



(43) Date de la publication internationale
2 février 2017 (02.02.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/017368 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C04B 35/80 (2006.01) **F02C 7/24** (2006.01)
B64D 33/02 (2006.01) **G10K 11/00** (2006.01)
F02C 7/045 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/051935

(22) Date de dépôt international :
25 juillet 2016 (25.07.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
15/57094 24 juillet 2015 (24.07.2015) FR

(71) Déposant : **SAFRAN NACELLES** [FR/FR]; Route du Pont 8, 76700 Gonfreville L'Orcher (FR).

(72) Inventeurs : **DELEHOUZE, Arnaud**; 63 route des sports, 76430 Sainneville sur Seine (FR). **SENTIS, Sylvain**; 77 rue de la laiterie, 76610 Le Havre (FR). **DESJOYEUX, Bertrand**; 3 Rue Eustache Libert, 76310 Sainte Adresse (FR).

(74) Mandataire : **CABINET GERMAIN & MAUREAU**; 31-33 rue de la Baume, 75008 Paris (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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))

(54) Title : POROUS CERAMIC MATERIAL OBTAINED BY WEAVING AND ACOUSTIC PANEL COMPRISING SUCH A MATERIAL

(54) Titre : MATÉRIAU CÉRAMIQUE POREUX OBTENU PAR TISSAGE ET PANNEAU ACOUSTIQUE COMPORTANT UN TEL MATÉRIAU

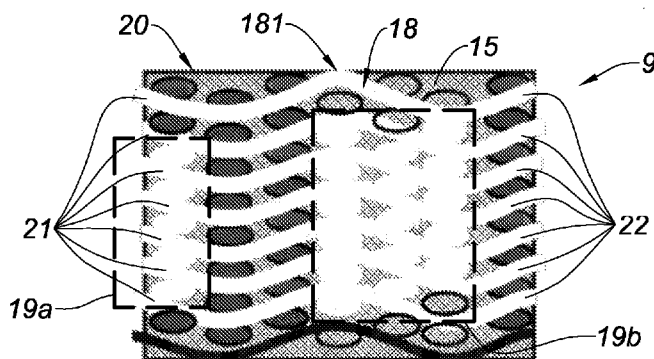


Fig. 8

(57) Abstract : The invention relates to a porous body (9) made from a ceramic-matrix composite material and intended for an acoustic attenuation panel, comprising: a plurality of interwoven ceramic fibres (13), a metal oxide matrix (15), and a plurality of interconnected channels (17, 18, 22) interwoven with said ceramic fibres, said channels defining at least one cavity (19a, 19b, 21, 23, 25). The porous body of the invention is characterised in that at least one channel (17) is wrapped around a ceramic fibre (13) and/or in that at least one ceramic fibre (13) and at least one channel (17) are mutually twisted. The invention also relates to an acoustic attenuation panel comprising such a porous body and an aircraft propulsion unit including such a panel. The invention also relates to a method for producing a porous body made from a ceramic-matrix composite material.

(57) Abrégé : Matériau céramique poreux obtenu par tissage et panneau acoustique comportant un tel matériau L'invention concerne un corps poreux (9) en matériau composite à matrice céramique pour panneau d'atténuation acoustique, comprenant: -une pluralité de fibres céramiques (13) entrelacées, -une matrice en oxyde métallique (15), et -une pluralité de canaux (17, 18,

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/017368 A1



22) entrelacés avec lesdites fibres céramiques et interconnectés entre eux, lesdits canaux définissant au moins une cavité (19a, 19b, 21, 23, 25). Le corps poreux de l'invention est remarquable en ce qu'au moins un canal (17) est guipé autour d'une fibre céramique (13) et/ou en ce qu'au moins une fibre céramique (13) et au moins un canal (17) sont torsadés entre eux. L'invention concerne également un panneau d'atténuation acoustique comportant un tel corps poreux et un ensemble propulsif d'aéronef comprenant un tel panneau. L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'un corps poreux en matériau composite à matrice céramique.

Matériau céramique poreux obtenu par tissage et panneau acoustique comportant un tel matériau

La présente invention concerne le domaine des panneaux d'atténuation acoustique notamment destinés à équiper les zones chaudes d'éjection des gaz d'un turboréacteur d'aéronef.

L'invention concerne plus spécifiquement un corps poreux en matériau composite à matrice céramique pour panneau d'atténuation acoustique. L'invention se rapporte également à un panneau d'atténuation acoustique comportant un tel corps poreux, et à un ensemble propulsif d'aéronef comprenant un tel panneau. L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'un corps poreux en matériau composite à matrice céramique.

Comme cela est connu en soi, les surfaces aérodynamiques à proximité de l'éjection des gaz chauds d'un turboréacteur et qui guident les écoulements aérodynamiques sont soumises à températures élevées pouvant atteindre 600°C à 1000°C.

Pour contribuer à la réduction du bruit émis par le turboréacteur en fonctionnement, ces surfaces sont également pourvues de dispositifs d'atténuation acoustique sous forme de surfaces poreuses associées à des cavités résonantes.

De telles pièces sont généralement réalisées en structures métalliques notamment à base d'alliage de Titane ou de Nickel, ce qui les rend lourdes.

De telles pièces peuvent être réalisées à l'aide de sandwichs en composites à matrice céramique comme par exemple selon le document WO 2014/118216. Mais ces procédés sont très onéreux notamment à cause des opérations de densification en phase vapeur.

La présente invention vise à pallier les inconvénients de l'art antérieur, et se rapporte à cet effet à un corps poreux en matériau composite à matrice céramique pour panneau d'atténuation acoustique, comprenant :

- une pluralité de fibres céramiques entrelacées,
- une matrice céramique, et
- une pluralité de canaux entrelacés avec lesdites fibres céramiques et interconnectés entre eux, lesdits canaux définissant au moins une cavité, remarquable en ce qu'au moins un canal est guipé autour d'une fibre céramique et/ou en ce qu'au moins une fibre céramique et au moins un canal sont torsadés entre eux.

Selon des caractéristiques optionnelles du corps poreux selon l'invention :

- les canaux sont orientés suivant différentes directions, notamment dans le sens trame et/ou dans le sens chaîne des fibres céramiques ;

- au moins une fibre céramique présente un titre compris entre 50 grammes/1000 mètres et 2500 grammes/1000 mètres pour des densités comprises
5 entre 2,2 et 4 ;

- au moins un canal présente une section ovoïde de petit axe compris entre 0,05 mm et 5 mm et de grand axe compris entre 0,05 mm et 10 mm ;

- le taux volumique des canaux du corps poreux est compris entre 2% et 95% dudit corps, préférentiellement entre 50% et 90% ;

10 - le corps poreux selon l'invention comprend au moins une surface aéro-acoustique et au moins un canal interconnecté à au moins une cavité avec ladite au moins une surface aéro-acoustique.

La présente invention concerne également un panneau d'atténuation acoustique, comprenant :

15 - une couche interne,
- une couche externe présentant une perméabilité acoustique et destinée à entrer en contact avec un flux d'air à atténuer acoustiquement,
- une couche intermédiaire entre les couches interne et externe,
ledit panneau étant remarquable en ce qu'au moins l'une des couches intermédiaire
20 ou externe comprend un corps poreux selon l'invention.

Dans une première variante, le panneau d'atténuation acoustique de l'invention est remarquable en ce que les couches externe et interne appartiennent au corps poreux selon l'invention.

25 Dans une seconde variante, le panneau d'atténuation acoustique de l'invention comprend :

- une couche interne,
- une couche intermédiaire alvéolaire, et une couche externe adjacente à la couche intermédiaire alvéolaire et présentant une perméabilité acoustique, destinée à entrer en contact avec un flux d'air à atténuer acoustiquement,
30 ledit panneau étant remarquable en ce que ladite couche externe comprend un corps poreux selon l'invention.

L'invention concerne en outre un procédé de fabrication d'un corps poreux en matériau composite à matrice céramique comprenant les étapes suivantes visant à :

35 - tisser une préforme au moyen de fibres céramiques et de fibres en matériau fugitif de façon à ce que :

- au moins une fibre de céramique et au moins une fibre de matériau fugitif sont torsadées entre elles, et/ou
 - au moins une fibre de matériau fugitif est guipée autour d'une fibre de céramique ;
- 5 - draper la préforme sur un outillage ;
- procéder au frittage de l'ensemble, à une température permettant d'éliminer les fibres de matériau fugitif, de façon à former une pluralité de canaux entrelacés avec les fibres céramiques et interconnectés entre eux, lesdits canaux définissant au moins une cavité.
- 10 Selon une caractéristique optionnelle du procédé de fabrication de l'invention, la préforme comprend :
- une pluralité de fibres de chaîne dont au moins une desdites fibres est une fibre de céramique de chaîne et au moins une desdites fibres est une fibre de matériau fugitif, et/ou
- 15 - une pluralité de fibres de trame dont au moins une desdites fibres est une fibre de céramique de trame et au moins une desdites fibres est une fibre de matériau fugitif.
- Selon des caractéristiques optionnelles, le procédé comporte, après l'étape de drapage et avant l'étape de frittage, les étapes de :
- 20 - disperser des poudres de céramique entre les fibres céramiques et les fibres en matériau fugitif, ou infiltrer des poudres de céramique ou une matrice précéramique entre les fibres céramiques et les fibres en matériau fugitif au moyen d'un média liquide ;
- sécher et/ou polymériser l'ensemble constitué par la préforme et par les
- 25 poudres de céramique ou la matrice précéramique.
- Selon des caractéristiques optionnelles, le procédé comporte, avant l'étape de drapage, l'étape d'imprégner les fibres céramiques de céramique ou de matrice précéramique.
- Selon des caractéristiques optionnelles, la préforme est réalisée
- 30 partiellement ou entièrement par dépose de fibres céramiques et de fibres de matériau fugitif par mise en œuvre d'un procédé de drapage automatisé.
- Le matériau fugitif des fibres de matériau fugitif comporte :
- un ou plusieurs matériaux choisis parmi les matières plastiques thermoplastiques et les matières plastiques thermodurcissables, ou
- 35 - un métal à bas point de fusion, en particulier inférieur à la température de frittage, tel que le plomb, l'étain l'aluminium.

L'invention se rapporte également à un ensemble propulsif d'aéronef (c'est-à-dire l'ensemble formé par un turboréacteur équipé d'une nacelle, l'ensemble pouvant inclure le mât moteur), l'ensemble propulsif comprenant au moins un panneau d'atténuation acoustique tel que défini ci-dessus et/ou obtenu par le
5 procédé défini ci-dessus.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen des figures ci-annexées dans lesquelles :

- la figure 1 illustre de façon schématique un panneau d'atténuation
10 acoustique selon l'invention ;
- la figure 2a est une vue en coupe transversale du panneau d'atténuation acoustique de la figure 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2b est une vue en coupe transversale du panneau
15 d'atténuation acoustique de la figure 1 selon un second mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2c est une vue en coupe transversale du panneau d'atténuation acoustique de la figure 1 selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 est une vue isométrique d'un corps poreux selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue isométrique d'une préforme tissée destinée à former un corps poreux selon l'invention ;
- la figure 5 illustre une variante de disposition d'une fibre en matériau fugitif et d'une fibre céramique ;
- la figure 6 illustre une autre variante de disposition d'une fibre en
25 matériau fugitif et d'une fibre céramique ;
- les figures 7 à 10 sont des vues en coupe selon les lignes VII-VII, VIII-VIII, IX-IX et X-X de la figure 3.

Sur l'ensemble des figures, des références identiques ou analogues
30 représentent des organes ou ensembles d'organes identiques ou analogues.

On se réfère aux figures 1, 2a, 2b et 2c. Le panneau d'atténuation acoustique 1 peut équiper un ou plusieurs composants d'une nacelle de turboréacteur d'aéronef. Le panneau d'atténuation acoustique peut notamment être installé sur tout composant situé dans une zone chaude d'un ensemble propulsif, comme par
35 exemple le cône d'éjection (« plug » en terminologie anglo-saxonne) des gaz chauds du turboréacteur, la structure interne fixe de la nacelle (IFS pour « inner fixed

structure » ou IFD pour « inner fixed duct » en terminologie anglo-saxonne) qui canalise le flux secondaire autour du corps chaud du moteur, le conduit mélangeur de flux (MFN pour « mixed fan nozzle » en terminologie anglo-saxonne) et plus généralement tout composant de l'ensemble propulsif (incluant le turboréacteur, la nacelle, et le mât moteur) destiné à atténuer un niveau de bruit et en zone chaude – c'est-à-dire exposée à des température supérieure à 300°C.

Le panneau d'atténuation acoustique 1 comprend une couche externe 3 qui entre en contact avec un flux d'air à atténuer acoustiquement lorsque le panneau équipe un composant de nacelle, une couche intermédiaire 7 destinée à absorber l'énergie acoustique, et une couche interne 11 imperméable acoustiquement essentiellement constituée d'une surface étanche empêchant la propagation libre des ondes et positionnée de sorte à prendre la couche intermédiaire 7 en sandwich avec la couche externe 3.

La figure 2a montre en coupe une première configuration de panneau d'atténuation acoustique selon l'invention, comportant une couche externe 3 présentant une perméabilité acoustique obtenue grâce à une pluralité de perforations 5, communiquant avec la couche intermédiaire 7 constituée d'un corps poreux 9 selon l'invention réalisant l'atténuation acoustique du panneau.

La figure 2b montre une alternative de panneau d'atténuation acoustique selon l'invention comprenant une couche interne 11 et une couche externe adjacente à ladite couche interne, entrant en contact avec un flux d'air à atténuer acoustiquement lorsque le panneau équipe un composant de nacelle et présentant une perméabilité acoustique obtenue grâce au corps poreux 9 selon l'invention, réalisant l'atténuation acoustique du panneau. La nature et les caractéristiques de la perméabilité changeant selon l'épaisseur, la couche externe 3 en contact direct avec le flux acoustique présente une porosité et une perméabilité spécifiques permettant de capter une partie du flux acoustique. La couche intermédiaire 7 présente quant à elle une porosité destinée à amortir l'onde acoustique.

La figure 2c montre une autre alternative de panneau d'atténuation acoustique selon l'invention dans lequel le corps poreux 9 forme la couche externe 3 d'épaisseur proche de la surface et dont la perméabilité est choisie de sorte à capturer le flux acoustique.

On se réfère à la figure 3 illustrant le corps poreux 9 équipant le panneau 1. Plus particulièrement, la figure 3 et les figures 7 à 10, décrivent un matériau tissé propre à réaliser la variante selon la figure 2b de corps poreux selon l'invention.

Le corps poreux 9 est du type en matériau composite à matrice céramique, par exemple une matrice céramique à base d'oxyde métallique. Avantageusement, la matrice peut comprendre au moins deux matériaux céramiques différents. On adapte ainsi les caractéristiques locales de la matrice suivant les
5 contraintes.

Le corps poreux 9 comprend une pluralité de fibres céramiques 13 pouvant être non limitativement constituées par un matériau à base d'oxyde métallique, d'alumine, d'aluminosilicates chargés ou non, d'oxydes d'alcalins, d'alcalino-terreux ou de zircone.

10 Le corps poreux 9 comprend des fibres céramiques de chaîne 13a et des fibres céramiques de trame 13b.

Le corps poreux 9 comprend une matrice 15 (visible aux figures 7 à 10) liant les fibres céramiques entre elles, obtenue par frittage de poudres d'oxydes métalliques, d'alumines ou d'aluminosilicates chargés ou non.

15 Selon l'invention, le corps poreux 9 comprend une pluralité de canaux 17 ou tunnels, entrelacés avec les fibres céramiques 13. Les canaux 17 sont interconnectés entre eux. Le réseau de canaux 17 interconnectés entre eux définit une ou plusieurs cavités ou volumes cavernaux conférant la porosité voulue au corps 9. La porosité conférée au corps 9 par les canaux 17 permet d'atténuer le bruit lorsque
20 le corps constitue ou fait partie d'un panneau acoustique.

En référence à la variante de panneau acoustique selon la figure 2b ou 2c, le corps poreux 9 comprend une pluralité de canaux 18 agencés de façon à communiquer avec la surface supérieure 20 du corps poreux 9 au niveau de surfaces 181 dites « aéro-acoustiques ». Ces surfaces aéro-acoustiques 181 constituent des
25 ouvertures du matériau poreux avec le flux acoustique à atténuer et réalisent via les canaux 18 des interconnexions avec les canaux 17 du corps poreux 9 et avec la face supérieure 20 du corps poreux 9. Les canaux 17 et 18 sont obtenus par le procédé de fabrication selon l'invention décrit ci-dessous.

Le procédé de fabrication du corps poreux selon l'invention comprend
30 une première étape visant à tisser une préforme 90. La préforme 90 est représentée à la figure 4. La préforme 90 est obtenue par un procédé de tissage tressage connu de l'homme du métier, grâce à un métier à tisser non représenté.

La préforme 90 tissée comprend des fibres céramiques de chaîne 13a et des fibres céramiques de trame 13b.

35 Le terme « fibres de céramiques » définit ici des mèches constituées par un ensemble de filaments, le nombre de filaments par mèche étant compris entre 200

et 10000 filaments environ. Pour des oxydes métallique dont la densité varie entre 2,2 et 4 on choisit préférentiellement des fibres céramique dont le titre est compris entre 50 grammes/1000 mètres et 2500 grammes/1000 mètres, présentant de bonnes propriétés de tissage. Par exemple, pour des fibres d'oxyde d'alumine on peut utiliser

5 des fibres produites pas la société 3M et commercialisées sous les dénominations commerciales Nextel. On pourra utiliser des fibres de différents grades ayant différentes densités, telles que Nextel 312 de densité 2.7, Nextel 440 de densité 3.05, Nextel 550 de densité 3.03, Nextel 610 de densité 3.9, Nextel 720 de densité 3.4.

Selon l'invention, les fibres céramiques 13 de la préforme sont

10 entrelacées avec des fibres 170 d'un matériau dit « fugitif ». Les fibres de matériau fugitif 170 sont interconnectées entre elles.

Dans la présente demande on entend par « matériau fugitif » un matériau apte à être au moins partiellement, et de préférence totalement éliminé par traitement thermique au cours de la mise en œuvre du procédé de fabrication du

15 corps poreux. Au cours du traitement thermique appliqué, l'action de la température entraîne l'élimination des fibres de matériau fugitif, notamment par oxydation, combustion, fusion, évaporation, ou sublimation.

Le terme « fibre de matériau fugitif » définit une mèche constituée de plusieurs filaments de matériau fugitif. Le terme « fibre de matériau fugitif » peut

20 également définir une mèche constituée de monofilaments.

Une fibre de matériau fugitif 170 peut, à titre d'exemple non limitatif, être constituée par un ou plusieurs matériaux non miscibles avec les poudres d'oxydes métalliques, d'alumines ou d'aluminosilicates chargés ou non constituant la matrice du corps poreux (après frittage de ces poudres). Le matériau fugitif est choisi de façon

25 à être détruit lors de l'étape de frittage des poudres. A titre d'exemple, le matériau fugitif comporte un ou plusieurs matériaux choisis parmi les matières plastiques thermoplastiques (telles que le polyéthylène), les matières plastiques thermodurcissables (par exemple à base d'époxy), et les métaux à bas point de fusion (par exemple à base d'aluminium, d'étain ou de plomb).

Une fibre de matériau fugitif 170 peut également être constituée par un assemblage de métaux présentant un point de fusion inférieur ou égal à la température appliquée pour le frittage des poudres. Ces matériaux peuvent être des alliages à base de plomb, d'étain ou d'aluminium. Dans le cas de fibres métalliques, celles-ci sont choisies de section limitée, pour pouvoir être suffisamment souples pour

35 être tissées ou drapées avec les fibres céramique. La fibre de matériau fugitif est alors

détruite, lorsque l'élévation de température de l'ensemble en vue du frittage des poudres est opérée, lorsque la température de fusion du matériau fugitif est atteinte.

La préforme du panneau acoustique selon l'invention peut également être obtenue par dépose de fibres à l'aide d'une machine selon les procédés connus de drapage automatique (notamment les procédés connus sous le nom de AFP pour « Automated Fibre Placement »), ou d'enroulement filamenteux, la machine pouvant alors déposer suivant différentes orientations et séquences d'empilements et de croisements et à l'aide de dispositifs adaptés, des fibres céramiques et/ou des fibres en matériau fugitif ou les variantes de combinaisons entre fibres céramiques et fibres en matériau fugitif.

Ainsi selon l'invention, on obtient un composite céramique poreux à fibres céramiques, dont les fibres céramiques sont continues au sein de la structure poreuse ou caverneuse. Le matériau composite réalisé a alors une tenue structurale qui est directement dépendante de l'entrelacement des fibres entre elles

A la différence des procédés conventionnels dans lesquels les ouvertures acoustiques sont créées par perforation mécanique et enlèvement de matière, et donc par sectionnement des fibres autour des alésages acoustiques, la présente invention permet de conserver les fibres continues tout en offrant une porosité acoustique. Ainsi, la structure selon l'invention ne présente pas de fibres interrompues ou sectionnées à proximité des bords libres des trous acoustiques (qui sont habituellement des zones de début de fissuration). La structure selon l'invention est donc plus robuste que les structures connues.

Comme illustré à la figure 4, les fibres céramiques ou de matériau fugitif de la préforme présentent une section sensiblement ovoïde. Le petit axe de l'ovoïde peut être compris entre 0,05 mm et 5 mm et le grand axe peut être compris entre 0,05 mm et 10 mm.

Bien sûr, toute autre forme de section peut être envisagée, telle qu'une section circulaire, elliptique, rectangulaire, etc.

Les fibres de matériau fugitif 170 peuvent être disposées de façon sensiblement colinéaire aux fibres de chaîne 13a et/ou aux fibres de trame 13b, c'est-à-dire qu'elles sont tissées ou disposées selon des directions similaires aux directions de tissage et de dépose que les fibres céramiques auxquelles elles sont associées. .

Selon une autre variante représentée à la figure 5, une fibre de matériau fugitif 170 peut être guipée autour d'une fibre céramique 13, c'est-à-dire qu'une fibre de matériau fugitif définit une spirale autour d'une fibre céramique 13. Préférentiellement on choisit d'une part une section de mèche de fibres céramiques

comprise entre $0,2 \text{ mm}^2$ et 10 mm^2 , d'autre part une section de canal guipé autour de la fibre céramique compris entre $0,02 \text{ mm}^2$ à $0,5 \text{ mm}^2$, et d'autre part encore, un rapport d'enroulement 1 tour pour 1,5 fois la section de canal guipé, à 1 tour pour 3 fois la largeur de canal guipé. Pour une couche de tissu réalisé avec de telles fibres

5 guipées, on obtient des canaux de faibles sections, et des porosités généralement inférieures à 15%, voir inférieures à 5%. Cette configuration est particulièrement intéressante pour créer des couches acoustiquement perméables telles que la couche externe 3 du panneau acoustique selon l'invention. Elle offre une ouverture acoustique adaptée, avec des petits orifices, ce qui pénalise moins la performance

10 aérodynamique des surfaces soumises à tel flux. Cette configuration peut aussi être utilisée au niveau de la couche intermédiaire 7 du panneau acoustique selon l'invention pour créer une couche intermédiaire interne à très fine perméabilité, par exemple pour créer un atténuateur à double capacité d'atténuation. Cette disposition peut être réalisée sur tout ou partie des fibres de la préforme.

15 Selon une autre variante représentée à la figure 6, une fibre céramique 13 et une fibre de matériau fugitif 170 peuvent être torsadées entre elles. Préférentiellement on choisit d'une part un rapport de section entre la mèche de fibres céramique et la cavité torsadé compris entre 0,5 et 2, d'autre part une section de fibre céramique comprise entre $0,2 \text{ mm}^2$ et 10 mm^2 , et d'autre part encore, un

20 rapport de torsade compris entre 3 tours par mètre et 50 tours par mètre. On peut également combiner dans l'ensemble torsadé une ou plusieurs fibres céramiques avec une ou plusieurs cavités torsadées. Cette disposition permet notamment de produire une porosité plus diffuse ou continue dans une même unité de volume et une répartition de fibres et de porosités plus diffuse ou continue dans une même unité de

25 volume. Pour une même unité de volume, le nombre de mèches indépendantes utilisées pour réaliser le tissage ou le drapage de la préforme s'en trouve également réduit, ce qui réduit les coûts d'obtention de la préforme.

Cette disposition peut être réalisée sur tout ou partie des fibres de la préforme.

30 La section ou la disposition du matériau fugitif 170 de la préforme 90 confère aux canaux 17 la même section ou disposition dans le corps poreux 9 lorsque les fibres de matériau fugitif 170 sont éliminées.

Lorsque l'étape de tissage de la préforme 90 est accomplie, le procédé de fabrication du corps poreux selon l'invention comprend une deuxième étape visant à

35 draper la préforme 90 sur un outillage.

En variante des deux étapes précédentes, les fibres céramiques et les fibres en matériau fugitifs sont drapées par procédé de dépose de fibre ou d'enroulement filamentaire, directement sur l'outillage ou sur une forme spécifique pour être ensuite disposées sur l'outillage de moulage.

- 5 La troisième étape du procédé de l'invention consiste ensuite à disperser des poudres d'oxydes métalliques entre les fibres céramiques et les fibres en matériau fugitif.

En variante, la troisième étape du procédé de fabrication peut consister à infiltrer des poudres d'oxydes métalliques entre les fibres céramiques et les fibres en
10 matériau fugitif au moyen d'un média liquide.

En variante l'étape consistant à disperser la matrice dans les différents interstices des fibres est réalisée avant le drapage de la préforme. On dit alors que les fibres sont « préimprégnées », la matrice étant à ce stade sous forme de poudres de céramique, de poudre de céramique en solution ou de solutions de précéramiques.

- 15 Une quatrième étape du procédé de fabrication de l'invention consiste à sécher l'ensemble constitué par la préforme et par les poudres de céramique ou la solution précéramique.

La consolidation du matériau composites céramique selon l'invention est enfin réalisée en chauffant l'ensemble jusqu'à une température de frittage des
20 constituants de la matrice céramique ou précéramique. La température de frittage est typiquement comprise entre 1000° Celsius et 1600° Celsius, plus particulièrement entre 1200 et 1300° Celsius. Cela permet de consolider la matrice et de lier les fibres céramiques entre elles via la matrice.

Par ailleurs, le procédé de l'invention comprend une étape consistant à
25 éliminer les fibres de matériau fugitif de façon à former une pluralité de canaux entrelacés avec les fibres céramiques et interconnectés entre eux, lesdits canaux définissant au moins une cavité.

Cette étape est réalisée soit lors du frittage de l'ensemble lorsque les fibres de matériau fugitif sont constituées par un assemblage de polymères tels que
30 ceux précédemment définis.

Cette étape peut également être réalisée avant d'atteindre la température de frittage, lorsque les fibres de matériau fugitif sont constituées par un assemblage de métaux précédemment définis présentant un point de fusion inférieur à la température de frittage.

On se réfère à présent aux figures 7 à 10, représentant un exemple de corps poreux 9 vu en coupe selon les lignes VII-VII, VIII-VIII, IX-IX et X-X de la figure 3, obtenu après mise en œuvre du procédé de fabrication de l'invention.

Sur la figure 7 est illustré le corps poreux 9, comprenant une pluralité de fibres céramiques de chaîne 13a et de trame 13b entrelacées avec des canaux 17 dans le sens de la trame, canaux obtenus par traitement thermique des fibres en matériau fugitif appliqué à la préforme lors du procédé de fabrication du corps poreux. Les canaux 17 définissent une pluralité de cavités 19a, 19b du corps 9, conférant la porosité audit corps.

Sur la figure 8 est illustré le corps poreux 9 sur lequel on remarque les cavités 19a, 19b dans le sens de la trame ainsi que sept canaux 22 dans le sens de la chaîne, obtenus par traitement thermique de sept fibres en matériau fugitif disposées dans le sens de la chaîne. Les canaux 22 définissent ici des cavités 21 dans le sens de la chaîne, en complément des cavités 19a, 19b dans le sens de la trame. La perméabilité acoustique du corps poreux 9 avec le flux aéro-acoustique, est obtenue par le canal 18 qui est d'une part connecté avec la cavité 19b et qui d'autre part présente une surface aéro-acoustique 181 communiquant avec la surface supérieure du corps poreux 9.

A la figure 9, les mêmes cavités 19a, 19b dans le sens de la trame du corps poreux 9 sont visibles, et quatre canaux 22 dans le sens de la chaîne, obtenus par traitement thermique de quatre fibres en matériau fugitif disposées dans le sens de la chaîne sont illustrés.

Ces canaux 22 définissent ici des cavités 23 dans le sens de la chaîne, en complément des cavités 21 dans le sens de la chaîne et des cavités 19a, 19b dans le sens de la trame.

Sur la figure 10, les mêmes cavités 19a, 19b dans le sens de la trame du corps poreux 9 sont visibles, et sept canaux 22 dans le sens de la chaîne, obtenus par traitement thermique de sept fibres en matériau fugitif disposées dans le sens de la chaîne sont illustrés.

Ces canaux 22 définissent ici des cavités 25 dans le sens de la chaîne, en complément des cavités 21 et 23 dans le sens de la chaîne et des cavités 19a, 19b dans le sens de la trame.

Sur la figure 10 d'autre part, une cavité 18 reproduit une perméabilité acoustique avec la surface supérieure 20 du corps poreux, en étant connectée d'une part avec au moins une cavité 19a ou 19b, et en deux surfaces aéro-acoustiques 181 communiquant avec la surface supérieure du corps poreux 9.

L'ensemble des cavités 19a, 19b, 21, 23 et 25 définit un réseau de porosité du corps 9, conférant au corps 9 des propriétés d'atténuation acoustique.

A titre d'exemple non limitatif, le taux volumique des cavités 19a, 19b, 21, 23 et 25 varie entre 5% et 95% du corps, préférentiellement entre 50% et 90°.

5 Dans l'exemple décrit aux figures 3, 7 à 10, on peut également observer une zone supérieure de la préforme ayant une porosité limitée, correspondant à la couche externe 3 du panneau acoustique. Notamment, aux figures 8 et 10 les canaux 18 dans le sens chaîne sont entrelacés de façon à longer la surface libre du panneau en 181, conférant la perméabilité acoustique de cette surface. Les couches
10 intermédiaires de la préforme, correspondant à la couche intermédiaire 7 du panneau acoustique, comportent une proportion beaucoup plus importante de cavités. Et enfin la zone inférieure, correspondant à la couche interne 11 du panneau acoustique, ne comporte pas de cavités.

L'arrangement des fibres céramiques ainsi que la répartition géométrique
15 des cavités qui précèdent ont été donnés uniquement à titre d'exemple illustratif de l'invention, le corps poreux selon l'invention n'étant en aucun cas limité aux exemples qui précèdent.

Il est notamment envisagé de prévoir dans le corps poreux selon l'invention une zone dépourvue de canaux sur une épaisseur de la préforme, ce qui
20 permet de définir au sein même du corps poreux une zone sensiblement étanche empêchant la propagation libre des ondes sonores.

Il est également prévu de varier les titres des fibres utilisées et les motifs d'entrelacement, soit en fonction des couches d'épaisseur de la préforme, soit distribuées par zones de la préforme. Ceci permet de faire varier la porosité
25 acoustique au sein d'une couche d'épaisseur ou entre les différentes couches d'épaisseur, et ainsi traiter différentes gammes de fréquences acoustiques.

Comme précédemment indiqué en référence à la figure 2a, le corps poreux ainsi fabriqué peut être assemblé avec la couche interne 11 essentiellement constituée d'une surface étanche empêchant la propagation libre des ondes, et avec
30 la couche externe 3 présentant une perméabilité acoustique obtenue grâce à une pluralité de perforations 5 communiquant avec ledit corps poreux 9. A titre d'exemple, le taux surfacique de communication des perforations 5 de la couche externe 3 avec les canaux 17 du corps poreux 9 est compris entre 2% et 20%.

En alternative, comme représenté par la figure 2b, le panneau acoustique
35 1 comprend la couche interne 11 étanche et le corps poreux 9 adjacent à ladite couche interne 11.

Selon une première variante non représentée sur les figures, le panneau acoustique est constitué d'une seule préforme comportant trois couches d'épaisseur en une seule constitution : la couche externe 3, la couche interne 11 et la couche intermédiaire 7.

5 Selon une seconde variante non représentée, le panneau acoustique est constitué d'un empilement de préformes distinctes pour créer soit chacune des trois couches indépendamment, soit deux couches adjacentes du panneau (la couche externe 3 et la couche intermédiaire 7, ou la couche intermédiaire 7 et la couche interne 11, en une seule préforme).

10 Selon une troisième variante non représentée, le corps poreux est obtenu à partir de la dépose successive de fibres céramiques et de matériau fugitif selon différentes alternances et différentes orientations produisant un entrelacement de fibres céramiques et de canaux après ajout de la matrice, frittage et élimination de matériau fugitif.

15 Avantageusement, la préforme en fibres céramique constituant au moins deux couches adjacentes du panneau acoustique comprend des fibres céramiques appartenant à la fois à ces deux couches. Au moins une fibre céramique est entrelacée avec au moins une fibre céramique de la couche externe 3 (respectivement de la couche intermédiaire 7) avec au moins une fibre céramique de la couche
20 intermédiaire 7 (respectivement de la couche interne 11). Les deux couches adjacentes du panneau sont alors liées mécaniquement par des fibres céramiques. La structure est donc plus robuste, et résistera mieux aux endommagements et aux risques de délaminages.

 Dans un autre mode de réalisation, La figure 2c présente un panneau
25 acoustique constitué d'une couche interne 11 étanche à la propagation libre des ondes acoustique, une couche intermédiaire 7 constituée d'une âme alvéolaire, et une couche externe 3 réalisée selon un mode de réalisation selon l'invention. L'âme alvéolaire et la couche interne sont réalisés dans des matériaux et de procédés connus de l'homme de métier, tels que du stratifié pour la couche 11 et un matériau de types
30 Nid d'abeille métallique ou céramique pour la couche 7. La couche 3 selon l'invention est par exemple collée à la couche 7 par une colle céramique. Les cavités de la préforme 9 selon l'invention, présentent une perméabilité acoustique comprise entre 3 et 20 % , des canaux 18 dans la preforme 90 réalisent l'interconnection entre les surfaces aéro acoustiques 181 de la surface supérieur et les cavités de l'âme
35 alvéolaire.

Il est également envisagé d'utiliser des fibres céramique avec matériau fugitif guipé autour selon la variante de la figure 5, pour obtenir des faibles taux de porosités à travers une couche tout en présentant une répartition plus uniforme. Notamment pour les couches de surface de la couche externe 3, et notamment la
5 couche de surface aéro-acoustique, cette configuration présente de très petites surfaces unitaires d'interconnection. La trainée induite sur le flux aérodynamique s'en trouve réduite.

Il est également envisagé d'utiliser des fibres céramique avec matériau fugitif guipé, pour créer une couche intermédiaire de tissu au sein de l'épaisseur de la
10 couche intermédiaire 7, afin de créer un septum microporeux intermédiaire. Grâce à un tel arrangement, on peut créer dans l'épaisseur du panneau deux sous-zones d'atténuation acoustique conjuguées.

Il est également envisagé de réaliser tout ou partie du corps poreux 9 selon l'invention par procédé de drapage automatisé, consistant en la dépose de
15 fibres en couches ou bandes successives et suivant différentes orientations sur la surface à mouler. On pourra utiliser alternativement les différents types de fibres céramique, des fibres en matériau fugitif, indépendamment ou en combinaison guipées ou torsadés. Les fibres céramiques peuvent être préalablement préimprégnées de poudres de céramiques ou de matrice précéramique sous forme
20 visqueuse, compatibles de procédés de drapage automatisé, permettant d'éliminer ou de réduire les opérations d'infiltration de poudre céramique ou de matrice précéramique avant la consolidation. Les entrecroisements de fibres en matériau fugitif selon les différentes directions et les différentes couches successives conférant à la structure obtenue, après les opérations de frittage et d'élimination de matériau
25 fugitif, des ensembles de cavités (au moins partiellement) interconnectées entre elles et conférant la porosité au panneau acoustique permettant l'atténuation acoustique par ledit panneau.

Grâce à la présente invention, on obtient un corps poreux en matériau composite à matrice céramique, formant tout ou partie d'un panneau d'atténuation
30 acoustique présentant un réseau de cavités assurant l'atténuation acoustique du panneau.

Le panneau acoustique en matériau céramique à matrice céramique est apte à équiper des zones chaudes d'un ensemble propulsif d'un aéronef.

En outre, le procédé de fabrication selon l'invention permet d'obtenir un
35 corps poreux à cavités communicantes dans lequel le traitement acoustique est obtenu lors du frittage de l'ensemble. Le corps poreux ainsi obtenu peut alors être

utilisé pour constituer l'âme alvéolaire et/ou la surface perméable d'un panneau d'atténuation acoustique en céramique d'un composant de nacelle de turboréacteur.

REVENDEICATIONS

1. Corps poreux (9) en matériau composite à matrice céramique pour panneau d'atténuation acoustique, comprenant :
- 5 - une pluralité de fibres céramiques (13) entrelacées,
 - une matrice en oxyde métallique (15), et
 - une pluralité de canaux (17, 18, 22) entrelacés avec lesdites fibres céramiques et interconnectés entre eux, lesdits canaux définissant au moins une cavité (19a, 19b, 21, 23, 25),
- 10 caractérisé en ce qu'au moins un canal (17) est guipé autour d'une fibre céramique (13) et/ou en ce qu'au moins une fibre céramique (13) et au moins un canal (17) sont torsadés entre eux.
2. Corps poreux (9) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les
- 15 canaux (17, 18, 22) sont orientés suivant différentes directions, notamment dans le sens trame et/ou dans le sens chaîne des fibres céramiques (13).
3. Corps poreux (9) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins une fibre céramique (13) présente un titre compris entre 50
- 20 grammes/1000 mètres et 2500 grammes/1000 mètres pour des densités comprises entre 2,2 et 4.
4. Corps poreux (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins un canal (17) présente une section ovoïde de petit axe
- 25 compris entre 0,05 mm et 5 mm et de grand axe compris entre 0,05 mm et 10 mm.
5. Corps poreux (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le taux volumique des canaux (17) du corps poreux est compris entre 2% et 95% dudit corps, préférentiellement entre 50% et 90%.
- 30
6. Corps poreux (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'il comprend au moins une surface aéro-acoustique (181) et en ce qu'au moins un canal (18) interconnecte au moins une cavité (19a, 19b, 21, 23, 25) avec ladite au moins une surface aéro-acoustique (181).
- 35
7. Panneau d'atténuation acoustique (1), comprenant :
- une couche interne (11),

- une couche externe (3) présentant une perméabilité acoustique et destinée à entrer en contact avec un flux d'air à atténuer acoustiquement,
- une couche intermédiaire (7) entre les couches interne et externe, caractérisé en ce qu'au moins l'une des couches intermédiaire (7) ou externe (3)
- 5 comprend un corps poreux (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

8. Panneau d'atténuation acoustique (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les couches externe (3) et intermédiaire (7) comprennent un corps poreux (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

10

9. Panneau d'atténuation acoustique (1) selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'au moins une partie des fibres céramiques de la couche externe (3) est entrelacée avec une partie des fibres de la couche intermédiaire (7), et/ou caractérisé en ce qu'au moins une partie des fibres céramiques de la couche

15 interne (11) est entrelacée avec une partie des fibres de la couche intermédiaire (7).

10. Procédé de fabrication d'un corps poreux (9) en matériau composite à matrice céramique en oxyde métallique comprenant les étapes suivantes visant à :

- tisser une préforme (90) au moyen de fibres céramiques (13) et de
- 20 fibres en matériau fugitif (170) de façon à ce que :

- o au moins une fibre de céramique (13) et au moins une fibre de matériau fugitif (170) sont torsadées entre elles, et/ou
- o au moins une fibre de matériau fugitif (170) est guipée autour d'une fibre de céramique (13) ;
- 25 - draper la préforme (90) sur un outillage ;
- procéder au frittage de l'ensemble, à une température permettant d'éliminer les fibres de matériau fugitif (170), de façon à former une pluralité de canaux (17, 18a, 18b) entrelacés avec les fibres céramiques (13) et interconnectés entre eux, lesdits canaux définissant au moins une cavité (19a, 19b, 21, 23, 25).

30

11. Procédé de fabrication selon la revendication 10, caractérisé en ce que la préforme (90) comprend :

- une pluralité de fibres de chaîne dont au moins une desdites fibres est une fibre de céramique de chaîne (13a) et au moins une desdites fibres est une
- 35 fibre de matériau fugitif (170), et/ou

- une pluralité de fibres de trame dont au moins une desdites fibres est une fibre de céramique de trame (13b) et au moins une desdites fibres est une fibre de matériau fugitif (170).

5 12. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 et 11, comportant, après l'étape de drapage, les étapes :

- disperser des poudres de céramique entre les fibres céramiques et les fibres en matériau fugitif, ou infiltrer des poudres de céramique ou une matrice précéramique entre les fibres céramiques et les fibres en matériau fugitif au moyen d'un média liquide ;
- 10 - sécher et/ou polymériser l'ensemble constitué par la préforme et par les poudres de céramique ou la matrice précéramique.

15 13. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que les fibres céramiques sont imprégnées de céramique ou de matrice précéramique avant l'étape de drapage de la préforme.

20 14. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que la préforme est réalisée partiellement ou entièrement par dépose de fibres céramiques et de fibres de matériau fugitif par mise en œuvre d'un procédé de drapage automatisé.

25 15. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le matériau fugitif comporte :

- un ou plusieurs matériaux choisis parmi les matières plastiques thermoplastiques et les matières plastiques thermodurcissables, ou
- un métal présentant un point de fusion inférieur à la température de frittage tel qu'un alliage à base de plomb ou d'étain ou un alliage d'aluminium.

30 16. Ensemble propulsif d'aéronef comprenant au moins un panneau d'atténuation acoustique (1) selon l'une des revendications 7 à 9, et/ou au moins un panneau d'atténuation acoustique comprenant un corps poreux obtenu par un procédé conforme à l'une des revendications 10 à 15.

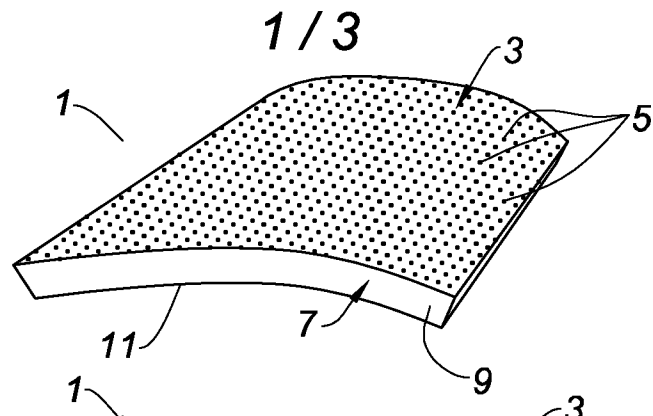


Fig. 1

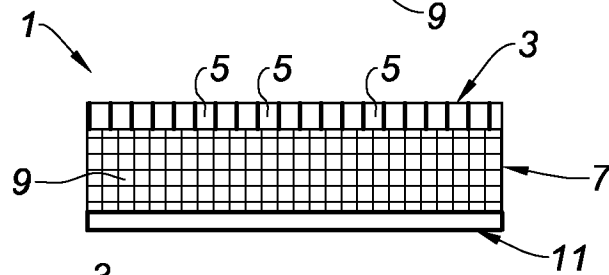


Fig. 2a

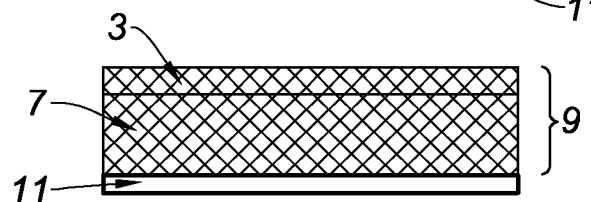


Fig. 2b

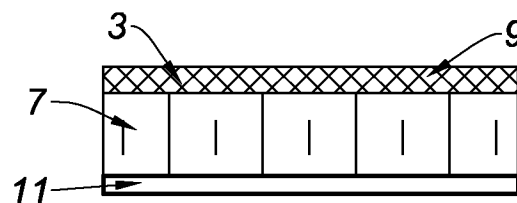


Fig. 2c

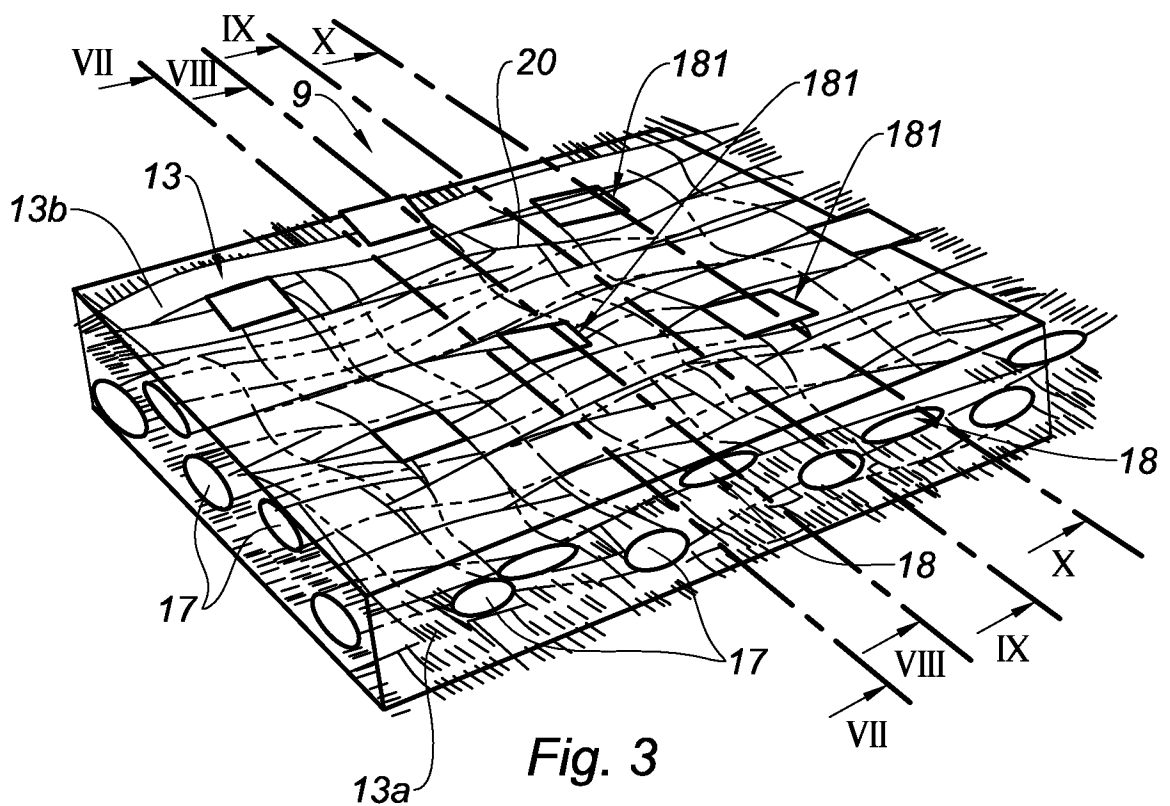
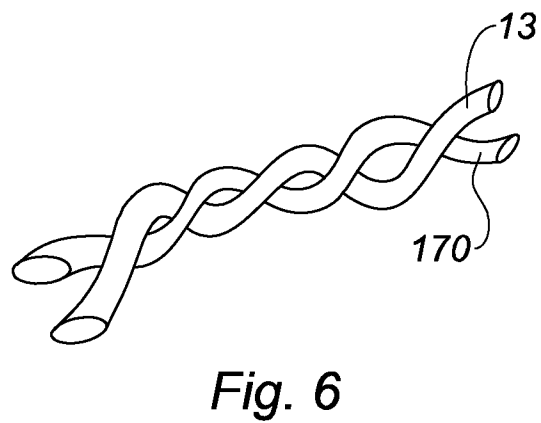
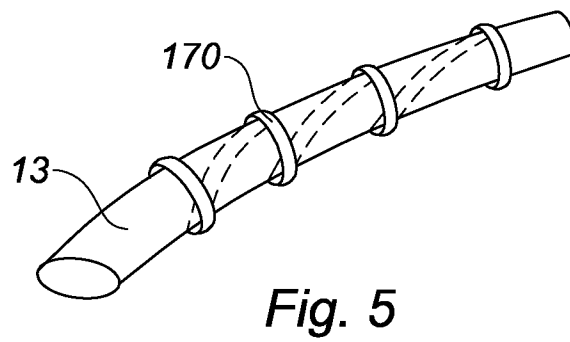
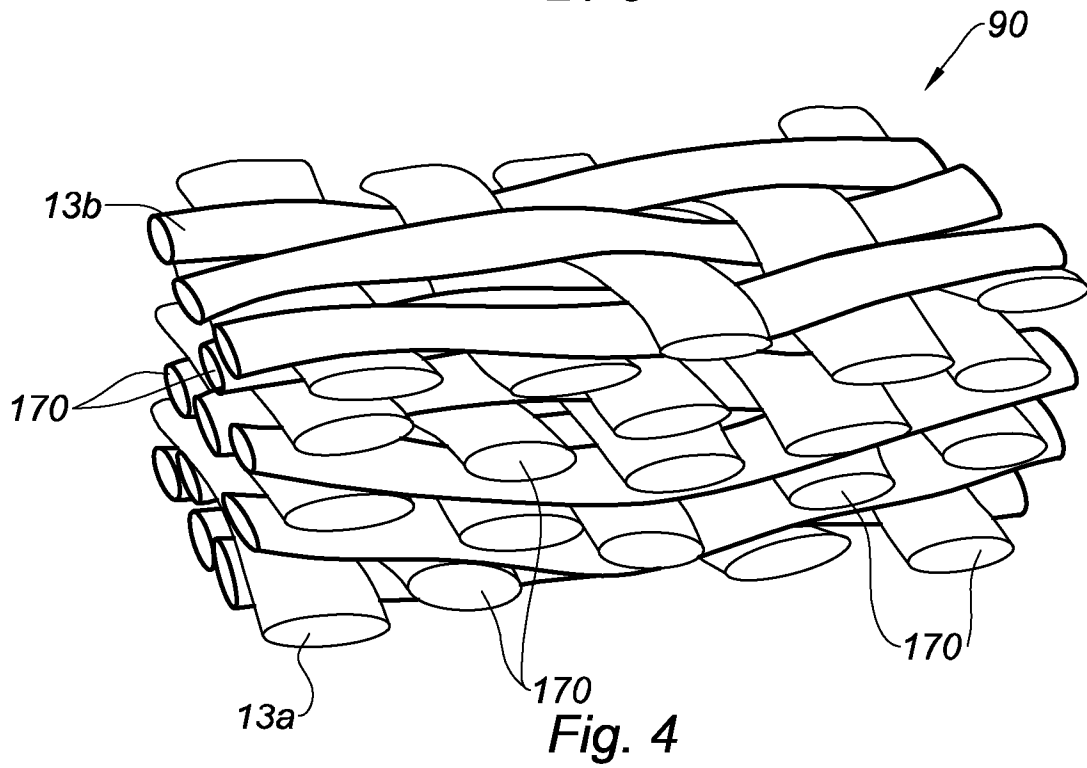


Fig. 3

2 / 3



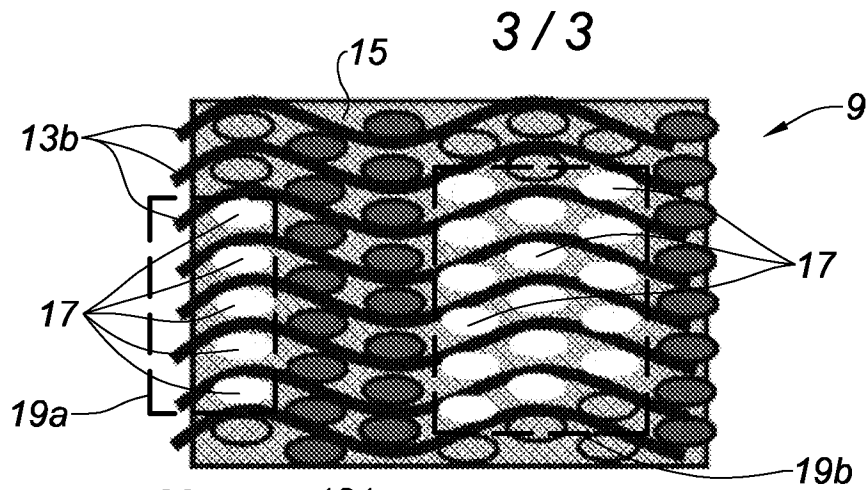


Fig. 7

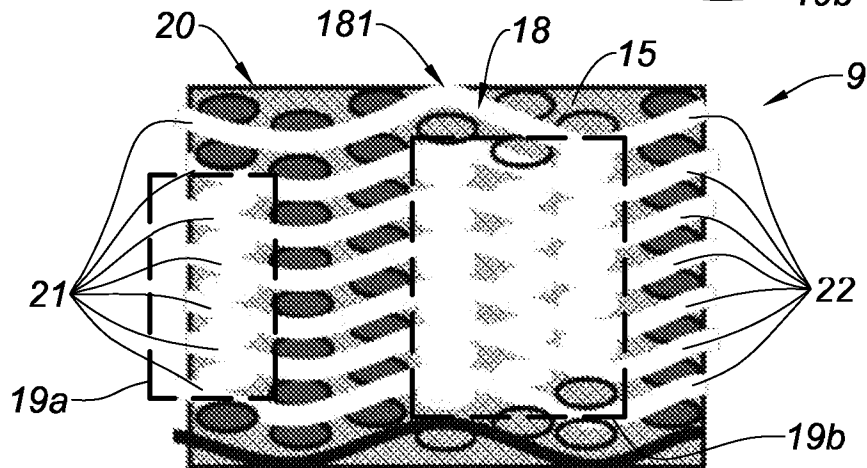


Fig. 8

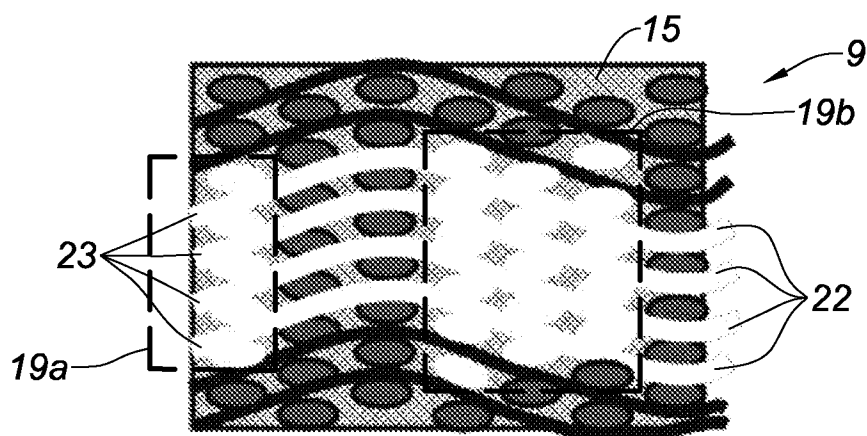


Fig. 9

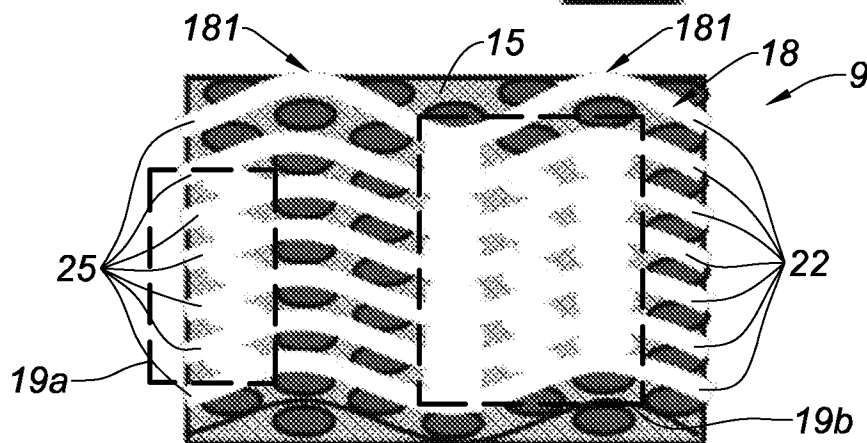


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/051935

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C04B35/80 B64D33/02 F02C7/045 F02C7/24 G10K11/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C04B B64D F02C G10K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 999 173 A1 (SNECMA) 13 June 2014 (2014-06-13)	1-3,6, 10-12, 14,15 13
Y	page 1, lines 13-15 claims 1,7,8 figure 1 page 4, lines 25-30 pages 10-12 page 11, lines 20-25	
A	----- US 2008/224343 A1 (BALDWIN DONALD W [US] ET AL) 18 September 2008 (2008-09-18) claims 1,4 paragraphs [0020], [0023], [0024], [0029], [0030] ----- -/-	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

17 October 2016

Date of mailing of the international search report

25/10/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sow, Eve

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/051935

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 2 294 709 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 8 May 1996 (1996-05-08)	13
A	abstract figure 5 claims 1,2,4 page 4	1-12, 14-16
A	----- WO 2010/012900 A2 (AIRCELLE SA [FR]; VAUCHEL GUY BERNARD [FR]; RUCKERT GUILLAUME [FR]) 4 February 2010 (2010-02-04) page 8, paragraph dernier; figure 3	1-16
X	----- EP 1 013 412 A1 (BOEING NORTH AMERICAN INC [US]) 28 June 2000 (2000-06-28) paragraphs [0036] - [0039] paragraphs [0044] - [0045]; example 4 figures 5,6 examples 2-Passive paragraph [0003] figure 1 claims 1,17 paragraph [0010] examples 1-active paragraph [0027] -----	1,2,4-9, 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051935

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2999173	A1	13-06-2014	FR 2999173 A1 13-06-2014
		GB 2512421 A	01-10-2014
		US 2014161626 A1	12-06-2014

US 2008224343	A1	18-09-2008	US 2008224343 A1 18-09-2008
		WO 2008115816 A1	25-09-2008

GB 2294709	A	08-05-1996	FR 2727052 A1 24-05-1996
		GB 2294709 A	08-05-1996
		US 5618363 A	08-04-1997

WO 2010012900	A2	04-02-2010	CA 2731974 A1 04-02-2010
		CN 102301122 A	28-12-2011
		EP 2318683 A2	11-05-2011
		US 2011133025 A1	09-06-2011
		WO 2010012900 A2	04-02-2010

EP 1013412	A1	28-06-2000	EP 1013412 A1 28-06-2000
		EP 1559539 A1	03-08-2005
		US 6418973 B1	16-07-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051935

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C04B35/80 B64D33/02 F02C7/045 F02C7/24 G10K11/00 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) C04B B64D F02C G10K		
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 2 999 173 A1 (SNECMA) 13 juin 2014 (2014-06-13)	1-3,6, 10-12, 14,15 13
Y	page 1, lignes 13-15 revendications 1,7,8 figure 1 page 4, lignes 25-30 pages 10-12 page 11, lignes 20-25	
A	US 2008/224343 A1 (BALDWIN DONALD W [US] ET AL) 18 septembre 2008 (2008-09-18) revendications 1,4 alinéas [0020], [0023], [0024], [0029], [0030] ----- -/-	1-16
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 17 octobre 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 25/10/2016
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 Sow, Eve

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	GB 2 294 709 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 8 mai 1996 (1996-05-08)	13
A	abrégé figure 5 revendications 1,2,4 page 4 -----	1-12, 14-16
A	WO 2010/012900 A2 (AIRCELLE SA [FR]; VAUCHEL GUY BERNARD [FR]; RUCKERT GUILLAUME [FR]) 4 février 2010 (2010-02-04) page 8, alinéa dernier; figure 3 -----	1-16
X	EP 1 013 412 A1 (BOEING NORTH AMERICAN INC [US]) 28 juin 2000 (2000-06-28) alinéas [0036] - [0039] alinéas [0044] - [0045]; exemple 4 figures 5,6 exemples 2-Passive alinéa [0003] figure 1 revendications 1,17 alinéa [0010] exemples 1-active alinéa [0027] -----	1,2,4-9, 16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051935

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2999173	A1	13-06-2014	FR 2999173 A1	13-06-2014
			GB 2512421 A	01-10-2014
			US 2014161626 A1	12-06-2014

US 2008224343	A1	18-09-2008	US 2008224343 A1	18-09-2008
			WO 2008115816 A1	25-09-2008

GB 2294709	A	08-05-1996	FR 2727052 A1	24-05-1996
			GB 2294709 A	08-05-1996
			US 5618363 A	08-04-1997

WO 2010012900	A2	04-02-2010	CA 2731974 A1	04-02-2010
			CN 102301122 A	28-12-2011
			EP 2318683 A2	11-05-2011
			US 2011133025 A1	09-06-2011
			WO 2010012900 A2	04-02-2010

EP 1013412	A1	28-06-2000	EP 1013412 A1	28-06-2000
			EP 1559539 A1	03-08-2005
			US 6418973 B1	16-07-2002
