



(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date de publication:  
**02.03.2005 Bulletin 2005/09**

(51) Int Cl.7: **F01D 21/04, F01D 25/24,  
F01D 11/12**

(21) Numéro de dépôt: **04292043.9**

(22) Date de dépôt: **12.08.2004**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL HR LT LV MK**

• **Celerier, Eric**  
**91800 Boussy Saint Antoine (FR)**  
• **Brefort, François Jacques**  
**77540 Bernay-Vilbert (FR)**  
• **Maillard, Pierre Yves**  
**77720 La Chapelle Gauthier (FR)**

(30) Priorité: **18.08.2003 FR 0309989**

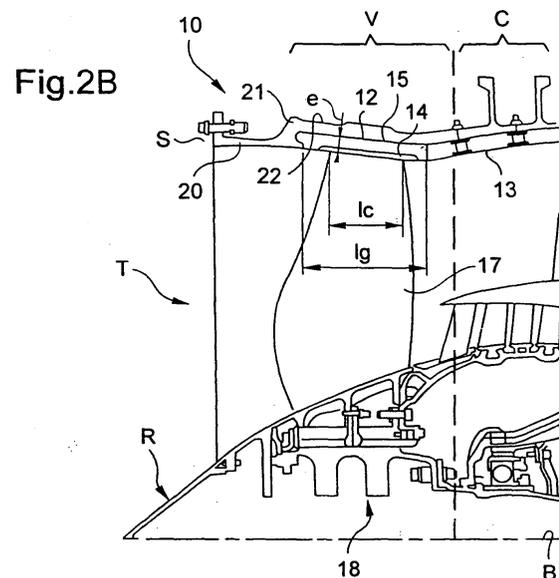
(71) Demandeur: **SNECMA MOTEURS**  
**75015 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Plaçais, Jean-Yves**  
**Cabinet Netter,**  
**36, avenue Hoche**  
**75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Gerain, Eric Marie Pierre**  
**91980 Courcoronnes (FR)**

(54) **Dispositif abrasable sur carter de soufflante d un moteur de turbine à gaz**

(57) L'invention concerne une turbomachine d'axe de rotation B comprenant un carter (10) de soufflante et une soufflante (V) à aubes mobiles (17). Un jeu s'étend entre la surface interne du carter et les extrémités libres des aubes. Un palier de la soufflante est relié à des parties fixes de la turbomachine par des liaisons telles qu'en cas de charge sur les aubes de la soufflante, ces liaisons cassent et l'axe de rotation de la soufflante oscille autour de l'axe de rotation B. Le carter comprend, collée sur sa surface interne et sur une partie de l'étendue du jeu, une couche de mousse thermo-formable (12) placée en vis à vis des extrémités des aubes (17) de la soufflante (V). La couche de mousse thermo-formable (12) est recouverte en partie d'une couche de substance abrasable (14), l'épaisseur de la couche de substance abrasable (14) est telle que les extrémités libres des aubes de la soufflante n'atteignent pas la couche de mousse lors du fonctionnement normal de la turbomachine, et en cas de charge sur la soufflante, les extrémités libres des aubes fragmentent au moins en partie la couche de substance abrasable (14).



## Description

**[0001]** L'invention concerne le domaine des moteurs de turbine à gaz, et plus particulièrement des carters de soufflante de moteur de turbine à gaz.

**[0002]** Dans le cas de moteurs d'avion, un disque aubagé de soufflante se trouve sur la partie rotor à l'entrée du moteur et précède les disques aubagés du compresseur. Ce disque aubagé de soufflante permet d'accélérer l'air avant l'entrée dans les étages du compresseur. Ce disque aubagé de soufflante est susceptible de recevoir des corps étrangers tels que glaçons, oiseaux ou autres. De ce fait, ce disque aubagé est susceptible de se déformer, de provoquer un balourd sur l'arbre de support de la soufflante et des charges cycliques et de vibrations communiquées par les paliers de support de l'arbre de soufflante aux parties fixes de la turbomachine, auxquelles sont reliées ces paliers de support.

**[0003]** Pour éviter la communication de ces charges et vibrations, il est connu de la demande FR 2 752 024 de mettre en place un palier dit "fusible", c'est-à-dire que le palier supportant l'arbre de la soufflante est relié aux parties fixes de la turbomachine par des liaisons assez faibles pour qu'elles cassent dès qu'une certaine charge est exercée sur les aubes de la soufflante. Ces liaisons faibles peuvent être des liaisons par vis par exemple. Une fois la liaison cassée, le disque aubagé de la soufflante continue de tourner librement ce qui évite de transmettre des efforts sur les parties fixes de la turbomachine. Toutefois, l'axe de rotation du disque aubagé de la soufflante oscille autour de l'axe de rotation fixe de la turbomachine. Cette oscillation engendre celle des aubes qui touchent alors violemment le carter de la soufflante. Ce dernier est ainsi fortement sollicité mécaniquement, voire déchiré, lors de ces chocs.

**[0004]** Pour y remédier, il a été développé des panneaux collés à l'intérieur du carter de la soufflante, ces panneaux étant composés d'une structure en nid d'abeille nomex rempli de matériau abrasable, collé à un tissu de verre, lui-même collé à un nid d'abeille en aluminium, l'ensemble étant collé au carter de la soufflante. Une telle technologie est coûteuse et les réparations doivent être réalisées dans des ateliers spécifiques, notamment dans le cas de carters de forme spécifique, par exemple conique.

**[0005]** La présente invention vient améliorer la situation.

**[0006]** L'invention concerne une turbomachine d'axe de rotation comprenant un carter de soufflante et une soufflante à aubes mobiles, un jeu s'étendant entre la surface interne du carter et les extrémités libres des aubes, un palier de la soufflante étant relié à des parties fixes de la turbomachine par des liaisons telles qu'en cas de charge sur les aubes de la soufflante, ces liaisons cassent et l'axe de rotation de la soufflante oscille autour de l'axe de rotation de la turbomachine.

**[0007]** Selon une première caractéristique de l'invention, le carter comprend, collée sur sa surface interne et

sur au moins une partie de l'étendue du jeu, une couche de mousse thermoformable placée en vis à vis des extrémités des aubes de la soufflante, la couche de mousse thermo-formable étant recouverte en partie d'une couche de substance abrasable, l'épaisseur de la couche de substance abrasable étant telle que les extrémités libres des aubes de la soufflante n'atteignent pas la couche de mousse lors du fonctionnement normal de la turbomachine, et en cas de charge sur la soufflante, les extrémités libres des aubes fragmentent au moins en partie l'ensemble des couches d'abrasable et de mousse thermo-formable.

**[0008]** Des caractéristiques optionnelles de la turbomachine selon l'invention, complémentaires ou de substitution, sont énoncées ci-après:

- l'épaisseur de la couche de mousse et de la couche de substance abrasable est telle qu'il existe un jeu restant entre les extrémités libres des aubes de la soufflante et la couche de substance abrasable lors du fonctionnement normal du moteur, ce jeu restant étant suffisamment réduit pour limiter le passage de l'air afin de conserver un écoulement dynamique de l'air dont la trajectoire est forcée par les aubes de la soufflante,
- la couche de mousse thermo-formable est constituée de secteurs préformés,
- la couche de mousse thermo-formable est une couche de mousse imide polyacrylique,
- la couche de substance abrasable est en résine époxy chargée de billes de verre,
- la couche de substance abrasable est en silicone chargée de billes de verre,
- la couche de substance abrasable adhère directement ou indirectement à la couche de mousse thermo-formable.

**[0009]** Les figures ci-après illustrent de manière non limitative des modes de réalisation de l'invention:

- la figure 1 représente une vue en coupe d'une partie avant d'une turbomachine comprenant une soufflante reliée par un palier fusible aux parties fixe de la turbomachine,
- la figure 2A représente en coupe une partie de l'entrée du moteur de turbine à gaz comprenant un exemple de carter de soufflante selon l'art antérieur,
- la figure 2B représente en coupe une partie de l'entrée du moteur de turbine à gaz comprenant un exemple de carter de soufflante selon l'invention,

- la figure 3 est un détail de la figure 2B représentant l'interaction entre une aube de soufflante et le carter de soufflante selon l'invention.

**[0010]** Les dessins contiennent, pour l'essentiel, des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à mieux faire comprendre la description, mais aussi contribuer à la définition de l'invention, le cas échéant.

**[0011]** La figure 1 représente une coupe de turbomachine T selon son axe de rotation. Cette coupe comprend une soufflante V permettant d'accélérer l'air avant l'entrée dans les étages d'un compresseur C, puis d'un compresseur haute-pression CC. La soufflante V comprend un disque muni d'aubes 17 raccordé par vissage au bout avant BA d'un arbre de soufflante AV monté sur un palier avant PAV et un palier arrière PAR comme détaillé dans la demande FR 2 752 024. Les paliers avant et arrière sont soutenus par des pièces de support reliées à une partie fixe de la turbomachine (stator), au moins un des paliers étant relié par des liaisons suffisamment fragiles pour casser lors d'une charge excessive sur une aube de la soufflante. Un tel palier est appelé "palier fusible". Ces liaisons faibles peuvent être des liaisons par vis dont la section est réduite sur une partie de la longueur de la vis par exemple. Une fois la liaison cassée, le disque aubagé de la soufflante continue de tourner librement ce qui évite de transmettre des efforts sur les parties fixes de la turbomachine. Toutefois, l'axe de rotation du disque aubagé de la soufflante oscille autour de l'axe de rotation fixe de la turbomachine. Cette oscillation engendre celle des aubes qui touchent alors violemment le carter de la soufflante. Ce dernier est ainsi fortement sollicité mécaniquement, voire déchiré, lors de ces chocs.

**[0012]** Comme connu de l'homme du métier, la figure 2A représente une partie de turbomachine T comprenant une soufflante V suivi d'un compresseur C. Cette partie de turbomachine comprend un carter 10 formant la partie stator S de la soufflante V et un carter formant la partie rotor R de la turbomachine. L'arbre de la partie rotor de la turbomachine est entraînée en rotation par une turbine située en aval du compresseur. L'axe de rotation est noté B. La surface externe du carter de la partie rotor et la surface interne du carter de la partie stator délimitent une "veine d'écoulement" pour le flux d'air. Sur le rotor R est fixé le disque aubagé 18 de la soufflante V comprenant des aubes 17. Le disque aubagé de soufflante se trouve à l'entrée du moteur et précède les disques aubagés du compresseur. Sur la figure 2A, l'arbre de la soufflante est supposé être supporté par au moins un palier avant PAV formant un palier fusible. Pour répondre aux chocs des aubes de la soufflante contre le carter 10, il a été développé des panneaux 3 collés à l'intérieur de ce carter 10 de soufflante, ces panneaux étant composés d'une structure en nid d'abeille nomex rempli de matériau abrasable, collé à un tissu de verre, lui-même collé à un nid d'abeille en aluminium,

l'ensemble étant collé au carter de soufflante. L'épaisseur de ces panneaux permet de conserver la veine d'écoulement pour qu'en fonctionnement normal, l'extrémité des aubes du disque de la soufflante n'entre pas en contact avec ces panneaux. La technologie des panneaux de la figure 2A présentent des inconvénients de coût, et la réparation et la mise en place de ces panneaux doit se faire en ateliers équipés. De plus, les matériaux utilisés ne sont pas isotropes, la fabrication de la structure en nids d'abeille pour un carter de forme spéciale (par exemple conique) est plus complexe en raison des caractéristiques mécaniques de cette structure et les nids d'abeille sont soumis au flambage.

**[0013]** L'invention permet de remédier à ces inconvénients.

**[0014]** Comme sur la figure 2A, la figure 2B illustre une partie de turbomachine T comprenant la soufflante V suivie du compresseur C. Sur le rotor R est fixé le disque aubagé 18 de la soufflante V comprenant des aubes 17. On se référera également à la figure 3 représentant en détail le carter 10 positionné en vis à vis des extrémités des aubes du disque aubagé 18. Dans l'exemple de la figure 2B, le carter 10 a une forme générale de tronc de cône dont l'axe de symétrie coïncide avec l'axe de rotation B de la turbomachine. D'amont en aval, c'est à dire dans le sens d'écoulement du flux d'air ou encore de l'entrée de la soufflante vers l'entrée du compresseur, le carter 10 de la soufflante V comprend une première partie de tronc de cône 20 reliée à un anneau de décrochement diamétral 21 lui-même relié à une deuxième partie de tronc de cône 22. La surface interne de la première partie de tronc de cône 20 délimite la veine d'écoulement de l'air. Les extrémités des aubes sont placées en vis à vis de la surface interne de la deuxième partie de tronc de cône 22 et sont éloignées de cette surface interne par un espace annulaire interne 15. On parle d'un jeu e, par exemple de 20 mm entre la surface interne du carter de soufflante et les extrémités libres des aubes.

**[0015]** Sur au moins une partie de la paroi interne de la deuxième partie de tronc de cône est collée une couche de mousse thermo-formable 19 par l'intermédiaire d'un film d'adhésif 12. Dans l'exemple des figures 2B et 3, la couche de mousse thermo-formable a une forme complémentaire de celle de l'espace annulaire interne de manière à emplir ce dernier. Avantageusement, la couche de mousse a une largeur axiale  $l_g$  correspondant au moins à la largeur axiale  $l_c$  selon l'axe B de l'extrémité libre des aubes 17 de la soufflante V. La couche de mousse thermo-formable 19 est recouverte d'une couche de substance abrasable 14, sur au moins la largeur axiale  $l_c$  des extrémités des aubes. L'épaisseur de la couche de substance abrasable est telle que les extrémités libres des aubes de la soufflante n'atteignent pas la couche de mousse lors du fonctionnement normal du moteur. Avantageusement, la couche de mousse thermo-formable recouverte de substance abrasable emplie entièrement l'espace annulaire interne et est usi-

née de manière à ce qu'il n'y ait pas de discontinuité avec la surface interne de la première partie de cône, la veine d'écoulement étant ainsi conservée. Plus particulièrement, l'épaisseur de la couche de substance abradable est telle qu'il existe un jeu entre les extrémités libres des aubes de la soufflante et la couche de substance abradable lors du fonctionnement normal du moteur, ce jeu étant suffisamment réduit pour limiter le passage de l'air afin de conserver un écoulement dynamique de l'air dont la trajectoire est forcée par les aubes de la soufflante. En aval de cette couche peuvent être positionnés des panneaux acoustiques 13 de manière à conserver la continuité de la veine d'écoulement.

**[0016]** Dans l'exemple des figures 2B et 3, la largeur  $l_g$  est supérieure à la largeur  $l_c$  et l'espace annulaire interne 15 est délimité par une butée en amont.

**[0017]** D'autres réalisations sont possibles: par exemple, le carter de soufflante peut être constitué d'une seule pièce (tronconique, cylindrique ou autre) à symétrie de révolution recouverte sur sa surface interne d'un écran protecteur constitué d'une couche de mousse thermo-formable, elle-même recouverte en partie d'une substance abradable. Comme précédemment, les couches de mousse thermo-formable et de substance abradable, appelées couches d'abradable "grand jeu", sont placées en vis à vis des extrémités des aubes. Le carter de soufflante présente un jeu entre sa surface interne et les extrémités libres des aubes de manière à coller une certaine épaisseur de couches sur la surface interne du carter, par exemple de l'ordre de 20 mm. La veine d'écoulement est conservée par la mise en place, en amont et en aval des couches protectrices, de panneaux acoustiques par exemple.

**[0018]** La protection du carter, en cas de rupture de la liaison cassante du palier fusible, se fait par l'écran constitué de mousse thermo-formable et de la substance abradable. Dans ce cas, les paliers de l'arbre de la soufflante ne sont plus reliés aux parties fixes de la turbomachine et l'axe de rotation de la soufflante oscille autour de l'axe de rotation B de la turbomachine. Les extrémités des aubes viennent creuser l'écran par fragmentation de matière. Avantageusement, la présence de la couche de mousse thermoformable offre une résistance à l'enlèvement de matière moindre que la couche de substance abradable, ce qui permet la pulvérisation de l'ensemble des couches d'abradable "grand jeu" en cas de rupture des fusibles du palier.

**[0019]** Pour faciliter la mise en place de la couche de mousse thermo-formable, celle-ci est constituée de secteurs préformés. A titre d'exemple, la couche de mousse thermo-formable est une couche de mousse imide polyacrylique. Egalement à titre d'exemple, la couche de substance abradable peut être en résine époxy chargée de billes de verre, en silicone chargée de billes de verre ou tout autre matière ayant les propriétés d'abrasion d'une substance abradable.

**[0020]** Plus particulièrement, la couche de substance abradable adhère à la couche de mousse thermo-for-

mable par ses propriétés adhésives et par diffusion dans les cellules de la mousse thermo-formable.

**[0021]** Grâce à ces couches d'abradable "grand jeu", le carter n'est pas endommagé lors d'un fonctionnement anormal (par exemple en cas d'ingestion d'un corps étranger). L'utilisation de mousse thermo-formable permet une mise en forme simple, l'usinage pouvant se faire avant la mise en forme, par exemple pour une partie conique de carter de soufflante, profil évolutif. La réparation des couches d'abradable "grand jeu" peut s'effectuer sans matériel requérant un atelier spécifique, ce qui offre un gain de temps et d'argent.

**[0022]** L'épaisseur de ces couches permet de conserver la veine d'écoulement pour qu'en fonctionnement normal, l'extrémité des aubes du disque de la soufflante n'entre pas en contact avec ces couches.

**[0023]** L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation de dispositif de fixation décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

**[0024]** L'invention ne s'applique pas uniquement au carter de forme tronconique mais peut s'appliquer dans le cas de toutes autres formes de carter, par exemple cylindrique.

## Revendications

1. Turbomachine d'axe de rotation B comprenant un carter (10) de soufflante et une soufflante (V) à aubes mobiles (17), un jeu s'étendant entre la surface interne du carter et les extrémités libres des aubes, un palier de la soufflante étant relié à des parties fixes de la turbomachine par des liaisons telles qu'en cas de charge sur les aubes de la soufflante, ces liaisons cassent et l'axe de rotation de la soufflante oscille autour de l'axe de rotation B, **caractérisé en ce que** le carter comprend, collée sur sa surface interne et sur au moins une partie de l'étendue du jeu, une couche de mousse thermo-formable (12) placée en vis à vis des extrémités des aubes (17) de la soufflante (V), la couche de mousse thermoformable (12) étant recouverte en partie d'une couche de substance abradable (14), l'épaisseur de la couche de substance abradable (14) étant telle que les extrémités libres des aubes de la soufflante n'atteignent pas la couche de mousse lors du fonctionnement normal de la turbomachine, et en cas de charge sur la soufflante, les extrémités libres des aubes fragmentent au moins en partie l'ensemble des couches d'abradable (14) et de mousse thermo-formable (12).
2. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de la couche de mousse et de la couche de substance abradable est telle qu'il existe un jeu restant entre les extrémités libres

des aubes de la soufflante et la couche de substance abrasable lors du fonctionnement normal du moteur, ce jeu restant étant suffisamment réduit pour limiter le passage de l'air afin de conserver un écoulement dynamique de l'air dont la trajectoire est forcée par les aubes de la soufflante. 5

3. Turbomachine selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la couche de mousse thermo-formable est constituée de secteurs préformés. 10
4. Turbomachine selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche de mousse thermo-formable est une couche de mousse imide polyacrylique. 15
5. Turbomachine selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la couche de substance abrasable est en résine époxy chargée de billes de verre. 20
6. Turbomachine selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la couche de substance abrasable est en silicone chargée de billes de verre. 25
7. Turbomachine selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la couche de substance abrasable adhère directement ou indirectement à la couche de mousse thermoformable. 30
8. Carter de soufflante propre à faire partie d'une turbomachine selon l'une des revendications 1 à 7, le carter comprenant, collée sur sa surface interne, une couche de mousse thermo-formable destinée à être placée en vis à vis d'extrémités libres d'aubes (17) de la soufflante (V), la couche de mousse thermo-formable étant recouverte en partie d'une couche de substance abrasable, l'épaisseur de la couche de substance abrasable étant telle que les extrémités libres des aubes de la soufflante n'atteignent pas la couche de mousse lors du fonctionnement normal de la turbomachine, et en cas de charge sur la soufflante, l'extrémité des aubes fragmente au moins en partie l'ensemble des couches d'abrasable et de mousse thermo-formable. 35  
40  
45

50

55

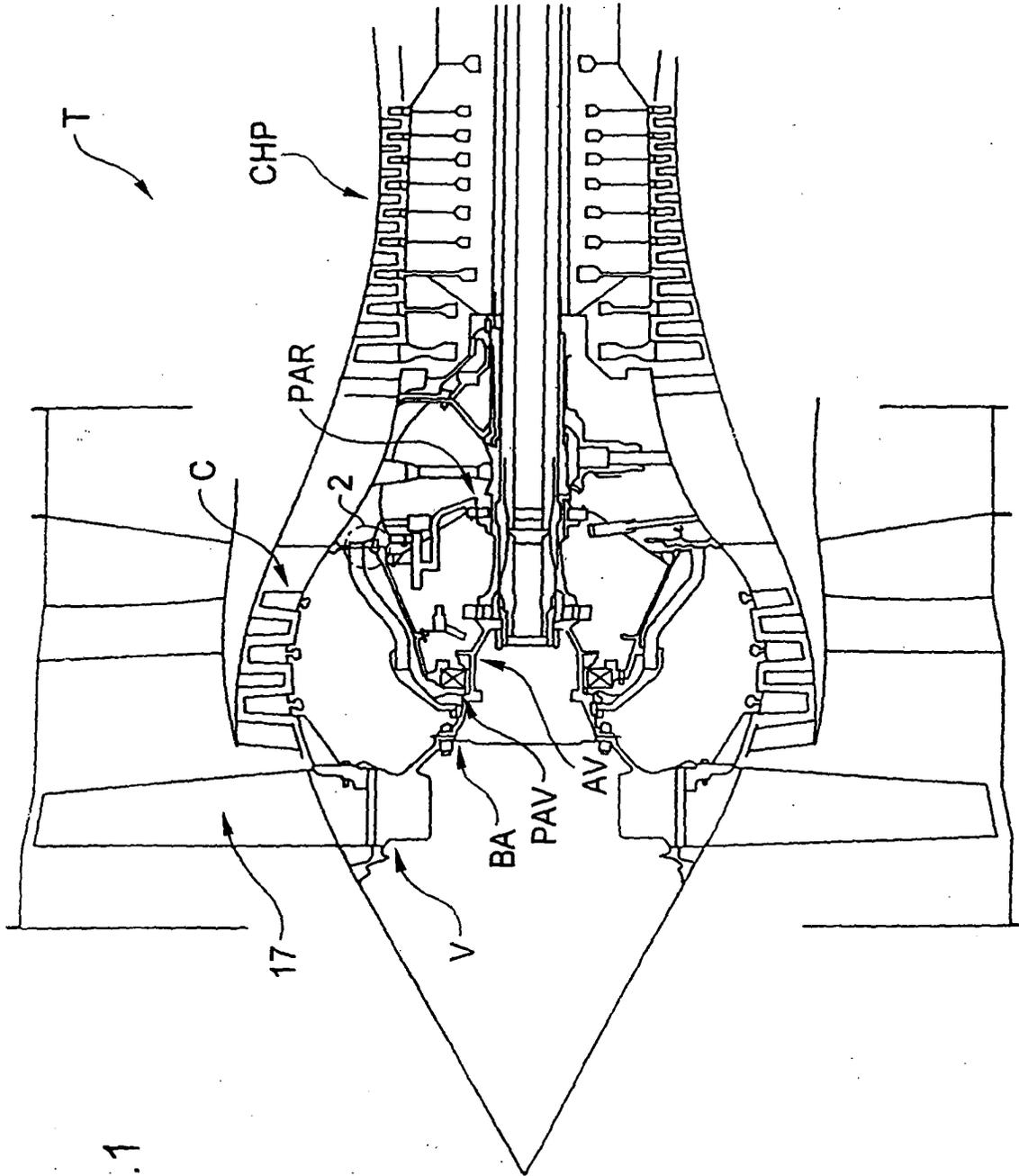


Fig.1

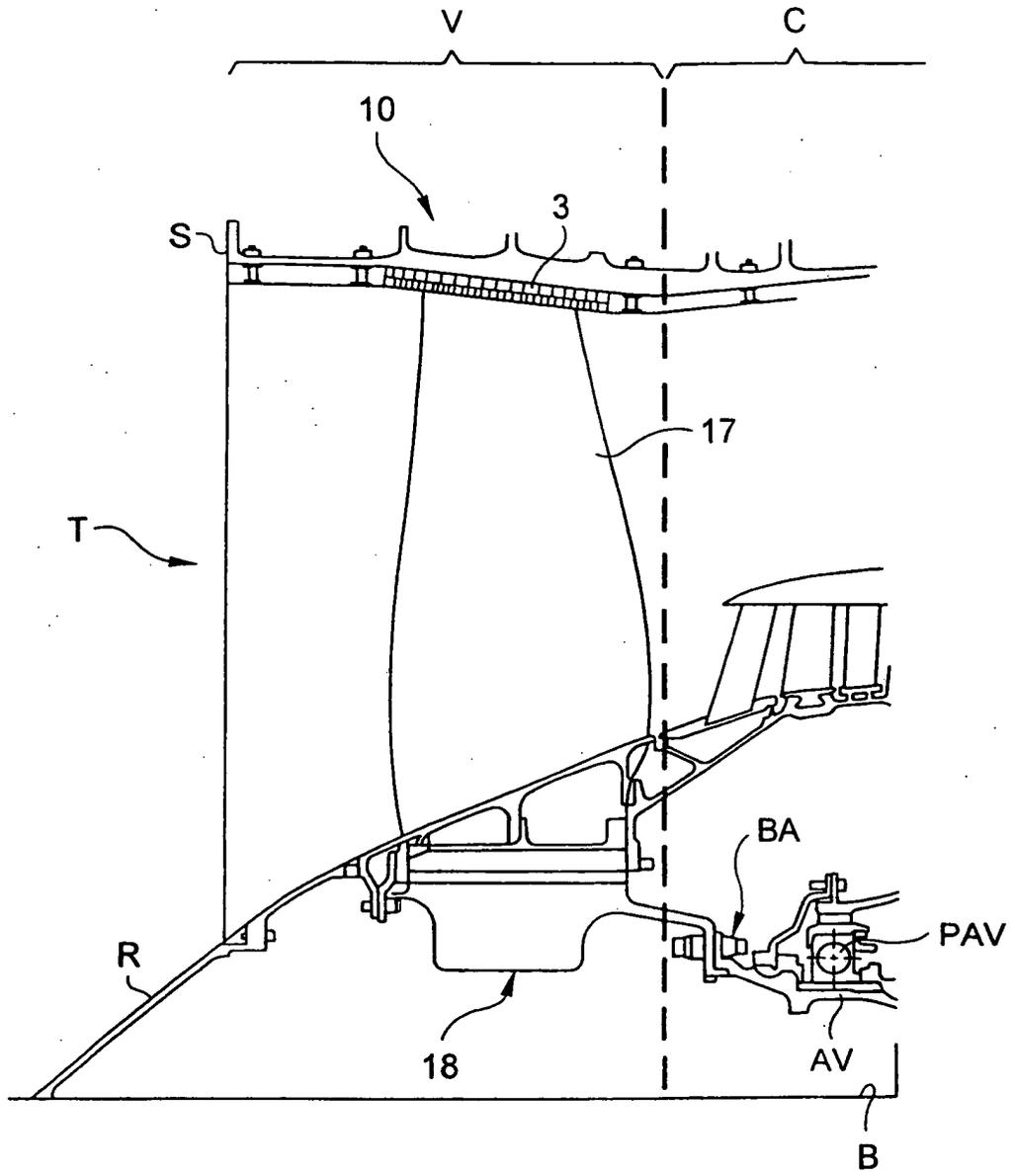


Fig.2A





European Patent Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number  
EP 04 29 2043

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
X	US 5 388 959 A (FORRESTER JAMES M ET AL) 14 February 1995 (1995-02-14)	1-3,5,7,8	F01D21/04 F01D25/24
Y	* the whole document * -----	4,6	F01D11/12
Y	US 3 843 278 A (TORELL S) 22 October 1974 (1974-10-22)	4,6	
	* the whole document * -----		
Y	EP 0 952 310 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 27 October 1999 (1999-10-27)	4,6	
	* paragraphs [0015] - [0017]; figures 2,3 * -----		
A	US 5 885 056 A (GOODWIN JEREMY P) 23 March 1999 (1999-03-23)	2-7	
	* column 3; figures 1,2 * -----		
A	US 5 160 248 A (CLARKE JONATHAN P) 3 November 1992 (1992-11-03)	2-7	
	* column 2; figures 1,2 * -----		
A	US 5 431 532 A (HUMKE BRIAN J ET AL) 11 July 1995 (1995-07-11)	2-4,7	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7) F01D
	* column 4; figure 7 * -----		
A	FR 2 832 191 A (SNECMA MOTEURS) 16 May 2003 (2003-05-16)	1,7	
	* abstract; figures 1-4 * -----		
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search Munich		Date of completion of the search 5 January 2005	Examiner Chatziapostolou, A
<p>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</p> <p>X : particularly relevant if taken alone                      Y : particularly relevant if combined with another document of the same category                      A : technological background                      O : non-written disclosure                      P : intermediate document</p> <p>T : theory or principle underlying the invention                      E : earlier patent document, but published on, or after the filing date                      D : document cited in the application                      L : document cited for other reasons                      .....                      &amp; : member of the same patent family, corresponding document</p>			

1  
EPO FORM 1503 03/82 (P04C01)

ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT  
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.

EP 04 29 2043

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

05-01-2005

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5388959	A	14-02-1995	NONE	
US 3843278	A	22-10-1974	NONE	
EP 0952310	A	27-10-1999	US 6059524 A EP 0952310 A2 JP 11324615 A	09-05-2000 27-10-1999 26-11-1999
US 5885056	A	23-03-1999	NONE	
US 5160248	A	03-11-1992	NONE	
US 5431532	A	11-07-1995	FR 2720111 A1 GB 2289720 A ,B JP 8061148 A	24-11-1995 29-11-1995 05-03-1996
FR 2832191	A	16-05-2003	FR 2832191 A1 CA 2465837 A1 EP 1312762 A1 WO 03042504 A1	16-05-2003 22-05-2003 21-05-2003 22-05-2003