(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 029 568***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **14 61997**

(51) Int Cl[8] : ***F 02 C 7/055*** *(2016.01), B 64 C 27/04*

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 05.12.14.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 10.06.16 Bulletin 16/23.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *TURBOMECA Société anonyme* — FR.

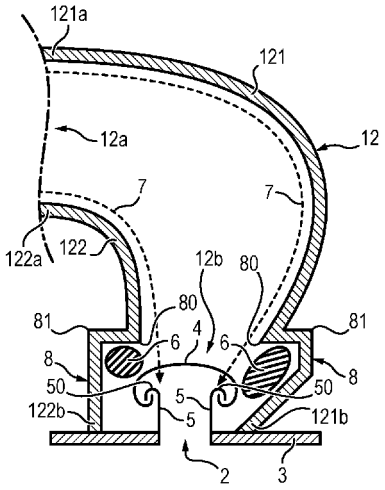
(72) **Inventeur(s) :** BULOT NICOLAS et MARCHAND FABRICE.

(73) **Titulaire(s) :** TURBOMECA Société anonyme.

(74) **Mandataire(s) :** REGIMBEAU.

## (54) PLENUM D'ALIMENTATION EN AIR.

(57) L'invention concerne un plénum d'alimentation en air (12) d'un moteur disposé en amont d'une entrée d'air (2) dudit moteur réalisée dans un carter (3) dudit moteur, ledit plénum d'alimentation en air (12) comprenant une première paroi latérale (121) et une seconde paroi latérale (122) qui forment ensemble un conduit dans lequel s'écoule un flux d'air (7) lors du fonctionnement dudit moteur, l'entrée d'air (2) du moteur comprend des lèvres (5) qui comprennent un bord d'attaque (50) et qui font saillie à l'intérieur du conduit formé par ledit plénum d'alimentation en air (12), lesdites lèvres (5) étant adaptées pour maintenir en position une grille de protection (4), caractérisé en ce que chaque paroi latérale (121, 122) comprend un décrochement (8) qui forme un renfoncement transversal par rapport à la direction du flux d'air (7) dans le plénum d'alimentation en air (12), de manière à ce qu'un décollement aérodynamique (6) se forme dans ledit décrochement (8) lors de l'utilisation dudit moteur.




FR 3 029 568 - A1

La présente invention concerne le plénum d'alimentation en air d'un moteur.

Plus précisément, elle concerne une forme particulière du plénum d'alimentation en air d'un moteur d'hélicoptère.

## DOMAINE TECHNIQUE GÉNÉRAL ET ETAT DE LA TECHNIQUE

Les moteurs actuels, et plus particulièrement les moteurs d'hélicoptères, rencontrent un problème de création de décollements aérodynamiques au niveau du plénum d'alimentation en air du moteur, en amont de l'entrée d'air du moteur.

On a représenté sur la figure 1 et la figure 2 un plénum d'alimentation en air selon l'état de la technique qui est disposé au niveau d'une entrée d'air 2 du moteur. L'entrée d'air 2 du moteur est réalisée dans un carter 3 du moteur. Une grille 4 est disposée au niveau de l'entrée d'air 2 dudit moteur. Afin de maintenir en position cette grille 4 au niveau de l'entrée d'air 2 du moteur, l'entrée d'air 2 comprend des lèvres 5 dirigées vers l'extérieur du moteur, et sur lesquelles la grille 4 est disposée. La présence de ces lèvres 5 crée des décollements aérodynamiques 6. Ces décollements aérodynamiques 6 réduisent la largeur du flux d'air 7 dans le plénum 11 et créent des inhomogénéités dans le flux d'air 7, provoquant ainsi un phénomène de pertes aérodynamiques. Ces pertes aérodynamiques au niveau de l'entrée d'air 2 du moteur entrainent une perte de performances globales du moteur.

Afin de solutionner ce problème de pertes de performances du moteur, il est connu d'utiliser un moteur plus puissant afin de compenser ces pertes de performances. Une telle solution conduit à une surconsommation et à une surcharge pour l'hélicoptère, augmentant ainsi le coût horaire pour l'utilisation de l'hélicoptère.

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'INVENTION

Un but général de l'invention est de proposer un plénum d'alimentation en air qui permet d'augmenter les performances du moteur en réduisant l'impact du phénomène d'apparition des décollements aérodynamiques.

Plus particulièrement, selon un aspect, l'invention consiste en un plénum d'alimentation en air d'un moteur disposé en amont d'une entrée d'air dudit moteur réalisée dans un carter dudit moteur, ledit plénum d'alimentation en air comprenant une première paroi latérale et une seconde paroi latérale qui forment ensemble un conduit dans lequel s'écoule un flux d'air lors du fonctionnement dudit moteur, l'entrée d'air du moteur comprend des lèvres qui comprennent un bord d'attaque et qui font saillie à l'intérieur du conduit formé par ledit plénum d'alimentation en air, l'entrée d'air du moteur comprend également une grille de protection disposée sur

les lèvres, lesdites lèvres étant adaptées pour maintenir en position la grille de protection, caractérisé en ce que chaque paroi latérale comprend un décrochement qui forme un renfoncement transversal par rapport à la direction du flux d'air dans le plénum d'alimentation en air, de manière à ce qu'un décollement aérodynamique se forme dans ledit décrochement lors de l'utilisation dudit moteur.

Selon une caractéristique particulière, les décrochements sont formés par une rupture brutale de la courbure des parois latérales, la première paroi latérale et la seconde paroi latérale comprenant ainsi chacune une arrête vive, et lesdites parois latérales comprennent chacune deux demi-tangentes au niveau desdites arrêtes.

Selon une autre caractéristique additionnelle, le rapport entre d'une part l'écartement radial entre l'arrête de la première paroi latérale et la grille de protection, et d'autre part l'écartement radial entre le bord d'attaque des lèvres et la grille de protection au droit de la première paroi latérale est compris en 0.1 et 10 ; et le rapport entre d'une part l'écartement radial entre l'arrête de la seconde paroi latérale et la grille de protection, et d'autre part l'écartement radial entre le bord d'attaque des lèvres et la grille de protection au droit de la seconde paroi latérale est compris en 0.1 et 10.

Selon une autre caractéristique additionnelle, le rapport surfacique entre d'une part une surface annulaire délimitée par les décrochements et d'autre une surface annulaire délimitée par le bord d'attaque des lèvres est compris entre 0.1 et 10 fois le rapport surfacique entre d'une part la surface annulaire délimitée par le bord d'attaque des lèvres et d'autre part une surface annulaire délimitée par l'entrée d'air du moteur.

Selon une autre caractéristique, le décrochement de chacune des parois latérales forme un angle de décrochement compris entre 30 degrés et 180 degrés.

Selon une autre caractéristique, le renfoncement formé par chacun des décrochements comprend un angle de fond de renfoncement égal à 90 degrés.

Selon une caractéristique particulière, les parois latérales ne comprennent chacune qu'un unique décrochement.

Selon un autre aspect, l'invention consiste en un moteur comprenant un plénum d'alimentation en air selon l'une quelconques des caractéristiques précédentes.

Selon un aspect supplémentaire, l'invention consiste en un hélicoptère comprenant un tel moteur.

## DESCRIPTIF DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaitront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue du dessus d'un plénum d'alimentation en air selon l'état de l'art ;
- la figure 2 représente une vue en coupe selon l'axe AA du plénum d'alimentation en air selon l'état de l'art ;
- la figure 3 représente une vue du dessus d'un plénum d'alimentation en air selon l'invention ;
- la figure 4 représente une vue en coupe selon l'axe BB d'un plénum d'alimentation en air selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 5 représente la même vue que la figure 4 sur laquelle les proportions du plénum sont mises en évidences ;
- la figure 6 représente une vue en coupe d'un plénum d'alimentation en air selon un deuxième mode de réalisation.

## DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS EXEMPLES De MODE DE REALISATION

On a représenté sur la figure 3, un plénum d'alimentation en air 12 d'un moteur d'hélicoptère qui est disposée au niveau d'une entrée d'air 2 dudit moteur d'hélicoptère.

Comme représenté sur la figure 4, le plénum 12 comprend une première paroi latérale 121 et une seconde paroi latérale 122 qui forment ensemble un conduit guidant un flux d'air 7 provenant de l'extérieur, vers l'entrée d'air 2 du moteur.

Les deux parois latérales 121 et 122 comprennent chacune deux extrémités 121a, 121b et 122a, 122b. Les premières extrémités 121a, 122a des deux parois latérales 121 et 122 forment une première extrémité 12a du plénum d'alimentation en air 12 par laquelle le flux d'air 7 pénètre dans ledit plénum d'alimentation en air 12. Les secondes extrémités 121b et 122b des deux parois latérales 121 et 122 forment une seconde extrémité 12b du plénum 12 par laquelle le flux d'air 7 pénètre dans l'entrée d'air 2 du moteur.

Le moteur comprend un carter 3 dans lequel est réalisée l'entrée d'air 2 du moteur. Le carter 3 comprend des lèvres 5 qui font saillie à l'intérieur du conduit formé par le plénum d'alimentation en air 12. Les lèvres 5 comprennent un bord

d'attaque 50 qui forme une extrémité qui fait saillie à l'intérieur du conduit formé par le plénum d'alimentation en air 12. C'est par le bord d'attaque 50 des lèvres 5 que le flux d'air 7 pénètre dans l'entrée d'air 2.

Les lèvres 5 du carter 3 permettent de maintenir en position une grille de protection 4 qui est disposée en amont de l'entrée d'air 2 du moteur par rapport au sens de l'écoulement de l'air 7. La grille 5 permet de protéger le moteur contre l'ingestion d'objets et la formation de givre.

Afin que la grille 4 puisse réaliser sa fonction protectrice d'une manière optimale, un espacement minimal est nécessaire entre la grille 4 et les parois 121 et 122 du plénum d'alimentation en air 12. En effet, par exemple lors d'une création d'une couche de gel sur la grille 4, afin de ne pas perturber le flux d'air 7, il ne faut pas que la couche de gel rentre en contact avec les parois 121 et 122 du plénum d'alimentation en air 12.

Pour qu'un espace minimum soit créé entre la grille 4 et les parois 121 et 122, les lèvres 5 doivent être également espacées des parois latérales 121 et 122. Cet espacement entre les lèvres 5 et les parois latérales 121 et 122 entraîne nécessairement l'apparition de décollements aérodynamiques 6 entre les deux extrémités 12a et 12b du plénum d'alimentation en air 12.

Afin de réduire la dégradation des performances du moteur causée par la création des décollements aérodynamiques 6, les parois latérales 121 et 122 comprennent chacune un décrochement 8 compris entre leurs deux extrémités 121a, 121b et 122a, 122b. Les décrochements 8 forment chacun un renfoncement vers l'extérieur du plénum d'alimentation en air 12, ledit renfoncement étant transversal à la direction d'écoulement du flux d'air 7 dans le plénum d'alimentation en air 12. D'une façon équivalente, on peut définir les décrochements 8 comme étant des augmentations localisées du diamètre du plénum d'alimentation en air 12.

Les décrochements 8 permettent de contrôler l'apparition des décollements aérodynamiques 6, de sorte que les décollements aérodynamiques 6 se forment à l'intérieur des décrochements 8. Dans un exemple de réalisation, les décrochements 8 sont formés par une rupture brutale de la courbure des parois latérales 121 et 122, de sorte que les parois latérales 121 et 122 forment chacune une arête 80 vive et qu'ainsi les parois 121 et 122 comportent deux demi-tangentes au niveau desdites arêtes vives 80.

Préférentiellement, comme représenté sur la figure 5, les décrochements 8 de chacune des parois latérales 121 et 122 forment un angle de décrochement T qui est compris entre 30 degrés et 180 degrés.

Selon un aspect avantageux, les décrochements 8 sont formés par une rupture brutale de la courbure des parois 121 et 122 de telle sorte que le renfoncement formé par les décrochements 8 comprend un angle de fond de renfoncement 81 égale à 90 degrés.

D'une manière préférentielle, les parois latérales 121 et 122 ont une courbure telle qu'aucun autre décollement aérodynamique 6 ne se forme ailleurs que dans les décrochements 8. Plus précisément, les parois latérales 121 et 122 ne comprennent chacune qu'un seul décrochement 8.

Ainsi, en confinant les décollements 6 dans les décrochements 8, on empêche le phénomène de réduction de la largeur du flux d'air 7, permettant ainsi d'augmenter les performances globales du moteur.

Comme représenté sur la figure 5, l'entrée d'air 2 du moteur délimite une surface annulaire S1, qui correspond à la surface de l'ouverture pratiquée dans le carter 3 dudit moteur, soit π fois le diamètre au carrée de l'entrée d'air 2. Le bord d'attaque 50 des lèvres 5 délimite une surface annulaire S2, qui correspond à π fois le diamètre au carré du cercle formé par le bord d'attaque 50 des lèvres 5. Les décrochements 8 délimitent une surface annulaire S3, qui correspond à π fois le diamètre du carrée du plénum 12 juste avant l'augmentation dudit diamètre du plénum 12 par les décrochements 8.

D'une manière avantageuse, le rapport surfacique entre la surface annulaire S3 et la surface annulaire S2 est compris entre 0.1 et 10 fois le rapport surfacique entre la surface annulaire S2 et la surface annulaire S1. Ainsi, S3/S2 est compris entre 0,1 fois et 10 fois le rapport surfacique S2/S1.

Comme également représenté sur la figure 5, l'arrête 80 de la première paroi latérale 121 est écartée de la grille de protection 4 selon un écartement radial L1. L'arrête 80 de la seconde paroi latérale 122 est écartée de la grille de protection 4 selon un écartement radial L2. Le bord d'attaque 50 des lèvres 5 est d'une part écarté de la grille de protection 4 selon un écartement radial H1 au droit de la première paroi latérale 121 ; et d'autre part écarté de la grille de protection 4 selon un écartement radial H2 au droit de la seconde paroi latérale 122.

Préférentiellement, le rapport d'écartements radiaux entre l'écartement radial L1 et l'écartement radial H1 est compris entre 0.1 et 10, et le rapport d'écartements

radiaux entre l'écartement radial L2 et l'écartement radial H2. Ainsi, les rapports entre les écartements radiaux L1/H1 et L2/H2 sont compris en 0.1 et 10.

La réalisation des décrochements 8 entraine une augmentation de l'encombrement du plénum d'alimentation en air 12, et donc de la masse dudit plénum d'alimentation en air 12. Toutefois, les gains de performance du moteur avec un tel plénum d'alimentation en air 12 compensent largement les pertes dues à l'augmentation de la masse. Ainsi, une telle solution permet d'obtenir le compromis optimal entre l'augmentation de la masse du plénum d'alimentation en air 12 et l'augmentation de la largeur et de l'homogénéité du flux d'air 7.

Le deuxième mode de réalisation qui représenté sur la figure 6 est un plénum d'admission d'air 12 qui est représenté selon une vue en coupe selon un axe de coupe qui est perpendiculaire à l'axe de coupe BB des précédentes figures 4 et 5.

Comme représenté sur la figure 6, dans ce deuxième mode de réalisation, le décrochement 8 de la première paroi latérale 121 est réalisé plus en amont que le décrochement 8 de la seconde paroi latérale 122 par rapport à l'entrée d'air 2, contrairement au premier mode de réalisation dans lequel les décrochements 8 sont situés à la même hauteur. Ainsi, l'écartement radial L1 entre l'arrête 80 de la première paroi latérale 121 et la grille de protection 4 est supérieur à l'écartement écartement radial L2 entre l'arrête 80 de la seconde paroi latérale 122 et la grille de protection 4.

D'autres modes de réalisations sont également possibles. Par exemple, les décrochements 8 peuvent ne pas être formés par une rupture brutale de la courbure des parois 121 et 122. Les décrochements 8 peuvent en effet être formés par un coudage des parois latérales 121 et 122 de telle sorte que les parois latérales 121 et 122 comprennent chacune un coude de décrochement arrondi et qu'ainsi les parois latérales 121 et 122 comprennent chacune une unique tangente au niveau du coude de décrochement.

## Revendications

1. Plénum d'alimentation en air (12) d'un moteur disposé en amont d'une entrée d'air (2) dudit moteur réalisée dans un carter (3) dudit moteur, ledit plénum d'alimentation en air (12) comprenant une première paroi latérale (121) et une seconde paroi latérale (122) qui forment ensemble un conduit dans lequel s'écoule un flux d'air (7) lors du fonctionnement dudit moteur, l'entrée d'air (2) du moteur comprend des lèvres (5) qui comprennent un bord d'attaque (50) et qui font saillie à l'intérieur du conduit formé par ledit plénum d'alimentation en air (12), l'entrée d'air du moteur comprend également une grille de protection (4) disposée sur les lèvres (5), lesdites lèvres (5) étant adaptées pour maintenir en position la grille de protection (4), caractérisé en ce que chaque paroi latérale (121, 122) comprend un décrochement (8) qui forme un renfoncement transversal par rapport à la direction du flux d'air (7) dans le plénum d'alimentation en air (12), de manière à ce qu'un décollement aérodynamique (6) se forme dans ledit décrochement (8) lors de l'utilisation dudit moteur.

2. Plénum d'alimentation en air (12) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les décrochements (8) sont formés par une rupture brutale de la courbure des parois latérales (121, 122), la première paroi latérale (121) et la seconde paroi latérale (122) comprenant ainsi chacune une arrête (80) vive, et que lesdites parois latérales (121, 122) comprennent chacune deux demi-tangentes au niveau desdites arrêtes (80).

3. Plénum d'alimentation en air (12) selon la revendication 2, caractérisé en ce que :

- le rapport entre d'une part l'écartement radial (L1) entre l'arrête (80) de la première paroi latérale (121) et la grille de protection (4), et d'autre part l'écartement radial (H1) entre le bord d'attaque (50) des lèvres (5) et la grille de protection (4) au droit de la première paroi latérale (121) est compris en 0.1 et 10 ; et

- le rapport entre d'une part l'écartement radial (L2) entre l'arrête (80) de la seconde paroi latérale (122) et la grille de protection (4), et d'autre part l'écartement radial (H2) entre le bord d'attaque (50) des lèvres (5) et la grille de protection (4) au droit de la seconde paroi latérale (122) est compris en 0.1 et 10.

4. Plénum d'alimentation en air (12) selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le rapport surfacique entre d'une part une surface annulaire (S3) délimitée par les décrochements (8) et d'autre une surface annulaire (S2) délimitée par le bord d'attaque (50) des lèvres (5) est compris entre 0.1 et 10 fois le rapport surfacique entre d'une part la surface annulaire (S2) délimitée par le bord d'attaque (50) des lèvres (5) et d'autre part une surface annulaire (S1) délimitée par l'entrée d'air du moteur (2).

5. Plénum d'alimentation en air (12) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le décrochement (8) de chacune des parois latérales (121, 122) forme un angle de décrochement (T) compris entre 30 degrés et 180 degrés. .

6. Plénum d'alimentation en air (12) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le renfoncement formé par chacun des décrochements (8) comprend un angle de fond de renfoncement (81) égal à 90 degrés.

7. Plénum d'alimentation en air (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les parois latérales (121, 122) ne comprennent chacune qu'un unique décrochement (8).

8. Moteur comprenant un plénum d'alimentation en air (12) selon l'une quelconques des revendications 1 à 7.

9. Hélicoptère comprenant un moteur selon la revendication 8.

FIG. 1

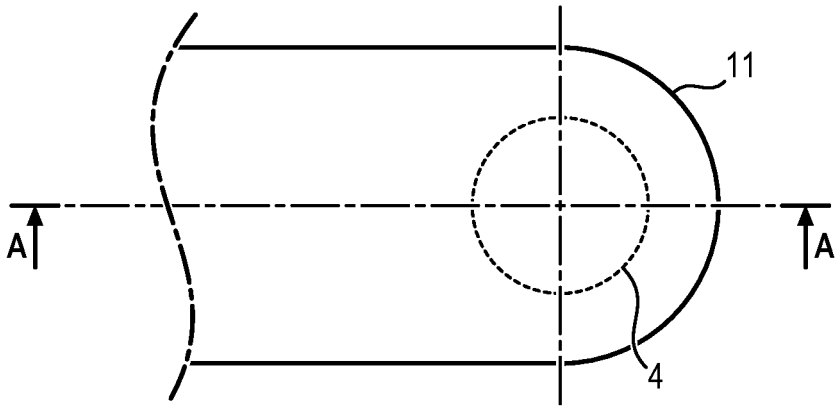



FIG. 2

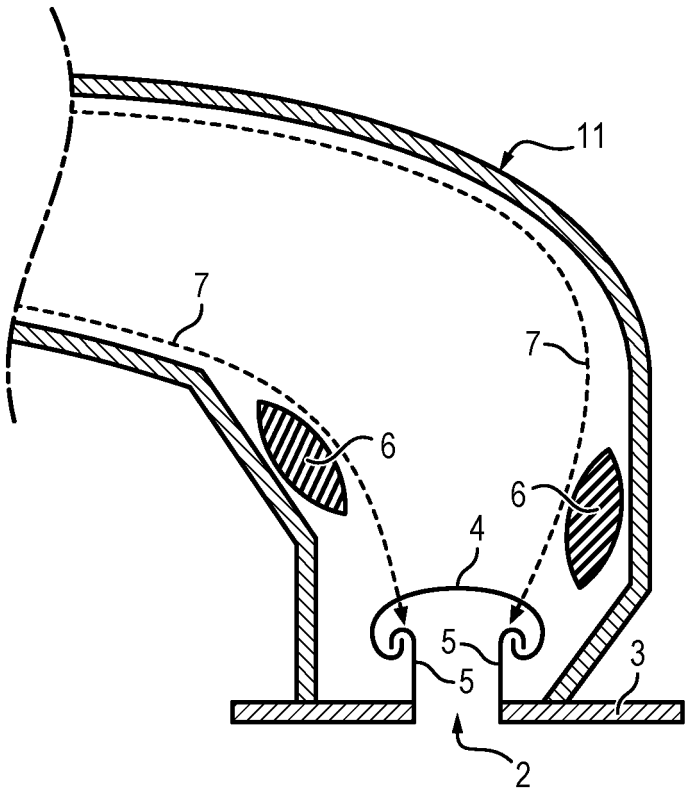


FIG. 3

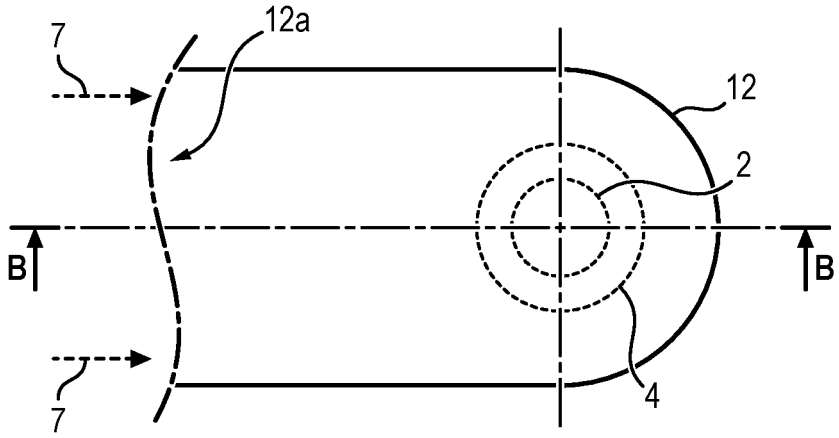

7
12a
12
2
B
B
7
4

FIG. 4

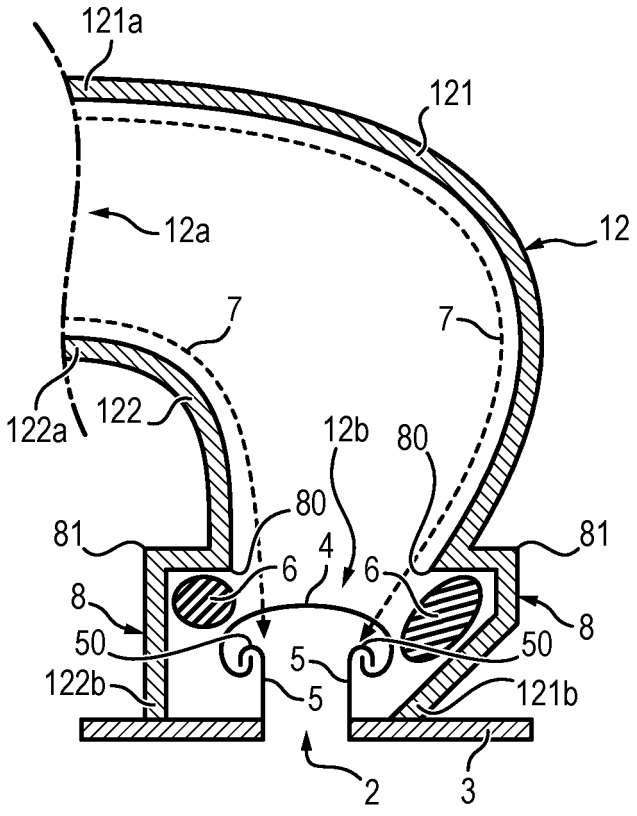

121a
121
12a
12
7
7
122a
122
12b
80
80
81
81
4
6
6
8
8
50
50
5
5
122b
121b
2
3

FIG. 5

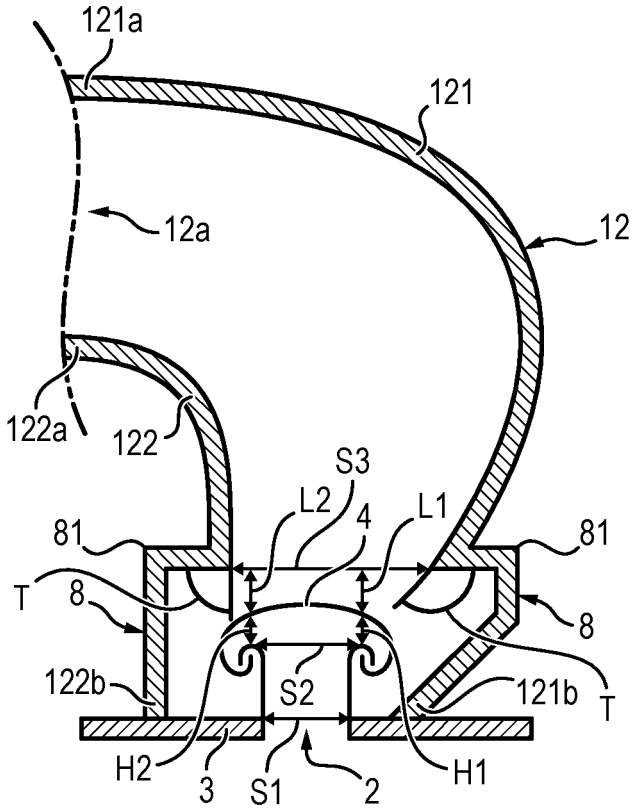
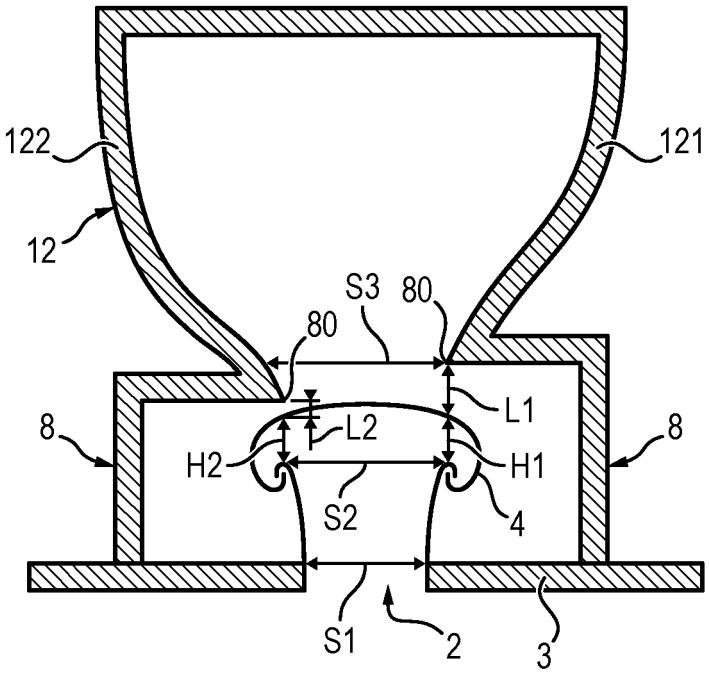

121a
121
12a
12
122a
122
S3
L2
4
L1
81
81
T
8
8
122b
S2
121b
T
H2
3
S1
2
H1

FIG. 6


122
121
12
S3
80
80
L1
8
L2
8
H2
H1
S2
4
S1
2
3

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 802821
FR 1461997

## DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication(s) concernée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|---|---|---|
| A | FR 2 914 016 A1 (TURBOMECA SA [FR])<br>26 septembre 2008 (2008-09-26)<br>* figure 1 *<br>* page 1, ligne 34 - page 2, ligne 5 *<br>* page 6, ligne 15 - page 7, ligne 17 *<br>----- | 1-9 | F02C7/055<br>B64C27/04 |
| A | US 3 952 972 A (TEDSTONE DONALD ET AL)<br>27 avril 1976 (1976-04-27)<br>* figure 1 *<br>----- | 1-9 | |
| A | US 3 513 641 A (HOOPER ROBERT P ET AL)<br>26 mai 1970 (1970-05-26)<br>* figure 1 *<br>* colonne 1, ligne 56 - ligne 65 *<br>* colonne 4, ligne 16 - ligne 30 *<br>----- | 1-9 | |

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

F02C
B64C
B64D

| Date d'achèvement de la recherche | Examinateur |
|---|---|
| 11 août 2015 | Werner, Christopher |

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant



EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

## ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1461997 FA 802821

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 11-08-2015
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|---|---|
| FR 2914016 A1 | 26-09-2008 | AT 540868 T | 15-01-2012 |
| | | BR PI0808904 A2 | 19-08-2014 |
| | | CA 2681220 A1 | 06-11-2008 |
| | | CN 101641256 A | 03-02-2010 |
| | | EP 2134604 A1 | 23-12-2009 |
| | | ES 2380298 T3 | 10-05-2012 |
| | | FR 2914016 A1 | 26-09-2008 |
| | | JP 5233037 B2 | 10-07-2013 |
| | | JP 2010522296 A | 01-07-2010 |
| | | RU 2009138335 A | 27-04-2011 |
| | | US 2010101206 A1 | 29-04-2010 |
| | | WO 2008132376 A1 | 06-11-2008 |
| | | ZA 200907032 A | 30-06-2010 |
| US 3952972 A | 27-04-1976 | BR 7503265 A | 08-09-1976 |
| | | US 3952972 A | 27-04-1976 |
| US 3513641 A | 26-05-1970 | AUCUN | |

EPO FORM P0465