

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 059 420 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
13.12.2000 Bulletin 2000/50

(51) Int Cl. 7: F01D 11/18

(21) Numéro de dépôt: 00401609.3

(22) Date de dépôt: 08.06.2000

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 10.06.1999 FR 9907315

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

(72) Inventeurs:

• Gervais, Pascal Gérard
77000 Melun (FR)

- Lejeune, Pascal Michel Daniel
77210 Avon (FR)
- Miraucourt, Carmen
77170 Brie Comte Robert (FR)
- Naudet, Jacky Serge
91070 Bondoufle (FR)
- Suet, Patrice
91230 Montgeron (FR)
- Thore, Monique Andrée
91560 Crosne (FR)

(54) Stator de compresseur à haute pression

(57) Le stator proposé ici, et qui peut convenir pour des compresseurs à haute pression de turbine à gaz, comprend deux points de ventilation (17, 18) à des températures différentes. On préconise que le stator soit

construit en amont avec un carter (10) et une virole (11) tous deux continus sur une circonférence et en un matériau à faible dilatation thermique, alors que la virole sera construite en secteurs angulaires à l'aval et en matériau aux dilatations thermiques plus importantes.

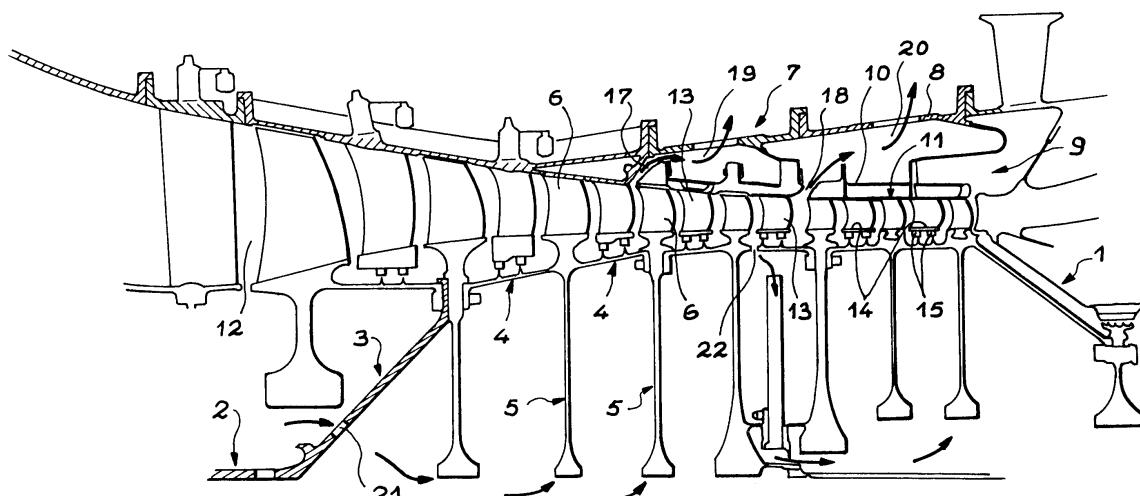


FIG. 1

Description

[0001] Le sujet de cette invention est un stator à structure hétérogène susceptible de s'appliquer en particulier aux compresseurs à haute pression de turbines à gaz.

[0002] La structure du rotor et du stator des turbines à gaz est souvent refroidie ou ventilée par de l'air prélevé de l'écoulement qui parcourt la machine. On rencontre même des doubles ventilations associées à des doubles prélèvements, où une ventilation d'une partie aval du stator et du rotor fait suite à une première ventilation du stator et du rotor effectuée plus en amont. L'air prélevé pour la ventilation en aval est originaire d'une partie de la machine où il a déjà été comprimé, ce qui l'a beaucoup plus échauffé que l'air de la ventilation en amont. Le problème habituel d'obtenir un réglage correct des diamètres du stator et du rotor afin d'éviter l'augmentation excessive des jeux au bout des aubes, qui accroîtrait les fuites d'air et les pertes de rendement, ou au contraire la disparition de ces jeux, qui aurait pour conséquence un frottement des aubes du rotor sur le stator, devient alors bien difficile à résoudre à cause de ces conditions hétérogènes de ventilation, qui induisent des températures et des dilatations thermiques différentes entre les portions respectivement soumises aux deux ventilations. Une autre source de difficultés provient de ce que les différentes parties de la machine, même celles qui sont situées à un même niveau du compresseur, sont portées à des températures différentes selon qu'elles sont proches de l'air de ventilation ou de l'air plus chaud de la veine d'écoulement : il en résulte des dilatations inégales, des déformations et des contraintes dans le stator. Enfin, les variations de température sont plus rapides à certains endroits, de sorte que les problèmes précédents peuvent devenir plus ou moins aigus localement, pendant les phases de changement de régime. Aucune structure connue de stator ne donne entière satisfaction dans ces conditions.

[0003] L'idée de l'invention consiste à scinder la structure du stator de part et d'autre de la jonction des zones de ventilations et de construire différemment le stator entre les portions soumises à la ventilation en amont et celles qui sont soumises à la ventilation en aval. Sous sa forme la plus générale, l'invention consiste en un stator de compresseur muni d'une ventilation en amont et une ventilation en aval d'air plus chaud qu'à la ventilation amont et comprenant une virole délimitant une veine d'écoulement de gaz, caractérisé en ce qu'il comprend une première portion de virole, soumise à la ventilation en amont, à structure annulaire continue sur une circonférence et en un premier matériau, et une deuxième portion de virole, soumise à la ventilation aval, à structure formée de secteurs angulaires juxtaposés et en un deuxième matériau ayant un coefficient de dilatation plus grand que le premier matériau.

[0004] Les premier et deuxième matériaux peuvent être choisis, respectivement parmi des matériaux à

coefficient de dilatation plus bas tels que TA6V et alliages de titane, INC0909, inter métalliques du type TiAl, ayant un coefficient moyen de dilatation linéique inférieur à $10 \cdot 10^{-6}$ m par degré ; et parmi des matériaux à coefficient de dilatation plus grand tels que des alliages à base de nickel du type INC0718, RENE77 et dérivés, ayant un coefficient moyen de dilatation linéique voisin de $15 \cdot 10^{-6}$ m par degré.

[0005] Une explication plus détaillée de l'invention, de ses caractéristiques, buts et avantages sera fournie à l'aide des figures, dont la figure 1 est une vue d'ensemble d'un compresseur à haute pression d'une turbine à gaz ; la figure 2 est une vue agrandie de la partie aval du stator de ce compresseur ; la figure 2A une vue analogue d'une autre réalisation possible de l'invention ; les figures 3 et 4 sont deux coupes de la partie amont et de la partie aval du compresseur ; et la figure 5 est une vue agrandie de la partie amont du compresseur.

[0006] Un compresseur à haute pression tel que celui de la figure 1 comprend un rotor central 1 entraîné par une ligne d'arbres 2 et composé d'une enveloppe 3 de forme fuselée composée d'anneaux 4 juxtaposés et séparés par des disques 5 au droit d'étages d'aubes mobiles 6. Un stator 7 entoure le rotor 1 et comprend, en doublure interne d'une carcasse 8, une portion 9 sur laquelle porte l'invention et qui se compose d'un carter 10 de support et d'une virole 11 soutenue par le carter 10, tournée vers le rotor 1 et qui sert à délimiter une veine 12 annulaire d'écoulement des gaz dans laquelle s'étendent les étages d'aubes mobiles 6 et des étages d'aubes stationnaires 13 de redressement de l'écoulement, qui sont accrochés à la virole 11 et alternent avec les étages précédemment mentionnés. Il est habituel que les bouts des aubes stationnaires 13, situés devant l'enveloppe 3 du rotor 1, portent des anneaux de liaison 14 garnis de bandes circulaires de matière dite abradable 15, formée d'une structure en nid d'abeilles ou plus généralement d'érosion facile, qui est creusée par des nervures 16 en regard érigées sur l'enveloppe 3 et qui forment avec elle un joint d'étanchéité à labyrinthe. Cependant, les bouts des aubes mobiles 6 sont libres de tout équipement et finissent tout près de la virole 11.

[0007] La portion 9 interne du stator 7 présente des discontinuités, qui sont des ouvertures de prélèvement d'air de la veine 12, notées par les références 17, 18 et qui donnent dans des chambres respectives 19 et 20 établies entre la portion 9 et la carcasse 8 et par lesquelles transite l'air prélevé de la veine 12 pour ventiler en particulier le carter 10 et le soumettre à une température et une dilatation thermique déterminée. L'intérieur du rotor 1 est lui aussi ventilé, tout d'abord à travers un perçage 21 de l'enveloppe 3 situé en amont du rotor 1 et par lequel de l'air frais, sensiblement à la même température que celui qui entre dans la chambre 19, est aspiré, puis par un autre perçage 22 de l'enveloppe 3, sensiblement au droit de la deuxième ouverture 18. Les chambres 19 et 20 divisent la stator 7 en deux zones de ventilation, devant lesquelles elles s'étendent respecti-

vement et qui sont situées de part et d'autre de l'ouverture 19 d'entrée dans la chambre aval 20, qui sépare la portion 9 en deux. Deux zones de ventilation de positions semblables existent sur le rotor 1, de part et d'autre du perçage 22.

[0008] Malgré les précautions prises pour égaliser les dilatations thermiques entre les diverses parties du rotor 1 et du stator 7, notamment en prévoyant pour chacun d'eux des conditions de ventilation identiques, l'expérience montre qu'on est embarrassé pour trouver des conditions de fonctionnement satisfaisantes, en ne laissant subsister que des jeux modérés entre les aubes mobiles 6 et la virole 11. Le problème est plus aigu pour la partie aval, parcourue par de l'air plus chaud et soumise à une ventilation également plus chaude. On préconise alors (figures 2 et 3) de construire la virole 11 sous forme de secteurs 23, dont on peut trouver un nombre variable sur une circonférence, peut-être une dizaine, et dont l'extension longitudinale peut aussi être variable ; dans le cas présent, on propose deux cercles de secteurs 23 présentant une partie avant de support d'aube stationnaire 13 et une partie arrière située au droit d'un étage d'aubes mobiles 6, et un troisième cercle de secteurs 23' qui est plus court et ne comprend qu'une portion faisant face à un étage d'aubes mobiles 6. Les secteurs 23 et 23' adjacents sont unis par des languettes 24 souples d'étanchéité, s'étendant dans des rainures longitudinales des bords des secteurs et se joignant par leurs extrémités 25, entre des cercles de secteurs 23 et 23' consécutifs ; et par d'autres languettes 26 souples établies dans des rainures purement ou obliquement radiales des bords des secteurs 23 et 23', et s'étendant des premières languettes 24 au carter 10. Cette disposition empêche efficacement les gaz, très chauds à cet endroit, de la veine 12 de fuir entre les secteurs 23 et 23' pour atteindre le carter 10 et risquer de l'endommager. En particulier, on remarque que les languettes 24 et 26 isolent des volumes vides 27 (pouvant d'ailleurs être remplis d'un isolant à la chaleur) qui apparaissent entre chacun des cercles de secteurs 23 et 23' et des anneaux 28 associés du carter 10. Le carter 10 est donc exposé uniquement à l'air entrant dans la chambre avant 20, et la virole 11 à l'air de la veine 12. Les anneaux 28 successifs sont joints entre eux et à la carcasse 8 en unissant des brides 29 qui les terminent au moyen de boulons 30. Il est intéressant de remarquer aussi le mode de liaison et d'assemblage des secteurs 23 et 23' : chacun d'eux comprend une lèvre arrière 31, saillant vers l'intérieur et vers l'arrière, et qui est enserrée entre une lèvre 32 d'un des anneaux 28, située radialement vers l'extérieur, et une lèvre 33 ou 33' pointant vers l'avant et établie soit à l'avant des secteurs 23, soit à l'avant de l'anneau 28 situé le plus en aval ; et les secteurs 23 et 23' comprennent encore une lèvre extérieure 34 à l'avant, qui coopère avec les lèvres 33 pour enserrer entre elles les lèvres 31 et 32 dirigées vers l'arrière. Les secteurs 23' diffèrent en ce qu'ils ne comprennent qu'une lèvre unique à l'avant, portant la référence 35 et

orientée vers l'arrière, et qui est logée dans une rainure 36 de l'anneau 28 situé le plus en avant. Ce mode d'assemblage est plus simple qu'un mode inspiré de conceptions plus traditionnelles de fixation d'anneaux de virole, illustré à la figure 2A, où les lèvres 31 et 32 sont unies par des joints séparés 37 à section en agrafe et où les éléments de virole comprennent une nervure 38 relativement haute finissant en une lèvre 39 orientée vers l'avant et logée dans une rainure de l'anneau

adjacent ; il est toutefois possible d'adopter cette conception moins favorable si on le souhaite. Des systèmes 50 à imbrication de tenon permettent dans tous les cas de lier les secteurs 23 et 23' aux anneaux 28 en direction angulaire ; de nombreuses réalisations sont à la portée 15 de l'homme du métier.

[0009] La construction de la virole 11 en secteurs angulaires 23 et 23' permet de ne pas créer des contraintes de compression sensibles le long de la circonférence et qui proviendrait de l'élévation de température plus 20 rapide de la virole 11 que du carter 10. Les dilatations plus importantes de la virole 11 qu'on subit tout de même se traduisent simplement par une diminution des jeux entre secteurs angulaires 23 et 23' adjacents et par une flexion éventuelle des languettes 24 et 26, qui sont souples. Le risque de déformations irrégulières de la virole 25 11 par ovalisation ou création d'ondulations, qui conduiraient à des jeux variables en bout des aubes mobiles 6, ou même à un frettage de la virole 11 contre le carter 10 consécutif à une expansion radiale excessive, est 30 ainsi évité. Le mode de liaison des secteurs 23 et 23' aux anneaux 28 est assez souple et absorbe les déformations sans recevoir de fortes contraintes. Les anneaux 28 sont de préférence continus sur la circonférence pour donner une structure plus simple et une 35 meilleure résistance mécanique. De plus, on préconise que les anneaux 28 comme les secteurs 23 et 23' soient construits en une matière ayant un coefficient de dilatation élevé, c'est-à-dire d'une matière qui conduise bien la chaleur, afin de subir aussi rapidement que possible 40 les dilatations entraînées par l'échauffement au cours des changements de régime. On conseille de construire le rotor 1 dans le même matériau en regard des anneaux 28 du stator 7. Un alliage à base de nickel, du type INCO718, à haut coefficient de dilatation peut être employé pour cette partie aval du compresseur.

[0010] Les moindres variations de température auxquelles la partie amont du stator 7 est exposée justifient qu'on lui donne une structure différente, comme on le voit sur les figures 4 et 5. Le carter 10 est à cet endroit 50 composé d'anneaux 40, unis entre eux par des boulons 42 enserrant des brides 41 qui les terminent, ainsi que la carcasse 8, à la façon des anneaux 28 ; mais ces anneaux-ci 40 comprennent encore des excroissances 43 et 43' radialement à l'intérieur, qui débouchent sur la veine 12 d'écoulement d'air et sont donc exposées à sa température. Deux de ces excroissances 43 sont suffisamment larges pour s'étendre en regard d'un étage d'aubes mobiles 6 respectif.

[0011] La virole 11 est donc ici formée à la fois par les excroissances 43 et 43' et par des anneaux 44 de support des aubes stationnaires 13 ; les anneaux 44 finissent à l'avant et à l'arrière par des lèvres 45 qui entrent dans des rainures des excroissances 43 et 43'. Enfin, des systèmes mécaniques 46 à imbrication de tenon unissent les anneaux 40 aux anneaux 44 concentriques contre les rotations mutuelles. La différence majeure avec la conception en aval est que les anneaux 44 sont continus sur une circonférence tout comme les anneaux 40. On estime en effet que comme les échauffements sont moins importants en amont, et que les différences de température entre le carter 10 et la virole 11 sont moins importantes également, il est plus simple et plus avantageux d'avoir une structure analogue pour les deux, les risques de déformations et de contraintes excessives étant réduits. De plus, on préconise que le matériau employé ait un coefficient de dilatation moins important que celui qu'on emploie pour construire l'aval du carter, car on observe que les dilatations plus lentes que ces matériaux subissent régularisent un peu l'évolution de la dilatation pendant les phases transitoires et permettent finalement de mieux maîtriser les jeux en bout de pale des aubes mobiles 6. Un alliage du type Inconel 909 peut être conseillé ou un intermétallique du type TiAl. Ici encore, le rotor 1 peut être construit dans un matériau dont le coefficient de dilatation est proche de celui utilisé pour les anneaux 40 de stator en regard, par exemple un alliage de titane.

Revendications

1. Stator de compresseur muni d'une ventilation en amont (17, 19) et une ventilation en aval (18, 20) d'air plus chaud qu'à la ventilation amont et comprenant une virole (11) délimitant une veine (12) d'écoulement de gaz, caractérisé en ce qu'il comprend une première portion de virole, soumise à la ventilation en amont (17), à structure annulaire (44) continue sur une circonférence et en un premier matériau, et une deuxième portion de virole, soumise à la ventilation aval, à structure formée de secteurs (23) angulaires juxtaposés et en un deuxième matériau ayant un coefficient de dilatation plus grand que le premier matériau.

2. Stator suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième matériaux sont choisis, respectivement, parmi un groupe de matériaux à coefficient de dilatation plus bas tels que TA6V et alliages de titane, INC0909, intermétalliques du type TiAl, ayant un coefficient moyen de dilatation linéique inférieur à $10 \cdot 10^{-6}$ m par degré ; et parmi un groupe de matériaux à coefficient de dilatation plus grand tels que des alliages à base de nickel du type INC0718, RENE77 et dérivés, ayant un coefficient moyen de dilatation linéique voisin de $15 \cdot 10^{-6}$

3. Stator suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend un carter (10) soutenant la virole (11), le carter (10) délimitant une chambre (19) appartenant à la ventilation amont et une chambre (20) appartenant à la ventilation aval, et en ce que le carter est formé en structure annulaire continue (28, 40) sur une circonférence devant les deux chambres.

4. Stator suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le carter (10) est composé d'anneaux (28, 40) venant en prolongement et formant un ensemble continu devant la première portion de virole et devant la deuxième portion de virole.

5. Stator suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les anneaux du carter devant la deuxième partie de la virole sont respectivement associés à des ensembles annulaires des secteurs juxtaposés (23, 23') de la virole, et les secteurs (23) comprennent pour la plupart une paire de lèvres concentriques (33, 34) à une extrémité, enserrant une lèvre (31) d'une extrémité opposée de secteurs (23, 23') d'un ensemble annulaire voisin et une lèvre (32) d'un anneau du carter associé audit ensemble annulaire voisin.

6. Stator suivant la revendication 3, caractérisé en ce que les anneaux du carter devant la première partie de la virole présentent des excroissances (43, 43') s'étendant entre les anneaux de virole et délimitant aussi la veine d'écoulement (12), les anneaux de virole étant imbriqués entre les excroissances.

7. Stator suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les secteurs (23, 23') sont réunis par des languettes souples (24, 26).

8. Stator suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les première et deuxième portions de virole sont situées devant des portions d'un rotor (1) respectivement construites dans le premier matériau et le second matériau.

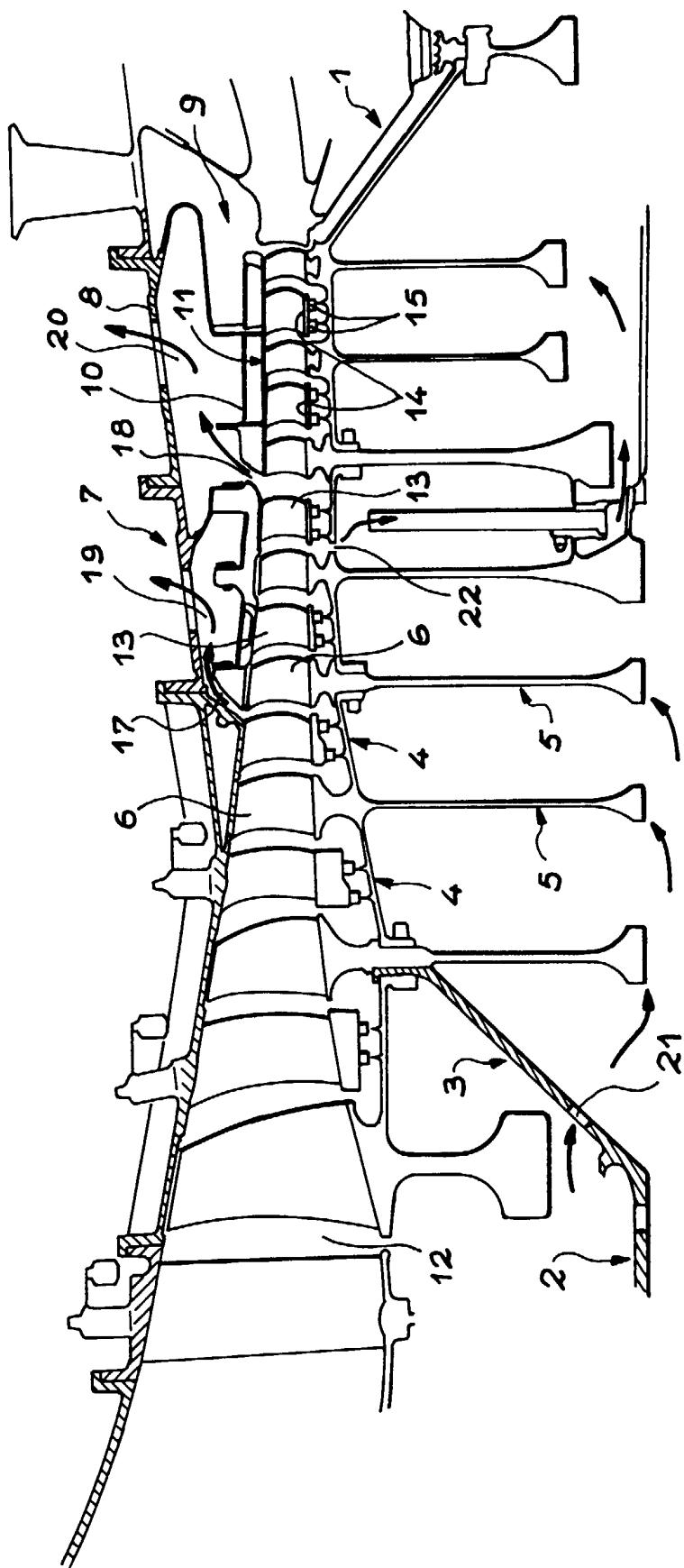
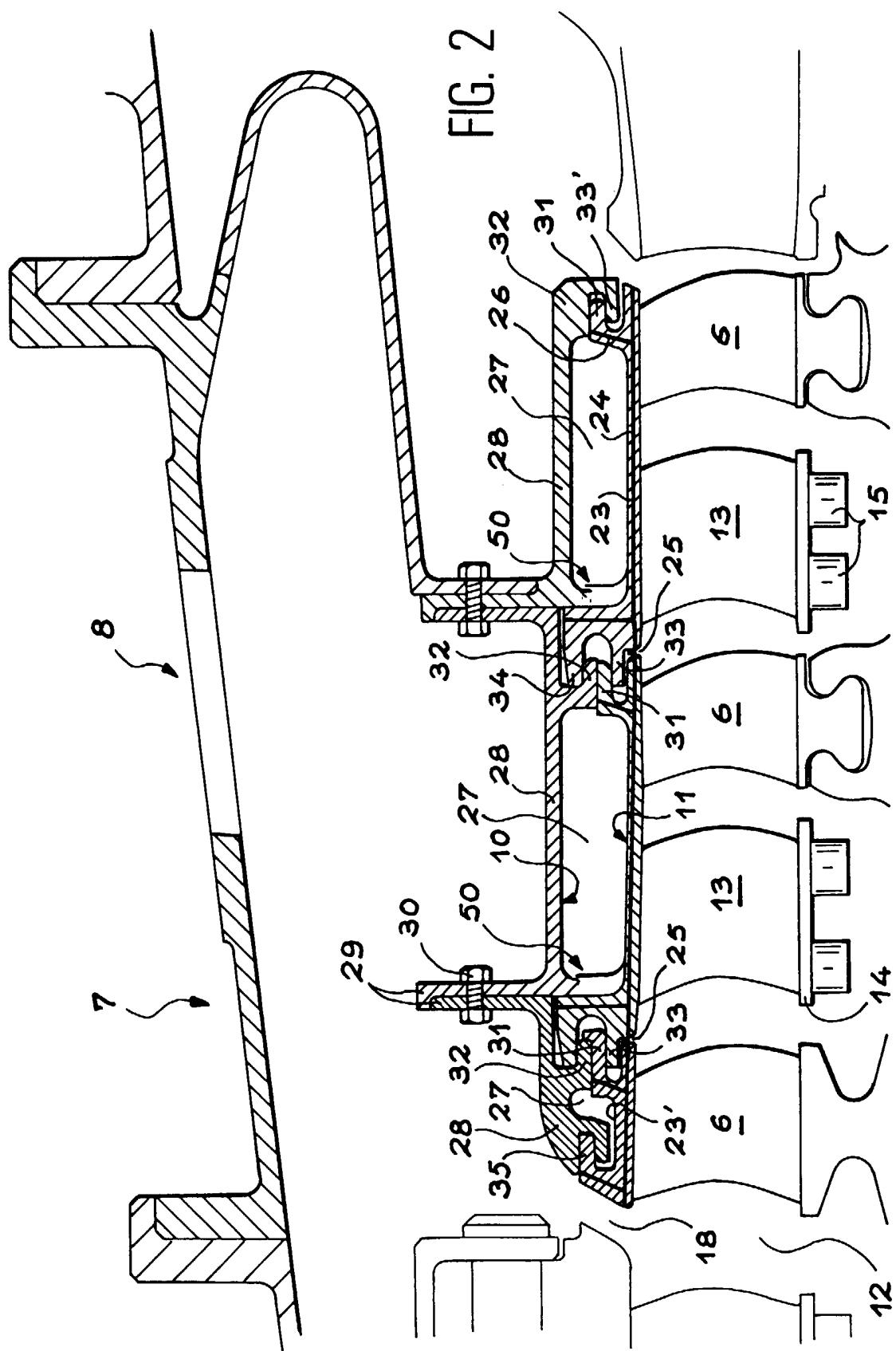
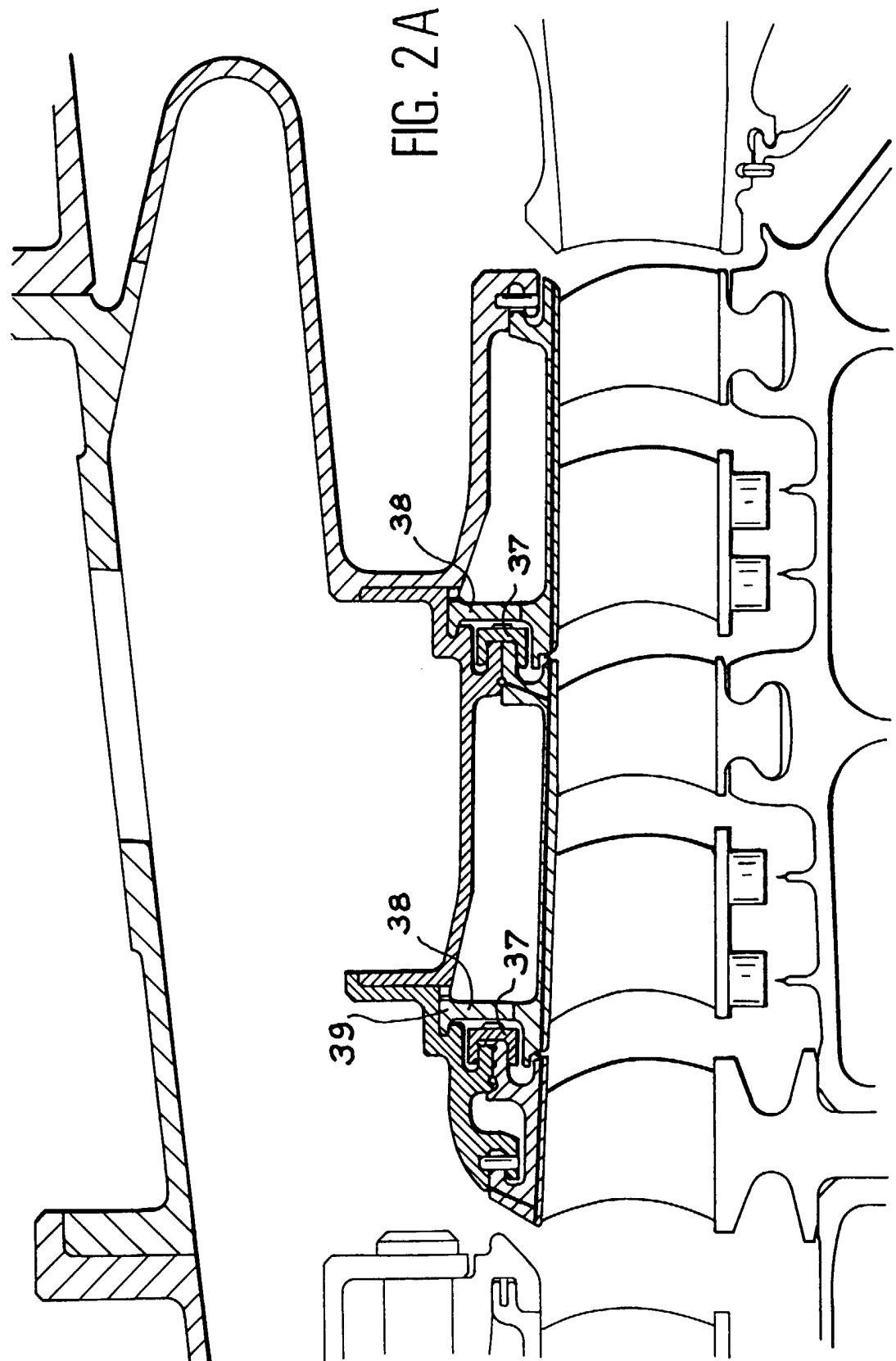


FIG. 1





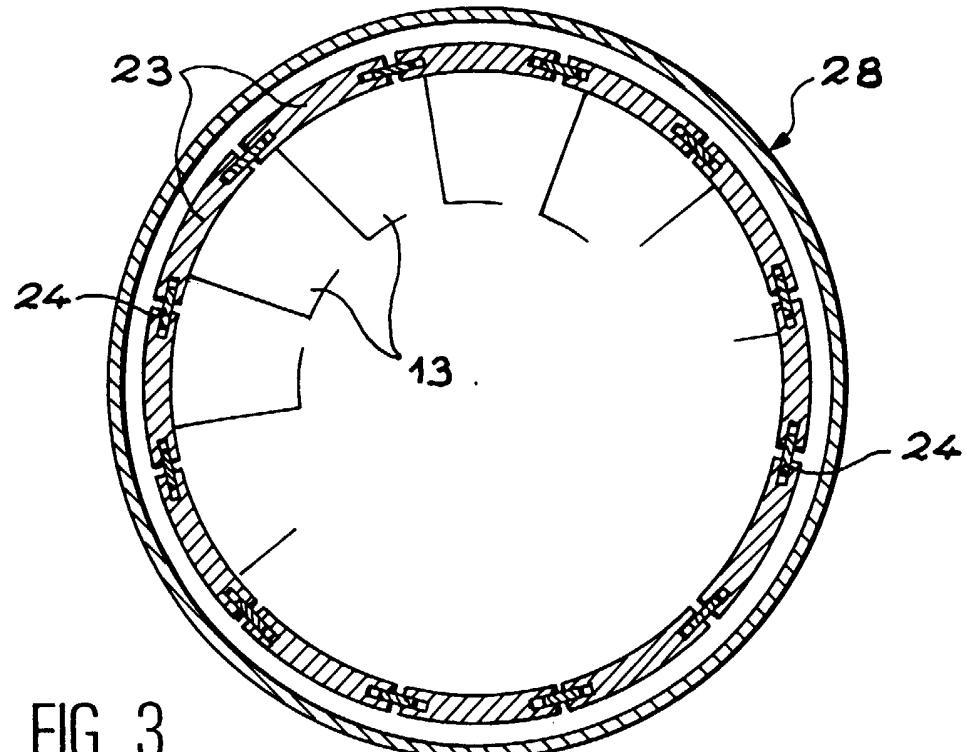


FIG. 3

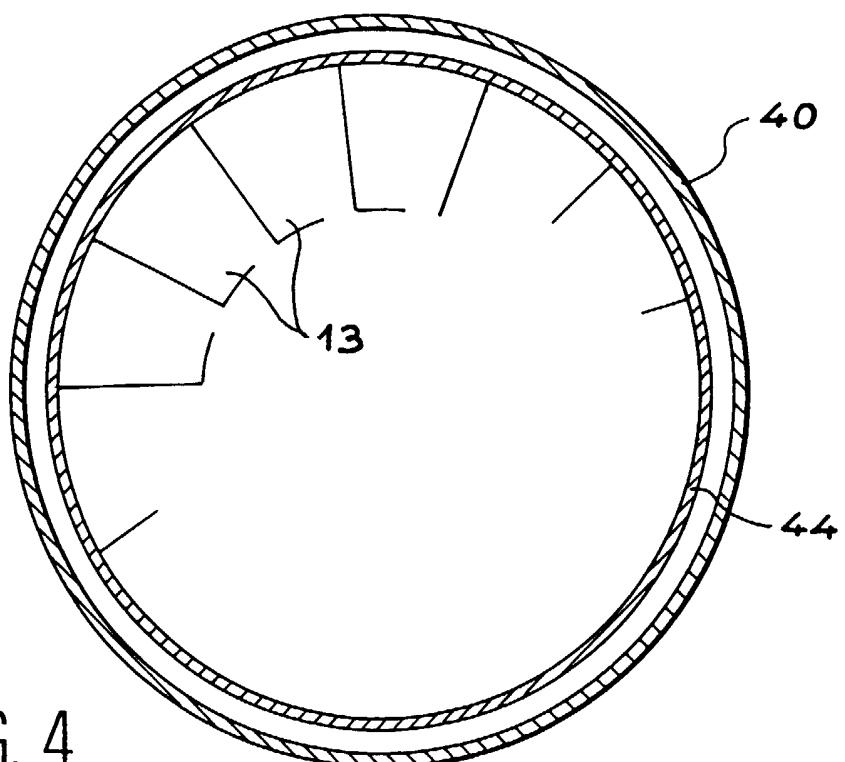


FIG. 4

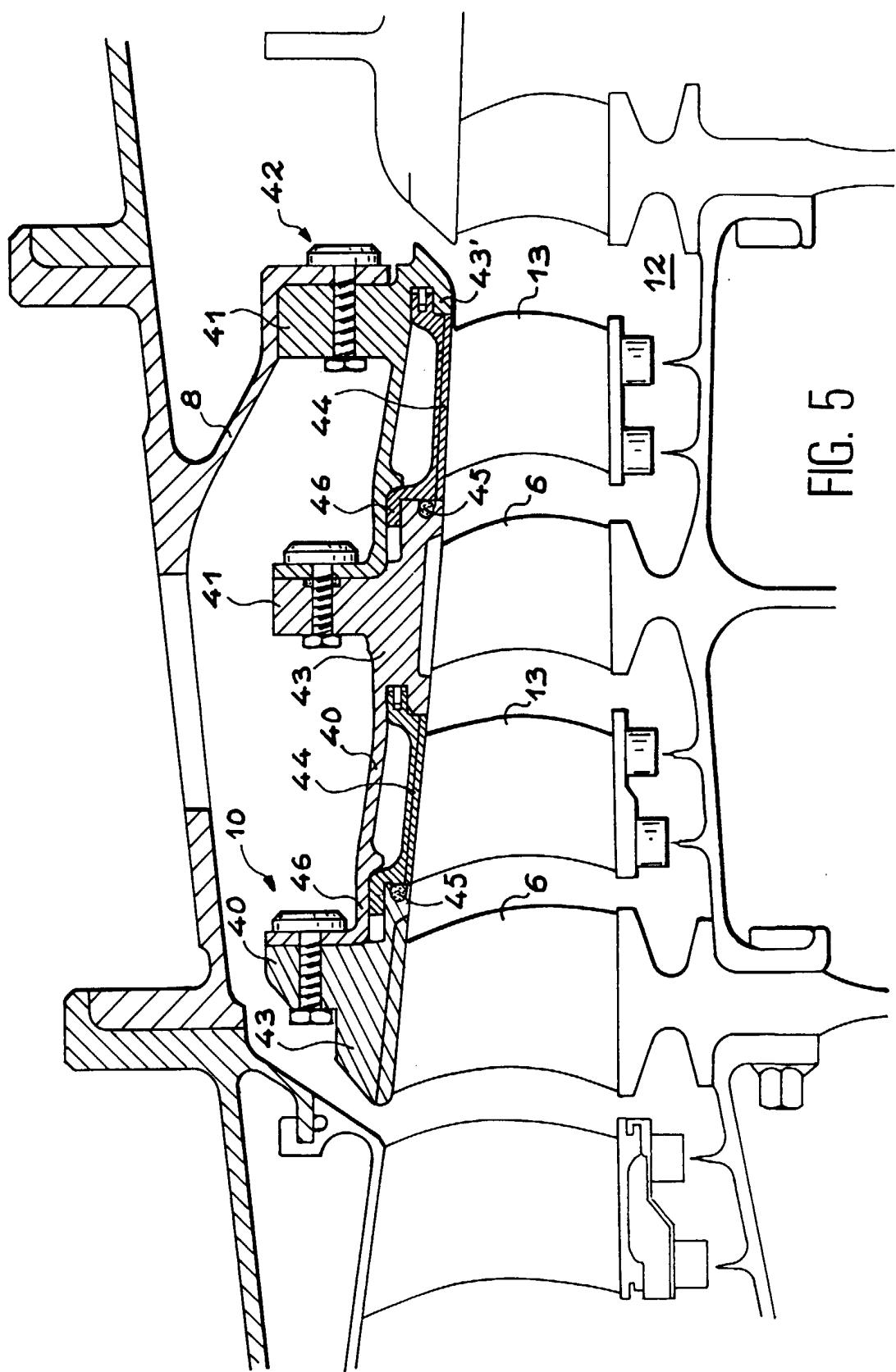


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 1609

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée			
A	US 5 314 303 A (CHARBONNEL JEAN-LOUIS ET AL) 24 mai 1994 (1994-05-24) * abrégé; figures 1-6 *	1,3,8	F01D11/18		
A	US 4 578 942 A (WEILER WOLFGANG) 1 avril 1986 (1986-04-01) * abrégé *	1			
A	US 3 854 843 A (PENNY R) 17 décembre 1974 (1974-12-17) * abrégé *	1			
A	US 4 101 242 A (COPLIN JOHN FREDERICK ET AL) 18 juillet 1978 (1978-07-18) * figure 2 *	1			
A	US 5 127 794 A (BURGE JOSEPH C ET AL) 7 juillet 1992 (1992-07-07)				
A	US 4 805 398 A (JOURDAIN GERARD E A ET AL) 21 février 1989 (1989-02-21)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)		
A	US 5 160 241 A (GLYNN CHRISTOPHER C) 3 novembre 1992 (1992-11-03)		F01D F02C		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications					
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur			
LA HAYE	4 septembre 2000	Iverus, D			
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES					
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention				
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date				
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande				
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons				
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant				

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

EP 00 40 1609

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.

04-09-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5314303 A	24-05-1994	FR 2685936 A GB 2263138 A, B	09-07-1993 14-07-1993
US 4578942 A	01-04-1986	DE 3315914 A FR 2545538 A GB 2139292 A, B IT 1176121 B JP 1722461 C JP 4011728 B JP 60132036 A	08-11-1984 09-11-1984 07-11-1984 12-08-1987 24-12-1992 02-03-1992 13-07-1985
US 3854843 A	17-12-1974	GB 1363897 A AU 463454 B AU 4931272 A BE 792224 A CA 989312 A CH 561354 A DE 2258480 A FR 2164215 A IT 975912 B JP 865090 C JP 48063111 A JP 51038371 B NL 7216110 A SE 385941 B	21-08-1974 24-07-1975 06-06-1974 30-03-1973 18-05-1976 30-04-1975 07-06-1973 27-07-1973 10-08-1974 13-06-1977 03-09-1973 21-10-1976 05-06-1973 26-07-1976
US 4101242 A	18-07-1978	GB 1501916 A	22-02-1978
US 5127794 A	07-07-1992	AUCUN	
US 4805398 A	21-02-1989	FR 2604750 A DE 3760971 D EP 0266235 A JP 1672401 C JP 3033905 B JP 63100236 A	08-04-1988 14-12-1989 04-05-1988 12-06-1992 20-05-1991 02-05-1988
US 5160241 A	03-11-1992	AUCUN	