

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 037 085 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
18.03.2009 Bulletin 2009/12

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 08164272.0

(22) Date de dépôt: 12.09.2008

(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: 13.09.2007 FR 0706431

(71) Demandeur: SNECMA
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- Garcin, François Maurice
75019 Paris (FR)

- Jean, Pierrick Bernard

75011 Paris (FR)

- Lombard, Jean-Pierre François
77830 Pamfou (FR)

- Paleczny, Christian
75012 Paris (FR)

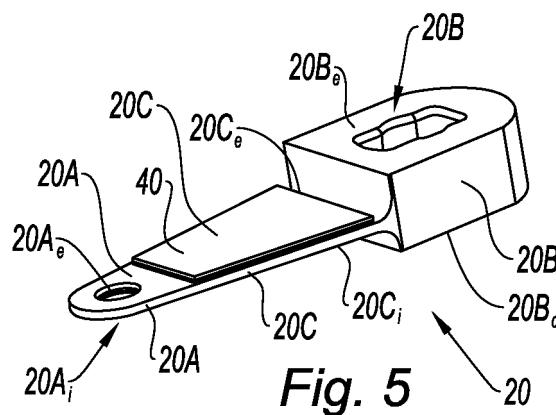
(74) Mandataire: David, Daniel et al

Cabinet Bloch & Gevers
23 bis, rue de Turin
F-75008 Paris (FR)

(54) Levier d'entraînement en rotation autour de son pivot d'aube de stator à calage variable de turbomachine

(57) La présente invention porte sur un levier (20) d'entraînement en rotation autour de son pivot d'une aube de stator à calage variable de turbomachine comprenant trois zones : une première zone (20A) d'attache à un organe d'entraînement du levier, une deuxième zone (20B) d'attache à ladite aube de stator à calage variable, et une troisième zone (20C) de forme allongée

entre la première zone et la deuxième zone, caractérisé par le fait que, sur au moins une portion de surface d'au moins l'une des dites zones (20A, 20B, 20C) du levier, est appliqué un stratifié d'amortissement de vibrations (40), le stratifié comprenant au moins une couche de matériau viscoélastique en contact avec ladite portion de surface et une contre couche de matériau rigide.



EP 2 037 085 A1

Description

[0001] La présente invention concerne les turbomachines, telles qu'utilisées dans le domaine aéronautique. Elle se rapporte aux aubes de stator à calage variable de turbomachine, notamment de compresseur de moteur à turbine à gaz, et plus particulièrement aux leviers de commande entraînant en rotation de telles aubes autour de leur pivot.

[0002] Les moteurs à turbine à gaz comprennent une section formant compresseur d'air alimentant une chambre de combustion qui produit des gaz chauds entraînant en aval les étages de turbine. Le compresseur du moteur comprend une pluralité de roues mobiles aubagées, séparées par des étages successifs de roues aubagées statoriques formant redresseurs de flux gazeux. Les aubes des premiers étages de redresseur sont en général à calage variable, c'est-à-dire que la position angulaire de l'aube autour de son axe radial, formant pivot, est réglée en fonction de points de mission pour améliorer l'efficacité du compresseur. L'orientation des aubes à calage variable est effectuée au moyen d'un mécanisme désigné mécanisme à calage variable ou encore VSV pour Variable Stator Vane. Il existe plusieurs configurations de ces mécanismes, mais globalement ceux-ci comportent tous un ou plusieurs vérins fixés sur le carter du moteur, des barres de synchronisation ou un arbre de commande, des anneaux entourant le moteur et disposés transversalement par rapport à l'axe de ce dernier et des leviers sensiblement axiaux, désignés aussi bielles, reliant les anneaux à chacune des aubes à calage variable. Les vérins entraînent en rotation les anneaux, autour de l'axe moteur, qui font tourner de façon synchrone l'ensemble des leviers autour des pivots des aubes.

[0003] Ces mécanismes sont soumis à la fois aux charges aérodynamiques appliquées sur les aubes, qui sont importantes, et à des efforts résultant des frottements dans les différentes liaisons. En particulier les leviers sont soumis à des chargements statiques en flexion et torsion et à des sollicitations dynamiques. L'ensemble de ces charges peut atteindre des niveaux susceptibles d'être dommageables ; leur cumul notamment peut entraîner la formation de fissures ou autre dommages. Compte tenu des impératifs de tenue mécanique et de durée de vie qui leur sont assignés, les amplitudes des vibrations, induites par ces charges, que ces pièces subissent doivent rester faibles.

[0004] Les pièces sont conçues et dimensionnées de manière à éviter la présence de modes critiques dans leur plage de fonctionnement. Dans la pratique cependant, il reste toujours quelques croisements et l'expérience, lors des essais moteurs réalisés en fin de cycle de conception des pièces, a montré que, dans certains cas, cela pouvait conduire à des initiations de criques dans les leviers. Le dimensionnement de la pièce doit alors être revu et modifié ce qui est particulièrement long et coûteux. On est donc amené à prédire au plus tôt dans

le cycle de dimensionnement des pièces les niveaux de réponse vibratoire afin de pouvoir prendre les mesures correctives qui s'imposent, le plus en amont possible dans le processus de conception.

[0005] La présente invention a pour objet un moyen apportant de l'amortissement structural dans le but de diminuer les niveaux des déformations vues par ces pièces en fonctionnement et plus particulièrement d'atténuer les réponses dynamiques de leviers d'entraînement en rotation d'aube à calage variable sous sollicitation synchrone ou asynchrone, d'origine aérodynamique ou non, par un apport d'amortissement dynamique.

[0006] L'invention concerne ainsi un levier d'entraînement en rotation autour de son pivot d'une aube de stator à calage variable de turbomachine comprenant trois zones : une première zone d'attache à un organe d'entraînement du levier, une deuxième zone d'attache à ladite aube de stator à calage variable, et une troisième zone de forme allongée entre la première zone et la deuxième zone. Le levier selon l'invention est caractérisé par le fait que sur au moins une portion de surface d'au moins l'une des dites zones du levier, est appliquée un stratifié d'amortissement de vibrations, le stratifié comprenant au moins une couche de matériau viscoélastique en contact avec ladite portion de surface et une contre couche de matériau rigide.

[0007] L'organe d'entraînement est généralement un anneau entourant le carter de la turbomachine, lui-même mis en mouvement de rotation autour de l'axe de celle-ci par un vérin. Le levier est généralement monté en extrémité de l'aube de façon à entraîner celle-ci par sa plateforme.

[0008] Le stratifié est soit collé sur ladite portion de surface soit maintenu appliquée par un moyen mécanique.

[0009] Pour garantir la robustesse de ces pièces vis-à-vis de la fatigue vibratoire, la solution de l'invention consiste donc à ajouter sur la structure des dispositifs spécifiques permettant de dissiper l'énergie vibratoire.

[0010] L'originalité de la présente invention repose sur l'emploi de stratifiés en forme de tuiles composés d'un sandwich viscoélastique avec une couche de contraintes collées ou fixées sur la structure, dont la fonction est de dissiper l'énergie vibratoire de la pièce.

[0011] La dissipation de cette part d'énergie est obtenue par déformation en cisaillement du matériau viscoélastique, entre la structure qui se déforme sous sollicitation dynamique et la couche de contrainte entraînée par inertie. Ces stratifiés en forme de tuiles en étant fixés ou collés sur les faces du levier amortissent directement les modes de la structure, sans perturber les performances globales de la machine.

[0012] La solution de l'invention présente l'avantage de permettre un accroissement de l'amortissement structural de la pièce métallique considérée sans avoir à la redimensionner, et donc de réduire les coûts et temps de développement et de mise au point associée au produit.

[0013] Elle autorise également l'élargissement des do-

maines de conception classique bornés par la satisfaction des prestations de tenue aux charges alternées et, indirectement, des gains de masse.

[0014] L'invention est applicable quel que soit le type de chargement dynamique : croisement avec des harmoniques moteurs ou excitation asynchrone.

[0015] Selon un mode de réalisation de l'invention la dite zone du levier sur laquelle est appliqué le stratifié est la troisième zone. En fonction des considérations techniques, ladite portion de surface sur laquelle est appliquée le stratifié d'amortissement de vibrations recouvre entièrement ladite troisième zone.

[0016] Selon un autre mode de réalisation la dite zone du levier comprend les deuxième et troisième zones.

[0017] Selon un autre mode de réalisation le levier comprenant une face radialement supérieure et une face radialement inférieure, le stratifié est appliqué sur au moins une portion de surface des dites faces radialement inférieure ou supérieure. Par exemple, au moins l'une des dites faces radialement inférieure ou supérieure est plane.

[0018] Selon un autre mode de réalisation, la deuxième zone du levier comprenant une face à un niveau radialement différent d'une face de la troisième zone, le stratifié d'amortissement de vibrations recouvre au moins partiellement une portion de surface de ladite face de la deuxième zone et une portion de surface de ladite face de la troisième zone. Plus particulièrement, le stratifié comprend une partie intermédiaire entre ladite portion de surface de deuxième zone et ladite portion de surface de troisième zone. Eventuellement, ladite partie intermédiaire du stratifié d'amortissement de vibrations est ajourée.

[0019] Selon un mode de réalisation, le stratifié d'amortissement de vibrations est en forme de bande de largeur inférieure à la largeur de la troisième zone. Eventuellement, le levier comprend au moins deux bandes de stratifié d'amortissement de vibrations. Plus particulièrement, le levier comprend au moins deux bandes de stratifié d'amortissement de vibrations disposées parallèlement l'une à l'autre.

[0020] Conformément à un mode de réalisation, le stratifié est constitué d'un empilement de couches viscoélastiques et de couches rigides alternées, et les caractéristiques du matériau viscoélastique varient d'une couche à l'autre ou bien les caractéristiques du matériau viscoélastique sont les mêmes d'une couche à l'autre et les caractéristiques du matériau rigide varient d'une couche à l'autre ou bien les caractéristiques du matériau rigide sont les mêmes d'une couche rigide à l'autre.

[0021] L'invention concerne également une turbomachine comprenant au moins un tel levier d'entraînement en rotation autour de son pivot d'une aube de stator à calage variable. Plus particulièrement il s'agit d'un compresseur de moteur à turbine à gaz comprenant au moins un tel levier d'entraînement en rotation autour de son pivot d'une aube de redresseur à calage variable.

[0022] On décrit maintenant l'invention, plus en détail,

en référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 représente schématiquement un turboréacteur en coupe axiale susceptible d'incorporer un levier l'invention ;

La figure 2 montre en perspective la partie du moteur de la figure 1 correspondant à un étage de redresseurs au niveau du compresseur et comprenant des aubes de stator à calage variable ;

La figure 3 montre un levier d'entraînement des aubes de stator à calage variable de l'étage de redresseurs de la figure 2 ;

La figure 4 montre en coupe le stratifié d'amortissement de vibrations appliqué conformément à l'invention sur un levier de la figure 3 ;

Les figures 5 et 6 montrent, l'une en perspective l'autre en coupe le long de celui-ci, le levier de la figure 3 sur lequel est appliqué le stratifié d'amortissement de vibrations ;

Les figures 7 et 8 montrent, l'une en perspective l'autre en coupe le long de celui-ci, un autre mode d'application du stratifié d'amortissement de vibrations sur le levier de la figure 3 ;

Les figures 9 et 10 montrent, l'une en perspective l'autre en coupe le long de celui-ci, un autre mode d'application du stratifié d'amortissement de vibrations sur le levier de la figure 3 ;

Les figures 11, 12 et 13 montrent le levier de la figure 3 avec application de stratifiés d'amortissement de vibrations sur les faces radialement inférieure et radialement supérieure de celui-ci ;

Les figures 14 et 15 montrent un autre mode de réalisation de l'amortissement au moyen de stratifiés.

[0023] Sur la figure 1, on a représenté de manière schématique un exemple de turbomachine sous la forme d'un turboréacteur à double flux et à double corps. Une soufflante 2, à l'avant, alimente le moteur en air. L'air comprimé par la soufflante est partagé en deux flux concentriques. Le flux secondaire est évacué directement dans l'atmosphère sans autre apport d'énergie et fournit une part essentielle de la poussée motrice. Le flux primaire est guidé à travers plusieurs étages de compression vers la chambre de combustion 5 où il est mélangé

au carburant et brûlé. Les gaz chauds alimentent les différents étages de turbine 6 et 8 qui entraînent la soufflante et les roues mobiles du compresseur. Les gaz sont ensuite évacués dans l'atmosphère. Un tel moteur comprend plusieurs roues de redresseur : une roue en aval de la soufflante pour redresser le flux secondaire avant son éjection, des roues d'aubes statoriques 3' et 4' interposées entre les roues mobiles 3 et 4 des compresseurs et des distributeurs 6' et 8' entre les roues des turbines aussi bien à haute pression qu'à basse pression.

[0024] On voit sur la figure 2 une roue d'aubes statoriques à calage variable avec son mécanisme d'entraînement, telle que ménagée sur les premiers étages du compresseur 4.

[0025] Cette roue 10 comprend des aubes 11 disposées radialement par rapport à l'axe du moteur 1, et montées pivotantes autour d'axes radiaux à l'intérieur d'un secteur de carter 12. Chacune est solidaire, en rotation autour de son axe radial, d'un levier 20 disposé extérieurement au secteur de carter. Les leviers sont mobiles en rotation autour de ces axes radiaux de façon synchrone en étant entraînés par un ensemble comprenant un anneau 30 d'entraînement entourant le carter du moteur et auquel chacun des leviers est fixé par son extrémité opposée à celle de l'axe radial sur lequel il est monté. Un moyen de fixation approprié est par exemple un pion 21 traversant radialement à la fois l'anneau 30 et l'extrémité du levier. Un ou plusieurs vérins non représentés commandent le mouvement en rotation de l'anneau autour de l'axe du moteur. Ce mouvement est transmis aux leviers qui pivotent simultanément autour des axes radiaux et entraînent en rotation les aubes de stator autour de ces mêmes axes.

[0026] La figure 3 montre un levier 20. Il est de forme globalement allongée avec deux faces : une face radialement inférieure 20i et une face radialement supérieure 20e. Les termes inférieur et supérieur qualifient la position de ces faces l'une par rapport à l'autre depuis l'axe du moteur lorsque le levier est en place sur le moteur. On distingue trois zones. La première zone 20A est percée d'un trou dans lequel est glissé ici le pion 21. La deuxième zone 20B est percée d'un orifice radial par lequel le levier est monté sur l'aube à calage variable et assure son entraînement en rotation. Elle comprend une face radialement inférieure 20Bi et une face radialement supérieure 20Be. La troisième zone 20C, entre les deux premières, est de forme allongée, plus mince que la zone 20B, avec une face radialement inférieure 20Ci et une face radialement supérieure 20Ce. La forme du levier de la figure n'est qu'un exemple. L'invention s'applique à toute forme équivalente.

[0027] La figure 4 représente en coupe un stratifié d'amortissement de vibrations 40. Le stratifié se présente sous la forme d'une tuile composée d'une pluralité de couches empilées les unes sur les autres. Selon une forme de réalisation, le stratifié comporte au moins une couche 42 d'un matériau viscoélastique et au moins une couche 44 d'un matériau rigide. Le stratifié est appliqué par la couche viscoélastique à la surface 41 d'une structure à amortir.

[0028] La viscoélasticité est une propriété d'un solide ou d'un liquide qui, lorsqu'il est déformé, montre un comportement à la fois visqueux et élastique par une dissipation et un stockage simultanés d'énergie mécanique.

[0029] Les caractéristiques, isotropes ou anisotropes, d'élasticité du matériau rigide de la contre couche 44 sont supérieures à celles, isotropes ou anisotropes, du matériau viscoélastique dans la plage de fonctionnement thermique et fréquentielle souhaitée. À titre d'exemple non limitatif, le matériau de la couche 44 peut être de type métallique ou composite, et le matériau de la couche 42 de type caoutchouc, silicone, polymère, verre ou résine

époxy. Le matériau doit être efficace en termes de dissipation d'énergie dans la configuration attendue correspondant à des plages de température et de fréquence déterminées. Il est choisi à partir de ses modules caractéristiques de cisaillement, exprimés en déformation et vitesse.

[0030] Selon d'autres formes de réalisation, le stratifié comporte plusieurs couches 42 de matériau viscoélastique et plusieurs contre couches de matériau rigide 44, qui sont disposées de façon alternée. L'exemple de la figure montre, de façon non limitative, un stratifié d'amortissement de vibrations ayant trois couches 42 de matériau viscoélastique et trois contre couches 44 de matériau rigide. Selon les applications, les couches de matériau viscoélastique 42 et les contre couches de matériau rigide 44 peuvent d'égales dimensions ou de dimensions différentes. Lorsque le stratifié comporte plusieurs couches 42, celles-ci peuvent présenter toutes les mêmes caractéristiques mécaniques ou bien présenter des caractéristiques mécaniques différentes d'une couche à l'autre. Lorsque le stratifié comporte plusieurs contre couches 44, celles-ci peuvent présenter toutes les mêmes caractéristiques mécaniques ou bien présenter des caractéristiques mécaniques différentes d'une couche à l'autre. Les couches 42 et les couches 44 sont fixées les unes aux autres de préférence par adhésion au moyen d'un film de colle ou par polymérisation.

[0031] Sur les figures 5 et 6, on a représenté un premier mode de réalisation de l'invention. Un stratifié 40 est appliqué sur la face supérieure de la zone 20C du levier 20. Le stratifié 40 comporte au moins une couche 42 de matériau viscoélastique et au moins une contre couche 44 de matériau rigide. Le stratifié est collé par la couche de matériau viscoélastique au levier 20.

[0032] Selon une autre forme de réalisation non représentée, il peut être maintenu en appui contre la surface du levier par des moyens mécaniques : par exemple, par un dispositif de pincement de part et d'autre de la partie 20 C, par une liaison mécanique (vis/écrou, rivet, sertissage, ou autre) traversant la zone 20C du levier et le stratifié, par un effet de pré-contrainte obtenu au montage par déformation de la géométrie au repos : fixation de la zone 55 sur la partie 20B par la liaison native du levier et appui avec précontrainte de la zone 54 sur la partie 20 C du levier.

[0033] Le stratifié s'étend sur toute la surface de la troisième zone 20C du levier. Sa forme trapézoïdale correspond à la forme elle-même trapézoïdale de la troisième zone 20C du levier entre la première zone 20A et la deuxième zone 20B. Dans cet exemple, la portion de surface sur laquelle est appliqué le stratifié occupe toute la troisième zone. Cependant selon les besoins en amortissement de vibrations, l'étendue de la portion de surface peut être inférieure à celle de la troisième zone. Par ailleurs les épaisseurs et la nature des matériaux constituant les couches 42 et 44 sont déterminées en fonction de l'amortissement souhaité.

[0034] Selon un autre mode de réalisation non repré-

senté, le stratifié 40 est appliqué non pas sur la face supérieure de la zone 20C du levier mais sur la face inférieure 20Ci de la zone 20 C du levier 20. Selon un autre mode de réalisation représenté sur la figure 11, on a disposé un stratifié d'amortissement de vibrations, 40 et 40', sur les deux faces de la troisième zone du levier de façon symétrique.

[0035] Selon le mode de réalisation des figures 7 et 8, le stratifié d'amortissement de vibrations 50 comprend une première partie 54 s'étendant sur au moins une portion de surface de la face supérieure de la troisième zone 20 C du levier et une deuxième partie 55 s'étendant sur au moins une portion de surface de la face supérieure 20Be de la deuxième zone 20B. Dans cet exemple la première partie 54 s'étend sur la majeure partie de la troisième zone 20C. Dans la mesure où la surface supérieure de la deuxième zone est à un niveau radialement plus élevé que le niveau de la surface radialement supérieure 20Be de la troisième zone 20 C, le stratifié 50 comporte une partie intermédiaire 56 reliant la première partie 54 à la deuxième partie 55. Cette partie intermédiaire 56 améliore l'efficacité du dispositif en utilisant les efforts de cisaillement de la couche viscoélastique. Le stratifié est maintenu contre la surface du levier par collage par exemple au moins de l'une des portions 54 et 55. Ici encore le stratifié peut être appliqué sur la face inférieure du levier. Selon un autre mode de réalisation représenté sur la figure 12, on a disposé un stratifié d'amortissement de vibrations, 50 et 50', sur les deux faces des deuxième et troisième zones du levier de façon symétrique.

[0036] Selon le mode de réalisation des figures 9 et 10, le stratifié d'amortissement de vibrations 60 comprend une première partie 64 s'étendant sur une portion de surface de la face supérieure de la troisième zone 20C, une deuxième partie 65 s'étendant sur une portion de surface de la face supérieure de la deuxième zone 20B. Le stratifié comporte une partie intermédiaire 66 reliant la première partie 64 à la deuxième partie 65. Selon cet exemple la partie intermédiaire est ajourée. Le stratifié est maintenu contre la surface du levier par collage par exemple au moins de l'une des portions 64 et 65. Ici encore le stratifié peut être appliqué sur la face inférieure du levier. Selon un autre mode de réalisation représenté sur la figure 13, on a disposé un stratifié d'amortissement de vibrations, 60 et 60', sur des portions de surface des deux faces des deuxième et troisième zones du levier de façon symétrique.

[0037] Selon le mode de réalisation des figures 14 et 15 le stratifié est en forme de bandes disposées le long du levier. Les bandes comprennent une première partie 74 appliquée sur la troisième zone 20C, une deuxième partie 75 sur la deuxième zone 20B et une partie intermédiaire 76 reliant les deux parties 74 et 75.

Revendications

- Levier (20) d'entraînement en rotation autour de son pivot d'une aube de stator à calage variable de turbomachine comprenant trois zones : une première zone (20A) d'attache à un organe d'entraînement du levier, une deuxième zone (20B) d'attache à ladite aube de stator à calage variable, et une troisième zone (20C) de forme allongée entre la première zone et la deuxième zone, **caractérisé par le fait que**, sur au moins une portion de surface d'au moins l'une des dites zones (20A, 20B, 20C) du levier, est appliqué un stratifié d'amortissement de vibrations (40, 50, 60, 70), le stratifié comprenant au moins une couche de matériau viscoélastique en contact avec ladite portion de surface et une contre couche de matériau rigide.
- Levier selon la revendication précédente dont le stratifié d'amortissement de vibrations (40, 50, 60, 70) est collé sur ladite portion de surface.
- Levier selon la revendication 1 dont le stratifié d'amortissement de vibrations (40, 50, 60, 70) est maintenu appliqué sur ladite portion de surface par un moyen mécanique.
- Levier selon l'une des revendications précédentes dont la dite zone du levier est la troisième zone (20C) ou bien les deuxième et troisième zones.
- Levier selon la revendication 4 dont la dite portion de surface sur laquelle est appliquée le stratifié d'amortissement de vibrations recouvre entièrement ladite troisième zone (20C).
- Levier selon l'une des revendications précédentes comprenant une face radialement supérieure et une face radialement inférieure dont le stratifié est appliquée sur au moins une portion de surface, notamment plane, des dites faces radialement inférieure ou supérieure.
- Levier selon l'une des revendications précédentes dont la deuxième zone comprend une face à un niveau radialement différent d'une face de la troisième zone, le stratifié d'amortissement de vibrations (50, 60, 70) recouvrant au moins partiellement une portion de surface de ladite face de la deuxième zone (20B) et une portion de surface de ladite face de la troisième zone (20C).
- Levier selon la revendication précédente dont le stratifié comprend une partie intermédiaire (56, 66, 76), par exemple ajourée, entre ladite portion de surface de deuxième zone et ladite portion de surface de troisième zone.

9. Levier selon l'une des revendications précédentes comprenant au moins un stratifié d'amortissement de vibrations (70) en forme de bandes, au moins deux, de largeur inférieure à la largeur de la troisième zone, lesdites deux bandes étant de préférence dis- 5 posées parallèlement l'une à l'autre.
10. Levier selon l'une des revendications précédentes dont le stratifié est constitué d'un empilement de couches viscoélastiques et de couches rigides alter- 10 nées, les caractéristiques du matériau viscoélasti- que variant ou étant les mêmes d'une couche à l'autre.
11. Levier selon la revendication 10 dont les caractéris- 15 tiques du matériau rigide varient d'une couche à l'autre.
12. Turbomachine comprenant au moins un levier d'en- traînement en rotation autour de son pivot d'une 20 aube de stator à calage variable selon l'une des re- vendications précédentes.
13. Compresseur de moteur à turbine à gaz comprenant au moins un levier d'entraînement en rotation autour de son pivot d'une aube de redresseur à calage va- 25 riable selon l'une des revendications 1 à 11.

30

35

40

45

50

55

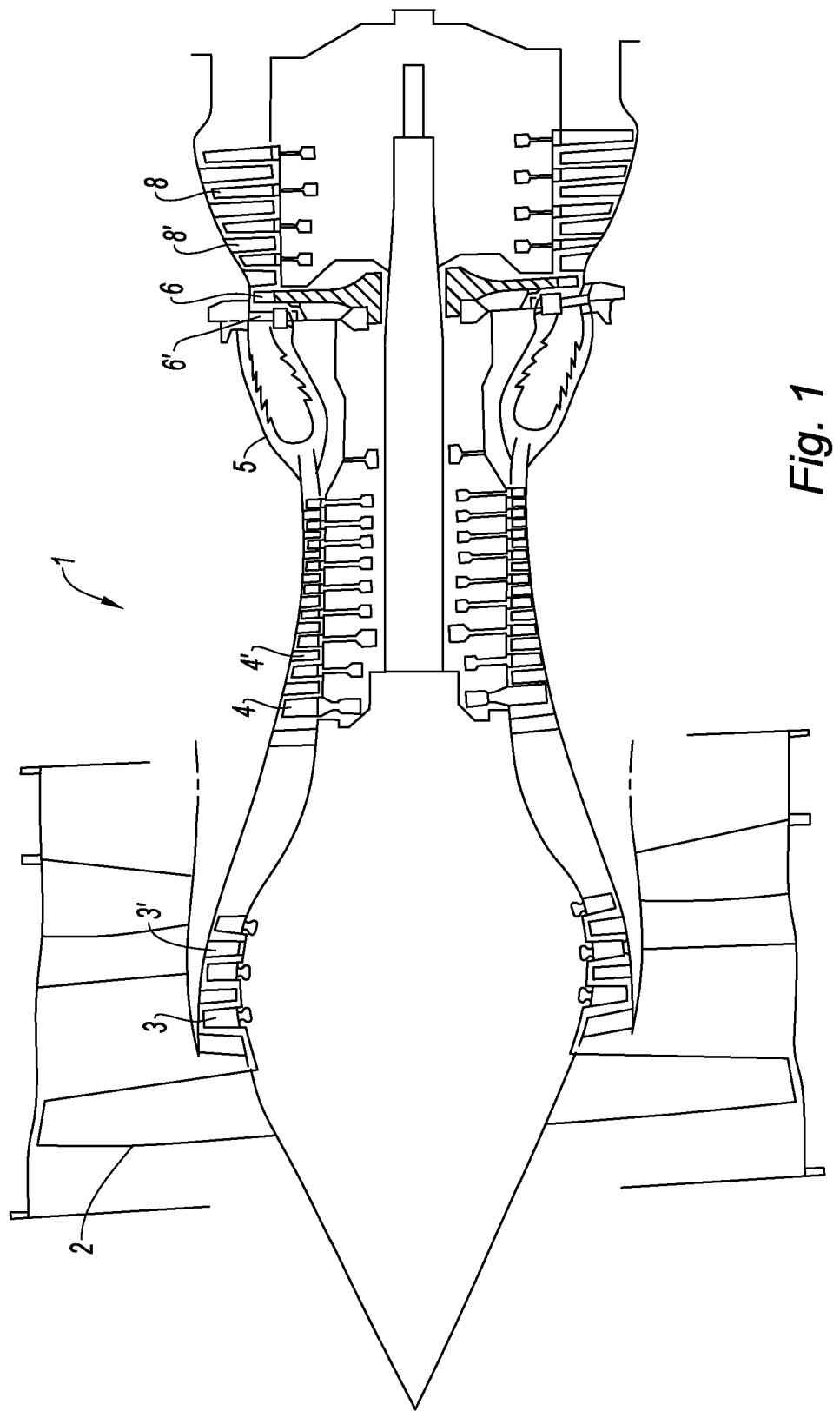


Fig. 1

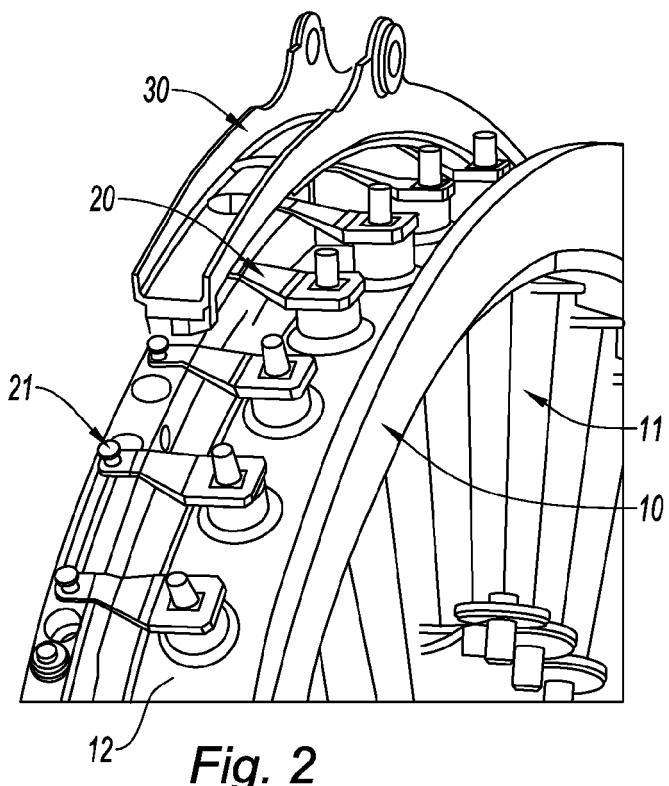


Fig. 2

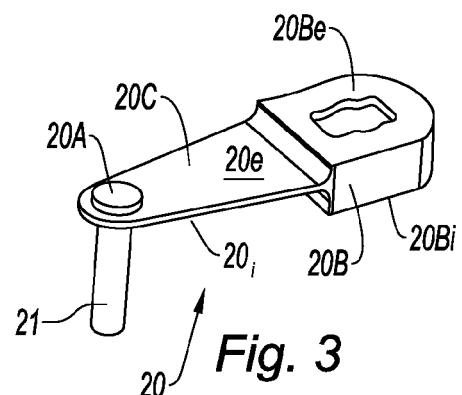


Fig. 3

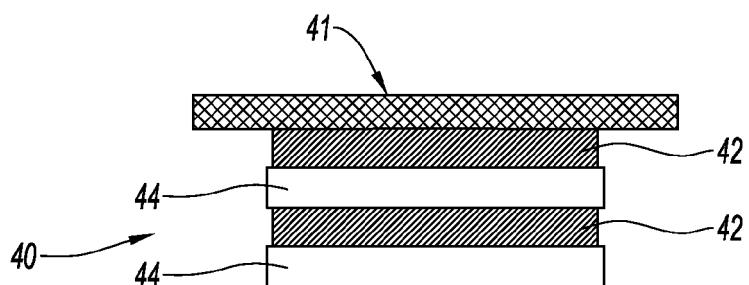


Fig. 4

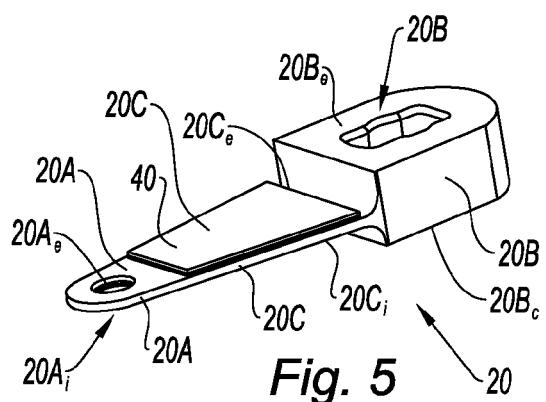


Fig. 5

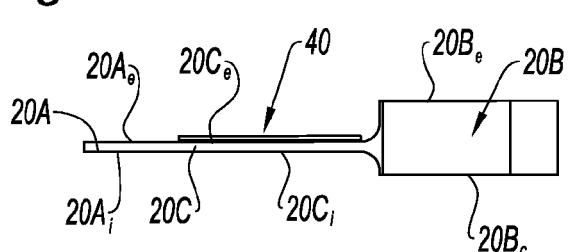


Fig. 6

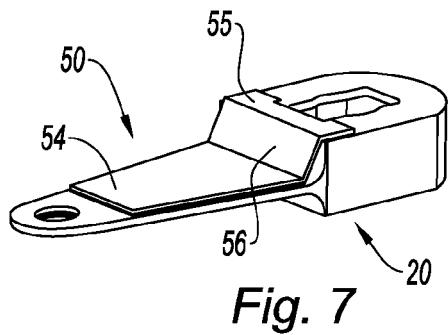


Fig. 7

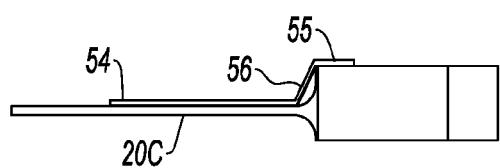


Fig. 8

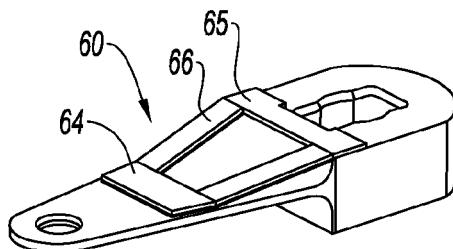


Fig. 9

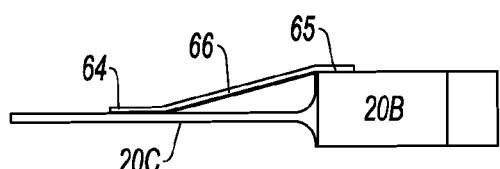


Fig. 10

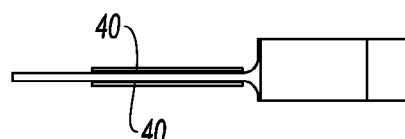


Fig. 11

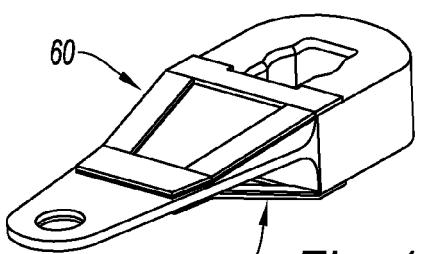


Fig. 13

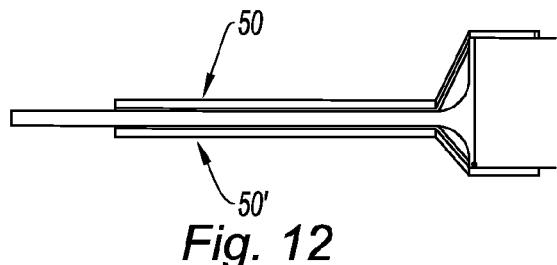


Fig. 12

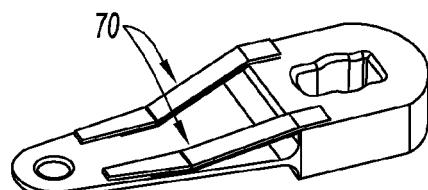


Fig. 14

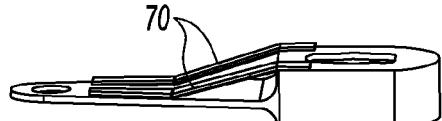


Fig. 15



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 08 16 4272

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	EP 1 010 918 A (GEN ELECTRIC [US]) 21 juin 2000 (2000-06-21) * alinéas [0002], [0014] - [0024] * * figures 1,2a-2h * -----	1-21	INV. F01D17/16
A	EP 1 820 941 A (SIEMENS AG [DE]) 22 août 2007 (2007-08-22) * alinéas [0003] - [0006], [0011] - [0014], [0020], [0051] * * figures * -----	1-21	
A	EP 1 111 196 A (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27 juin 2001 (2001-06-27) * colonne 5, ligne 33 - ligne 44 * * colonne 6, ligne 31 - ligne 47 * * figure 4 * -----	1-21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
5	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	Munich	9 octobre 2008	Mielimonka, Ingo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique C : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

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

EP 08 16 4272

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.

09-10-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 1010918	A	21-06-2000	JP US	2000199403 A 6092984 A		18-07-2000 25-07-2000
EP 1820941	A	22-08-2007		AUCUN		
EP 1111196	A	27-06-2001	DE US	19961613 A1 6314736 B1		19-07-2001 13-11-2001