



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

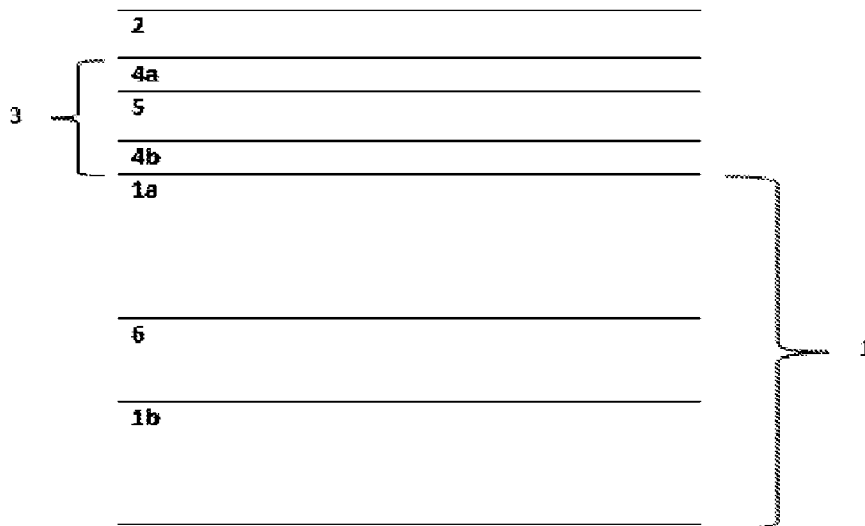
(13) **A1**

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2020/11/18
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2021/05/27
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2022/05/13
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2020/052122
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2021/099740
(30) Priorité/Priority: 2019/11/20 (FR FR1912943)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B32B 3/02* (2006.01),
B32B 17/10 (2006.01), *B32B 7/022* (2019.01)
(71) Demandeur/Applicant:
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE, FR
(72) Inventeur/Inventor:
TONDU, THOMAS, FR
(74) Agent: FASKEN MARTINEAU DUMOULIN LLP

(54) Titre : VITRAGE FEUILLETE A RESISTANCE AMELIOREE A DES TYPES D'IMPACTS RELATIVEMENT
PONCTUELS
(54) Title: LAMINATED GLASS PANEL WITH IMPROVED RESISTANCE TO RELATIVELY SPECIFIC TYPES OF
IMPACT

[Fig. 1]



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne - un vitrage feuilleté comprenant un substrat transparent structurai (1) collé à une feuille de verre (2) de 0,5 à 4 mm, destinée à constituer une surface extérieure du vitrage feuilleté, par l'intermédiaire d'une couche adhésive intercalaire (3) de 4 à 10 mm, qui comprend successivement 0,25 à 2,5 mm d'un premier matériau polymère (4a) souple ayant un module de relaxation au plus égal à 2 GPa pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C, en contact avec la feuille de verre (2), puis un second matériau polymère (5) raide ayant un module de relaxation au moins égal à 4 GPa, pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C. - son application comme vitrage pour un véhicule aérien, terrestre ou aquatique, ou pour le bâtiment.

Date de soumission : 2022/05/13

No de la demande can. : 3158334

Abrégé:

L'invention concerne - un vitrage feuilleté comprenant un substrat transparent structurai (1) collé à une feuille de verre (2) de 0,5 à 4 mm, destinée à constituer une surface extérieure du vitrage feuilleté, par l'intermédiaire d'une couche adhésive intercalaire (3) de 4 à 10 mm, qui comprend successivement 0,25 à 2,5 mm d'un premier matériau polymère (4a) souple ayant un module de relaxation au plus égal à 2 GPa pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C, en contact avec la feuille de verre (2), puis un second matériau polymère (5) raide ayant un module de relaxation au moins égal à 4 GPa, pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C. - son application comme vitrage pour un véhicule aérien, terrestre ou aquatique, ou pour le bâtiment.

Description

Titre de l'invention : Vitrage feuilleté à résistance améliorée à des types d'impacts relativement ponctuels

[0001] La présente invention concerne un vitrage pour un véhicule aérien, terrestre ou aquatique, ou pour le bâtiment, de préférence un vitrage aéronautique, présentant une performance accrue dans plusieurs types d'impacts dont la grêle et les petits oiseaux. Sont plus particulièrement concernés les avions à vitrage chauffant tels que les avions d'affaire (en anglais « business jets »), les avions régionaux du type commercialisés par la Société ATR par exemple, les avions commerciaux, moyen, long courrier...

[0002] Les pare-brise d'avion notamment sont constitués d'un bloc dit structural à fonction principalement mécanique (résistance aux efforts de pression et au choc aux plus gros oiseaux) associé tel que par feuilletage à une feuille (ou pli) telle que de verre assurant l'interface avec l'extérieur de l'avion. Cette feuille grâce à une fonction chauffante permet de prévenir l'apparition de givre en vol ; il doit également résister aux essuie-glaces et au sablage.

[0003] Ces contraintes font du verre un matériau de choix pour ce pli externe, du fait de ses bonnes propriétés de résistance à la rayure, de ses bonnes propriétés thermiques et de la possibilité d'appliquer des couches conductrices chauffantes délivrant de fortes puissances spécifiques.

[0004] Par ailleurs, pour des raisons de continuité aérodynamique, le verre externe est feuilleté avec un matelas d'adhésif intercalaire relativement épais. Un adhésif intercalaire désigne ici un matériau polymère collant deux feuilles de verre minéral et/ou organique entre elles. Citons comme exemples de verre organique le poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), le polycarbonate (PC), le polyuréthane (PU) et, comme exemples d'adhésif intercalaire le polyvinylbutyral (PVB), le polyuréthane thermoplastique (TPU), le copolymère éthylène – acétate de vinyle (EVA).

[0005] Du fait de l'épaisseur relativement importante du matelas d'adhésif intercalaire, le verre externe, sous l'impact de grêle (jusqu'à 50 mm de diamètre) ou de petits oiseaux, est mis en flexion pouvant aller jusqu'à sa rupture. Cette

contrainte empêche de réduire l'épaisseur de ce verre extérieur qui est typiquement de 3 mm. Cependant, réduire cette épaisseur peut permettre de réduire la masse des vitrages.

[0006] Si l'on réduit l'épaisseur du verre extérieur, sa résistance à la grêle est intrinsèquement plus faible, et le matelas d'intercalaire est épaissi pour garder une continuité aérodynamique.

[0007] Un motif fréquent de dépose des vitrages demeure leur rupture sous l'impact de la grêle ou de petits oiseaux.

[0008] Pour pallier à ces inconvénients, l'invention a pour objet un vitrage feuilleté comprenant un substrat transparent structural collé à une feuille de verre d'épaisseur comprise entre 0,5 et 4 mm, destinée à constituer une surface extérieure du vitrage feuilleté, par l'intermédiaire d'une couche adhésive intercalaire d'épaisseur comprise entre 4 et 10 mm, caractérisé en ce que la couche adhésive intercalaire comprend successivement une épaisseur comprise entre 0,25 et 2,5 mm d'un premier matériau polymère souple ayant un module de relaxation au plus égal à 2 GPa pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C, en contact avec la feuille de verre, puis une épaisseur d'un second matériau polymère raide ayant un module de relaxation au moins égal à 4 GPa, pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C (conditions représentatives d'un impact de type grêle sur avion).

[0009] Du fait de sollicitations mécaniques et thermomécaniques dans les phases de production et d'utilisation des vitrages, un comportement souple de l'intercalaire de collage des verres est souhaitable afin de limiter les contraintes excessives dans le verre pouvant entraîner sa casse ou aux interfaces collées pouvant engendrer du décollement. Pour ces raisons il est avantageux d'associer entre les verres médian (ou second en partant de l'atmosphère extérieure) et externe un matériau polymère dit raide permettant une bonne performance à la grêle et un matériau polymère dit souple permettant de limiter les contraintes thermomécaniques et mécaniques dans le vitrage. La raideur du matériau raide est évaluée en fonction des sollicitations typiques d'impact, alors que celle du

matériau souple l'est vis-à-vis des sollicitations thermomécaniques et mécaniques, en particulier associées aux vitesses de pressurisations d'avions.

[0010] Le substrat transparent structural est constitué d'une feuille de verre ou plus fréquemment de plusieurs feuillets dont l'épaisseur cumulée est relativement importante pour assumer la fonction mécanique mentionnée précédemment. Il peut s'agir de verre minéral, mais aussi organique tel que poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), polycarbonate (PC) ou polyuréthane (PU).

[0011] Grâce à l'invention, la raideur accrue de la couche adhésive intercalaire limite les déformations de la feuille de verre et donc repousse la vitesse d'impact de grêle ou de petits oiseaux engendrant la casse. On peut donc ainsi utiliser une feuille de verre plus mince réduisant la masse du vitrage feuilleté.

[0012] De préférence, 40 à 90 % de l'épaisseur de la couche adhésive intercalaire sont constitués de dit second matériau polymère raide, et 10 à 60 % de cette épaisseur sont constitués de dit premier matériau polymère souple.

[0013] De préférence, une épaisseur de dit premier matériau polymère souple est intercalée entre et en contact avec l'épaisseur de dit second matériau polymère raide et le substrat transparent structural.

[0014] De préférence, le module de relaxation du dit premier matériau polymère est au plus égal à 2, de préférence 0,5 GPa pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C.

[0015] De préférence, le module élastique du dit second matériau polymère est au moins égal à 5 GPa, pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C.

[0016] De préférence, l'épaisseur de la feuille de verre est comprise entre 1,5 et 3 mm.

[0017] De préférence, ladite feuille de verre est constituée de verre renforcé chimique, notamment sodocalcique ou aluminosilicate, ou est trempée thermiquement.

[0018] De préférence, le substrat transparent structural comprend au moins une feuille de verre ou plusieurs feuillets, notamment aluminosilicate ou sodocalcique, dont l'une au moins peut être renforcée chimique ; le terme

« verre » désigne ici aussi un matériau polymère organique transparent structural tel que, poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), polycarbonate (PC), polyuréthane (PU), polyester tel que poly(téréphtalate d'éthylène) (PET) ou équivalent.

[0019] De préférence, ledit premier matériau polymère est choisi parmi un polyuréthane thermoplastique (TPU), polyvinylbutyral (PVB), éthylène – acétate de vinyle (EVA) seul ou en mélange ou copolymère de plusieurs d'entre eux.

[0020] De préférence, ledit second matériau polymère est choisi parmi un poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), polycarbonate (PC), polyuréthane (PU), polyester tel que poly(téréphtalate d'éthylène) (PET) seul ou en mélange ou copolymère de plusieurs d'entre eux.

[0021] Fréquemment, ledit second matériau polymère raide se prolonge jusqu'aux bords de ladite feuille de verre. Cependant, de préférence, ledit second matériau polymère raide est en retrait par rapport aux bords de ladite feuille de verre. Cette disposition assouplit la périphérie du vitrage (zone la plus soumise aux températures froides), de manière à améliorer la fiabilité. Une telle encapsulation des interfaces entre matériaux polymères raide et souple limite les risques de délaminage. De plus, de l'espace est ainsi libéré pour faire cheminer des éléments de connectique.

[0022] De préférence, la feuille de verre destinée à constituer une surface extérieure du vitrage feuilleté et le matériau polymère raide sont en retrait par rapport au substrat transparent structural, de sorte à ne pas faire partie de l'attachement du vitrage feuilleté.

[0023] Un autre objet de l'invention consiste en l'application d'un vitrage feuilleté tel que décrit ci-dessus comme vitrage pour un véhicule aérien, terrestre ou aquatique, ou pour le bâtiment, en particulier comme vitrage d'avion.

[0024] Les dessins annexés illustrent l'invention :

[0025] [Fig. 1] représente schématiquement en coupe, un vitrage feuilleté conforme à l'invention.

[0026] [Fig. 2] est un graphe représentant les résultats d'une deuxième série d'essais d'impacts à la grêle.

[0027] [Fig. 3] est une représentation schématique en coupe d'un vitrage feuilleté selon l'invention dont la feuille de verre extérieure et le matériau polymère raide sont en retrait par rapport au substrat transparent structural, de sorte à ne pas faire partie de l'attachement du vitrage feuilleté.

[0028] [Fig. 4] représente schématiquement l'attachement du vitrage de la figure 3 à la carlingue d'un avion.

[0029] [Fig. 5] représente schématiquement en coupe un vitrage feuilleté selon l'invention ne se différenciant de celui de la figure 3 que par un matériau polymère raide en retrait par rapport à la feuille de verre extérieure.

[0030] Ce vitrage feuilleté comprend deux éléments verriers principaux : un substrat ou bloc transparent structural 1 et une feuille de verre 2 destinée à être en contact avec une atmosphère extérieure d'où est susceptible de provenir un impact relativement ponctuel/léger tel que grêle ou petit oiseau.

[0031] Le bloc transparent structural 1 est constitué de manière à garantir au vitrage feuilleté toute la résistance mécanique requise, vis-à-vis des variations de pression auxquelles un avion peut être soumis, par exemple, et des chocs les plus importants, tels que gros oiseaux. Il est constitué de deux feuilles de verre aluminosilicate renforcé chimique de 8 mm d'épaisseur 1a et 1b collées l'une à l'autre par une couche 6 de PVB de 2,28 mm d'épaisseur, cette épaisseur pouvant être en général comprise entre 1,5 et 3 mm.

[0032] La feuille de verre 2 est en verre sodocalcique renforcé chimique et d'épaisseur comprise entre 1,5 et 3 mm. Elle est collée au bloc transparent structural 1 par une couche adhésive intercalaire 3 relativement épaisse. En cas de choc quasi ponctuel du type grêle, le matelas que constitue cette couche adhésive intercalaire 3 se déforme sous la feuille de verre 2, lui permettant ainsi de fléchir sous l'effet de l'impact.

[0033] La couche adhésive intercalaire 3 est constituée d'une couche de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) 5 de 1 à 9 mm d'épaisseur, entre deux couches de polyuréthane thermoplastique (TPU) 4a, respectivement 4b de 0,25 à 2,5, respectivement 0,25 à 5 mm d'épaisseur. Le module de relaxation du PMMA 5 pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C, est compris entre 6 et 7 GPa, le module de

relaxation du TPU pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C, est de 1 GPa.

[0034] Pour la réalisation d'essais d'impact à la grêle, on a utilisé des éprouvettes de 500 mm X 500 mm constituées d'un pli structural monolithique et d'un verre exposé à la grêle, collés l'un à l'autre par un matelas d'intercalaire (TPU) éventuellement renforcé par un PMMA. La composition de ces vitrages feuilletés est indiquée dans le tableau suivant.

[0035] [Tableau 1]

Dénomination du vitrage	Pli Structural	Verre exposé à la grêle	Intercalaire(mm) / PMMA(mm) / Intercalaire(mm)	Verre externe + Intercalaire + PMMA (mm)
Standard	Verre 8 mm	2,8 mm semi trempé	7,2/0/0	10,0
Allégé	Verre 8 mm	1,6 mm RC	7,2/0/0	8,8
Renforcé	Verre 8 mm	2,8 mm semi trempé	1,25/4,5/1,25	9,8
Renforcé allégé	Verre 8 mm	1,6 mm RC	1,25/6/1,25	10,1
PMMA renforcé	PMMA 18 mm	1,6 mm RC	1,25/0/0	2,85

[0036] Ces cinq vitrages feuilletés sont soumis à des tirs de grêlons de 25 mm de diamètre à vitesses incrémentales (incrément de 5 m/s) jusqu'à casse. Dix éprouvettes sont utilisées pour chaque composition de vitrage feuilleté. Les résultats sont représentés sur la Figure 2, sur laquelle

- le vitrage standard est représenté par des ronds noirs ;
- le vitrage allégé par des ronds blancs,
- le vitrage renforcé par des carrés noirs,
- le vitrage renforcé allégé par des carrés blancs, et
- le vitrage PMMA renforcé par des triangles gris.

[0037] La figure 2 montre

- qu'amincir le verre externe sans renforts de l'intercalaire engendre une fragilisation vis-à-vis de la grêle,
- que la substitution des 2/3 de l'intercalaire par du PMMA double la performance à la grêle, et

- que le vitrage renforcé allégé résiste mieux à la grêle que le vitrage standard tout en étant plus léger de 1,8 kg/m².

[0038] La figure 3 montre une feuille de verre 2 destinée à être en contact avec l'atmosphère extérieure et une couche adhésive intercalaire complexe 4a, 5, 4b selon l'invention, qui sont en retrait par rapport au substrat transparent structural 1a, 6, 1b.

[0039] Sur la figure 4, on a schématisé la couche intercalaire 4a, 5, 4b de la figure 3 en un seul bloc de numéro de référence 3. Les parties du vitrage permettant la liaison mécanique (attachement) à la carlingue de l'avion, soit pincée, soit boulonnée, sont représentées par deux zones en pointillés. La feuille de verre 2 et la couche intercalaire 3 (dont le matériau polymère raide 5) ne font pas partie de l'attachement du vitrage feuilleté. L'épaisseur totale de la feuille de verre 2 et de la couche intercalaire 3 est ajustée pour réaliser une continuité aérodynamique avec le presse glace 7, dont l'épaisseur est elle-même conditionnée par le besoin de supporter les efforts de pressurisation. Le matériau de la feuille de verre 2 assure la résistance à l'abrasion, et la possibilité de supporter des couches chauffantes à fonction antigivre à base d'ITO (oxyde d'indium dopé à l'étain). La couche intercalaire 3 est donc constituée de trois couches de matériau polymère, de densité 2,5 fois inférieure à celle du verre 2. Dans un but d'allègement, il est avantageux de minimiser l'épaisseur de la feuille de verre 2, et donc d'augmenter l'épaisseur de la couche intercalaire 3. Pour augmenter la résistance à la grêle, l'invention met en œuvre une couche intercalaire complexe comme décrit précédemment, dans laquelle il importe en particulier que la couche de matériau polymère souple 4a ne soit pas trop épaisse.

[0040] Sur la figure 5, le matériau polymère raide 5 est en retrait par rapport à la feuille de verre extérieure 2. La partie périphérique en retrait de matériau polymère 5 est prolongée par un remplissage ou bouchage par du matériau polymère souple 4c de mêmes caractéristiques que les matériaux polymères souples 4a, 4b.

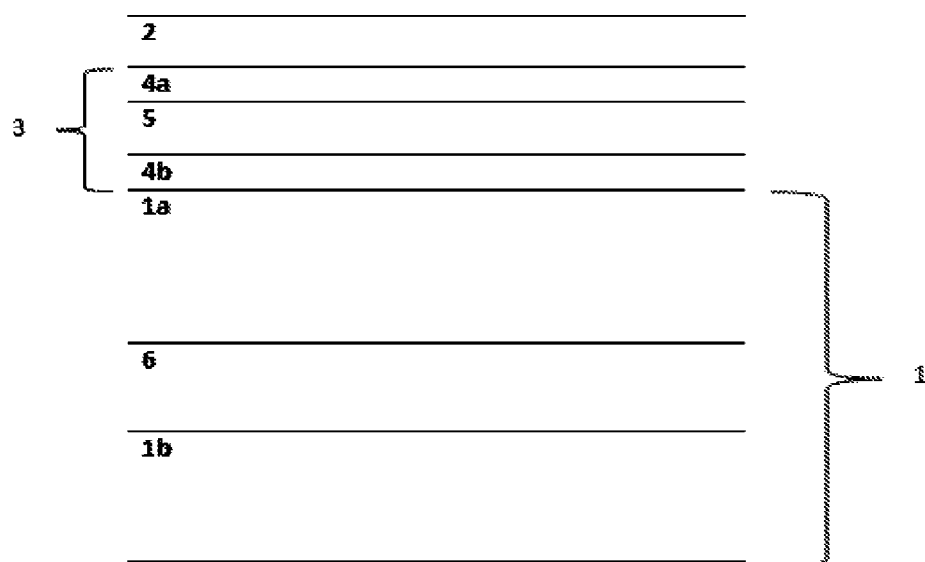
Revendications

- [Revendication 1] Vitrage feuilleté comprenant un substrat transparent structural (1) collé à une feuille de verre (2) d'épaisseur comprise entre 0,5 et 4 mm, destinée à constituer une surface extérieure du vitrage feuilleté, par l'intermédiaire d'une couche adhésive intercalaire (3) d'épaisseur comprise entre 4 et 10 mm, caractérisé en ce que la couche adhésive intercalaire (3) comprend successivement une épaisseur (4a) comprise entre 0,25 et 2,5 mm d'un premier matériau polymère souple ayant un module de relaxation au plus égal à 2 GPa pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C, en contact avec la feuille de verre (2), puis une épaisseur (5) d'un second matériau polymère raide ayant un module de relaxation au moins égal à 4 GPa, pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C.
- [Revendication 2] Vitrage feuilleté selon la revendication 1, caractérisé en ce que 40 à 90 % de l'épaisseur de la couche adhésive intercalaire (3) sont constitués de dit second matériau polymère (5) raide, et 10 à 60 % de cette épaisseur sont constitués de dit premier matériau polymère (4a, 4b) souple.
- [Revendication 3] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une épaisseur (4b) de dit premier matériau polymère souple est intercalée entre et en contact avec l'épaisseur (5) de dit second matériau polymère raide et le substrat transparent structural (1).
- [Revendication 4] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module de relaxation du dit premier matériau polymère (4a, 4b) est au plus égal à 0,5 GPa pour des temps de relaxation au moins égaux à 10 min, à des températures au moins égales à -40 °C.
- [Revendication 5] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module élastique du dit second matériau polymère (5) est au moins égal à 5 GPa, pour des constantes de temps au plus égales à 0,1 milliseconde et des températures au plus égales à 40 °C.

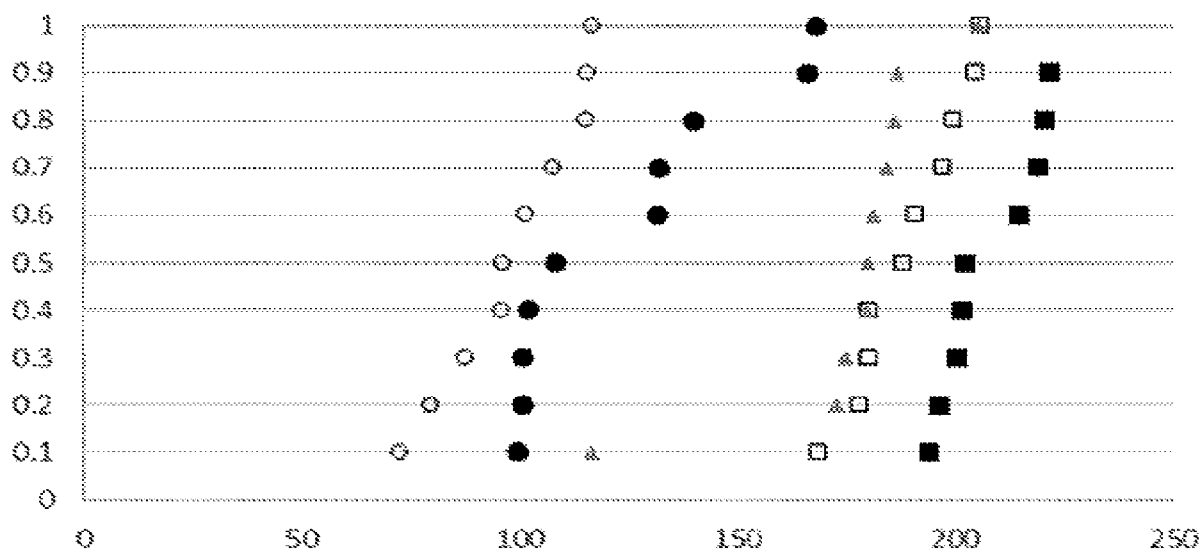
- [Revendication 6] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'épaisseur de la feuille de verre (2) est comprise entre 1,5 et 3 mm.
- [Revendication 7] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de verre (2) est constituée de verre renforcé chimique, notamment sodocalcique ou aluminosilicate, ou est trempée thermiquement.
- [Revendication 8] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat transparent structural (1) comprend au moins une feuille de verre ou plusieurs feuilletées (1a, 1b), notamment aluminosilicate ou sodocalcique, dont l'une au moins peut être renforcée chimique.
- [Revendication 9] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit premier matériau polymère (4a, 4b) est choisi parmi un polyuréthane thermoplastique (TPU), polyvinylbutyral (PVB), éthylène – acétate de vinyle (EVA) seul ou en mélange ou copolymère de plusieurs d'entre eux.
- [Revendication 10] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit second matériau polymère (5) est choisi parmi un poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), polycarbonate (PC), polyuréthane (PU), polyester tel que poly(téréphtalate d'éthylène) (PET) seul ou en mélange ou copolymère de plusieurs d'entre eux.
- [Revendication 11] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit second matériau polymère (5) raide est en retrait par rapport aux bords de ladite feuille de verre (2).
- [Revendication 12] Vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de verre (2) et le matériau polymère (5) raide sont en retrait par rapport au substrat transparent structural (1 ; 1a, 6, 1b), de sorte à ne pas faire partie de l'attachement du vitrage feuilleté.
- [Revendication 13] Application d'un vitrage feuilleté selon l'une des revendications précédentes comme vitrage pour un véhicule aérien, terrestre ou aquatique, ou pour le bâtiment. |

1/2

[Fig. 1]

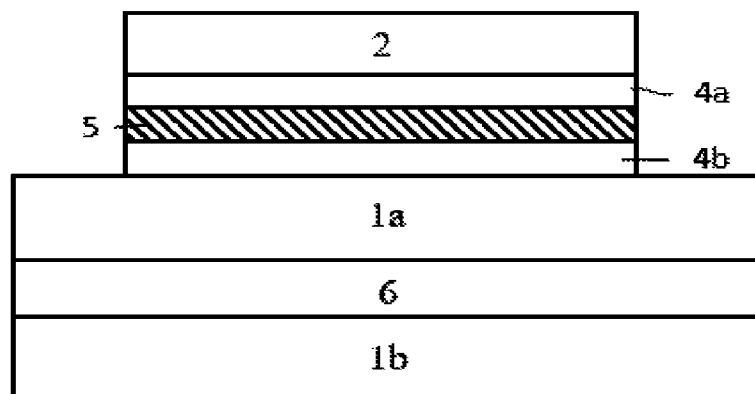


[Fig. 2]

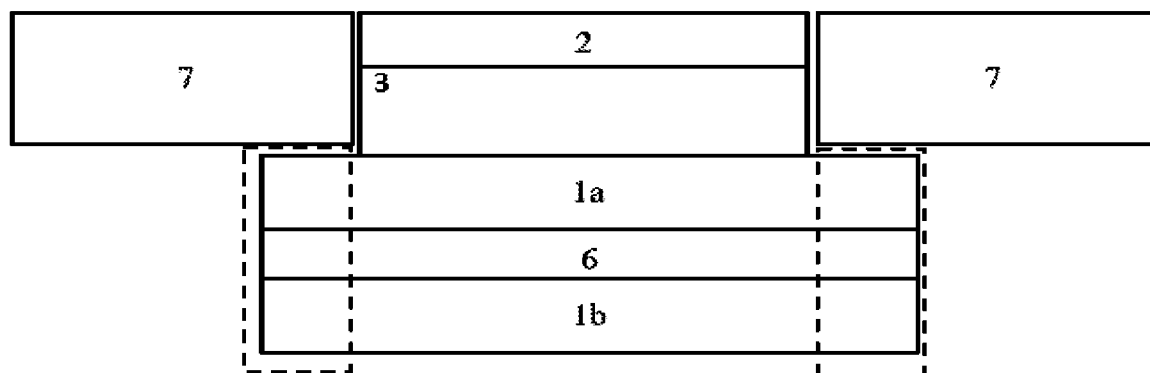


2/2

[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

