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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
18 décembre 2008 (18.12.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/152283 A2

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/050898

(22) Date de dépôt international : 23 mai 2008 (23.05.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
60/939,927 24 mai 2007 (24.05.2007) US

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

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **LECONTE, Jean-Gérard** [FR/FR]; 75 Bld Saint-Denis, F-92400 Courbevoie (FR). **REHFELD, Marc** [FR/FR]; 6 Avenue du Général de Gaulle, F-95460 Ezanville (FR). **CHAUSSADE, Pierre** [FR/FR]; 8 Allée du Verger, F-45100 Orleans (FR).

(74) Mandataire : **SAINT-GOBAIN RECHERCHE**; 39 Quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ACOUSTIC GLAZING ELEMENT

(54) Titre : VITRAGE ACOUSTIQUE

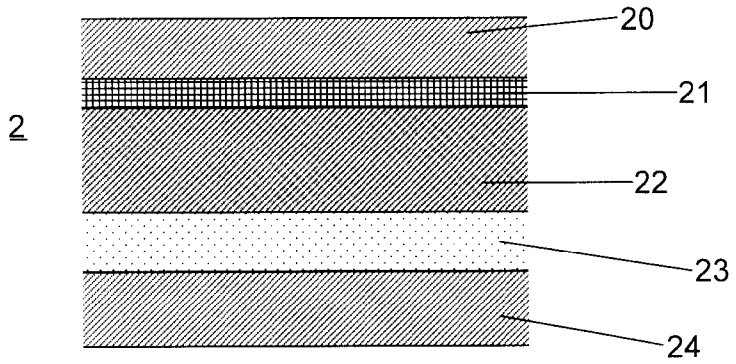


FIG. 2

(57) Abstract: The invention proposes a glazing element which, in order to ensure enhanced properties of acoustic insulation, requires not only an acoustic polymer insert, but also an adapted distribution of the weights of the elements on either side of the insert.

(57) Abrégé : L'invention propose donc un vitrage qui pour assurer des propriétés améliorées d'isolement acoustique nécessite non seulement un intercalaire polymérique acoustique, mais aussi une répartition adaptée des masses des éléments de part et d'autre de l'intercalaire.

WO 2008/152283 A2

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

VITRAGE ACOUSTIQUE

L'invention se rapporte à un vitrage dit acoustique, c'est-à-dire présentant des performances améliorées d'isolement acoustique.

Le vitrage de l'invention sera plus particulièrement décrit dans son utilisation quant à des avions, plus précisément des cockpits d'avions, mais s'adresse également aux voitures, trains, bateaux, ou encore aux bâtiments (le résidentiel, les bureaux, les locaux à usage commercial ...), etc...

Un problème particulier soulevé par l'invention est l'amélioration des performances d'isolement acoustique dans un cockpit d'avion notamment, pour le confort des pilotes. On cherche continuellement une réduction du bruit à l'intérieur du cockpit afin d'entendre mieux, en particulier les communications durant le vol, tout en ayant le souci constant d'améliorer les conditions de sécurité.

Un autre problème est la réduction du poids des vitrages de cockpit sans engendrer de conséquences négatives quant à leurs propriétés acoustiques.

Par ailleurs, les vitrages d'avions doivent assurer une performance unique en toutes circonstances et quelles que soient les conditions, notamment quant aux conditions extrêmes de températures et de pressions, quant aux chocs subis contre les vitrages dus par exemple aux oiseaux...

La pression exercée sur un vitrage d'avion varie lorsque l'avion vole, du sol jusqu'à haute altitude. En outre, il existe des gradients de pression et de température importants entre la face interne et la face externe des vitrages. Les températures peuvent par exemple varier d'environ -60°C du côté de la face externe du vitrage lorsque l'avion vole, jusqu'à + 20°C du côté de la face interne.

On entend dans la suite de la description par interne, le qualificatif relatif à l'intérieur du dispositif accueillant le vitrage, tel que l'intérieur de l'avion, et par externe, le qualificatif relatif à l'extérieur du dispositif, tel qu'au dehors de l'avion. De plus, on parlera d'externe pour qualifier un contact direct avec l'extérieur ou une disposition la plus près de l'extérieur. On parlera d'interne pour qualifier un contact direct avec l'intérieur ou une disposition la plus près de l'intérieur.

Quant aux impacts dus aux oiseaux, ils se produisent par exemple lorsque l'avion roule à terre à grande vitesse ou quand il vole à basse altitude.

Typiquement, les vitrages de cockpit d'avions sont constitués de plusieurs substrats rigides, nommés encore plis, de verre et de plastique qui sont associés en feuilleté. Le poids des vitrages est généralement de 45 ou 70 kg. On entend par verre dans la suite de la description du verre minéral.

Une configuration usuelle est par exemple la suivante (vitrage 1 illustré sur la figure 1 fixé au corps 1a de l'avion):

- un substrat en verre externe 10 de 3 mm d'épaisseur,
- un intercalaire en matière plastique d'épaisseur comprise entre 3 et 9 mm, en polyvinylbutyral (PVB) et/ou en polyuréthane (PU), qu'on nomme ci-après intercalaire externe 11,
- un substrat verrier intermédiaire 12 de 8 ou 10 mm d'épaisseur,
- une feuille de PVB usuel plutôt rigide 13 de 2 à 5 mm d'épaisseur,
- un substrat verrier interne 14 de 6 ou 8 mm d'épaisseur.

Le poids d'un tel vitrage de cockpit est approximativement de 45 kg.

De manière connue dans le domaine de l'automobile, l'amélioration des propriétés acoustiques des vitrages est réalisée en utilisant un intercalaire acoustique du côté du verre externe, tel que du PVB acoustique, d'au plus 3 mm d'épaisseur qui présente des caractéristiques particulières relatives au facteur de perte tanδ et au module de cisaillement de G', telles que décrites notamment dans les brevets américains US 7 121 380 et US 6 821 629, incorporés tous deux par référence à la présente demande.

En essayant d'appliquer ce principe d'utilisation d'intercalaire acoustique dans un vitrage de cockpit d'avion pour améliorer ses performances d'isolement acoustique, il suffit de remplacer par du PVB acoustique, l'intercalaire plastique de 3 mm localisé de manière adjacente au substrat externe de verre. Or de manière inattendue, il se trouve qu'aucune amélioration acoustique n'est démontrée, et même qu'une dégradation des propriétés acoustiques est engendrée dans certains domaines de fréquences.

Les performances acoustiques d'un vitrage peuvent être illustrées par une courbe représentative de l'isolement en dB en fonction de la fréquence.

La figure 3 montre des courbes d'isolement à 20°C, entre 100 et 10000 Hz, pour un vitrage usuel d'avion dans sa configuration telle que décrite

plus haut pour le vitrage 1 avec des verres de respectivement 3 mm, 10 mm, 6 mm et un intercalaire plastique en PU de 3 mm (courbe Ccomp1), ainsi que pour un vitrage dont l'intercalaire plastique en PU de 3 mm a été remplacé par du PVB acoustique de à 0,38 mm d'épaisseur (courbe Ccomp2).

On voit une dégradation au-delà de 600 Hz jusqu'à 2500 Hz, avec une perte d'isolement de 2 à 3 dB pour les fréquences entre 800 et 2000 Hz qui font partie des fréquences audibles, ce qui est contraire au but recherché d'amélioration des performances d'isolement acoustique.

L'invention a donc pour but de fournir un vitrage acoustique, notamment pour l'aviation, qui présente des performances améliorées d'isolement acoustique, tout en lui conférant des propriétés de rigidité, de solidité, et d'étanchéité qui sont notamment celles attendues dans l'aviation pour répondre aux normes de sécurité, en particulier devoir présenter une tenue au choc à l'oiseau et une étanchéité à la pressurisation.

Les inventeurs ont notamment mis en évidence par rapport à l'art antérieur qu'en utilisant au moins un intercalaire externe qui soit acoustique, mais en augmentant l'épaisseur du substrat en verre externe de 3 mm à 5 mm, on obtient un vitrage aux performances améliorées d'isolement acoustique.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le vitrage acoustique comporte un premier substrat verrier, au moins un intercalaire polymérique, un deuxième substrat verrier, un substrat en matière plastique, et un troisième substrat verrier, et est caractérisé en ce que

- l'intercalaire polymérique comporte un matériau à propriétés améliorées d'amortissement acoustique présentant à 20°C et à 200 Hz, un facteur de perte tanδ supérieur ou égal à 0,6 et un module de cisaillement G' inférieur à 2.10^7 N/m²,
- le poids du premier substrat verrier disposé d'un côté de l'intercalaire polymérique n'est pas inférieur à 20% du poids total du vitrage, et le poids de l'ensemble des autres éléments disposés de l'autre côté de l'intercalaire polymérique n'est également pas inférieur à 20% du poids total du vitrage.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, le vitrage acoustique comporte un premier substrat verrier, au moins un intercalaire polymérique, et au

moins 15 mm d'épaisseur de divers substrats combinés de verre et de couches de matières plastique, et est caractérisé en ce que

- l'intercalaire polymérique comporte un matériau à propriétés améliorées d'amortissement acoustique présentant, à 20°C et à 200 Hz, un facteur de perte tanδ supérieur ou égal à 0,6 et un module de cisaillement G' inférieur à 2.10^7 N/m², et
- le poids du premier substrat verrier disposé d'un côté de l'intercalaire polymérique n'est pas inférieur à 20% du poids total du vitrage, et le poids de l'ensemble des autres éléments disposés de l'autre côté de l'intercalaire polymérique n'est également pas inférieur à 20 % du poids total du vitrage.

Selon une caractéristique le premier substrat verrier et le deuxième substrat verrier associés de part et d'autre de l'intercalaire polymérique ont une même épaisseur.

Le matériau acoustique de l'invention présente donc un facteur de perte tanδ supérieur ou égal à 0,6 et un module de cisaillement G' inférieur à 2.10^7 N/m² à une température de 20°C et à une fréquence de 200 Hz. On rappelle que le facteur de perte et le module de cisaillement sont mesurés de manière connue à l'aide d'un viscoanalyseur, par exemple du type METRAVIB.

L'intercalaire acoustique est également tel que celui décrit dans les brevets américains US 7 121 380 et US 6 821 629. L'intercalaire peut présenter diverses épaisseurs, en particulier 0,38 mm, 0,40 mm, 0,45 mm, 0,5 mm, 0,6 mm ou 0,76 mm.

L'intercalaire acoustique est de préférence à base de polyvinylbutyral (PVB) acoustique. Il peut être associé à un film plastique banal n'ayant pas de propriétés acoustiques améliorées, sans que cela nuise à la propriété acoustique améliorée de l'ensemble. Par exemple, la couche en feuilleté incluant au moins un film intercalaire acoustique peut être sous la forme de PVB-PET-acrylate-PET-PVB. L'intercalaire peut également comporter une couche de PVB acoustique et une couche de PVB standard et/ou de polyuréthane.

De manière surprenante, il apparaît que le pli de verre localisé en regard de l'une des faces de l'intercalaire acoustique est indépendant dans son comportement vis-à-vis du pli de verre disposé de l'autre côté de

l'intercalaire. En raison du comportement de chaque pli de verre du vitrage avec l'intercalaire, ce dernier travaille ainsi en cisaillement, fournissant un amortissement des vibrations par l'énergie dissipée, et atténuant de ce fait le bruit.

Par conséquent, en distribuant différemment la masse du vitrage selon l'épaisseur distincte de chaque élément constitutif, et en incorporant au moins un film intercalaire acoustique, on obtient un vitrage aux performances d'isolement acoustique améliorées, en particulier vis-à-vis des bruits aérodynamiques.

Et de manière surprenante pour l'application à un vitrage avion, si la masse de chaque élément disposé de part et d'autre de l'intercalaire externe, tel qu'en PVB acoustique, n'est pas modifiée par rapport à la masse des éléments d'un vitrage usuel d'avion, l'intercalaire acoustique ne permet pas d'atteindre des performances améliorées.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, le premier substrat verrier a une épaisseur entre 3 et 8 mm, l'intercalaire polymérique a une épaisseur d'au moins 0,38 mm, et le vitrage comporte à l'opposé du premier substrat verrier et associée à l'intercalaire polymérique, une combinaison en feuilleté formée d'au moins, un substrat verrier d'épaisseur comprise entre 5 et 10 mm et agencé contre l'intercalaire polymérique à l'opposé du premier substrat, un substrat en matière plastique, et un substrat verrier supplémentaire d'épaisseur comprise entre 3 et 10 mm.

Selon une caractéristique, le substrat en matière plastique du vitrage a une épaisseur comprise entre 1 et 10 mm, et est en polyvinylbutyral standard ou en polyuréthane.

Enfin, un tel vitrage acoustique peut être destiné à diverses utilisations en vue d'améliorer l'isolement acoustique du dispositif dans lequel il est logé. Il peut par exemple constituer un vitrage d'avion, de véhicule routier, de véhicule ferroviaire, ou encore un vitrage de bâtiment.

D'autres détails de l'invention vont à présent être décrits en regard des figures sur lesquelles :

- la figure 1 illustre de manière schématique une vue en coupe partielle d'un vitrage usuel d'avion ;

- la figure 2 est une vue schématique partielle en coupe d'un vitrage selon l'invention ;
- la figure 3 illustre des courbes d'isolement pour des vitrages selon l'invention et des vitrages comparatifs.

Les figures 1 et 2 ne sont pas à l'échelle pour en faciliter la lecture.

La figure 1 a été décrite plus haut en regard de l'art antérieur.

La figure 2 illustre un vitrage 2 de l'invention comportant les éléments constitutifs suivants :

- un premier substrat en verre 20, destiné par exemple à être en contact avec l'extérieur en position montée du vitrage dans sa destination finale. Ce substrat en verre a de préférence une épaisseur de 5 mm ;
- un intercalaire polymérique acoustique 21 en PVB acoustique. L'intercalaire présente une épaisseur de préférence n'excédant pas 3 mm;
- un substrat en verre 22 intermédiaire. Ce substrat en verre a de préférence une épaisseur de 10 mm;
- un substrat rigide 23, plutôt en PVB, qui présente de préférence 5 mm d'épaisseur. Il s'agit de PVB usuel non acoustique;
- un substrat supplémentaire en verre 24, destiné à être par exemple en contact avec l'intérieur du dispositif dans lequel est monté le vitrage. Ce substrat en verre a de préférence une épaisseur de 6 mm.

Bien entendu, chacune des épaisseurs des éléments constitutifs du vitrage peut varier, notamment à plus ou moins 40 % près, en particulier, 35 %, 30 %, 25 %, 20 %, 15 %, 10 %, 8 %, 5 %, 3 % ou 1 %.

Comme déjà dit plus haut, il n'est pas suffisant d'utiliser un intercalaire acoustique en le disposant n'importe où dans le vitrage pour obtenir l'atténuation de bruit souhaitée au sein du dispositif dans lequel est monté le vitrage. Un vitrage d'avion est bien plus épais et plus lourd qu'un vitrage automobile et il apparaît qu'on ne peut pas transposer telle quelle la solution adaptée d'un vitrage automobile à celle d'un vitrage d'avion.

Aussi, l'invention propose comme vitrage, un vitrage comportant un intercalaire à propriétés améliorées d'amortissement acoustique et dont le poids des éléments constitutifs du vitrage de part et d'autre de l'intercalaire est équilibré de façon que ce poids ne soit pas inférieur à 20% du poids total du vitrage.

Ainsi, le poids du substrat externe 20 ne doit pas être inférieur à 20% du poids total du vitrage, tout comme le poids de l'ensemble des substrats 22, 23 et 24.

De préférence, le poids de l'ensemble des éléments de chaque côté de l'intercalaire n'est pas inférieur à 30% du poids total du vitrage, voire même pas inférieure à 31,25%. Bien entendu, les pourcentages au-dessus de 31,25% et comprenant 50%, tels que 35, 37, 40, 42, 45 et 50% sont compris dans toutes les valeurs revendiquées par l'invention.

Le poids peut être ajusté plus facilement par le nombre de panneaux de verre et/ou leur épaisseur de chaque côté de l'intercalaire polymérique acoustique.

L'intercalaire polymérique acoustique 21 présente à 20°C et à 50 ou de préférence à 200 Hz, un facteur de perte tanδ supérieur ou égal à 0,6 et un module de cisaillement G' inférieur à 2.10^7 N/m².

Les demandes françaises 9614404 et la demande allemande 19705586.3 sont incorporées par référence et décrivent par exemple des films acoustiques pour l'invention.

Le vitrage comporte selon un mode préféré de l'invention, un substrat verrier externe 20 de 5 mm, un intercalaire polymérique acoustique 21, et à l'opposé du substrat externe, au moins 15 mm d'épaisseur d'une combinaison de verre et de couches de plastique.

Un autre mode de réalisation préféré selon l'invention est un vitrage comportant un substrat externe de 3 à 8 mm de verre, au moins 0,38 mm d'épaisseur de PVB acoustique pour former l'intercalaire polymérique, au moins 5 à 8 mm de verre intermédiaire, un substrat en plastique, et au moins 3 à 10 mm de verre interne.

L'intercalaire polymérique acoustique est à base de PVB acoustique. La couche de PVB acoustique peut être unique ou en variante, combinée avec une couche de matière plastique non acoustique, telle qu'en PVB standard ou en polyuréthane (PU) sans affecter les propriétés d'amortissement de ladite couche acoustique. On peut par exemple prévoir une couche de 0,38 ou 0,76 mm de PVB acoustique associée à une couche de PU de 9,6 ou 5,3 mm d'épaisseur.

La figure 3 montre la courbe C1 d'isolement d'un exemple de vitrage selon l'invention.

Le vitrage correspondant à cette courbe comporte :

- un premier substrat en verre 20 de 5 mm d'épaisseur;
- un intercalaire plastique 21 en PVB acoustique de 0,38 mm d'épaisseur;
- un substrat en verre 22 intermédiaire de 10 mm;
- un substrat rigide 23 en PVB standard de 5 mm d'épaisseur ;
- un substrat supplémentaire en verre 24 de 6 mm d'épaisseur.

On voit nettement que la courbe C1 est au-dessus des courbes comparatives Ccomp1, Ccomp2 décrites plus haut, qui correspondent à des vitrages ne répondant pas à l'invention. Cet exemple de vitrage de l'invention engendre ainsi un isolement au bruit bien meilleur.

Il a été comparé à l'exemple de l'invention, un autre vitrage (courbe Ccomp3) dont le PVB acoustique a été remplacé par 2 mm de PU, à savoir comportant :

- un premier substrat en verre 10 de 5 mm d'épaisseur;
- un intercalaire plastique 11 en PU, d'épaisseur 2 mm;
- un substrat en verre 12 intermédiaire de 10 mm;
- un substrat rigide 13 en PVB de 5 mm d'épaisseur ;
- un substrat supplémentaire en verre 14 de 6 mm d'épaisseur.

On voit que sa courbe Ccomp3 est globalement en-dessous de la courbe C1, donc ne présentant pas les performances d'isolement de l'exemple de l'invention.

L'invention propose ainsi un vitrage qui pour assurer des propriétés améliorées d'isolement acoustique nécessite non seulement un intercalaire polymérique acoustique, mais aussi une répartition adaptée des masses des éléments de part et d'autre de l'intercalaire acoustique, afin d'assurer une répartition suffisamment homogène des raideurs équivalentes des éléments de part et d'autre de l'intercalaire polymérique acoustique.

REVENDICATIONS

1. Vitrage acoustique aux propriétés améliorées d'isolement acoustique comportant un premier substrat verrier (20), au moins un intercalaire polymérique (21), un deuxième substrat verrier (22), un substrat en matière plastique (23), et un troisième substrat verrier (24), caractérisé en ce que

- l'intercalaire polymérique (21) comporte un matériau à propriétés améliorées d'amortissement acoustique présentant à 20°C et à 200 Hz un facteur de perte tanδ supérieur ou égal à 0,6 et un module de cisaillement G' inférieur à 2.10^7 N/m²,
- le poids du premier substrat verrier (20) disposé d'un côté de l'intercalaire polymérique (21) n'est pas inférieur à 20% du poids total du vitrage, et le poids de l'ensemble des autres éléments disposés de l'autre côté de l'intercalaire polymérique (21) n'est également pas inférieur à 20% du poids total du vitrage.

2. Vitrage acoustique aux propriétés améliorées d'isolement acoustique comportant un premier substrat verrier (20), au moins un intercalaire polymérique (21), et au moins 15 mm d'épaisseur de divers substrats combinés de verre et de couches de matières plastique, caractérisé en ce que

- l'intercalaire polymérique (21) comporte un matériau à propriétés améliorées d'amortissement acoustique présentant, à 20°C et à 200 Hz, un facteur de perte tanδ supérieur ou égal à 0,6 et un module de cisaillement G' inférieur à 2.10^7 N/m²,
- le poids du premier substrat verrier (20) disposé d'un côté de l'intercalaire polymérique (21) n'est pas inférieur à 20% du poids total du vitrage, et le poids de l'ensemble des autres éléments disposés de l'autre côté de l'intercalaire polymérique n'est pas inférieur également à 20 % du poids total du vitrage.

3. Vitrage acoustique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le premier substrat verrier (20) et le deuxième substrat verrier (22) associés de part et d'autre de l'intercalaire polymérique (21) ont une même épaisseur.

4. Vitrage acoustique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier substrat verrier (20) a une épaisseur entre 3 et 8 mm, l'intercalaire polymérique (21) a une épaisseur d'au moins 0,38 mm, et en ce qu'il comporte à l'opposé du premier substrat verrier (20) et associée à l'intercalaire polymérique (21), une combinaison en feuilleté formée d'au moins, un substrat verrier (22) d'épaisseur comprise entre 5 et 10 mm et agencé contre l'intercalaire polymérique (21) à l'opposé du premier substrat, un substrat en matière plastique (23), et un substrat verrier supplémentaire (24) d'épaisseur comprise entre 3 et 10 mm.

5. Vitrage acoustique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'intercalaire polymérique (21) est à base de polyvinylbutyral acoustique.

6. Vitrage acoustique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'intercalaire polymérique (21) comporte au moins une couche de de polyvinylbutyral acoustique et une couche de polyuréthane et /ou de de polyvinylbutyral standard.

7. Vitrage acoustique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat en matière plastique (23) a une épaisseur comprise entre 1 et 10 mm, et est en polyvinylbutyral standard ou en polyuréthane.

8. Vitrage acoustique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il constitue un vitrage d'avion, de véhicule routier, de véhicule ferroviaire, ou un vitrage de bâtiment.

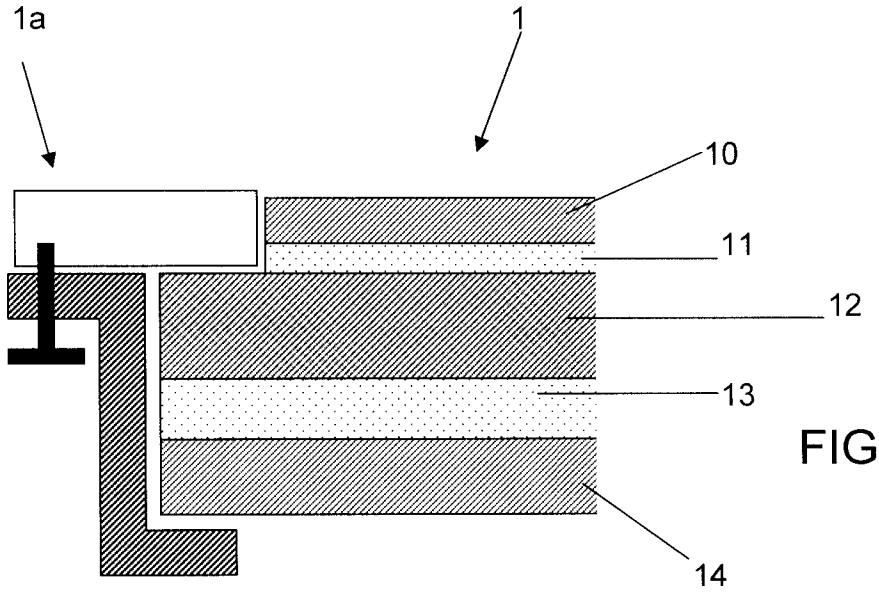


FIG. 1

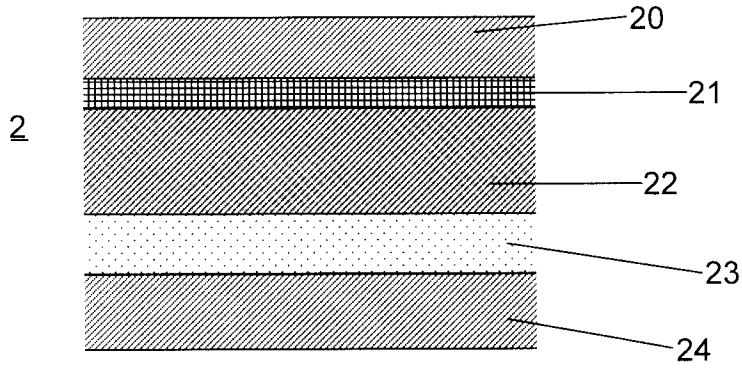


FIG. 2

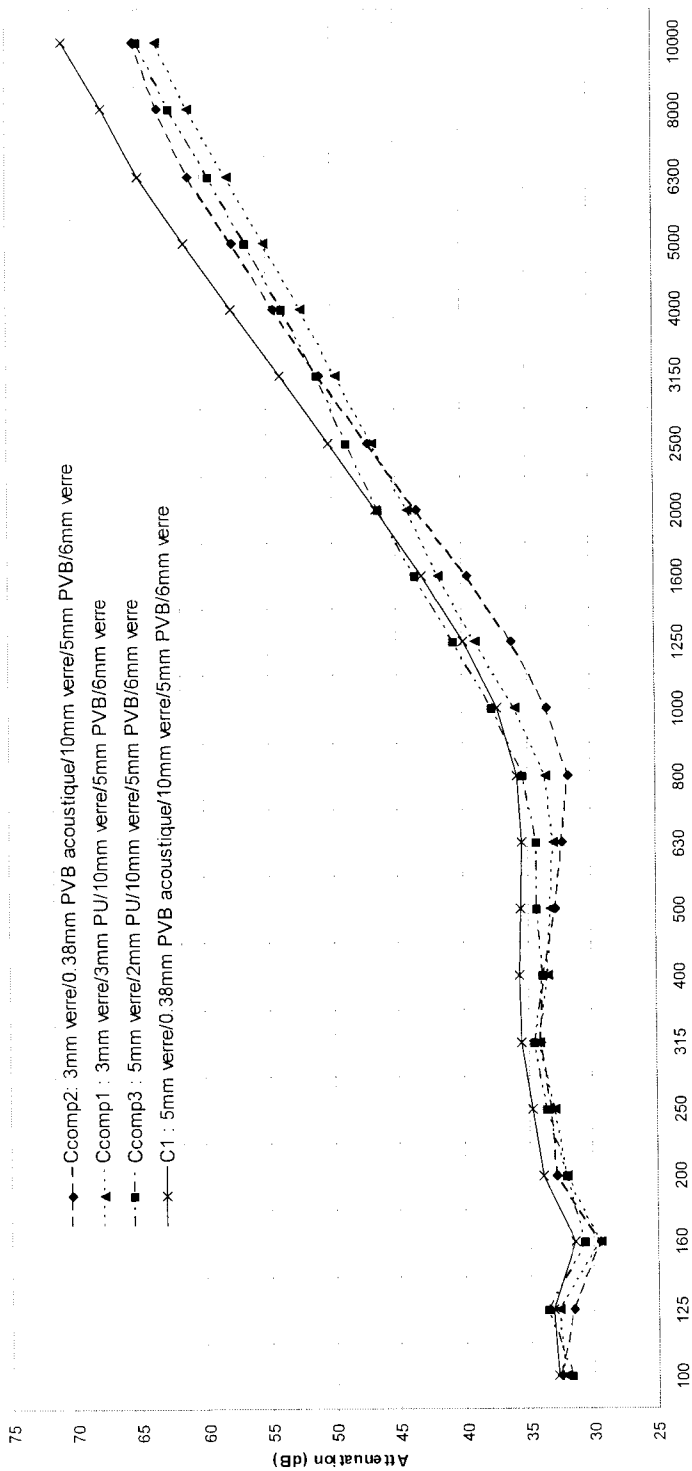

Ccomp2: 3mm verre/0.38mm PVB acoustique/10mm verre/5mm PVB/6mm verre
Ccomp1 : 3mm verre/3mm PU/10mm verre/5mm PVB/6mm verre
Ccomp3 : 5mm verre/2mm PU/10mm verre/5mm PVB/6mm verre
C1 : 5mm verre/0.38mm PVB acoustique/10mm verre/5mm PVB/6mm verre
Atténuation (dB)
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
100
125
160
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
4000
5000
6300
8000
10000
Fréquence (Hz)

FIG. 3