou une matière de scellement additionnelle (7') est essentiellement organique, de préférence en résine époxy.
6. Utilisation du vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon l'une des revendications 1 à 5 comme vitrage dans des véhicules ou des bâtiments.
7. Procédé de production d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon les revendications 3 à 5 comportant les étapes suivantes :
 - la formation du joint de scellement (7) comportant l'application de la matière de scellement (7) sur la première feuille de verre flottée (1) dotée de la première électrode (3),
 - le dépôt par voie liquide de la couche de cristaux liquides (5) d'une épaisseur moyenne E sur la première feuille de verre flotté (1) dotée de la première électrode (3) et éventuellement sur la deuxième feuille de verre flotté (20) dotée de la deuxième électrode,
 - après la formation du joint de scellement et le dépôt de la couche de cristaux liquides, la mise en contact des première et deuxième feuilles de verre (1, 2),caractérisé en ce qu'il comprend, avant la mise en contact des première et deuxième feuilles de verre, la formation de la pluralité desdits événements (81 à 84) du joint de scellement définissant chacun les extrémités latérales (71 à 74') de joint (7).
8. Procédé de production d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon la revendication 7 caractérisé en ce que le joint de scellement (7) étant interrompu dans sa largeur par au moins deux événements (81 à 82) en regard d'un premier bord du vitrage et par au moins deux autres événements (83 à 84) en regard d'un deuxième bord opposé au premier bord, et de préférence, l'assemblage des première et deuxième feuilles de verres (1, 2) étant réalisé par calandrage, ces premier et deuxième bords correspondent aux bords dans la direction de calandrage.
9. Procédé de production d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides

selon la revendication 8 caractérisé en ce que l'assemblage des première et deuxième feuilles de verres étant réalisé notamment par pressage, le joint de scellement (7) interrompu dans sa largeur par au moins deux événements (81 à 82) en regard d'un troisième bord du vitrage adjacent au premier bord et par au moins deux autres événements (83 à 84) en regard d'un quatrième bord opposé au troisième bord.

10. Procédé de production d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon l'une des revendications 7 à 9 caractérisé en ce qu'il comporte l'application de la matière de scellement additionnelle (7'), formant un pont entre les extrémités latérales du joint (71 à 74').

11. Procédé de production d'un vitrage multiple à diffusion variable par cristaux liquides (100) selon la revendication précédente caractérisé en ce que la matière de scellement additionnelle (7') est en ladite matière de scellement (7), formant ainsi continuité de matière, de préférence essentiellement organique, notamment en résine époxy.

1/4

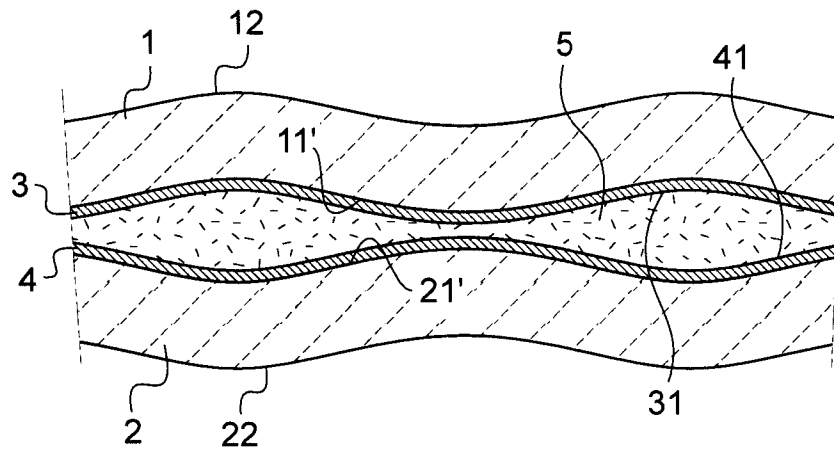


Fig.1

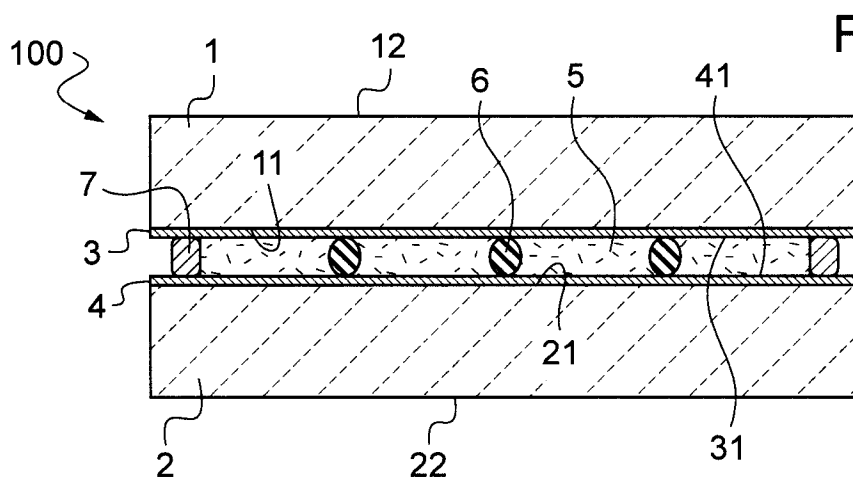


Fig.2

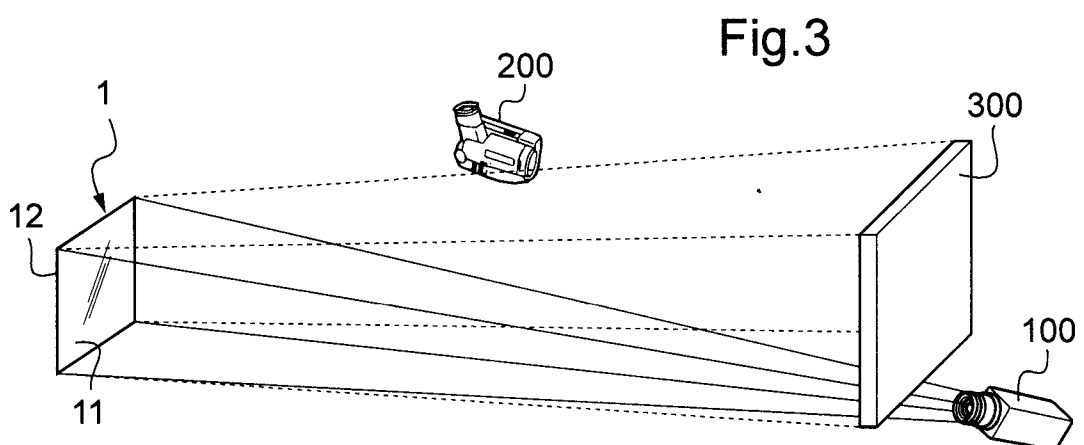
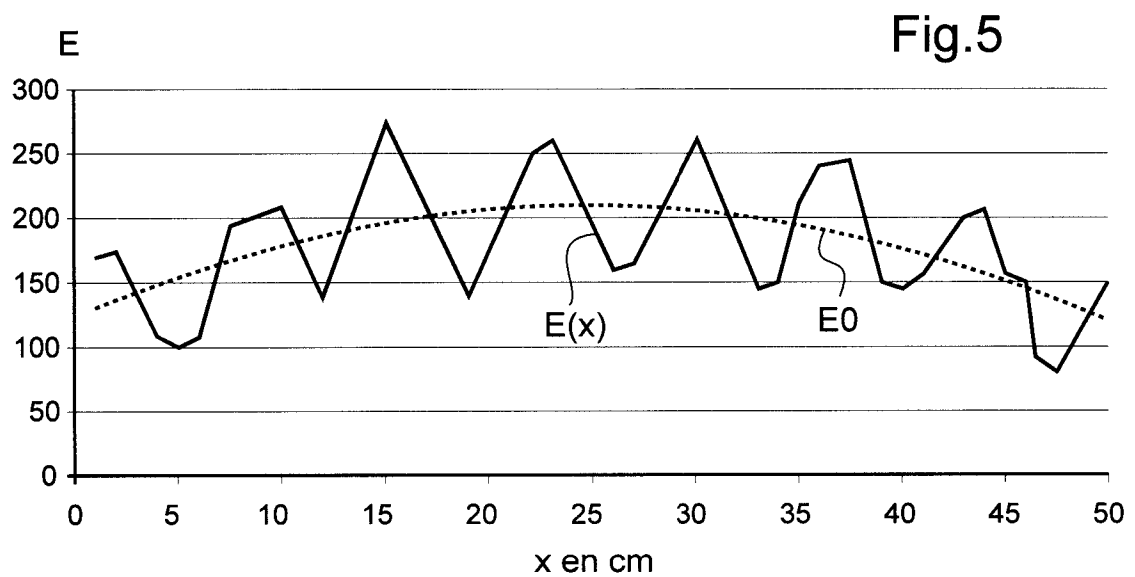
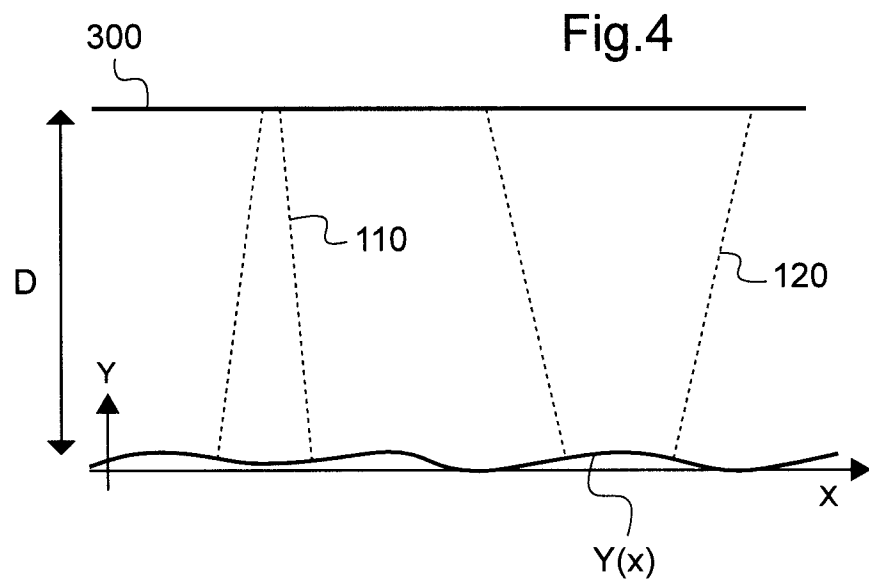


Fig.3

2/4



3/4

Fig.6

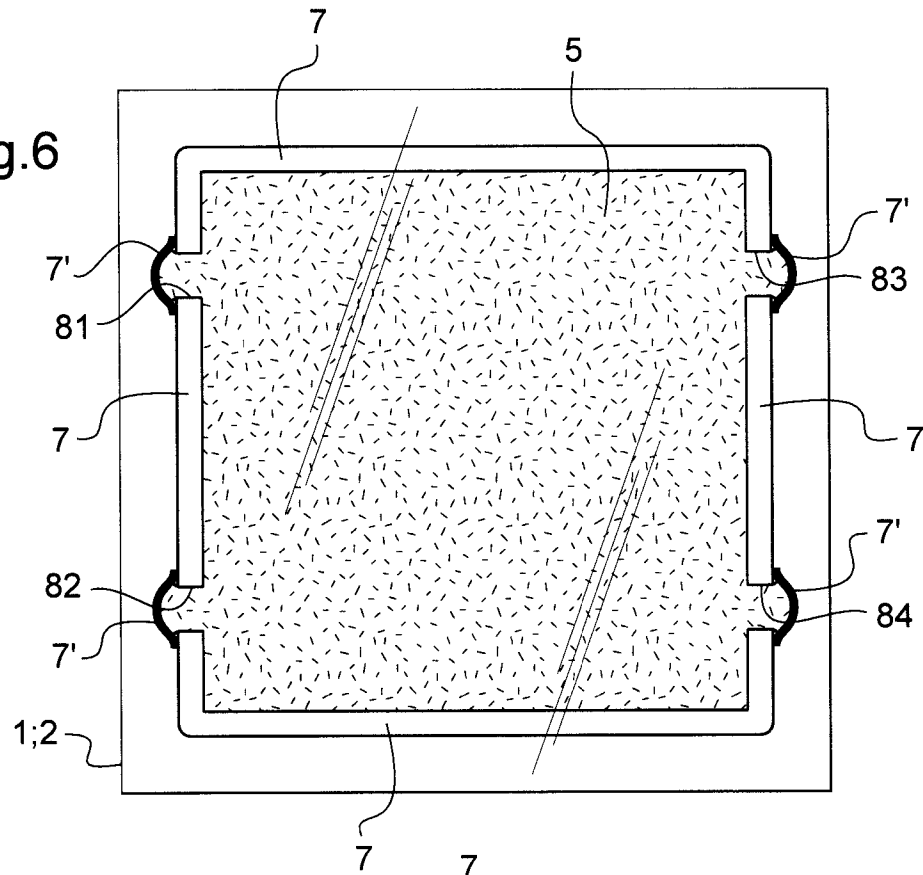
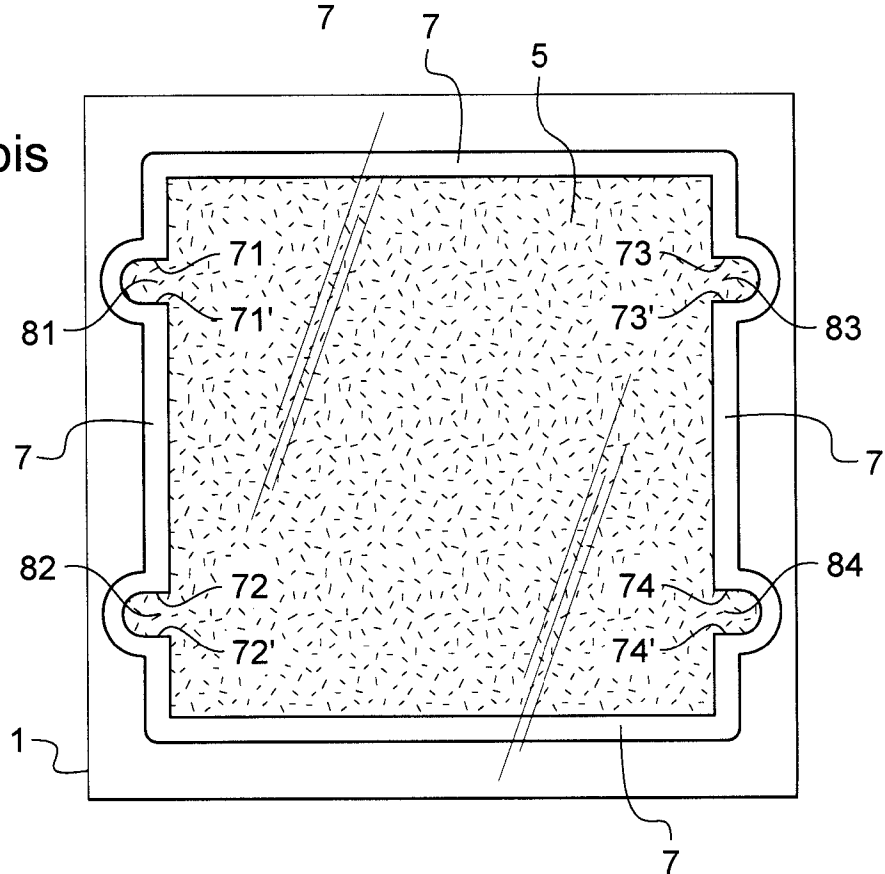
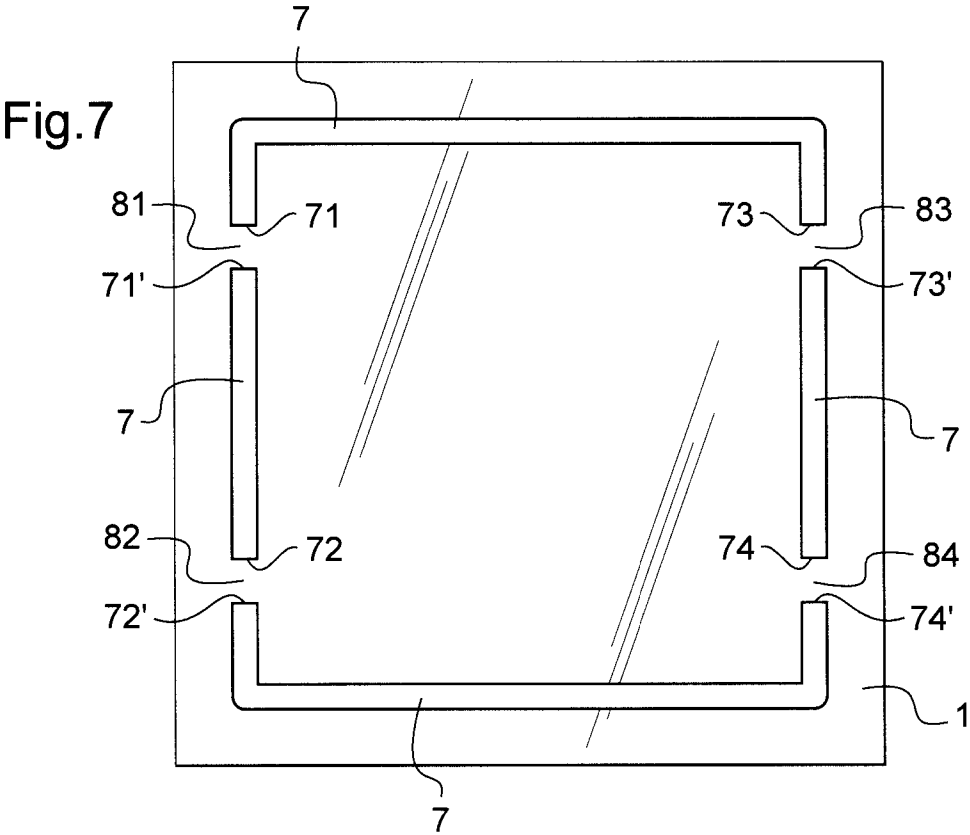


Fig.6bis





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/051990

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02F1/1334 G02F1/1339 E06B9/24
ADD.

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)

E06B G02F C03B C09K

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/160538 A1 (LI LE [US] ET AL) 19 August 2004 (2004-08-19) paragraph [0124] - paragraph [0128]; figures 2,7	1-11
A	----- CN 101 694 555 A (UNIV HEBEI TECHNOLOGY) 14 April 2010 (2010-04-14) abstract; figure 1	1-11
A	----- US 2002/012160 A1 (KASE JUN-ICHIRO [JP] ET AL) 31 January 2002 (2002-01-31) paragraphs [0006], [0015] - paragraph [0018]; figures 2-5	1-11
A	----- WO 98/30653 A1 (RAYCHEM CORP [US]) 16 July 1998 (1998-07-16) page 2 - page 4; figure 3 ----- -/-	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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 document 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 docu-
ments, 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

18 November 2011

Date of mailing of the international search report

09/12/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Queneuille, Julien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/051990

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/105276 A1 (YOSHIDA TOKUO [JP]) 29 April 2010 (2010-04-29) paragraph [0084]; figures 4-7,10 -----	3-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/051990

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004160538	A1	19-08-2004	NONE
CN 101694555	A	14-04-2010	NONE
US 2002012160	A1	31-01-2002	JP 2002072922 A 12-03-2002 US 2002012160 A1 31-01-2002
WO 9830653	A1	16-07-1998	NONE
US 2010105276	A1	29-04-2010	CN 101600990 A 09-12-2009 US 2010105276 A1 29-04-2010 WO 2008111258 A1 18-09-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051990

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G02F1/1334 G02F1/1339 E06B9/24
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)
E06B G02F C03B C09K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2004/160538 A1 (LI LE [US] ET AL) 19 août 2004 (2004-08-19) alinéa [0124] - alinéa [0128]; figures 2,7 -----	1-11
A	CN 101 694 555 A (UNIV HEBEI TECHNOLOGY) 14 avril 2010 (2010-04-14) abrégé; figure 1 -----	1-11
A	US 2002/012160 A1 (KASE JUN-ICHIRO [JP] ET AL) 31 janvier 2002 (2002-01-31) alinéas [0006], [0015] - alinéa [0018]; figures 2-5 -----	1-11
A	WO 98/30653 A1 (RAYCHEM CORP [US]) 16 juillet 1998 (1998-07-16) page 2 - page 4; figure 3 -----	1-11
	-/-	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



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

18 novembre 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/12/2011

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

Queneuille, Julien

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051990

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2010/105276 A1 (YOSHIDA TOKUO [JP]) 29 avril 2010 (2010-04-29) alinéa [0084]; figures 4-7,10 -----	3-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051990

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004160538 A1	19-08-2004	AUCUN	
CN 101694555 A	14-04-2010	AUCUN	
US 2002012160 A1	31-01-2002	JP 2002072922 A US 2002012160 A1	12-03-2002 31-01-2002
WO 9830653 A1	16-07-1998	AUCUN	
US 2010105276 A1	29-04-2010	CN 101600990 A US 2010105276 A1 WO 2008111258 A1	09-12-2009 29-04-2010 18-09-2008