

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 478 536

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 23169**

(54) Procédé pour la fabrication d'une structure en nid d'abeilles pour l'atténuation du bruit et structure ainsi obtenue.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 32 B 31/24, 3/12; B 64 D 29/00.

(22) Date de dépôt..... 29 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 29 octobre 1979, n° 088 949; 12 décembre 1979, n° 102 766.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 25-9-1981.

(71) Déposant : Société dite : ROHR INDUSTRIES, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert M. Carrillo, Felix Hom et Muriel L. Koss.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Procédé pour la fabrication d'une structure en nid d'abeilles pour l'atténuation du bruit et structure ainsi obtenue.

La présente invention concerne un procédé pour
5 la fabrication d'une structure en nid d'abeilles pour
l'atténuation du bruit ainsi que la structure ainsi
obtenue.

Plus particulièrement, l'invention concerne un
procédé pour préparer de nouveaux panneaux améliorés pour
10 l'atténuation du bruit et notamment un panneau sandwich
ayant une âme cellulaire centrale constituée de cellules
placées de chant à une des faces de laquelle est unie une
feuille de revêtement non perforée et à la face opposée de
laquelle est unie la surface perforée apparente d'une
15 feuille de revêtement perforée à laquelle est unie une
couche de matière poreuse, une communication continue
existant entre les cellules de l'âme et l'atmosphère
avoisinant le bruit à atténuer. Le produit fabriqué par
mise en oeuvre du procédé de l'invention convient parti-
20 culièrement dans un environnement sévère, par exemple pour
revêtir les surfaces se déplaçant à vitesse élevée dans un
moteur d'avion à double flux.

Pour préparer des panneaux sandwichs métalliques
en nid d'abeilles qui sont utilisés dans un environnement
25 très sévère pour atténuer les bruits correspondant à une
gamme étendue de fréquences, il est habituel d'employer
une structure cellulaire mettant en application le
principe de résonance d'Helmholtz et constituée d'une
feuille de revêtement non perforée unie à une des faces
30 d'une feuille d'une matière cellulaire servant d'âme et
d'une feuille de revêtement perforée d'une matière
semblable adhérant à la face opposée de l'âme.

Bien qu'ils soient satisfaisants pour atténuer
certaines fréquences sonores spécifiques, les panneaux

ayant cette structure générale n'atténuent pas de façon efficace le bruit dans la gamme étendue des fréquences que l'on observe généralement dans les moteurs à réaction modernes utilisés en aviation et dans le voisinage de ces 5 moteurs. De plus, on a constaté que lorsqu'un courant de gaz à vitesse élevée est directement au contact de leur surface, les perforations de la feuille de revêtement perforée rendent ce courant turbulent. Selon d'autres principes connus, on a interposé une feuille de matière 10 fibreuse entre la feuille de revêtement perforée et la surface de l'âme ; de telles structures se sont révélé manquer de solidité lorsqu'on les utilise dans des environnements sévères pour réaliser à la fois une atténuation du bruit et une conservation de l'intégrité 15 structurale ou sur les surfaces extérieures des avions exposées en vol à des écoulements d'air à vitesse élevée.

Les tentatives de fabrication d'autres matières d'atténuation du bruit correspondant à ce type général ont échoué car l'adhésif utilisé pour unir la feuille de 20 revêtement perforée à l'âme centrale sans exception suinte ou pénètre dans les perforations de la feuille de revêtement perforée lors du montage et finalement remplit et colmate une partie des perforations ; le colmatage des perforations réduit la surface ouverte effective de la 25 feuille de revêtement perforée, ce qui accroît la résistance à l'écoulement entre la source du bruit à atténuer et les cellules de l'âme. Lorsqu'on augmente le nombre des perforations ou la taille des perforations pour compenser l'obturation de certaines des perforations afin 30 de maintenir la résistance désirée à l'écoulement transversal, la résistance structurale de la structure sandwich diminue de façon correspondante et les turbulences superficielles indésirables augmentent. Dans les 35 structures qui comportent une matière fibreuse poreuse placée entre la feuille de revêtement perforée et la structure centrale constituant l'âme, l'adhésif non

seulement colmate partiellement les perforations, mais également suinte dans les pores de la matière fibreuse poreuse, ce qui accroît encore la résistance à l'écoulement et réduit le pouvoir d'atténuation de la structure.

5 L'invention a essentiellement pour but la réalisation d'une matière d'atténuation des bruits destinée à être utilisée dans un environnement sévère, dans laquelle les perforations ainsi que les pores de la matière fibreuse poreuse sont pratiquement dépourvus de tout adhésif de
10 liaison.

L'invention a également pour but un procédé permettant de préparer une matière d'atténuation des bruits dans laquelle les ouvertures entre la surface extérieure de la matière d'atténuation et l'âme présentent une
15 résistance prédéterminée à l'écoulement transversal.

L'invention a encore pour but un procédé permettant de préparer une matière d'atténuation des bruits dans lequel on empêche l'adhésif, utilisé pour unir la feuille perforée et la matière fibreuse poreuse à l'âme,
20 de traverser les perforations et de pénétrer dans les pores de la matière fibreuse poreuse.

L'invention a encore pour but un moyen pour déterminer si la solution antimouillante utilisée dans un des stades du procédé de préparation vient ou non en
25 contact avec les surfaces à unir avec un adhésif.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit dans laquelle on se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de la
30 structure en nid d'abeilles pour l'atténuation du bruit préparée selon le procédé de l'invention ; et

- la figure 2 est une vue en coupe verticale partielle, à plus grande échelle, de la structure de la figure 1.

35 Comme le montrent en détail les figures, la structure sandwich d'atténuation 8 est constituée d'une

âme centrale unique 10 comportant comme il est habituel un grand nombre de cellules 12 placées de chant, une feuille de revêtement mince non perforée 16, une feuille de revêtement perforée 14 comportant de nombreuses perforations 18 de dimension transversale prédéterminée et une feuille mince de matière fibreuse poreuse 20 qui de préférence est une matière tissée en acier inoxydable, un feutre métallique fibreux ou l'une quelconque des diverses autres matières fibreuses telles que celles faites de graphite, de nylon ou similaires. Dans un mode de réalisation préféré, on utilise une matière tissée à armure croisée dite "Dutch Twill" dont les points de croisement des fibres sont libres ou dans certains cas unis.

On a constaté que lorsqu'on choisit soigneusement un adhésif ayant un indice de viscosité déterminé pour unir les divers composants du panneau d'atténuation du bruit, une quantité indésirable de l'adhésif traverse les perforations 18 de la feuille de revêtement perforée 14 et pénètre dans les pores de la matière fibreuse poreuse 20, ce qui réduit la surface ouverte effective entre la source sonore et les cellules 12 de l'âme cellulaire centrale 10. Ce suintement est provoqué par l'énergie superficielle due à la mouillabilité de la surface de la feuille de revêtement perforée 14 et à la capillarité de la matière fibreuse poreuse 20.

L'adhésif qu'il est souhaitable d'utiliser pour unir la feuille perforée 18 et la matière fibreuse poreuse 20 est de préférence soit l'AF31 fabriqué par Minnesota Mining and Manufacturing (3M) Company, U.S.A. soit un autre adhésif ayant les mêmes caractéristiques ou des caractéristiques semblables. Ces adhésifs sont de façon générale de type nitrile phénolique et se présentent sous forme d'une solution ayant un faible rapport des matières solides au solvant. Lorsqu'on chasse les solvants de ces solutions par évaporation à la température ordinaire ou à température élevée, l'indice

- de viscosité de la solution s'élève. On utilise de façon typique des adhésifs ayant une gamme intermédiaire des températures de prise de type 100% résine époxyde tels que le FM 150 fabriqué par Bloomingdale Aerospace Products, 5 U.S.A., pour unir la feuille de revêtement non perforée 16 à l'âme en nid d'abeilles 10. Il convient de noter qu'on peut utiliser dans la pratique de l'invention tout autre adhésif ayant les mêmes caractéristiques que le FM 150 ou des caractéristiques semblables.
- 10 Le premier stade du procédé de préparation consiste à nettoyer et à dégraisser la feuille de revêtement non perforée 16, l'âme centrale 10 et la feuille de revêtement perforée 14 pour assurer l'élimination de tous les agents tensio-actifs indésirables et permettre une 15 union mutuelle satisfaisante.

Un stade ultérieur facultatif du procédé de préparation consiste à appliquer un revêtement anodique non conducteur à toutes les surfaces de la feuille de revêtement perforée 14. On peut appliquer ensuite une 20 couche primaire compatible avec l'adhésif préféré ou utiliser la couche primaire sans le revêtement anodique non conducteur.

Le stade suivant du procédé de préparation consiste à unir la matière fibreuse poreuse 20 à une des 25 faces de la feuille de revêtement perforée 14. On applique de préférence l'adhésif choisi pour unir la feuille de revêtement perforée 14 à la matière fibreuse poreuse 20 par pulvérisation d'une couche mince d'un des adhésifs précités, de préférence l'AF31, sur l'une des surfaces 30 de la feuille de revêtement perforée 14. On chasse ensuite le solvant de l'adhésif par évaporation à la température ordinaire ou à température élevée comme précédemment indiqué. L'adhésif pratiquement solide ou très visqueux, qui demeure après l'élimination du solvant, ne se 35 ramollit pas et ne coule pas pendant le cycle de durcissement comme le fait le FM 150 ou un adhésif semblable

utilisé sur la feuille de revêtement non perforée 16, mais devient poisseux et adhère au lieu de couler entre les fibres de la matière fibreuse poreuse 20 lorsqu'on réunit les deux éléments. Après l'élimination du solvant de 5 l'adhésif, on place la matière fibreuse poreuse 20 sur la surface revêtue d'adhésif de la feuille de revêtement perforée 14 et on applique une force entre la matière fibreuse poreuse 20 et la feuille de revêtement perforée 14 à une température élevée choisie convenant à la prise. 10 On peut appliquer la pression et la chaleur de façon bien connue quelconque par exemple au moyen d'une presse, d'un autoclave à dépression ou similaires munis d'une régulation de la température locale. La pression nécessaire est généralement de l'ordre de 3,5 bars et la température de 15 prise est comprise entre 120 et 177°C.

Pour réduire ou pratiquement éliminer l'énergie superficielle précitée, on traite la matière fibreuse poreuse 20 et la surface adjacente de la feuille de revêtement perforée 14 avec une solution antimouillante qui 20 contient également un indicateur tel que par exemple un colorant pigmentaire visible en lumière naturelle, un colorant visible en lumière ultraviolette, etc.

Dans le mode de réalisation préféré, on effectue ce traitement avant le montage final du panneau d'atténuation par revêtement de la matière fibreuse poreuse 20 et de la face adjacente de la feuille de revêtement perforée 14, qui sont alors combinées, avec une matière liquide telle que le Frekote 33 (produit par Frekote Inc.) ou une matière semblable ayant les mêmes caractéristiques antimouillantes ou des caractéristiques semblables et 30 contenant un indicateur.

Après l'application, on laisse sécher la solution antimouillante contenant un indicateur pour laisser un revêtement sur les surfaces mises à son contact.

35 On effectue ensuite l'examen visuel de la face où les perforations sont apparentes de la feuille de

revêtement perforée 14 pour rechercher la présence de traces d'indicateur ayant traversé les perforations.

Si on utilise un colorant visible comme indicateur, la lumière naturelle suffit pour sa détection. Si on utilise

5 comme indicateur un colorant phosphorescent, on doit éclairer la face où les perforations sont apparentes de la feuille de revêtement perforée 14 avec une lumière ultraviolette pour détecter la présence de l'indicateur.

Il faut nettoyer suffisamment toutes les régions de la 10 surface où les perforations sont apparentes de la feuille perforée 14 où a été observée la présence de colorant pour éliminer le colorant et la solution antimouillante qui l'accompagne avant le montage de façon à assurer une union satisfaisante des matières.

15 Un autre procédé pour éviter la présence de toute solution antimouillante sur la surface où les perforations sont apparentes de la feuille de revêtement perforée 14, consiste à recouvrir la surface apparente de la feuille de revêtement perforée (le côté qui est finalement uni à l'âme cellulaire) avec une matière de masquage 20 qui évite pratiquement que la solution antimouillante revête la surface recouverte. Après application et séchage de la solution antimouillante combinée au colorant, on retire l'agent de masquage et on examine la surface comme 25 précédemment indiqué et on la nettoie s'il est nécessaire avant l'union. On a utilisé avec succès comme matière masquante, un papier épais portant un revêtement adhésif ne séchant pas ; cependant, on peut dans la mise en oeuvre de l'invention atteindre le même résultat de toute autre 30 façon appropriée.

On revêt ensuite de façon appropriée la feuille de revêtement non perforée 16, l'âme cellulaire centrale 10 et la combinaison de la feuille de revêtement perforée 14 et de la matière fibreuse poreuse 20 d'une couche d'un 35 adhésif de façon à unir les feuilles de revêtement 16 et 14 aux extrémités des cellules de l'âme cellulaire

centrale 10. On empile les composants de la structure sandwich d'atténuation comme illustré par les figures, c'est-à-dire qu'on intercale le noyau cellulaire central 10 entre la feuille de revêtement non perforée 16 et la 5 face où les perforations sont apparentes de la combinaison de la feuille de revêtement perforée 16 et de la matière fibreuse poreuse 20 ; on exerce ensuite une pression par la face externe de la feuille de revêtement non perforée et la matière fibreuse poreuse vers l'âme 10 centrale en nid d'abeilles selon les flèches 22. On peut appliquer cette pression de façon appropriée quelconque comme précédemment indiqué. On laisse ensuite l'adhésif, placé sur les éléments combinés sous pression, faire 15 prise selon les instructions du fabricant.

15 La description détaillée de l'invention destinée à faciliter sa compréhension est susceptible de diverses modifications sans qu'on sorte pour cela du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour préparer un panneau sandwich pour l'atténuation de bruits correspondant à une gamme étendue de fréquences, conçu pour être utilisé dans un 5 environnement sévère, ce panneau sandwich comportant une âme cellulaire centrale placée entre une feuille de revêtement non perforée et une feuille de revêtement perforée traversée de nombreuses perforations, la face de la feuille perforée opposée à l'âme cellulaire centrale étant unie à 10 une couche mince d'une matière fibreuse poreuse présentant une résistance prédéterminée à l'écoulement transversal, caractérisé en ce qu'il consiste à :
- a) nettoyer et dégraissier la feuille de revêtement non perforée, l'âme cellulaire centrale, la feuille de revêtement perforée et la couche mince de matière fibreuse poreuse ;
- b) appliquer une couche d'un adhésif à base de solvant à une des faces de la feuille de revêtement perforée ;
- c) chasser le solvant de la couche d'adhésif ;
- 20 d) assujettir la face revêtue d'adhésif de la feuille de revêtement perforée et la feuille mince de matière fibreuse poreuse sous une pression positive ;
- e) faire prendre l'adhésif et supprimer la pression positive ;
- 25 f) revêtir les fibres de la feuille mince de matière fibreuse poreuse et la surface de la feuille de revêtement perforée qui lui est adjacente d'une solution constituée d'un agent antimouillant et d'un indicateur ;
- g) examiner la surface perforée apparente de la 30 combinaison de la feuille perforée et de la feuille mince de matière fibreuse poreuse pour y rechercher toute trace de l'indicateur ;
- h) éliminer l'indicateur et l'agent antimouillant qui l'accompagne de la surface perforée apparente ;
- 35 i) appliquer une couche d'un second adhésif entre la feuille de revêtement non perforée et l'âme cellulaire

centrale et entre la surface où les perforations sont apparentes de la combinaison de la feuille de revêtement perforée et de la couche mince de matière fibreuse poreuse et l'âme cellulaire centrale ;

5 j) assujettir ensemble la feuille de revêtement non perforée, l'âme cellulaire centrale et la combinaison de la feuille de revêtement perforée et de la feuille mince de matière fibreuse poreuse sous une pression positive ; et

10 k) faire prendre le second adhésif et supprimer la pression positive.

2. Procédé de préparation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'entre les étapes a) et b) il est prévu une étape additionnelle qui consiste à appliquer 15 un revêtement primaire sur les faces de la feuille de revêtement perforée.

3. Procédé de préparation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'entre les étapes a) et b), il est prévu une étape additionnelle qui consiste à appliquer 20 un revêtement non conducteur sur les faces de la feuille perforée.

4. Procédé de préparation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu, entre les étapes e) et f), l'étape qui consiste à recouvrir la surface où 25 les perforations sont apparentes de la combinaison de la feuille de revêtement perforée et de la feuille mince de matière fibreuse poreuse d'un agent de masquage et entre les étapes f) et g), l'étape qui consiste à retirer l'agent de masquage.

30 5. Procédé pour préparer un panneau sandwich pour l'atténuation de bruits correspondant à une gamme étendue de fréquences, conçu pour être utilisé dans un environnement sévère, ce panneau sandwich comportant une âme cellulaire centrale placée entre une feuille de revêtement non perforée et une feuille de revêtement perforée traversée de nombreuses perforations, une couche

mince de matière fibreuse poreuse ayant une résistance prédéterminée à l'écoulement transversal étant fixée à la face de la feuille perforée opposée à l'âme centrale, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- 5 a) nettoyer et dégraisser la feuille de revêtement non perforée, l'âme cellulaire centrale, la feuille de revêtement perforée et la couche mince de matière fibreuse poreuse ;
- 10 b) anodiser les faces de la feuille perforée ;
- 10 c) appliquer un revêtement primaire aux faces anodisées de la feuille perforée ;
- 10 d) appliquer une couche d'un adhésif à base de solvant à une des faces de la feuille perforée ;
- 10 e) chasser le solvant de la couche d'adhésif ;
- 15 f) assujettir la surface revêtue d'adhésif de la feuille de revêtement perforée et la feuille mince de matière fibreuse poreuse sous une pression positive ;
- 15 g) faire prendre l'adhésif et supprimer la pression positive ;
- 20 h) recouvrir d'un agent de masquage la surface où les perforations sont apparentes de la combinaison de la feuille de revêtement perforée et de la couche mince de matière fibreuse poreuse ;
- 25 i) revêtir les fibres de la feuille mince de la matière fibreuse poreuse et la surface adjacente de la feuille de revêtement perforée y compris les parois des perforations, d'une solution constituée d'un agent antimouillant et d'un indicateur ;
- 25 j) supprimer l'agent de masquage ;
- 30 k) examiner la surface où les perforations sont apparentes de la combinaison de la feuille de revêtement perforée et de la feuille mince de matière fibreuse poreuse pour y rechercher les traces d'indicateur ;
- 35 l) éliminer l'indicateur et l'agent antimouillant qui l'accompagne de la surface perforée ;

m) appliquer une couche d'un second type d'adhésif entre la feuille de revêtement non perforée et l'âme cellulaire centrale et entre la face où les perforations sont apparentes de la combinaison de la feuille de

5 revêtement perforée et de la couche mince de matière fibreuse poreuse et l'âme cellulaire centrale ;

n) assujettir la feuille de revêtement non perforée, l'âme cellulaire centrale et la combinaison de la feuille de revêtement perforée et de la feuille mince de matière

10 fibreuse poreuse sous une pression positive ; et

o) faire prendre le second adhésif et supprimer la pression positive.

6. Procédé de préparation selon l'une des revendications 1 ou 5, caractérisé en ce qu'on effectue
15 l'examen en lumière naturelle.

7. Procédé de préparation selon l'une des revendications 1 ou 5, caractérisé en ce qu'on effectue l'examen en lumière ultraviolette.

8. Produit caractérisé en ce qu'il a été préparé
20 par mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

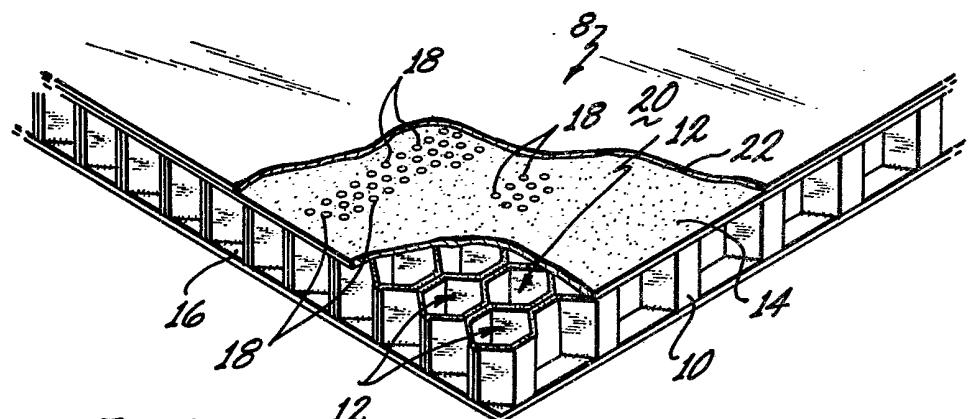


FIG. 1

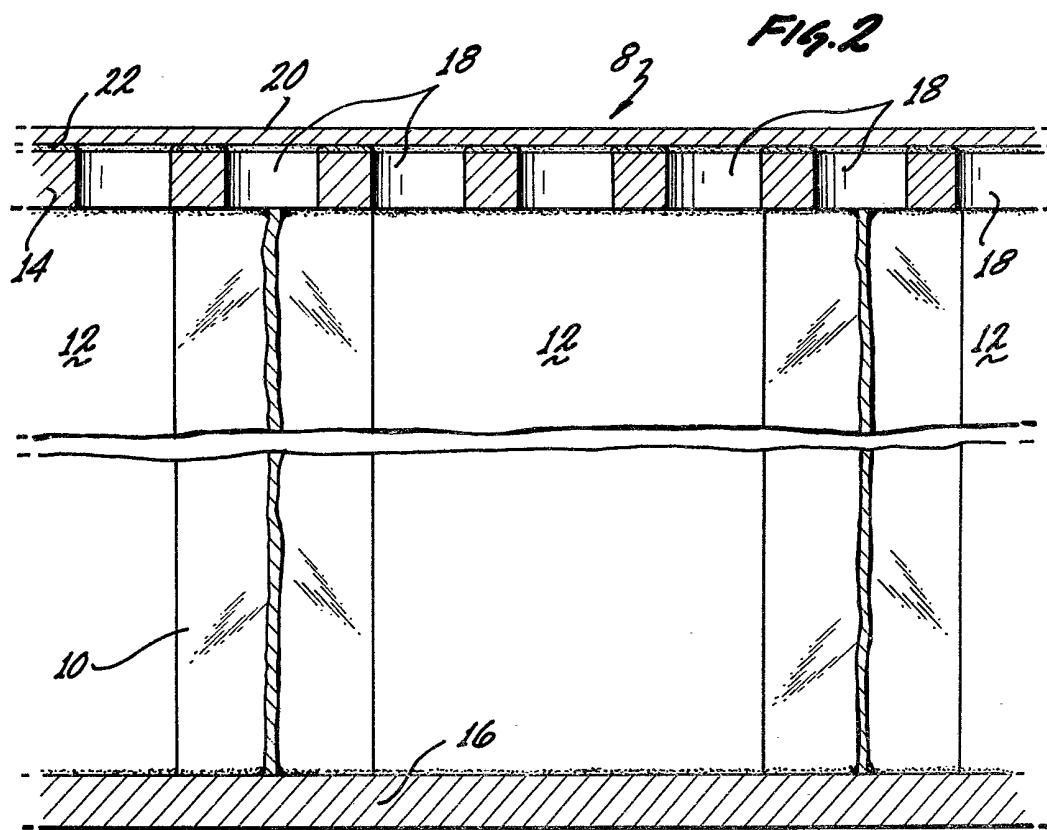


FIG. 2