



NUMERO DE PUBLICATION : 1002793A3

NUMERO DE DEPOT : 8901288

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Classif. Internat.: B32B C03C

Date de délivrance : 11 Juin 1991

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 01 Décembre 1989 à 11h00
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : GLAVERBEL
chaussée de la Hulpe 166, 1170 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VANDENBERGHEN Lucienne, GLAVERBEL S.A., Chaussée de
la Hulpe, 166 - B-1170 BRUXELLES.

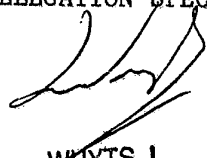
un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : VITRAGE COMPOSITE.

INVENTEUR(S) : de Moncuit Frédéric, Impasse Morlet 4, 75011 Paris (FR); De Clerck
Georges, place Jean Guioz 40, 6200 Châtelet (BE); Lieffrig Vincent, rue J. Servais 65,
5100 Namur (BE)

Priorité(s) 08.12.88 GB GBA 8828634

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité
de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 11 Juin 1991
PAR DELEGATION SPECIALE :


WUYTS L.
Directeur.

Vitrage composite.

La présente invention se rapporte à un vitrage consistant en ou comportant un panneau comprenant une paire de feuilles de verre adhérent à une couche intermédiaire de matière polymère.

La présente invention se réfère spécialement aux propriétés acoustiques de tels vitrages composites, et en particulier à l'affaiblissement acoustique que peuvent apporter de tels vitrages.

Selon des théories actuelles, l'affaiblissement acoustique au travers d'une feuille monolithique dépend de sa masse par unité de surface, c'est-à-dire, pour une matière donnée, de son épaisseur. En bref, l'affaiblissement acoustique obtenu pour une gamme particulière de fréquences sonores est directement proportionnelle à l'épaisseur de la feuille. Ces éléments sont compliqués, cependant, par le fait que pour chaque feuille, il y aura deux pics de transmission, un à chaque extrémité de cette gamme. Les fréquences auxquelles se produisent ces pics sont également déterminées au moins en partie par l'épaisseur de la feuille. Le pic de plus basse fréquence, le pic de résonance, se produit à une fréquence qui dépend de la forme et de la surface de la feuille, mais il augmente aussi en proportion de toute augmentation de l'épaisseur de la feuille. Le pic de plus haute fréquence se produit à la fréquence critique de coïncidence de la feuille, c'est-à-dire la fréquence des ondes de flexion libre de la feuille, et il décroît en proportion de tout accroissement de l'épaisseur de la feuille. A titre d'exemple, un vitrage monolithique carré de 1 mètre de côté en verre de 4mm d'épaisseur a une fréquence de résonance d'environ 20Hz et une fréquence critique de coïncidence (ϕ_m) d'environ 3000Hz. Une feuille monolithique de verre de 8mm de même forme et de même surface a une fréquence de résonance d'environ 40Hz et une fréquence critique de coïncidence (ϕ_m) d'environ 1500Hz. La théorie prédit que le doublement de l'épaisseur de la feuille provoque une augmentation de l'affaiblissement sonore (en fait d'environ 6dB) pour un son de fréquence donnée, mais que, en raison des effets de résonance et de coïncidence, l'augmentation de l'affaiblissement sera masqué, dans l'exemple donné, à des fréquences autour de 40Hz et de 1500Hz. En fait, à sa fréquence de coïncidence autour de 1500Hz, une feuille de verre de 8mm peut très bien offrir moins d'affaiblissement qu'une feuille de 4mm. Un problème particulier réside dans le fait qu'en augmentant l'épaisseur de la feuille de cette manière, un pic de transmission sonore est transféré dans une

2.

région du spectre sonore à laquelle l'oreille humaine est plus sensible.

Les références aux propriétés acoustiques des vitrages dans la présente description sont des références à de telles propriétés mesurées selon la norme de la République Fédérale d'Allemagne VDI 2719.

5 La situation est plus compliquée lorsqu'on considère des vitrages feuilletés en raison des différentes natures des couches intermédiaires de matière adhésive et de verre. Cependant, dans un panneau feuilleté de sécurité typique, il doit y avoir une adhérence assez forte entre le verre et l'adhésif de sorte qu'en cas de rupture, les fragments de verre sont retenus par le vitrage et ne s'en détachent
10 pas ni ne peuvent provoquer de blessures. En fait, le comportement acoustique de vitrages feuilletés de sécurité typiques est à peine différent du comportement acoustique d'une feuille de verre monolithique unique de même forme et de même surface que le vitrage feuilleté et de même épaisseur que l'épaisseur totale du verre dans le vitrage feuilleté. De ce fait, dans la présente description et en ce
15 qui concerne les propriétés acoustiques, de tels vitrage feuilletés sont considérés comme équivalents à une feuille monolithique unique.

Un des objets de la présente invention est de fournir un vitrage composite qui offre, à poids égal, un affaiblissement acoustique amélioré.

La présente invention se rapporte à un vitrage consistant en ou
20 comportant un panneau comprenant une paire de feuilles de verre adhérent à une couche intermédiaire de matière polymère, caractérisé en ce que les dites feuilles de la paire sont séparées par une dite couche intermédiaire de matière polymère dont les propriétés viscoélastiques sont telles que la fréquence critique de coïncidence (ou la fréquence critique de coïncidence la plus basse s'il y en a plusieurs)
25 du panneau ["la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau"] est supérieure à la fréquence critique de coïncidence d'une feuille monolithique notionnelle en verre ["la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent"] qui est de même forme et de même superficie que le panneau et qui possède une masse égale à la masse totale de verre du panneau, et en ce que le dit vitrage est associé à des
30 moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère.

Un vitrage selon l'invention présente, en raison de la nature de sa couche intermédiaire, des propriétés d'isolation acoustique améliorées par rapport à un vitrage similaire qui ne possède pas une telle couche intermédiaire, et de
35 plus, cette amélioration des propriétés acoustiques peut être conservée sur une gamme étendue de températures ambiantes. Un problème particulier est rencontré lorsqu'on doit utiliser des vitrages en tant que parois externes d'une

3.

structure dans certains climats où la température extérieure ambiante peut descendre en dessous du point de gelée (c'est-à-dire 0°C), malgré que l'intérieur doit être maintenu à des températures qui assurent le confort (par exemple entre 15°C et 25°C). de nombreuses matière polymères appropriées subissent un
5 changement considérable de leurs propriétés viscoélastiques entre des températures de confort et des températures inférieures au point de gelée. Par temps de gel, il est évident qu'il y aura un gradient de température dans un tel vitrage, et cela pourrait signifier que la couche intermédiaire pourrait se refroidir à un point tel qu'elle durcirait suffisamment pour réaliser un couplage dynamique
10 direct entre les deux feuilles de verre. L'utilisation de moyens capables d'influencer la température de la couche intermédiaire permet d'alléger les problèmes dus à la variation des propriétés viscoélastiques, de sorte que les propriétés acoustiques du vitrage peuvent être maintenues sur une gamme étendue de températures ambiantes externes.

15 Un vitrage selon l'invention peut être installé dans un bâtiment ou dans un véhicule. Des vitrages selon l'invention conviennent particulièrement lorsqu'on les utilise en tant que vitrages de wagons ferroviaires, particulièrement ceux de systèmes de métropolitain ou de systèmes de transport à grande vitesse où, pour l'une ou l'autre raison, des niveaux de bruit ambiants peuvent être assez
20 élevés.

Un autre avantage des vitrages selon l'invention réside dans la résistance à la rupture due à l'impact d'un projectile ou d'un gravillon volant. En raison de ses propriétés viscoélastiques, la couche intermédiaire de matière polymère est très adaptée pour absorber et amortir des contraintes survenant en raison d'un tel
25 impact, et il en résulte que, à poids égal, le vitrage pourra avoir une meilleure résistance à la rupture qu'un vitrage feuilleté de sécurité classique possédant une couche intermédiaire de polyvinylbutyral. En outre, une telle résistance à la rupture peut être maintenue sur une gamme de températures assez large avec le vitrage selon l'invention parce que les propriétés viscoélastiques de la couche
30 intermédiaire de matière polymère peuvent être conservées. De la sorte, pour un même ou un meilleur affaiblissement acoustique et une même ou une meilleure résistance à la rupture, particulièrement à des faibles températures ambiantes, un vitrage selon l'invention peut être plus mince qu'un vitrage feuilleté de sécurité classique. On notera que des considérations de poids sont importantes, par
35 exemple dans des wagons ferroviaires pourvus de surfaces vitrées importantes.

Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, le dit panneau est maintenu en relation espacée de face-à-face avec un second panneau

4.

pour former un vitrage creux. Des vitrages creux peuvent présenter de très bonnes caractéristiques d'isolation acoustique et ils peuvent également offrir une bonne isolation thermique. Avantageusement, le dit second panneau consiste en une feuille de verre unique non feuilletée. Une telle feuille est de production
5 beaucoup moins coûteuse qu'un panneau feuilleté.

Dans le cas de vitrages creux, on sait qu'un ou plusieurs autre(s) pic(s) de transmission peuvent apparaître en raison de la résonance de cavité, c'est-à-dire la résonance de toute masse gazeuse enfermée à l'intérieur de l'espace intermédiaire du vitrage. De préférence, afin de réduire un tel pic de transmission,
10 plusieurs amortisseurs localisés adhérent aux dits panneaux espacés sont répartis sur leur surface.

Les avantages obtenus par l'utilisation de tels amortisseurs localisés sont très importants, et dans son second aspect, la présente invention se rapporte à un vitrage creux comportant un premier panneau comprenant une paire de
15 feuilles de verre adhérent à une couche intermédiaire de matière polymère, caractérisé en ce que les dites feuilles de la paire sont séparées par une dite couche intermédiaire de matière polymère dont les propriétés viscoélastiques sont telles que la fréquence critique de coïncidence (ou la fréquence critique de coïncidence la plus basse s'il y en a plusieurs) du panneau ["la fréquence de
20 coïncidence (ϕ_p) du panneau"] est supérieure à la fréquence critique de coïncidence d'une feuille monolithique notionnelle en verre ["la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent"] qui est de même forme et de même superficie que le panneau et qui possède une masse égale à la masse totale de verre du panneau, en ce que le dit panneau est maintenu en relation espacée de
25 face-à-face avec un second panneau, et en ce que plusieurs amortisseurs localisés adhérent aux dits panneaux espacés sont répartis sur leur surface.

Les propriétés optiques de tels amortisseurs ne sont pas critiques dans le cas d'un vitrage opaque mais, spécialement dans le cas d'un vitrage transparent ou translucide, les dits amortisseurs sont constitués de matière plastique transmettant la lumière, et de préférence de silicone, de polyisobutylène, d'un polyester,
30 d'un polyuréthane, d'un polyacrylate, d'un polymère de vinyl, de résine époxy, ou de résine acrylique. On peut utiliser du polyisobutylène pour former des amortisseurs translucides, tandis que des amortisseurs transparents, ainsi qu'on le préfère pour des vitrages transparents, peuvent être formés avec des matières des autres
35 catégories citées.

Des vitrages selon le second aspect de l'invention utilisent également de préférence le premier aspect de l'invention, avec les avantages cités y afférant,

5.

et dès lors, le dit vitrage est de préférence associé à des moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère.

Les moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère peuvent agir activement ou de manière passive pour influencer la température de la matière polymère ainsi qu'on le décrira ci-dessous.

Avantageusement, l'espace intermédiaire est rempli d'un aérogel. Des aérogels appropriés sont des matières microporeuses telles que celles décrites en soi dans la demande de brevet européen n° EP 0018955. De tels aérogels ont des pores de diamètre compris entre 1 et 100 nm, par exemple environ 10 nm, et ils peuvent être rendus transparents. Ils constituent des isolants thermiques très efficaces, même lorsqu'ils sont utilisés en couches assez minces. Ceci procure des avantages importants en permettant de former un vitrage creux avec un espace intermédiaire réduit, par exemple de 3 ou 4 mm par comparaison avec un espace rempli d'air de 8 ou 10 mm, pour une même ou une meilleure efficacité d'isolation. Parce qu'il n'est pas nécessaire que le vitrage soit épais, son châssis peut être plus léger, et ceci est important si on doit incorporer le vitrage dans un véhicule.

Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, les dits moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère font partie intégrante du vitrage, puisque ceci procure une unité solidaire, ce qui facilite son installation.

Avantageusement, les dits moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère comprennent un revêtement transmettant la lumière déposé sur une face d'une feuille substantiellement rigide du vitrage. Un tel revêtement a un poids négligeable par rapport au poids du vitrage et peut être très efficace pour influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère. Afin de favoriser une telle efficacité, un dit revêtement transmettant la lumière est de préférence en contact avec une dite couche intermédiaire de matière polymère.

De tels revêtements peuvent également servir à d'autres fins. Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, le dit vitrage comprend au moins deux revêtements transmettant la lumière qui possèdent des propriétés différentes de transmission du rayonnement. Cette disposition permet de conférer au vitrage différentes combinaisons de propriétés très avantageuses.

Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, la ou au moins une feuille portant un revêtement transmet moins de 75%, et de préférence moins de 65%, de l'énergie solaire incidente totale. De tels revêtements sont très

6.

utiles pour réduire l'éblouissement solaire, et aussi pour réduire l'apport thermique solaire non souhaité. Ceci peut constituer un avantage important lorsqu'on désire maintenir la température à l'intérieur de l'enceinte vitrée à des niveaux modérés. Evidemment, une telle température intérieure peut être maintenue à des niveaux modérés par un système approprié de conditionnement d'air, mais il faut noter que le coût du refroidissement de l'intérieur d'une enceinte peut être assez élevé. La plupart de ces revêtements "anti-solaires" absorbent le rayonnement solaire de sorte que leur température augmente, et en les disposant à un endroit approprié, ils peuvent fournir de l'énergie calorifique pour influencer la température de la matière polymère.

En variante, ou en complément, dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, le ou au moins un dit revêtement est un revêtement conducteur. Les revêtements conducteurs ont la propriété de réduire l'émissivité de la face de la feuille portant le revêtement vis-à-vis du rayonnement infrarouge de grande longueur d'onde pourvu qu'ils soient disposés à un endroit approprié. Les revêtements à faible émissivité sont inopérants en tant que tels, à moins qu'ils soient placés à une interface entre la feuille qui les porte et de l'air, un autre gaz, ou un vide. De cette manière, ils sont très utiles pour réduire la perte calorifique par une structure vitrée. Un tel revêtement à faible émissivité peut être disposé sur la face extérieure d'une couche intermédiaire de matière polymère viscoélastique, de sorte que par temps froid, la température de la couche intermédiaire est plus proche de la température à l'intérieur de la structure vitrée qu'elle ne le serait autrement. En variante, si on le désire, un tel revêtement à faible émissivité peut être disposé du côté intérieur par rapport à une couche intermédiaire viscoélastique associée à un revêtement anti-solaire afin de réduire le transfert d'énergie calorifique absorbée par le revêtement anti-solaire à l'espace intérieur.

On notera qu'un revêtement unique peut être à la fois conducteur et capable d'arrêter au moins 25% du rayonnement solaire incident, de sorte qu'il peut agir, en fonction de la place qu'il occupe dans le vitrage, aussi bien en tant que revêtement à faible émissivité et qu'en tant que revêtement anti-solaire. On notera aussi qu'un vitrage peut comprendre un premier revêtement capable d'arrêter au moins 25% du rayonnement solaire incident, que ce revêtement soit conducteur ou non, et un second revêtement qui est conducteur, mais pas nécessairement capable d'absorber ou de réfléchir une telle proportion élevée de rayonnement solaire.

Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, des moyens sont prévus pour fournir de l'énergie calorifique au vitrage. Ceci est une

7.

manière très simple d'influencer activement la température de la couche intermédiaire viscoélastique. Différentes variétés de moyens de chauffage peuvent être utilisées, pourvu évidemment que le chauffage soit efficace dans les conditions auxquelles le vitrage est soumis lors de son utilisation. A titre d'exemple, dans un vitrage creux, les moyens pour influencer la température de la couche intermédiaire de matière polymère peuvent comprendre des moyens pour faire circuler de l'air chaud dans l'espace intermédiaire du vitrage. Ceci peut être réalisé facilement en déviant de l'air chaud de l'installation de conditionnement thermique de l'intérieur de la structure dont les parois portent le vitrage. Ceci n'est cependant pas recommandé, car on préfère que l'espace intermédiaire d'un vitrage creux soit scellé afin d'éviter que de la condensation apparaisse à l'intérieur du vitrage creux, ce qui gênerait la visibilité au travers du vitrage. Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, des moyens sont prévus pour faire passer un courant électrique de chauffage à travers le ou au moins un dit revêtement conducteur. Ceci constitue un moyen efficace pour fournir de l'énergie calorifique à la surface du vitrage portant le revêtement. En variante ou en complément, dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, des moyens sont prévus pour souffler de l'air chaud sur une face du vitrage.

La nature de la matière polymère destinée à former la couche intermédiaire est particulièrement importante pour la mise en oeuvre de l'invention. Il existe plusieurs matières qui ont les propriétés requises et peuvent être de fait utilisées. Parmi ces matières, on peut citer des matières qui sont conventionnellement utilisées pour former des vitrages feuilletés mais qui sont modifiées par l'addition de quantités assez importantes de plastifiant. Des exemples de compositions pour former de telles couches sont: 2 parties en poids de polyvinyl butyral et 1 partie en poids d'un plastifiant tel que du FLEXOL (marque commerciale) de Union Carbide, et un copolymère de 99 parties en poids de chlorure de polyvinyl et 1 partie en poids de méthacrylate de glycidyl avec 40 parties en poids d'un plastifiant tel que du sébacate de dioctyl. Cependant, en raison de leur teneur très élevée en plastifiant, des problèmes de manipulation surviennent et des films de telles matières sont très difficiles à incorporer dans des vitrages, à l'échelle commerciale. Pour obtenir les meilleurs résultats, on a trouvé qu'il est préférable que la dite couche intermédiaire soit constituée d'un polyester, d'un polymère de vinyl, de résine époxy, ou, et de préférence, d'une résine acrylique. De telles matières comprennent plusieurs polymères ayant des propriétés acoustiques exceptionnelles. Pour un niveau donné d'isolation acoustique, l'emploi d'un tel polymère peut permettre une réduction significative de l'épaisseur, et donc du

8.

poids, du verre à incorporer dans le vitrage. Ceci est particulièrement important lorsque le vitrage doit être incorporé dans une fenêtre de véhicule, par exemple une voiture de chemin de fer, spécialement si la voiture est pourvue de surfaces vitrées importantes. Un autre avantage important de l'emploi de tels polymères est qu'ils peuvent incorporer des catalyseurs et/ou des activateurs de manière qu'ils puissent polymériser facilement in situ. Le polymère peut être incorporé entre les deux feuilles de verre à l'état fluide et polymérisé ensuite. Ceci facilite fortement la fabrication du vitrage par comparaison à l'utilisation d'un film préformé de polymère fortement plastifié. Dans les formes préférées de réalisation de l'invention, le dit polymère est une résine acrylique qui est polymérisable par rayonnement ultra-violet.

Avantageusement, la dureté Shore A mesurée à 20°C de la matière dont est constituée la couche intermédiaire n'est pas supérieure à 50, et de préférence pas supérieure à 30. On a trouvé que l'adoption de cette caractéristique tend à améliorer efficacement l'affaiblissement acoustique. A titre de comparaison, on peut noter qu'une résine acrylique récemment proposée pour des vitrages feuilletés de sécurité a une dureté Shore A comprise entre 70 et 80.

Un panneau composite d'un vitrage selon l'invention peut être constitué de deux ou plusieurs feuilles de verre de même épaisseur, mais il peut y avoir une différence d'épaisseur entre les feuilles, et le vitrage peut être symétrique ou dissymétrique.

Si toutes les feuilles de verre du panneau sont de même épaisseur, le panneau tend en général à présenter une fréquence de coïncidence unique ϕ_p , pourvu que toutes les couches intermédiaires (s'il y en a plusieurs) soient de même épaisseur et soient constituées du même polymère. Cette fréquence ϕ_p sera plus ou moins éloignée de la fréquence critique commune ϕ_s des différentes feuilles de verre individuelles du panneau, en fonction des propriétés viscoélastiques de la/des couche(s) intermédiaire(s) de matière polymère incorporée(s) dans le vitrage.

Si, d'autre part, les feuilles de verre présentent des épaisseurs différentes, il y aura en général plus d'une fréquence critique: la fréquence critique la plus importante en pratique est la fréquence critique la plus basse du panneau, que nous appellerons également ϕ_p . Celle-ci sera plus ou moins éloignée de la fréquence critique (également dénommée ϕ_s) de la feuille de verre individuelle la plus massive du panneau, en fonction des propriétés viscoélastiques de la/des couche(s) intermédiaire(s) de matière polymère incorporée(s) dans le vitrage.

Si deux feuilles de verre sont séparées par une couche intermédiaire

9.

qui se comporte comme un "amortisseur idéal", il n'y aurait aucun couplage dynamique entre elles et ϕ_p serait égal à ϕ_s . Si d'autre part, les deux feuilles de verre devaient être couplées de manière parfaitement rigide, et tel est le cas avec des vitrages feuilletés de sécurité conventionnels, ϕ_p serait alors égal à ϕ_m , la fréquence de coïncidence du monolithe équivalent. Dès lors, en pratique, ϕ_p se situe entre ϕ_s et ϕ_m , et une mesure de l'efficacité acoustique due à une couche intermédiaire d'un vitrage selon l'invention est donnée par le rapport entre ces différentes fréquences critiques. De préférence, le panneau comprend une feuille de verre dont la fréquence critique de coïncidence individuelle est au moins aussi basse que celle de la ou de toute autre feuille de verre du panneau ["la plus basse fréquence de coïncidence (ϕ_s) de toute feuille du panneau"] et le rapport entre cette plus basse fréquence de coïncidence (ϕ_s) de toute feuille du panneau et la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau est inférieur au rapport entre la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau et la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent.

Afin que le pic de transmission de coïncidence (le plus bas) soit à une fréquence aussi élevée que possible, on préfère que la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau soit au moins 1,2 fois, et de préférence au moins 1,5 fois la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent.

Si toutes les feuilles de verre du panneau ont la même épaisseur, le panneau peut présenter un pic de transmission de coïncidence unique pour du son à une fréquence plus ou moins proche de la fréquence de coïncidence commune ϕ_s de ces feuilles. Afin d'éviter un tel pic de transmission prononcé, le dit panneau comprend de préférence des feuilles de verre d'au moins deux épaisseurs différentes. Par exemple, une feuille de verre pourrait avoir au moins 1,15 fois l'épaisseur de l'autre ou d'une autre feuille du panneau. De cette manière les pics de transmission de coïncidence imputables à ces feuilles d'épaisseurs différentes ne se produisent pas à la même fréquence, et la transmission sonore au pic imputable à une feuille peut être effectivement affaiblie par l'autre feuille. Afin de favoriser un tel affaiblissement, le dit panneau comprend avantageusement au moins une feuille de verre dont l'épaisseur est au moins 1,5 fois, et de préférence au moins deux fois, celle d'au moins une autre feuille de verre du panneau.

Avantageusement, le vitrage comprend au moins une feuille de verre trempé chimiquement dont l'épaisseur n'est pas supérieure à 2mm. Puisqu'elle est trempée, une telle feuille présentera une bonne résistance à la rupture. Elle aura une fréquence critique de coïncidence assez élevée (environ 6000Hz) et elle masquera efficacement les pics de transmission de coïncidence de plus basse

10.

fréquence d'autres composants du vitrage si elle n'est pas couplée dynamiquement à une autre feuille. De plus une telle feuille peut utilement servir de support pour un revêtement.

De préférence, le vitrage comporte à une de ses faces externes une
5 feuille de verre dont l'épaisseur est supérieure à celle de toute autre feuille du vitrage. La présence d'une telle feuille relativement épaisse sur une face externe du vitrage est intéressante car elle apporte une bonne résistance à la rupture. Une telle feuille peut, si on le désire, être trempée thermiquement ou chimiquement en fonction de son épaisseur absolue et, si elle est utilisée en tant que fenêtre de
10 véhicule, elle doit être disposée du côté extérieur du vitrage.

De préférence, le vitrage réalise un affaiblissement acoustique R_W d'au moins 37dB. Un tel affaiblissement acoustique procure des avantages considérables au point de vue du confort de différents lieux, et est particulièrement utile dans des environnements où les niveaux de bruit externes sont assez élevés,
15 comme par exemple dans les transports ferroviaires.

Des vitrages selon l'invention sont particulièrement appropriés à l'utilisation en tant que vitrages de véhicule, par exemple de voiture ferroviaire.

Des formes préférées de réalisation de l'invention seront maintenant décrites en se référant aux dessins schématiques annexés dans lesquels:

20 Les figures 1 à 4 sont des sections transversales de quatre formes de réalisation de l'invention,

La figure 5 est un graphique montrant l'affaiblissement acoustique d'un vitrage de comparaison, et

25 Les figures 6 à 8 sont des graphiques montrant l'affaiblissement acoustique de vitrages selon l'invention.

Les figures 1 à 3 représentent un panneau feuilleté 10 composé de deux feuilles de verre 1 et 2 séparées par une couche adhésive intermédiaire 3 de matière polymère, qui présente des propriétés viscoélastiques telles que la fréquence critique de coïncidence (ou la fréquence critique de coïncidence la plus
30 basse s'il y en a plus d'une) du panneau 10 ["la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau"] est plus grande que la fréquence critique de coïncidence d'une feuille de verre monolithique notionnelle ["la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent"], laquelle feuille monolithique a la même conformation et la même surface que le panneau 10 et présente une masse égale à la masse totale
35 du verre dans les feuilles 1 et 2 constituant le panneau 10.

Dans la figure 1, la première feuille de verre 1 porte un revêtement 4 tel que la feuille revêtue transmet moins de 65% de l'énergie solaire incidente

totale. Le revêtement anti-solaire 4 est disposé dans l'épaisseur du vitrage de manière à le protéger des griffes et du vieillissement. La seconde feuille de verre 2 porte également un revêtement, désigné sous la référence numérique 5, constitué d'oxyde d'étain dopé de manière à être électriquement conducteur et à réduire l'émissivité de la face revêtue vis-à-vis du rayonnement infra-rouge de grande longueur d'onde. Les revêtements d'oxyde d'étain peuvent être très résistants à l'abrasion et au vieillissement et peuvent donc être disposés sur une face externe du vitrage. La première feuille de verre 1 est plus épaisse que la seconde feuille 2 et le vitrage est destiné à être monté dans une paroi d'une structure de manière que cette feuille plus épaisse 1 soit disposée du côté extérieur.

Dans la figure 2, la construction est similaire à la figure 1, mais les revêtements sont disposés différemment. Un revêtement anti-solaire 4 est porté cette fois par la seconde feuille de verre 2 mais, de nouveau, situé dans l'épaisseur du vitrage pour le protéger des griffes et du vieillissement. Un revêtement à faible émissivité d'oxyde d'étain dopé 5 est déposé sur la face externe de la première feuille de verre 1 qui, cette fois encore, est plus épaisse que la seconde feuille 2 et le vitrage est destiné à être monté dans une paroi d'une structure de manière que la feuille plus épaisse 1 soit du côté extérieur.

Dans la figure 3, le panneau feuilleté 10 est maintenu en relation espacée avec un second panneau constitué d'une troisième feuille de verre 6 qui porte un revêtement 7 sur sa face dirigée vers l'espace 8 entre ces panneaux. S'étendant au travers de l'espace intermédiaire 8 et adhérant à chacun des panneaux 6, 10, sont disposés plusieurs amortisseurs localisés tels que 9. Le revêtement 7 peut être un revêtement anti-solaire ou un revêtement à faible émissivité, ou il peut présenter une combinaison de ces propriétés. Une face externe du panneau 10, par exemple la face qui est dirigée vers l'espace intermédiaire est représentée pourvue d'un revêtement facultatif mais souhaitable 7a qui présente des propriétés de transmission du rayonnement différentes de celles du revêtement 7. Le vitrage de la figure 3 est donc conforme aux deux aspects de l'invention. Si les amortisseurs localisés tels que 9 devaient être omis, le vitrage serait conforme seulement au premier aspect de l'invention tandis que, si le revêtement 7 devait être omis, le vitrage serait conforme seulement au second aspect de l'invention. En option, l'espace intermédiaire 8 est rempli d'un aérogel. Ceci permet d'obtenir un meilleur effet d'isolation thermique, avec un espace intermédiaire fortement réduit. En variante, l'affaiblissement acoustique et/ou l'isolation thermique peut/peuvent être amélioré(s) en remplissant l'espace intermédiaire d'un gaz ou d'un mélange de gaz de densité plus grande que celle de

l'air, tel que de l'argon, du SF_6 et un fréon. Du SF_6 favorise l'isolation thermique si l'espace intermédiaire n'est pas trop important et favorise également l'affaiblissement acoustique. L'argon favorise l'isolation thermique, et les fréons favorisent l'affaiblissement acoustique.

5 Dans la figure 4, la première feuille de verre 1 du panneau est remplacée par un panneau feuilleté de sécurité de type classique qui peut être considéré comme équivalent à une feuille monolithique du point de vue de l'affaiblissement acoustique. Le panneau feuilleté comprend des feuilles de verre 11, 12
10 solidarisées l'une à l'autre par une couche intermédiaire 13, par exemple de polyvinyl butyral. Un revêtement anti-solaire 4 est déposé sur la face de la feuille de verre 11 qui sera interne au vitrage, et un revêtement à faible émissivité 5 facultatif mais souhaitable est déposé sur la face de la feuille 2 qui est externe au vitrage.

Chacun des vitrages illustrés dans les figures 1 à 4 est destiné à être
15 monté dans une paroi d'une enceinte de manière que le côté représenté à droite soit dirigé vers l'intérieur de cette enceinte.

VITRAGE TEMOIN (COMPARATIF) (cf figure 3)

Un vitrage témoin consiste en une feuille de verre de 5mm d'épaisseur (cf 6) maintenue espacée de 12mm (cf 8) d'une première feuille de verre (cf
20 1) de 5mm d'épaisseur feuilletée à une seconde feuille de verre (cf 2) de 6mm d'épaisseur au moyen d'une couche intermédiaire (cf 3) de polyvinyl butyral de 0,76mm d'épaisseur. Les amortisseurs tels que 9 sont omis. Le poids total du vitrage est de 40kg/m^2 . L'affaiblissement acoustique apporté par le vitrage est représenté sur le graphique constituant la figure 5. La valeur R_w de l'affaiblissement
25 acoustique est 38dB.

La fréquence critique de coïncidence (ϕ_m) pour une feuille monolithique unique de 11mm d'épaisseur est environ 1150Hz. La fréquence critique de coïncidence la plus basse (ϕ_s) de toutes les feuilles du vitrage, en fait celle de la
30 feuille de 6mm, est approximativement 2150Hz, la fréquence critique de coïncidence d'une feuille de 5mm étant approximativement 2550Hz. En fait, la partie feuilletée du vitrage formée par les feuilles de 5 et de 6mm et la couche adhésive intermédiaire agit acoustiquement substantiellement de la même manière qu'une
feuille de verre monolithique unique de 11mm d'épaisseur. Ainsi que le représente le graphique, la fréquence de coïncidence la plus basse (ϕ_p) du vitrage se situe à
35 environ 1000Hz en raison du panneau feuilleté, avec un pic de transmission de coïncidence secondaire compris entre 2000Hz et 2500Hz en raison de la feuille de verre espacée unique de 5mm d'épaisseur. Il apparaît également un pic de trans-

mission à environ 200Hz en raison des effets de résonance de cavité.

Le transfert calorifique au travers du vitrage dans des conditions d'ambiance non turbulente est environ $3\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

EXEMPLE 1 (figure 1)

5 La première feuille de verre 1 a 6mm d'épaisseur, et la seconde 2 a 2,8mm d'épaisseur. Les deux feuilles sont séparées par une couche intermédiaire 3 de 1,8mm d'épaisseur de résine acrylique ayant une dureté Shore A à 20°C comprise entre 15 et 20. La résine utilisée est de l'UVEKOL A™ de UCB S.A., Division Spécialités Chimiques, Anderlechtstraat 33, B-1620 Drogenbos, Belgique.

10 La première feuille de verre porte un revêtement anti-solaire 4 comprenant 62% CoO, 26% Fe_2O_3 et 12% Cr_2O_3 et ayant une épaisseur comprise entre 65 et 80nm. La première feuille de verre et ce revêtement ont ensemble un facteur de transmission énergétique solaire totale de 58%. Le revêtement anti-solaire est non conducteur. Le facteur d'absorption énergétique de la feuille revêtue est environ

15 34%.

En raison de son absorption du rayonnement énergétique, le revêtement anti-solaire 4 s'échauffe, et de l'énergie calorifique est transmise par conduction à la couche acrylique 3, ce qui influence favorablement sa température pour conserver ses propriétés viscoélastiques, et dès lors l'affaiblissement acous-

20 tique du vitrage à des températures ambiantes basses.

La seconde feuille de verre porte un revêtement à faible émissivité de 760nm d'épaisseur d'oxyde d'étain dopé au fluor pour le rendre conducteur avec une résistivité de 12 ohms par carré. L'émissivité du revêtement vis-à-vis de longueurs d'ondes supérieures à 5000nm est environ 0,1. Le poids total du vitrage

25 est de $22,5\text{kg/m}^2$. L'affaiblissement acoustique de ce vitrage est représenté sur le graphique constituant la figure 6. La valeur R_w de l'affaiblissement acoustique est 37dB.

On notera que ce vitrage procure un affaiblissement acoustique mesuré en tant que R_w presque aussi bon que le vitrage témoin, avec une

30 économie de poids de plus de 40%.

La fréquence critique de coïncidence (ϕ_m) pour une feuille monolithique unique de 8,8mm d'épaisseur est environ 1450Hz. La fréquence critique de coïncidence la plus basse (ϕ_s) pour chaque feuille du panneau, en fait celle de la

35 feuille de 6mm, est approximativement 2150Hz. Ainsi que le représente le graphique, la fréquence de coïncidence la plus basse (ϕ_p) du panneau 10 se situe entre 2000Hz et 2500Hz.

Le transfert calorifique au travers du vitrage dans des conditions

14.

d'ambiance non turbulente est environ $3,7\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

En variante de cet exemple, la première feuille de verre revêtue 1 est remplacée par une feuille de 5mm d'épaisseur et la seconde feuille de verre revêtue 2 est remplacée par une feuille de 4mm d'épaisseur. Dans une seconde
5 variante de cet exemple, la première feuille de verre revêtue 1 est remplacée par une feuille de 6mm d'épaisseur et la seconde feuille de verre revêtue 2 est remplacée par une feuille de 5mm d'épaisseur, et la couche intermédiaire 3 d'UVEKOL A™ a 1,5mm d'épaisseur. Ces vitrages présentent également un très bon affaiblissement acoustique.

10 Dans une troisième variante de cet exemple, chacune des première et seconde feuilles mentionnées sont constituées de verre trempé thermiquement. Ceci favorise la résistance à la rupture. En outre, en cas de rupture, les fragments d'une feuille de verre trempée thermiquement tendent à être plus petits que les plus grands fragments d'une feuille non trempée qui s'est brisée, et sont de ce fait
15 plus facilement retenus par la couche intermédiaire, ce qui réduit le risque de blessure dûs aux fragments volants de verre. Néanmoins, un panneau feuilleté brisé peut être enlevé suffisamment facilement de son châssis, par exemple par un coup de pied, pour permettre la sortie d'urgence, par exemple d'un véhicule qui s'est renversé.

20 Dans une quatrième variante de cet exemple, la couche intermédiaire 3 de matière polymère est colorée dans sa masse, par adjonction d'un pigment par exemple, pour modifier l'apparence du vitrage.

Dans une cinquième variante de cet exemple, la seconde feuille de verre 2 est pourvue sur ses bords latéraux de bandes omnibus conductrices de
25 l'électricité en contact avec la couche à faible émissivité 5. Des bornes sont soudées sur les bandes omnibus et un courant de chauffage traverse la couche à faible émissivité via ces bornes, de nouveau pour influencer favorablement la température de la couche acrylique 3 de manière à conserver ses propriétés viscoélastiques, et donc acoustiques, spécialement à des températures ambiantes
30 basses.

EXEMPLE 2 (figure 2)

On répète l'exemple 1 avec la modification selon laquelle les deux revêtements 4 et 5 sont disposés comme le représente la figure 2. Les propriétés acoustiques du vitrage sont conservées. La présence d'une couche à faible émissi-
35 vité 5 sur le côté externe du vitrage réduit le rayonnement infrarouge provenant du vitrage, de sorte qu'à des températures ambiantes basses, le vitrage et donc la couche acrylique est plus chaude qu'elle ne le serait autrement. Ce chauffage de la

15.

couche acrylique 3 est favorisé par la présence de la couche adjacente 4 anti-solaire qui absorbe de l'énergie. Ceci influence favorablement la température de la couche acrylique 3 de manière à conserver ses propriétés viscoélastiques, et donc acoustiques, spécialement à des températures ambiantes basses.

5 En variante de cet exemple, le châssis dans lequel le vitrage est monté est pourvu de fentes, et un système de chauffage de l'enceinte dans laquelle le vitrage est monté est disposé de manière à souffler de l'air chaud au travers de ces fentes sur la face intérieure du vitrage pour lui fournir de l'énergie calorifique supplémentaire.

10 EXEMPLE 3 (cf figure 4)

La première feuille de verre 1 est remplacée par un panneau feuilleté de sécurité comprenant une feuille de verre 11 de 2,8mm d'épaisseur feuilletée à une feuille 12 de 1,7mm d'épaisseur par une couche intermédiaire 13 de polyvinyl butyral de 0,76mm d'épaisseur, et la seconde feuille 2 a 5mm d'épaisseur. Les
15 feuilles 11 et 12 sont trempées chimiquement. Les feuilles de verre 12 et 2 sont séparées par une couche intermédiaire 3 de 1,8mm d'épaisseur de résine acrylique vendue sous le nom UVEKOL A™ ayant une dureté Shore A à 20°C comprise entre 15 et 20. La seconde feuille de verre 2 porte, sur sa face adjacente à la couche acrylique, un revêtement anti-solaire comprenant 62% CoO, 26% Fe₂O₃
20 et 12% Cr₂O₃ tel que décrit dans l'exemple 1. Cette feuille de verre et ce revêtement ont ensemble un facteur de transmission énergétique solaire totale d'environ 60% et un facteur d'absorption énergétique d'environ 33%. En raison de son absorption du rayonnement énergétique, le revêtement anti-solaire s'échauffe, et de l'énergie calorifique est transmise par conduction à la couche
25 acrylique 3, ce qui influence favorablement sa température pour conserver ses propriétés viscoélastiques, et dès lors acoustiques.

La seconde feuille de verre 2 porte, sur sa face exposée, un revêtement à faible émissivité de 760nm d'épaisseur d'oxyde d'étain dopé au fluor pour le rendre conducteur avec une résistivité de 12 ohms par carré. L'émissivité
30 du revêtement vis-à-vis de longueurs d'ondes supérieures à 5000nm est environ 0,1. Le poids total du vitrage est de 25kg/m². L'affaiblissement acoustique de ce vitrage est représenté dans le graphique constituant la figure 7. La valeur R_w de l'affaiblissement acoustique est 37dB, la même que celle du vitrage témoin, mais avec une économie de poids de 37%.

35 La fréquence critique de coïncidence (ϕ_m) pour le monolithe équivalent de 9,5mm d'épaisseur est environ 1350Hz. La fréquence critique de coïncidence la plus basse (ϕ_s) pour n'importe quelle feuille du vitrage, en fait celle

16.

de la feuille de 5mm, est approximativement 2550Hz. Ainsi que le représente le graphique, la fréquence de coïncidence la plus basse (ϕ_p) du panneau est environ 2500Hz. On peut noter ici que la portion feuilletée du panneau formée par les feuilles 11 et 12 et la couche adhésive intermédiaire agissent acoustiquement substantiellement de la même manière qu'une feuille de verre monolithique

Le transfert calorifique au travers du vitrage dans des conditions d'ambiance non turbulente est environ $3,7\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

EXEMPLE 4 (figure 4)

La première feuille de verre 1 est remplacée par un panneau feuilleté de sécurité comprenant une feuille de verre 11 de 6mm d'épaisseur feuilletée à une feuille 12 de 1,7mm d'épaisseur par une couche intermédiaire 13 de polyvinyl butyral de 0,76mm d'épaisseur, et la seconde feuille 2 a 3mm d'épaisseur. Les feuilles 12 et 2 sont trempées chimiquement. Les feuilles de verre 12 et 2 sont séparées par une couche intermédiaire de 1,8mm d'épaisseur de résine acrylique, de nouveau de l'UVEKOL A™, ayant une dureté Shore A à 20°C comprise entre 15 et 20. La feuille de verre 11 porte, sur sa face adjacente à la couche de polyvinyl butyral, un revêtement anti-solaire 4 comprenant 62% CoO, 26% Fe₂O₃ et 12% Cr₂O₃ ayant une épaisseur comprise entre 65 et 80nm, tel que décrit dans l'exemple 1. Cette feuille de verre et ce revêtement ont ensemble un facteur de transmission énergétique solaire totale d'environ 58%. Le poids total du vitrage est de 27kg/m². L'affaiblissement acoustique de ce vitrage est représenté dans le graphique constituant la figure 8. La valeur R_w de l'affaiblissement acoustique est 38dB, la même que celle du vitrage témoin, mais avec une économie de poids d'environ un tiers.

La fréquence critique de coïncidence (ϕ_m) pour le monolithe équivalent de 10,7mm d'épaisseur est environ 1200Hz. La fréquence critique de coïncidence la plus basse (ϕ_s) pour n'importe quelle feuille du vitrage, qui correspond en fait à celle du feuilleté formé par la feuille de 6mm et la feuille de 1,7mm, est approximativement 1650Hz. Ainsi que le représente le graphique, la fréquence de coïncidence la plus basse (ϕ_p) du panneau est comprise entre 1600Hz et 2000Hz.

EXEMPLE 5 (figure 3)

On construit un vitrage creux selon la figure 3. Dans le panneau 10, la première feuille de verre 1 a 1,7mm d'épaisseur et la seconde feuille 2 a 2,8mm d'épaisseur. Les deux feuilles de verre sont trempées chimiquement et sont séparées par une couche intermédiaire de résine acrylique de 1,8mm d'épaisseur,

17.

de nouveau de l'UVEKOL A™, ayant une dureté Shore A à 20°C comprise entre 15 et 20. Le panneau feuilleté 10 est maintenu en relation espacée avec un second panneau constitué d'une troisième feuille de verre 6 de 8mm d'épaisseur, portant un revêtement 7. S'étendant au travers de l'espace intermédiaire 8 et adhérent à
 5 chacun des panneaux 6, 10, sont disposés plusieurs amortisseurs localisés tels que 9, formés de la même résine acrylique que celle utilisée pour solidariser le panneau feuilleté 10. L'espace intermédiaire a 10mm de large. Les amortisseurs ont un diamètre de 20mm et sont espacés l'un de l'autre de 20cm. Le poids total du vitrage est d'environ 31kg/m².

10 Le vitrage donne également d'excellents résultats au point de vue de l'affaiblissement acoustique.

Dans une première variante, le revêtement 7 est un revêtement anti-solaire non conducteur comprenant 62% CoO, 26% Fe₂O₃ et 12% Cr₂O₃ ayant une épaisseur comprise entre 65 et 80nm. Le transfert calorifique au travers du
 15 vitrage dans des conditions d'ambiance non turbulente est environ 2,9W.m⁻².K⁻¹ avec un espace intermédiaire rempli d'air.

Dans une seconde variante, le revêtement 7 est un revêtement à faible émissivité de 760nm d'épaisseur constitué d'oxyde d'étain dopé au fluor pour le rendre conducteur avec une résistivité de 12 ohms par carré. L'émissivité
 20 du revêtement pour des longueurs d'ondes supérieures à 5000nm est environ 0,1.

Dans une troisième variante, le revêtement 7 est un revêtement conducteur anti-solaire et à faible émissivité comprenant une sous-couche de SnO₂ d'environ 30nm d'épaisseur, surmontée d'une couche d'argent déposée sous vide d'environ 25nm d'épaisseur, qui est à son tour recouverte d'une couche de
 25 SnO₂ d'environ 60nm d'épaisseur. Le facteur de transmission lumineuse de ce revêtement et de la feuille qui le porte est environ 47%, la transmission énergétique solaire incidente totale environ 34%, et l'émissivité de la face revêtue vis-à-vis du rayonnement infrarouge de longueurs d'ondes supérieures à 5000nm est environ 0,02. Le transfert calorifique au travers du vitrage dans des conditions
 30 d'ambiance non turbulente est environ 1,8W.m⁻².K⁻¹ avec un espace intermédiaire rempli d'air.

Dans des modifications de cet exemple, l'espace intermédiaire 8 est rempli d'un parmi les éléments suivants: un fréon, de l'argon, du SF₆, un mélange d'argon et de SF₆ ou un aérogel, au lieu d'air, ou est sous vide.

35 Dans des modifications de chacun des exemples précédents, un ou plusieurs revêtement(s) est/sont disposé(s) de manière différente de celle représentée ou décrite, en conservant à l'esprit les considérations suivantes. Des

18.

revêtements à faible émissivité sont inopérants en tant que tels, à moins d'être placés à une interface entre la feuille qui les porte et de l'air ou un autre gaz, ou du vide. Evidemment, un revêtement conducteur anti-solaire tel que décrit ci-dessus conservera ses propriétés de protection solaire lorsqu'il est disposé dans
5 l'épaisseur d'un panneau feuilleté. De nombreuses matières de revêtement anti-solaire sont assez fragiles et nécessitent d'être protégées en les plaçant dans l'épaisseur du vitrage. Il convient mieux en pratique de revêtir une feuille de verre sur une seule de ses faces. Dans d'autres variantes, les vitrages sont incurvés plutôt que plats.

Revendications

1. Vitrage consistant en ou comportant un panneau comprenant une
paire de feuilles de verre adhérent à une couche intermédiaire de matière
polymère, caractérisé en ce que les dites feuilles de la paire sont séparées par une
dite couche intermédiaire de matière polymère dont les propriétés viscoélastiques
5 sont telles que la fréquence critique de coïncidence (ou la fréquence critique de
coïncidence la plus basse s'il y en a plusieurs) du panneau ["la fréquence de coïn-
cidence (ϕ_p) du panneau"] est supérieure à la fréquence critique de coïncidence
d'une feuille monolithique notionnelle en verre ["la fréquence de coïncidence
(ϕ_m) du monolithe équivalent"] qui est de même forme et de même superficie que
10 le panneau et qui possède une masse égale à la masse totale de verre du panneau,
et en ce que le dit vitrage est associé à des moyens capables d'influencer la tempé-
rature de la dite couche intermédiaire de matière polymère.

2. Vitrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dit
panneau est maintenu en relation espacée de face-à-face avec un second panneau
15 pour former un vitrage creux.

3. Vitrage selon la revendication 2, caractérisé en ce que plusieurs
amortisseurs localisés adhérent aux dits panneaux espacés sont répartis sur leur
surface.

4. Vitrage creux comportant un premier panneau comprenant une
20 paire de feuilles de verre adhérent à une couche intermédiaire de matière
polymère, caractérisé en ce que les dites feuilles de la paire sont séparées par une
dite couche intermédiaire de matière polymère dont les propriétés viscoélastiques
sont telles que la fréquence critique de coïncidence (ou la fréquence critique de
coïncidence la plus basse s'il y en a plusieurs) du panneau ["la fréquence de coïn-
25 cidence (ϕ_p) du panneau"] est supérieure à la fréquence critique de coïncidence
d'une feuille monolithique notionnelle en verre ["la fréquence de coïncidence
(ϕ_m) du monolithe équivalent"] qui est de même forme et de même superficie que
le panneau et qui possède une masse égale à la masse totale de verre du panneau,
en ce que le dit panneau est maintenu en relation espacée de face-à-face avec un
30 second panneau, et en ce que plusieurs amortisseurs localisés adhérent aux dits
panneaux espacés sont répartis sur leur surface.

5. Vitrage selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que
les dits amortisseurs sont constitués de matière plastique transmettant la lumière,
et de préférence de silicone, de polyisobutylène, d'un polyester, d'un polymère de
35 vinyl, de résine époxy, ou de résine acrylique.

20.

6. Vitrage selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le dit vitrage est associé à des moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère.

5 7. Vitrage selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que l'espace intermédiaire est rempli d'un aérogel.

8. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 3 et 6, caractérisé en ce que les dits moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère font partie intégrante du vitrage.

10 9. Vitrage selon la revendication 8, caractérisé en ce que les dits moyens capables d'influencer la température de la dite couche intermédiaire de matière polymère comprennent un revêtement transmettant la lumière déposé sur une face d'une feuille substantiellement rigide du vitrage.

15 10. Vitrage selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un dit revêtement transmettant la lumière est en contact avec une dite couche intermédiaire de matière polymère.

11. Vitrage selon l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux revêtements transmettant la lumière qui possèdent des propriétés de transmission du rayonnement différentes.

20 12. Vitrage selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la ou au moins une feuille portant un revêtement transmet moins de 75%, et de préférence moins de 65%, de l'énergie solaire incidente totale.

13. Vitrage selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que le ou au moins un dit revêtement est un revêtement conducteur.

25 14. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour fournir de l'énergie calorifique au vitrage.

15. Vitrage selon l'une des revendications 13 et 14, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour faire passer un courant électrique de chauffage à travers le ou au moins un dit revêtement conducteur.

30 16. Vitrage selon la revendication 14, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour souffler de l'air chaud sur une face du vitrage.

17. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la dite couche intermédiaire est constituée d'un polyester, d'un polymère de vinyl, de résine époxy, ou, et de préférence, d'une résine acrylique.

35 18. Vitrage selon la revendication 17, caractérisé en ce que la dite résine acrylique est polymérisable par rayonnement ultra-violet.

19. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que la dureté Shore A mesurée à 20°C de la matière dont est constituée la couche

21.

intermédiaire n'est pas supérieure à 50, et de préférence pas supérieure à 30.

20. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le panneau comprend une feuille de verre dont la fréquence critique de coïncidence individuelle est au moins aussi basse que celle de la ou de toute autre feuille de verre du panneau ["la plus basse fréquence de coïncidence (ϕ_s) de toute feuille du panneau"] et le rapport entre cette plus basse fréquence de coïncidence (ϕ_s) de toute feuille du panneau et la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau est inférieur au rapport entre la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau et la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent.

10 21. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que la fréquence de coïncidence (ϕ_p) du panneau est au moins 1,2 fois, et de préférence au moins 1,5 fois la fréquence de coïncidence (ϕ_m) du monolithe équivalent.

22. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que le dit panneau comprend des feuilles de verre d'au moins deux épaisseurs différentes.

23. Vitrage selon la revendication 22, caractérisé en ce que le dit panneau comprend au moins une feuille de verre dont l'épaisseur est au moins 1,5 fois, et de préférence au moins deux fois, celle d'au moins une autre feuille de verre du panneau.

20 24. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une feuille de verre trempé chimiquement dont l'épaisseur n'est pas supérieure à 2mm.

25 25. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 24, caractérisé en ce qu'il comporte à une de ses faces externes une feuille de verre dont l'épaisseur est supérieure à celle de toute autre feuille du vitrage.

26. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 25, caractérisé en ce qu'il est utilisé en tant que vitrage de véhicule.

27. Vitrage selon les revendications 25 et 26, caractérisé en ce que la dite feuille de verre relativement épaisse est disposée du côté extérieur du vitrage.

30 28. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 27, caractérisé en ce qu'il offre un affaiblissement acoustique R_W d'au moins 37dB.

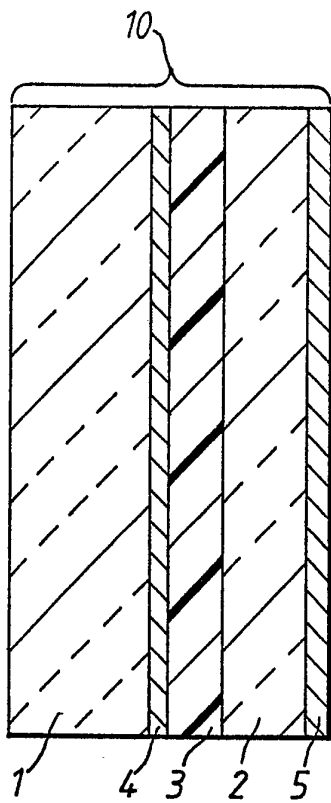


Fig. 1.

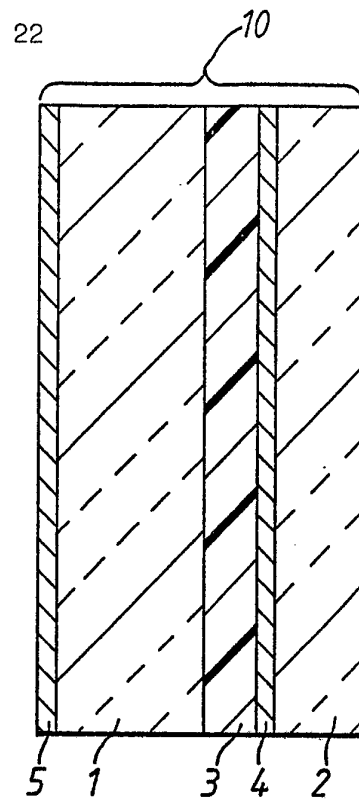


Fig. 2.

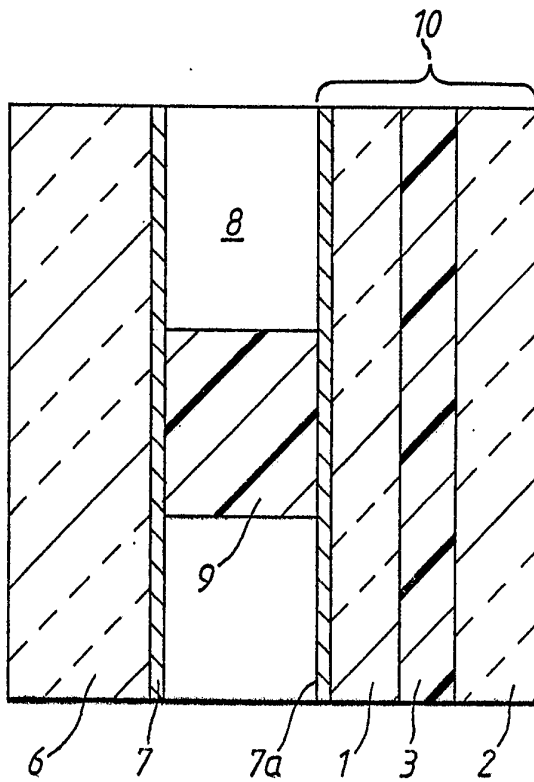


Fig. 3.

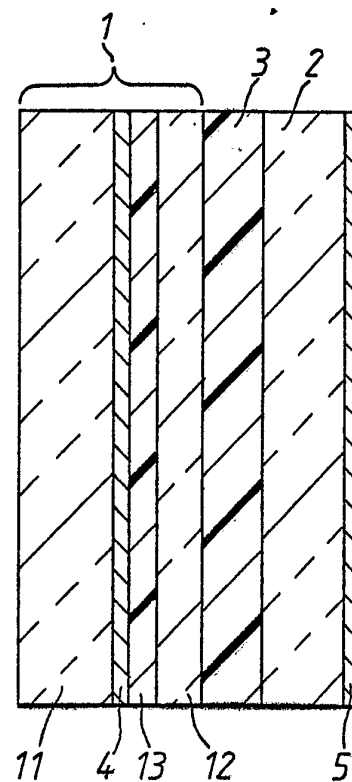
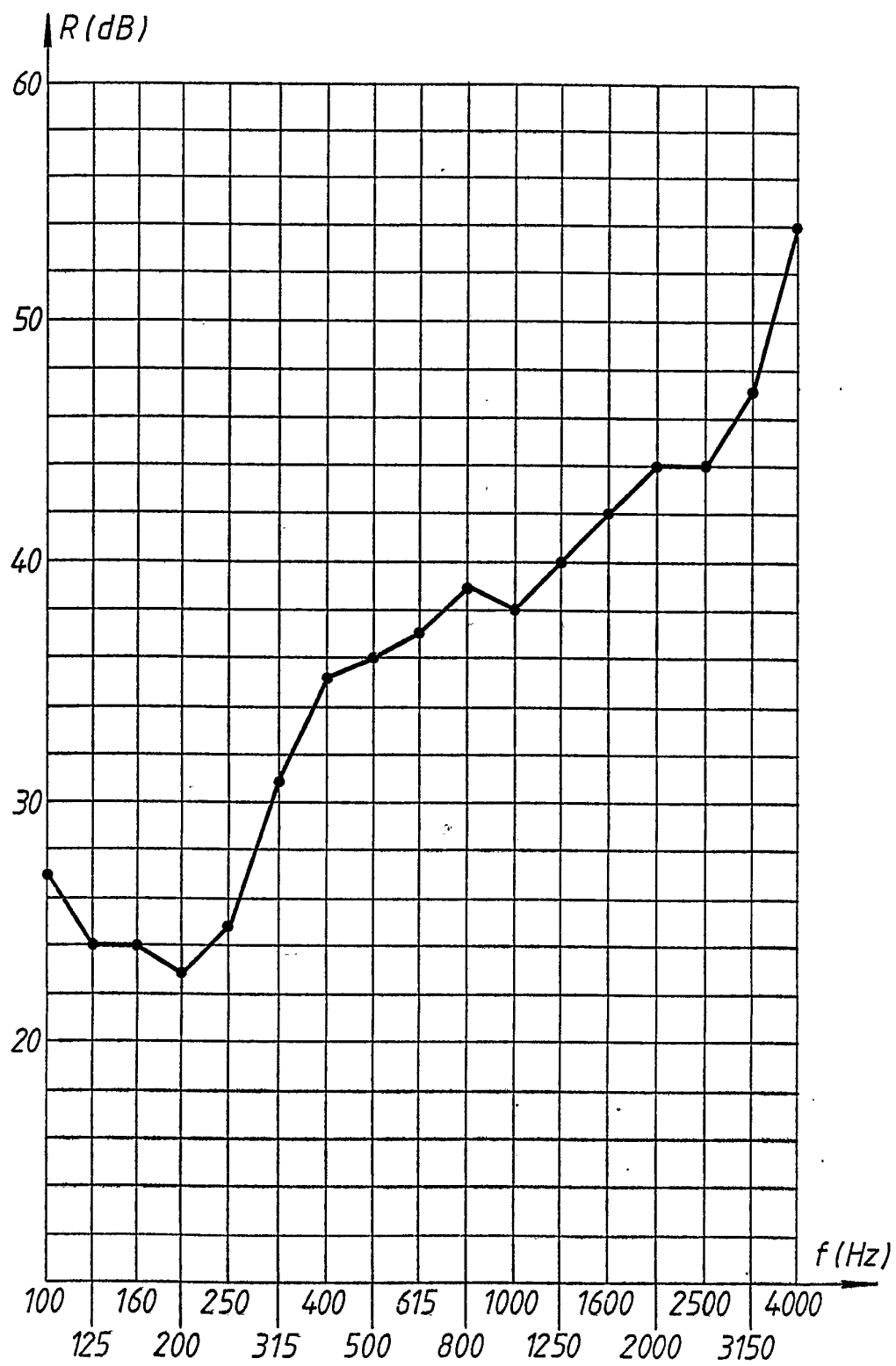
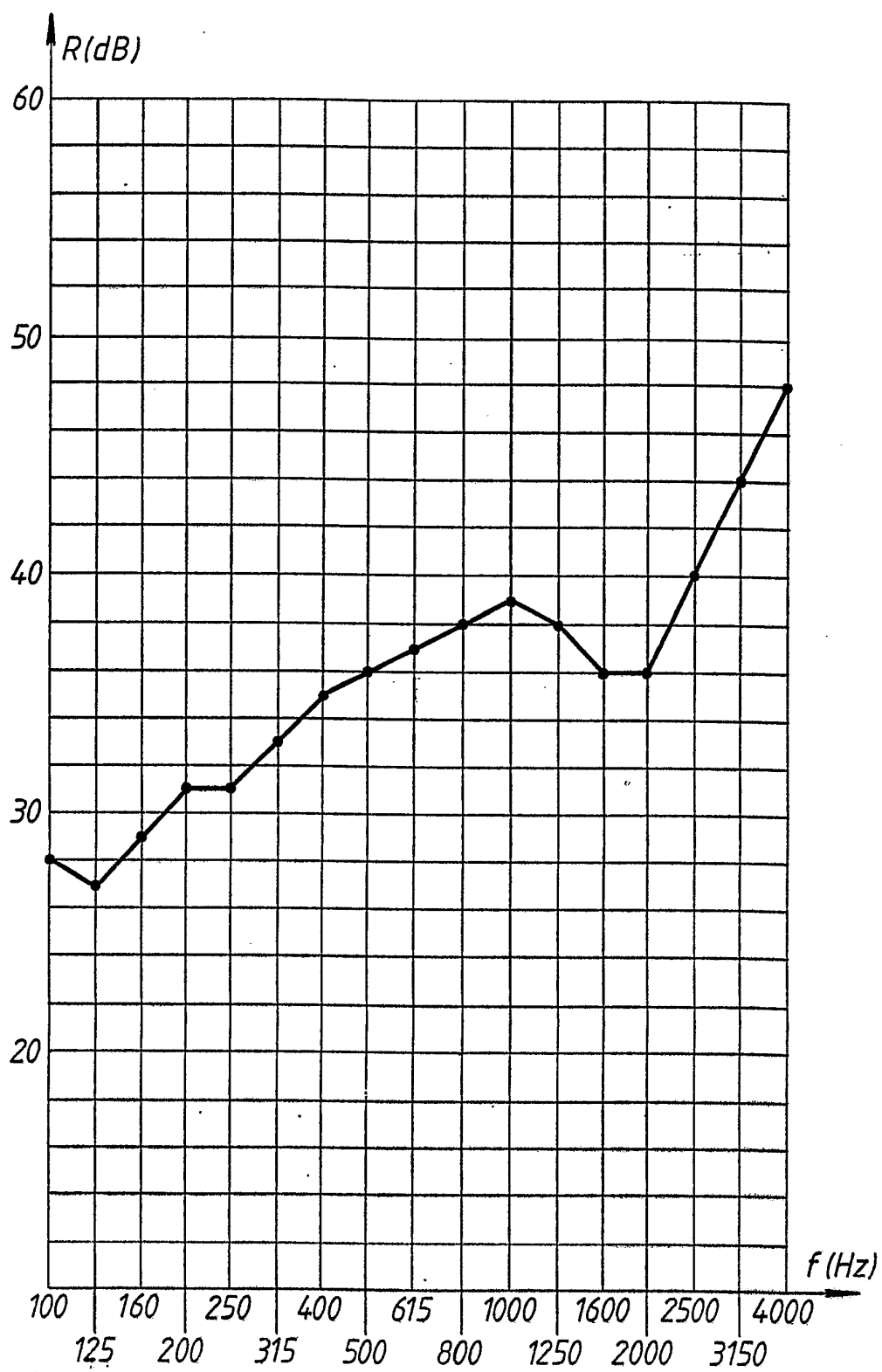
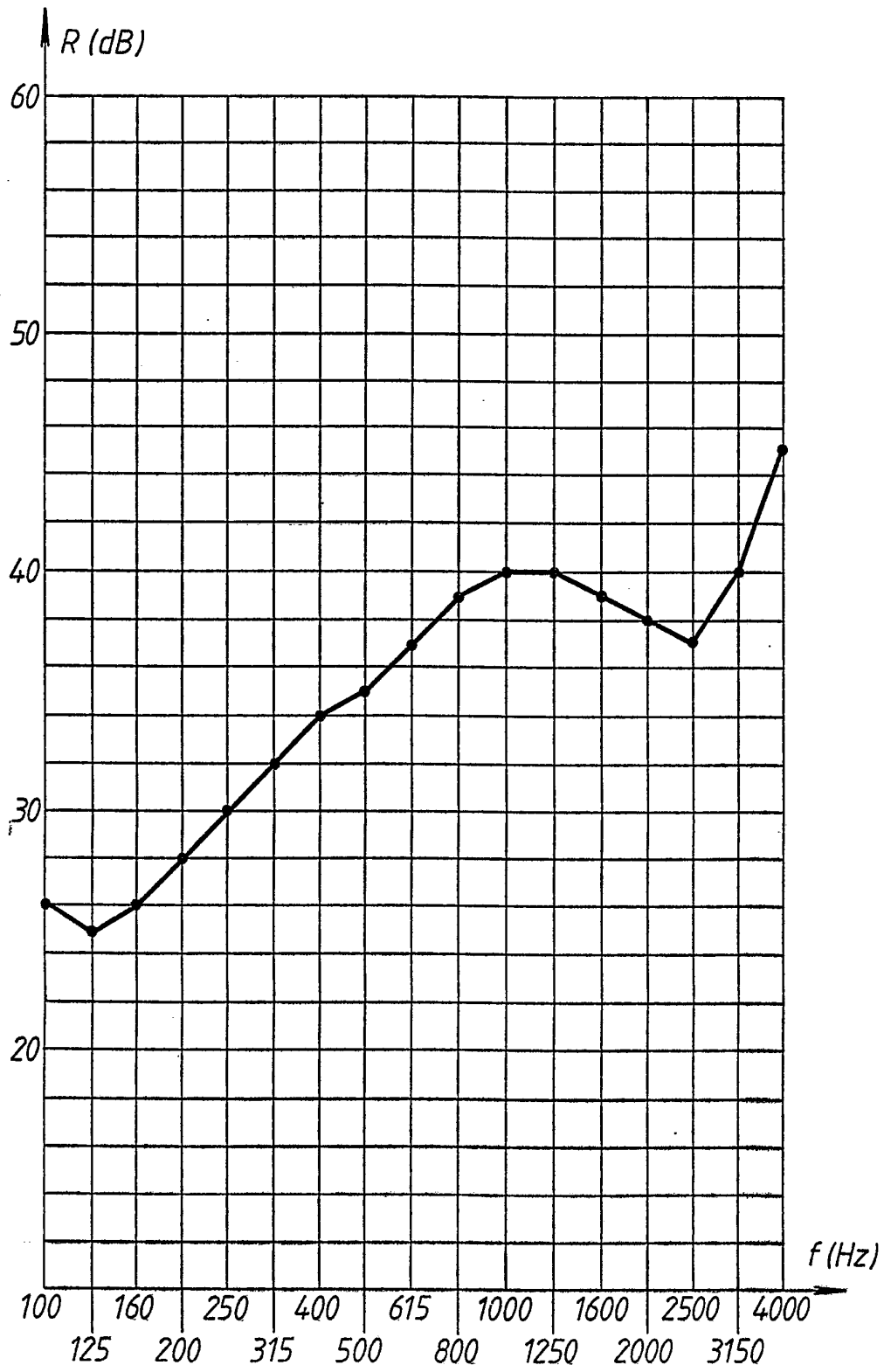
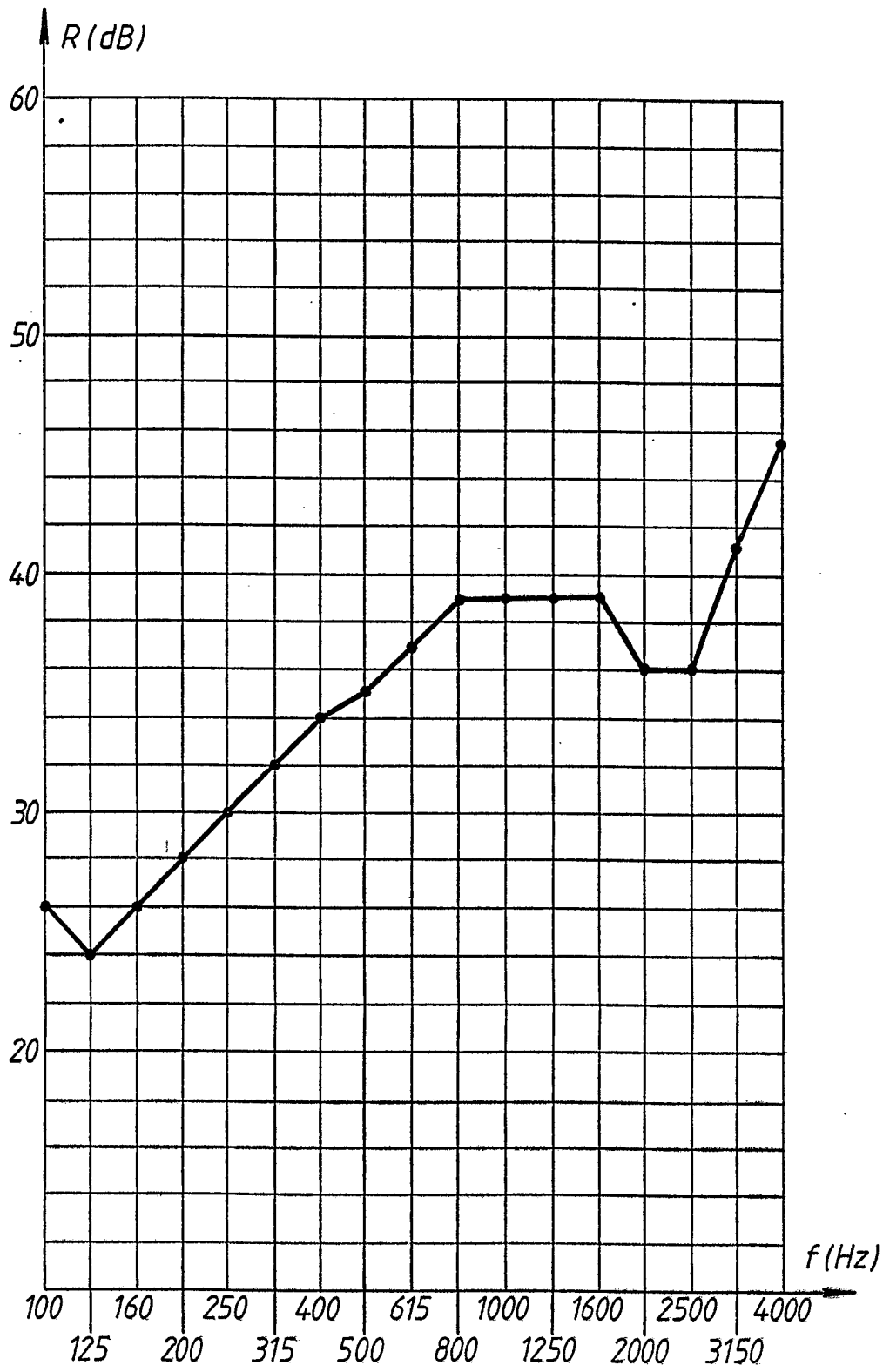


Fig. 4.

*Fig. 5.*

*Fig. 6.*

*Fig. 7.*

*Fig. 8.*



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 8901288
B0 2041

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 026 123 (SAINT-GOBAIN VITRAGE) * Page 4, lignes 11-17; exemples; revendications *	1,4,5,8 ,17,19, 20-23, 25-28	B 32 B 17/10 C 03 C 27/12
A	FR-A-2 161 443 (SAINT-GOBAIN VITRAGE) * Page 1, lignes 6-9; page 7, lignes 25-30; revendications *	1,4,5, 17,18, 20,21, 24	
A	FR-A-2 259 068 (GLAVERBEL-MECANIVER) * En entier *	1-4	
A	FR-A-2 445 222 (BRIDGESTONE TIRE CO.) * Page 3, ligne 18 - page 4, ligne 1; page 6, lignes 28-32 *	5,18	
A	FR-A-2 293 566 (BFG GLASSGROUP) * Page 4, lignes 19-27 *	6,8,9, 11-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B 32 B C 03 C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
03-12-1990		VAN BELLEGHEM W.R.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 8901288

B0 2041

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12/12/90

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A- 0026123	01-04-81	FR-A, B 2464139	06-03-81
		DE-A, C 3032211	26-03-81
		JP-A- 56037253	10-04-81
		US-A- 4556600	03-12-85
FR-A- 2161443	06-07-73	AU-A- 4921272	18-07-74
		BE-A- 791906	24-05-73
		CA-A- 984275	24-02-76
		CH-A- 570874	31-12-75
		DE-A- 2257741	30-05-73
		GB-A- 1367977	25-09-74
		JP-A- 48063519	04-09-73
		LU-A- 66553	08-06-73
		NL-A- 7216004	29-05-73
		SE-B- 378100	18-08-75
		US-A- 3823794	16-07-74
FR-A- 2259068	22-08-75	GB-A- 1502771	01-03-78
		AT-B- 361152	25-02-81
		BE-A- 823482	18-06-75
		CA-A- 1034861	18-07-78
		DE-A- 2461775	31-07-75
		JP-A- 50108314	26-08-75
		SE-A- 7415771	30-07-75
		US-A- 4011356	08-03-77
FR-A- 2445222	25-07-80	JP-A, B, C 55090445	09-07-80
		DE-A, C 2951763	03-07-80
		GB-A, B 2041825	17-09-80
		US-A- 4317862	02-03-82
FR-A- 2293566	02-07-76	DE-A- 2457037	10-06-76
		AT-B- 346009	25-10-78
		BE-A- 835890	25-05-76
		CA-A- 1026075	14-02-78
		CH-A- 606750	15-11-78
		GB-A- 1518958	26-07-78
		JP-A, B, C 51078023	07-07-76
		NL-A- 7513835	08-06-76

BE 8901288
BO 2041

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12/12/90

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A- 2293566		US-A- 4173668	06-11-79