



(51) Classification internationale des brevets :
B64D 29/06 (2006.01) **F02K 1/34** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/051970

(22) Date de dépôt international :
28 juillet 2016 (28.07.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1557431 31 juillet 2015 (31.07.2015) FR

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

(72) Inventeurs : **VALLEROY, Laurent Georges**; Route du Pont 8, 76700 Gonfreville l'Orcher (FR). **VERSAEVEL, Marc**; Route du Pont 8, Apt 302, 76700 Gonfreville l'Orcher (FR). **DESJOYEUX, Bertrand**; Route du Pont 8, 76700 Gonfreville l'Orcher (FR). **GONIDEC, Patrick**; Route du Pont 8, 76700 Gonfreville l'Orcher (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 : ACOUSTIC ATTENUATION STRUCTURE WITH A PLURALITY OF ATTENUATION DEGREES FOR A PROPULSION ASSEMBLY OF AN AIRCRAFT

(54) Titre : STRUCTURE D'ATTÉNUATION ACOUSTIQUE À MULTIPLES DEGRÉS D'ATTÉNUATION POUR ENSEMBLE PROPULSIF D'AÉRONEF

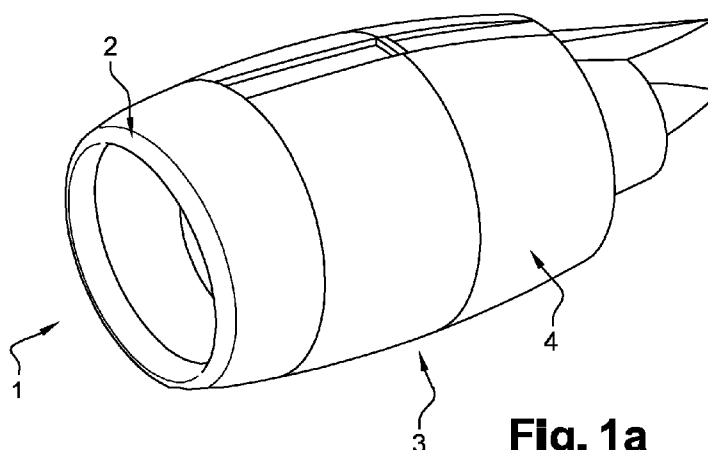


Fig. 1a

(57) Abstract : The invention particularly relates to an acoustic attenuation structure for a propulsion assembly of an aircraft, comprising an acoustically reflective wall and a sandwich panel, the sandwich panel comprising a honeycomb structure surrounded by two acoustically porous skins, a rear skin and a skin, the acoustically reflective wall and the sandwich panel being arranged in such a way as to be separated by a layer of air.

(57) Abrégé : L'invention se rapporte notamment à une structure d'atténuation acoustique pour ensemble propulsif d'aéronef, comprenant une paroi acoustiquement réfléchissante et un panneau sandwich, le panneau sandwich comportant une structure alvéolaire encadrée par deux peaux acoustiquement poreuses, une peau arrière et une peau, la paroi acoustiquement réfléchissante et le panneau sandwich étant agencés de manière à être séparés par une couche d'air.



Structure d'atténuation acoustique à multiples degrés d'atténuation pour ensemble propulsif d'aéronef

L'invention se situe dans le domaine de l'atténuation acoustique pour
5 ensemble propulsif d'aéronef, c'est-à-dire l'ensemble formé par un turboréacteur (notamment un turboréacteur à double flux) équipé d'une nacelle, l'ensemble propulsif pouvant éventuellement inclure le mât moteur.

Dans un ensemble propulsif d'aéronef, l'atténuation acoustique est généralement réalisée au moyen de panneaux d'atténuation acoustique. De tels
10 panneaux peuvent prendre la forme d'une structure sandwich, comportant une âme alvéolaire encadrée entre deux peaux, l'une pleine et l'autre perforée de sorte à être acoustiquement poreuse. La peau perforée, généralement dite peau acoustique, est destinée à être en contact avec le flux d'air froid traversant la nacelle et/ou avec le flux de gaz chauds éjectés par le turboréacteur.

On connaît des panneaux d'atténuation acoustique à un degré de liberté
15 des ondes acoustiques, connus sous le nom de panneaux acoustiques SDOF (pour « Single Degree Of Freedom »). De tels panneaux prennent la forme d'une structure sandwich telle que décrite ci-dessus.

On connaît également des panneaux d'atténuation acoustique à deux
20 degrés de liberté, connus sous le nom de panneaux acoustiques 2DOF (ou DDOF, pour « Double Degree Of Freedom »). A la différence des panneaux de type SDOF, les panneaux de type DDOF comprennent une structure alvéolaire à deux étages, ces étages étant séparés par une paroi acoustiquement poreuse couramment dénommée septum. Comme pour les panneaux précédemment décrits, cette structure alvéolaire
25 est prise en sandwich entre une peau acoustiquement réfléchissante et une peau acoustiquement poreuse. Les panneaux de type DDOF présentent l'avantage d'atténuer les ondes acoustiques sur une bande de fréquences plus large qu'un panneau de type SDOF.

D'une manière générale, la hauteur de la structure alvéolaire (et donc la
30 hauteur des cavités qu'elle comporte) et la porosité de la peau acoustique et, le cas échéant, du septum sont optimisées de manière à maximiser l'atténuation acoustique et à cibler la bonne plage de fréquences sonores.

D'autre part, plus la surface traitée acoustiquement au sein d'un
ensemble propulsif (et notamment au sein d'une nacelle) est importante, meilleure
35 est la performance globale de l'atténuation acoustique. Les constructeurs déploient ainsi des efforts permanents pour augmenter la surface traitée acoustiquement.

Les figures 1a et 1b montrent une vue d'un ensemble propulsif comportant une nacelle 1 entourant un turboréacteur à double flux, l'ensemble étant solidaire d'un mât moteur 5 (visible uniquement sur la figure 1b). La nacelle 1 comporte de manière conventionnelle une entrée d'air 2, une section médiane 3, ainsi qu'une section arrière 4. La figure 1a montre la nacelle 1 en configuration « jet direct », c'est-à-dire avec le système d'inversion de poussée en position rétractée, tandis que la figure 1b montre la nacelle en configuration « jet inverse », c'est-à-dire avec le système d'inversion de poussée en position déployée. Ainsi on peut voir sur la figure 1b qu'un capot mobile 20 de la section arrière 4 est en position reculée, laissant apparaître un ensemble de grilles d'inversion 21.

Les figures 2a et 2b montrent une coupe de la section arrière 4 de la nacelle 1, respectivement lorsque le système d'inversion de poussée est en position rétractée (ou jet direct) et en position déployée (ou jet inverse).

Le système d'inversion de poussée comprend un capot mobile 20, qui forme la surface extérieure de la section arrière 4 de la nacelle. Le système d'inversion de poussée comprend en outre des grilles d'inversion 21 et des volets de blocage 22, mobiles en rotation, et associés à des bielles 23. Le système d'inversion de poussée comporte des actionneurs (non représentés), notamment des actionneurs électromécaniques, permettant de faire coulisser le capot mobile entre une position rétractée (figure 2a) et une position déployée (figure 2b), et inversement. Cette translation s'opère selon un axe longitudinal de la nacelle, correspondant à l'axe longitudinal du moteur.

Lorsque le système d'inversion de poussée est en position rétractée (figure 2a) :

- le capot mobile 20 est en position rétractée, correspondant à une position avancée dans laquelle il assure la continuité aérodynamique avec la section médiane de la nacelle ;

- les volets de blocage 22 sont en position rétractée, position dans laquelle ils sont alignés avec la surface interne du capot mobile 20, et logés dans une virole 27 du capot mobile 20 ;

Lorsque le système d'inversion de poussée est en position déployée (figure 2b) :

- le capot mobile est en position déployée, correspondant à une position reculée, dans laquelle il découvre les grilles d'inversion 21 ;

- les volets de blocage 22 sont en position déployée, position dans laquelle ils obstruent au moins partiellement la veine 24 de flux froid.

Dans cette configuration, l'action de volets de blocage 22 et des grilles d'inversion 21 permet de rediriger le flux froid à l'extérieur de la nacelle, vers l'avant afin de créer une contre-poussée. Le passage en position déployée des volets de blocage 22 est dans l'exemple obtenu par l'action de bielles 23 rattachées à une structure fixe interne 25 de la nacelle.

Il est connu de prévoir un panneau d'atténuation acoustique 26 sur les volets de blocage. Des exemples de volets de blocage traités acoustiquement sont représentés aux figures 3a et 3b, qui représentent une vue en coupe longitudinale d'un volet de blocage. Les figures 3a et 3b montrent ainsi un volet de blocage 15 équipé d'un panneau d'atténuation acoustique 26, respectivement à simple degré de liberté et à double degré de liberté.

Sur la figure 3a, on peut voir que le panneau d'atténuation acoustique 26 à un degré de liberté comporte une peau arrière 28 pleine et une peau avant 29, ces deux peaux encadrant une âme alvéolaire 30. La peau avant 29 est multiperforée et donc acoustiquement poreuse. La peau avant 29 forme la surface externe du volet de blocage 15.

La recherche de réduction maximale du bruit des ensembles propulsifs d'aéronef a conduit les constructeurs à envisager des atténuateurs acoustiques à deux degrés de liberté.

Ainsi, sur la figure 3b, le panneau d'atténuation acoustique 26, à deux degrés de liberté, est formé par une peau pleine 28 et une peau perforée 29 encadrant une âme alvéolaire 30. Toutefois, la structure alvéolaire comporte deux étages séparés par un septum 31. Ceci permet ainsi d'améliorer la performance d'atténuation acoustique notamment dans les moyennes et hautes fréquences sonores, mais conduit à des panneaux acoustiques chers et lourds.

De plus, le panneau d'atténuation acoustique 26 étant installé dans la virole 27, celle-ci doit être dimensionnée pour pouvoir loger les volets de blocage (et donc le panneau d'atténuation acoustique 26), lorsque les volets de blocages sont en position rétractée. L'encombrement du panneau d'atténuation acoustique constitue ainsi un inconvénient car il oblige dans cet exemple à augmenter les dimensions de la virole, et, au final, de la nacelle.

L'invention a pour objectif de proposer une structure d'atténuation acoustique à au moins deux degrés de liberté, adaptable notamment à un volet de blocage d'inversion de poussée, qui permette de gagner en encombrement et également en masse.

A cet effet, l'invention se rapporte à une structure d'atténuation acoustique pour ensemble propulsif d'aéronef, comprenant une paroi acoustiquement réfléchissante et un panneau sandwich, le panneau sandwich comportant une structure alvéolaire encadrée par deux peaux acoustiquement poreuses, une peau arrière et une peau avant, la paroi acoustiquement réfléchissante et le panneau sandwich étant agencés de manière à être séparés par une couche d'air non circulant.

Ainsi, la structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention permet d'obtenir une atténuation acoustique équivalente à celle obtenue avec les panneaux d'atténuation acoustique de type DDOF connus. L'invention procure par rapport à ces panneaux connus un gain de masse et de simplicité de fabrication, puisqu'une structure alvéolaire à simple étage suffit. En outre, la structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention peut être réalisée sur des éléments mobiles l'un par rapport à l'autre, comme par exemple un volet de blocage d'inverseur de poussée et une virole sur laquelle ce volet est articulé.

On entend par couche d'air non circulant, une couche d'air dans laquelle l'air est sensiblement statique lorsque les volets de blocage sont en position rétractée.

En effet, la couche d'air non circulant d'améliorer l'atténuation acoustique de la structure d'atténuation acoustique et de conserver les performances aérodynamiques de l'ensemble propulsif. En effet, si de l'air circulait dans la couche d'air, les performances aérodynamiques de l'ensemble propulsif seraient diminuées.

Selon un aspect de l'invention, les peaux acoustiquement poreuses comprennent des pores d'un diamètre compris de préférence entre 1 et 2 millimètres. Les pores ne permettent pas de faire circuler de l'air dans la couche d'air afin de ne pas prélever d'air dans la veine. En effet, le prélèvement d'air dans la veine diminuerait les performances aérodynamique de l'ensemble propulsif.

Dans une réalisation, le panneau le panneau sandwich est solidaire d'un élément mobile, notamment mobile en rotation, par rapport à la paroi acoustiquement réfléchissante.

Dans une réalisation, le panneau sandwich est fixé de manière démontable à la paroi acoustiquement réfléchissante.

Dans une réalisation, la paroi acoustiquement réfléchissante comprend au moins une cloison s'étendant vers la peau arrière du panneau sandwich.

Dans une réalisation, la peau arrière du panneau sandwich comprend au moins une cloison s'étendant vers la paroi acoustiquement réfléchissante.

Dans une réalisation, la structure comporte au moins un joint disposé en regard de l'extrémité libre d'une cloison.

Dans une réalisation, le panneau sandwich comporte une pluralité de structures alvéolaires qui sont séparées entre elles par un septum acoustiquement poreux.

Dans une réalisation, la porosité de la peau arrière du panneau sandwich est comprise entre 1% et 5%.

Dans une réalisation, la porosité de la peau avant du panneau sandwich est comprise entre 8% et 20%.

Dans une réalisation, la couche d'air présente une épaisseur comprise entre 10 et 40 millimètres.

Dans une réalisation, la structure alvéolaire présente une épaisseur comprise entre 10 et 30 millimètres.

Dans une réalisation, la peau arrière du panneau sandwich comporte un treillis, notamment un treillis métallique.

L'invention concerne également un ensemble propulsif d'aéronef comportant une ou plusieurs structures d'atténuation acoustique conforme à celle définie ci-dessus.

Dans une réalisation, l'ensemble propulsif comporte une nacelle équipée d'un système d'inversion de poussée, le système d'inversion de poussée comportant au moins un volet de blocage comportant le panneau sandwich de la structure d'atténuation acoustique.

Dans une réalisation, la paroi acoustiquement réfléchissante est formée par une paroi d'une virole sur laquelle le volet de blocage est articulé.

Dans une réalisation, l'ensemble propulsif comporte un turboréacteur comprenant un carter de soufflante, le carter de soufflante comportant une surface interne formant la paroi acoustiquement réfléchissante, le panneau sandwich étant fixé de manière démontable au carter de soufflante.

Dans une réalisation, l'ensemble propulsif comporte une tuyère d'éjection dont une surface interne forme la paroi acoustiquement réfléchissante, le panneau sandwich étant fixé de manière démontable à la tuyère d'éjection.

L'invention concerne en outre un aéronef comportant au moins un ensemble propulsif tel que défini ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après, donnée à titre d'exemple en référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- les figures 1a et 1b représentent un ensemble propulsif d'aéronef ;
- les figures 2a et 2b représentent une vue en coupe d'une section arrière de nacelle de turboréacteur à double flux ;
- les figures 3a et 3b représentent un volet de blocage d'inverseur de poussée pourvu d'un panneau d'atténuation acoustique ;
- les figures 4 à 8 sont des vues partielles en coupe d'une nacelle comportant une structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention ;
- les figures 9 et 10 représentent des exemples de réalisation d'un panneau sandwich conforme à l'invention ;
- la figure 11 est un graphique décrivant les performances d'atténuation acoustique en fonction de la fréquence, pour une structure d'atténuation conforme à l'invention et pour deux structures d'atténuation connues.

La figure 4, montre une vue en coupe partielle d'une section arrière d'une nacelle 40 de turboréacteur double-flux. Le flux secondaire (ou flux d'air froid) circulant à travers la nacelle lorsque le système d'inversion de poussée n'est pas déployé est représenté par la flèche F. La nacelle 40 est par exemple analogue à la nacelle 1 des figures 1a et 1b. La nacelle 40 comporte ainsi un système d'inversion de poussée, comportant notamment un capot mobile 41 et une pluralité de volets de blocage 42. Sur la figure 4, le système d'inversion de poussée est représenté en configuration « jet direct », le capot mobile 41 et le volet de blocage 42 étant donc en position rétractée. Ainsi, le volet de blocage 42 est logé dans une virole 43 solidaire du capot mobile 41. La virole 43 comporte une paroi 44 pleine, dont la surface interne 45, en regard avec le volet de blocage 42, est acoustiquement réfléchissante.

Le volet de blocage 42 est traité acoustiquement conformément à l'invention. Il comporte ainsi un panneau sandwich 46 comportant une structure alvéolaire 47 encadrée entre deux peaux, une peau arrière 48 et une peau avant 49. La peau avant 49 forme la surface externe du volet de blocage 42. La structure alvéolaire comporte dans l'exemple une pluralité de cloisons 47a. La structure alvéolaire 47 peut être formée de manière connue par une structure en nid d'abeille.

Conformément à l'invention, les deux peaux 48, 49 encadrant la structure alvéolaire 47 sont perforées (de sorte à être acoustiquement poreuses). Ainsi, le panneau sandwich 46 forme le premier étage d'une structure d'atténuation acoustique à deux degrés de liberté, le deuxième étage étant formé par l'espace 50 entre la surface interne 45 de la virole 43 et la peau arrière 48 du panneau sandwich

46. La structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention comporte donc dans l'exemple de la figure 4 une peau acoustique formée par la peau avant 49 et une peau pleine formée par la paroi 44 de la virole 43, cette paroi étant pleine et est donc acoustiquement réfléchissante. Par ailleurs, la peau arrière 48 perforée du panneau sandwich 46 forme le septum de cette structure d'atténuation acoustique à deux degrés de liberté. La hauteur du deuxième étage (référéncée H2 sur la figure 5), représentera entre 40% et 80% de la hauteur cumulée du premier (hauteur h1 sur la figure 5) et du deuxième étage de la structure. Le taux de perforation de la peau avant 49 sera par exemple compris entre 8% et 20%, tandis que le taux de perforation de la peau arrière 48 sera par exemple compris entre 1% et 5%.

Le principe de fonctionnement de la structure d'atténuation acoustique selon l'invention est donc analogue à celui d'un panneau d'atténuation acoustique classique à deux degrés de liberté.

La peau avant 49, acoustiquement poreuse, est en contact direct avec le flux secondaire traversant la nacelle (en jet direct). Les ondes acoustiques peuvent donc partiellement traverser les peaux avant 49 et arrière 48, qui sont toutes deux poreuses. La structure alvéolaire 47 impose une propagation plane au sein du panneau sandwich 46. Les ondes se propagent également dans la couche d'air 50a situé dans l'espace 50 (ou cavité 50) entre la virole 43 et la peau arrière 48 du panneau sandwich 46. Les ondes sont réfléchies par la paroi 44 de la virole 43. Bien que la cavité 50 de la figure 4 ne soit pas munie de cloisons comme une structure alvéolaire classique, la propagation des ondes acoustiques et l'efficacité de l'atténuation acoustique sont très proches de celles d'un panneau d'atténuation acoustique de type DDOF conventionnel.

La structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention se comporte sensiblement comme un panneau de type DDOF, tout en étant plus légère et moins encombrante. En outre, on obtient un résultat équivalent aux panneaux d'atténuation connus de manière plus simple et plus économique, puisqu'une seule structure sandwich (à simple étage) est nécessaire.

L'invention procure donc de nombreux gains par rapport à l'état de la technique, et notamment un gain de masse, d'encombrement, économique, le tout à performance acoustique identique.

Dans une variante représentée à la figure 5, on peut prévoir une pluralité de cloisons 51 s'étendant depuis la paroi 44 de la virole 43, vers la peau arrière 48 du panneau sandwich 46. Avantagusement, la hauteur des cloisons 51 est telle que leur

extrémité libre se trouve à proximité immédiate de la peau arrière 48 du panneau sandwich 46 (par exemple à une distance comprise entre 1 et 5 millimètres).

Les cloisons 51 sont dans l'exemple de la figure 5 parallèles entre elles (et, en outre sensiblement parallèles aux cloisons de la structure alvéolaire 47). En
5 variante, certaines des cloisons 51 peuvent être également disposées perpendiculairement aux autres et/ou sécantes entre elles, pour former un réseau de cellules.

Les cloisons 51 permettent de confiner la propagation des ondes acoustiques au sein même de la couche d'air 50a située dans l'espace (ou cavité) 50,
10 afin d'en améliorer les performances d'atténuation acoustique de la structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention. En outre, ces cloisons 51, en jouant le rôle de raidisseurs, permettent d'améliorer la tenue mécanique de la virole 6.

Dans une variante représentée à la figure 6, on prévoit que des cloisons 52 s'étendent depuis la peau arrière 48 du panneau sandwich 46 vers la paroi 44 de la
15 virole 43. Avantageusement, la hauteur des cloisons 52 est telle que leur extrémité libre se trouve à proximité immédiate de la surface interne 45 de la paroi 44 de la virole 43. Sur le plan acoustique, les cloisons acoustiques 53 ont un effet analogue à celui des cloisons 51 de la figure 5. En outre, les cloisons 52, en jouant le rôle de raidisseurs, permettent d'améliorer la tenue mécanique du panneau sandwich 46 et
20 donc du volet de blocage 42.

Bien entendu, on pourra prévoir à la fois des cloisons 51, s'étendant depuis la paroi 44 de la virole 43, et des cloisons 52, s'étendant depuis la peau arrière 48 du panneau sandwich 46.

Dans une variante représentée à la figure 7, on prévoit, en regard des
25 extrémités libres des cloisons 52 un réseau de joints 53 afin de réaliser le contact et/ou l'étanchéité entre la virole 43 et les cloisons 52. Il en résulte une atténuation améliorée des ondes acoustiques, ces ondes étant mieux confinées au sein de la couche d'air 50a située entre la surface interne 45 de la virole 43 et la peau arrière 48 du panneau sandwich 46. L'utilisation d'un matériau souple pour le joint 53 permet
30 également de supporter les vibrations mécaniques entre les cloisons 52 et la virole 43.

Bien entendu, l'utilisation de joints 53 tel que représenté à la figure 7 peut être adapté à la structure d'atténuation acoustique de la figure 5 ou à une structure comprenant des cloisons 51, 52 disposées pour certaines sur la virole 43 et pour les autres sur le panneau sandwich 46.

35 On pourra en outre prévoir que le réseau de joints 53 soit fixé directement sur l'extrémité libre des cloisons 51 et/ou 52, permettant ainsi de

compenser d'éventuels jeux entre ces cloisons 51 et/ou 52 et la paroi 44 de la virole 43 ou la peau arrière 48 du panneau sandwich 46.

La figure 8 montre un exemple de réalisation dans lequel on prévoit à la fois des cloisons 51, s'étendant depuis la paroi 44 de la virole 43, et des cloisons 52, s'étendant depuis la peau arrière 48 du panneau sandwich 46. Dans cet exemple, on prévoit qu'au moins certaines des cloisons 51 de la virole 43 et des cloisons 52 du panneau sandwich 46 sont appairées, la proximité de deux cloisons 51, 52 d'une paire formant une chicane. L'effet de chicane obtenu permet d'obtenir une étanchéité suffisante pour éviter l'emploi de joints. De manière plus générale, les cloisons 51 s'étendant depuis la virole 43 et les cloisons 52 s'étendant depuis la peau arrière 48 sont positionnées selon des plans différents. Ainsi, les cloisons 51, 52 s'emboîtent les unes dans les autres. Une telle configuration, en plus du raidissement de la virole 43 et du panneau sandwich 46, permet une meilleure canalisation des ondes, tout en conservant la mobilité du volet 42 par rapport à la virole 43. Dans une autre variante (non représentée), les extrémités libres des cloisons 51, 52 se situent sensiblement en regard les unes des autres. Ceci permet d'établir des points de contact entre les deux pièces, définissant ainsi la distance entre le volet 42 et la virole 43.

Les structures d'atténuation acoustique représentées sur les figures 4 à 8 ont pour point commun d'être formées par la combinaison de la paroi 44 de la virole 43 et du panneau sandwich 46 du volet de blocage 42. Comme mentionné plus haut, ce volet de blocage est mobile en rotation, et est à cet effet articulé par rapport à la virole 43. La figure 9 montre un exemple de volet de blocage 42 conforme à l'invention, comportant notamment une peau arrière 48 perforée. Dans l'exemple de la figure 9, le volet 42 comporte en outre des cloisons 52 s'étendant depuis la peau arrière 48. Afin d'être fixé à la virole 43, le volet de blocage 42 comporte des chapes 54 destinées à être associées avec des ferrures ou chapes de la virole 43 (non représentées), l'ensemble de ces chapes et ferrures étant traversées par des axes colinéaires pour définir l'axe de rotation (représenté en trait mixte sur la figure 9) du volet par rapport à la virole.

Alternativement, on pourra prévoir que la structure d'atténuation acoustique conforme à l'invention ne comporte pas d'éléments mobiles. A titre d'exemple, la paroi acoustiquement réfléchissante pourra être formée par la surface interne d'un carter de soufflante ou la surface interne d'une tuyère, de façon plus générale toute surface sur laquelle il est bénéfique de s'appuyer pour créer un atténuateur acoustique à au moins deux degrés de liberté. Dans ce cas, on prévoira que le panneau sandwich 46 soit fixé à la paroi par l'intermédiaire de tous systèmes

de fixations démontables connus, tels que des assemblages vis-écrous traversant de part en part les deux pièces, des vis serrés dans des inserts taraudés, etc... L'écartement entre le panneau sandwich 46 et la paroi acoustiquement réfléchissante, est réalisé par exemple par l'intermédiaire de plots de fixation 55, comme représenté
5 à la figure 10 qui fixent la distance entre le panneau sandwich et la virole support afin d'obtenir la hauteur de cavité 50 désirée.

Par ailleurs, dans une variante non représentée, on pourra prévoir que le panneau sandwich 46 comporte plusieurs structures alvéolaires superposées séparées entre elles par un septum poreux, ce qui permet d'obtenir une structure d'atténuation
10 acoustique se comportant comme un panneau d'atténuation acoustique à trois degrés de liberté ou plus.

Avantageusement, la peau arrière 49 du panneau sandwich 46 peut comporter une structure dite acoustique linéaire composée alors, d'une peau à forte porosité (de l'ordre de 30 à 50%) recouverte d'un grillage très fin (grillage métallique
15 ou organique, ou CMO, dont les caractéristiques acoustiques sont telles que la résistance après collage de la peau linéaire est de l'ordre de 30 rayls cgs à 70 rayls cgs).

La figure 11, permet de comparer les performances d'atténuation acoustique obtenues avec un volet de blocage conforme à l'invention (courbe C1),
20 avec les performances obtenues avec un volet de blocage similaire, mais équipé d'un panneau d'atténuation conventionnel de type SDOF (courbe C2), et un volet de blocage similaire mais équipé d'un panneau d'atténuation conventionnel de type DDOF (courbe C3).

Sur le diagramme de la figure 11, on a représenté le taux d'atténuation
25 des ondes acoustiques, en fonction de la fréquence des ondes acoustiques (exprimée en hertz) abscisse.

Comme on peut le voir sur la figure 11, une structure d'atténuation conforme à l'invention présente des performances légèrement dégradées en basse-moyenne fréquences (1000Hz – 2500Hz) par rapport un DDOF conventionnel. En
30 revanche, on obtient bien un comportement typique d'un DDOF en plus hautes fréquences (à partir de 3000Hz), où la solution selon l'invention est beaucoup plus efficace qu'un SDOF conventionnel. Ainsi, une structure d'atténuation conforme à l'invention permet d'atténuer les ondes acoustiques sur une largeur de bande nettement plus importante qu'un panneau de type SDOF (courbe référencée C2), au-
35 delà de 2800Hz dans l'exemple présenté, et qu'un panneau de type DDOF (courbe C3)

de l'état de l'art, avec une perte d'efficacité négligeable en basse et moyenne fréquence (1200Hz à 2500Hz sur la figure 11).

Il est bien entendu que l'invention ne se limite pas à une structure d'atténuation acoustique disposée dans un inverseur de poussée, et qu'une structure
5 conforme à l'invention peut être réalisée au sein de tout élément adapté se trouvant dans une nacelle ou un ensemble propulsif.

Il va de soi que l'invention n'est pas non plus limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus à titre d'exemples mais qu'elle comprend tous les équivalents techniques et les variantes des moyens décrits ainsi que leurs
10 combinaisons possibles.

REVENDEICATIONS

1. Structure d'atténuation acoustique pour ensemble propulsif d'aéronef, comprenant une paroi acoustiquement réfléchissante (44) et un panneau sandwich (46), le panneau sandwich (46) comportant une structure alvéolaire encadrée (47) par deux peaux acoustiquement poreuses, une peau arrière (49) et une peau avant (48), la paroi acoustiquement réfléchissante (44) et le panneau sandwich (46) étant agencés de manière à être séparés par une couche d'air (50a) non circulant.

2. Structure (3) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le panneau (46) sandwich est solidaire d'un élément mobile (42), notamment mobile en rotation, par rapport à la paroi acoustiquement réfléchissante (44).

3. Structure selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le panneau sandwich (46) est fixé de manière démontable à la paroi acoustiquement réfléchissante (44).

4. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la paroi acoustiquement réfléchissante (44) comprend au moins une cloison (51) s'étendant vers la peau arrière (48) du panneau sandwich.

5. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que la peau arrière (48) du panneau sandwich (46) comprend au moins une cloison (52) s'étendant vers la paroi acoustiquement réfléchissante (44).

6. Structure selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'elle comporte au moins un joint (53) disposé en regard de l'extrémité libre d'une cloison (51, 52).

7. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le panneau sandwich (46) comporte une pluralité de structures alvéolaires qui sont séparées entre elles par un septum acoustiquement poreux.

8. Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la porosité de la peau arrière (48) du panneau sandwich (46) est comprise entre 1% et 5%.

9. Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la porosité de la peau avant (49) du panneau sandwich (46) est comprise entre 8% et 20%.

10. Structure selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la couche d'air (50a) présente une épaisseur comprise entre 10 et 40 millimètres.

11. Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la structure alvéolaire (47) présente une épaisseur comprise entre 10 et 30 millimètres.

12. Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la peau arrière (48) du panneau sandwich (46) comporte un treillis, notamment un
5 treillis métallique.

13. Ensemble propulsif d'aéronef comportant une ou plusieurs structures selon l'une quelconque des revendications précédentes.

14. Ensemble propulsif selon la revendication précédente, comportant une nacelle (40) équipée d'un système d'inversion de poussée, le système d'inversion
10 de poussée comportant au moins un volet de blocage (42) comportant le panneau sandwich (46) de la structure d'atténuation acoustique.

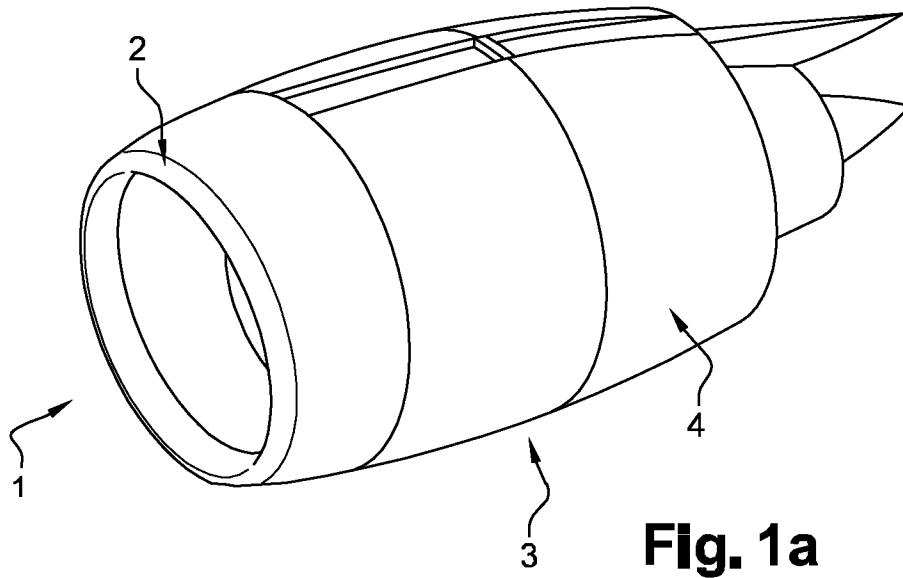
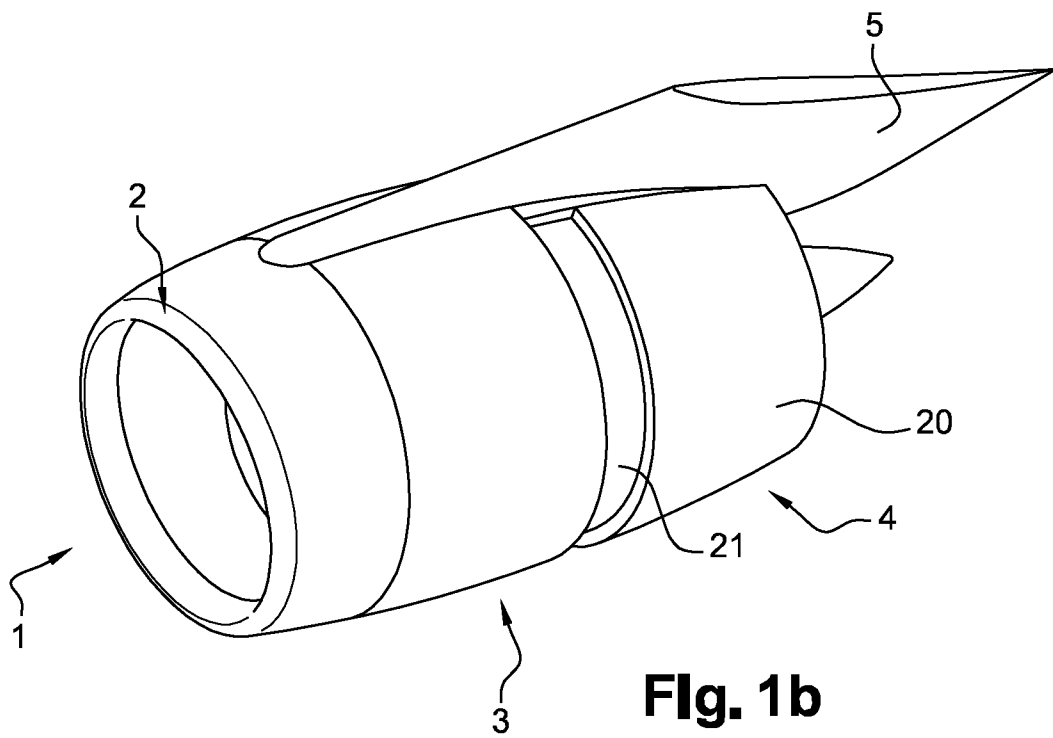
15. Ensemble propulsif selon la revendication précédente, dans lequel la paroi acoustiquement réfléchissante (44) est formée par une paroi d'une virole (43) sur laquelle le volet de blocage (42) est articulé.

16. Ensemble propulsif selon l'une des revendications 13 à 15, comportant un turboréacteur comprenant un carter de soufflante, le carter de soufflante comportant une surface interne formant la paroi acoustiquement réfléchissante, le panneau sandwich étant fixé de manière démontable au carter de soufflante.

17. Ensemble propulsif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, caractérisé en ce qu'il comporte une tuyère d'éjection dont une surface interne forme la paroi acoustiquement réfléchissante, le panneau sandwich étant fixé de manière démontable à la tuyère d'éjection.

18. Aéronef comportant au moins un ensemble propulsif selon l'une des
25 revendications 13 à 17.

1/8



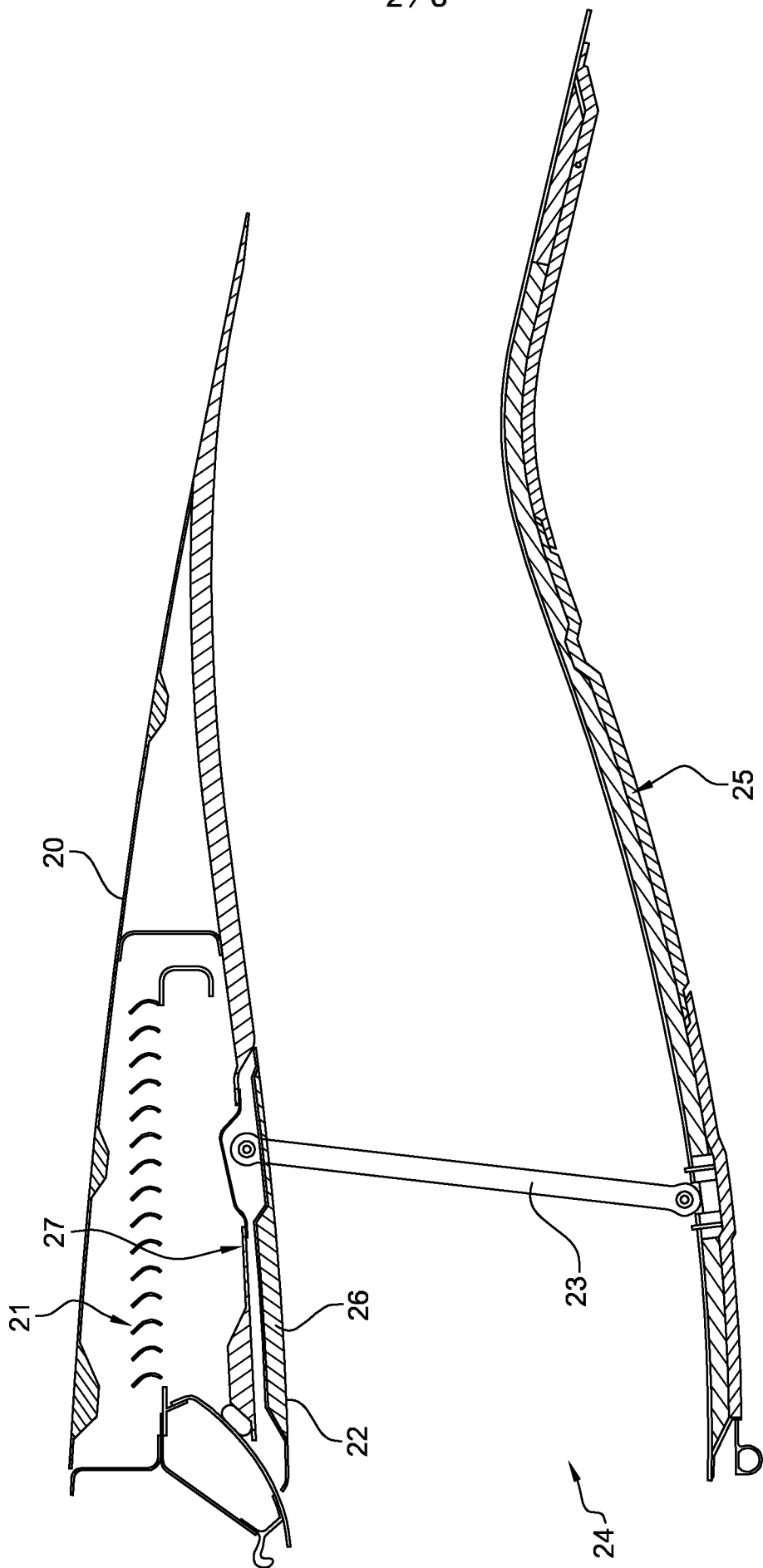


Fig. 2a

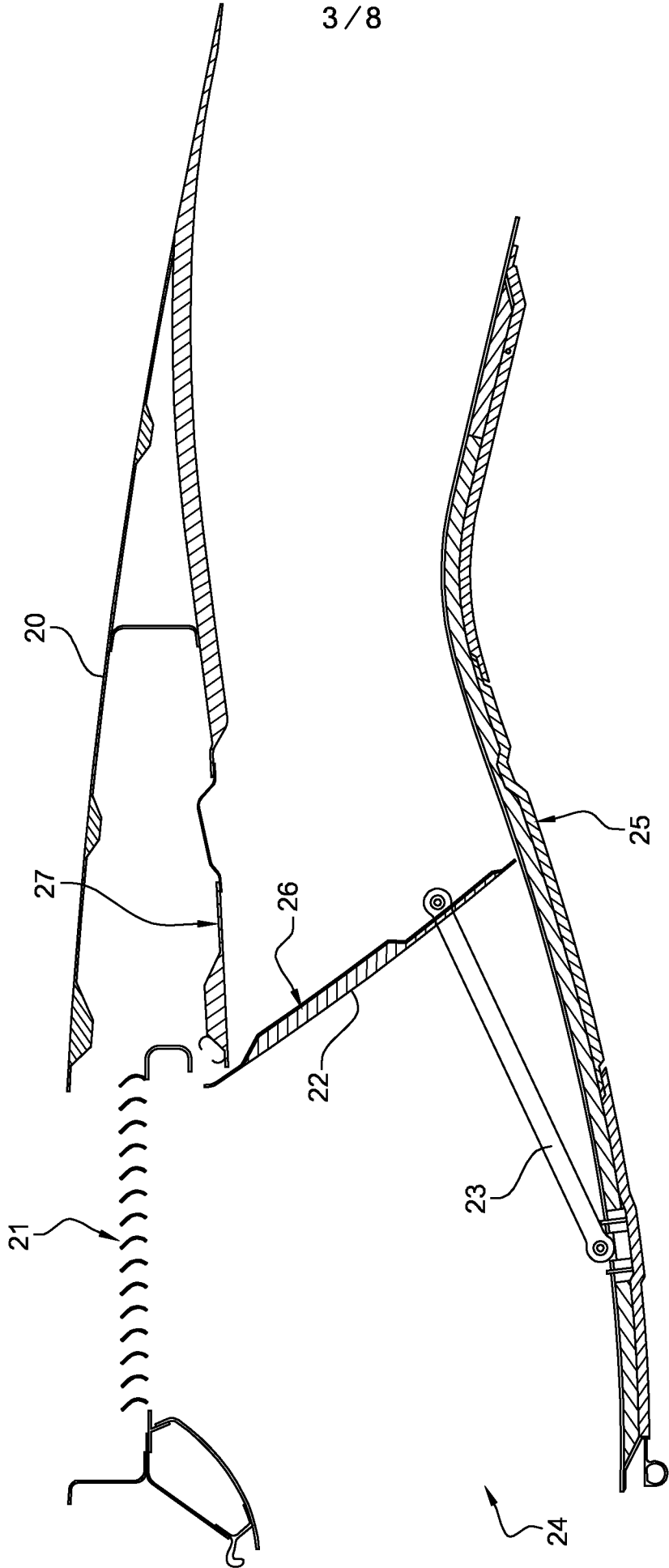
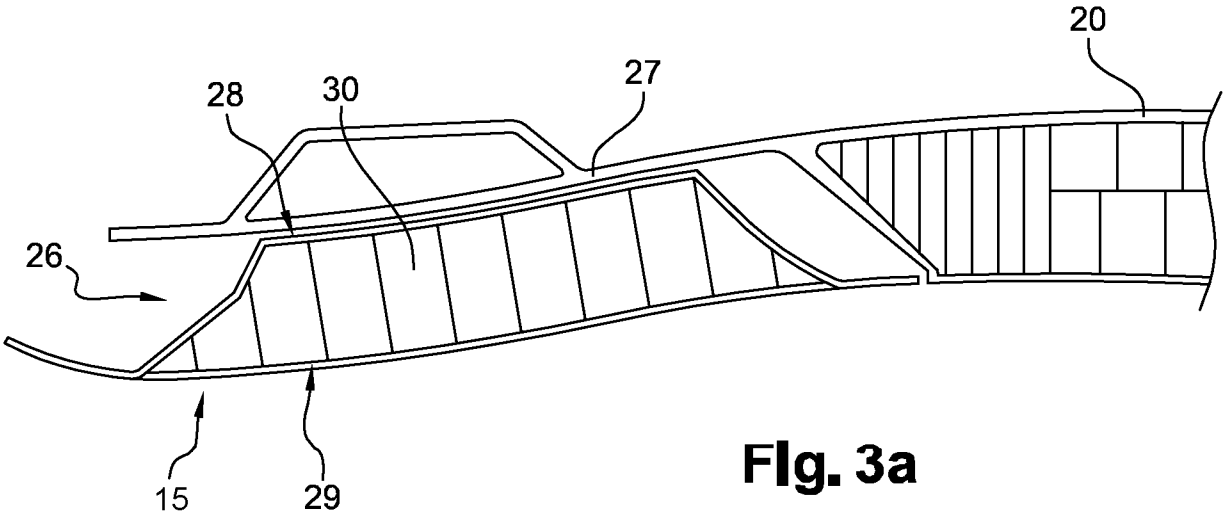
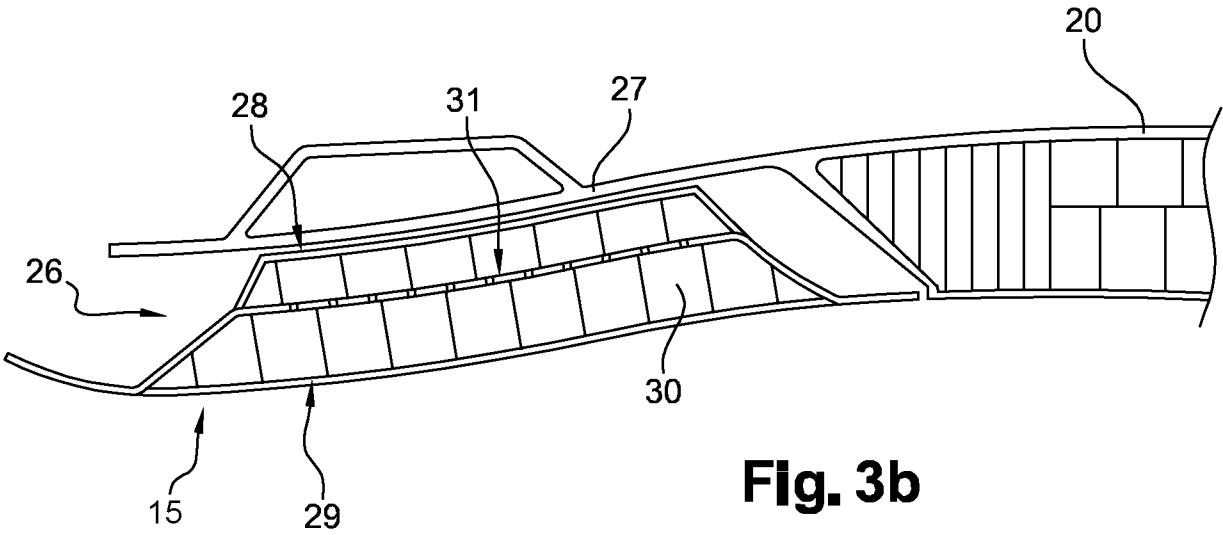
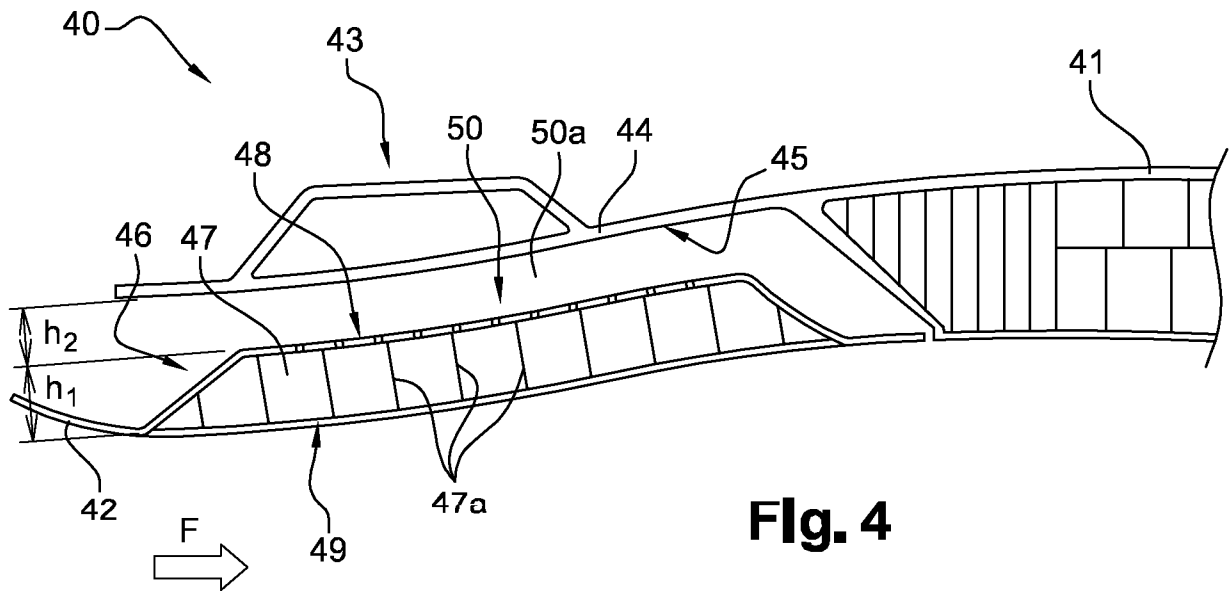
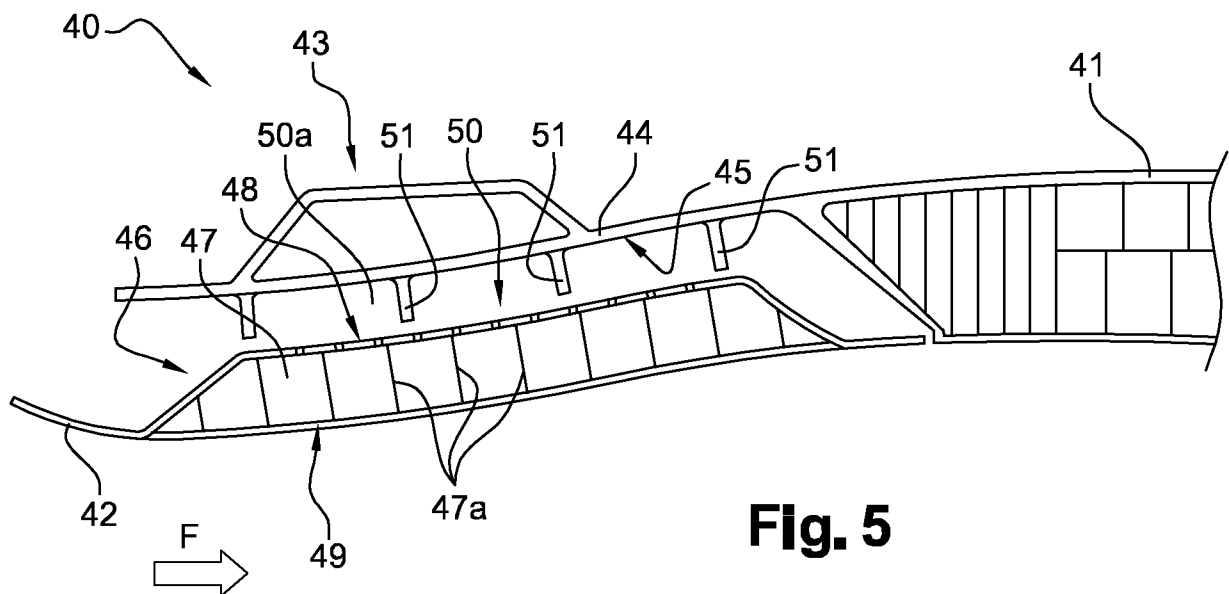
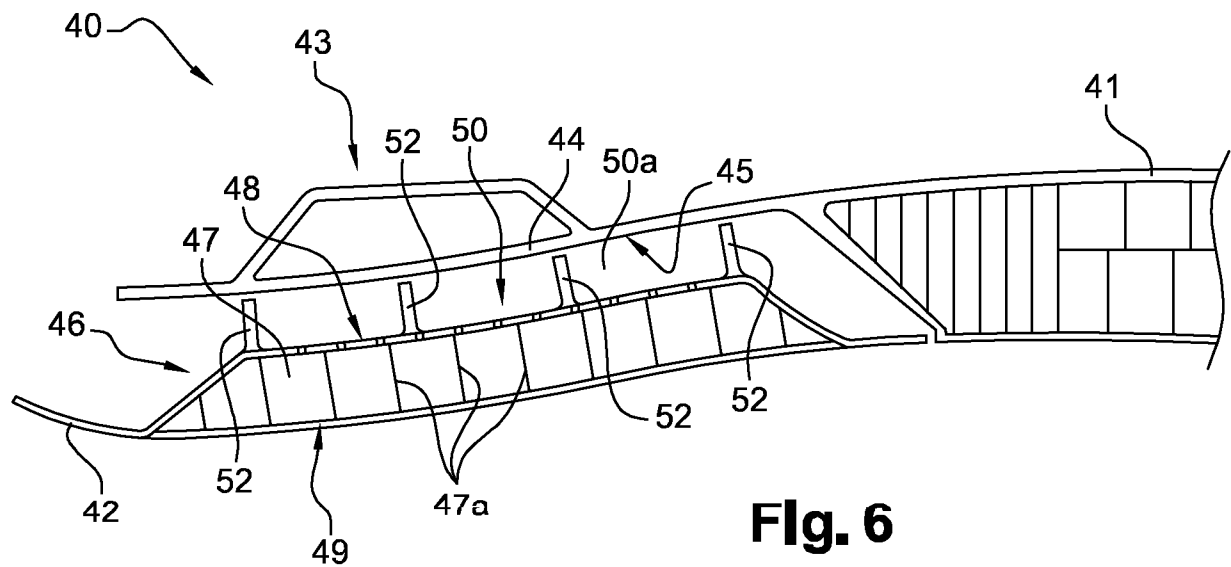
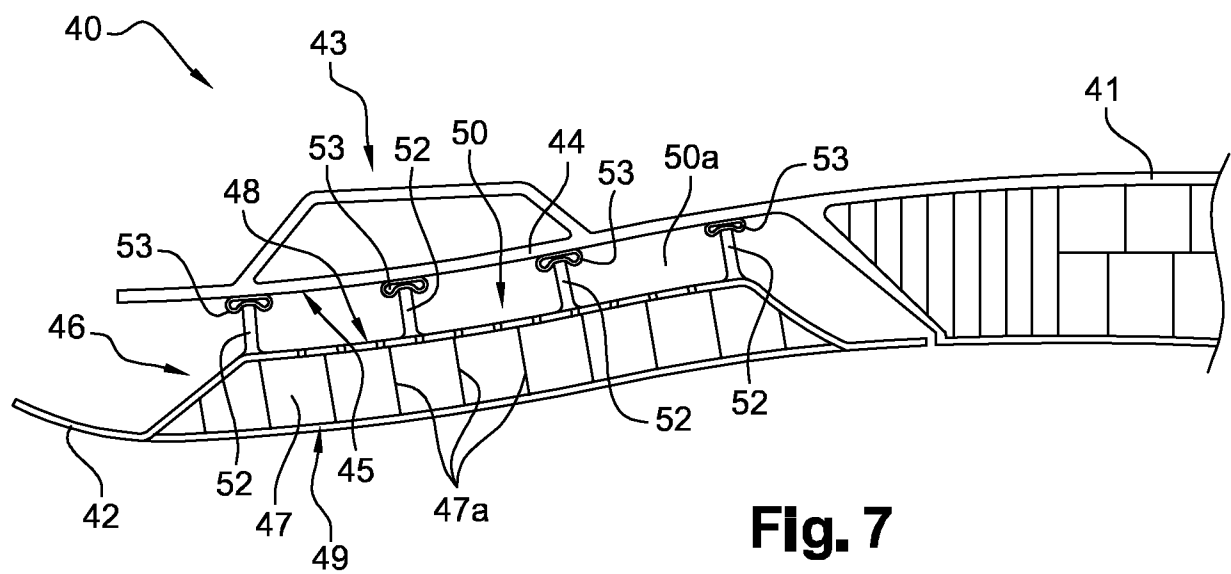


Fig. 2b



5 / 8





7 / 8

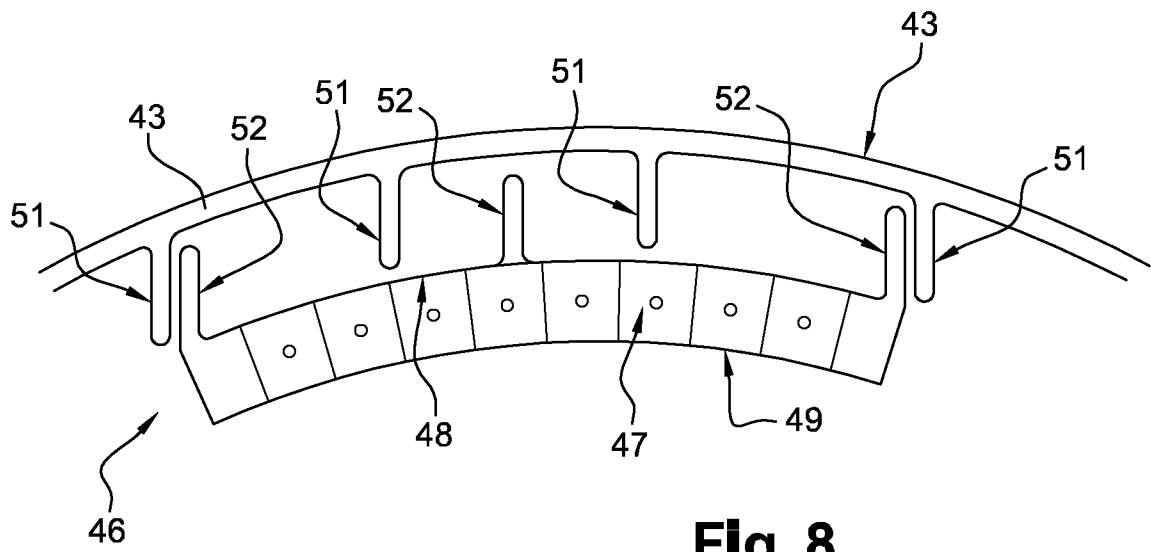


Fig. 8

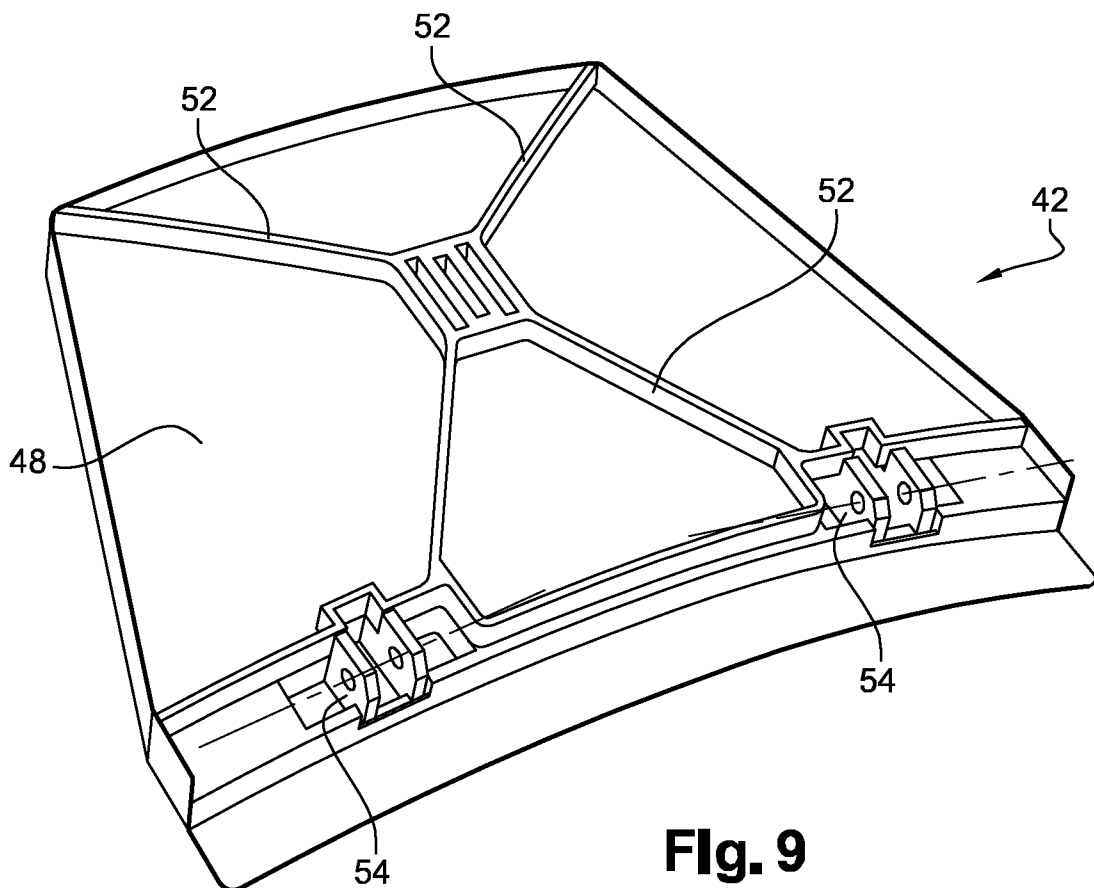
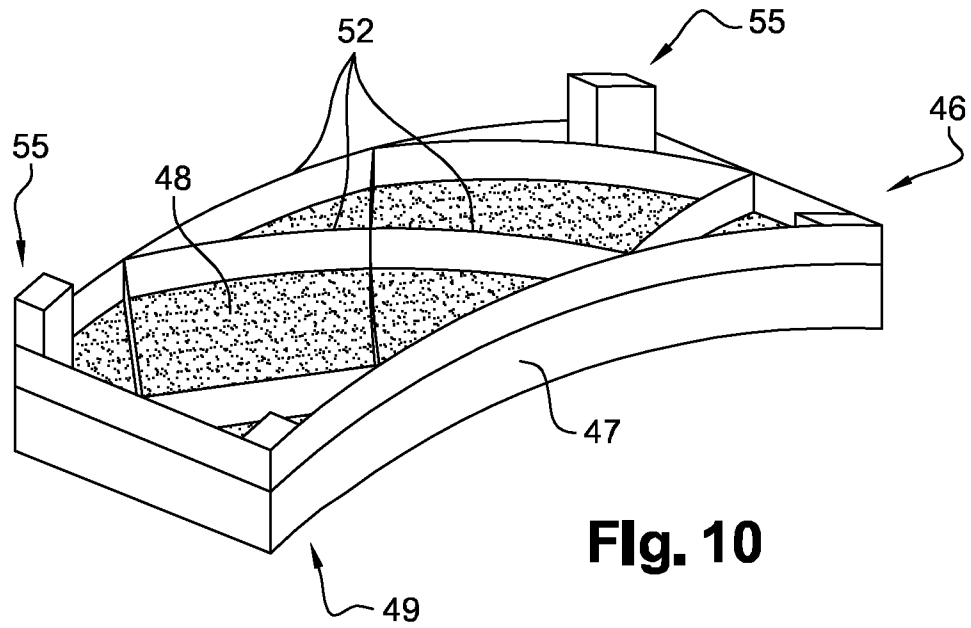
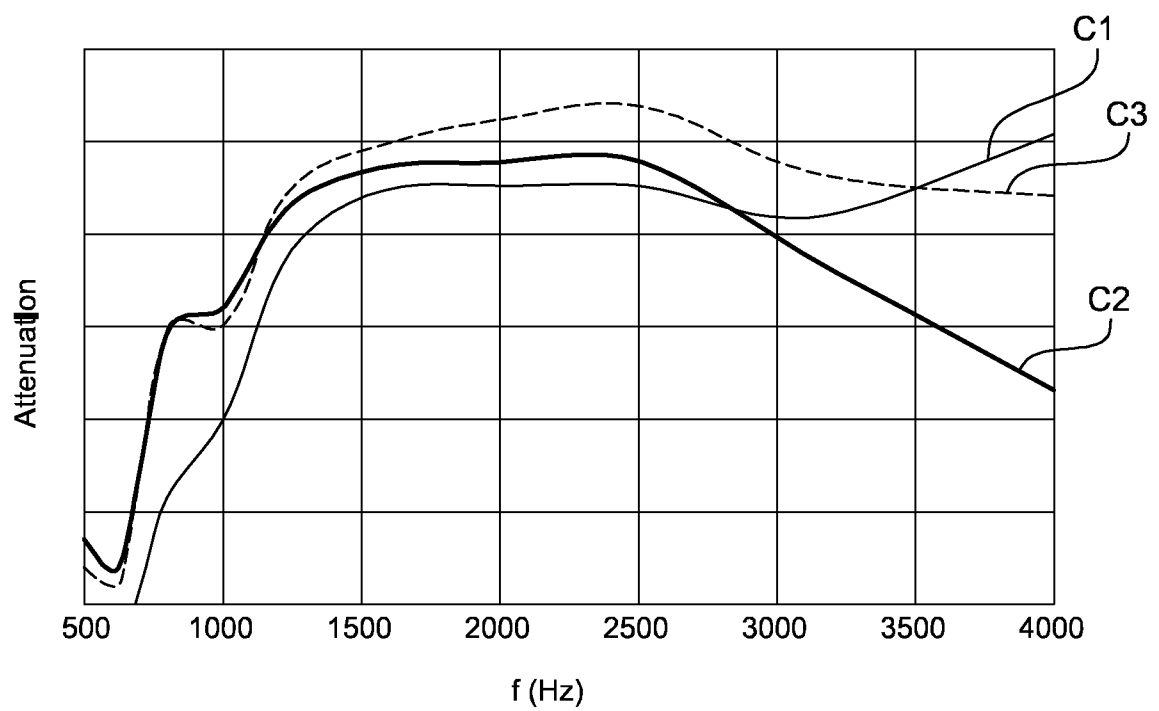


Fig. 9

8 / 8

**Fig. 11**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B64D29/06 F02K1/34
 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)

B64D G10K F02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 1 482 478 A2 (ROHR INC [US]) 1 December 2004 (2004-12-01) abstract paragraph [0031] figure 4A	1,4,6, 10,13 12
X Y	----- EP 0 702 141 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 20 March 1996 (1996-03-20) abstract figures 2A, 2B	1,13 12
X Y	----- EP 1 103 462 A1 (BOEING CO [US]) 30 May 2001 (2001-05-30) abstract paragraphs [0026] - [0030], [0042] figures 2, 3	1,5,7,8, 13 12
	----- -/-	



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

8 November 2016

Date of mailing of the international search report

16/11/2016

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

Weber, Ingo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051970

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2001/010148 A1 (MICHEL CHRISTIAN MARIE JEAN [FR] ET AL) 2 August 2001 (2001-08-02) abstract paragraphs [0055] - [0057] figures 1, 2, 16-20 -----	1-3,9, 11, 14-16,18
Y	US 2009/121078 A1 (MARCHE HERVE [FR]) 14 May 2009 (2009-05-14) abstract paragraphs [0039], [0054] figures 3A-B, 4A-D, 7, 8 -----	1-3,9, 11,14, 15,17,18
Y	US 5 041 323 A (ROSE PHILIP M [US] ET AL) 20 August 1991 (1991-08-20) abstract column 3, lines 22-57 figure 3 -----	1-3,9, 11,14-17
Y	WO 92/00183 A1 (SHORT BROTHERS PLC [GB]) 9 January 1992 (1992-01-09) abstract page 10, paragraph 12-24 figure 5 -----	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051970

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1482478	A2	01-12-2004	EP 1482478 A2 01-12-2004
		JP 2005004199 A	06-01-2005
		US 2004237502 A1	02-12-2004
EP 0702141	A2	20-03-1996	DE 69526615 D1 13-06-2002
		DE 69526615 T2	28-11-2002
		EP 0702141 A2	20-03-1996
		US 5655361 A	12-08-1997
EP 1103462	A1	30-05-2001	DE 60014553 D1 11-11-2004
		DE 60014553 T2	17-11-2005
		EP 1103462 A1	30-05-2001
		US 6371411 B1	16-04-2002
		US 2002047070 A1	25-04-2002
US 2001010148	A1	02-08-2001	CA 2332467 A1 27-07-2001
		DE 60118140 T2	16-11-2006
		EP 1128052 A1	29-08-2001
		ES 2258063 T3	16-08-2006
		FR 2804474 A1	03-08-2001
		US 2001010148 A1	02-08-2001
US 2009121078	A1	14-05-2009	BR PI0613081 A2 21-12-2010
		CA 2612117 A1	11-01-2007
		CN 101213361 A	02-07-2008
		EP 1896717 A1	12-03-2008
		FR 2887854 A1	05-01-2007
		JP 2009500553 A	08-01-2009
		US 2009121078 A1	14-05-2009
		WO 2007003749 A1	11-01-2007
US 5041323	A	20-08-1991	DE 69108710 D1 11-05-1995
		DE 69108710 T2	23-11-1995
		EP 0509166 A1	21-10-1992
		ES 2074657 T3	16-09-1995
		US 5041323 A	20-08-1991
WO 9200183	A1	09-01-1992	AU 644894 B2 23-12-1993
		AU 8214691 A	23-01-1992
		BR 9105807 A	22-09-1992
		CA 2064755 A1	29-12-1991
		DE 69113761 D1	16-11-1995
		DE 69113761 T2	30-05-1996
		EP 0489894 A1	17-06-1992
		GB 2247712 A	11-03-1992
		JP H05501623 A	25-03-1993
		US 5315820 A	31-05-1994
		WO 9200183 A1	09-01-1992

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051970

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B64D29/06 F02K1/34 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) B64D G10K F02K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y	EP 1 482 478 A2 (ROHR INC [US]) 1 décembre 2004 (2004-12-01) abrégé alinéa [0031] figure 4A -----	1,4,6, 10,13 12
X Y	EP 0 702 141 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 20 mars 1996 (1996-03-20) abrégé figures 2A, 2B -----	1,13 12
X Y	EP 1 103 462 A1 (BOEING CO [US]) 30 mai 2001 (2001-05-30) abrégé alinéas [0026] - [0030], [0042] figures 2, 3 ----- <div style="text-align: center;">-/-</div>	1,5,7,8, 13 12
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> ☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </div> <div> ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">8 novembre 2016</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">16/11/2016</div>
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 <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Weber, Ingo</div>

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	US 2001/010148 A1 (MICHEL CHRISTIAN MARIE JEAN [FR] ET AL) 2 août 2001 (2001-08-02) abrégé alinéas [0055] - [0057] figures 1, 2, 16-20 -----	1-3,9, 11, 14-16,18
Y	US 2009/121078 A1 (MARCHE HERVE [FR]) 14 mai 2009 (2009-05-14) abrégé alinéas [0039], [0054] figures 3A-B, 4A-D, 7, 8 -----	1-3,9, 11,14, 15,17,18
Y	US 5 041 323 A (ROSE PHILIP M [US] ET AL) 20 août 1991 (1991-08-20) abrégé colonne 3, lignes 22-57 figure 3 -----	1-3,9, 11,14-17
Y	WO 92/00183 A1 (SHORT BROTHERS PLC [GB]) 9 janvier 1992 (1992-01-09) abrégé page 10, alinéa 12-24 figure 5 -----	12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051970

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1482478	A2	01-12-2004	EP 1482478 A2	01-12-2004
			JP 2005004199 A	06-01-2005
			US 2004237502 A1	02-12-2004

EP 0702141	A2	20-03-1996	DE 69526615 D1	13-06-2002
			DE 69526615 T2	28-11-2002
			EP 0702141 A2	20-03-1996
			US 5655361 A	12-08-1997

EP 1103462	A1	30-05-2001	DE 60014553 D1	11-11-2004
			DE 60014553 T2	17-11-2005
			EP 1103462 A1	30-05-2001
			US 6371411 B1	16-04-2002
			US 2002047070 A1	25-04-2002

US 2001010148	A1	02-08-2001	CA 2332467 A1	27-07-2001
			DE 60118140 T2	16-11-2006
			EP 1128052 A1	29-08-2001
			ES 2258063 T3	16-08-2006
			FR 2804474 A1	03-08-2001
			US 2001010148 A1	02-08-2001

US 2009121078	A1	14-05-2009	BR PI0613081 A2	21-12-2010
			CA 2612117 A1	11-01-2007
			CN 101213361 A	02-07-2008
			EP 1896717 A1	12-03-2008
			FR 2887854 A1	05-01-2007
			JP 2009500553 A	08-01-2009
			US 2009121078 A1	14-05-2009
			WO 2007003749 A1	11-01-2007

US 5041323	A	20-08-1991	DE 69108710 D1	11-05-1995
			DE 69108710 T2	23-11-1995
			EP 0509166 A1	21-10-1992
			ES 2074657 T3	16-09-1995
			US 5041323 A	20-08-1991

WO 9200183	A1	09-01-1992	AU 644894 B2	23-12-1993
			AU 8214691 A	23-01-1992
			BR 9105807 A	22-09-1992
			CA 2064755 A1	29-12-1991
			DE 69113761 D1	16-11-1995
			DE 69113761 T2	30-05-1996
			EP 0489894 A1	17-06-1992
			GB 2247712 A	11-03-1992
			JP H05501623 A	25-03-1993
			US 5315820 A	31-05-1994
			WO 9200183 A1	09-01-1992
