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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
10 septembre 2021 (10.09.2021)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/176182 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B32B 3/08 (2006.01) *B32B 27/08* (2006.01)
B32B 3/12 (2006.01) *B32B 27/28* (2006.01)
B32B 3/28 (2006.01) *B32B 27/38* (2006.01)
B32B 7/12 (2006.01) *B32B 27/42* (2006.01)
B32B 7/14 (2006.01) *B29D 24/00* (2006.01)
B32B 9/00 (2006.01) *F02K 1/82* (2006.01)
B32B 9/04 (2006.01) *G10K 11/172* (2006.01)
B32B 15/04 (2006.01) *B32B 37/00* (2006.01)
B32B 15/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2021/050363

(22) Date de dépôt international :
03 mars 2021 (03.03.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2002198 04 mars 2020 (04.03.2020) FR

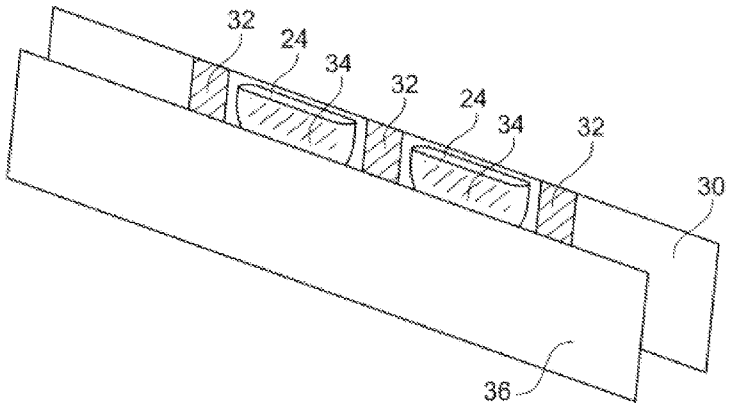
(71) Déposant : **SAFRAN NACELLES** [FR/FR] ; Route du Pont 8, 76700 GONFREVILLE L'ORCHER (FR).

(72) Inventeurs : **DESJOYEAUX, Bertrand** ; SAFRAN SA (CEPI), Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY CRAMAYEL (FR). **VERSAEVEL, Marc** ; SAFRAN SA (CEPI), Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY CRAMAYEL (FR). **PREAU, Mathieu** ; SAFRAN SA (CEPI), Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY CRAMAYEL (FR). **MOREAU, Laurent** ; SAFRAN SA

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING A STRUCTURE WITH CELLULAR CORES FOR A TURBOJET NACELLE

(54) **Titre :** PROCEDE DE FABRICATION D'UNE STRUCTURE A ÂMES ALVEOLAIRES POUR NACELLE DE TURBOREACTEUR

[Fig. 4]



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for manufacturing a structure with cellular cores comprising at least one cell which comprises a secondary duct having a first end (24) defining a sound wave input, and an opposing second end (24'), the secondary duct comprising a sound wave output (26), the method comprising: an attachment step which comprises - applying, to a first longitudinal plate (30), adhesive strips (32) transverse to the longitudinal direction of the first plate, - adhesively attaching the secondary duct in the form of a flattened element (34), to the first plate, at its sound wave input (24), - providing a second plate (36); a step of deploying the first (30) and second (36) plates so as to form the peripheral wall of the cells and such that the flattened element (34) is deployed.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé de fabrication d'une structure à âme alvéolaire comportant au moins une cellule comportant un conduit secondaire présentant une première extrémité (24) définissant une entrée d'onde sonore, et une deuxième extrémité (24') opposée, le conduit secondaire comprenant une sortie (26) d'onde sonore, le procédé comprenant : Une étape de fixation dans laquelle : o On applique, sur une première plaque (30) longitudinale, des bandes (32) adhésives transversales à la direction longitudinale de ladite première plaque, o On fixe le conduit secondaire sous forme d'un élément (34) aplati, sur la première plaque, par collage au

WO 2021/176182 A1

[Suite sur la page suivante]

(CEPI), Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : CABINET GERMAIN ET 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, 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), 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))*

niveau de son entrée (24) d'onde sonore, o On applique une deuxième plaque (36); Une étape de déploiement des première (30) et deuxième (36) plaques de sorte à former la paroi périphérique des cellules et de sorte que l'élément (34) aplati soit déployé.

DESCRIPTION

TITRE : Procédé de fabrication d'une structure à âmes alvéolaires pour nacelle de turboréacteur

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une structure à âmes alvéolaires apte à être utilisée dans un panneau d'atténuation acoustique tel que par exemple un panneau d'atténuation acoustique de nacelle de turboréacteur. L'invention concerne également une structure à âme alvéolaire ainsi obtenue, et un panneau d'atténuation acoustique et une nacelle comportant une telle structure à âmes alvéolaires.

Un aéronef est propulsé par un ou plusieurs ensembles propulsifs comprenant chacun un turboréacteur logé dans une nacelle. Chaque ensemble propulsif est rattaché à l'aéronef par un mât situé généralement sous ou sur une aile ou au niveau du fuselage de l'aéronef.

Une nacelle présente généralement une structure tubulaire comprenant une entrée d'air en amont du turboréacteur, une section médiane destinée à entourer une soufflante du turboréacteur, une section aval pouvant abriter des moyens d'inversion de poussée et destinée à entourer la chambre de combustion du turboréacteur, et est généralement terminée par une tuyère d'éjection dont la sortie est située en aval du turboréacteur.

Les turboréacteurs sont générateurs d'une pollution sonore importante. Il existe une forte demande visant à réduire cette pollution, et ce d'autant plus que les turboréacteurs utilisés deviennent de plus en plus puissants. Pour ce faire, on dispose le long de surfaces guidant les flux d'air du turboréacteur des structures de type acoustique comportant une peau avant perméable à l'air, dite acoustique ou résistive, et une peau arrière imperméable à l'air, dite pleine. Une âme alvéolaire comprenant des cellules est disposée entre ces deux peaux, et fixée à au moins une des deux peaux. Dans ce type de structure acoustique, la peau acoustique est agencée en regard de la source sonore à atténuer, et elle présente des perforations pour permettre le passage des ondes sonores à travers la peau acoustique, de sorte que l'onde sonore pénètre dans les cellules de l'âme alvéolaire. Chaque cellule s'étend suivant un axe principal longitudinal correspondant à un axe de propagation du bruit. La longueur des cellules permet de déterminer la fréquence à laquelle l'atténuation acoustique des cellules est maximale. Typiquement, une âme alvéolaire d'une épaisseur de 30 millimètres est adaptée pour atténuer des fréquences proches de 2000 Hertz, et une âme alvéolaire

d'une épaisseur de 70 millimètres est adaptée pour atténuer des fréquences proches de 880 Hertz.

D'une façon connue, selon une technique dite de structure « Nid d'abeille », une âme alvéolaire est obtenue généralement en superposant plusieurs feuilles de métal, d'alliage léger ou en composite entre lesquelles sont disposés ponctuellement des moyens de collage qui font adhérer les feuilles entre elles en certains points, appelés zones nodales. La structure à âme alvéolaire ainsi produite est dite sous forme compactée. Afin de former les cellules alvéolaires, la structure sous forme compactée subit un étirement de sorte à séparer les feuilles qui restent jointes entre elles au niveau des zones nodales. La structure à âme alvéolaire ainsi produite est dite sous forme expansée.

La longueur des cellules permet de déterminer la fréquence à laquelle l'atténuation acoustique des cellules est maximale. Typiquement, une âme alvéolaire d'une épaisseur de 30 millimètres est adaptée pour atténuer des fréquences proches de 2000 Hertz, et une âme alvéolaire d'une épaisseur de 70 millimètres est adaptée pour atténuer des fréquences proches de 880 Hertz.

Pour atténuer acoustiquement de basses fréquences de sons, et limiter l'épaisseur des cellules acoustiques, il est connu de disposer un obstacle dans les cellules acoustiques, de façon à augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule.

Un tel obstacle est par exemple un cône, ouvert au niveau de sa base et comportant une deuxième ouverture définissant une séparation entre deux conduits dans la cellule acoustique et un col de communication entre ces deux conduits de circulation de l'onde sonore. En prévoyant de tels cônes, on abaisse la fréquence moyenne efficacement atténuée par le système acoustique, sans pour autant augmenter l'épaisseur de la structure acoustique.

Ces cônes sont mis en place dans la structure à âme alvéolaire notamment par soudage. La fabrication de ces cônes à l'intérieur des cellules alvéolaire est ainsi extrêmement complexe, et la durée nécessaire à la fabrication de la structure à âme alvéolaire est très élevée. Aussi, une structure à âme alvéolaire fabriquée par ce type de procédé de l'art antérieur est très onéreuse.

La présente invention vise à s'affranchir des inconvénients ci-dessus, et concerne pour ce faire un procédé de fabrication d'une structure à âme alvéolaire pour panneau d'atténuation acoustique, la structure à âme alvéolaire comportant une pluralité de cellules acoustiques accolées qui forment l'âme alvéolaire, chaque cellule acoustique s'étendant suivant un axe principal correspondant à un axe de propagation d'une onde

sonore, depuis une extrémité avant jusqu'à une extrémité arrière, et étant délimitée par une paroi périphérique définissant un conduit primaire de circulation de l'onde sonore, au moins une cellule comportant un conduit secondaire de circulation de l'onde sonore, le conduit secondaire comprenant une paroi de conduit secondaire présentant une première extrémité proximale à l'extrémité avant de la cellule, la première extrémité définissant une entrée d'onde sonore, et une deuxième extrémité opposée, le conduit secondaire comprenant une sortie d'onde sonore située à proximité de l'extrémité arrière de la cellule, le procédé étant remarquable en ce qu'il comprend :

- Une étape de fixation dans laquelle :
- On applique, sur une première plaque longitudinale, des bandes adhésives parallèles entre elles et transversales à la direction longitudinale de ladite première plaque, de sorte à former des zones nodales,
- On fixe le conduit secondaire sous forme d'un élément (34, 34') aplati, sur la première plaque entre deux zones nodales, par collage au niveau de son entrée d'onde sonore,
- On applique une deuxième plaque de sorte qu'elle soit fixée par collage aux zones nodales, et à l'élément aplati au niveau de l'entrée d'onde ;
- Une étape de déploiement dans laquelle les première et deuxième plaques sont écartées l'une de l'autre de sorte à former la paroi périphérique des cellules et de sorte que l'élément (34, 34') aplati soit déployé pour former le conduit secondaire.

Ainsi, l'étape de fixation du conduit secondaire est réalisée à plat, ce qui permet de simplifier le procédé de fabrication et ainsi de réduire les couts. Suite à l'étape de fixation, on obtient un bloc non expansé, nommé également bloc nida non expansé.

A noter que par bande adhésive on entend tout moyen de collage, tel qu'un film de colle ou tout autre élément collant.

Le conduit secondaire est un guide pour onde sonore.

Les zones nodales correspondent aux zones de jonction entre les première et deuxième plaques pour former les parois périphériques des cellules.

L'élément aplati présente la forme d'au moins un conduit secondaire sous forme aplatie, d'une cellule acoustique.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention, le procédé de l'invention comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes considérées seules ou selon toutes les combinaisons possibles.

Dans la forme déployée de l'âme alvéolaire, et tranchée à l'épaisseur voulue, le conduit secondaire est caractérisé en ce qu'il est collé le long d'un périmètre d'attache aux parois de la cellule délimitée par deux zones nodales entre deux plaques. En outre il

comporte dans la partie non collée aux parois de la cellule, au moins un orifice de façon à constituer un col de connexion entre conduit primaire et conduit secondaire.

La partie non collée présente un périmètre plus faible que le périmètre d'attache.

Selon une caractéristique, l'étape de fixation est répétée de préférence en alternant les positions des zones nodales, de façon à obtenir plusieurs couches superposées d'éléments aplatis entre des première et deuxième plaques, avant l'étape de déploiement.

Selon cette caractéristique, la deuxième plaque fait office de deuxième plaque pour une couche et de première plaque pour une autre couche adjacente.

Selon une caractéristique, l'étape de déploiement est précédée d'une étape de consolidation au cours de laquelle les bandes adhésives sont des bandes organiques polymérisés.

Selon une caractéristique, au moins deux cellules accolées comportent un conduit secondaire de circulation de l'onde sonore, lesdits circuits secondaires étant fixés à la première plaque sous forme aplatie en étant liés l'un à l'autre par leur paroi au niveau de leur entrée d'onde.

Selon une caractéristique, l'élément aplati présente la forme de deux conduits secondaires aplatis, reliés par leur entrée d'onde sonore respective.

Ainsi, lors de l'étape de fixation, on fixe entre deux zones nodales un élément aplati présentant la forme d'un premier et d'un deuxième conduit secondaire aplati, reliés par leur entrée d'onde sonore, avant d'appliquer la deuxième plaque, de façon à obtenir un ensemble sensiblement plat, comprenant la première plaque, la deuxième plaque et l'élément aplati.

Selon cette caractéristique, le procédé comporte une étape de découpe, transversalement à la direction longitudinale des première et deuxième plaques, de sorte à dissocier l'élément aplati pour former deux ensemble distinct, l'un comportant un premier conduit secondaire et l'autre comportant un deuxième conduit secondaire.

Dans un mode de réalisation cette étape de découpe est réalisée par usinage après l'étape de déploiement.

En variante, l'étape de découpe est réalisée avant l'étape de déploiement.

Selon cette caractéristique, l'étape de déploiement est réalisée séparément pour chaque ensemble sensiblement plat comportant un conduit secondaire aplati.

Selon une caractéristique, les cellules ont une plus grande dimension comprise entre 3 et 50 mm.

Selon une caractéristique, les zones nodales sont espacées d'une distance comprise entre 3 et 100 mm et de préférence entre 4 et 75 mm.

Selon une caractéristique, le périmètre d'attache du conduit secondaire aux parois de la cellule est compris entre 9 et 300 mm.

Selon une caractéristique, les zones nodales sont espacées d'une distance variable entre 3 et 100 mm.

Selon une caractéristique, l'élément aplati présente une forme conique ou tronconique aplatie de sorte que le conduit secondaire présente une forme conique ou tronconique. En variante, l'élément aplati présente une forme de diabolo, d'ogive ou de demi-cercle aplati, de sorte que le conduit secondaire présente une forme de diabolo, d'ogive ou de demi-cercle.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde du conduit secondaire est de diamètre inférieur à celui de l'entrée d'onde.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde du circuit secondaire est disposée dans la paroi du conduit secondaire, dans sa moitié arrière, c'est-à-dire proximale à l'extrémité arrière de la cellule.

Selon une caractéristique, les cellules acoustiques présentent une forme polygonale déployable (par exemple pentagonale ou hexagonale).

Selon cette caractéristique, les première et deuxième plaques présentent des pliures destinées à délimiter des arêtes pour obtenir des cellules acoustiques polygonales lors de l'étape de déploiement.

En outre, l'élément aplati présente des pliures destinées à délimiter des arêtes pour obtenir un conduit secondaire de forme conique ou tronconique polygonale.

Selon une caractéristiques, les cellules acoustiques présentent des parois périphériques planes ou ondulées.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde du circuit secondaire est de forme circulaire.

Selon une caractéristique, le matériau constitutif des première et deuxième plaques est un alliage d'aluminium.

Selon une caractéristique, le matériau constitutif du conduit secondaire est un matériau organique, de préférence choisi parmi les groupes de thermoplastiques, tel que par exemple les PEI PEEK, PI, Polyester, PA.

Selon une caractéristique, le matériau constitutif des première et deuxième plaques est un matériau composite tel qu'un matériau à matrice phénolique, époxyde, bismaléideimide (BMI) ou polyimide et comportant des fibres telles que des fibres de verre, des fibres déposées sous la marque Nomex ou Kevlar.

Selon une autre caractéristique, le matériau constitutif des première et deuxième plaques est un matériau composite de la famille des matériaux dits céramiques, à base

de fibres de carbone ou de SiC ou d'oxydes aluminés, et à matrice céramisée telle que géopolymères, Sic ou oxydes aluminés.

L'invention concerne en outre une structure à âme alvéolaire obtenue selon le procédé tel que décrit précédemment, comprenant au moins une cellule acoustique s'étendant suivant un axe principal correspondant à un axe de propagation d'une onde sonore, depuis une extrémité avant jusqu'à une extrémité arrière, et étant délimitée par une paroi périphérique définissant un conduit primaire de circulation de l'onde sonore, la cellule comportant un conduit secondaire de circulation de l'onde sonore, le conduit secondaire comprenant une paroi de conduit secondaire, présentant une première extrémité proximale à l'extrémité avant de la cellule, la première extrémité définissant une entrée d'onde sonore, et une deuxième extrémité opposée, le conduit secondaire comprenant une sortie d'onde sonore située à proximité de l'extrémité arrière de la cellule.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde sonore du conduit secondaire est de diamètre inférieur à celui de l'entrée d'onde sonore.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde sonore du circuit secondaire est disposée au niveau de l'extrémité distale du conduit secondaire.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde sonore du circuit secondaire est disposée dans la paroi du conduit secondaire, dans sa moitié arrière, c'est-à-dire proximale à l'extrémité arrière de la cellule.

Selon une caractéristique, la sortie d'onde sonore du circuit secondaire est de forme circulaire.

L'invention concerne en outre un panneau acoustique comprenant une structure à âme alvéolaire obtenue selon le procédé tel que décrit précédemment.

L'invention concerne en outre une nacelle comprenant un panneau acoustique comprenant une structure à âme alvéolaire obtenue selon le procédé tel que décrit précédemment.

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

[Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique en perspective d'un premier mode de réalisation d'une cellule acoustique obtenue selon le procédé de l'invention.

[Fig. 2] La figure 2 est une vue schématique en perspective d'un deuxième mode de réalisation d'une cellule acoustique obtenue selon le procédé de l'invention.

[Fig. 3] La figure 3 est une vue schématique en perspective illustrant une première étape du procédé de l'invention selon un mode de réalisation.

[Fig. 4] La figure 4 est une vue schématique en perspective illustrant une deuxième étape du procédé de l'invention selon le mode de réalisation de la figure 3.

[Fig. 5] La figure 5 est une vue schématique en coupe transversale illustrant un bloc non expansé obtenu lors de l'étape de fixation du procédé de l'invention selon un autre mode de réalisation.

[Fig. 6] La figure 6 est une vue schématique illustrant une variante du procédé de l'invention illustré à la figure 3.

Dans la description qui va suivre et dans les revendications, des composants identiques, similaires ou analogues seront désignés par les mêmes chiffres de référence et on emploiera les termes « avant », « arrière », « horizontal », « vertical », « supérieur », « inférieur », etc. à titre non limitatif et en référence aux dessins afin de faciliter la description.

Les figures 1 et 2 représentent des cellules acoustiques 10, 10' de structure à âme alvéolaire pour panneau d'atténuation acoustique, selon deux modes de réalisation.

Les cellules acoustiques 10, 10' s'étendent selon un axe principal A. L'axe principal A correspond à un axe de propagation d'une onde sonore, de sorte que la structure à âme alvéolaire permette d'atténuer l'onde sonore. Plus précisément, les cellules acoustiques 10, 10' comportent une extrémité dite avant 12, et une extrémité dite arrière 14 opposée à l'extrémité avant 12. Les cellules acoustiques 10, 10' sont délimitées par une paroi périphérique 16 définissant un conduit 18, dit conduit primaire. Le conduit primaire 18 est un conduit de circulation de l'onde sonore.

Les cellules acoustiques peuvent présenter une forme polygonale déployable, par exemple hexagonale.

La paroi périphérique 16 peut être plane. Elle peut être réalisée en alliage d'aluminium ou en un matériau composite tel qu'un matériau à matrice phénolique, époxyde, bismaléideimide (BMI) ou polyimide et comportant des fibres telles que des fibres de verre, des fibres déposées sous la marque Nomex ou Kevlar, ou en un matériau composite de la famille des matériaux dits céramiques, à base de fibres de carbone ou de SiC ou d'oxydes aluminés, et à matrice céramisée telle que géopolymères, Sic ou oxydes aluminés.

Dans une variante non représentée, les cellules acoustiques présentent des parois périphériques ondulées.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, la cellule acoustique 10 présente un conduit secondaire 20 comprenant une paroi 22 de conduit secondaire de forme tronconique. En outre, le conduit secondaire 20 peut présenter une polygonale.

En variante, dans le mode de réalisation de la figure 2, la cellule acoustique 10' présente un conduit secondaire 20' comprenant une paroi 22' de conduit secondaire en forme d'ogive.

Dans des variantes non représentées, la paroi de conduit présente d'autres formes telles que des formes coniques ou tronconiques ou de demi-cercle.

Les conduits secondaires 20, 20' comprennent une première extrémité 24 proximale à l'extrémité avant 12 de la cellule acoustique, et une deuxième extrémité 24' opposée. La première extrémité 24 définie une ouverture correspondant à une entrée d'onde sonore. En outre, les conduits secondaires comprennent une autre ouverture 26 correspondant à une sortie d'onde sonore.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, la sortie 26 d'onde sonore est disposée au niveau de la deuxième extrémité 24' du conduit secondaire 20.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, la sortie 26 d'onde sonore est disposée dans la paroi 22' du conduit secondaire 20', à proximité de la deuxième extrémité 24'.

L'entrée 24 d'onde sonore est située au niveau de l'extrémité avant 12 de la cellule acoustique 10, 10', tandis que la sortie 26 d'onde sonore est située à proximité de l'extrémité arrière 14 de la cellule acoustique 10, 10'. La sortie 26 d'onde sonore peut être de diamètre inférieur à celui de l'entrée 24 d'onde sonore. Elle peut être de forme circulaire.

Les cellules 10, 10' peuvent avoir une dimension maximale D de l'ordre de 20 mm.

Le matériau constitutif des conduits secondaires 20, 20' peut être un matériau organique, de préférence choisi parmi les groupes de thermoplastiques, tel que par exemple les PEI PEEK, PI, Polyester, PA.

Les figures 3 à 5 illustrent un procédé de fabrication d'une structure à âme alvéolaire pour panneau d'atténuation acoustique, selon un mode de réalisation de l'invention, comprenant des cellules acoustiques telles que décrites précédemment.

Ce procédé comprend une étape dite de fixation dans laquelle on fournit une première plaque 30 longitudinale, sur laquelle on applique une pluralité de bandes 32 adhésives parallèles entre elles et transversales à la direction longitudinale de la première plaque 30.

Lors de cette étape de fixation, on fournit également un élément 34 aplati présentant la forme d'un conduit secondaire 20, sous forme aplatie, d'une cellule acoustique 10.

Dans le mode de réalisation des figures 3 à 5, on fournit deux éléments 34 de sorte à former deux cellules acoustiques. Cependant une multitude d'éléments 34 peuvent être fournis, de façon à former une multitude de cellules acoustiques.

L'élément 34 comprend une paroi correspondant à la paroi 22 du conduit secondaire, une ouverture dite avant correspondant à l'entrée 24 d'onde sonore et une ouverture dite arrière correspondant à la sortie 26 d'onde sonore.

L'élément 34 peut être fixé par collage sur la première plaque 30 entre deux bandes 32 adhésives. Plus particulièrement, l'élément 34 peut être fixé par collage sur la première plaque 30, au niveau de son entrée 24 d'onde sonore. La sortie 26 d'onde sonore de l'élément 34 est disposée dans une partie non collée de l'élément 34.

Dans le mode de réalisation des figures 3 à 5, les éléments 34 sont fixés par collage entre deux bandes adhésives de sorte à permettre de former deux cellules acoustiques accolées.

Enfin, lors de cette étape de fixation, on applique une deuxième plaque 36 sur la première plaque 30, de sorte à prendre en sandwich l'élément 34. La deuxième plaque 36 peut être fixée par collage sur les bandes 32 adhésives et sur l'élément 34 au niveau de son entrée 24 d'onde sonore. On obtient alors un ensemble sensiblement plat, comprenant la première plaque 30, la deuxième plaque 36 et l'élément 34.

Les bandes 32 adhésives correspondent à des zones nodales, c'est-à-dire des zones de jonction entre les première 30 et deuxième 36 plaques.

Ensuite, le procédé comprend une étape de déploiement dans laquelle les première 30 et deuxième 36 plaques sont écartées l'une de l'autre de sorte à déployer l'élément 34 pour former le conduit secondaire 20. Les premières 30 et deuxième 36 plaques collées au niveau des zones nodales correspondent à la paroi périphérique 16 des cellules acoustiques 10. Ainsi, les bandes 32 adhésives permettent de former les parois périphériques des cellules acoustiques. Lors de l'étape de déploiement, les première 30 et deuxième 36 plaques sont écartées de sorte à former le conduit primaire 18 des cellules acoustiques.

Avant l'étape de déploiement, on peut reproduire l'étape de fixation sur la deuxième plaque 36, de sorte à obtenir une superposition de plaques 30, 36, 36', 36'' (figure 5) prenant en sandwich des éléments 34 correspondant à des conduits secondaires aplatis. D'une plaque à l'autre, les éléments 34 sont avantageusement disposés en quinconce. On obtient un bloc 38 non expansé, nommé également bloc nida non expansé.

La partie non collée de l'élément 34 peut présenter un périmètre plus faible que le périmètre de la partie collée, nommé périmètre d'attache. Le périmètre d'attache peut être de l'ordre de 150 mm.

Les bandes 32 adhésives peuvent être tout moyen de collage tel que des films de colle ou tout autre élément collant.

Dans un mode de réalisation, les bandes 32 adhésives sont des bandes organiques qui sont polymérisées avant l'étape de déploiement. Cette étape de polymérisation est nommée étape de consolidation.

Les bandes 12 adhésives peuvent être espacées d'une distance d de l'ordre de 50 mm.

Dans un mode de réalisation, la distance d d'espacement entre deux bandes adhésives est variable le long d'une plaque.

Les première 30 et deuxième 36 plaques peuvent présenter des pliures destinées à délimiter des arêtes des cellules acoustiques de sorte à obtenir des cellules acoustiques polygonales telles que hexagonales.

En outre, l'élément 34 peut présenter des pliures destinées à délimiter des arêtes pour former un conduit secondaire polygonal.

Le matériau constitutif des première 30 et deuxième 36 plaques peut être un alliage d'aluminium, de sorte à former des parois périphériques de cellules acoustiques en alliage d'aluminium.

En variante, le matériau constitutif des première 30 et deuxième 36 plaques peut être :

- un matériau composite tel qu'un matériau à matrice phénolique, époxyde, bismaléideimide (BMI) ou polyimide et comportant des fibres telles que des fibres de verre, des fibres déposées sous la marque Nomex ou Kevlar, ou
- un matériau composite de la famille des matériaux dits céramiques, à base de fibres de carbone ou de SiC ou d'oxydes aluminés, et à matrice céramisée telle que géopolymères, Sic ou oxydes aluminés,

de sorte à former des parois périphériques de cellules acoustiques dans l'un de ces matériaux.

Le matériau constitutif de l'élément 34 peut être un matériau organique, de préférence choisi parmi les groupes de thermoplastiques, tel que par exemple les PEI PEEK, PI, Polyester, PA, de sorte à former des conduits secondaires de cellules acoustiques en matériau organique.

Dans une variante représentée à la figure 6, lors de l'étape de fixation, on fournit un élément 34' présentant la forme de deux conduits secondaires aplatis, reliés par leur entrée 24 d'onde sonore. Comme pour le mode de réalisation des figures 3 à 5, cet élément 34' peut être fixé par collage sur la première plaque 30, entre deux bandes 32 adhésives, au niveau des entrées 24 d'onde sonore, puis on applique une deuxième plaque 36 sur la première plaque 30, de sorte à prendre en sandwich cet élément 34'.

Dans la variante de la figure 6, le procédé comporte une étape de découpe selon un axe B transversal à la direction longitudinale des plaques, de sorte à dissocier l'élément 34' pour former deux ensembles distinct dont l'un comporte un élément aplati

correspondant à un conduit secondaire et l'autre comporte un autre élément aplati correspondant à un conduit secondaire.

Cette étape de découpe peut être réalisée avant l'étape de déploiement.

En variante, cette étape de découpe peut être réalisée après l'étape de déploiement, par usinage.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une structure à âme alvéolaire pour panneau d'atténuation acoustique, la structure à âme alvéolaire comportant une pluralité de cellules (10, 10') acoustiques accolées qui forment l'âme alvéolaire, chaque cellule acoustique s'étendant suivant un axe (A) principal correspondant à un axe de propagation d'une onde sonore, depuis une extrémité avant (12) jusqu'à une extrémité arrière (14), et étant délimitée par une paroi périphérique (16) définissant un conduit primaire (18) de circulation de l'onde sonore, au moins une cellule comportant un conduit secondaire (20, 20') de circulation de l'onde sonore, le conduit secondaire comprenant une paroi (22, 22') de conduit secondaire, présentant une première extrémité (24) proximale à l'extrémité avant (12) de la cellule, la première extrémité (24) définissant une entrée d'onde sonore, et une deuxième extrémité (24') opposée, le conduit secondaire comprenant une sortie (26) d'onde sonore située à proximité de l'extrémité arrière (14) de la cellule, le procédé comprenant :

- Une étape de fixation dans laquelle :
- On applique, sur une première plaque (30) longitudinale, des bandes (32) adhésives parallèles entre elles et transversales à la direction longitudinale de ladite première plaque, de sorte à former des zones nodales,
- On fixe le conduit secondaire (20, 20') sous forme d'un élément (34, 34') aplati, sur la première plaque entre deux zones nodales (32), par collage au niveau de son entrée (24) d'onde sonore,
- On applique une deuxième plaque (36) de sorte qu'elle soit fixée par collage aux zones nodales (32), et à l'élément (34, 34') aplati au niveau de l'entrée (24) d'onde ;
- Une étape de déploiement dans laquelle les première (30) et deuxième (36) plaques sont écartées l'une de l'autre de sorte à former la paroi périphérique (16) des cellules (10, 10') et de sorte que l'élément (34, 34') aplati soit déployé pour former le conduit secondaire (20, 20').

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'étape de fixation est répétée de préférence en alternant les positions des zones nodales (32), de façon à obtenir plusieurs couches superposées d'éléments (34, 34') aplatis entre des première (30) et deuxième (36) plaques, avant l'étape de déploiement.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément (34') aplati présente la forme de deux conduits secondaires aplatis, reliés par leur entrée d'onde sonore respective.

4. Procédé selon la revendication précédente, comprenant une étape de découpe, transversalement à la direction longitudinale des première (30) et deuxième (36) plaques, de sorte à dissocier l'élément (34') aplati pour former deux ensemble distinct, l'un comportant un premier conduit secondaire et l'autre comportant un deuxième conduit secondaire.

5. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'étape de découpe est réalisée par usinage après l'étape de déploiement.

6. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de découpe est réalisée avant l'étape de déploiement.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément (34, 34') aplati présente une forme conique ou tronconique aplatie de sorte que le conduit secondaire (20) présente une forme conique ou tronconique.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les première (30) et deuxième (36) plaques présentent des pliures destinées à délimiter des arêtes pour obtenir des cellules acoustiques polygonales lors de l'étape de déploiement.

9. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'élément (34, 34') aplati présente des pliures destinées à délimiter des arêtes pour obtenir un conduit secondaire de forme conique ou tronconique polygonale.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau constitutif des première et deuxième plaques est un alliage d'aluminium ou un matériau composite tel qu'un matériau à matrice phénolique, époxyde, bismaléideimide (BMI) ou polyimide et comportant des fibres telles que des fibres de verre, des fibres déposées sous la marque Nomex ou Kevlar, et le matériau constitutif du conduit secondaire est un matériau organique, de préférence choisi parmi les groupes de thermoplastiques, tel que par exemple les PEI PEEK, PI, Polyester, PA.

11. Structure à âme alvéolaire obtenue selon le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins une cellule acoustique s'étendant suivant un axe (A) principal correspondant à un axe de propagation d'une onde sonore, depuis une extrémité avant (12) jusqu'à une extrémité arrière (14), et étant délimitée par une paroi périphérique (16) définissant un conduit primaire (18) de circulation de l'onde sonore, la cellule comportant un conduit secondaire (20, 20') de circulation de l'onde sonore, le conduit secondaire comprenant une paroi (22, 22') de conduit secondaire, présentant une première extrémité (24) proximale à l'extrémité avant (12) de la cellule, la première extrémité (24) définissant une entrée d'onde sonore, et une

deuxième extrémité (24') opposée, le conduit secondaire comprenant une sortie (26) d'onde sonore située à proximité de l'extrémité arrière (14) de la cellule.

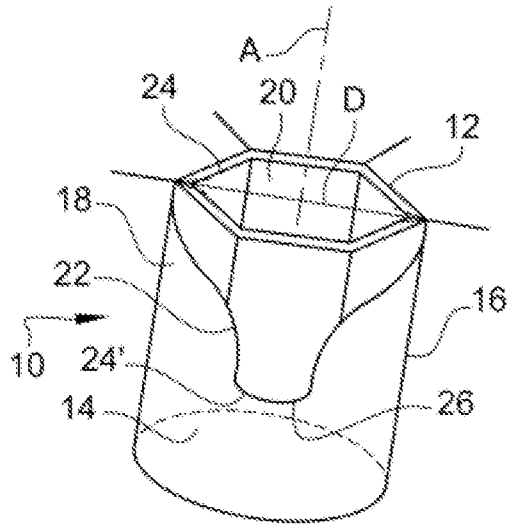
12. Structure à âme alvéolaire selon la revendication précédente, dans laquelle la sortie (26) d'onde sonore du conduit secondaire (20, 20') est de diamètre inférieur à celui de l'entrée (24) d'onde sonore.

13. Structure à âme alvéolaire selon l'une quelconque des revendications 11 à 12, dans laquelle la sortie (26) d'onde sonore du circuit secondaire (20) est disposée au niveau de l'extrémité distale (24') du conduit secondaire.

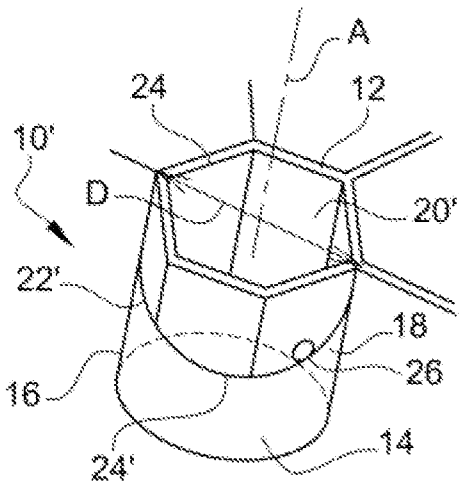
14. Structure à âme alvéolaire selon l'une quelconque des revendications 11 à 12, dans laquelle la sortie (26) d'onde sonore du circuit secondaire (20') est disposée dans la paroi (22') du conduit secondaire, dans sa moitié arrière, c'est-à-dire proximale à l'extrémité arrière de la cellule.

15. Structure à âme alvéolaire selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans laquelle la sortie (26) d'onde sonore du circuit secondaire est de forme circulaire.

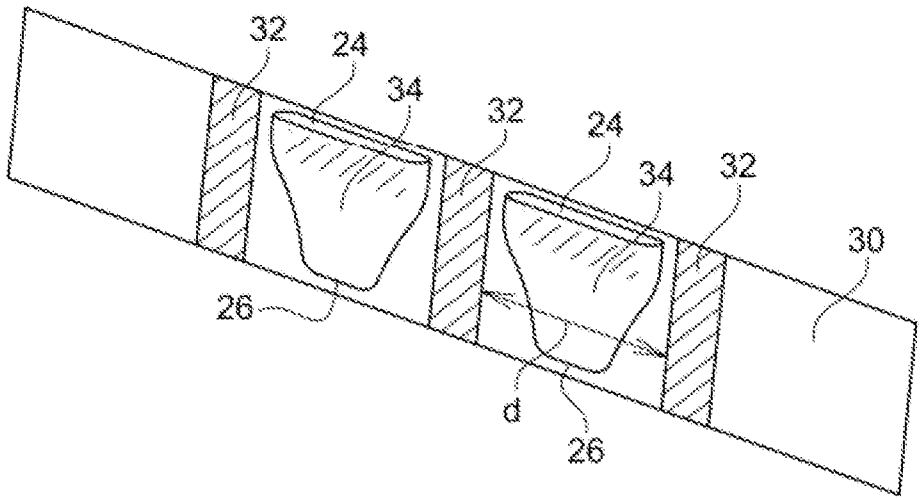
[Fig. 1]



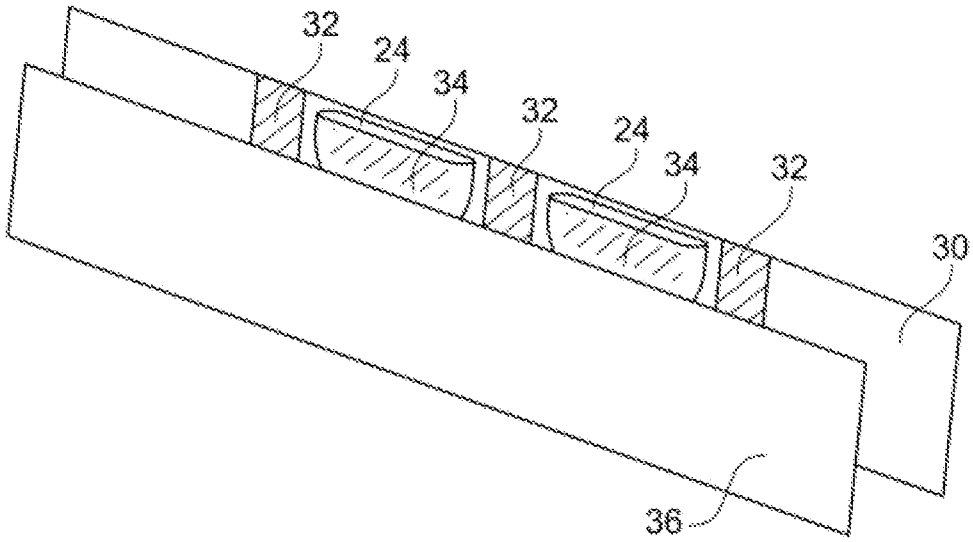
[Fig. 2]



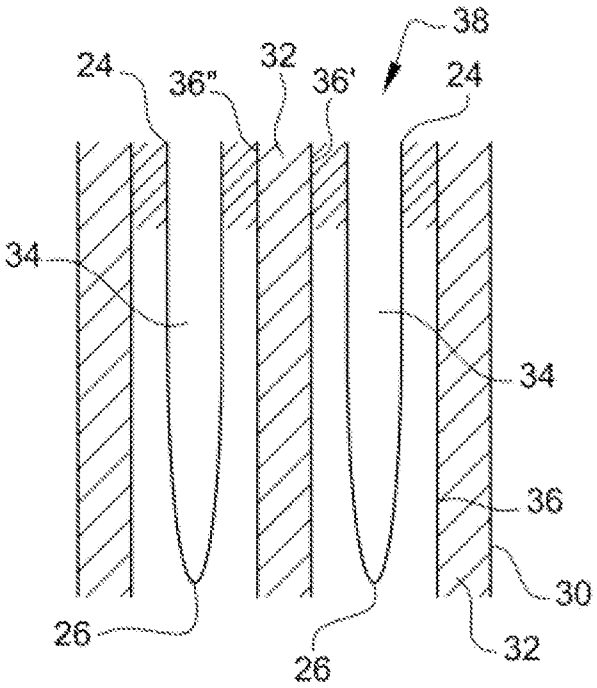
[Fig. 3]



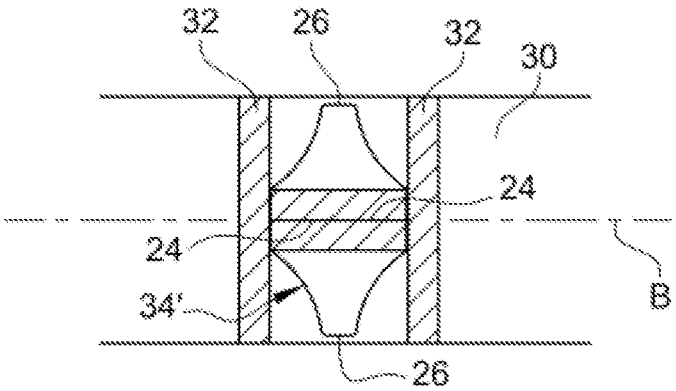
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR2021/050363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B32B 3/08(2006.01)i; ***B32B 3/12***(2006.01)i; ***B32B 3/28***(2006.01)i; ***B32B 7/12***(2006.01)i; ***B32B 7/14***(2006.01)i; ***B32B 9/00***(2006.01)i; ***B32B 9/04***(2006.01)i; ***B32B 15/04***(2006.01)i; ***B32B 15/20***(2006.01)i; ***B32B 27/08***(2006.01)i; ***B32B 27/28***(2006.01)i; ***B32B 27/38***(2006.01)i; ***B32B 27/42***(2006.01)i; ***B29D 24/00***(2006.01)i; ***F02K 1/82***(2006.01)i; ***G10K 11/172***(2006.01)i; ***B32B 37/00***(2006.01)i

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)

B32B; B29D; G10K; F02K; B64D

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.
A	US 2013052398 A1 (DEAN THOMAS ANDREW [US] ET AL) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraphs [0059], [0060], [0088], [0151] - [0153], [0161] figures 10,11	1-15
A	GB 1470036 A (LOCKHEED AIRCRAFT CORP) 14 April 1977 (1977-04-14) page 1, line 12 - line 14 page 2, line 37 - line 66 page 3, line 60 - line 103 figures 1,2	1-15
A	US 2015041247 A1 (ICHIHASHI FUMITAKA [US]) 12 February 2015 (2015-02-12) figures 2-5 paragraphs [0002], [0024] - [0027], [0029], [0031] - [0036] claims	1-15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
07 May 2021	**26 May 2021**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Mazet, Jean-François** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2021/050363

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2013052398 A1	28 February 2013	AU 2012216374 A1	14 March 2013
		CA 2787819 A1	22 February 2013
		CN 102950820 A	06 March 2013
		EP 2581215 A2	17 April 2013
		JP 6016519 B2	26 October 2016
		JP 2013056368 A	28 March 2013
		KR 20130021345 A	05 March 2013
		KR 20190032317 A	27 March 2019
		US 2013052398 A1	28 February 2013
		US 2016193819 A1	07 July 2016
GB 1470036 A	14 April 1977	NONE	
US 2015041247 A1	12 February 2015	AU 2014307026 A1	07 January 2016
		BR 112016002891 A2	01 August 2017
		CA 2917694 A1	19 February 2015
		CN 105493176 A	13 April 2016
		CN 111554261 A	18 August 2020
		EP 3033746 A1	22 June 2016
		JP 6438025 B2	12 December 2018
		JP 2016532155 A	13 October 2016
		KR 20160043056 A	20 April 2016
		RU 2016103108 A	19 September 2017
		US 2015041247 A1	12 February 2015
		WO 2015023389 A1	19 February 2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2021/050363

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B32B3/08 B32B3/12 B32B3/28 B32B7/12 B32B7/14
B32B9/00 B32B9/04 B32B15/04 B32B15/20 B32B27/08
B32B27/28 B32B27/38 B32B27/42 B29D24/00 F02K1/82

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)
B32B B29D G10K F02K B64D

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
A	US 2013/052398 A1 (DEAN THOMAS ANDREW [US] ET AL) 28 février 2013 (2013-02-28) alinéas [0059], [0060], [0088], [0151] - [0153], [0161] figures 10,11	1-15
A	GB 1 470 036 A (LOCKHEED AIRCRAFT CORP) 14 avril 1977 (1977-04-14) page 1, ligne 12 - ligne 14 page 2, ligne 37 - ligne 66 page 3, ligne 60 - ligne 103 figures 1,2	1-15
A	US 2015/041247 A1 (ICHIHASHI FUMITAKA [US]) 12 février 2015 (2015-02-12) figures 2-5 alinéas [0002], [0024] - [0027], [0029], [0031] - [0036] revendications	1-15

☐ 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
7 mai 2021	26/05/2021

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Mazet, Jean-François

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2021/050363

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013052398 A1	28-02-2013	AU 2012216374 A1	14-03-2013
		CA 2787819 A1	22-02-2013
		CN 102950820 A	06-03-2013
		EP 2581215 A2	17-04-2013
		JP 6016519 B2	26-10-2016
		JP 2013056368 A	28-03-2013
		KR 20130021345 A	05-03-2013
		KR 20190032317 A	27-03-2019
		US 2013052398 A1	28-02-2013
		US 2016193819 A1	07-07-2016
GB 1470036 A	14-04-1977	AUCUN	
US 2015041247 A1	12-02-2015	AU 2014307026 A1	07-01-2016
		BR 112016002891 A2	01-08-2017
		CA 2917694 A1	19-02-2015
		CN 105493176 A	13-04-2016
		CN 111554261 A	18-08-2020
		EP 3033746 A1	22-06-2016
		JP 6438025 B2	12-12-2018
		JP 2016532155 A	13-10-2016
		KR 20160043056 A	20-04-2016
		RU 2016103108 A	19-09-2017
		US 2015041247 A1	12-02-2015
		WO 2015023389 A1	19-02-2015