



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.10.2008 Bulletin 2008/44

(51) Int Cl.:
F01D 25/06 (2006.01) F01D 5/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08155206.9**

(22) Date de dépôt: **25.04.2008**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(30) Priorité: **27.04.2007 FR 0703106**

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Lefebvre, Eric**
77550 Moissy Cramayel (FR)
• **Caucheteux, Mathieu**
94000 Creteil (FR)
• **Durdevic, Goran**
92120 Montrouge (FR)

(74) Mandataire: **David, Daniel et al**
Cabinet Bloch & Associés
23bis, rue de Turin
75008 Paris (FR)

(54) **Amortisseur pour aubes de turbomachine**

(57) La présente invention porte sur un amortisseur pour aubes de turbomachine, agencé pour être logé entre la face inférieure des plateformes de deux aubes adjacentes de turbomachine et la jante du disque de rotor

sur lequel les aubes sont montées. Cet amortisseur est caractérisé par le fait qu'il comprend une masselotte (11), une semelle (13) et un ressort (12), le ressort reliant la masselotte à la semelle et dont au moins la masselotte est réalisée en matériaux composite.

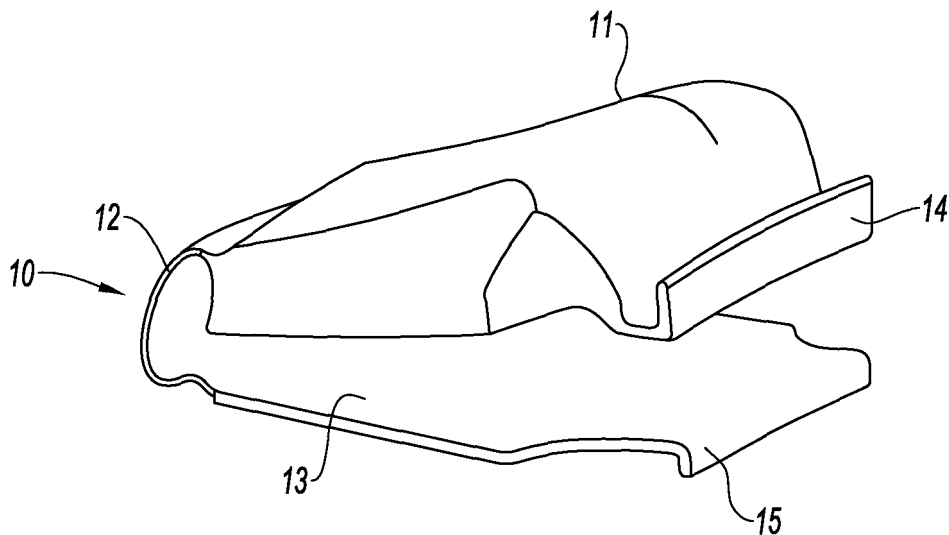


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des turbomachines comprenant au moins un disque de rotor pourvu d'aubes sur la jante, et porte sur un amortisseur dynamique monté sous la plateforme des aubes. Elle vise plus particulièrement les compresseurs axiaux,

[0002] Une turbomachine concernée par l'invention est un compresseur axial ou une turbine axiale du type comprenant au moins un disque rotor avec des logements creusés sur sa jante pour des aubes qui s'étendent radialement par rapport à l'axe de la machine. Les aubes comprennent elles mêmes un pied, une pale et entre les deux une plateforme. Le pied est encastré dans le logement du disque, la pale est balayée par le flux gazeux moteur et la plateforme forme une portion de la surface radialement interne de la veine gazeuse.

[0003] L'amortissement dynamique vise à modifier le comportement dynamique des aubes de la turbomachine par ajout d'une masse sous les plateformes des aubes. Les efforts ainsi générés en fonctionnement permettent de diminuer les contraintes dynamiques dans le pied des aubes en changeant les fréquences propres de vibration.

[0004] On connaît plusieurs types d'amortisseurs parmi lesquels on trouve des amortisseurs collés et des amortisseurs rapportés : les amortisseurs collés sont directement fixés par collage à la surface intérieure des plateformes, c'est-à-dire la surface tournée vers l'axe de la machine. Cette solution ne présente aucun problème de montage. Elle demande cependant que les masselottes soient positionnées avec précision avant leur collage et une colle suffisamment résistante pour éviter les pertes d'amortisseur en fonctionnement.

[0005] Les amortisseurs rapportés sont disposés entre les aubes. En fonctionnement ils sont centrifugés et arrêtés radialement par les plateformes des aubes. Ce système demande un environnement approprié, accessible de façon à permettre à la fois le montage et le maintien en place des amortisseurs. Contrairement à la solution précédente on ne rencontre pas de cas avec perte d'amortisseur car il n'y a pas de collage. Des problèmes d'usure peuvent apparaître cependant dus au frottement des pièces les unes avec les autres.

[0006] La demanderesse s'est fixé l'objectif d'améliorer la technique des amortisseurs rapportés sur deux plans :

Permettre leur mise en place dans un environnement à faible accessibilité, tel que la première roue mobile d'un compresseur à haute pression.

Réduire l'usure par frottement relatif en rattrapant les jeux entre les différentes pièces de l'environnement en contact avec l'amortisseur.

[0007] On parvient par l'invention à réaliser un amortisseur satisfaisant à ces conditions.

[0008] Un amortisseur pour aubes de turbomachine, conforme à l'invention, agencé pour être logé entre la

face inférieure des plateformes de deux aubes adjacentes d'une turbomachine et la jante du disque de rotor sur lequel les aubes sont montées, est caractérisé par le fait qu'il comprend une masselotte, une semelle conformée pour prendre appui sur ladite jante et un ressort, le ressort reliant la masselotte à la semelle et dont au moins la masselotte est réalisée en matériau composite.

[0009] La solution de l'invention par la fonction ressort permet de concevoir un amortisseur dont la forme rend sa mise en place possible dans les espaces peu accessibles et d'assurer un maintien en limitant le frottement diminuant les risques d'usure.

[0010] Selon un mode de réalisation, la masselotte comprend une portion de surface de contact avec les plateformes, ladite portion de surface formant, lorsque le ressort est au repos, un angle inférieur à 90° avec la semelle, ledit angle étant déterminé par l'angle que forme la face intérieure des plateformes avec la jante. L'amortisseur a ainsi une forme en coin déformable aisément manipulable.

[0011] Plus particulièrement, le ressort est une lame solidaire à une extrémité de la masselotte et à la semelle à son extrémité opposée.

[0012] La masselotte étant réalisée en matériau composite, ce dernier matériau autorise un large choix de masse volumique de la masselotte tout en offrant une grande flexibilité de forme. Plus particulièrement le matériau est un textile imprégné. La partie de l'amortisseur formant ressort peut se distinguer de la partie formant masselotte dans le choix des matériaux utilisés et leur structure.

[0013] La masselotte, selon les besoins, peut comprendre au moins un insert de masse volumique distincte de la masse volumique du matériau imprégné. L'insert est déterminé en fonction de la masse volumique visée pour l'amortisseur. Il peut s'agir d'un insert en métal par exemple si la masse volumique doit être augmentée ou bien un matériau à base de mousse si au contraire la masse volumique doit être réduite.

[0014] Afin de faciliter le montage, l'amortisseur comprend sur au moins une extrémité libre de la semelle ou de la masselotte une portion de lame formant une butée ou un crochet de fixation.

[0015] Conformément à une autre caractéristique, la masse de l'amortisseur est ajustée de manière à être interchangeable sans nécessiter de rééquilibrage du rotor sur lequel il est monté. L'ajustement de la masse est fait simplement par enlèvement de matière dans la zone du centre de gravité de la masselotte.

[0016] Si cela est nécessaire on peut encore ajuster la masse de l'amortisseur avec une seconde masselotte fixée dans le prolongement de ladite masselotte du côté du ressort.

[0017] La demanderesse entend aussi protéger un rotor de turbomachine comprenant une jante avec des alvéoles individuelles et des aubes comportant un pied logé dans les alvéoles, une pale et une plateforme entre le pied et la pale. Il est caractérisé par le fait que des

amortisseurs tels que définis précédemment sont logés dans les espaces entre la jante et deux plateformes de deux aubes adjacentes. Afin de retirer le bénéfice d'une telle structure les ressorts des amortisseurs sont précontraints au montage.

[0018] On décrit maintenant un mode de réalisation de l'invention, plus en détail, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 montre en perspective cavalière un amortisseur de l'invention,

La figure 2 montre le même amortisseur selon un autre angle de vue,

La figure 3 montre l'amortisseur de l'invention en place dans un rotor de compresseur axial de moteur à turbine à gaz, le rotor étant représenté selon une vue partielle, en perspective,

La figure 4 montre l'amortisseur en place comme dans la figure 3, le rotor étant vu en coupe selon un plan radial contenant l'axe du rotor,

Les figures 5, 6 et 7 montrent les étapes de montage de l'amortisseur sur le rotor des figures 3 et 4 ;

La figure 8 montre une variante de réalisation de l'amortisseur avec inserts,

La figure 9 montre une variante avec modification de la surface de contact,

La figure 10 montre une autre variante avec une masselotte additionnelle,

La figure 11 montre l'ajustement de la masse d'un amortisseur par enlèvement de matière.

[0019] On a représenté en perspective sur les figures 1 et 2 un amortisseur 1 conforme à l'invention. Il comprend une masselotte 11, un ressort 12 et une semelle 13. La masselotte est de forme adaptée à l'environnement dans lequel l'amortisseur est destiné à être monté. Dans cet exemple la masselotte est de forme allongée pour un montage dans l'espace libre entre deux aubes adjacentes d'un compresseur de moteur à turbine à gaz, sous les plateformes des deux aubes. La masselotte présente deux surfaces 11A et 11B de contact avec les plateformes, et deux surfaces latérales 11C et 11D. La masselotte 11 se prolonge à une extrémité par un ressort 12 en forme de lame incurvée autour d'un axe perpendiculaire à la direction longitudinale de la masselotte. La lame de ressort 12 est reliée à une semelle plane en forme de lame. La masselotte forme dans l'exemple représenté un angle avec le plan de la semelle lorsque le ressort est au repos, non contraint. Les extrémités de la masselotte et de la semelle opposées au ressort comprennent chacune une lame pliée en forme de crochet, 14 et 15 respectivement.

[0020] Les figures 3 et 4 montrent l'amortisseur en place dans un rotor de turbomachine. Selon l'exemple, il s'agit d'un rotor de compresseur 2, connu en soi, vu, sur la figure 3, depuis l'aval selon la direction d'écoulement des gaz. Ce rotor 2 est composé d'un disque 3 et d'une pluralité d'aubes 4 à sa périphérie. La jante 31 est pour-

vue d'alvéoles 31' sensiblement axiales réparties sur son pourtour. Dans cet exemple les alvéoles 31' sont à section en queue d'aronde.

[0021] Les aubes 4 ont un pied 41, une plateforme 42 et une pale 43. Le pied dans sa partie inférieure 41' est à section en queue d'aronde, complémentaire de celle des alvéoles. Les alvéoles présentent ainsi des surfaces formant des portées de retenue radiale des aubes contre les forces centrifuges. Le pied comprend aussi une échasse 41'' sous la plateforme 42. Cette échasse est pourvue d'un crochet 41''' tournée vers l'aval. Ce crochet coopère avec un anneau non représenté qui coopère avec la face aval de la jante pour verrouiller les aubes axialement. Le verrouillage peut être assuré aussi par des cales disposées sous l'aube entre le pied et le fond de l'alvéole. Comme on le voit sur les figures 3 et 4, les plateformes 42 sont inclinées par rapport à la surface de la jante. Il s'agit ici d'un compresseur où les plateformes définissent la réduction de section de la veine d'air en compression. Une nervure transversale 42' s'étend radialement sous la plateforme 42 vers l'axe du rotor du côté aval de l'aube.

[0022] L'amortisseur 1, en place entre deux aubes adjacentes, est disposé dans l'espace défini sous les deux plateformes 42 entre la jante 31 et les deux échasses 41''. Le ressort 12 est agencé pour être sous tension de telle façon que la masselotte 11 reste plaquée en permanence contre les plateformes 42. La semelle par réaction est en appui et plaquée contre la jante 31. Les deux lames crochets 14 et 15 sont réalisées de manière à venir en prise l'une 14 sous la nervure radiale 42', l'autre 15 contre le bord aval de la jante 31. Sur la figure 3, l'amortisseur est visible seulement par les deux lames crochets 14 et 15 qui remplissent ainsi la fonction de détrompeur. On peut ainsi vérifier d'un seul coup d'oeil soit leur absence soit un montage erroné. On comprend que les surfaces 11A, 11B, 11C et 11D, venant au contact en appui contre les aubes sont conformées en conséquence.

[0023] Sur les figures 5, 6 et 7, on a représenté les étapes du montage de l'amortisseur. On voit que le passage entre la nervure radiale 42' et la jante 31 du disque est faible. Il suffit de pincer l'amortisseur et ramener la masselotte contre la semelle. Dans cette configuration, l'amortisseur peut être glissé dans le passage selon la direction de la flèche, Figure 6. Lorsque l'amortisseur est suffisamment engagé, le ressort force la masselotte contre les plateformes 42 selon la direction de la flèche de la figure 7. Le crochet 14 se met en place aussi sur la nervure et la lame 15 vient en appui contre le bord de la jante 31.

[0024] L'amortisseur est de préférence réalisé en matériau composite. La technique de fabrication comprend la réalisation d'un empilement de plusieurs couches de tissus imprégnés d'une résine organique dans un moule ; puis la polymérisation de la résine en autoclave.

[0025] Le matériau peut être obtenu à partir d'une texture préformée de fibres tissées injectée par de la résine

en utilisant un procédé tel que celui décrit dans le brevet FR 2759096 au nom de la demanderesse. La texture peut de type 2D (D pour dimension) 3D ou encore celle connue sous la désignation 2.5D. Les fibres peuvent être à base d'un seul matériau ou de matériaux différents, par exemple un mélange de fibres en carbone avec des fibres en verre et des fibres connues sous la marque Kevlar®.

[0026] L'ensemble de l'amortisseur peut être réalisé d'une seule pièce ou bien en plusieurs éléments séparés que l'on assemble. Les matériaux peuvent différer. Par exemple, les fibres formant l'armature de l'élément ressort et ou semelle peuvent être différentes de l'élément formant la masselotte. Le choix est conditionné par les propriétés recherchées d'un élément par rapport à l'autre.

[0027] Conformément à une variante on incorpore, voir la figure 8, un ou plusieurs inserts 116 dans la structure fibreuse de la masselotte 110 de l'amortisseur 100 en fonction de la masse volumique que l'on souhaite obtenir. Un insert métallique permet d'augmenter la masse volumique, un insert à structure alvéolaire, en forme de mousse, permet de réduire la masse volumique de la masselotte. La structure de l'amortisseur, ressort 112 et semelle 113 par ailleurs n'est pas différente de l'amortisseur 10

[0028] La figure 9 montre une autre variante de réalisation d'amortisseur 200 dans laquelle on a réduit la surface en contact avec les plateformes à des zones, telles que 211B1 et 211B2, d'étendue réduite et localisées le long de la masselotte. Il s'agit de localiser l'effort sur les plateformes des aubes afin d'améliorer l'efficacité de l'amortisseur. Ces zones peuvent être obtenues par usinage de la surface de la masselotte.

[0029] La figure 10 montre une autre variante de réalisation de l'amortisseur selon l'invention. L'amortisseur 300 comprend une masselotte additionnelle 317 fixée sur le ressort 312 en avant par rapport à la masselotte 311. Cette solution permet lorsque cela est nécessaire de répartir les efforts d'amortissement dynamique le long de la plateforme des aubes. L'amortisseur 300 peut être réalisé en une seule pièce comme les précédentes réalisations ou bien en plusieurs éléments fixés les uns aux autres.

[0030] La structure de l'amortisseur permet d'en assurer un calibrage en masse très précis. Avantageusement, on ajuste la masse de la masselotte par enlèvement de matière en creusant une cavité autour du centre de gravité dans l'axe d'inertie de la masselotte comme on le voit sur la figure 11. On perce la semelle en 13' et on vient creuser la cavité 19, que l'on voit en transparence, le long de l'axe d'inertie J. Cet ajustement permet de réaliser des amortisseurs identiques en masse avec une précision pouvant atteindre 0,5g. Afin de donner une marge de réglage et faciliter cet ajustement en masse, on prévoit un surplus de matière à la fabrication situé autour du centre de gravité. Tous les amortisseurs ainsi réalisés sont interchangeables les uns avec les autres. Cela permet de limiter les écarts de distribution des mas-

ses susceptibles de générer des balourds dans le rotor.

Revendications

1. Amortisseur pour aubes de turbomachine, agencé pour être logé entre la face inférieure des plateformes de deux aubes adjacentes de turbomachine et la jante du disque de rotor sur lequel les aubes sont montées, **caractérisé par le fait qu'il** comprend une masselotte (11 ; 111 ; 211 ; 311), une semelle conformationnée pour prendre appui sur ladite jante (13 ; 113 ; 213 ; 313) et un ressort (12 ; 112 ; 212 ; 312), le ressort reliant la masselotte à la semelle et dont au moins la masselotte (11 ; 110 ; 210 ; 310) est réalisée en matériau composite.
2. Amortisseur selon la revendication précédente dont la masselotte comprend une portion de surface (11A, 11B) de contact avec les plateformes, ladite portion de surface formant lorsque le ressort (12 ; 112 ; 212 ; 312) est au repos un angle inférieur à 90° avec la semelle, ledit angle étant déterminé par l'angle que forme la face intérieure des plateformes avec la jante.
3. Amortisseur selon l'une des revendications 1 ou 2 dont le ressort (12 ; 112 ; 212 ; 312) est une lame solidaire à une extrémité de la masselotte (11 ; 111 ; 211 ; 311) et à son extrémité opposée à la semelle (13 ; 113 ; 213 ; 313).
4. Amortisseur selon la revendication précédente dont le matériau est un textile imprégné.
5. Amortisseur selon la revendication précédente dont la masselotte (111) comprend au moins un insert (116) de masse volumique distincte de la masse volumique du matériau imprégné, déterminée en fonction de la masse volumique visée pour l'amortisseur.
6. Amortisseur selon la revendication précédente dont l'insert (116) est métallique ou bien de structure en forme de mousse.
7. Amortisseur selon l'une des revendications précédentes comprenant sur au moins une extrémité libre de la semelle ou de la masselotte une portion de lame (14, 15) formant une butée ou un crochet de fixation.
8. Amortisseur selon l'une des revendications précédentes dont la masse de la masselotte est ajustée de manière à ce que l'amortisseur soit interchangeable sans nécessiter de rééquilibrage du rotor sur lequel il est monté.
9. Amortisseur selon l'une des revendications précé-

dentes comprenant une seconde masselotte (317) dans le prolongement de ladite masselotte (311) du côté du ressort (312).

10. Rotor de turbomachine comprenant une jante (31) avec des alvéoles individuelles (31') et des aubes (4) comportant un pied logé dans les alvéoles, une pale (43) et une plateforme (42) entre le pied et la pale, **caractérisé par le fait que** des amortisseurs selon l'une des revendications précédentes sont logés dans les espaces entre la jante et deux plateformes de deux aubes adjacentes. 5 10
11. Rotor de turbomachine selon la revendication précédente dont les ressorts des amortisseurs sont précontraints au montage. 15
12. Compresseur de moteur à turbine à gaz comprenant un rotor selon l'une des revendications 10 ou 11. 20
13. Moteur à turbine à gaz comprenant un rotor selon l'une des revendications 10 ou 11. 25

30

35

40

45

50

55

5

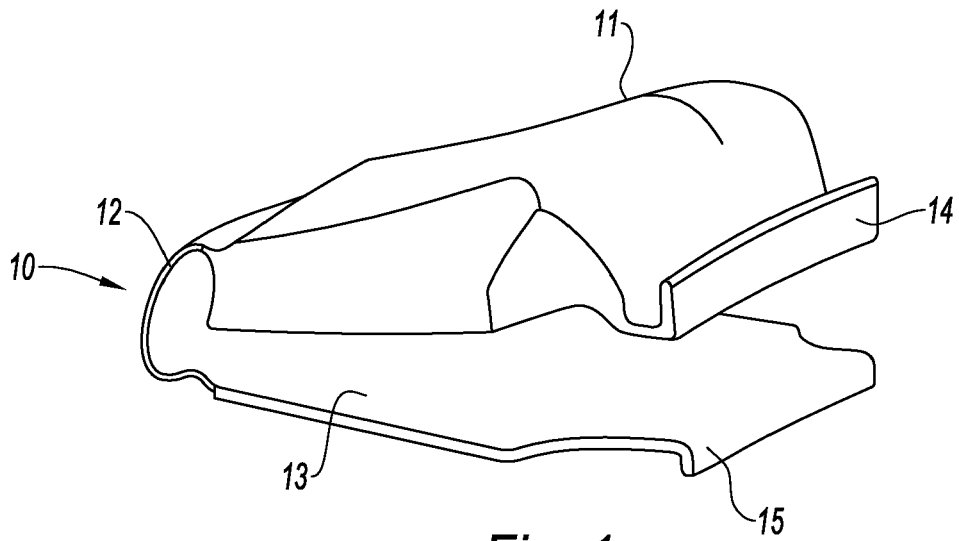


Fig. 1

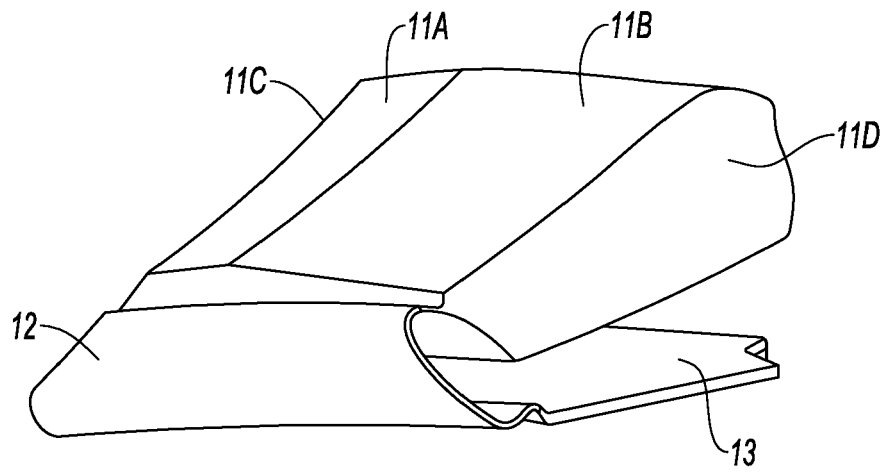


Fig. 2

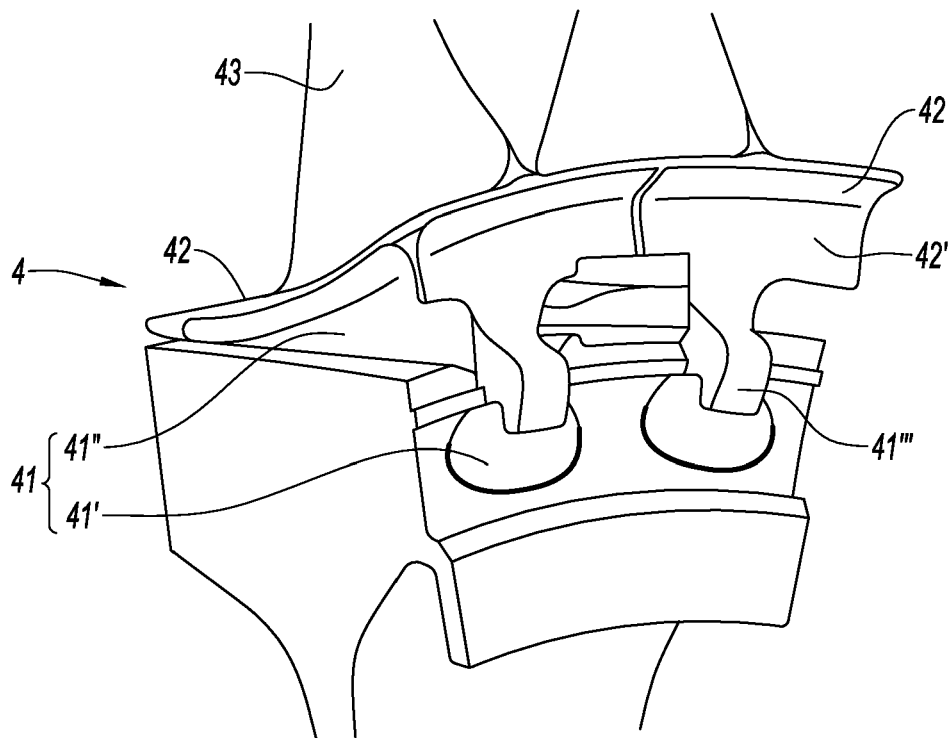


Fig. 3

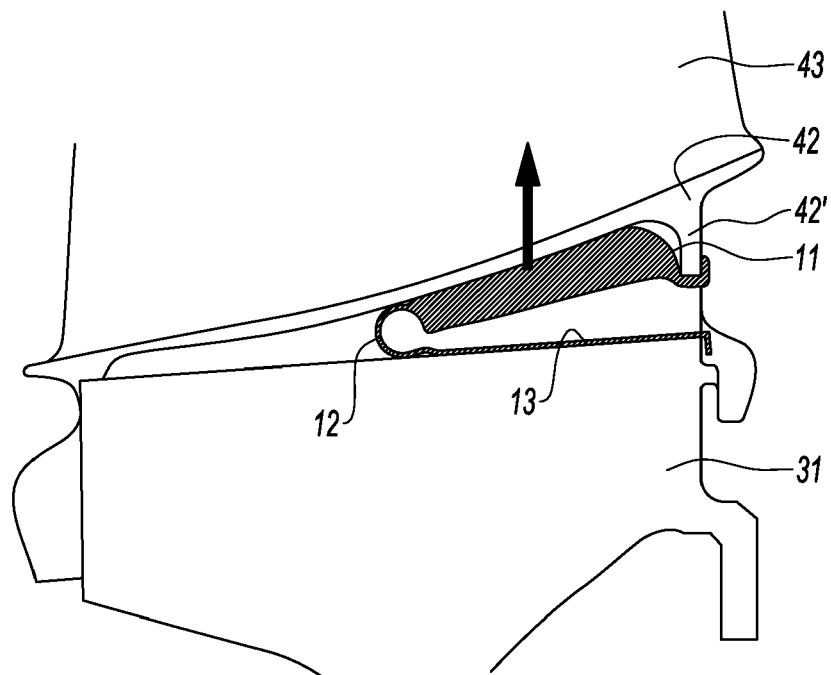
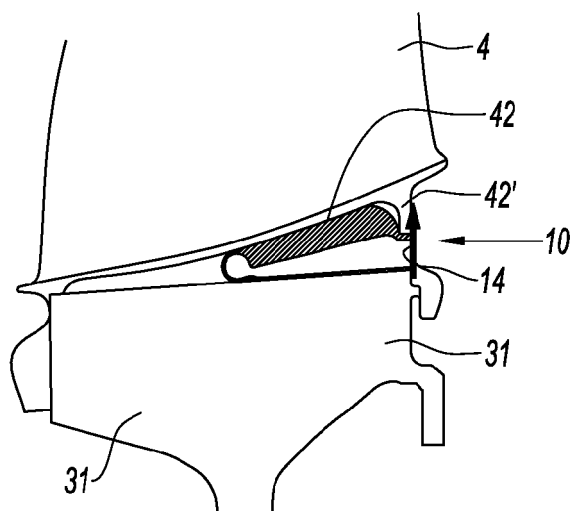
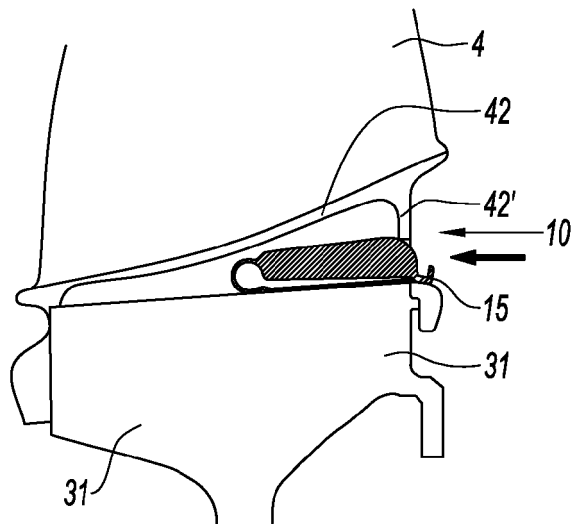
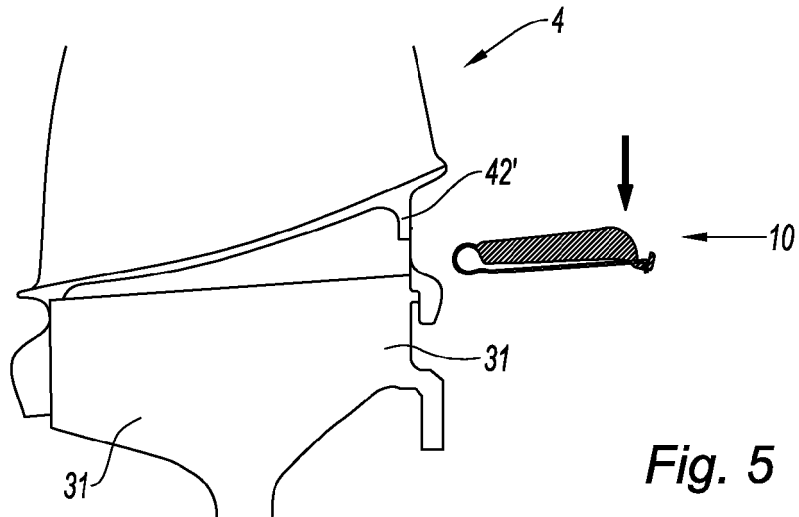


Fig. 4



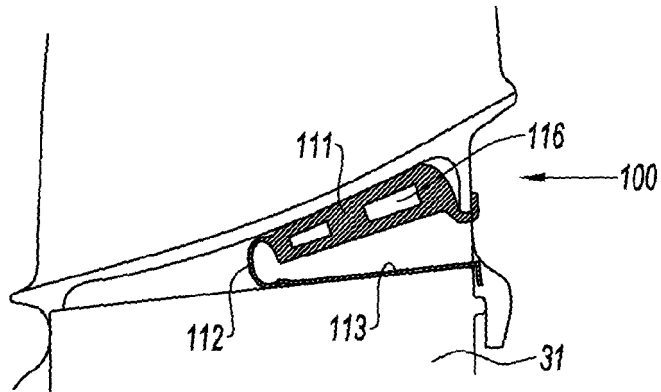


Fig. 8

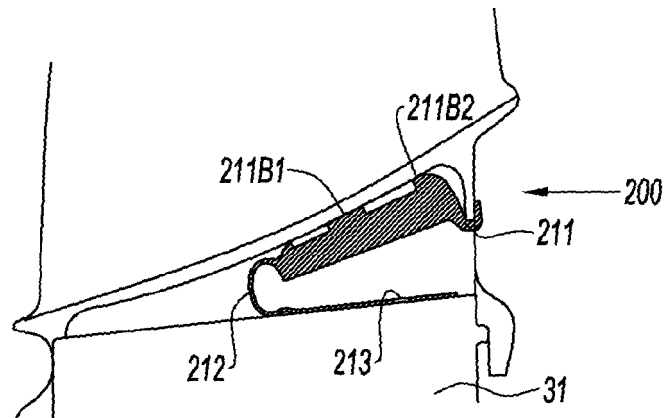


Fig. 9

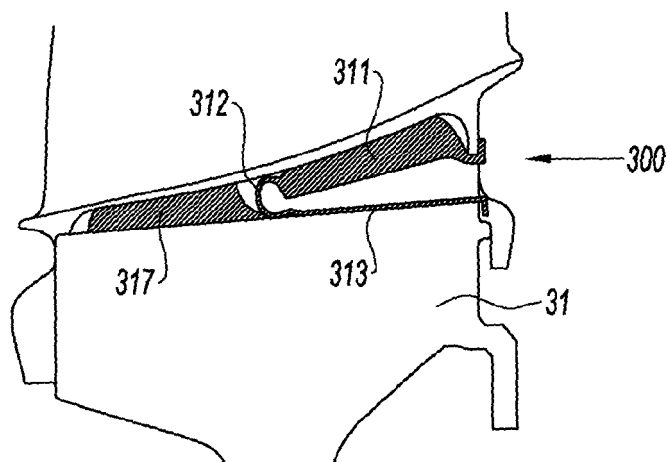


Fig. 10

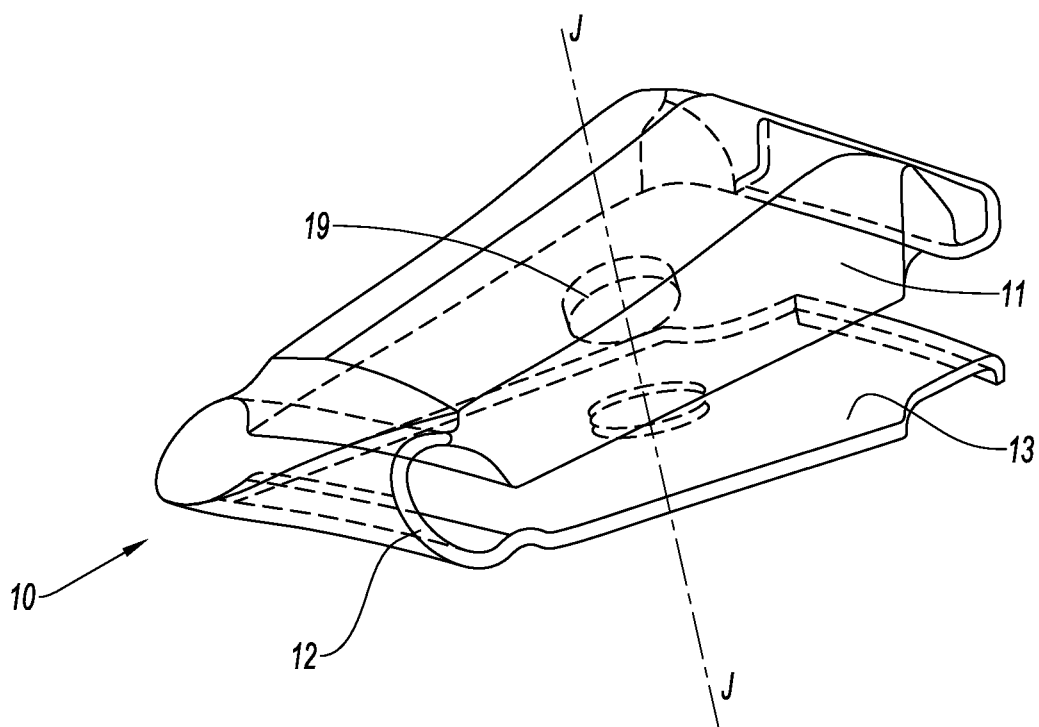


Fig. 11



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 15 5206

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 1 291 492 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 12 mars 2003 (2003-03-12) * alinéas [0004] - [0006] * * alinéas [0021], [0022], [0024], [0029] * * figures *	1-13	INV. F01D25/06 F01D5/26
A,D	FR 2 759 096 A (SNECMA [FR]) 7 août 1998 (1998-08-07) * le document en entier *	1-13	
A	EP 0 095 409 A (SNECMA [FR]) 30 novembre 1983 (1983-11-30) * figures * * page 3 - page 7 *	1-13	
A	US 5 261 790 A (DIETZ PHILIP W [US] ET AL) 16 novembre 1993 (1993-11-16) * colonne 6, ligne 13 - colonne 7, ligne 5 * * figures *	1-13	
A	EP 0 089 272 A (SNECMA [FR]) 21 septembre 1983 (1983-09-21) * le document en entier *	1-13	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 28 juillet 2008	Examineur Teissier, Damien
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

5
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 15 5206

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

28-07-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1291492	A	12-03-2003	AUCUN	
FR 2759096	A	07-08-1998	CA 2228793 A1	04-08-1998
			DE 69805870 D1	18-07-2002
			DE 69805870 T2	30-01-2003
			EP 0856601 A1	05-08-1998
			JP 3608643 B2	12-01-2005
			JP 10219545 A	18-08-1998
			US 5899241 A	04-05-1999
EP 0095409	A	30-11-1983	DE 3364694 D1	28-08-1986
			FR 2527260 A1	25-11-1983
			US 4516910 A	14-05-1985
US 5261790	A	16-11-1993	AUCUN	
EP 0089272	A	21-09-1983	DE 3360546 D1	19-09-1985
			FR 2523208 A1	16-09-1983
			JP 1051882 B	07-11-1989
			JP 1565704 C	25-06-1990
			JP 58167803 A	04-10-1983
			US 4480959 A	06-11-1984

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2759096 [0025]