



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1005590A3

NUMERO DE DEPOT : 09100159

Classif. Internat. : B32B C03C

Date de délivrance le : 16 Novembre 1993

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 19 Février 1991 à 10H30 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

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

représenté(e)s par : VANDENBERGHE 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 PRESENTANT UNE ATTENUATION ACOUSTIQUE ELEVEE.

INVENTEUR(S) : Declerck Georges, Place Jean Guioz 40, B-6200 Châtelet (BE)

PRIORITE(S) 01.03.90 GB GBA 9004628

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) demandeurs(s).

Bruxelles, le 16 Novembre 1993
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur

Vitrage composite présentant une atténuation acoustique élevée

La présente invention se rapporte à des vitrages composites présentant une atténuation acoustique élevée.

Il existe une demande pour des vitrages qui présentent une atténuation acoustique élevée, et différents types de vitrages ont été proposés pour
5 satisfaire à cette demande. En particulier, des vitrages creux sont connus, tels que des vitrages remplis de gaz (par exemple d'air) et des vitrages sous vide, ainsi que des vitrages feuilletés tels que des vitrages dont la résine de solidarisation est de nature assez malléable pour présenter un effet d'amortissement. Les vitrages creux ainsi que les feuilletés peuvent être formés de feuilles d'épaisseur asymétrique
10 pour améliorer l'atténuation acoustique à certaines fréquences. Et il est évidemment connu d'incorporer un ou plusieurs panneaux feuilletés dans un vitrage creux. De tels vitrages souffrent de certains désavantages qui les rendent inaptes à leur utilisation dans certaines circonstances où il serait souhaitable d'obtenir un degré élevé d'isolation acoustique.

Des vitrages creux remplis de gaz présentent une atténuation acoustique qui est en majeure partie déterminée par l'épaisseur de l'espace intermédiaire rempli de gaz. Pour obtenir une atténuation élevée, l'espace intermédiaire doit être assez grand, et ceci peut présenter des difficultés de fabrication et de placement. Simplement à titre d'exemple, de tels vitrages sont inaptes à être
20 placés dans des cloisons minces en raison de leur épaisseur. Alors que les panneaux sous vide peuvent offrir une bonne atténuation avec un espace intermédiaire relativement mince, un tel vide, spécialement dans le cas de panneaux de relativement grande dimension, tend à bomber les feuilles de verre du panneau, et ceci peut présenter un effet indésirable en réflexion.

Les vitrages feuilletés offrent une atténuation qui, d'une manière générale, dépendent de leur masse. Pour une atténuation élevée, une masse spécifique (c'est-à-dire une masse par unité de surface) élevée est nécessaire. De nouveau, simplement à titre d'exemple, de tels panneaux sont inaptes à être montés dans des parois où les considérations de poids sont importantes.

Un des objets de la présente invention est de proposer un vitrage qui
30 offre un niveau très élevé d'atténuation acoustique par rapport à son épaisseur totale et à sa masse spécifique.

La présente invention se rapporte à un vitrage composite présentant

2.

une atténuation acoustique élevée, caractérisé en ce qu'il comporte deux feuilles de matière vitreuse entre lesquelles une couche d'un aérogel est prise en sandwich, lequel sandwich est solidarisé sous forme d'un panneau feuilleté monolithique.

L'expression "panneau feuilleté monolithique" est utilisée ici pour
5 décrire un panneau feuilleté qui est solidarisé de telle manière qu'il vibre de la même manière qu'une feuille unique d'une matière présentant un module d'élasticité qui peut être calculé à partir des modules d'élasticité et des épaisseurs des strates individuelles du panneau feuilleté. De tels panneaux feuilletés monolithi-
10 ques peuvent être considérés comme l'opposé des vitrages creux ou des vitrages feuilletés solidarisés de manière assez faible telle qu'ils se comportent en vibration à la manière d'une boîte plutôt que d'une plaque. Dans un panneau feuilleté monolithique, il n'y a donc pas de résonance "masse-ressort-masse".

Un tel vitrage composite offre un degré d'atténuation acoustique très élevé par rapport à son épaisseur totale et à sa masse spécifique.

15 Un tel vitrage offre également l'avantage d'assurer que les deux faces principales de la couche d'aérogel soient protégées de l'humidité atmosphérique. En général, les aérogels absorbent fortement l'humidité, sous l'effet de laquelle ils tendent à se fissurer et à se réduire en poussière. Les bords d'un tel vitrage feuilleté peuvent être facilement protégés de manière connue en soi par l'emploi d'une
20 masse de scellement résistant à l'humidité, comme par exemple une préparation de mastic à base de silicone.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'un tel vitrage.

Dès lors, la présente invention se rapporte également à un procédé de
25 fabrication d'un vitrage composite présentant une atténuation acoustique élevée, caractérisé en ce qu'une couche d'un aérogel est prise en sandwich entre deux feuilles de matière vitreuse, et en ce que le sandwich est solidarisé sous forme d'un panneau feuilleté monolithique.

Ceci constitue un procédé très simple de fabrication d'un tel vitrage.

30 L'aérogel utilisé peut être un aérogel d'alumine, de zircone, d'oxyde stannique ou d'oxyde de tungstène, mais il est de préférence un aérogel à base de silice. Pour former une plaque d'aérogel destinée à être incorporé dans un vitrage feuilleté, une couche du gel approprié dans un solvant est étalée sur une plaque de moulage appropriée, et le solvant est enlevé de la couche pour laisser une plaque
35 d'aérogel. Dans un procédé préféré, un gel de silice dans de l'alcool en tant que solvant est étalé sur une plaque de moulage qui est ensuite introduite dans un autoclave. L'autoclave est mis sous pression, et le gel est éventuellement rincé

3.

avec du dioxyde de carbone liquide pour déplacer la totalité ou la majeure partie du solvant alcoolique. La pression dans l'autoclave est portée à une valeur supérieure à la pression critique du solvant liquide présent dans la couche (environ 80.10^5 Pa pour l'alcool ou environ 74.10^5 Pa pour le dioxyde de carbone).

5 La température dans l'autoclave est ensuite élevée au-dessus de la température critique du solvant (environ 240°C pour l'alcool ou environ 31°C pour le dioxyde de carbone). De cette manière, il est possible d'enlever le solvant de la couche sans effondrer la structure de la silice pour former l'aérogel. En fait, la structure de l'aérogel peut contenir jusqu'à environ 98% en volume de cavités. La plaque
10 d'aérogel résultant du procédé est ensuite prise en sandwich entre les deux feuilles de verre, et le sandwich est solidarisé sous forme d'un panneau feuilleté monolithique.

Des vitrages selon l'invention peuvent être opaques, et peuvent par exemple être constitués sous forme de panneaux décoratifs qui peuvent être
15 colorés par l'incorporation d'agents colorants dans l'aérogel ou par une autre manière, mais de préférence, le dit panneau feuilleté est solidarisé pour former un panneau transmettant la lumière. Si le panneau feuilleté transmet la lumière, il peut être utilisé en tant que fenêtre ou en toute autre circonstance où la transmission de lumière est un facteur important. En fonction de l'épaisseur de l'aérogel
20 dans le panneau feuilleté, il peut même être transparent.

Il faut prendre garde lorsqu'on solidarise une couche préformée d'aérogel à une feuille de matière vitreuse. Si on utilise un adhésif à base de solvant, il est vraisemblable que le solvant puisse pénétrer dans l'aérogel, et cela provoquerait la destruction de la matrice d'aérogel de la même manière que le
25 ferait l'absorption d'humidité. Il est dès lors préférable que l'agent de liaison soit substantiellement dépourvu de solvant. Dès lors, on préfère utiliser une matière adhésive thermoplastique ou fusible. Les aérogels sont bien aptes à résister aux températures nécessaires pour fondre de nombreuses matières adhésives thermoplastiques. Une telle matière adhésive thermoplastique peut se présenter sous la
30 forme d'une mince feuille ou d'un film, mais il est avantageux que l'adhésif soit sous forme de poudre puisque ceci simplifie les problèmes de manipulation. Une telle poudre adhésive peut être appliquée facilement, par exemple par une technique de pulvérisation électrostatique bien connue en soi. Des résines silicone
35 fusibles sont particulièrement bien adaptées pour former une liaison très efficace entre des aérogels à base de silice et des feuilles de matière vitreuse qui sont également riches en silice.

Dans des formes spécialement préférées de réalisation de l'invention,

4.

la ou au moins une dite couche d'aérogel est formée directement sur une dite feuille de matière vitreuse. Ceci évite tous problèmes dans le choix et l'application d'une couche intermédiaire de matière adhésive, et simplifie fortement la fabrication. La manière la plus facile d'assurer une telle solidarisation directe est d'utiliser une feuille de matière vitreuse en tant que plaque de moulage sur laquelle la couche d'aérogel est d'abord formée. De cette manière, la ou au moins une dite couche d'aérogel est formée directement sur une feuille de matière vitreuse, de sorte qu'elle s'y solidarise directement. Un aérogel à base de silice se solidarise facilement directement à la matrice de silice vitreuse d'une feuille de verre, par exemple.

Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention, le dit panneau feuilleté est formé par assemblage de deux couches d'aérogel, chacune d'elles étant formée directement sur une feuille de matière vitreuse. Par assemblage de deux couches d'aérogel pour former le feuilleté, chacune d'elles étant formée directement sur une feuille de matière vitreuse, on peut constituer facilement un vitrage qui possède un niveau très élevé d'atténuation acoustique par rapport à son épaisseur et à son poids.

On croit que l'atténuation acoustique d'un vitrage selon l'invention est due en majeure partie à la très grande différence d'impédance acoustique entre l'aérogel et la matière vitreuse, due à la vitesse très faible de propagation du son dans l'aérogel. Cependant, afin de tirer tous les avantages d'un tel phénomène, la(les) couche(s) d'aérogel ne doit(doivent) pas être trop mince(s), et on préfère dès lors que la ou au moins une couche d'aérogel soit formée selon une épaisseur d'au moins 10 mm. L'augmentation de l'épaisseur d'une dite couche d'aérogel est également très avantageuse au point de vue de l'isolation thermique, si celle-ci est souhaitée. Il faut évidemment noter que les couches d'aérogel transmettent une proportion significative de lumière de manière diffuse, et de ce fait, l'épaisseur totale de l'aérogel dans le vitrage ne doit pas être trop grande si un niveau élevé de résolution à travers le vitrage est considéré comme important.

Afin de protéger intégralement l'aérogel contre une attaque possible par l'humidité atmosphérique, on préfère que l'aérogel soit emprisonné hermétiquement dans le panneau feuilleté. Ceci peut être réalisé de différentes manières, par exemple par l'emploi d'une masse de scellement de bord en mastic tel que décrit ci-dessus, en variante conjointement avec un châssis en U, par exemple en aluminium extrudé. Cependant, le panneau feuilleté est de préférence scellé hermétiquement au moyen d'un ou de plusieurs espaceurs s'étendant autour du panneau et soudé(s) aux feuilles de matière vitreuse du panneau feuilleté. Ceci

5.

procure une protection très efficace et durable de l'aérogel.

Dans certaines formes préférées de réalisation de l'invention dans lesquelles l'aérogel est emprisonné hermétiquement dans le panneau feuilleté, l'intérieur du panneau feuilleté est vidé d'air. Ceci est très favorable au point de
5 vue de l'isolation thermique, et peut aussi être avantageux en permettant une conservation plus certaine de la vitesse très faible de propagation du son dans l'aérogel.

Des formes préférées de réalisation de l'invention seront maintenant décrites à titre d'exemple seulement en se référant aux dessins schématiques
10 annexés dans lesquels:

La figure 1 illustre une étape dans la fabrication d'un vitrage selon l'invention, et

Les figures 2 et 3 sont respectivement des vues en coupe de deux formes de réalisation de vitrage selon l'invention.

15 Une feuille de matière vitreuse 1 de dimension et de forme appropriées comporte une bordure 2 disposée le long de sa périphérie (voir figure 1).

L'espace formé au-dessus de la feuille 1 et à l'intérieur de la bordure 2 est ensuite rempli d'une solution formatrice d'aérogel. Ainsi que le montre la figure 1, la feuille 1 est ensuite placée dans un autoclave 3 ayant des vannes
20 d'entrée 4 et de sortie 5 de gaz, et un dispositif de chauffage représenté en 6.

La solution utilisée est une solution d'alcoogel, c'est-à-dire une solution dans de l'alcool. Le soluté formateur de gel peut être de la silice seule, ou on peut lui adjoindre d'autres oxydes, par exemple d'aluminium, de tellure, de germanium ou d'autres matières pour conférer les propriétés spéciales souhaitées
25 à l'aérogel à former.

Après avoir versé la solution formatrice d'aérogel et après que toutes bulles aient été enlevées, on laisse gélifier la solution et on laisse vieillir. L'alcoogel ainsi formé est rincé par du dioxyde de carbone liquide qui remplace l'alcool dans la solution d'alcoogel. Ceci peut être effectué par un rinçage répété
30 de la solution de gel à environ 18-20°C sous une pression d'environ $55 \cdot 10^5$ Pa. Ceci est avantageux en simplifiant fortement l'étape suivante de fabrication.

La pression dans l'autoclave 3 est portée à une valeur supérieure à la pression critique du solvant, $74 \cdot 10^5$ Pa pour le dioxyde de carbone. La température dans l'autoclave est ensuite élevée au-dessus de la température critique, 31°C pour
35 le dioxyde de carbone. Cette étape est simplifiée par la substitution de dioxyde de carbone en tant que solvant parce que, si le solvant restait de l'alcool, la température et la pression requises seraient supérieures à 240°C et $80 \cdot 10^5$ Pa respective-

6.

ment. Des températures pratiques typiques de cette étape du procédé sont environ 40°C pour le dioxyde de carbone et environ 270°C pour l'alcool. Du dioxyde de carbone, acheminé via la vanne d'entrée 4, est avantageusement utilisé en tant que gaz surpresseur. Pendant le séchage de la couche, on laisse s'échapper une partie
5 de la vapeur contenue dans l'autoclave via la vanne de sortie 5. A la fin du séchage, une couche d'aérogel 7 est directement solidarisée à la feuille 1.

La couche d'aérogel 7 est ensuite prise en sandwich entre la première feuille 1 et une seconde feuille de matière vitreuse.

La figure 2 représente un vitrage dans lequel une couche d'aérogel 7
10 est solidarisée à une seconde feuille de verre 8 via une couche intermédiaire de matière adhésive 9. Une telle solidarisation est affectuée en pulvérisant électrostatiquement une couche pulvérulente de résine silicone sur la couche d'aérogel 7, en assemblant la seconde feuille 8 à l'adhésif, et en chauffant l'assemblage pour effectuer la fusion de la résine de telle manière qu'en refroidissant, le sandwich est
15 solidarisé sous forme d'un panneau feuilleté. Le panneau est achevé en plaçant du mastic 10 à base de silicone dans la gouttière, entre la couche d'aérogel et la première feuille 1, créée par l'enlèvement de la bordure 2 (figure 1).

La figure 3 représente une seconde forme de réalisation de vitrage qui est formé en solidarisant l'une à l'autre deux couches d'aérogel 7, chacune
20 étant formée sur et solidarisée directement à une feuille de matière vitreuse 1. Comme le panneau feuilleté de la figure 2, celui de la figure 3 est solidarisé au moyen d'une couche d'adhésif 9 qui peut être formée de la même manière.

Chacune des feuilles vitreuses 1 de la figure 3 porte une couche de métallisation marginale en cuivre recouverte d'une couche de soudure, celles-ci
25 étant représentées en 11. Ces couches 11 sont appliquées avant la formation des couches d'aérogel 7, et elles sont masquées par les bordures 2 pendant la formation des couches d'aérogel. Après solidarisation du panneau feuilleté, des bandes métalliques intercalaires 12 sont soudées entre les couches de métallisation/soudure autour du bord du panneau, de sorte que les couches d'aérogel sont
30 isolées hermétiquement de l'atmosphère ambiante. L'intérieur du panneau peut être vidé d'air si on le désire.

De tels vitrages, qu'ils soient conformes à la figure 2 ou à la figure 3, offrent un niveau très élevé d'atténuation acoustique par rapport à leur épaisseur totale et à leur poids par unité de surface, et ils offrent en outre une excellente
35 isolation thermique.

En variante de la forme de réalisation représentée à la figure 3, la bande d'espacement 12 n'est pas rectiligne entre les deux feuilles de matière

7.

vitreuse, mais elle est ondulée de manière à allonger le parcours de conduction thermique entre ces feuilles autour de leurs bords.

Dans une autre variante du vitrage, selon la figure 2 ou la figure 3, la matière de scellement 10 de la figure 2 ou la bande métallique 11 et l'intercalaire 5 12 de la figure 3 sont omis. Les deux feuilles de verre sont "soudées" par un joint en verre.

On notera qu'un panneau feuilleté tel que représenté à la figure 2 ou à la figure 3 peut être assemblé à un ou plusieurs élément(s) pour former un panneau de structure plus complexe, si on le désire. En particulier, un tel panneau 10 plus complexe peut comprendre une ou plusieurs feuille(s) de verre supplémentaire(s) telles que 1 portant une couche directement moulée 7 d'aérogel.

8.

Revendications

1. Vitrage composite présentant une atténuation acoustique élevée, caractérisé en ce qu'il comporte deux feuilles de matière vitreuse entre lesquelles une couche d'un aérogel est prise en sandwich, lequel sandwich est solidarisé sous forme d'un panneau feuilleté monolithique.
- 5 2. Vitrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dit panneau feuilleté est transparent.
3. Vitrage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que de la résine silicone fusible est utilisée en tant qu'adhésif de solidarisation du panneau feuilleté.
- 10 4. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la ou au moins une dite couche d'aérogel est directement solidarisée à une dite feuille de matière vitreuse.
5. Vitrage selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dit panneau feuilleté comprend deux couches d'aérogel, chacune étant solidarisée
- 15 directement à une feuille de matière vitreuse.
6. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la ou au moins une dite couche d'aérogel a une épaisseur d'au moins 10 mm.
7. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'aérogel est emprisonné hermétiquement dans le panneau feuilleté.
- 20 8. Vitrage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le panneau feuilleté est scellé hermétiquement au moyen d'un ou de plusieurs espaceurs s'étendant autour du panneau et soudé(s) aux feuilles de matière vitreuse du panneau feuilleté.
9. Vitrage selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que
- 25 l'intérieur du panneau feuilleté est sous vide.
- 10 Procédé de fabrication d'un vitrage composite présentant une atténuation acoustique élevée, caractérisé en ce qu'une couche d'un aérogel est prise en sandwich entre deux feuilles de matière vitreuse, et en ce que le sandwich est solidarisé sous forme d'un panneau feuilleté monolithique.
- 30 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dit panneau feuilleté est solidarisé pour former un panneau transmettant la lumière.
12. Procédé selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce qu'une matière adhésive fusible, substantiellement dépourvue de solvant, est utilisée pour solidariser les couches du panneau feuilleté.
- 35 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'une

9.

poudre adhésive est utilisée pour solidariser les couches du panneau feuilleté.

14. Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce qu'une résine silicone est utilisée pour solidariser les couches du panneau feuilleté.

5 15. Procédé selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que la ou au moins une dite couche d'aérogel est formée directement sur une dite feuille de matière vitreuse de manière à y être directement solidarisée.

10 16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le panneau feuilleté est formé par assemblage de deux couches d'aérogel, chacune d'elles étant formée directement sur une feuille de matière vitreuse.

17. Procédé selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisé en ce que la ou au moins une couche d'aérogel est formée selon une épaisseur d'au moins 10 mm.

15 18. Procédé selon l'une des revendications 10 à 17, caractérisé en ce que l'aérogel est emprisonné hermétiquement dans le panneau feuilleté.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que le panneau feuilleté est scellé hermétiquement au moyen d'un ou de plusieurs espaceurs s'étendant autour du panneau et soudé(s) aux feuilles de matière vitreuse du panneau feuilleté.

20 20. Procédé selon l'une des revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que l'intérieur du panneau feuilleté est vidé d'air.

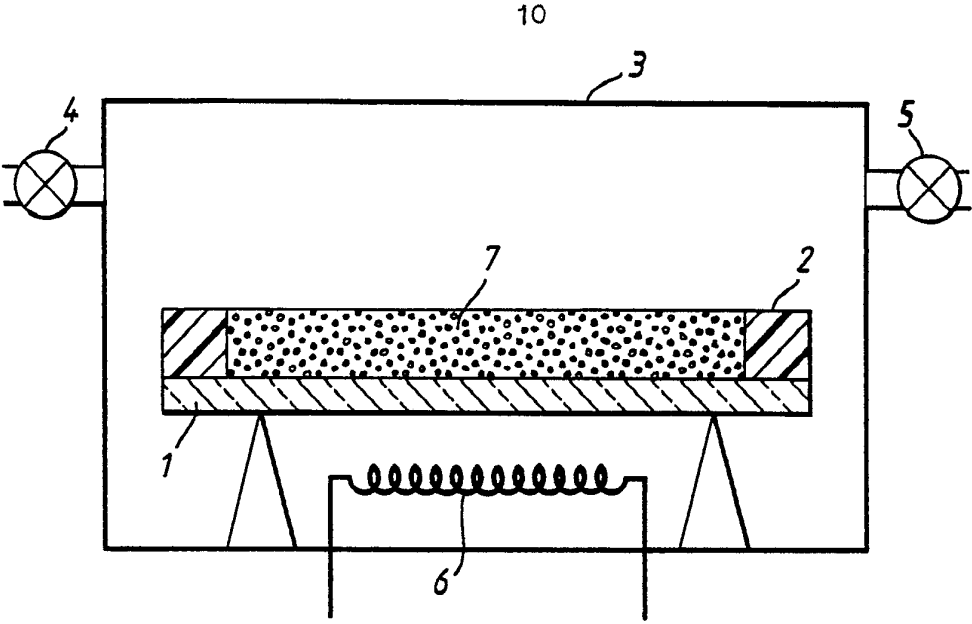


Fig.1.

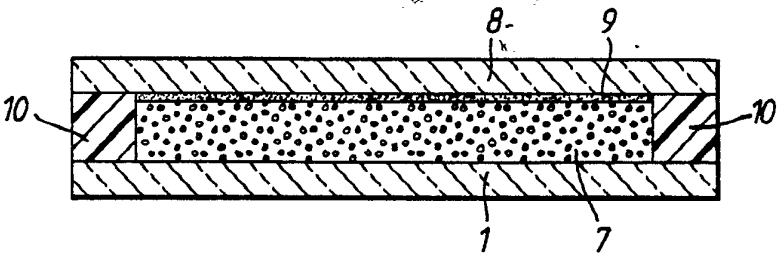


Fig.2.

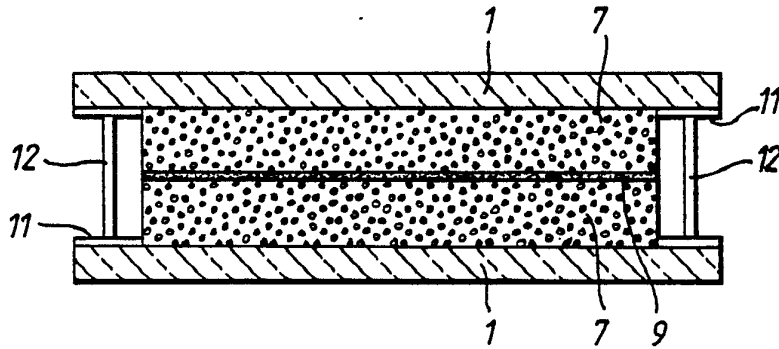


Fig.3.



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 9100159
BO 2781

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)
X	DE-A-3 533 805 (BASF AG) * le document en entier * ---	1,2, 6-10,13	B32B17/06 C03C27/12
X	DE-A-3 844 003 (ORTLEPP, WOLFGANG) * le document en entier * -----	1,2,4,5, 9,11,12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B32B C03C
Date d'achèvement de la recherche 30 SEPTEMBRE 1992		Examineur VAN BELLEGHEM W.	
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 9100159
BO 2781

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

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

30/09/92

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-A-3533805	26-03-87	Aucun	
DE-A-3844003	08-03-90	Aucun	