

⑤④ VITRAGE DE VEHICULE ET UN VEHICULE AVEC UN TEL VITRAGE.

②② Date de dépôt : 29.06.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE  
Société par actions simplifiée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 05.01.24 Bulletin 24/01.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 06.06.25 Bulletin 25/23.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦② Inventeur(s) : MAILLAUD Laurent, JAAFAR Adil et  
DAVIS Claire.

⑦③ Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE  
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : SAINT-GOBAIN RECHERCHE.



## Description

### Titre de l'invention : Vitrage DE vehicule et un vehicule AVEC UN TEL Vitrage

- [0001] La présente invention est relative à un vitrage, pour véhicule, notamment un vitrage de véhicule routier.
- [0002] Il est recherché d'avoir des vitrages automobiles à multifonctions électrocommandables sans nuire aux performances de chacune des fonctions et sans complexifier à outrance la fabrication et/ou l'architecture.
- [0003] La présente invention a cherché tout particulièrement à mettre au point un vitrage de véhicule à la fois lumineux et à teinte variable.
- [0004] A cet effet, la présente invention a pour objet un vitrage de véhicule, lumineux (ou illuminable) et à teinte variable, notamment routier (voiture, camion, transport en commun: bus, car etc) ou ferroviaire (train, métro, tramway), de préférence bombé, en particulier un pare-brise, ou encore une lunette arrière, voire un vitrage latéral, de préférence un toit, comprenant un vitrage feuilleté (bombé) - transparent au moins dans un clair de vitre- comportant :
- [0005] - une première feuille (courbée, bombée), transparente, en verre minéral éventuellement trempé, éventuellement teintée et même surteintée, notamment gris ou vert, avec une première face principale et une deuxième face principale nue ou revêtue avec un revêtement fonctionnel (transparent) notamment d'au plus 200nm, (notamment première face orientée vers l'extérieur du véhicule et même étant la face extérieure, souvent dite face F1 et la deuxième face étant la face F2) ou encore première feuille destinée à être la feuille intérieure, par exemple première feuille d'indice de réfraction  $n_v$  d'au moins 1,5 dans le visible
- [0006] - une deuxième feuille (courbée, bombée), transparente, notamment en verre minéral ou organique, éventuellement feuille polymère, thermoplastique, de préférence claire ou extraclaire (incolore), avec une troisième face principale nue voire revêtue avec un revêtement fonctionnel (transparent) d'au plus 200nm et une quatrième face principale (nue voire revêtue avec un revêtement fonctionnel (transparent) d'au plus 200nm,) deuxième feuille notamment destinée à être la feuille intérieure, (notamment troisième face orientée vers l'intérieur souvent dite face F3 du véhicule et quatrième face vers l'habitacle dite face F4), ou encore deuxième feuille destinée à être la feuille extérieure, deuxième feuille d'indice de réfraction  $n_v$  dans le visible notamment d'au moins 1,5 et d'au plus 1,54 (surtout si verre)
- [0007] de préférence au moins l'une des première et deuxième feuilles destinée à être le vitrage extérieur est en verre minéral

- [0008] - entre les première et deuxième feuilles, un intercalaire de feuilletage polymère (transparent), multicouches (notamment 2, 3 ou 4 couches adhésives et même 2, 3, 4 films adhésifs), comportant (dans une partie supérieure) une première couche adhésive supérieure coté (voire même de préférence en contact adhésif avec la) deuxième face (nue ou revêtue), et (dans une partie inférieure) une première couche adhésive inférieure coté (voire même en contact adhésif avec la) troisième face (nue ou revêtue), l'une au moins des premières couches adhésives supérieure et inférieure étant une couche adhésive en matière polymère réticulé (de préférence film, voire dépôt sur support flexible, notamment face externe du premier support électroconducteur ou d'un polariseur collé au premier support) en particulier épaisseur de première couche adhésive inférieure (film ou couche) d'au plus 500 $\mu$ m et même 300 $\mu$ m,
- [0009] - entre les premières couches adhésives supérieure et inférieure ( et en contact avec les faces principales externes d') une cellule à cristaux liquides contenant une couche électroactive comportant une solution liquide de cristaux liquides (avec des espaceurs transparents),
- [0010] couche électroactive entre un premier support supérieur dit électroconducteur (courbée, flexible) ayant une électrode supérieure (support supérieur revêtu de préférence d'une couche électrode supérieure, transparente) et un premier support inférieur dit électroconducteur (courbé, flexible) ayant une électrode inférieure (support inférieur revêtu de préférence d'une couche électrode inférieure, transparente), la couche électroactive étant entre les électrodes inférieure et supérieure,
- [0011] - et notamment entre (en contact avec) la (couche) électrode supérieure et la couche électroactive, une couche d'alignement supérieure, entre (en contact avec) la (couche) électrode inférieure et la couche électroactive, une couche d'alignement inférieure, (couches d'alignement pour fixer l'orientation des cristaux liquides à l'état OFF),
- [0012] - une couche de guidage, de préférence clair ou extraclair, (multicouche ou monocouche notamment film(s)), d'indice de réfraction  $n_0$  dans le visible, apte à guider une lumière (visible) par réflexion totale interne, couche de guidage formée par la deuxième feuille et/ou une couche transparente coté troisième face dite couche guide interne, ou côté quatrième face, dite couche guide externe
- [0013] - entre la cellule à cristaux liquides et la couche de guidage, une couche isolateur optique, isolant optiquement la cellule à cristaux liquides de la couche de guidage, couche isolateur optique avec un indice de réfraction  $n_1$  dans le visible, et avec  $n_0 - n_1$  qui est d'au moins 0,04 dans le visible, et même d'au moins 0,1, et d'épaisseur de préférence d'au moins 500nm et même 800nm (et de préférence submillimétrique).
- [0014] La couche isolateur optique est une couche adhésive en matière polymère réticulé, faisant partie de l'intercalaire de feuilletage (partie inférieure), et est une couche additionnelle sous (et même en contact avec) la première couche adhésive inférieure ou

formée par la première couche adhésive inférieure et de préférence sur (et même en contact avec) la troisième face.

- [0015] Le vitrage comporte en outre de préférence une source de lumière (périphérique, de préférence décalée du clair de vitre, de préférence diodes) en couplage optique avec la couche de guidage. La source de lumière peut être démontable, ajoutée, vendue séparément ou en kit.
- [0016] Le vitrage comporte en outre de préférence des moyens d'extraction de lumière, extraction de lumière guidée dans la couche de guidage (moyens d'extraction de lumière sur ou dans la couche de guidage). Les moyens d'extraction peuvent être provisoires (stickers détachables etc) et donc ajoutés ou remplacés, en particulier côté quatrième face, ou permanents, en particulier côté troisième face.
- [0017] Naturellement, la couche de guidage (deuxième feuille, couche guide) est un guide de lumière actif une fois leur montage de la source de lumière et des moyens d'extraction. La couche de guide (notamment interne) est de préférence d'épaisseur  $E_0$  d'au plus 2mm (et même au plus 1mm) et d'au moins 200 $\mu$ m ou même 400 $\mu$ m. On peut adapter (augmenter) l'épaisseur de la couche guide pour une contribution mécanique.
- [0018] La couche guide (notamment interne) peut être par exemple une couche polymère en particulier un film adhésif thermoplastique, un film thermoplastique, non adhésif ou un film de verre (ultrafin).
- [0019] On peut choisir  $n_0$  en fonction de  $n_1$  ou vice versa.
- [0020] L'invention réside dans le recours à une couche adhésive isolateur optique transparente, éventuellement teintée :
- [0021] - rendant possible l'usage combiné de la fonction lumière ou de la fonction à teinte variable
- [0022] - ayant une adhésion avec les première et deuxième feuilles et même avec d'autres couches (intercalaire si nécessaire) selon ses performances mécaniques.
- [0023] La couche isolateur optique peut isoler le guide de lumière optiquement de tout élément teinté ou absorbant ou qui serait perturbé par de la lumière ou perturberait le guidage de la lumière.
- [0024] On peut combiner la couche isolateur optique à une ou plusieurs autres couches adhésives thermoplastique et/ou polymère réticulé, tout en conservant un intercalaire le plus compact, performant mécaniquement, et le plus transparent possible si nécessaire.
- [0025] La couche isolateur optique est une colle optique (OCA pour optically clear adhesive en anglais, LOCA si revêtement obtenu par voie liquide) choisie avec  $n_1$  suffisamment bas.
- [0026] La couche isolateur optique peut être une monocouche qui est un film autoportant ou un revêtement sur un support (par exemple thermoplastique, de plus haut indice de ré-

fraction, notamment non adhésif). Ce peut être un multicouche (multidépôt ou un film et un dépôt).

- [0027] La couche isolateur optique est de préférence monocouche par simplicité voire multicouche polymère réticulé (toutes bas indice).
- [0028] De préférence la deuxième feuille de verre et/ou toute couche inférieure qui est entre les moyens d'extraction et l'observateur de lumière extraite est claire, incolore (intérieur dans l'habitacle, ou extérieur hors du véhicule) plutôt que teintée (et même surteintée). On préfère éviter toute couche absorbant significativement la lumière extraite (mono ou polychromatique)
- [0029] Dans la présente invention, l'expression polymère réticulé concerne la famille des polymères thermodurcissable au sens large (toute voie de réticulation).
- [0030] De préférence l'indice de réfraction de toute couche selon l'invention est défini pour une valeur de référence dans une gamme allant de 550 et 600nm.
- [0031] De préférence, la couche isolateur optique est en contact avec la couche de guidage qui est la couche guide interne ou la deuxième feuille de verre et même la couche isolateur optique est en contact avec la couche de guidage.
- [0032] Avantagusement, pour plus de simplicité et de compacité, la première couche adhésive inférieure comporte, et même forme, la couche isolateur optique de préférence d'épaisseur d'au moins 300µm et même 500µm. La partie inférieure de l'intercalaire de feuillette peut comprendre uniquement cette couche isolateur optique ou en outre une deuxième couche adhésive inférieure notamment en film.
- [0033] En particulier, la couche isolateur optique est un film de préférence d'épaisseur d'au moins 30µm ou la couche isolateur optique est un revêtement de préférence d'épaisseur d'au moins 1µm et même d'épaisseur d'au moins 300µm et même 500µm et de préférence d'au plus 800µm si correspond à la première couche adhésive inférieure.
- [0034] Le vitrage selon l'invention peut être bombé, ourbé généralement suivant dans deux directions. La cellule à cristaux liquides, bien que flexible, doit se déformer localement dans deux directions pour épouser la forme courbe, ce qui est difficile.
- [0035] Pour préserver la cellule à cristaux liquides, l'une au moins des premières couches adhésives supérieure et inférieure est une couche adhésive en matière polymère réticulé aide ainsi à la déformation de la cellule à cristaux liquides. En particulier on utilise une seule couche adhésive en matière polymère réticulé d'épaisseur d'au moins 300µm et même 500µm et de préférence d'au plus 800µm.
- [0036] On peut avoir :
- [0037] - la première couche adhésive supérieure qui est un film thermoplastique (PVB en particulier filtre UV etc) et la première couche adhésive inférieure qui est un film (ou revêtement) adhésif polymère réticulé, de préférence formant la couche isolateur optique.

- [0038] - ou la première couche adhésive supérieure qui est polymère réticulé, la matière polymère réticulé est de préférence choisie parmi un polymère à base d'acrylate, d'acétate de polyvinyle, de polyuréthane, de silicone, et d'époxy et la première couche adhésive inférieure est un film (ou revêtement) adhésif polymère réticulé, de préférence formant la couche isolateur optique.
- [0039] On peut avoir une ou même plusieurs cellules à cristaux liquides adjacentes ou non identiques ou non (deux cellules GH ou TN etc).
- [0040] Avantageusement, la couche isolateur optique est en contact adhésif avec la couche de guidage, en particulier :
- [0041] - en contact adhésif avec la troisième face (nue voire revêtue par exemple par une couche transparente bas indice, ou un primaire d'adhésion), la deuxième feuille étant la couche de guidage
- [0042] - en contact adhésif avec la couche guide interne.
- [0043] Alternativement, notamment pour un renfort mécanique et/ou d'adhésion, la couche isolateur optique est en contact adhésif avec une deuxième couche adhésive inférieure (transparente), en matière thermoplastique ou polymère réticulé en contact adhésif avec la troisième face, notamment avec un indice de réfraction  $n_2$  dans le visible tel que  $n_2 > n_1$ , deuxième couche adhésive inférieure en contact avec la couche de guidage de préférence qui est la deuxième feuille.
- [0044] En particulier, la deuxième couche adhésive inférieure (mono ou multicouches de préférence un film ou feuillet) peut guider une partie des rayons issus de la source de lumière. Pour ne pas absorber ces rayons, elle est de préférence incolore en particulier extraclair.
- [0045] En particulier, la deuxième couche adhésive inférieure est en contact adhésif avec la troisième face (nue ou revêtue) et de préférence d'épaisseur d'au plus 0,4mm (pour gagner en compacité), en particulier couche à base de poly(butylal de vinyle) PVB (de préférence avec des plastifiants) ou copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle d'EVA (thermoplastique ou thermodurcissable) ou à base de thermoplastique polyuréthane TPU.
- [0046] La première couche adhésive supérieure (mono ou multicouches de préférence au moins un film ou feuillet) peut être en contact adhésif avec la deuxième face et de préférence d'épaisseur d'au plus 0,4mm (pour gagner en compacité), en particulier couche à base de PVB (de préférence avec des plastifiants et même filtre anti UV) ou d'EVA (thermoplastique ou thermodurcissable).
- [0047] De préférence, toute couche (en feuillet) à base de PVB comprend de 70% à 75% de PVB, 25 à 30% de plastifiant et moins de 1% d'adjuvants. Il existe aussi des feuillet PVB avec peu ou sans plastifiant comme le film « MOWITAL LP BF » de la société KURARAY.

- [0048] Une couche adhésive polymère réticulé selon l'invention (couche isolateur optique, première ou deuxième couche adhésive inférieure et/ou supérieure etc) peut contenir au moins 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% en poids de polymère(s) et même au plus 20%, 10%, 5%, 2%, 1% d'additifs
- [0049] Une couche adhésive polymère réticulé selon l'invention peut contenir un polymère principal (ou polymère de base) au moins 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% en poids de polymère(s).
- [0050] Une couche adhésive polymère réticulé selon l'invention peut comprendre d'autres additifs (de préférence moins de 10% ou 5% ou 1% en poids de couche) tels que l'un au moins des suivants :
- [0051] - agent de réticulation par exemple des photoinitiateurs (résiduels),
  - [0052] - des plastifiants (pour plus de souplesse)
  - [0053] - des promoteurs d'adhésion
  - [0054] - des additifs pour la durabilité.
- [0055] Le taux de polymérisation ou même de réticulation d'une couche adhésive polymère réticulé selon l'invention n'est pas nécessairement de 100%, la matière selon peut donc comporter des prépolymères, monomères, oligomères résiduels. On peut analyser en RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) la couche après réticulation afin de déterminer le taux de polymérisation.
- [0056] De préférence,  $n_1$  est d'au plus 1,48 ou 1,46 (ou  $n_0$  est d'au plus 1,52 ou même 1,5) et même  $n_0 - n_1$  est d'au moins 0,1 et même 0,15.
- [0057] Selon une caractéristique, la couche de guidage interne, notamment un film polymère, thermoplastique ou de verre ou une couche adhésive (film ou revêtement), est en contact avec une couche bas indice inférieure (revêtement ou film), qui est adhésive (thermoplastique ou polymère réticulé) ou qui est un revêtement, en particulier silice notamment poreuse sur la troisième face. La couche bas indice inférieure a un indice de réfraction  $n_1$  dans le visible, et avec  $n_0 - n_1$  qui est d'au moins 0,04 dans le visible, et de préférence d'épaisseur d'au moins 100nm. De préférence,  $n_1$  est d'au plus 1,48 ou 1,46 (ou  $n_0$  est d'au plus 1,52 ou même 1,5) et même  $n_0 - n_1$  est d'au moins 0,1 et même 0,15. De préférence en valeur absolue  $n_1 - n_1'$  est d'au plus 0,04 voire nul. On peut préférer une couche bas indice inférieure adhésive polymère réticulé de nature identique à la couche isolateur optique (éventuellement moins épaisse).
- [0058] Entre la couche isolateur optique et la troisième face, le vitrage peut être exempt de couche adhésive thermoplastique.
- [0059] Dans une réalisation, la couche isolateur optique et/ou adhésive inférieure en polymère réticulé par exemple d'indice de réfraction  $n_1$  d'au plus 1,46 ou 1,4 ou 1,35 ou 1,3 et/ou la couche bas indice inférieure est adhésive polymère réticulé par exemple d'indice de réfraction  $n_1$  d'au plus 1,46 ou 1,4 ou 1,35 ou 1,3.

- [0060] La matière polymère réticulée de la couche isolateur optique et/ou d'une couche bas indice adhésive inférieure entre la couche isolateur optique et la troisième face peut être de préférence choisi parmi un polymère à base (ou essentiellement constitué) de polyacrylate (par exemple pour avoir un indice de réfraction  $n_1$  ou  $n'_1$  d'au plus 1,46 ou 1,4), notamment de fluoro uréthane acrylate (pour avoir un indice de réfraction  $n_1$  ou  $n'_1$  le plus bas possible) ou d'uréthane acrylate ou de fluoro-silicone acrylate, de polysiloxanes ou silicone (par exemple d'indice de réfraction  $n_1$  ou  $n'_1$  d'au plus 1,4 ou 1,3) notamment de polydiméthylsiloxane, de polyuréthane, d'acétate de polyvinyle, de polyester voire de polymère époxy, de polyépoxydes.
- [0061] La matière polymère réticulé de la couche isolateur optique /ou de la couche bas indice adhésive inférieure est de préférence est choisie parmi un polymère à base d'acrylate, notamment d'uréthane acrylate ou de silicone acrylate ou à base de silicone, et le polymère ayant en outre une fonction fluorée.
- [0062] Une couche adhésive polymère réticulé selon l'invention peut contenir au moins 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% en poids de polymère(s) et même au plus 20%, 10%, 5%, 2%, 1% d'additifs
- [0063] Concernant les propriétés optiques, la couche isolateur optique ou même toute couche adhésive polymère réticulé ou thermoplastique (couche adhésive inférieure et/ou supérieure) peut présenter une transmission lumineuse d'au moins 85% ou 90% et/ou un flou inférieur à 6 %, à 5 %, à 4 %, à 3 %, à 2 %, à 1 %, à 0,5%.
- [0064] Le vitrage peut présenter une transparence adaptée à son utilisation et même un flou inférieur à 6 %, à 5 %, à 4 %, à 3 %, à 2 %, à 1 %, à 0,5%.
- [0065] Soit  $n_m$  l'indice de réfraction moyen de la couche isolateur optique sur une plage A de longueurs d'onde de 380nm à 750nm, soit  $x$  la variation d'indice de réfraction de la couche isolateur optique sur la plage A,  $x$  est d'au plus 30% de l'écart  $n_0 - n_m$  et même au plus 20% ou au plus 10%, ceci pour contrôler la couleur de la lumière extraite. Ceci permet en particulier de limiter des variations colorimétriques entre la couleur (si polychromatique, blanche etc) de la lumière injectée et celle extraite et même une meilleure homogénéité de couleur entre différents motifs d'extractions à diverses distances de la source de lumière.
- [0066] De préférence, la couche isolateur optique ou même plus largement toute autre couche adhésive polymère réticulé selon l'invention (première couche adhésive inférieure ou supérieure; etc) peut être de préférence photo-réticulée par ultraviolet, par exemple comporte une matrice polymère photo-réticulée par ultraviolet.
- [0067] Le polyacrylate décrit ici désigne tout polymère contenant des unités répétitives dérivées de l'acrylate. L'unité répétitive peut être substituée ou non substituée dans la plage de valence autorisée. Le polymère acrylate peut être homopolymère et/ou copolymère. Dans ce texte, le polyacrylate comprend un ou plusieurs acrylates de po-



lyméthyle, acrylate de polyéthylène, méthacrylate de polypropyle, polyméthacrylate de méthyle, méthacrylate de polyéthylène, méthacrylate de polyéthyle, méthacrylate de polypropyle.

- [0068] Le polymère époxy décrit ici désigne le polymère obtenu après polymérisation de substances contenant des liaisons époxy. Le polymère époxy comprend un ou plusieurs époxy bisphénol A, bisphénol A époxy, époxy phénolique halogéné, époxy phénolique, époxy cycloaliphatique, résine époxy bisphénol S.
- [0069] La matière polymère réticulée (de la couche isolateur optique ou même toute autre couche adhésive polymère réticulée, inférieure et/ou supérieure notamment) peut être de préférence à base (ou essentiellement constitué) d'un polymère associé à une ou d'autres fonctions tel que la fonction acrylate pour la photo-réticulation (matière polymère réticulée à base d'uréthane acrylate ou à base de silicone acrylate) et/ou la fonction fluorée pour faire chuter l'indice de réfraction en particulier pour la couche isolateur optique (matière polymère réticulée à base de fluoro-uréthane acrylate ou fluoro-silicone acrylate). Ainsi on préfère pour la matière polymère réticulé de la couche isolateur optique est un polymère de préférence à base d'acrylate, d'uréthane acrylate, de silicone, de silicone acrylate, le polymère ayant en outre avec une fonction fluorée.
- [0070] Selon les propriétés recherchées, la fonction acrylate peut servir pour la photo-réticulation (pour un uréthane acrylate ou un silicone acrylate). La fonction acrylate permet la photo-réticulation du polymère, le squelette de celui est constitué d'autres fonctions tel que uréthane.
- [0071] La couche isolateur optique (ou même toute autre couche adhésive polymère réticulée, inférieure et/ou supérieure notamment) peut en particulier être un revêtement obtenu par voie liquide et obtenu à partir une formulation de préférence photoréticulable par UV (UVA) ou encore bi composant réticulant par réaction chimique. On préfère la réticulation par UV(A) car la réticulation est plus rapide et les équipements moins couteux/plus compact que par réaction chimique.
- [0072] La couche isolateur optique (et/ou couche bas indice adhésive inférieure) peut être un revêtement de polymère réticulé (dépôt sur troisième face ou sur support) peut être de préférence à base d'uréthane acrylate ou fluoro uréthane acrylate.
- [0073] Dans un premier exemple de couche isolateur optique (et/ou couche bas indice adhésive inférieure) sous forme de revêtement, on dépose une résine UV réticulable à base d'acrylates sur la deuxième feuille (de verre minéral ou organique) ou sur un support polymère ou verre (UTG).
- [0074] Dans un deuxième exemple de couche isolateur optique (et/ou couche bas indice adhésive inférieure) sous forme de revêtement, on dépose une résine UV réticulable monocomposant à base d'acrylates (uréthane acrylate) sur la deuxième feuille de verre

(minéral ou organique) ou sur un support polymère ou verre (UTG).

- [0075] Dans un troisième exemple de couche isolateur optique (et/ou couche bas indice adhésive inférieure) sous forme de revêtement, on dépose une résine UV réticulable à base de silicone sur la deuxième feuille de verre (minéral ou organique) ou sur un support polymère.
- [0076] On peut citer comme adhésif liquide réticulable bas indice (pour la couche isolateur optique (et ou la couche bas indice adhésive inférieure) les résines suivantes :
- [0077] -à base d'uréthane acrylate par exemple de la société Norland, notamment le produit dénommé LOCA Norland NOA 1315 ( $n_1 = 1,315$ ) qui est un uréthane acrylate aliphatique,
- [0078] -à base de fluoro uréthane acrylate par exemple de la société Shin-A, notamment le produit dénommé SFA 335 ( $n_1 = 1,335-1,339$ ) ou SFA 387 ( $n_1 = 1,385-1,389$ ),
- [0079] - à base d'acrylate par exemple notamment le produit dénommé UZ181A ( $n_1 = 1,47$ ) de la société AKChemTeck, ou encore le produit dénommé UVEKOL S15 ( $n_1 = 1,44$ ) de la société Allnex.
- [0080] On peut citer les COA liquides à base de fluoro uréthane acrylate par exemple de la société Shin-A, notamment le produit dénommé LOCA Shin-A 335 ( $n_1 = 1,335-1,339$ ) ou 387 ( $n_1 = 1,385-1,389$ ).
- [0081] La couche isolateur optique ou même plus largement toute (autre) couche adhésive polymère réticulé selon l'invention (couche adhésive inférieure ou supérieure; couche bas indice adhésive inférieure etc) peut comprendre voire être un film polymère réticulé notamment d'au moins 30 $\mu$ m ou 40 $\mu$ m ou 50 $\mu$ m.
- [0082] En particulier la couche isolateur optique et/ou une couche adhésive inférieure et/ou supérieure en polymère réticulé (et/ou la couche bas indice adhésive inférieure) est un film à base de polymère réticulé notamment d'au moins 30 $\mu$ m, tout particulièrement :
- [0083] - film sensible à la pression, et de préférence choisi parmi les polymères à base d'acrylate, d'uréthane acrylate ou en fluoro uréthane acrylate ou de silicone
- [0084] - ou un film dit post adhésif de polymère partiellement photoréticulé avant assemblage - et complètement (photo)réticulé après assemblage -, et de préférence un film dit post adhésif photoréticulé et à base d'acrylate.
- [0085] La mise en contact adhésif résulte de la poursuite de la photoréticulation. Avant la poursuite de la réticulation, le vitrage assemblé est mis sous vide pour un dégazage, puis mis en autoclave sous pression -pression positive de 2 à 4 bars-par exemple et éventuellement à une température supérieure à l'ambiante.
- [0086] En particulier le film sensible à la pression (PSA en anglais pour pressure sensitive adhesive) colle par contact après application d'une pression mécanique
- [0087] Un adhésif sensible à la pression, abrégé PSA et communément appelé auto-adhésif, est un adhésif qui forme une liaison lorsqu'une pression lui est appliquée de manière à

solidariser l'adhésif avec la surface à coller. Aucun solvant, ni d'eau, ou de chaleur n'est nécessaire pour activer l'adhésif.

- [0088] Comme son nom l'indique "sensible à la pression", le degré de liaison entre une surface donnée et le liant autoadhésif est influencée par la quantité de pression utilisée pour appliquer l'adhésif sur la surface cible et la nature et la densité des liaisons physiques formées entre l'adhésif et le substrat (feuille de verre minéral ou organique).
- [0089] Les PSA sont généralement conçus pour former une liaison et maintenir celle-ci à la température ambiante.
- [0090] Les PSA peuvent être en caoutchouc, en polyuréthane, en polymère d'ester acrylique, en polysiloxane.
- [0091] Les PSA sont généralement à base d'élastomère couplé avec un agent adhésif supplémentaire approprié ou agent « tackifiant » (par exemple, une résine ester).
- [0092] Les élastomères peuvent être de préférence à base:
- [0093] - d'acrylates, qui peuvent être suffisamment collant pour ne pas exiger un agent tackifiant supplémentaire.
- [0094] - de silicone, requérant des agents tackifiants spéciaux telles que des résines de silicate de type « MQ », composées de triméthyle silane monofonctionnel ("M") qui a réagi avec tétrachlorure de silicium quadrifonctionnel ("Q"), les PSA à base de silicone sont par exemple des gommes et résines de polydiméthylsiloxane dispersées dans du xylène ou un mélange de xylène et toluène
- [0095] ou éventuellement :
- [0096] - des copolymères blocs à base de styrène tel que des copolymères blocs Styrène butadiène-styrène (SBS), styrène-éthylène / butylène-styrène (SEBS), styrène-éthylène / propylène (SEP), styrène isoprène -styrène (SIS),
- [0097] - les éthers vinyliques.
- [0098] - de nitriles.
- [0099] Des adhésifs PSA sont commercialisés sous forme de rouleaux d'adhésifs double face avec un liner sur chaque face pour protéger le film PSA.
- [0100] On peut citer comme PSA à base de silicone les adhésifs de Dow Corning® tel que le 2013 Adhesive, 7657 Adhesive, Q2-7735 Adhesive, Q2-7406 Adhesive, Q2-7566 Adhesive, 7355 Adhesive, 7358 Adhesive, 280A Adhesive, 282 Adhesive, 7651 Adhesive, 7652 Adhesive, 7356 Adhesive ou les adhésifs de Taica tel que l'OPT alpha GEL® tel que le K120E, K90E ou les adhésifs de MRK tel que le MR3050, MR3080.
- [0101] On peut citer comme PSA à base d'acrylate les adhésifs de Nitto tel que le CS98210U, CS98210UK ou les adhésifs de Tesa® tel que le OCA 69206, OCA 69208, OCA 69405.
- [0102] Comme film bas indice PSA (pour la couche isolateur optique et/ou la couche bas indice adhésive inférieure) à base d'acrylate, on peut citer le produit dénommé CS986

( $n_1 = 1,47$ ) de la société Nitto.

- [0103] Comme film bas indice PSA (pour la couche isolateur optique et/ou la couche bas indice adhésive inférieure) à base de silicone, on peut citer le produit dénommé Opt Alpha Gel de la société Taica ( $n_1 = 1,41$ ).
- [0104] Concernant le silicone on préfère le polydiméthylsiloxane, PDMS ou diméthicone, qui est un polymère organominéral de la famille des siloxanes.
- [0105] Dans un exemple de couche adhésive polymère réticulé sous forme de film PSA à base acrylate, on peut citer le produit dénommé CS986 de Nitto d'indice de réfraction  $n_2$  de 1,49.
- [0106] La première couche adhésive supérieure peut être un film thermoplastique notamment PVB et la première couche adhésive inférieure est un film ou revêtement adhésif polymère réticulé, de préférence formant la couche isolateur optique et même d'épaisseur d'au moins 300 $\mu$ m et même 500 $\mu$ m et par exemple d'au plus 800 $\mu$ m.
- [0107] La première couche adhésive supérieure peut être polymère réticulé, la matière polymère réticulé est de préférence choisie parmi un polymère à base d'acrylate, d'acétate de polyvinyle, de polyuréthane, de silicone, et d'époxy et la première couche adhésive inférieure est un film adhésif polymère réticulé, de préférence formant la couche isolateur optique et même d'épaisseur d'au moins 300 $\mu$ m et même 500 $\mu$ m et par exemple d'au plus 800 $\mu$ m.
- [0108] Le vitrage comprend entre la deuxième face et la troisième face l'empilement suivant, éventuellement stricte, au choix (les éléments entre parenthèses sont optionnels):
- 1) première couche supérieure adhésive thermoplastique de préférence (film) PVB notamment filtre UV/ cellule à cristaux liquides (notamment GH)/ couche isolateur optique (film ou revêtement)/ couche de guide interne (/ couche (adhésive) bas indice inférieure, film ou revêtement)
- [0109] notamment couche de guide interne film polymère (thermoplastique), de verre ou couche adhésive
- 2) première couche supérieure adhésive polymère réticulé/ cellule à cristaux liquides (notamment GH)/ couche isolateur optique (film ou revêtement)/ couche de guide interne (/ couche (adhésive) bas indice inférieure)
- [0110] notamment couche de guide interne film polymère (thermoplastique), de verre ou couche adhésive
- 3) première couche supérieure adhésive thermoplastique de préférence PVB notamment filtre UV/ cellule à cristaux liquides (notamment GH)/couche isolateur optique (film ou revêtement)/ , la couche isolateur optique étant de préférence en contact avec la troisième face de la deuxième feuille, deuxième feuille formant guide de lumière

- 4) première couche supérieure adhésive polymère réticulé/ cellule à cristaux liquides / couche isolateur optique (film ou revêtement), la couche isolateur optique étant de préférence en contact avec la troisième face de la deuxième feuille, deuxième feuille formant guide de lumière.
- [0111] L'empilement peut comprendre 1 ou 2 ou 3 films adhésifs, notamment 1 ou 2 films PSA ou post adhésifs et un film PVB.
- [0112] Par exemple, l'intercalaire de feuillette (mono ou multicouche) peut incorporer un ou plusieurs éléments fonctionnels (de préférence films fonctionnels) notamment d'épaisseur subcentimétrique et même d'au plus 0,6mm ou 0,5mm ou 0,3 ou 0,2mm, et de préférence d'au moins 30 ou 40 ou 50µm, choisis de préférence parmi l'un au moins des films fonctionnels suivants:
- (dans la partie supérieure) un film athermique, réfléchissant les infrarouges, et/ou chauffant par exemple substrat polymère avec un revêtement électro-conducteur (transparent), notamment d'épaisseur d'au plus 0,4mm,
- [0113] - un film extracteur, notamment polymère (par exemple thermoplastique ou thermodurci), formant des moyens d'extraction de lumière guidée, par exemple avec reliefs et/ou diffusant en volume ou en surface (par une couche diffusante),
- [0114] - et/ou un film dit redirecteur, notamment polymère (par exemple thermoplastique ou thermodurci), formant moyen de redirection de lumière (issue de la source de lumière coté quatrième face voire décalée du vitrage), local.
- [0115] Le film fonctionnel polymère (premier support électroconducteur, support polymère de la couche isolateur optique, film optique : extracteur, redirecteur, athermique etc) est par exemple thermoplastique (flexible, courbé suivant la courbure du vitrage), notamment non adhésif au verre, est par exemple : polyester, notamment polyté-réphthalate d'éthylène (PET), poly(téréphthalate de butylène) PBT, poly(naphtalate d'éthylène) (PEN), , polyimide (PI), polyuréthane (PU) ou triacétate de cellulose (TAC), acrylique, polyoléfine notamment polypropylène (PP) polycarbonate (PC) ou PMMA, film (coextrudé) en PET-PMMA poly(chlorure de vinyle) PVC.
- [0116] On peut utiliser pour le film athermique, par exemple un film clair de PET revêtu, par exemple XIR de la société Eastman, un film coextrudé en PET-PMMA, par exemple du type SRF 3M®.
- [0117] Naturellement un film fonctionnel polymère peut être multifonctions (support , barrière, optique etc).
- [0118] Le film extracteur peut avoir une étendue à façon. Il peut être local ou couvrir au moins 50%,60%,70%,80%,90%, 100% du clair de vitre. Le film extracteur peut avoir une ou plusieurs zones d'extraction locales (texturées etc) ou occupant au moins 50%,60%,70%,80%,90%, 100% du clair de vitre (et/ou au moins 50%,60%,70%,80%,90%, 100% de la surface du film transparent)

- [0119] Par ailleurs, la première feuille peut être teintée (de préférence verre minéral) et/ou une ou des couches au-dessus de la cellule à cristaux liquides (ou même les supports électroconducteurs) peuvent être teintées. La couche isolateur optique elle-même peut être teintée.
- [0120] Pour ce faire toute couche teintée (couche isolateur optique et/ou couche au-dessus de la cellule à cristaux liquides) peut comporter (dans une matrice polymère) un agent colorant (organique ou inorganique) notamment colorant moléculaire ou pigment inorganique. Pour être opaque, on peut augmenter le taux d'agent colorant.
- [0121] Un film teinté (support de revêtement adhésif polymère réticulé, couche adhésive, supérieure, support électroconducteur) peut avoir une transmission lumineuse d'au plus 50% ou 40% ou 30% ou 20% et d'au moins 5%.
- [0122] La couche isolateur optique teintée peut avoir une transmission lumineuse d'au plus 50% ou 40% ou 30% ou 20% et d'au moins 5%.
- [0123] On peut avoir plusieurs films optiques disjoints répartis dans le clair de vitre sur une même face par exemple. Le film optique peut être un film polymère thermoplastique ou thermodurci.
- [0124] Lorsqu'un film optique est posé sur la troisième face, on préfère qu'il soit local pour augmenter la surface de contact adhésif de l'intercalaire de feuillette (la couche isolateur optique ou la couche adhésive inférieure) avec la troisième face.
- [0125] De préférence le film optique redirecteur local est de largeur d'au plus 10cm ou au plus 5cm ou même au plus 2cm et notamment de longueur similaire à celle de la source de lumière linéaire (à façon). Ce peut être une bande rectangulaire avec des coins arrondis par exemple
- [0126] L'étendue du film extracteur (local) peut être significativement inférieure à celle de la deuxième feuille. Elle représente avantageusement moins de 30 %, de préférence d'au plus 25 %, en particulier entre 1 et 10 % de l'étendue de la deuxième feuille. Le film extracteur peut avoir toute forme. Il peut couvrir le clair de vitre et même ses bords sont sous la couche de masquage interne.
- [0127] Alternativement, le film optique local (extracteur ou redirecteur) peut être collé à la couche de guidage (deuxième feuille ou couche de guide interne) par une couche adhésive de fixation transparente de préférence ayant un indice de réfraction proche de  $n_0$ .
- [0128] Le film optique extracteur ou redirecteur peut être entre la couche isolateur optique et la couche adhésive inférieure, polymère thermoplastique ou polymère réticulé. La couche adhésive inférieure peut servir à fixer ce film. L'étendue du film est à façon.
- [0129] Une cellule à cristaux liquides comporte une couche électroactive (essentiellement et même uniquement) de cristaux liquides, les cristaux liquides présentant une orientation prédéfinie ou direction d'équilibre. La cellule à cristaux liquides est encapsulé entre

deux supports (films polymériques ou verre) qui sont maintenus à distance constante grâce à des espaceurs (transparents, de préférence ponctuels, 3D) tels que des billes (ou cube ou cylindrique base circulaire etc) en verre ou polymère.

[0130] L'épaisseur de la couche électroactive peut être de 1 à 20µm et même 5 à 15µm.

[0131] Chaque support est pourvu d'une électrode (couche transparente par exemple oxyde métallique conducteur ou empilement à l'argent) et d'une couche d'alignement notamment pour un ancrage planaire ou homéotrope.

[0132] Lorsqu'une tension de préférence alternative (par exemple 60Hz, avec tension pic de 5 à 30V et de préférence avec signal carré) est appliquée aux électrodes, la cellule passe d'un état clair (faiblement coloré voire incolore) à un état sombre (coloré), ou inversement. On entend par « état clair, état sombre » que le vitrage possède dans son état clair une transmission lumineuse dans le visible supérieure à la transmission lumineuse qu'il possède dans son état sombre.

[0133] En fonction de l'application visée, de l'orientation d'équilibre des cristaux liquides en interaction avec les colorants dichroïques lorsqu'ils sont présents, les états clair et sombre correspondront à un état ON/OFF ou OFF/ON de mise sous tension des électrodes. On parlera d'un état normalement clair du vitrage lorsque la transmission lumineuse est la plus élevée en l'absence de tension entre les électrodes (état OFF), autorisant donc la vision à travers le vitrage, tandis que l'état sombre dudit vitrage correspondra à la mise sous tension des électrodes (état ON) engendrant une réorientation des cristaux liquides et une modification de la transmission lumineuse (la transmission lumineuse devenant plus faible). Inversement, on parlera d'état normalement sombre d'un vitrage lorsque la transmission lumineuse est la plus faible en l'absence de tension, tandis qu'en appliquant une tension, le vitrage deviendra clair.

[0134] Par exemple :

[0135] - à l'état clair, la cellule à cristaux liquides (notamment hôte invités) et même le vitrage peut comporter une  $TL > 30\%$  ou à  $45\%$  ou à  $70\%$

[0136] - à l'état sombre, la cellule à cristaux liquides (notamment hôte invités) et même le vitrage peut comporter une  $TL < 20\%$  ou même à  $10\%$  ou à  $5\%$  ou à  $1\%$ .

[0137] On préfère que la cellule à cristaux liquides (notamment hôte invités) et même le vitrage présente un flou d'au plus  $3\%$   $2\%$  ou  $1\%$ .

[0138] On peut préférer qu'à l'état sombre, la cellule à cristaux liquides (notamment hôte invités) et même le vitrage présente une couleur neutre définie par  $-4 < a < 4$  et  $-4 < b < 4$ .

[0139] Par exemple la cellule à cristaux liquides (notamment hôte invités) et même le vitrage présente une couleur grise, noire.

[0140] Comme exemple de cellule à cristaux liquides on peut citer celles décrites dans les demandes de brevet JP2018141891 ou EP3990981.

[0141] La cellule à cristaux liquides peut avoir l'une au moins des caractéristiques

techniques suivantes cumulatives ou alternatives :

- [0142] - la couche électroactive contient au plus 5% ou 1% ou 0% de polymère et précurseur de polymère dans la solution (hors espaceurs)
- [0143] - la cellule à cristaux liquides est dite « hôte-invités » (guest host en anglais ou GH), et la couche électroactive comporte au moins un colorant dichroïque (les face externes des premiers supports intérieur et extérieur sont les faces externes de la cellule « hôte-invités »)
- [0144] - ou la cellule à cristaux liquides est dite TN (pour nématique torsadé, twisted nematic en anglais) et comporte un polariseur supérieur (teinté) sur une face externe supérieure du premier support supérieur électroconducteur et un polariseur inférieur (teinté) sur une face externe inférieure du premier support inférieur électroconducteur (les face externes des polariseurs sont les faces externes de la cellule),
- [0145] - la cellule à cristaux liquides (GH ou TN) a une tranche alignée en retrait de la tranche de la première feuille de verre, bord (tranche) interne sous une couche de masquage interne (émail ou encre) plus proche de la deuxième face,
- [0146] - l'un ou les supports transparents sont flexibles sont polymère par exemple d'au plus 200µm, ou verre exemple d'au plus 400µm,
- [0147] - la couche électrode (inférieure et/ou supérieure) est un revêtement électroconducteur (empilement à couche fonctionnelle qui est un oxyde conducteur transparent par exemple ITO, IZO, AZO, SnO<sub>2</sub>:F ou métallique (argent etc), ces couches fonctionnelles étant généralement interposées entre des couches diélectriques à base d'oxydes, de nitrures et/ou d'oxyde nitrures) sur face dite avant orientée vers la couche électroactive, en particulier les revêtements électrodes inférieur ou supérieur sont de nature identique et même de même épaisseur et/ou les supports transparents sont de nature identique et même de même épaisseur.
- [0148] - l'épaisseur totale de la cellule à cristaux liquides (GH ou TN) est d'au plus 1mm et en particulier cellule hôte invité d'au plus 500µm et même 30µm et cellule TN d'au plus 600µm.
- [0149] Par ailleurs le vitrage selon l'invention peut comprendre un joint externe, périphérique qui entoure le pourtour de la tranche de la cellule à cristaux liquides, de préférence joint externe qui est une couche adhésive thermoplastique, en particulier est en contact avec
- [0150] -la première couche supérieure adhésive, dépassante du bord de la cellule à cristaux liquides, joint externe et première couche supérieure adhésive sont de préférence à base de PVB
- [0151] - ou en contact avec la deuxième face (nue ou revêtue).
- [0152] Et éventuellement le joint externe est en contact avec la première couche inférieure adhésive, en particulier formant la couche isolateur optique, dépassante du bord de la



cellule à cristaux liquides, ou en contact avec la troisième face (nue ou revêtue) et par exemple formant une couche de cadrage (à base de PVB par exemple) de la couche isolateur optique .

- [0153] Le joint externe est de préférence large d'au moins quelques mm.
- [0154] Le joint externe peut comporter une zone opaque :
- [0155] - de masquage d'une zone d'injection de lumière, la source de lumière (diodes) étant sous la deuxième face notamment logée entre la deuxième face et la troisième face (dans une encoche ou un trou fermé de la deuxième feuille de la couche guide interne ou dans une gorge) ou dans une encoche ou un trou fermé de la deuxième feuille de verre formant guide
- [0156] -ou d'une source de lumière coté quatrième face notamment émettant vers la face principale de la couche de guidage (couche guide interne, deuxième feuille).
- [0157] Le joint externe est de préférence tout ou partie décalé d'un clair de vitre.
- [0158] Le joint externe peut être en contact avec un joint interne de scellement de préférence polymère réticulé (époxy etc ), qui entoure le pourtour de la couche électroactive et notamment entre les premier et deuxième supports électroconducteurs..
- [0159] En particulier les premières couches adhésives supérieure et/ou inférieure (formant couche isolateur optique) dépassent d'au moins 1mm ou 5mm ou 1cm et d'au plus 5cm ou 2cm de la tranche (externe) de la cellule (GH ou TN)
- [0160] Les tranches des premières couches adhésives supérieure et/ou inférieure peuvent être alignées avec la tranche (externe) d'un joint externe de la cellule à cristaux liquides.
- [0161] Une autre cellule peut être adjacente à ladite cellule à cristaux liquides, et séparé par une extension de la couche isolateur optique ou première couche adhésive supérieure (PVB notamment) ou d'un joint de scellement externe (PVB notamment) qui entoure le pourtour de la tranche de la cellule à cristaux liquides.
- [0162] Il est préférable et même généralement indispensable que le vitrage comporte au moins une zone transparente, appelée « clair de vitre » ou clair de jour, non couverte par une couche de masquage opaque (interne), périphérique. Le clair de vitre est ainsi une zone centrale.
- [0163] Ce clair de vitre représente généralement au moins 20 %, de préférence au moins 50 % et en particulier au moins 70 % ou 80% ou 90% ou 95% de la surface totale du vitrage, y compris les zones couvertes par une encapsulation ou des joints. Autrement dit, la couche opaque couvre une zone qui représente généralement au plus 80 %, de préférence au plus 50 % et en particulier au plus 30 % ou 20 ou 10% ou 5% de la surface totale du vitrage.
- [0164] La densité optique de la couche opaque est de préférence d'au moins 2 et même jusqu'à 5.
- [0165] L'intercalaire de feuillette peut occuper au moins 70%, 80%, 90%, 95% ou même

100% de la surface du vitrage.

- [0166] La couche isolateur optique s'étend de préférence au-delà de la zone de propagation, et peut occuper au moins 70%, 80%, 90%, 95% de la surface du vitrage.
- [0167] Concernant l'étendue des éléments, plusieurs configurations sont possibles, notamment la tranche de l'intercalaire de feuilletage (tranche de la couche isolateur optique, de la première couche adhésive inférieure et/ou supérieure) n'est pas forcément alignée avec la tranche des première et/ou deuxième feuilles et les tranches des couches de l'intercalaire même ne sont pas forcément alignées entre elles.
- [0168] La première couche adhésive supérieure peut être en retrait de la tranche de la première feuille d'au plus 10mm voire d'au plus 2mm.
- [0169] La première couche adhésive supérieure (et la couche isolateur optique et l'éventuelle couche adhésive inférieure) peut occuper au moins 70%, 80%, 90%, 95% de la surface du vitrage.
- [0170] Il peut y avoir plusieurs zones d'injections, plusieurs sources de lumières, périphériques de préférence.
- [0171] La couche isolateur optique peut occuper au moins 70%, 80%, 90%, 95% de la surface du vitrage. Les moyens d'extractions couvrent par exemple au plus 90% de la surface du vitrage.
- [0172] La cellule à cristaux liquides peut occuper au moins 70%, 80%, 90%, 95% de la surface du vitrage ou une surface plus restreinte que 50% ou 30%, par exemple être au moins une bande périphérique par exemple le long d'un bord longitudinal inférieur ou supérieur d'un parebrise.
- [0173] Le vitrage peut donc comporter entre la deuxième face (notamment F2) et la troisième face (notamment F3), une couche de masquage périphérique opaque, interne, notamment un émail (noir etc) sur la deuxième face. Ce peut être un revêtement opaque sur la première couche adhésive thermoplastique supérieure en particulier PVB, par exemple revêtement opaque à base de PVB et avec agent colorant sur une face principale d'une couche PVB (notamment couche adhésive supérieure) face orientée deuxième ou troisième face.
- [0174] La couche de masquage interne peut être à 2mm ou 3mm (moins de 5 mm) de la tranche du vitrage ou même jusqu'à la tranche. La couche de masquage peut être un bandeau encadrant le vitrage (pare-brise, toit, etc) notamment noir. On opacifie sur toute la périphérie pour cacher des éléments de carrosserie ou joints ou protéger une colle pour le montage sur le véhicule. Cette couche de masquage interne délimite le clair de vitre. Il peut être avantageux que le bord externe de la couche isolateur optique ou plus largement toute couche adhésive de l'intercalaire de feuilletage ou de la couche guide et de la cellule à cristaux liquides (et même le joint interne ou encore le joint externe) soient masquées par la couche de masquage interne, ne soit pas dans le clair

de vitre.

- [0175] La largeur de la couche de masquage interne le long des côtés d'un toit de véhicule automobile est généralement inférieure à celle à l'avant ou même à l'arrière.
- [0176] Dans le cas où la première feuille est le vitrage extérieur, une autre couche de masquage, dite intérieure, peut être en quatrième face dite F4 côté habitacle notamment faisant face à la couche de masquage interne (et même de nature identique par exemple un émail notamment noir sur deuxième feuille en verre minéral). Elle peut être adjacente à un revêtement fonctionnel éventuel transparent notamment athermique, au moins dans le clair de vitre.
- [0177] En particulier pour un toit automobile (première feuille est le vitrage extérieur):
- [0178] - la largeur de la couche de masquage interne (et même intérieure) le long des bords longitudinaux peut être d'au plus 30cm notamment de 10-20cm.
- [0179] - la largeur de la couche de masquage interne (et même intérieure) le long du bord latéral arrière peut être d'au plus 30cm notamment d'au moins 1 ou 5cm et le long du bord latéral avant d'au plus 60cm notamment d'au moins 1 ou 5cm.
- [0180] La largeur de la couche de masquage interne est de préférence plus grande que celle de la couche de masquage intérieure.
- [0181] La couche de masquage interne et/ou intérieure peut être un liant organique ou minéral (fritte de verre fondue) avec un agent colorant organique ou inorganique notamment colorant moléculaire ou pigment inorganique.
- [0182] La couche de masquage interne et/ou intérieure est de préférence une couche continue (aplat avec un bord plein ou en variante un bord en dégradé (ensemble de motifs).
- [0183] Dans un premier cas d'injection de lumière, la source de lumière est couplée à la tranche de la deuxième feuille (ou la couche guide interne) éventuellement dans une encoche périphérique débouchante. La source de lumière peut être logée dans une encapsulation polymère comme décrit dans la demande WO2010049638 notamment en figure 15 ou en figure 16 et même ayant un évidement pour retrait, remplacement de la source.
- [0184] Dans un deuxième cas d'injection de lumière, la deuxième feuille, notamment en verre minéral, peut comporter au moins un trou périphérique (traversant ou même borgne en épaisseur, ouvert coté quatrième face au moins) sous la couche de masquage interne (hors clair de vitre) et la source de lumière est couplée à la paroi de la deuxième feuille délimitant le trou, de préférence logée dans le trou. La source de lumière notamment les diodes peut être dans le trou, peut être associée à un élément optique (guide de lumière) entre la paroi d'injection et la source de lumière dans le trou ou à l'intérieur de l'habitacle. On peut citer notamment les exemples de réalisations décrits dans les brevets WO2018/178591 ou WO 2013/110885.

- [0185] La couche de masquage intérieure est par exemple de part et d'autre dudit trou (de chaque trou).
- [0186] La deuxième feuille peut avoir une pluralité des trous (traversants) délimités chacun par une paroi interne, et une source de lumière (toutes identiques ou non, à façon) est couplée à une paroi interne et même logée dans chaque trou (traversant).
- [0187] Le trou (chaque trou) est de préférence de largeur d'au plus 50mm et d'au moins 10mm et espacé de préférence d'au plus de la tranche de la deuxième feuille de 200mm. La forme du trou (de chaque trou) peut être oblongue, circulaire.
- [0188] Le trou dans la deuxième feuille de verre (minéral) dans lequel est logée la source de lumière (les diodes) peut être avantageusement fermé par un couvercle, de préférence un couvercle amovible, préférentiellement intégré à un module de diodes, fixé sur la tranche interne du trou et/ou sur la quatrième face principale (par des moyens de fixation réversible).
- [0189] Le trou si traversant est obstrué par un capot notamment formant joint d'étanchéité empêche l'humidité de pénétrer dans la vitre à travers l'évidement, côté troisième face, notamment réfléchissant feuille métallique (aluminium etc) ou un film (plastique ou minéral) métallisé.
- [0190] Le capot forme aussi un obturateur optique. Le capot dépasse de la paroi interne du trou de préférence d'au plus 30mm. Il peut être posé sur la troisième face ou adhésivé et/ou en contact adhésif avec l'intercalaire (la couche isolateur optique par exemple). Le trou et/ou le capot et/ou le couvercle est par exemple à au plus 100mm du clair de vitre et de préférence au moins 10 ou 20 mm.
- [0191] Dans un troisième cas d'injection de lumière, la source de lumière est côté quatrième face, sous (en vis-à-vis) de la couche de masquage interne, et est couplée à la deuxième feuille ou à la couche guide interne via un film optique redirecteur comme déjà décrit sur la troisième face ou sur la quatrième face ou sur la couche guide interne.
- [0192] La couche de masquage périphérique intérieure éventuelle (en face F4) peut comporter une épargne pour ne pas bloquer le couplage optique notamment pour laisser passer les rayons de la source de lumière vers l'élément de redirection de lumière.
- [0193] L'injection/le couplage est via l'élément de redirection de lumière notamment film redirecteur texturé sur la deuxième feuille (troisième ou quatrième face, par exemple un film polymère prismatique) ou sur la couche guide interne, la source de lumière étant en regard de la quatrième face, éventuellement décentrée ou même décalée de cet film redirecteur.
- [0194] Ce film redirecteur (transparent) est par exemple de forme longitudinal le long du vitrage ou arrondi dans les coins, par exemple de la longueur du clair de vitre. Cet film redirecteur peut être d'épaisseur 'd'au plus 0,5mm ou 0,4mm et notamment d'au moins

100µm.

- [0195] L'élément de redirection/ film redirecteur et/ou la source de lumière est par exemple à au plus 100 mm du clair de vitre et/ou de préférence au moins 10 ou 20 mm.
- [0196] Par ce film redirecteur orienté vers la deuxième face, la lumière traversant la deuxième feuille (ou la couche guide interne) est redirigé dans la deuxième feuille (ou dans la couche guide interne) par réflexion, voire diffusion. Par ce film redirecteur sur la quatrième face (ou orienté vers la troisième face pour la couche guide interne), la lumière traversant la deuxième feuille (ou la couche guide interne) est redirigé dans la deuxième feuille de verre (ou la couche guide interne) par réfraction, voire diffusion.
- [0197] Le film optique redirecteur peut être un film texturé et même prismatique (avec une surface principale lisse (non texturé, non fonctionnelle) et une surface opposée texturée, fonctionnelle), flexible donc courbé s'adaptant à la courbure du vitrage, un film plastique transparent partiellement structuré formant des (micro)prismes ou un film plastique (plan) transparent avec sur une surface principale une couche transparente avec un arrangement de (micro)prismes. Le film prismatique peut être côté et même sur la troisième face (nue ou revêtue) ou côté et même sur la quatrième face (nue ou revêtue). Le film prismatique côté et même sur la troisième face peut être réflecteur et les (micro)prismes réflecteurs sont orientés vers la deuxième face.
- [0198] Les (micro)prismes sont par exemple orientés vers la deuxième face.
- [0199] Les moyens d'extraction de lumière peuvent comprendre :
- [0200] - une texturation d'un élément dit texturé choisi parmi la couche guide interne ou la deuxième feuille formant guide, la couche isolateur optique, la couche (adhésive) bas indice inférieure sous la couche guide intérieur,
- [0201] - ou encore un film extracteur sur la couche guide interne ou la deuxième feuille formant guide notamment en contact avec la couche isolateur optique
- [0202] - ou une couche diffusante comportant un liant et des particules diffusantes et/ou des pores, sur la couche de guide interne ou la deuxième feuille formant guide, notamment en contact avec la couche isolateur optique
- [0203] - une zone locale diffusante dans la couche de guidage comportant des particules diffusantes et/ou des pores, en particulier une gravure laser d'une feuille de verre (deuxième feuille, couche guide interne).
- [0204] Les moyens d'extraction de lumière peuvent comprendre un film optique entre la couche isolateur optique et la couche de guidage (couche guide interne, deuxième feuille).
- [0205] Un exemple de film à reliefs réfléchissants notamment de film plastique d'indice de réfraction supérieur ou égal à  $n_0$  avec des reliefs (prismes) réfléchissants formant extraction de lumière sur la troisième face d'un toit automobile est décrit dans le brevet WO2013/167832.

- [0206] Le relief réfléchissant de préférence a une faible rugosité de façon à ce que la réflexion soit essentiellement de type spéculaire. Le relief et rugosité de l'interface réfléchissante sont choisis de manière à ce que les largeurs totales à mi-hauteur de la distribution angulaire de l'intensité lumineuse émise par le système soient comprises de préférence entre 30° et 60°.
- [0207] Indépendamment de la rugosité de l'interface réfléchissante, on peut définir une hauteur ou profondeur du relief qui est égale à la distance entre le point le plus haut et le plus bas dudit relief. La hauteur du relief réfléchissant est par exemple comprise entre 5  $\mu\text{m}$  et 1 mm, de préférence entre 10  $\mu\text{m}$  et 500  $\mu\text{m}$ , en particulier entre 20 et 100  $\mu\text{m}$ .
- [0208] De tels films polymères texturés par un relief sont disponibles sur le marché et l'on peut citer par exemple le film Vikuiti® Image Directing Film II commercialisé par la société 3M
- [0209] Le film optique extracteur peut comprendre une pluralité de prismes individuels, constitués chacun d'une surface oblique et d'une surface essentiellement perpendiculaire au plan général de la deuxième feuille
- [0210] On peut citer à titre d'exemple de relief régulier un relief de type lentille de Fresnel ou un relief de type prisme de Fresnel.
- [0211] Le relief peut être réfléchissant par un revêtement de bas indice ayant un indice de réfraction inférieur d'au moins 0,04, de préférence d'au moins 0,1 à l'indice  $n_0$  de la deuxième feuille de verre ou à l'indice du film optique à reliefs. Le relief peut être réfléchissant par la couche isolateur optique. Les creux des reliefs peuvent être sinon comblés par la couche isolateur optique.
- [0212] Alternativement ou cumulativement, les moyens d'extraction peuvent comporter une couche diffusante. Cette couche diffusante comprend des éléments diffusants dans une matrice (transparente et même diffusante), notamment définissant au moins une première zone diffusante par exemple de largeur d'au moins 0,5mm, notamment première zone diffusante pleine et/ou comportant un ensemble de motifs discontinus.
- [0213] Les particules diffusantes peuvent avoir une taille de l'ordre du micromètre dans un liant, organique ou minéral, permettant de faire adhérer ces particules à la surface de la deuxième feuille ou encore de l'intercalaire. Les particules peuvent être en métal ou en oxyde métallique.
- [0214] Les moyens d'extraction de lumière peuvent être également une zone texturée de la couche isolateur optique.
- [0215] Les moyens d'extraction côté troisième face peuvent être totalement opaques ou rester transparents. En quatrième face, les moyens d'extraction ont une transmission lumineuse non nulle.
- [0216] La source de lumière comporte de préférence un ensemble de diodes électrolumi-

nescentes sur un support de diodes, par exemple flexible, notamment à circuit imprimé (comme un PCB pour « printed circuit board » en anglais), notamment support allongé, linéaire, une barrette droite ou courbée. On peut prévoir plusieurs barrettes, connectées entre elles etc, le long d'un bord etc.

- [0217] La source de lumière peut être entre les deuxième et troisième faces (couplée à la couche guide interne). Le support de diodes peut être tout ou partie entre les deuxième et troisième faces, courbé (flexible) pour s'adapter à la courbure du vitrage et même le support de diodes (en particulier si diodes à émission latéral et/ou support le long de la deuxième ou troisième face) dépasser de la tranche du vitrage.
- [0218] Le support de diodes et les diodes peuvent être dans un profilé en L ou en U qui est tout ou partie entre les deuxième et troisième faces (dans une gorge, au sein d'une couche de cadrage etc) notamment profilé courbé (flexible) pour s'adapter à la courbure du vitrage.
- [0219] La source de lumière peut comprendre une fibre optique extractrice couplée avec source primaire de lumière (diode(s) électroluminescente(s) etc).
- [0220] De préférence les diodes sont des composants montés en surface sur la face avant d'un support de diodes qui est une carte de circuit imprimé dit carte PCB (avec pistes conductrices).
- [0221] Les diodes ont par exemple une émission lambertienne ou quasi lambertienne.
- [0222] La largeur (ou longueur) d'une diode avec une seule puce semi conductrice, généralement diode de forme carrée, est de préférence d'au plus 5mm.
- [0223] La largeur du support de diodes (de la carte PCB), notamment barrette, est de préférence d'au plus 5cm, mieux d'au plus 2cm, et même d'au plus 1cm.
- [0224] On peut avoir une ou plusieurs sources de lumière (périphériques, de préférence décalées du clair de vitre), plusieurs ensembles de diodes. La ou les sources sont allongées, linéaires sur au moins 10cm et/ou plus locales notamment dans un trou ou plusieurs trous disjoints de la couche de guidage ou d'un trou d'une couche périphérique (couche de cadrage).
- [0225] On peut utiliser une ou plusieurs sources de lumière (identiques ou non), par exemple électriques et/ou constituées de dispositif(s) électroluminescent(s) (DEL, ...). La ou les sources de lumière peuvent être mono- (émettant dans le bleu, vert, rouge, etc) ou polychromatiques, ou être adaptées ou combinées pour produire par exemple une lumière blanche, etc; elles peuvent être continues ou discontinues, etc.
- [0226] La source de lumière peut être étendue linéairement (bande rectangulaire comme une barrette de diodes) le long d'un côté du vitrage (bords longitudinaux) ou dédoublée (avec lumière similaire ou distincte par exemple autre couleur intensité, piloté indépendamment ou simultanément) le long des deux côtés.
- [0227] La source de lumière, de préférence comportant un ensemble de diodes électrolumi-

nescentes, peut être sous la deuxième face :

- [0228] - liée à la deuxième face (par une couche adhésive supérieure ou non, si couche adhésive supérieure plus en retrait)
- [0229] -et même entre la deuxième face et la troisième face notamment liée à la deuxième face ou à la troisième face et/ou lié à la couche de guidage interne (adhésive ou avec une colle ajoutée).
- [0230] La source de lumière peut être couplée à la tranche de la couche de guidage et tout ou partie être extérieure à la tranche du vitrage. La source de lumière (les diodes et même le support de diodes) peut être logée dans une encapsulation polymère comme celle décrite dans la demande WO2010049638 notamment en figure 15 ou en figure 16 et même ayant un évidement pour retrait, remplacement de la source.
- [0231] L'injection de lumière, issue de la source de lumière qui de préférence comporte un ensemble de diodes électroluminescentes sur un support de diodes, dans la couche de guidage est de préférence :
  - [0232] 1) par une tranche de la couche de guidage (deuxième feuille de verre, couche guide interne, externe)
  - [0233] 2) par paroi délimitant un trou fermé (borgne ou traversant) de la couche de guidage couche de guidage (deuxième feuille de verre, couche guide interne), notamment source de lumière en contact ou distante de ladite tranche ou paroi (espace ou matière notamment adhésive) de la couche de guidage, la source de lumière étant de préférence sous la deuxième face et même entre la deuxième face et la troisième face.
- [0234] Eventuellement, la source de lumière est dans une encoche de la tranche de la couche de guidage ou bien est liée ou noyée ou dans une paroi délimitant un trou fermé (ou au voisinage) d'une couche de cadrage transparente (pour le couplage optique par la tranche) éventuellement adhésive sur le pourtour de la tranche de la couche de guidage (couche guide interne, deuxième feuille de verre,).
- [0235] Ou :
- [0236] 2) par un élément de redirection de lumière, local comme un film optique redirecteur, de préférence coté troisième face principale ou quatrième face principale, la source de lumière étant alors en regard ou décalée de la quatrième face principale, notamment source de lumière et élément de redirection de lumière décalés d'un clair de vitre.
- [0237] Notamment le couplage optique est direct ou par l'intermédiaire d'une optique, notamment source de lumière et élément de redirection de lumière décalés d'un clair de vitre et faisant face à une couche de masquage interne.
- [0238] L'alimentation en électricité de la source de lumière (des diodes) peut se faire par une amenée de courant intégrée dans le vitrage feuilleté, par exemple un fil électrique incorporé dans l'intercalaire de feuilletage, ou bien ce fil électrique peut être appliqué sur la quatrième face principale de la deuxième feuille (feuille intérieure, côté



habitable), et éventuellement être protégé par un cache.

- [0239] La source de lumière peut être côté quatrième face, sous (en vis-à-vis) de la couche de masquage interne, et est couplée à la couche de guidage via un film optique redirecteur comme déjà décrit.
- [0240] La source de lumière côté quatrième face peut être associée à une optique de collimation. La source de lumière avec un collimateur éventuel peut être fixée sur la quatrième face, par collage direct ou en étant espacé et sur un support périphérique fixé sur la quatrième face.
- [0241] La couche de masquage périphérique intérieure éventuelle (en face F4) peut comporter une épargne pour ne pas bloquer le couplage optique notamment pour laisser passer les rayons de la source de lumière vers l'élément de redirection de lumière.
- [0242] Ce film redirecteur (transparent) est par exemple de forme longitudinal le long du vitrage ou arrondi dans les coins, par exemple de la longueur du clair de vitre. Ce film redirecteur peut être d'épaisseur 'd'au plus 0,5mm ou 0,4mm et notamment d'au moins 0,1mm.
- [0243] Le film redirecteur et/ou la source de lumière est par exemple à au plus 100mm du clair de vitre et/ou de préférence au moins 10 ou 20mm.
- [0244] Par ce film redirecteur côté deuxième face, la lumière traversant la couche de guidage est redirigé dans la couche de guidage par réflexion, voire diffusion. Par ce film redirecteur côté troisième face, la lumière traversant la couche de guidage de verre est redirigé dans la couche de guidage par réfraction, voire diffusion.
- [0245] Le film optique redirecteur peut être un film texturé et même prismatique (avec une surface principale lisse (non texturé, non fonctionnelle) et une surface opposée texturée, fonctionnelle), flexible donc courbé s'adaptant à la courbure du vitrage, un film plastique transparent partiellement structuré formant des (micro)prismes ou un film plastique (plan) transparent avec sur une surface principale une couche transparente avec un arrangement de (micro)prismes. Les (micro)prismes sont orientés vers la troisième face ou vers la deuxième face.
- [0246] Le film prismatique côté deuxième face peut être réflecteur et les (micro)prismes réflecteurs sont orientés vers la deuxième face.
- [0247] L'épaisseur de couche(s) entre deuxième face et troisième face est de préférence d'au plus 2mm ou 1,5mm ou 1mm.
- [0248] L'épaisseur entre première face et quatrième face est de préférence d'au plus 9mm ou 7mm, notamment pour un véhicule routier.
- [0249] La première feuille est de préférence en verre minéral éventuellement trempé notamment si destinée à être la feuille extérieure et si la deuxième feuille est en verre organique. En particulier pour un vitrage routier la première feuille (extérieure) est

- d'épaisseur de préférence d'au plus 2,5mm, même d'au plus 2,2mm - notamment 1,9mm, 1,8mm, 1,6mm et 1,4mm- et même d'épaisseur d'au moins 0,7mm/
- [0250] En particulier, la première feuille est la feuille externe et même en verre minéral et le vitrage est choisi parmi un toit, un pare-brise, une vitre latérale.
- [0251] La première feuille peut être alternativement la feuille interne et en particulier, le vitrage est choisi parmi un pare-brise, une vitre latérale, une lunette arrière, un vitrage de porte arrière, et en particulier la feuille externe est en verre minéral notamment trempé.
- [0252] La deuxième feuille en verre minéral notamment peut être la deuxième feuille destinée à être la feuille intérieure, notamment d'épaisseur d'au moins 0,7mm, éventuellement inférieure à celle de la première feuille de verre extérieure, même d'au plus 2,2mm - notamment 1,9mm, 1,8mm, 1,6mm et 1,4mm- ou même d'au plus 1,3mm ou d'au plus 1mm.
- [0253] L'épaisseur totale des première et deuxième feuilles (de verre minéral notamment) est de préférence strictement inférieure à 5 ou 4mm, même à 3,7mm.
- [0254] Les première et deuxième feuilles de verre(minéral notamment) peuvent être de taille notamment sensiblement identiques, par exemple forme générale rectangulaire. La première feuille (si extérieure) peut avoir une taille plus importante que la deuxième feuille (si intérieure), dépassant ainsi cette deuxième feuille sur au moins une partie de son pourtour, éventuellement deuxième feuille (côté habitacle) plus petite avec une tranche en retrait notamment d'au plus 10 ou 5cm de la tranche de la première feuille de verre, sur un bord ou plusieurs bords (longitudinaux et/ou latéraux) notamment ou sur tout le pourtour.
- [0255] La première feuille peut être un verre clair avec un revêtement fonctionnel athermique sur la deuxième face et l'éventuelle première couche supérieure (adhésive, thermoplastique ou polymère réticulé) est teintée ou claire.
- [0256] La première feuille en verre minéral peut être à base de silice, sodocalcique, de préférence silicosodocalcique, voire aluminosilicate, ou encore borosilicate. Elle peut présenter une teneur pondérale en oxyde de fer total (exprimé sous la forme  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) d'au moins 0,4% et de préférence d'au plus 1,5 %.
- [0257] La deuxième feuille en verre minéral peut être notamment à base de silice, sodocalcique, silicosodocalcique, ou aluminosilicate, ou borosilicate. Pour limiter l'absorption présente une teneur pondérale en oxyde de fer total (exprimé sous la forme  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) d'au plus 0,05% (500ppm), de préférence d'au plus 0,03% (300ppm) et d'au plus 0,015% (150ppm) et notamment supérieure ou égale à 0,005%. Le rédox de la deuxième feuille de verre est de préférence supérieur ou égal à 0,15.
- [0258] Dans le présent texte, la transmission lumineuse est calculée à partir du spectre en transmission entre 380 et 780 nm en prenant en compte l'illuminant A et l'observateur

de référence CIE 1964 (10°).

- [0259] La transmission lumineuse et la teinte de chacune des feuilles de verre sont ajustées grâce à la composition chimique du verre et l'épaisseur de la feuille de verre. La composition chimique du verre comprend une base incolore, de préférence silico-sodo-calcique (mais d'autres verres peuvent être utilisés, notamment des verres borosilicates ou aluminosilicates), ainsi qu'une partie colorante. La partie colorante comprend notamment un ou plusieurs colorants choisis parmi les oxydes de métaux de transition – notamment les oxydes de fer (ferreux et ferrique), l'oxyde de cobalt, l'oxyde de chrome, l'oxyde de nickel, les oxydes de terres rares, notamment l'oxyde d'erbium, et le sélénium.
- [0260] Une feuille de verre clair est une feuille ayant par exemple une transmission lumineuse d'au moins 85%, voire d'au moins 90%. Elle ne comprend généralement pas de partie colorante à l'exception d'impuretés inévitables, en particulier les oxydes de fer, en une teneur totale comprise entre 0,005 et 0,200% en poids, notamment entre 0,010 et 0,150% en poids, voire entre 0,030 et 0,120% en poids.
- [0261] Une feuille de verre teinté est une feuille de verre ayant par exemple une transmission lumineuse entre 50 et 80%, notamment entre 60 et 75%. Elle comprend une partie colorante par exemple constituée d'oxydes de fer, en une teneur totale comprise entre 0,4 et 1,2% en poids, notamment entre 0,6 et 1,1% en poids. Les verres obtenus sont alors verts, éventuellement vers-jaunes ou verts-bleus selon la proportion de fer ferreux. Selon d'autres exemples, de l'oxyde de cobalt, du sélénium et/ou de l'oxyde d'erbium sont ajoutés afin de conférer une teinte, par exemple bleue ou grise.
- [0262] Une feuille de verre surteinté est une feuille de verre ayant par exemple une transmission lumineuse entre 5 et 50%, notamment entre 8 et 40%. Elle comprend une partie colorante par exemple constituée d'oxydes de fer, en une teneur totale comprise entre 1,0 et 2,3 en poids, notamment entre 1,1 et 2,0% en poids, ainsi que des oxydes de cobalt et de chrome et/ou du sélénium. La partie colorante comprend par exemple les colorants suivants, dans les teneurs pondérales ci-après définies :  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (fer total) de 1,2 à 2,3%, notamment de 1,5 à 2,2%,  $\text{CoO}$  de 50 à 400 ppm, notamment de 200 à 350 ppm,  $\text{Se}$  de 0 à 35 ppm, notamment de 10 à 30 ppm. Le rédox est de préférence compris entre 0,1 et 0,4, notamment entre 0,2 et 0,3. On entend par rédox le rapport pondéral entre la teneur en fer ferreux (exprimée en  $\text{FeO}$ ) et la teneur en fer total (exprimée en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Les verres obtenus sont notamment verts ou gris.
- [0263] La deuxième feuille peut être en verre organique en particulier à base de polyuréthane (PU) typiquement avec n°v de 1,47 environ, de polycarbonate (PC) typiquement avec n°v de 1,59 environ, de poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) typiquement avec n°v de 1,47 environ, de poly(chlorure de vinyle) (PVC) avec n°v de 1,54 environ.

- [0264] La deuxième feuille en verre organique peut être flexible pour suivre la courbure de la première feuille bombée ou la deuxième feuille verre organique peut être préformée.
- [0265] Avec un verre organique comme le PC ou le PMMA, on préfère (pour davantage de compatibilité chimique) au PVB comme couche adhésive thermoplastique inférieure le polyuréthane thermoplastique (TPU) ou encore une matière polymère réticulé. On peut choisir aussi un EVA thermoplastique ou thermodurci.
- [0266] La première feuille de verre peut être de préférence en verre trempé si la deuxième feuille est en verre organique.
- [0267] Dans la présente invention, l'expression verre trempé signifie verre trempé thermiquement en l'absence de toute précision, et de préférence verre trempé pendant une opération de bombage du verre.
- [0268] La deuxième face (en particulier avec une première feuille de verre incolore et une couche adhésive teintée supérieure, première couche additionnelle ou autre couche) peut avoir un revêtement fonctionnel (empilement de couches minces etc) athermique ou chauffant, comportant un revêtement électroconducteur, (bas émissif, chauffant). Le revêtement électroconducteur peut être un empilement de couches minces, avec une couche ou plusieurs couches métalliques (argent etc) entre des couches, par exemple d'oxyde ou nitrure ou oxynitrure métalliques. Le revêtement électroconducteur est d'épaisseur inférieure à 200nm et même à 160nm. Le revêtement électroconducteur peut être en contact avec une couche éventuellement teintée qui est :
- [0269] - la première couche additionnelle supérieure adhésive (thermoplastique ou polymère réticulé) - une couche supplémentaire adhésive, thermoplastique (PVB etc) ou polymère réticulé, film thermoplastique non adhésif (PET etc).
- [0270] En particulier la première feuille est en verre minéral clair ou extraclair et le revêtement électroconducteur est en contact avec une couche teintée (comme celles précitées).
- [0271] Un revêtement est à faible émissivité, en particulier avec l'émissivité normale est de préférence inférieure à 0,50, notamment à 0,30 et même à 0,20 ou encore à 0,10. Il s'agit de préférence d'un empilement de couches minces comprenant au moins une (notamment deux, trois ou quatre) couche d'argent (en deuxième face de préférence ou sur un film entre deuxième face et cellule à cristaux liquides par exemple au sein de la première couche additionnelle supérieure) ou une couche d'un oxyde transparent conducteur (en face F4 de préférence), notamment choisi parmi les oxydes d'étain et d'indium (ITO), les oxydes de zinc dopé à l'aluminium (AZO) ou au gallium (GZO) ou les oxydes d'étain dopé au fluor ou à l'antimoine. Ces couches fonctionnelles sont généralement interposées entre des couches diélectriques à base d'oxydes, de nitrures et/ou d'oxyde nitrures. Le confort thermique des occupants est encore amélioré par la présence d'un tel empilement en particulier pour un toit, empilement en face F4 à base

d'ITO.

- [0272] L'invention porte aussi sur un véhicule notamment routier ou automobile incorporant le vitrage défini précédemment.
- [0273] En position montée dans le véhicule automobile, dans le cas d'un toit feuilleté la quatrième face est de préférence la face intérieure du véhicule automobile classiquement dénommée face F4. Le toit peut être ouvrant ou fixe.
- [0274] La première feuille peut être la feuille externe en particulier, le vitrage est choisi parmi un toit, un pare-brise, une vitre latérale, ou la première feuille est la feuille interne en particulier, le vitrage est choisi parmi un pare-brise, une vitre latérale, une lunette arrière, un vitrage de porte arrière.
- [0275] Les vitrages feuilletés sont généralement bombés, notamment selon une ou deux directions, afin de s'intégrer parfaitement à la carrosserie du véhicule.
- [0276] Dans le cas d'un intercalaire comportant au moins un film adhésif thermoplastique (en plus d'un film OCA voire d'un revêtement OCA), par exemple la première couche adhésive supérieure, le procédé de fabrication du vitrage selon l'invention peut comprendre un feuilletage par un traitement en autoclave, par exemple à des températures de 110 à 160°C et sous une pression allant de 10 à 15 bars et même préalablement au traitement en autoclave, l'air emprisonné entre les feuilles de verre et l'intercalaire de feuilletage est éliminé par calandrage ou par dépression.
- [0277] D'autres détails et caractéristiques avantageuses de l'invention apparaîtront à la lecture des
- [0278] [Fig.1] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile selon l'invention dans un premier mode de réalisation.
- [0279] [Fig.1'] représente une vue schématique de face du vitrage de la [Fig.1].
- [0280] [Fig.2] représente une vue schématique en coupe d'une cellule hôte invités.
- [0281] [Fig.2'] représente une vue schématique en coupe d'une cellule hôte invités alternative.
- [0282] [Fig.3] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un deuxième mode de réalisation.
- [0283] [Fig.4] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un troisième mode de réalisation.
- [0284] [Fig.5] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un quatrième mode de réalisation.
- [0285] [Fig.5'] représente une vue schématique de face du vitrage de la [Fig.5].
- [0286] [Fig.6] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un cinquième mode de réalisation.
- [0287] [Fig.7] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à

teinte variable de véhicule automobile dans un sixième mode de réalisation.

[0288] [Fig.7'] représente une vue schématique de face du vitrage de la [Fig.7].

[0289] [Fig.8] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un septième mode de réalisation.

[0290] [Fig.9] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un huitième mode de réalisation. [

[0291] [Fig.10] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un neuvième mode de réalisation.

[0292] [Fig.11] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile dans un dixième mode de réalisation.

[0293] [Fig.12] représente une vue d'un véhicule automobile avec différents vitrages feuilleté lumineux et à teinte variable.

[0294] On précise que par un souci de clarté les différents éléments des objets représentés ne sont pas nécessairement reproduits à l'échelle.

[0295] [Fig.1] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile (ou aéronautique ou ferroviaire) selon l'invention dans un premier mode de réalisation.

[0296] [Fig.1'] représente une vue schématique de face du vitrage de la [Fig.1].

[0297] Il s'agit ici d'un vitrage feuilleté 100 qui est ici par exemple un toit de voiture, rectangulaire et bombé, qui comporte :

[0298] - une première feuille 1, transparente, en verre minéral, formant ici feuille externe, par exemple rectangulaire (de dimensions 300X300 mm par exemple), avec une composition pour une fonction de contrôle solaire teintée (verre venus VG10 ou TSA 4+ commercialisée par la société Saint-Gobain Glass) par exemple d'épaisseur égale à 2,1 mm, ou est un verre clair, avec une première face principale 11 correspondant ici à la face F1 une deuxième face principale 12 coté intérieure correspondant ici à F2, revêtue d'un revêtement athermique 16' ou encore chauffant etc, et un chant (tranches longitudinales 10 et 10')

[0299] - une deuxième feuille 1', transparente, par exemple verre minéral ou organique, ici de même dimensions que le verre 1, formant vitrage interne, côté habitacle, présentant une troisième face principale 11 correspondant à la face F3 et une quatrième face principale 12 qui est ici la face F4, et un chant (tranches longitudinales 21 et 22 – d'épaisseur égale par exemple à 2,1 mm ou même plus mince, d'indice de réfraction  $n_v$  par exemple d'au moins 1,5 dans le visible

[0300] - entre les première et deuxième feuilles, un intercalaire de feuilletage polymère, multicouches, comportant une première couche adhésive supérieure 31 coté deuxième face et une première couche adhésive inférieure 32, coté troisième face, l'une au moins des premières couches adhésives supérieure et inférieure étant une couche adhésive en

matière polymère réticulé

- [0301] - entre les premières couches adhésives supérieure et inférieure; une cellule à cristaux liquides 2 contenant une couche électroactive (détails en [Fig.2] ou 2')
- [0302] - une couche de guidage, d'indice de réfraction  $n_0$  dans le visible, apte à guider une lumière par réflexion totale interne, couche de guidage ici formée par la deuxième feuille 1'
- [0303] - une source de lumière 4 en couplage optique avec la deuxième feuille,
- [0304] - des moyens d'extraction de lumière guidée 6 dans la deuxième feuille,
- [0305] - entre la cellule à cristaux liquides 2 et la couche de guidage, une couche isolateur optique 31, 2', isolant optiquement la cellule à cristaux liquides de la couche de guidage, couche isolateur optique avec un indice de réfraction  $n_1$  dans le visible, et avec  $n_0 - n_1$  qui est d'au moins 0,04 dans le visible,
- [0306] La couche isolateur optique 2' est une couche adhésive en matière polymère réticulé, faisant partie de l'intercalaire de feuillement, ici formée par la première couche adhésive inférieure 31.
- [0307] Pour la première couche supérieure 31 on peut choisir un film PVB ultraviolets du commerce est par exemple le film commercialisé sous la dénomination Eastman RU41 de 0,76mm. Il fournit une protection au moins dans le spectre des rayonnements ultraviolets de 280 nm à 400 nm.
- [0308] La deuxième face 12 comporte une couche de masquage interne 7 formant un cadre de masquage par exemple un email noir (déposé sur la deuxième face 12), délimitant un clair de vitre 16 (clair de jour) ici rectangulaire (cf [Fig.1]'). On peut souhaiter avoir une couche de masquage intérieure périphérique, opaque, sur la quatrième face principale 14, notamment congruente ou de largeur inférieure à la largeur de la couche de masquage interne 7 et adjacente à une éventuelle couche athermique 15.
- [0309] La deuxième feuille de verre 1' est de préférence silicosodocalcique,, incolore, en même clair ou extraclair comme verre Diamant commercialisée par la société Saint-Gobain Glass,  $n_v$  étant de l'ordre de 1,52 à 550nm ou le verre Optiwhite de 1,95mm.
- [0310] La deuxième feuille de verre 1' comporte éventuellement avec un empilement athermique à l'ITO 15 en quatrième face 14 ici F4.
- [0311] La cellule à cristaux liquides 2 est entourée d'un joint externe de scellement formant un cadre 81. Le cadre 81 est par exemple en PVB ou en résine époxy. Lorsque la cellule à cristaux liquides 2 ne s'étend pas sur toute la surface du vitrage, le cadre 81 sert d'entretoise de même épaisseur que celle de la cellule à cristaux liquides 2, pour combler l'espace vide qui existerait sinon entre les deux couches 31 et 32. Le bord interne 810 du joint 81 est sous la couche de masquage 7. Avantagusement, ledit cadre 81 constituant de préférence un filtre ultraviolet.
- [0312] On peut citer comme adhésif liquide (photo)réticulable bas indice de réfraction (pour

la couche isolateur optique) les résines suivantes :

- [0313] - à base d'uréthane acrylate par exemple de la société Norland, notamment le produit dénommé LOCA Norland NOA 1315 (indice de réfraction 1,315) qui est un uréthane acrylate aliphatique,
- [0314] - à base de fluoro uréthane acrylate par exemple de la société Shin-A, notamment le produit dénommé SFA 335 (indice de réfraction 1,335-1,339) ou SFA 387 (indice de réfraction 1,385-1,389),
- [0315] - à base d'acrylate par exemple notamment le produit dénommé UZ181A (indice de réfraction 1,47) de la société AKChemTeck, ou encore le produit dénommé UVEKOL S15 (indice de réfraction 1,44) de la société Allnex.
- [0316] Comme film PSA à base d'acrylate, on peut citer le produit dénommé CS986 (indice de réfraction 1,47) de la société Nitto.
- [0317] Comme film PSA à base de silicone, on peut citer le produit dénommé Opt Alpha Gel de la société Taica (indice de réfraction 1,41).
- [0318] Des diodes électroluminescentes 4 s'étendent le long du bord longitudinal de couplage 21 de la couche de guidage 1'. L'injection de lumière est périphérique et par la tranche de la couche de guidage 1' Il s'agit ici de diodes à émission frontale. Ainsi ces diodes 4 sont alignées sur un support PCB 5, par exemple une barrette en parallélogramme. Le support PCB 5 est espacé et/ou fixé par exemple par de la colle (ou un adhésif double face) au vitrage via la tranche 21 et/ou même à la face F4. La tranche 21 peut avoir encoche (logant les diodes et même le support de diodes).
- [0319] Alternativement la source de lumière peut être une ou des sources primaires (diodes etc) couplées directement à un guide, le long de la tranche de couplage 21, par exemple fibre optique extractrice avec zone de sortie de lumière (texturation de la fibre optique etc).
- [0320] Le vitrage lumineux 100 peut avoir une pluralité de zones d'extraction 6 de la lumière guidée, notamment de géométrie donnée (rectangulaire, carré, rond ...).
- [0321] Les moyens d'extraction de lumière sont par exemple :
- [0322] - une texturation d'un élément dit texturé choisi parmi la deuxième feuille formant guide, la couche isolateur optique,
- [0323] - un film extracteur sur la deuxième feuille formant guide notamment en contact avec la couche isolateur optique 1 ou côté F4 14.
- [0324] Par exemple pour les moyens d'extraction de lumière, il s'agit ici d'une couche diffusante 6 (sérigraphiée par exemple un émail sur verre 1' ou une encre) sur la troisième face 13 voire quatrième face 14. La couche 6 est ici dans le clair de vitre 16. Alternativement ce peut être un film extracteur local posé ou collé localement sur la troisième face 13 (à reliefs ou avec couche diffusante ou diffusant en masse).
- [0325] Les moyens d'extraction sont dans le clair de vue 16 mais pourraient être péri-



phériques, sous la couche de masquage interne 7 et visible de l'habitacle avec une épargne d'une couche éventuelle de masquage intérieure sur la quatrième face.

- [0326] Par exemple la distance entre l'extraction 6 et les diodes 4 est d'au moins 10 ou 40mm. Par exemple l'extraction 6 occupe de 10 à 100% du clair de vitre 16. Comme montré en [Fig.1]', on peut avoir un ensemble de motifs diffusants 6 disjoints par exemple de forme rectangulaire.
- [0327] On peut prévoir plusieurs séries de diodes 4 (un bord, deux bords, trois bords, sur toute la périphérie) pilotées indépendamment et même de couleur différente. On peut choisir des diodes émettant en lumière blanche ou colorée pour un éclairage d'ambiance, de lecture. On peut choisir une lumière rouge pour de la signalisation éventuellement en alternance avec de la lumière verte. Le support de diodes 5 peut être collé à la tranche 21.
- [0328] Alternativement au verre pour la deuxième feuille on peut utiliser un verre organique par exemple un PC, un PMMA, ou encore un film thermoplastique (PET etc) d'épaisseur d'au plus 500 ou 300µm par exemple. De préférence la première feuille de verre est alors trempé.
- [0329] Le toit 100 peut former par exemple un toit panoramique lumineux fixe de véhicule automobile comme une voiture, monté par l'extérieur sur une carrosserie
- [0330] Ce vitrage 100 peut former alternativement un pare-brise à signalisation lumineuse interne (pictogramme etc) notamment d'aide à la conduite. La couche diffusante 6 (ou toute autre moyen d'extraction) forme par exemple un signal anti collisions notamment le long du bord longitudinal inférieur. Par exemple, la lumière s'allume (rouge) lorsqu'un véhicule de devant est trop proche.
- [0331] Ce vitrage 100 peut former alternativement une custode avant ou arrière ou encore un pare-brise avant à décor lumineux ou signalisation lumineuse externe. La couche diffusante 6 forme par exemple un répéteur de clignotant ou un LOGO. Dans ces derniers cas, la deuxième feuille de verre incolore (minérale de préférence) est le vitrage extérieur (quatrième face est la face F1, troisième face est la face F2) et la première feuille de verre est le vitrage intérieur (teinté ou incolore) avec la première face qui est la face F4, et la deuxième face qui est la face F3.
- [0332] La cellule à cristaux liquides notamment si une bande périphérique, une zone locale dans le clair de vue, peut être en vis-à-vis ou décalé des moyens d'extraction de lumière pour l'intérieur ou l'extérieur.
- [0333] [Fig.2] représente une vue schématique en coupe d'une cellule hôte invités 2 utilisée en [Fig.1].
- [0334] La cellule à cristaux liquides 2 comporte le mélange liquide 22, deux couches d'alignement 23 et 24, deux électrodes transparentes 25 et 26, deux substrats d'encapsulation en verre 27 et 28, et un joint de scellement 29. Les deux substrats

d'encapsulation en verre 27 et 28 sont maintenus espacés par des espaceurs en verre 22', et ménagent avec le joint de scellement 29 une cavité accueillant le volume liquide 22 à cristaux liquides. L'étanchéité de la tranche de la cellule est réalisée par le joint périphérique de scellement 29, par exemple en résine époxy ou en silicone. Les espaceurs 22' sont agencés dans l'ensemble de la cavité et préférentiellement également le joint de scellement. La surface interne en regard de la cavité de chacun des deux substrats d'encapsulation 27 et 28, est recouverte de l'électrode 25, respectivement 26, par exemple en ITO, elle-même recouverte de la couche d'alignement 23, respectivement 24, les couches d'alignement 23 et 24 étant en contact avec le volume liquide 22. La cellule à cristaux liquides 2 présente une épaisseur totale ici comprise entre 250 et 350  $\mu\text{m}$ . La hauteur de la cavité correspond à la hauteur des espaceurs, la cavité ayant une hauteur en particulier de l'ordre de 10  $\mu\text{m}$ .

- [0335] Les deux substrats d'encapsulation 27 et 28 de la cellule à cristaux liquides 2 sont en verre mince. De préférence, ils sont en verre trempé chimiquement. Chacun des substrats d'encapsulation en verre 27, 28 présente une épaisseur inférieure à 1000  $\mu\text{m}$ , en particulier comprise entre 25  $\mu\text{m}$  et 700  $\mu\text{m}$ , de préférence une épaisseur inférieure à 300  $\mu\text{m}$ , voire inférieure à 100  $\mu\text{m}$ . L'épaisseur de verre de chaque substrat d'encapsulation est suffisamment mince pour procurer à la cellule à cristaux liquides de la flexibilité à la manière d'un film lorsqu'il s'agit d'associer la cellule aux substrats verriers 10 et 11, d'autant plus lorsque ces derniers sont bombés. En particulier, l'épaisseur de verre de chaque substrat d'encapsulation en verre 27, 28 est telle que chaque substrat d'encapsulation en verre possède un rayon de courbure minimal qui est au moins de l'ordre de 600 mm et peut même atteindre 200 mm.
- [0336] Les deux substrats d'encapsulation 27 et 28 de la cellule à cristaux liquides 2 sont en variante polymériques.
- [0337] [Fig.2'] représente une vue schématique en coupe d'une cellule hôte invités qui diffère en ce que le joint de scellement 29' périphérique. est interne, entre couches 27,28.
- [0338] [Fig.3] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable 200 de véhicule automobile dans un deuxième mode de réalisation.
- [0339] Le vitrage 200 diffère du vitrage 100 en ce que la première couche adhésive inférieure 32, notamment en polymère adhésif réticulé comme éventuellement première couche adhésive supérieure 31) est distincte de la couche isolateur optique 2' sous jacente et notamment de plus haut indice de réfraction. Par exemple la première couche adhésive inférieure 32 est d'épaisseur au moins 300  $\mu\text{m}$  ou 500 $\mu\text{m}$  et la couche isolateur optique 2' moins épaisse.
- [0340] [Fig.4] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 300 dans un troisième mode de réalisation.

- [0341] Le vitrage 300 diffère du vitrage 100 en ce qu'on a ajouté une deuxième couche adhésive inférieure 34 sous la couche isolateur optique 2', 32. La deuxième couche adhésive inférieure 34 est par exemple PVB (ou mieux EVA ou TPU si feuille 2 en verre organique comme PC, PMMA) ou couche polymère réticulé de plus haut indice que la couche isolateur optique 2', 32.
- [0342] Par ailleurs la première feuille 1 présente un bord dépassant 121 au dessus de la source de lumière fixé à la face F4 (support en L 5) ou éventuellement à la face 12.
- [0343] Par exemple on a omis la couche 15 et on a ajouté une couche extractrice diffusante 6' sur F4 14.
- [0344] [Fig.5] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 400 dans un quatrième mode de réalisation. [Fig.5'] représente une vue schématique de face du vitrage de la [Fig.5].
- [0345] Le vitrage 400 diffère du vitrage 100 en ce que la deuxième feuille de verre présente un trou traversant 17 obturé par un capot 50 coté face 13, trou logeant les diodes voire même le support de diodes 5. Un couvercle peut fermer le trou et être fixé sur la face 14. On peut avoir deux trous de couplage par exemple le long du bord avant du toit 400. Le joint externe 81 peut être localement opaque (et suffisamment large pour) pour masquer le capot 50, le trou 17, la source 4 de l'extérieur en complément de la couche 7.
- [0346] [Fig.6] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 500 dans un cinquième mode de réalisation.
- [0347] Le vitrage 500 diffère du vitrage précédent 400 en ce que le joint externe 81 (notamment PVB) s'étend jusqu'à la troisième face 13 F3 et en variante aussi jusqu'à la deuxième face 12.
- [0348] Par exemple on a omis la couche 15 et on a ajouté une couche extractrice diffusante 6' sur F4 14.
- [0349] [Fig.7] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 600 dans un sixième mode de réalisation.
- [0350] [Fig.7'] représente une vue schématique de face du vitrage de la [Fig.7].
- [0351] Le vitrage 600 diffère du vitrage 100 en ce que la source de lumière 4 est côté F4 14 et un film prismatique de redirection de lumière 9 (prismes 91 et base 92) par exemple réflecteur, est sur la face F3 13.
- [0352] Le joint externe 81 peut être localement opaque (et suffisamment large pour) pour masquer les points lumineux de la source 4 de l'extérieur en complément de la couche 7.
- [0353] [Fig.8] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 700 dans un septième mode de réalisation.
- [0354] Le vitrage 700 diffère du vitrage 100 en ce que le joint externe 81 (notamment PVB)

- s'étend jusqu'à la troisième face 13 F3 et en variante aussi jusqu'à la deuxième face 12
- [0355] Par exemple on a omis la couche 15 et on a ajouté une couche extractrice diffusante 6' sur F4 14.
- [0356] [Fig.9] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 800 dans un huitième mode de réalisation.
- [0357] Le vitrage 800 diffère du vitrage 100 en ce que la couche de guidage est une couche guide interne 3' par exemple une feuille mince de verre, thermoplastique, une couche adhésive. On a ajouté également une couche bas indice inférieure adhésive 32' avec un indice de réfraction  $n \approx 1$  dans le visible. Ici on choisit la même matière polymère réticulé que la couche isolateur optique et une épaisseur plus faible par exemple  $50\mu\text{m}$  si en film et  $5\mu\text{m}$  si en revêtement.
- [0358] Alternativement c'est un revêtement comme une couche de silice poreuse sol gel sur la face F3 13 par exemple de  $400\text{nm}$  et  $n \approx 1,4$ .
- [0359] Par exemple les diodes 4 sont à émission latérale et couplées à la tranche 30' de la couche guide interne 3'.
- [0360] On a ajouté une couche extractrice diffusante 6' coté face F3 de la couche guide interne 3'.
- [0361] On a ajouté une couche de masquage 7' sur la face F4 14.
- [0362] [Fig.10] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 900 dans un neuvième mode de réalisation.
- [0363] Le vitrage 900 diffère du vitrage précédent 100 en ce que la couche guide interne 3 comporte une ouverture ou encoche 33' pour loger les diodes (ici à émission frontale) et le support de diodes 5.
- [0364] [Fig.11] représente une vue schématique en coupe d'un vitrage feuilleté lumineux et à teinte variable de véhicule automobile 1000 dans un dixième mode de réalisation.
- [0365] Le vitrage 1000 diffère du vitrage 900 en ce que la source de lumière 4 est coté F4 14 et un film prismatique de redirection de lumière 9 (prismes 91 et base 92) par exemple réflecteur, est sur la couche guide interne 3' coté face F2 12.
- [0366] [Fig.12] représente une vue d'un véhicule automobile 2000 avec différents vitrages feuilletés lumineux et à teinte variable en particulier montrant la localisation des cellules à cristaux liquides :
- [0367] - bandes longitudinales inférieures ou supérieures d'un parebrise 110, 210,
- [0368] - pleine surface (ici en deux zones adjacentes 210, 220) d'un toit
- [0369] - pleine surface d'un vitrage latéral 310 et même d'une custode 410.
- [0370] Le vitrage feuilleté peut comprendre deux cellules GH ou TN 2 adjacentes, ou une cellule GH ou TN et au moins un autre système à cristaux liquides. Entre les deux cellules on peut avoir la matière de la couche isolateur optique (par fluage etc) ou encore de la première couche adhésive supérieure notamment PVB (par fluage etc) ou

encore une extension du joint externe 81 notamment PVB.

[0371] On peut souhaiter masquer toutes les bordures de cellules à cristaux liquides par la couche de masquage interne 7.

## Revendications

[Revendication 1]

Vitrage de véhicule notamment routier (100) comprenant :

- un vitrage feuilleté, de préférence bombé, comportant :
  - une première feuille (1), transparente, en verre minéral, avec une première face principale (11) et une deuxième face principale (12)
  - une deuxième feuille (1'), transparente, avec une troisième face principale (13) et une quatrième face principale (14),
  - entre les première et deuxième feuilles, un intercalaire de feuilletage polymère (3), multicouches, comportant une première couche adhésive supérieure (31) coté deuxième face et une première couche adhésive inférieure (32, 34) coté troisième face, l'une au moins des premières couches adhésives supérieure et inférieure est une couche adhésive en matière polymère réticulé
  - entre les premières couches adhésives supérieure et inférieure; une cellule à cristaux liquides (2) contenant une couche électroactive (22) comportant une solution liquide de cristaux liquides, couche électroactive entre un premier support supérieur dit électroconducteur (27) ayant une électrode supérieure (25) et un premier support inférieur dit électroconducteur (28) ayant une électrode inférieure (26), la couche électroactive étant entre les électrodes inférieure et supérieure
  - une couche de guidage, d'indice de réfraction  $n_0$  dans le visible, apte à guider une lumière par réflexion totale interne, couche de guidage formée par la deuxième feuille et/ou une couche transparente (3') coté troisième face dite couche guide interne, ou côté quatrième face, dite couche guide externe,
  - de préférence une source de lumière (4) en couplage optique avec la couche de guidage,
  - de préférence des moyens d'extraction de lumière guidée (6, 6') dans la couche de guidage,
  - entre la cellule à cristaux liquides et la couche de guidage, une couche isolateur optique (31, 2'), isolant optiquement la cellule à cristaux liquides de la couche de guidage, couche isolateur optique avec un indice de réfraction  $n_1$  dans le visible, et avec  $n_0 - n_1$  qui est d'au moins 0,04 dans le visible,
- la couche isolateur optique (2') étant une couche adhésive en matière polymère réticulé, faisant partie de l'intercalaire de feuilletage, et est une couche additionnelle sous la première couche adhésive inférieure ou

- formée par la première couche adhésive inférieure (31).
- [Revendication 2] Vitrage de véhicule selon la revendication précédente caractérisé en ce que qui est la couche guide interne (3) ou la deuxième feuille de verre et même la couche isolateur optique est en contact avec la couche de guidage.
- [Revendication 3] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que  $n_1$  est d'au plus 1,48 et même  $n_0 - n_1$  est d'au moins 0,1 et même 0,15.
- [Revendication 4] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la première couche adhésive inférieure comporte, et même forme, la couche isolateur optique de préférence d'épaisseur d'au moins 300  $\mu\text{m}$  et même d'au moins 500  $\mu\text{m}$ .
- [Revendication 5] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la couche isolateur optique est un film de préférence d'épaisseur d'au moins 30  $\mu\text{m}$  ou la couche isolateur optique est un revêtement de préférence d'épaisseur d'au moins 1  $\mu\text{m}$ .
- [Revendication 6] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la couche isolateur optique est en contact adhésif coté troisième face :
- avec la couche de guidage, en particulier en contact adhésif avec la troisième face, la deuxième feuille étant la couche de guidage ou en contact adhésif avec la couche guide interne,
  - ou est en contact adhésif avec une deuxième couche adhésive inférieure, avec un indice de réfraction  $n_2$  dans le visible tel que  $n_2 > n_1$ , en matière thermoplastique ou polymère réticulé, deuxième couche adhésive inférieure en contact adhésif avec la troisième face, la deuxième feuille étant de préférence la couche de guidage.
- [Revendication 7] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la couche isolateur optique et/ou la première couche adhésive inférieure en polymère réticulé, est un film à base de polymère réticulé, notamment d'au moins 30  $\mu\text{m}$ , choisi parmi :
- film sensible à la pression, de préférence choisi parmi les polymères à base d'acrylate, d'uréthane acrylate ou en fluoro uréthane acrylate ou de silicone
  - un film dit post adhésif de polymère partiellement réticulé avant assemblage, et de préférence photoréticulé et à base d'acrylate
- [Revendication 8] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend entre la deuxième face et la troisième

face l'empilement suivant, éventuellement stricte, au choix:

- 1) première couche supérieure adhésive thermoplastique de préférence PVB notamment filtre UV/ cellule à cristaux liquides/couche isolateur optique/ couche de guide interne (/ couche bas indice inférieure)

notamment couche de guide interne film polymère, de verre ou couche adhésive

- 2) première couche supérieure adhésive polymère réticulé/ cellule à cristaux liquides / couche isolateur optique/ couche de guide interne (/ couche bas indice inférieure)

notamment couche de guide interne film polymère, de verre ou couche adhésive

- 3) première couche supérieure adhésive thermoplastique de préférence PVB notamment filtre UV/ cellule à cristaux liquides /couche isolateur optique/ , la couche isolateur optique étant de préférence en contact avec la troisième face de la deuxième feuille, deuxième feuille formant guide de lumière
- 4) première couche supérieure adhésive polymère réticulé/ cellule à cristaux liquides / couche isolateur optique, la couche isolateur optique étant de préférence en contact avec la troisième face de la deuxième feuille, deuxième feuille formant guide de lumière.

[Revendication 9] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la couche de guidage interne est en contact avec une couche bas indice inférieure qui est adhésive ou un revêtement, couche bas indice inférieure avec un indice de réfraction  $n'1$  dans le visible, et avec  $n0-n'1$  qui est d'au moins 0,04 dans le visible.

[Revendication 10] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la matière polymère réticulé de la couche isolateur optique et/ou d'une couche bas indice adhésive inférieure entre la couche isolateur optique et la troisième face, est choisie parmi les polymères à base de polyacrylate, notamment d'uréthane acrylate ou de



fluoro uréthane acrylate ou de fluoro-silicone acrylate, de polysiloxanes, de silicone, notamment de polydiméthylsiloxane, de polymère époxy ou de polyépoxydes, de polyuréthane, d'acétate de polyvinyle, de polyester, en particulier la matière polymère réticulé de la couche isolateur optique /ou de la couche bas indice adhésive inférieure est de préférence est choisie parmi un polymère à base d'acrylate, notamment d'uréthane acrylate ou de silicone acrylate ou à base de silicone, et le polymère ayant en outre une fonction fluorée.

[Revendication 11] Vitrage de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'un joint externe, périphérique (81), entoure le pourtour de la tranche de la cellule à cristaux liquides, de préférence est une couche adhésive thermoplastique, en particulier est en contact avec la première couche supérieure adhésive, dépassante du bord de la cellule, joint externe et première couche supérieure adhésive sont à base de PVB ou en contact avec la deuxième face.

[Revendication 12] Vitrage de véhicule selon la revendication précédente caractérisé en ce que le joint externe (81) comporte une zone opaque :  
- de masquage d'une zone d'injection de lumière, la source de lumière étant sous la deuxième face  
-ou d'une source de lumière coté quatrième face.

[Revendication 13] Vitrage lumineux de véhicule selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend une couche de masquage interne (7), périphérique, opaque, entre la troisième face et la deuxième face, et même couvrant le pourtour de la couche isolateur optique et de la cellule à cristaux liquides notamment en contact avec la deuxième face principale, notamment définissant un clair de vitre et en ce qu'il comprend éventuellement en particulier lorsque la deuxième feuille est un vitrage intérieur, une couche de masquage intérieure, périphérique, opaque, sur la quatrième face principale, notamment congruente ou de largeur inférieure à la largeur de la couche de masquage interne.

[Revendication 14] Vitrage lumineux de véhicule notamment routier selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les moyens d'extraction de lumière (6,6') comprennent :  
- une texturation d'un élément dit texturé choisi parmi la couche guide interne ou la deuxième feuille formant guide, la couche isolateur optique, une couche bas indice inférieure sous la couche guide intérieur,  
- ou encore un film extracteur sur la couche guide interne ou la deuxième feuille formant guide notamment en contact avec la couche

isolateur optique

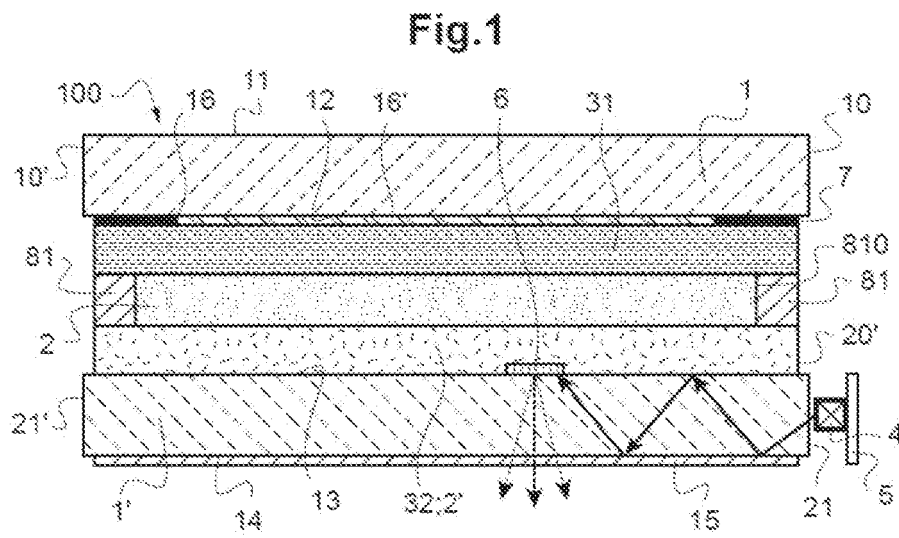
- ou une couche diffusante comportant un liant et des particules diffusantes et/ou des pores, sur la couche de guide interne ou la deuxième feuille formant guide, notamment en contact avec la couche isolateur optique

- une zone locale diffusante dans la couche de guidage comportant des particules diffusantes et/ou des pores, en particulier une gravure laser d'une feuille de verre.

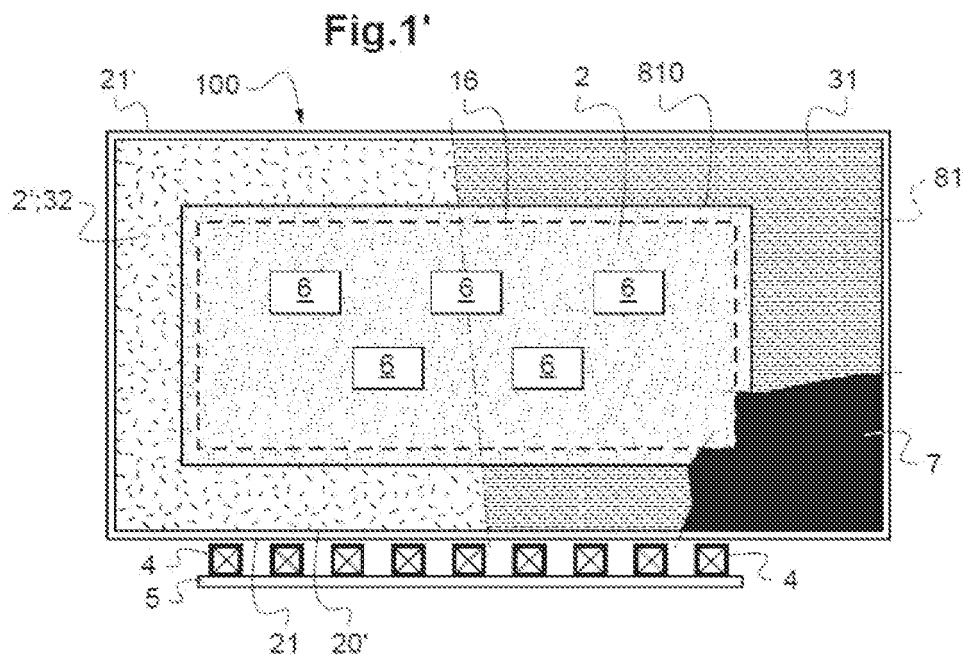
[Revendication 15] Vitrage de véhicule notamment routier selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la première feuille est la feuille externe en particulier, le vitrage est choisi parmi un toit, un pare-brise, une vitre latérale, ou en ce que la première feuille est la feuille interne en particulier, le vitrage est choisi parmi un pare-brise, une vitre latérale une lunette arrière, un vitrage de porte arrière, en particulier la feuille externe est en verre minéral.

[Revendication 16] Véhicule notamment routier incorporant au moins un vitrage selon l'une des revendications précédentes.

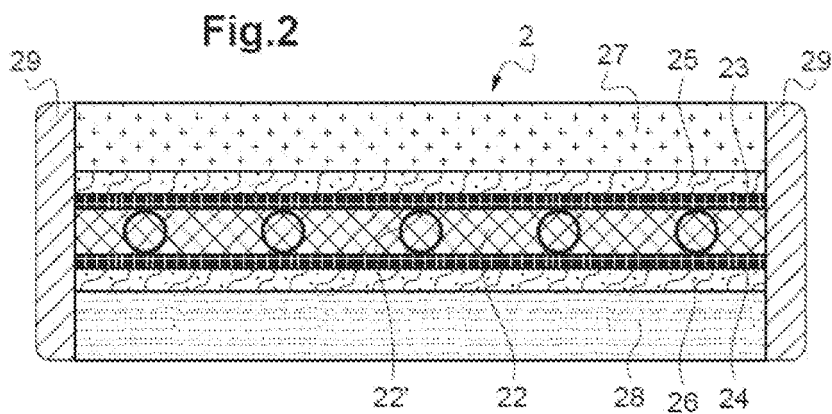
[Fig. 1]



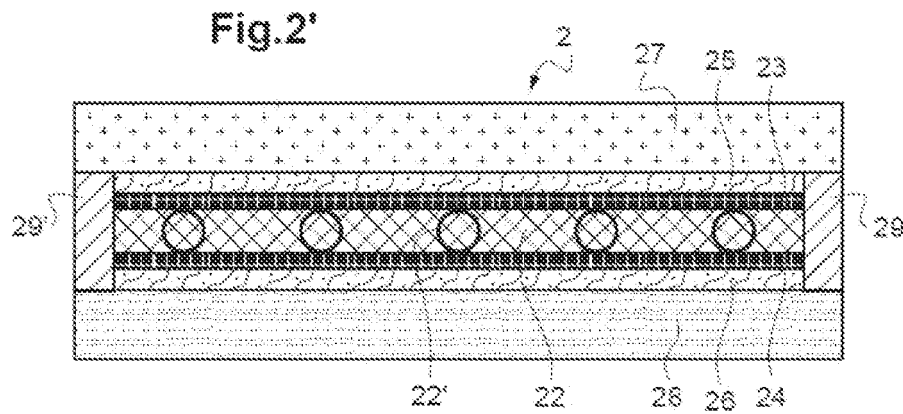
[Fig. 1']



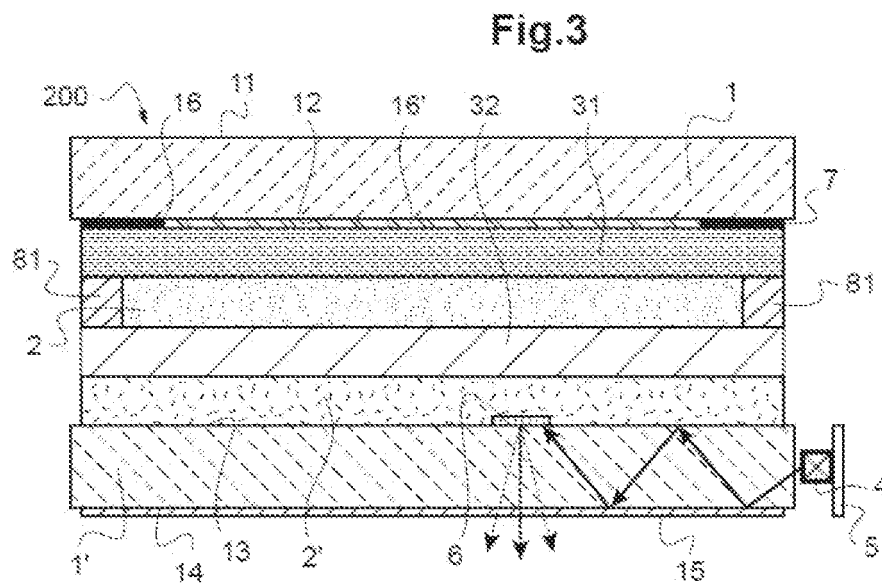
[Fig. 2]



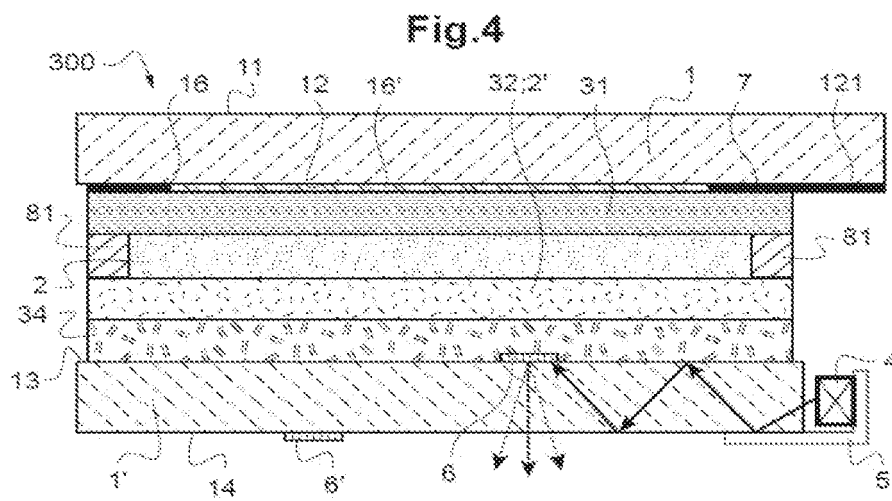
[Fig. 2']



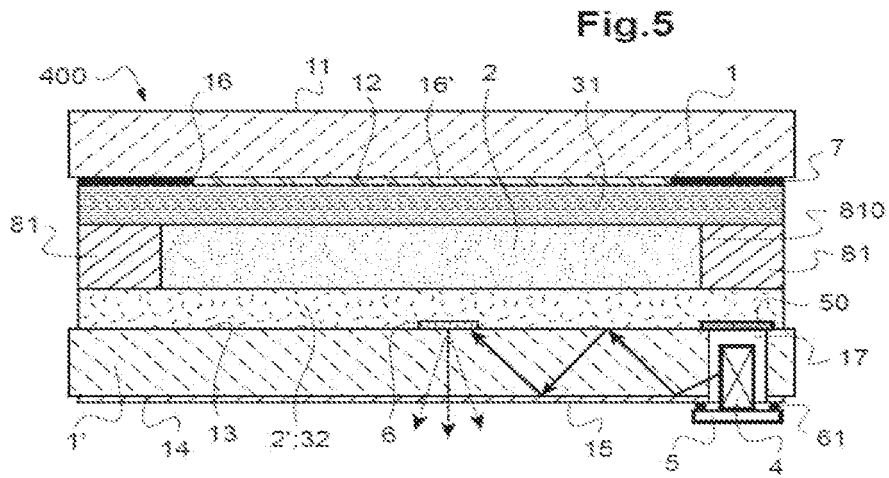
[Fig. 3]



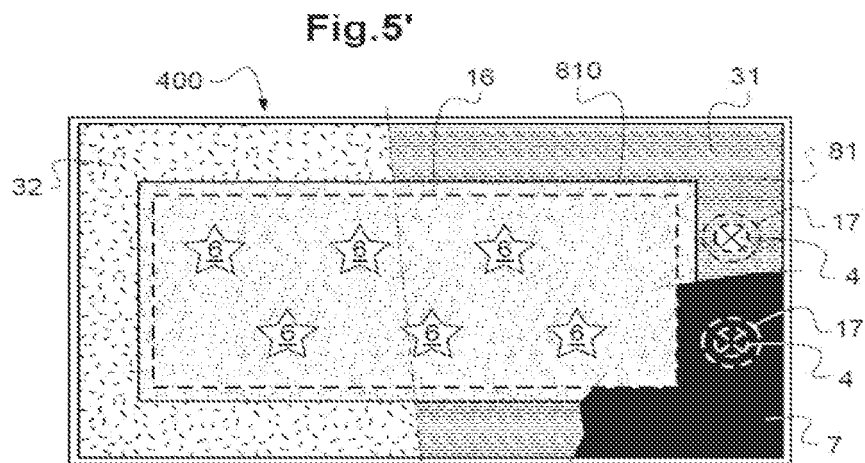
[Fig. 4]



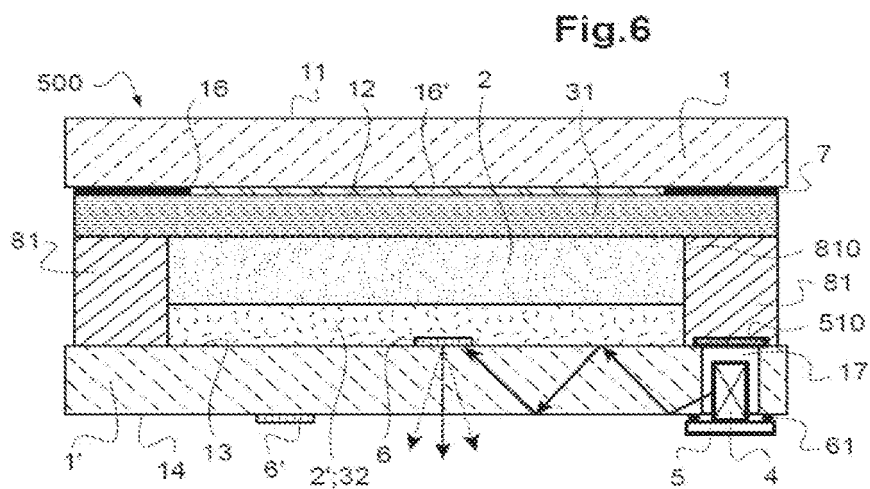
[Fig. 5]



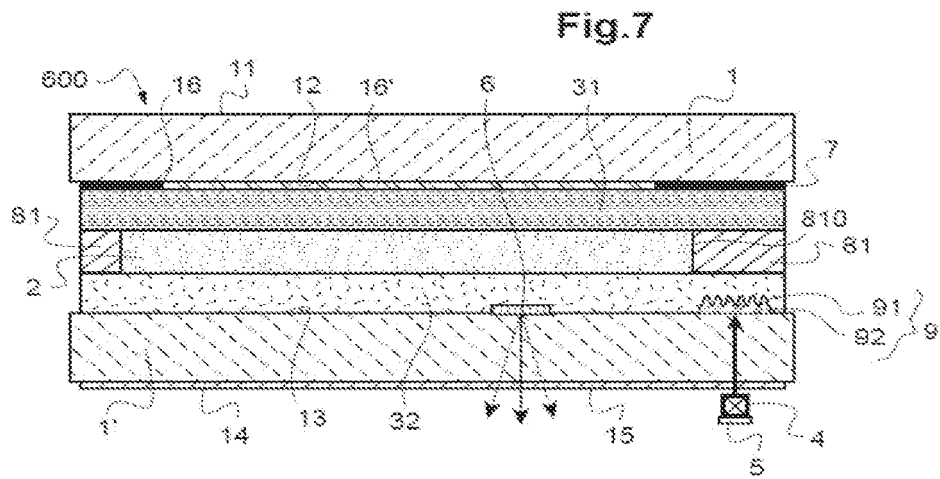
[Fig. 5']



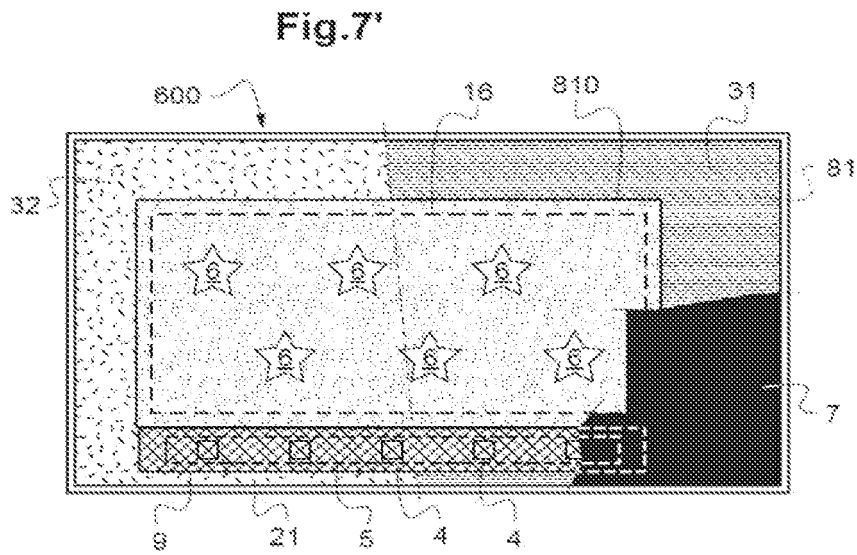
[Fig. 6]



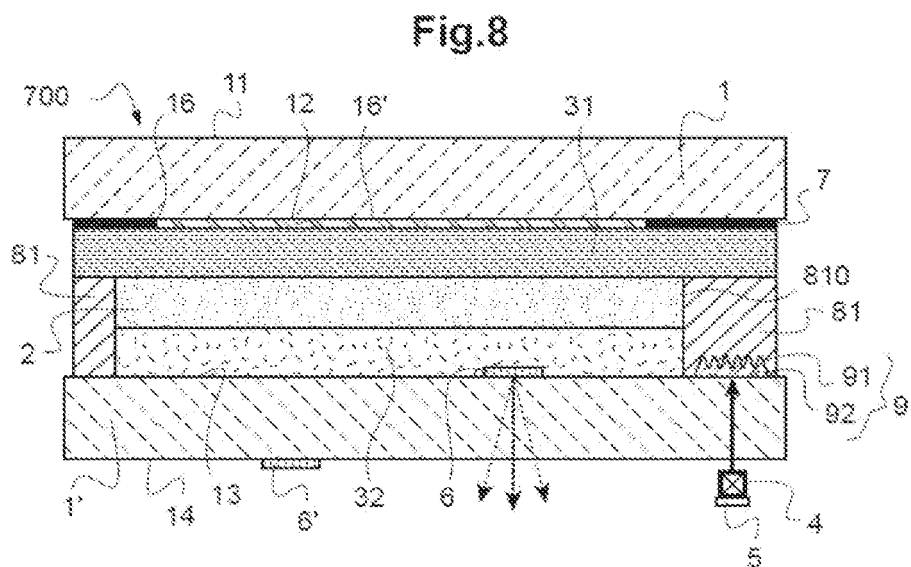
[Fig. 7]



[Fig. 7']

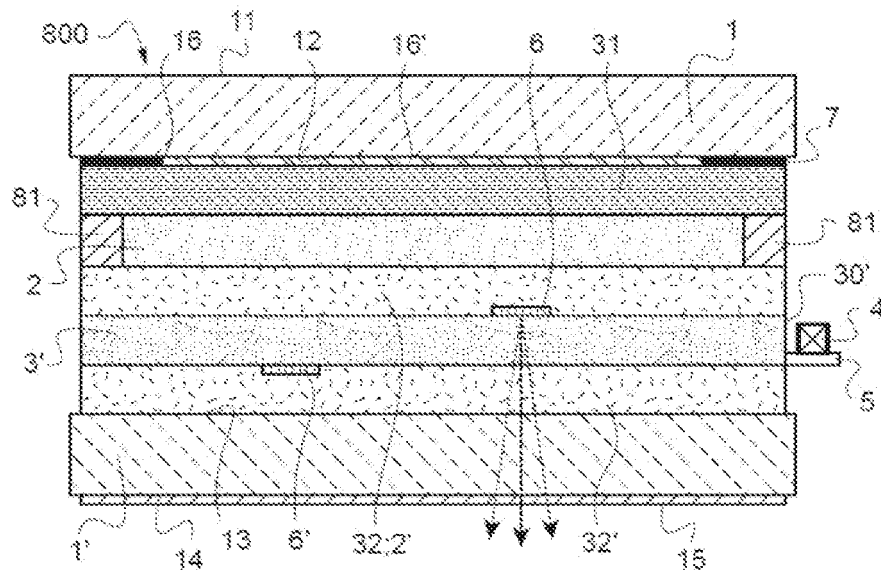


[Fig. 8]



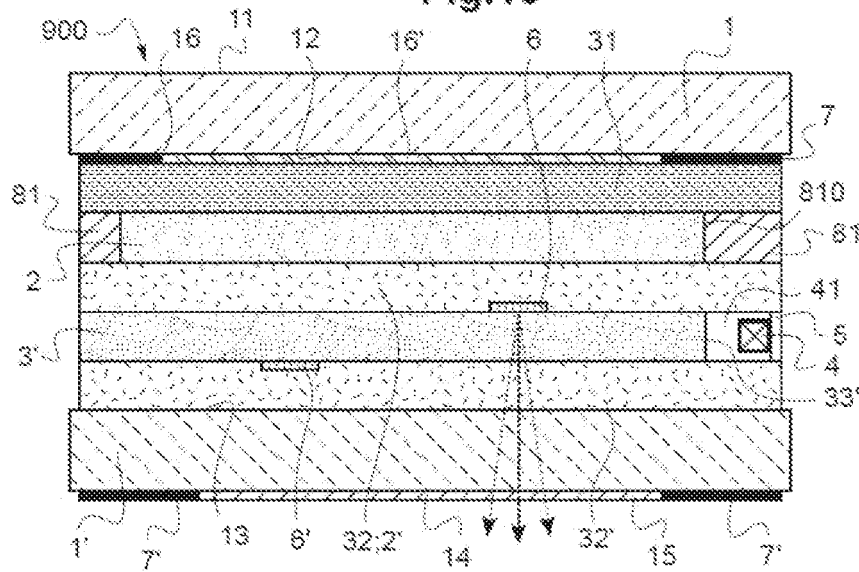
[Fig. 9]

Fig.9

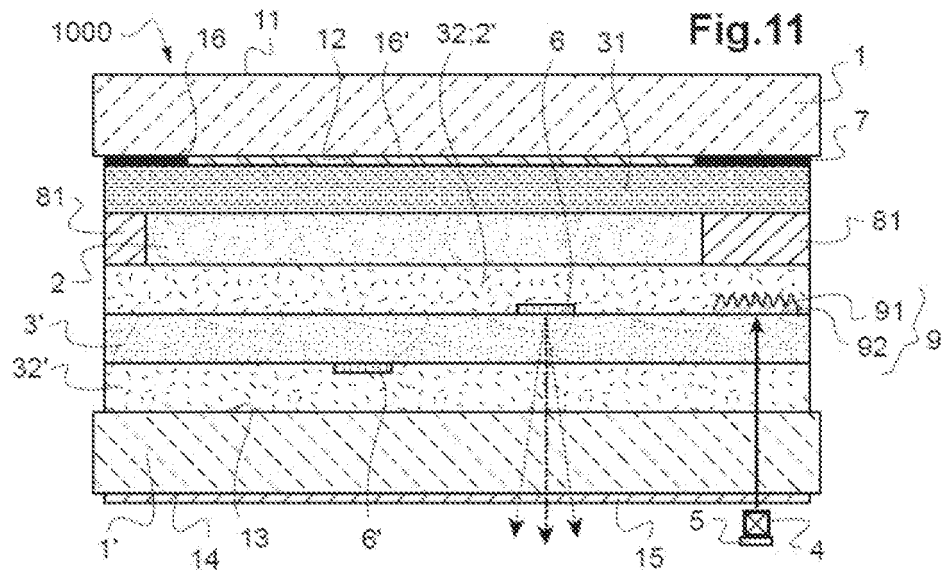


[Fig. 10]

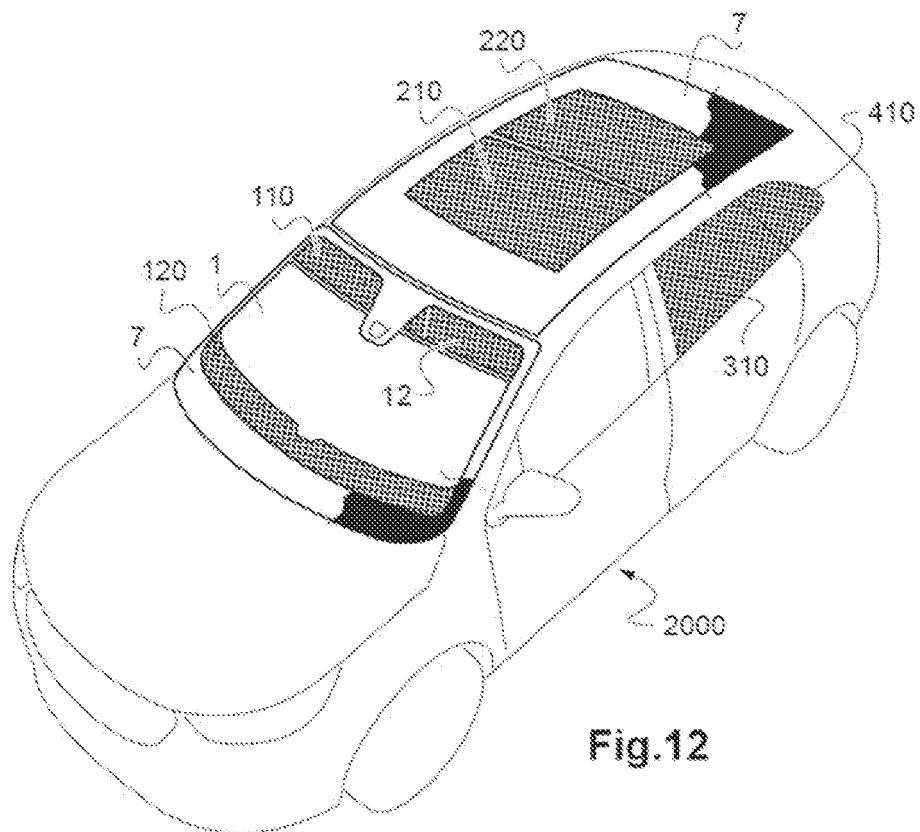
Fig.10



[Fig. 11]



[Fig. 12]





# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

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

WO 2015/118279 A1 (SAINT GOBAIN [FR])  
13 août 2015 (2015-08-13)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT