

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.03.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.09.11 Bulletin 11/39.

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 :

⑦1 Demandeur(s) : SNECMA Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BIZOUARD MARIE, LACHAUD EMILIE
et ROUX SEBASTIEN.

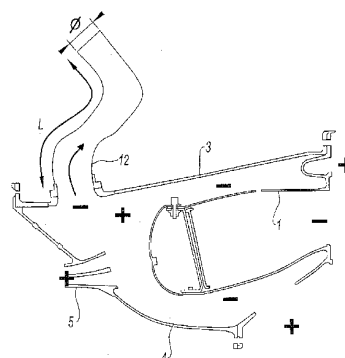
⑦3 Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BLOCH & BONNETAT.

⑤4 METHODE DE REDUCTION DES INSTABILITES DE COMBUSTION PAR LE CHOIX DU POSITIONNEMENT
D'UN PRELEVEMENT D'AIR SUR UNE TURBOMACHINE.

⑤7 Procédé de réduction des phénomènes vibratoires
acoustiques dans l'environnement d'une chambre de com-
bustion (1) d'une turbomachine, ladite chambre étant posi-
tionnée dans une cavité délimitée par un carter extérieur (3)
et un carter intérieur de chambre (4) caractérisé en ce qu'il
comporte au moins les étapes suivantes:

- réalisation d'une analyse d'au moins un mode vibratoire
de la chambre (1) et de la cavité, avec identification de sa
fréquence et des noeuds et ventres de pression associés,
- choix pour le mode vibratoire à traiter, d'un ventre de
pression existant au niveau d'une des parois (3),
- installation au niveau dudit ventre d'une canalisation
de prélèvement d'air (12),
- reprise de l'analyse du mode vibratoire, avec identifica-
tion de la nouvelle fréquence de résonance,
- détermination des paramètres de longueur et de dia-
mètre à donner à ladite canalisation, par itération jusqu'à
obtention du décalage de fréquence recherché pour le
mode vibratoire considéré.



Le domaine de la présente invention est celui des turbomachines et, plus particulièrement, celui de l'acoustique dans l'environnement des chambres de combustion de ces turbomachines.

Une turbomachine comprend classiquement, d'amont en aval dans le sens de l'écoulement des gaz, une soufflante, un ou plusieurs étages de compresseurs, par exemple un compresseur basse pression et un compresseur haute pression, une chambre de combustion, un ou plusieurs étages de turbines, par exemple une turbine haute pression et une turbine basse pression, et une tuyère d'échappement des gaz.

La chambre de combustion est alimentée par de l'air provenant du ou des compresseurs, qui remplit une cavité entourant la chambre avant de pénétrer dans ladite chambre pour participer à la combustion du carburant qui y est injecté.

La forme de cette cavité est relativement complexe car elle résulte de choix effectués sur le positionnement des divers éléments constituant le moteur. Comme dans toute cavité où circule un fluide des phénomènes acoustiques peuvent s'y produire, qui peuvent être nuisibles à la durée de vie des parois de cette cavité et de la chambre elle-même. Il est donc impératif de bien maîtriser les fluctuations de pression qui peuvent s'y produire et surtout d'éviter l'apparition de résonances acoustiques.

Du fait de la présence d'une flamme dans la chambre de combustion, qui n'est pas parfaitement stable au cours du temps, les fluctuations de la combustion génèrent des fluctuations de pression dans la chambre et dans la cavité qui l'entoure. Il convient d'empêcher que des phénomènes de couplage se produisent entre les instabilités de combustion et les modes acoustiques de la chambre, ce qui donnerait lieu à l'apparition de résonances accompagnées de phénomènes vibratoires, potentiellement destructeurs, sur les parois qui sont soumises à ces vibrations acoustiques.

Le concepteur d'un moteur doit donc se préoccuper des modes acoustiques dans la chambre et la cavité qui l'entoure et doit être capable de modifier les fréquences de ces modes en fonction des fréquences vibratoires connues des fluctuations de la combustion. Des codes de calcul complexes ont été mis au point pour connaître les modes propres des vibrations acoustiques dans les cavités considérées. Ils sont basés sur

la résolution de l'équation de Helmholtz, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion, en prenant en compte également son environnement, c'est-à-dire la présence du système d'injection, du diffuseur d'alimentation en air et du distributeur de turbine HP. Ils prennent également en compte les conditions acoustiques limites au niveau des parois.

Une fois connus les modes vibratoires acoustiques des cavités il reste à éliminer les modes dangereux, c'est à dire ceux susceptibles de provoquer une résonance, en réponse à une excitation de la combustion dans la chambre. Dans la situation actuelle il n'existe pas de solution systématique permettant de résoudre ce problème et on ne sait pas toujours éliminer ces modes avec certitude. Une modification de la géométrie de la chambre de combustion est souvent envisagée mais elle est compliquée à mettre en œuvre. Elle est, en outre, difficilement utilisable pour résoudre un problème qui apparaîtrait postérieurement à la mise en service de la turbomachine. Il est aussi parfois possible de jouer sur la combustion pour tenter d'éviter l'apparition de résonances entre la flamme et l'acoustique, par une modification par exemple du système d'injection. Mais, là encore, une modification du système d'injection peut avoir des impacts complexes qui ne sont pas toujours maîtrisés.

Une autre pratique rencontrée pour le contrôle passif ou la suppression des modes acoustiques est l'introduction de barrières acoustiques dans une région où l'écoulement a une faible activité, comme par exemple dans la partie basse des chambres présentant un retournement. Mais les barrières acoustiques génèrent de la perte de charge dans le contournement.

Aucune de ces méthodes n'est simple à mettre en œuvre et il n'est pas toujours possible d'obtenir avec elles le résultat recherché.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant une méthode pour décaler les modes acoustiques de la chambre de combustion et de la cavité qui l'entoure, qui ne présente pas au moins certains des inconvénients de l'art antérieur, qui soit simple à mettre en œuvre et qui puisse être appliquée même sur des chambres dont la géométrie est très complexe.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réduction des phénomènes vibratoires acoustiques dans l'environnement d'une chambre de combustion d'une turbomachine, ladite chambre étant positionnée dans une cavité délimitée par un carter extérieur et un carter intérieur de chambre caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- réalisation d'une analyse d'au moins un mode vibratoire de la chambre et de la cavité, avec identification de sa fréquence de résonance et des nœuds et ventres de pression associés à cette fréquence,
- 10 - choix pour le mode vibratoire à traiter, d'un ventre de pression existant au niveau d'une des parois délimitant la cavité,
- installation au niveau dudit ventre d'une canalisation de prélèvement d'air, caractérisée par son diamètre et sa longueur,
- reprise de l'analyse du mode vibratoire après introduction de ladite
- 15 canalisation, avec identification de la nouvelle fréquence de résonance,
- détermination des paramètres de longueur et de diamètre à donner à ladite canalisation, par itération jusqu'à obtention du décalage de fréquence recherché pour le mode vibratoire considéré.

Par un simple positionnement d'une canalisation de prélèvement d'air à un endroit optimal sur la paroi extérieure de chambre, on arrive à décaler la fréquence acoustique de la chambre de combustion et de la cavité qui l'entoure et ainsi à éviter les phénomènes de résonance.

De façon préférentielle la canalisation est assimilée à un résonateur de Helmholtz lors de l'analyse vibratoire, pour simplifier la réalisation du calcul acoustique.

L'invention revendique également un module d'une turbomachine comprenant une chambre de combustion et une cavité qui l'entoure, dont une des parois porte une canalisation de prélèvement d'air positionnée à l'aide du procédé décrit ci-dessus. Elle revendique enfin une turbomachine comportant un tel module.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue en coupe d'une chambre de combustion d'une turbomachine ;
- la figure 2 est une vue de la répartition de l'amplitude des fluctuations de pression dans une chambre de combustion ;
- la figure 3 est une vue schématique en coupe d'une chambre de combustion selon l'art antérieur ;
- la figure 4 est une vue schématique en coupe d'une chambre de combustion conçue par un procédé selon un mode de réalisation de l'invention.

En se référant à la figure 1, on voit une chambre de combustion placée en aval d'un compresseur axial d'une turbomachine. La chambre 1 est positionnée au centre d'une cavité 2 délimitée par un carter extérieur 3 et un carter intérieur de chambre 4. La chambre est alimentée en air comprimé par le ou les compresseurs, au travers d'un diffuseur 5 positionné, dans le cas représenté ici d'un compresseur axial, sensiblement dans l'axe de la chambre 1. La chambre 1 comporte également, de façon classique, des injecteurs 6 qui amènent le carburant dans la chambre et des systèmes d'injection 7 qui le pulvérisent pour faciliter sa vaporisation et son mélange avec l'air.

La figure 1 montre également le cheminement de l'air dans et autour de la chambre de combustion. Une première partie passe dans le système d'injection 7, autour de l'injecteur 6, pour générer le mélange air-carburant qui brûle dans la chambre 1 ; une seconde partie circule autour des parois de la chambre, qu'elle traverse au moyen de trous de ventilation, de façon à refroidir lesdites parois ; enfin, une troisième partie sort de la cavité 2 par des prélèvements d'air 10, 11 ou 12, et sert à alimenter et/ou à pressuriser des éléments de l'avion ou du moteur extérieurs à la chambre. Il s'agit, à titre d'exemple, d'un prélèvement 10 pour les équipements de servitude de l'avion, d'un prélèvement 11 pour l'alimentation du dispositif de refroidissement des parties chaudes, telles que les aubes de distributeur ou les aubes mobiles de la turbine, ou bien encore d'un prélèvement 12 pour le flux du pilotage des jeux en extrémité des aubes de turbine.

La figure 2 montre la distribution des écarts de pression par rapport à la pression nominale, dans et autour de la chambre de

combustion, dans le cas d'une chambre de combustion placée en aval d'un compresseur centrifuge d'une turbomachine. Cette distribution est le résultat d'un calcul acoustique qui donne l'amplitude des écarts de pression constatés en tout point de la chambre par suite d'une instabilité
5 générée, par exemple, au niveau de la flamme. Dans le cas représenté, la partie interne à la chambre, qui est représentée en foncé et identifiée par un signe +, correspond à une zone de forts écarts de pression, c'est-à-dire à un ventre de pression, alors que les parties en extrémité de la cavité 2 sont représentées en clair et identifiées par un signe – et correspondent à
10 de faibles écarts de pression, c'est-à-dire à des nœuds de pression. Deux ventres de pression sont également visibles, en position longitudinale intermédiaire, dans la cavité 2.

La figure 3 montre schématiquement la répartition des ventres et des nœuds de pression dans une chambre de combustion 1 en cours de
15 conception, à l'issue du calcul de réponse acoustique aux instabilités générées par la combustion.

La figure 4 montre la répartition des ventres et des nœuds de la même chambre, à l'issue du même calcul acoustique, sur laquelle a été monté un prélèvement d'air 12. Le prélèvement est constitué par une
20 canalisation de diamètre Φ et de la longueur L. Ce prélèvement 12 est positionné, selon l'invention, à un endroit où se situait un ventre de pression avant son installation. On constate qu'après cette installation, on trouve maintenant un nœud de pression, le ventre de pression ayant été déporté longitudinalement dans la cavité 2.

25 On va maintenant décrire le déroulement d'un processus, selon l'invention, de positionnement d'un prélèvement d'air sur la cavité 2 entourant la chambre de combustion 1, de façon à écarter les phénomènes acoustiques indésirables.

30 Le concepteur de la chambre de combustion analyse en premier lieu, à l'aide du code de calcul en sa possession, les modes acoustiques liés à la forme de la chambre 1 et de la cavité 2 qui l'entoure. Ce code de calcul prend en compte tous les éléments (système d'injection 7, diffuseur 5 et distributeur de turbine HP) qu'il est capable de gérer. Il en
35 ressort un diagramme donnant les nœuds et les ventres de pression associés à la géométrie de la chambre, en absence de tout prélèvement

d'air. Les modes acoustiques sont entre autres définis par leur fréquence propre d'excitation. Le concepteur repère alors les modes qui oscillent sur une fréquence correspondant à une fréquence typique de la combustion, et qui représentent donc un risque par une mise en
5 résonance de la cavité du fait d'une excitation entretenue par la combustion.

Il convient alors de traiter chacun de ces modes pour modifier leur fréquence et la décaler par rapport aux fréquences vibratoires associées à la combustion. Pour chaque mode à traiter, le concepteur de
10 la chambre choisit parmi les ventres de pression ceux qui sont situés aux endroits structurellement les mieux placés pour l'implantation d'une canalisation de prélèvement d'air et il positionne à chacun de ces endroits une canalisation de prélèvement d'air qui est définie pour la suite du calcul par les caractéristiques suivantes : une longueur L et une section
15 Φ .

Il reprend alors le calcul des modes acoustiques en faisant jouer à la chambre équipée de cette canalisation le rôle d'un résonateur de Helmholtz, la cavité du résonateur de Helmholtz étant constituée par la chambre et par son contournement. Il fait alors varier les paramètres Φ et
20 L , jusqu'à trouver une fréquence de résonance qui ne corresponde plus à une des fréquences d'excitation de la combustion. Dans le cas du mode représenté sur la figure 4, la fréquence de résonance, qui était de 450 Hz avant l'introduction d'une canalisation de prélèvement d'air, est portée à 750 Hz, ce qui ne correspond plus à un mode susceptible d'être excité par
25 la combustion.

On obtient ainsi une chambre qui n'est plus sujette à des phénomènes acoustiques dangereux, par la simple optimisation du positionnement des prélèvements d'air et non plus par une modification des caractéristiques géométriques de la chambre 1 et de la cavité 2. La
30 question du dimensionnement acoustique de la chambre est ainsi résolue de façon simple et facile à mettre en œuvre dès lors que le concepteur dispose d'un code de calcul pour évaluer les modes acoustiques d'une chambre de combustion et de la cavité qui l'entoure.

Cette méthode peut, de plus, être appliquée sur une chambre
35 existante pour diminuer les phénomènes qui n'auraient pas été, ou qu'imparfaitement, maîtrisés lors de sa conception. Le déplacement d'un

prélèvement d'air ou une modification de ses caractéristiques géométriques sont des modifications relativement accessibles, qui permettent de résoudre des problèmes de durée de vie que l'on découvrirait en utilisation. Une modification de la géométrie de la

5 chambre serait en revanche une modification beaucoup plus lourde à mettre en œuvre, techniquement et financièrement, sur toute une flotte de turbomachines en service.

Bien que l'invention ait été décrite en relation avec un mode de

10 réalisation particulier, il est bien évident qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réduction des phénomènes vibratoires acoustiques dans l'environnement d'une chambre de combustion (1)
5 d'une turbomachine, ladite chambre étant positionnée dans une cavité (2) délimitée par un carter extérieur (3) et un carter intérieur de chambre (4) caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :
- réalisation d'une analyse d'au moins un mode vibratoire de la chambre (1) et de la cavité (2), avec identification de sa fréquence de
10 résonance et des nœuds et ventres de pression associés à cette fréquence,
 - choix pour le mode vibratoire à traiter, d'un ventre de pression existant au niveau d'une des parois (3) délimitant la cavité (2),
 - installation au niveau dudit ventre d'une canalisation de prélèvement d'air (12), caractérisée par son diamètre et sa longueur,
 - 15 - reprise de l'analyse du mode vibratoire après introduction de ladite canalisation, avec identification de la nouvelle fréquence de résonance,
 - détermination des paramètres de longueur et de diamètre à donner à ladite canalisation, par itération jusqu'à obtention du décalage de fréquence recherché pour le mode vibratoire considéré.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la canalisation (12) est assimilée à un résonateur de Helmholtz lors de l'analyse vibratoire.
3. Module d'une turbomachine comprenant une chambre de combustion (1) et une cavité (2) qui l'entoure, dont une des parois (3)
25 porte une canalisation de prélèvement d'air (12) positionnée à l'aide du procédé selon la revendication 1 ou 2.
4. Turbomachine comportant un module selon la revendication précédente.

1/2

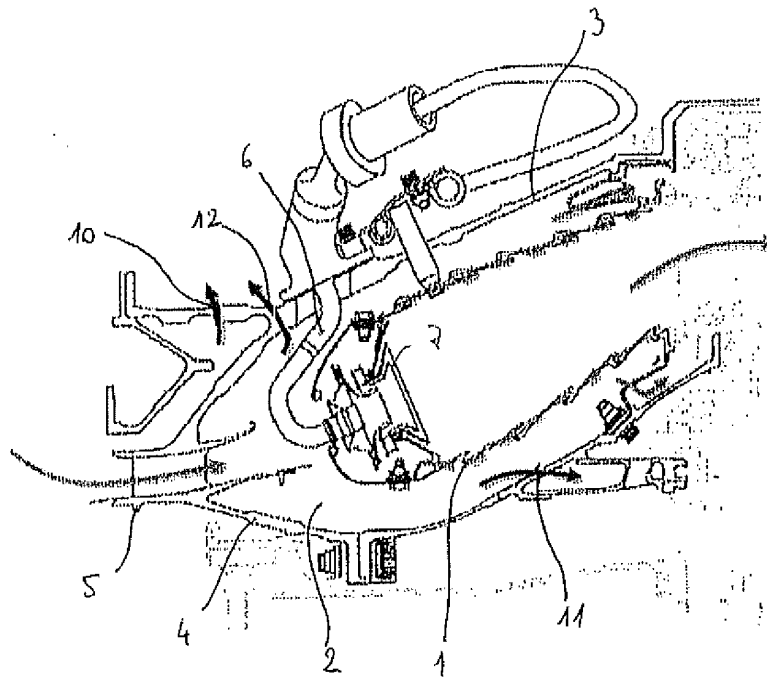


Fig. 1

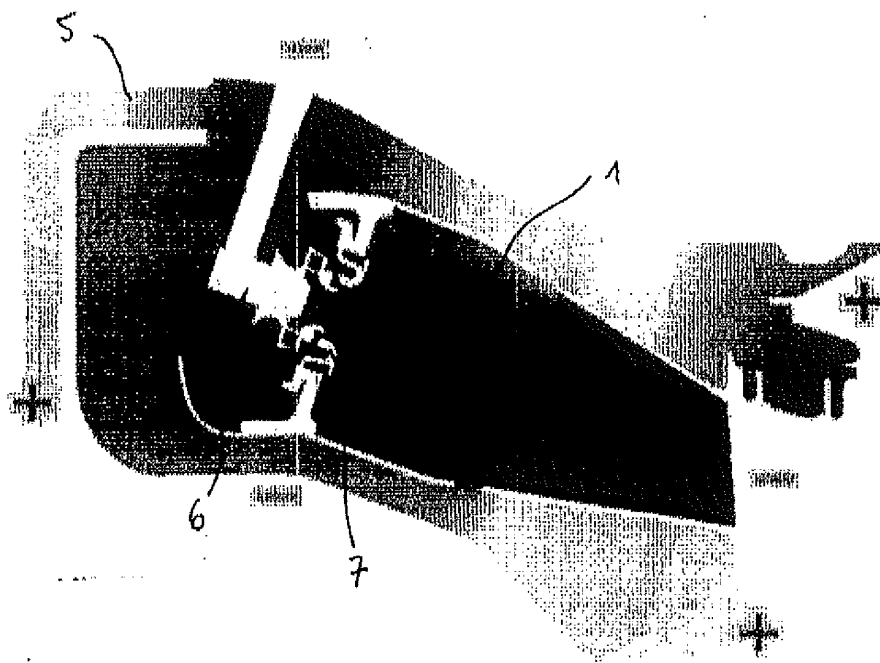


Fig. 2

2 / 2

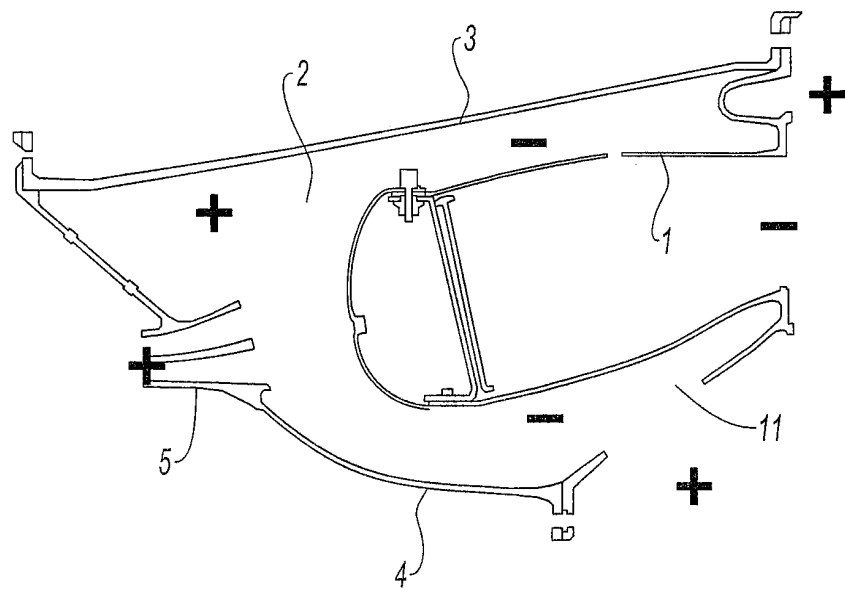


Fig. 3

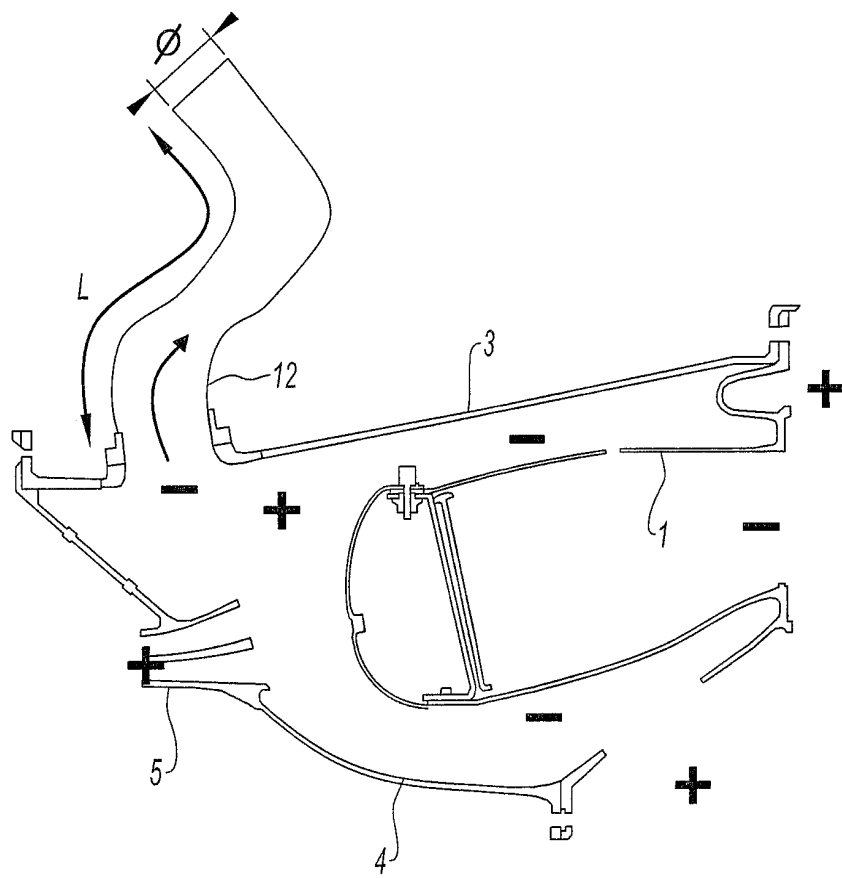


Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 744657
FR 1052105

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 517 087 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 23 mars 2005 (2005-03-23)	3,4	F23R3/50 F02C7/00
A	* alinéa [0006] - alinéa [0015]; figures 1-3 *	1,2	
A	----- GB 2 443 838 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 21 mai 2008 (2008-05-21) * page 1 - page 7; figures 1,3,4 *	1-4	
A	----- EP 0 715 124 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 5 juin 1996 (1996-06-05) * colonne 1 - colonne 7; figures 1,2 *	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D F02C F23R F02K F23M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 février 2011		Robelin, Bruno	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1052105 FA 744657**

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 **18-02-2011**

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
EP 1517087	A1	23-03-2005	JP 2005090951 A	07-04-2005
			US 2005056022 A1	17-03-2005

GB 2443838	A	21-05-2008	US 2008118343 A1	22-05-2008

EP 0715124	A2	05-06-1996	DE 69527254 D1	08-08-2002
			DE 69527254 T2	27-03-2003
			JP 8284690 A	29-10-1996
			US 5575144 A	19-11-1996
