

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2020/152418 A1**

(43) Date de la publication internationale  
30 juillet 2020 (30.07.2020)

(51) Classification internationale des brevets :  
F02C 7/045 (2006.01) F02K 1/82 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2020/050078

(22) Date de dépôt international :  
22 janvier 2020 (22.01.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1900548 22 janvier 2019 (22.01.2019) FR

(71) Déposant : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR/FR] ;  
2 boulevard du Général Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeur : PAPIN, Thierry, Georges, Paul ; SAFRAN  
CEPI, Rond-Point René Ravaut -, Réau, 77550 MOISSY-  
CRAMAYEL (FR).

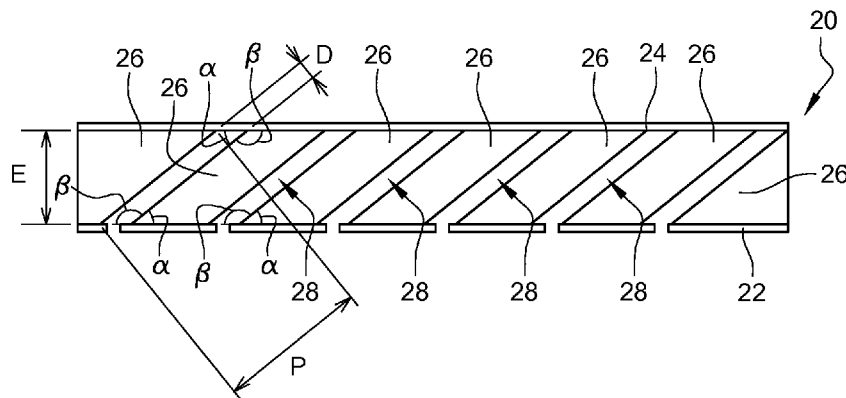
(74) Mandataire : BARBE, Laurent et al. ; GEVERS & ORES,  
Immeuble Palatin 2, 3 Cours du Triangle, CS 80165, 92939  
PARIS LA DEFENSE CEDEX (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,  
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,  
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: NOISE REDUCING DEVICE HAVING AN OBLIQUELY PIERCED HONEYCOMB STRUCTURE

(54) Titre : DISPOSITIF DE RÉDUCTION DE BRUIT AVEC STRUCTURE EN NID D'ABEILLE À PERÇAGE OBLIQUE

Fig. 4



(57) Abstract: The invention relates to a noise reducing device (18) for an aircraft turbine engine, said device having a structure in the form of a stack of layers (20, 22, 24), such that a first and a second skin (22, 24) made of composite material form a first and a second outer layer (22, 24), these outer layers (22, 24) being substantially parallel to one another and enclosing a central layer (20). The central layer (20) has a honeycomb structure having partitions (26) extending transversely from the first outer layer (22) to the second outer layer (24) so as to form cavities (28). The partitions (26) are made of viscoelastic material and form an acute angle of inclination ( $\alpha$ ) with the first and second outer layers (22, 24).

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif (18) de réduction de bruit pour une turbomachine d'aéronef, ce dispositif présentant une structure en empilement de couches (20, 22, 24), de manière à ce qu'une première et une seconde peaux (22, 24) en matériau composite forment une première et une seconde couches extérieures (22, 24), ces couches extérieures (22, 24) étant sensiblement parallèles entre elles et enserrant une couche centrale (20). Cette couche centrale (20) présente une structure en nid d'abeille comportant des cloisons (26) s'étendant transversalement de la première couche extérieure (22) vers la seconde couche extérieure (24), de manière à former des cavités (28). Les cloisons (26) sont réalisées en matériau viscoélastique, et forment, avec les première et seconde couches extérieures



WO 2020/152418 A1

SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

## DESCRIPTION

### **TITRE : Dispositif de réduction de bruit avec structure en nid d'abeille à perçage oblique**

5

#### **Domaine technique de l'invention**

La présente invention est relative au domaine de la réduction de bruit dans un moteur d'aéronef.

10

#### **Arrière-plan technique**

Les moteurs de turbines à gaz, tels que ceux qui alimentent les aéronefs, comprennent généralement des structures de suppression du bruit, notamment du bruit de soufflante. Ces structures sont généralement composées d'une pluralité de structures cellulaires formées de cloisons définissant des cavités. Ces cellules sont souvent disposées en un réseau, tel qu'un réseau ressemblant à une pluralité de cellules en forme de « nid d'abeilles ».

15

Ces structures sont classiquement situées dans la nacelle du moteur, en aval de la soufflante.

20

Dans le cadre du développement de nacelles fines et courtes, les surfaces disponibles pour un éventuel traitement acoustique sont de plus en plus faibles. Il y a donc de moins en moins de place pour installer les équipements, en particulier les panneaux acoustiques servant à atténuer le bruit de la soufflante. Ainsi, le volume et l'intégration des équipements deviennent des problématiques majeures, en particulier l'installation de

25

panneaux acoustiques dans la veine secondaire du moteur.

Techniquement, pour réaliser une isolation acoustique efficace, la mise en œuvre doit se faire en respectant le principe dit « masse/ressort/masse » : deux masses sont séparées par un ressort, par exemple une lame et un isolant. Entre les deux masses, le ressort atténue l'énergie du son et sert ainsi d'amortisseur de bruit.

30

La présente invention a notamment pour objectif de fournir un équipement de traitement acoustique permettant de diminuer les épaisseurs des panneaux acoustiques tout en conservant la même efficacité.

## 5                    **Résumé de l'invention**

On parvient à réaliser cet objectif, conformément à l'invention, grâce à un dispositif de réduction de bruit pour une turbomachine d'aéronef, ce dispositif présentant une structure en empilement de couches, de manière à ce qu'une première et une seconde couches en matériau composite forment une  
10 première et une seconde couches extérieures, les première et seconde couches extérieures étant sensiblement parallèles entre elles, les première et seconde couches extérieures enserrant une couche centrale présentant une structure en nid d'abeille comportant des cloisons s'étendant transversalement de la première couche extérieure vers la seconde couche extérieure, de  
15 manière à former des cavités. Ce dispositif se caractérise en ce que les cloisons de la structure en nid d'abeille de la couche centrale sont réalisées en matériau viscoélastique, et en ce que lesdites cloisons forment, avec les première et seconde couches extérieures, un angle d'inclinaison aigu, par exemple compris entre 10 degrés et 80 degrés.

20                    Ainsi, on diminue l'épaisseurs des panneaux acoustiques tout en conservant la même efficacité. En diminuant les épaisseurs des panneaux acoustiques, on diminue les diamètres des carters. La diminution de ces diamètres permet de diminuer celui de la nacelle dans son ensemble. L'ensemble de ces diminutions de diamètres permet un gain de masse globale  
25 sur l'ensemble du moteur.

Le dispositif selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- les cloisons de la couche centrale sont planes et présentent toutes le  
30 même angle d'inclinaison avec la première et la seconde couches externes, cet angle d'inclinaison étant compris entre 10 degrés et 50 degrés, en étant par exemple un angle aigu entre 10 degrés et 30 degrés.,

- le matériau viscoélastique est une mousse organique,

- le matériau viscoélastique est une mousse métallique,
- chaque cloison de la couche centrale présente une épaisseur comprise entre 3 et 7mm, et préférence de 5mm,
- la couche centrale présente une épaisseur comprise entre 20 et 5 30mm, et de préférence de 25mm,
- les cavités de la couche centrale présentent une profondeur de 40mm.

L'invention a également pour objet un carter externe de module de soufflante comportant un dispositif tel que défini précédemment par exemple prévu pour être disposé immédiatement en amont ou immédiatement en aval 10 de la soufflante en considérant l'amont et l'aval par rapport au flux d'air traversant une turbomachine pourvue d'une soufflante.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un dispositif tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend une étape dans laquelle les cavités sont réalisées dans la couche centrale par perçage 15 d'un panneau de matériau viscoélastique plein.

Le procédé selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- le panneau de matériau viscoélastique présente deux surfaces 20 sensiblement parallèles entre elles, le perçage étant réalisé de manière oblique, de manière à ce que chaque cavité présente une hauteur s'inscrivant dans un plan non perpendiculaire aux surfaces du panneau.

Le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

- fixation d'une première peau en matériau composite sur une première 25 surface du panneau de matériau viscoélastique percé,
- fixation d'une deuxième peau en matériau composite sur une deuxième surface du panneau de matériau viscoélastique percé, et
- réalisation de perforation sur la première peau en matériau composite.

### 30 **Brève description des figures**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui

va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

[Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique et en coupe axiale d'une entrée de moteur d'aéronef, illustrant les zones de traitement acoustique,

5 [Fig. 2] La figure 2 est une vue en perspective d'un exemple de dispositif de de réduction de bruit comportant une couche centrale en nid d'abeille selon l'état de la technique,

[Fig. 3] La figure 3 est une vue en coupe transversale schématique d'une structure en nid d'abeille selon l'état de la technique,

10 [Fig. 4] La figure 4 est une vue en coupe transversale schématique d'une structure en nid d'abeille selon la présente invention.

### **Description détaillée de l'invention**

Sur la figure 1 on voit schématiquement représentée une coupe  
15 d'entrée de turbomachine d'aéronef comportant classiquement, un générateur de gaz 10 entouré d'un carter interne C1, une soufflante 12, une veine primaire 14 et une veine secondaire 16 séparées par un carter intermédiaire C2. La veine primaire 14 est ainsi délimitée par le carter interne C1 et le carter intermédiaire C2. La veine secondaire 16 est délimitée par le carter  
20 intermédiaire C2 et un carter externe C3 de module de soufflante. Ce carter externe C3 fait partie des composants de la nacelle de l'aéronef. Le carter C3 entoure au moins partiellement la soufflante 12.

Comme illustré sur la figure 1, on voit que le carter externe C3 comporte deux zones de traitement acoustique Z1, Z2. La première zone de traitement  
25 acoustique Z1 se situe en amont de la soufflante. La deuxième zone de traitement acoustique Z2 se situe en aval de la soufflante 12. L'amont et l'aval sont définis dans la présente demande selon le sens de circulation des gaz dans la turbomachine.

Une zone de traitement acoustique Z1, Z2 comporte principalement un  
30 panneau acoustique formant dispositif de réduction de bruit 18 (voir figure 2). Ce dispositif 18 présente classiquement une structure en empilement de couches 20, 22, 24.

Les principaux critères permettant un traitement acoustique optimal sont la surface et la distance parcourue par l'onde sonore à atténuer dans une cavité. La plage fréquentielle ciblée s'étend classiquement de 400 à 4KHz pour un moteur du type « *Ultra High By Pass Ratio* » (UHBR) classiquement utilisé par la déposante.

Comme illustré sur la figure 2, le dispositif de réduction de bruit 18 selon l'invention présente une couche centrale 20 formant cœur. Cette couche centrale 20 formant une structure dite en nid d'abeille. Cette couche centrale 20 présente classiquement une épaisseur E d'une cinquantaine de millimètres. Elle est classiquement composé de matériau de type mousse (organique ou métallique) ou autre matériau viscoélastique. Ladite couche centrale 20 est, comme visible sur la figure 2, prise en sandwich entre qu'une première et une seconde peaux 22, 24 en matériau composite carbone ou verre. Ces deux peaux 22, 24 forment respectivement une première et une seconde couches extérieures 22, 24 du dispositif 18. Les première et seconde couches extérieures 22, 24 sont sensiblement parallèles entre elles et ensèrent la couche centrale 20. La structure en nid d'abeille de la couche centrale 20 est réalisée au moyen de cloisons 26 planes, toutes sensiblement parallèles entre elles, s'étendant transversalement de la première couche extérieure 22 vers la seconde couche extérieure 24. Ces cloisons planes 26 sont positionnées au contact les unes des autres, via leurs arêtes, de manière à former, avec les deux peaux 22, 24 des cavités 28 homogènes.

Le dispositif 18 étant intégré à la nacelle de l'aéronef, la première couche extérieure (peau interne) 22 est au contact de l'air circulant à l'intérieur de la veine secondaire 16 et la deuxième couche extérieure (peau externe) 24 est au contact avec l'air circulant autour de la nacelle.

Pour associer la fonction acoustique désirée (réduction de bruit) au dispositif 18 et permettre à l'air circulant dans la veine secondaire 16 de pénétrer la couche centrale 20, on réalise des perforations dans la peau interne 22. Ces ouvertures présentent typiquement un diamètre D de 5mm.

Afin d'obtenir des bonnes performances acoustiques, il est classique d'opter pour un taux de perforation de la peau interne 22 compris entre 5 et 12%. Ce taux est de préférence de l'ordre de 10 %. L'air est ainsi entraîné

dans la couche centrale 20 et le son produit s'en trouve diminué. En effet, les cloisons 26 forment les cavités 28 dites cavités résonnantes. Sous l'effet du passage de l'air, les cloisons 26 desdites cavités 28 vibrent et, si les dimensions sont bien calculées, entrent en résonance.

5 L'accord en fréquence, c'est-à-dire l'optimisation qui permet d'atteindre une dissipation maximale des fréquences à atténuer, se fait majoritairement via modulation du volume des cavités 28 résonnantes. Les caractéristiques géométriques des cloisons 26 sont donc définies en fonction des performances acoustiques ciblées.

10 Classiquement, dans l'état de la technique, les cavités 28 présentent une profondeur P de l'ordre de 40mm pour l'application ciblée, comme visible sur la figure 3. La profondeur P est définie dans la présente demande comme la longueur d'une cloison 26, c'est-à-dire la distance séparant les deux couches extérieures 22, 24 du dispositif 18 selon un axe sensiblement  
15 parallèle auxdites cloisons 26. Dans l'état de la technique (voir figure 3), ces cloisons planes 26 s'étendent perpendiculaires entre les peaux interne et externes 22, 24. La profondeur P des cavités 28 se confond ainsi avec la hauteur du dispositif 18, comme visible sur les figures 2 et 4.

L'invention propose de diminuer l'épaisseur des zones de traitement  
20 acoustique Z1, Z2. Comme visible sur la figure 4, les cloisons 26 ne s'étendent transversalement entre les première et seconde couches extérieures 22, 24. Les cloisons 26 ne s'étendent pas perpendiculairement entre les première et seconde couches extérieures 22, 24. En particulier, les cloisons 26 forment, avec les couches extérieures 22, 24, un angle d'inclinaison aigu  $\alpha$ .

25 Il est évident que tout angle aigu  $\alpha$  entre la première face de la cloison 26 et les couches extérieures 22, 24 implique la présence d'un angle obtus  $\beta$  entre la deuxième face de la cloison 26 et les couches extérieures 22, 24, comme visible sur la figure 4.

30 Les cloisons 26 de la couche centrale 20 présentent ainsi toutes le même angle d'inclinaison  $\alpha$  avec la première et la seconde couches externes 22, 24. Cet angle d'inclinaison  $\alpha$  est aigu, par exemple en étant compris entre 10 degrés et 80 degrés. Des résultats performant sont obtenus en considérant, par exemple, un angle aigu entre 10 degrés et 50 degrés. Les valeurs d'angles

plus proche de 10 degrés que de 50 degrés sont considérées préférentiellement.

Chaque cloison 26 de la couche centrale 20 présente une épaisseur comprise entre 3 et 7mm, et préférence de 5mm. Comme visible sur la figure 4, la couche centrale 20 présente une épaisseur E comprise entre 20 et 30mm, de préférence de 25mm. Toutefois, les cloisons 26 ne forment plus, avec les peaux 22, 24, d'angle droit, l'épaisseur E de la couche centrale 20 ne se confond plus avec la profondeur P des cavités 28. En effet, la profondeur P des cavités 28, c'est-à-dire la longueur des cloisons 26, est toujours sensiblement de 40mm. Les caractéristiques acoustiques du dispositif 18 n'ont donc pas été modifiées bien que la hauteur globale du dispositif 18 aie été réduite d'un facteur de l'ordre de 1,6. On conserve donc un équivalent de réduction de bruit dans une épaisseur E amoindrie. Ceci permet également de réduire le diamètre du carter externe C3 de soufflante et donc la nacelle de l'aéronef. La réduction en taille de la nacelle de l'aéronef permet de diminuer la traînée et la masse dudit aéronef.

La structure en nid d'abeille de la couche centrale 20 est réalisée en matériau viscoélastique. Ce matériau viscoélastique peut, par exemple être une mousse organique ou une mousse métallique.

Cette structure en nid d'abeille inclinée est obtenue au moyen d'un procédé appliqué sur un panneau de matériau viscoélastique (mousse organique ou métallique, par exemple) plein. Ce panneau plein présente deux surfaces sensiblement parallèles entre elles. La hauteur du panneau plein est sensiblement de 25mm. Le panneau plein est destiné à former la couche centrale 20.

Le matériau viscoélastique peut comprendre un polymère. Un exemple de polymère peut être un polyuréthane, un polyester, un polyépoxyde, un polypropylène, ou encore un polyméthacrylimide.

Les mousses viscoélastiques (notamment en polymère) peuvent résister (maintenir leurs formes) à des températures comprises entre 100°C et 200°C. Le module élastique peut être compris entre 70 et 200 Mpa (sous ISO 527-2).

Le procédé comporte ici cinq étapes listées ci-dessous :

- réalisation des cavités 28 de la couche centrale 20 par perçage oblique dans le panneau plein,

- fixation d'une première peau 22 en matériau composite sur la première surface du panneau percé,

5 - fixation d'une deuxième peau 24 en matériau composite sur la deuxième surface du panneau de matériau percé, et

- réalisation de perforation sur la première peau en matériau composite 22.

10 Le perçage du panneau plein est réalisé de manière oblique, de manière à ce que chaque cavité 28 présente une hauteur s'inscrivant dans un plan non perpendiculaire aux surfaces du panneau.

L'étape de perçage peut être réalisée au moyen de canons de perçages pouvant servir de guide afin de respecter l'angle d'inclinaison  $\alpha$  choisi.

15 La profondeur P des perçages réalisés est basée sur la longueur équivalente aux performances de l'application attendue, ici 40mm.

Ainsi, grâce à ce procédé de perçage de mousse, la personne du métier a une très grande liberté dans le choix à la fois de l'angle d'inclinaison  $\alpha$  et de la longueur des cloisons 26. En effet, une fois le modèle acoustique modélisé, le perçage du panneau peut être réalisé facilement avec une précision  
20 satisfaisante. Le procédé selon la présente invention permet de s'affranchir des difficultés liées à l'assemblage d'une structure en nid d'abeille inclinée. Il ne reste ensuite plus qu'à ajouter les couches extérieures 22, 24 et à perforer la couche extérieure interne 22 et le dispositif 18 est fonctionnel. On observe ainsi, en plus du gain de place grâce à la hauteur des panneaux, du gain de  
25 masse grâce au diamètre réduit du carter externe, du gain en masse et en traînée de l'aéronef grâce à la diminution des surfaces externes de la nacelle, un gain de temps lors de la fabrication du dispositif 18.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif (18) de réduction de bruit pour une turbomachine d'aéronef, ce dispositif présentant une structure en empilement de couches (20, 22, 24),  
5 de manière à ce qu'une première et une seconde peaux (22, 24) en matériau composite forment une première et une seconde couches extérieures (22, 24), les première et seconde couches extérieures (22, 24) étant sensiblement parallèles entre elles, les première et seconde couches extérieures (22, 24) enserrant une couche centrale (20) présentant une structure en nid d'abeille  
10 comportant des cloisons (26) s'étendant transversalement de la première couche extérieure (22) vers la seconde couche extérieure (24), de manière à former des cavités (28),  
**caractérisé en ce que** les cloisons (26) de la structure en nid d'abeille de la couche centrale (20) sont réalisées en matériau viscoélastique, et en ce que  
15 lesdites cloisons (26) forment, avec les première et seconde couches extérieures (22, 24), un angle d'inclinaison aigu ( $\alpha$ ).
2. Dispositif (18) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les cloisons (26) de la couche centrale (20) sont planes et présentent toutes le même angle d'inclinaison ( $\alpha$ ) avec la première et la seconde couches  
20 externes (22, 24), cet angle d'inclinaison ( $\alpha$ ) étant compris entre 10 degrés et 50 degrés.
3. Dispositif (18) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau viscoélastique est une mousse organique.
4. Dispositif (18) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2,  
25 caractérisé en ce que le matériau viscoélastique est une mousse métallique.
5. Dispositif (18) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque cloison (26) de la couche centrale (20) présente une épaisseur comprise entre 3 et 7mm, et préférence de 5mm.
6. Dispositif (18) selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
30 caractérisé en ce que la couche centrale (20) présente une épaisseur (E) comprise entre 20 et 30mm, et de préférence de 25mm.

7. Dispositif (18) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les cavités (28) de la couche centrale (20) présentent une profondeur (P) de 40mm.
8. Procédé de fabrication d'un dispositif (18) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape dans laquelle les cavités (28) sont réalisées dans la couche centrale (20) par perçage d'un panneau de matériau viscoélastique plein.
9. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le panneau de matériau viscoélastique présente deux surfaces sensiblement parallèles entre elles, le perçage étant réalisé de manière oblique, de manière à ce que chaque cavité (28) présente une hauteur s'inscrivant dans un plan non perpendiculaire aux surfaces du panneau.
10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le procédé comporte en outre les étapes suivantes :
- fixation d'une première peau (22) en matériau composite sur une première surface du panneau de matériau viscoélastique percé,
  - fixation d'une deuxième peau (24) en matériau composite sur une deuxième surface du panneau de matériau viscoélastique percé, et
  - réalisation de perforation sur la première peau (22) en matériau composite.

Fig. 1

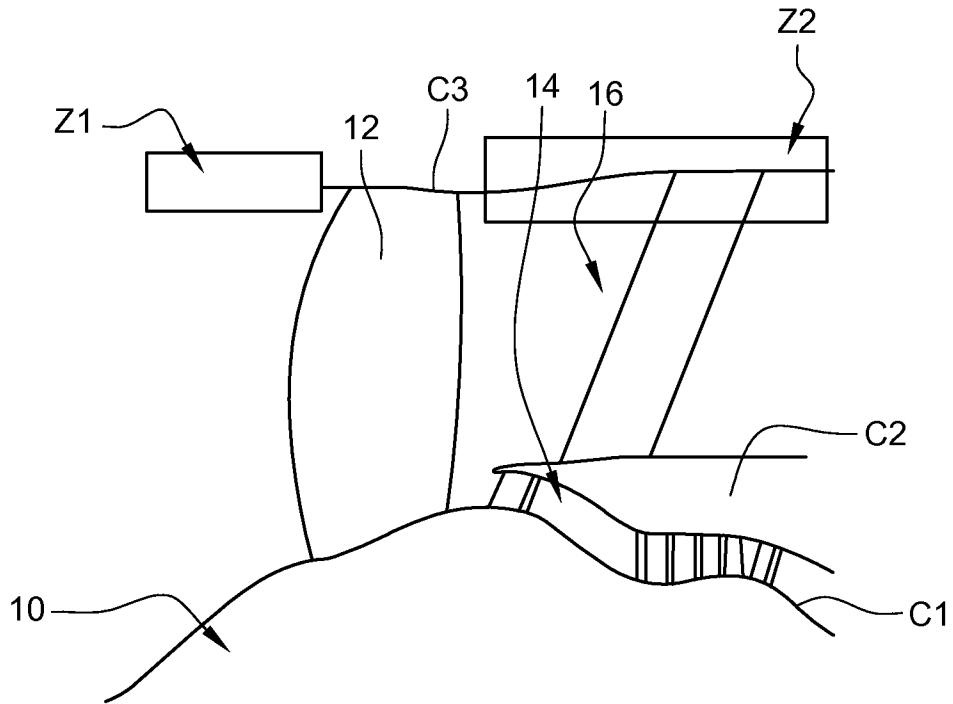
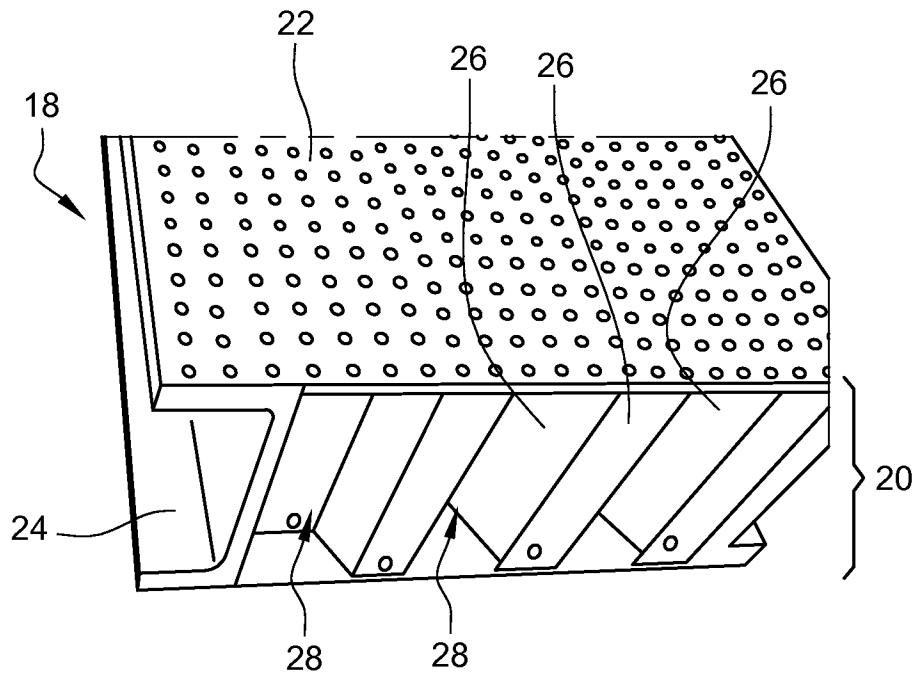
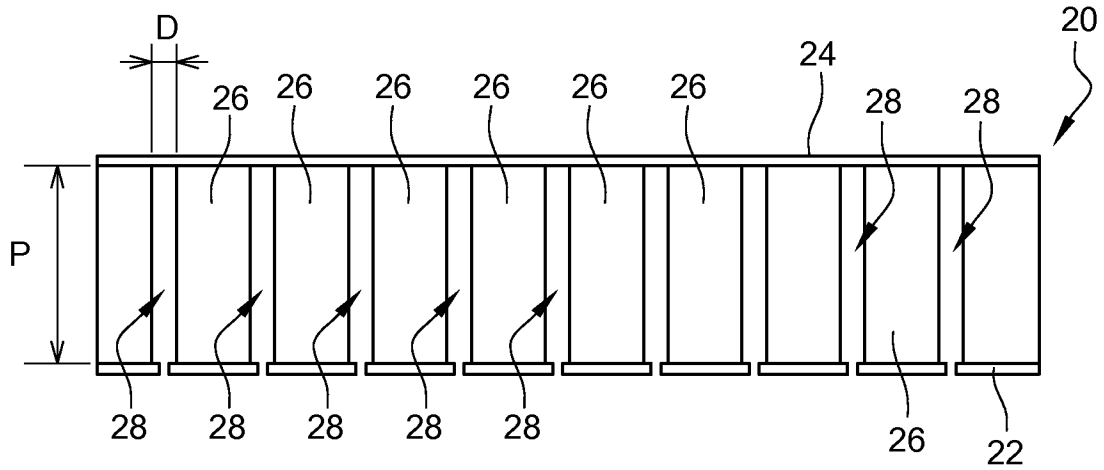


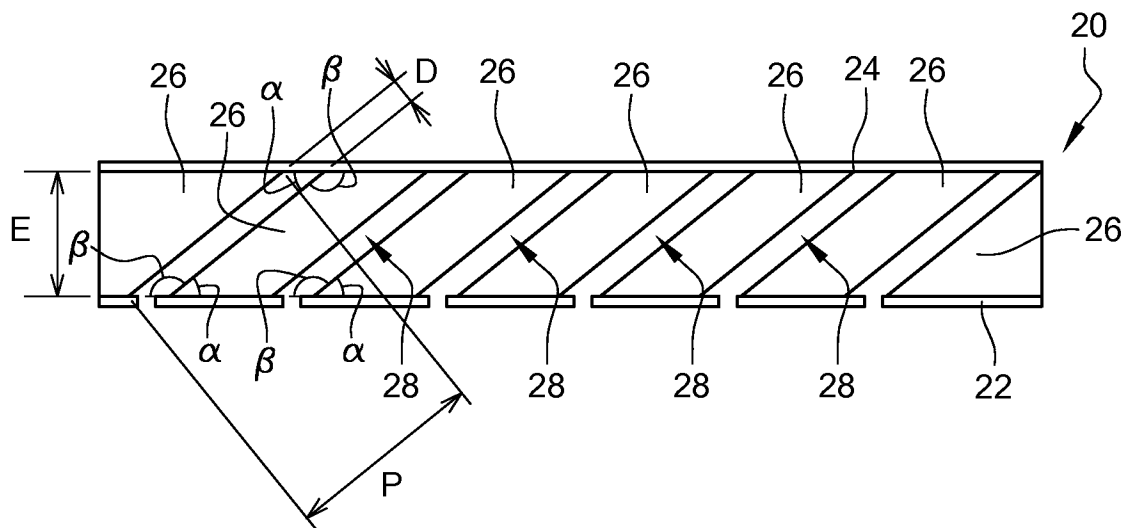
Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2020/050078**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>F02C 7/045</i> (2006.01)i; <i>F02K 1/82</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02C; F02K  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2938014 A1 (AIRCELLE SA [FR]) 07 May 2010 (2010-05-07) page 4, line 15 - page 5, line 3 page 7, lines 15-25 figure 3	1-10
A	FR 3012067 A1 (ROHR INC [US]) 24 April 2015 (2015-04-24) page 5, line 11 - page 7, line 4 page 8, line 10 page 9, line 20 figures 1-5	2,6,7
A	FR 2220079 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 27 September 1974 (1974-09-27) page 1, line 1 - page 4, line 18 figure 1	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>12 May 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>25 May 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Gebker, Ulrich</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2020/050078**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
FR	2938014	A1	07 May 2010	NONE	
FR	3012067	A1	24 April 2015	CN 104564353 A	29 April 2015
				FR 3012067 A1	24 April 2015
				US 2015110603 A1	23 April 2015
FR	2220079	A1	27 September 1974	BE 811756 A	01 July 1974
				CA 1001960 A	21 December 1976
				DE 2409371 A1	05 September 1974
				FR 2220079 A1	27 September 1974
				GB 1456302 A	24 November 1976
				IT 1007394 B	30 October 1976
				JP S5024615 A	15 March 1975
				US 3850261 A	26 November 1974

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050078

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02C7/045 F02K1/82 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02C F02K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 938 014 A1 (AIRCELLE SA [FR]) 7 mai 2010 (2010-05-07) page 4, ligne 15 - page 5, ligne 3 page 7, lignes 15-25 figure 3	1-10
A	----- FR 3 012 067 A1 (ROHR INC [US]) 24 avril 2015 (2015-04-24) page 5, ligne 11 - page 7, ligne 4 page 8, ligne 10 page 9, ligne 20 figures 1-5	2,6,7
A	----- FR 2 220 079 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 27 septembre 1974 (1974-09-27) page 1, ligne 1 - page 4, ligne 18 figure 1 -----	1
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  12 mai 2020	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  25/05/2020	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Gebker, Ulrich	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050078

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2938014	A1	07-05-2010	AUCUN	
-----				
FR 3012067	A1	24-04-2015	CN 104564353 A	29-04-2015
			FR 3012067 A1	24-04-2015
			US 2015110603 A1	23-04-2015
-----				
FR 2220079	A1	27-09-1974	BE 811756 A	01-07-1974
			CA 1001960 A	21-12-1976
			DE 2409371 A1	05-09-1974
			FR 2220079 A1	27-09-1974
			GB 1456302 A	24-11-1976
			IT 1007394 B	30-10-1976
			JP S5024615 A	15-03-1975
			US 3850261 A	26-11-1974
-----				