



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2002/08/28
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2003/03/06
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2011/02/08
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2004/02/18
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2002/002948
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2003/018962
(30) Priorité/Priority: 2001/08/30 (FR01/11232)

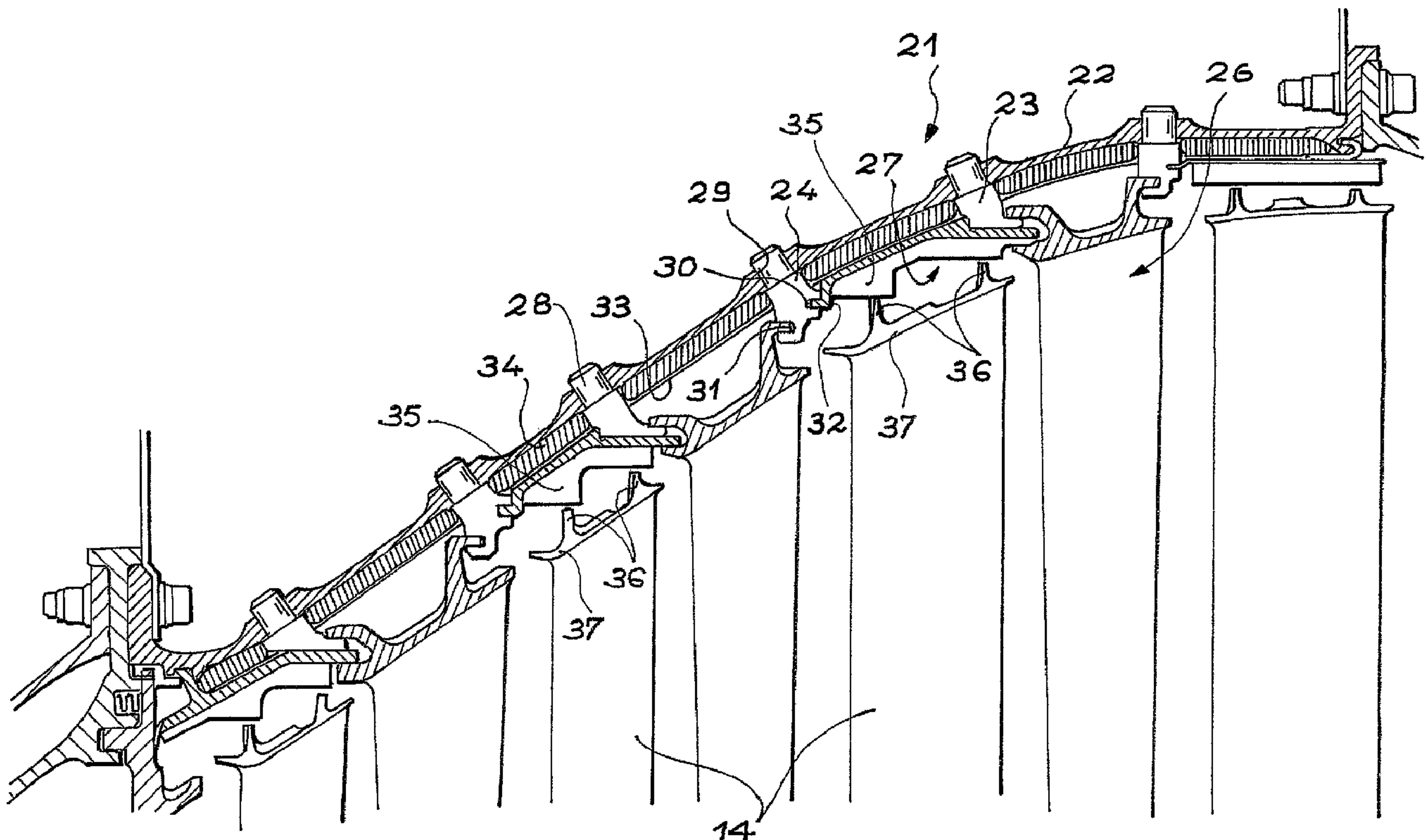
(51) Cl.Int./Int.Cl. *F01D 25/24* (2006.01),
F01D 11/24 (2006.01), *F01D 25/14* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
CROZET, FRANCOIS, FR;
DIDIER, DANIEL, FR;
DUCROCQ, CHRISTIAN, FR;
IMBOURG, SEBASTIEN, FR;
PALMISANO, LAURENT, FR;
RONGVAUX, JEAN-MARC, FR;
VERBRUGGE, ANDRE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
SNECMA, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : CARTER DE STATOR DE TURBOMACHINE
(54) Title: GAS TURBINE STATOR HOUSING



(57) Abrégé/Abstract:

Un carter (21) comprend une enveloppe extérieure (22) munie de crochets (24) de support d'anneaux de stator (26) et d'étanchéité (27) ; les crochets (24) sont discontinus angulairement et joints à l'enveloppe (22) par des assemblages à tenon et mortaise (28, 29). Les crochets et l'enveloppe peuvent ainsi être construits en matières différentes, celle des crochets résistant bien à l'échauffement et l'autre se prêtant mieux à l'usinage et au façonnage. La ventilation, le pilotage des jeux et la protection thermique sont facilités.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
6 mars 2003 (06.03.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/018962 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :
F01D 25/24, 11/24, 25/14

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **CROZET, François** [FR/FR]; Les Rives de l'Yerres BT C2, rue Pierre de Coubertin, F-91330 Yerres (FR). **DIDIER, Daniel** [FR/FR]; 119, rue Louis Baudoin, F-91100 Corbeil (FR). **DUCROCQ, Christian** [FR/FR]; 12, sentier du Gaillon, F-91480 Varennes-Jarcy (FR). **IMBOURG, Sébastien** [FR/FR]; 1, avenue du Général Leclerc, F-91330 Yerres (FR). **PALMISANO, Laurent** [FR/FR]; 3, rue Keranna, F-91330 Yerres (FR). **RONGVAUX, Jean-Marc** [FR/FR]; 15, rue Langevin, F-91290 La Norville (FR). **VERBRUGGE, André** [FR/FR]; 43, rue Sermanoise, F-77380 Combs la Ville (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/02948

(22) Date de dépôt international : 28 août 2002 (28.08.2002)

(25) Langue de dépôt : français

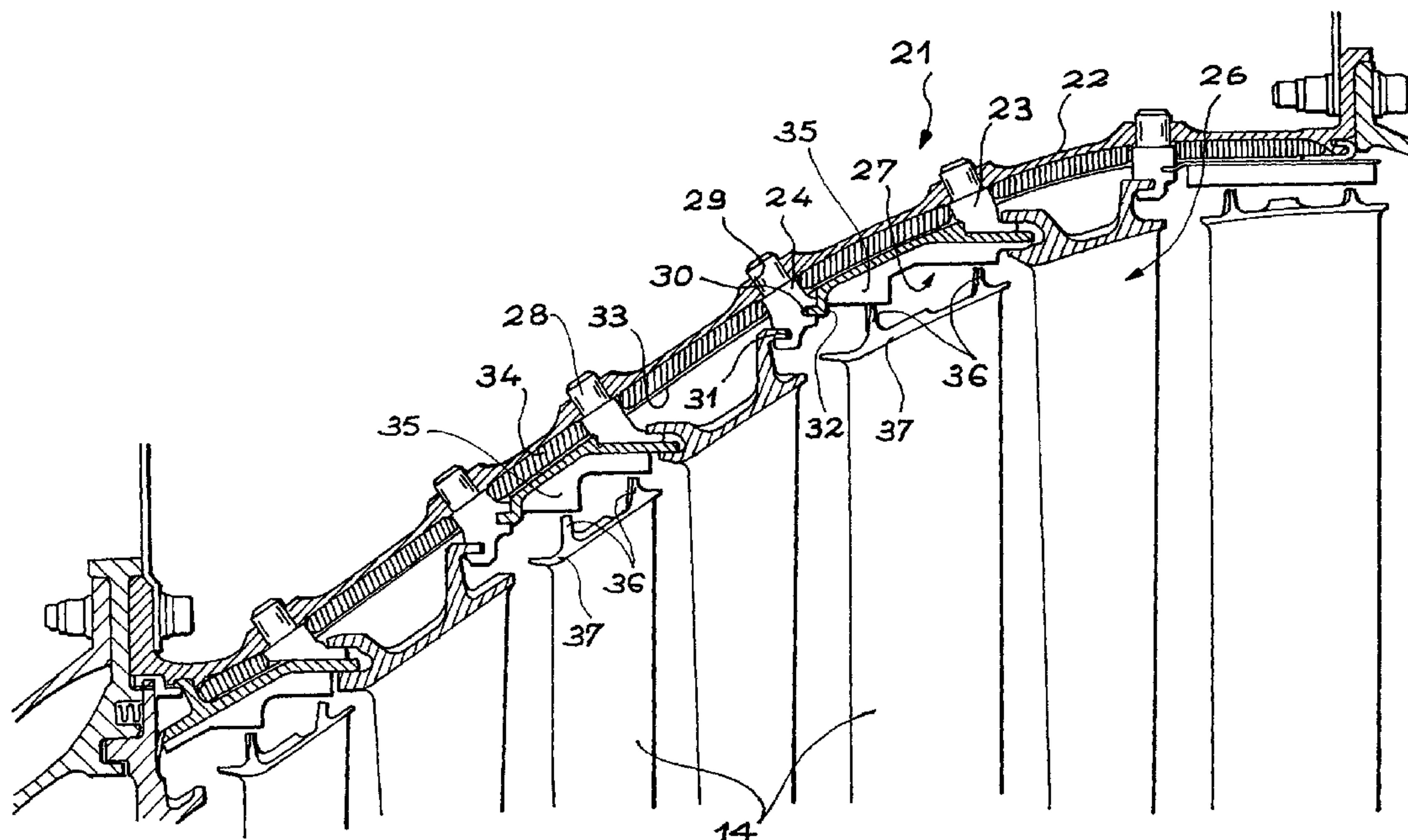
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/11232 30 août 2001 (30.08.2001) FR(74) Mandataire : **ILGART, Jean-Christophe**; Brevalet, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
SNECMA MOTEURS [FR/FR]; 2, boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: GAS TURBINE STATOR HOUSING

(54) Titre : CARTER DE STATOR DE TURBOMACHINE



(57) Abstract: The invention concerns a housing (21) comprising an outer casing (22) provided with hooks (24) for supporting stator rings (26) and sealing rings (27); the hooks (24) are angularly discontinuous and assembled at the casing (22) by mortise-and-tenon joints (28, 29). Thus the hooks and the casing can be of different constructions, that of the hooks being heat-resistant and the other being more amenable to machining and forming. Ventilation, clearance control and thermal protection are facilitated.

[Suite sur la page suivante]



WO 03/018962 A1

WO 03/018962 A1



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Un carter (21) comprend une enveloppe extérieure (22) munie de crochets (24) de support d'anneaux de stator (26) et d'étanchéité (27) ; les crochets (24) sont discontinus angulairement et joints à l'enveloppe (22) par des assemblages à tenon et mortaise (28, 29). Les crochets et l'enveloppe peuvent ainsi être construits en matières différentes, celle des crochets résistant bien à l'échauffement et l'autre se prêtant mieux à l'usinage et au façonnage. La ventilation, le pilotage des jeux et la protection thermique sont facilités.

CARTER DE STATOR DE TURBOMACHINE**DESCRIPTION**

Il sera ici traité d'un carter de stator de
5 turbomachine.

Outre une peau extérieure constituant l'enveloppe du stator, une telle pièce comprend des pièces de support, généralement courbées en crochets, pour soutenir des anneaux porteurs d'étages d'aubes
10 fixes. Ces crochets prolongent la structure du carter jusque près de la veine des gaz et sont donc soumis à des échauffements beaucoup plus importants que l'enveloppe. La situation défavorable des crochets oblige à prendre des précautions particulières pour les
15 protéger des échauffements, au prix d'une grande complication de la structure de la machine à cet endroit et sans qu'un succès complet soit obtenu, les crochets pouvant tout de même exiger des réparations précoces.

20 L'invention est relative à un carter amélioré, à la fois moins coûteux, plus facile à construire, plus durable, à la structure plutôt simplifiée et qui demande moins de protection contre la chaleur.

25 Sous sa forme la plus générale, il s'agit d'un carter de stator comprenant une enveloppe et des pièces de support d'anneaux sur une face interne de l'enveloppe, les pièces de support étant distinctes de l'enveloppe, unies à l'enveloppe par des moyens
30 d'assemblage et ne s'étendant que sur des secteurs de cercle, caractérisé en ce que les pièces de support

comprennent des crochets munis des rainures opposées de soutien d'au moins deux des anneaux, les anneaux étant composés d'anneaux d'étanchéité alternant avec des anneaux de stator porteurs d'aubes fixes, les anneaux de stator étant unis aux pièces de support par des portions s'étendant sur leur côté extérieur radialement. Il ressort de cette définition que le carter à structure continue est délaissé et que les pièces de support deviennent rapportées à l'enveloppe.

10 Les avantages de cette construction peuvent être discernés comme suite : les pièces de support des anneaux, étant rapportées sur le carter, peuvent être fabriquées séparément à moindres frais, remplacées à volonté et faites d'un autre matériau que le carter ;
15 certaines de ces pièces au moins (qu'on appelle les crochets) soutiennent à la fois un anneau de stator et un anneau d'étanchéité adjacent, permettant ainsi l'accrochage direct de tous les anneaux au carter, ce qui améliore la précision et la stabilité du montage ;
20 enfin, l'accrochage des anneaux de stator par des portions radialement extérieures permet de reculer les crochets de la veine des gaz et donc de réduire leur échauffement et celui qu'ils communiquent au carter.

Le document GB 2 115 487 A décrit un
25 dispositif aux pièces de support rapportées sur un carter, mais ces pièces ne soutiennent que les anneaux d'étanchéité : les anneaux de stator sont imbriqués dans les anneaux d'étanchéité et soutenus par eux ; ce montage présente le désavantage d'être peu rigide en
30 l'absence de support des anneaux de stator (soumis à des charges aérodynamiques importantes) par le carter

et plus sujet aux dilatations thermiques puisque les pièces de support, de même que les anneaux d'étanchéité qui soutiennent les anneaux de stator, s'étendent jusqu'à la veine de gaz ou près d'elle.

5 L'invention sera décrite plus abondamment en liaison aux figures ci-dessous : la figure 1 illustre une conception de l'art antérieur, les figures 2 et 3 représentent deux modes de réalisation possibles de l'invention, et la figure 4 est une vue en
10 perspective du premier de ces modes.

Le stator d'un genre connu de la figure 1 est muni d'un carter 1 composé d'une enveloppe 2 extérieure et de crochets dont on peut trouver essentiellement deux genres : des crochets plats 3 et
15 des crochets à talon 4 alternant le long de l'axe de la machine. Tous les crochets 3 et 4 sont circulaires et raccordés à l'enveloppe 2 par une aile 5 sans discontinuité de structure. Ils portent des anneaux de stator 6 et des anneaux d'étanchéité 7 alternant qui
20 forment ensemble une doublure du carter en l'isolant d'une veine 8 d'écoulement des gaz de la machine. Ces anneaux 6 et 7 sont composés de secteurs d'anneau juxtaposés et joints par des languettes d'étanchéité logées dans des rainures en regard des secteurs
25 adjacents.

Les anneaux de stator 6 portent des aubes fixes et comprennent une plaque de base 10 munie de crochets 11 et 12 à l'avant et à l'arrière du côté extérieur. Les anneaux d'étanchéité 7 portent des
30 garnitures 13 de matière abradable s'étendant devant les extrémités d'aubes mobiles 14 et comprennent une

plaque de base 15 finissant à l'avant en un crochet extérieur 16 et un crochet intérieur 17. Ces crochets 16 et 17 sont disposés de façon à encadrer le talon 18 des crochets 4 tout en retenant les crochets arrière 12 des anneaux de stator 6 sur lesdits crochets 4. Les plaques de base 15 des anneaux d'étanchéité 7 s'appuient à l'arrière sur les crochets simples 3, et cet assemblage est encadré par la plaque de base 10 et les crochets antérieurs 11 des anneaux de stator 6.

10 L'assemblage ainsi obtenu est rigide mais compliqué ; il permet de couvrir les crochets 3 et 4 par les extrémités des anneaux 6 et 7, sans les exposer directement à la température élevée des gaz de la veine 8. Mais cette protection n'est pas suffisante, d'autant
15 moins que des fuites de gaz chauds vers le carter 1 restent possibles malgré les joints d'étanchéité qu'on peut prévoir, notamment entre les secteurs angulaires des anneaux 6 et 7 : on doit en pratique rafraîchir le carter 1 par un écoulement d'air frais de ventilation
20 soutiré d'une autre partie de la machine et qui est soufflé dans les chambres délimitées par l'enveloppe 2, les crochets 3 et 4 et les anneaux 6 et 7.

Le carter 21 de la figure 2 comprend comme précédemment une enveloppe 22 extérieure et des
25 crochets 23 et 24 de genres différents alternant le long de la machine et qui servent encore à soutenir des anneaux de stator 26 et d'étanchéité 27 alternant eux aussi ; mais les crochets 23 et 24 présentent les particularités (on se reporte aussi à la figure 4) de
30 ne s'étendre que sur des secteurs de cercle, mais d'être répartis en rangées circulaires, et de

comprendre chacun des tenons 28 traversant des mortaises 29 respectives de l'enveloppe 22. La fixation des crochets 23 et 24 à l'enveloppe 22 est faite par frettage, soudage ou boulonnage.

5 Comme l'enveloppe 22 et les crochets 23 et 24 sont des pièces séparées, il devient possible de les construire en matières différentes : les crochets 23 et 24 seront ainsi en alliages résistant bien à l'échauffement (et éventuellement différents selon
10 l'emplacement du crochet considéré et la température environnante), ce qui était exclu auparavant ; et l'enveloppe 22 sera en un alliage plus ordinaire, moins coûteux et plus facile à façonner. Il est à noter que la facilité de fabrication plus grande offerte par les
15 fabrications séparées de l'enveloppe 22 et des crochets 23 et 24 est une autre source d'économie.

 Si les crochets 23 sont des crochets simples analogues aux crochets 3, les crochets 24 sont différents des crochets à talon 4 et comprennent ici
20 une paire de rainures 30 et 31 celui des opposées ; le concept des anneaux de stator 26 est analogue aux anneaux 6 précédents, ainsi que celui des anneaux d'étanchéité 27. Les crochets 24 qui remplacent les crochets 4 sont désormais exposés aux gaz de la veine
25 8, mais cela n'est pas dommageable maintenant qu'on a la faculté de les construire en un matériau suffisamment résistant à la chaleur, tel que le M509 (KC24NWTZ) pour une température supérieure à 900°C ou le RENE77 (NK15CADT) pour une température inférieure.

30 On remarquera aussi que dans cette conception, les anneaux d'étanchéité 27 sont en retrait

par rapport aux anneaux de stator 26, c'est-à-dire qu'ils ne les prolongent pas mais sont proches de l'enveloppe extérieure 22 : ils ne servent plus à délimiter le pourtour de la veine d'écoulement des gaz et portent simplement une couche de matière abradable 5 35 qui forme un joint d'étanchéité avec des crêtes circulaires (léchettes) 36 disposées à l'extérieur d'anneaux périphériques 37 qui entourent les aubes mobiles 14. Les anneaux périphériques 37 prolongent les 10 anneaux de stator 26, et ce sont donc eux qui délimitent vraiment la veine d'écoulement des gaz, de façon avantageuse puisque sa section varie de façon beaucoup plus continue que dans la conception de la figure 1. Cet effet peut être attribué à la 15 dénivellation radiale existant entre les rainures 30 et 31 des crochets 24. Une bonne continuité de la veine était aussi réalisée dans la conception où les anneaux de stator et d'étanchéité étaient imbriqués les uns dans les autres, mais le montage était plus compliqué et les aubes mobiles étaient dépourvues d'un anneau 20 périphérique qui contribue beaucoup à leur cohésion.

L'enveloppe extérieure 22 peut être protégée par une doublure comprenant une peau interne 33 et un calorifugeage 34 entre la peau interne 33 et 25 l'enveloppe 22. La peau interne 33 et le calorifugeage 34 peuvent être facilement installés en y opérant des évidements permettant aux crochets 23 et 24 de les traverser. Comme les crochets 23 et 24 ne forment pas des cercles continus, la peau interne 33 et le 30 calorifugeage 34 restent d'un seul tenant et peuvent donc être installés facilement et maintenus sans

précautions particulières même si la peau interne 33 est une feuille métallique assez souple : on peut par exemple l'appuyer sur les anneaux d'étanchéité 27.

Le calorifugeage 34 offre une protection
5 passive contre la chaleur qui ne contribue nullement à rafraîchir les crochets 23 et 24, contrairement à un système de ventilation ; mais des crochets en matière plus réfractaire n'ont souvent plus besoin d'être
10 rafraîchis, alors que le calorifugeage 34 peut être aisément modelé étroitement autour des crochets 23 et 24, ce qui supprime les fuites de gaz chauds vers l'enveloppe 22 ; il offre l'avantage supplémentaire de s'étendre, comme la peau interne 33, devant les
15 jonctions des secteurs des anneaux 26 et 27 et de suppléer aux joints d'étanchéité installés là et dont on pourra donc désormais se passer : les secteurs des anneaux 26 et 27 seront alors juxtaposés avec des jeux, leurs bords étant simples, dépourvus de rainures ou
20 d'autres moyens de logement de joints intermédiaires, et les fuites des gaz de la veine seront tolérées jusqu'à la peau interne 33.

On aura compris que le calorifugeage 34 est un moyen préféré de protection de l'enveloppe 22 ; il n'est pas incompatible avec un refroidissement réduit
25 des crochets 23 et 24 (par un système dont on parlera plus loin), mais on pourra revenir à une ventilation active s'il est insuffisant : la peau interne 33 subsistera pour arrêter les fuites de gaz chauds et canaliser l'air de ventilation dans l'intervalle
30 désormais vide entre elle et l'enveloppe 22.

La conception du carter 39 de la figure 3 diffère sensiblement de la précédente en ce que les crochets de deux genres sont remplacés par des crochets 40 d'un genre unique dont chacun comprend une extrémité
5 élargie en queue d'aronde ou en té pour soutenir un anneau de stator 41 respectif qui est muni sur son côté extérieur de deux crochets 42 et 43 tournés l'un vers l'autre et qui s'engagent sur les élargissements de l'extrémité des crochets 40. Cela implique que les
10 crochets 40 et les anneaux de stator 41 sont situés aux mêmes coupes transversales de la machine et que chaque anneau de stator 41 est soutenu par une seule rangée de crochets 40 ; cette solution comporte deux fois moins de crochets que les précédentes, et les anneaux
15 d'étanchéité 7 et 27 sont remplacés par des anneaux d'étanchéité 44 plus larges, aux plaques de base 45 dépourvues de crochets et dont les extrémités pénètrent dans des rainures 46 des crochets 40. Comme dans le mode de réalisation précédent, les crochets 40 sont
20 munis de paires de tenons 47 traversant des mortaises 48 correspondantes d'une enveloppe 49 extérieure du carter 39. On peut encore installer une peau interne 50 munie d'un calorifugeage 51 pour isoler l'enveloppe 49.

Une fonction à satisfaire très souvent dans
25 les turbomachines est un pilotage de jeux radiaux afin d'améliorer le rendement de la machine à de certains régimes. On y parvient, comme dans des conceptions connues, par des dispositifs de soufflage d'air qui consistent en des rampes annulaires perforées 52
30 entourant le carter 39, et disposées au mieux devant ses parties les plus massives, ici formées par les

rangées de crochets 40. Les rampes 52 sont alimentées par un distributeur 53 qui se divise vers chacune d'elles, et l'air de soufflage sort des rampes 52 à travers des perçages 54 orientés vers les tenons 47 des crochets 40. Le rafraîchissement plus ou moins énergique opéré sur le carter 39 permet d'ajuster sa température et sa dilatation correspondante, et donc les jeux entre les bouts des aubes et les dispositifs d'étanchéité comprenant notamment les anneaux 44. Une tôle 55 entourant le carter 39 peut être ajoutée pour canaliser l'air de soufflage vers un exutoire ; si elle couvre complètement les rampes 52, l'aspect du dispositif est amélioré.

Ce dispositif, conçu avant tout pour piloter des jeux, présente la faculté d'être aussi utilisable pour ventiler directement des crochets 40 grâce au soufflage sur les tenons 47, ainsi que l'enveloppe 49 en glissant sur elle ; dans ce mode de réalisation particulier, il ne nécessite qu'un nombre réduit de rampes 52 grâce à la diminution du nombre des rangées de crochets. Un dispositif analogue pourrait équiper la réalisation de la figure 2.

REVENDICATIONS

1. Carter de stator, comprenant une enveloppe et des pièces de support d'anneaux sur une face interne de l'enveloppe, lesdites pièces de support étant distinctes de l'enveloppe, unies à l'enveloppe par des moyens d'assemblage et ne s'étendant que sur des secteurs de cercle, dans lequel lesdites pièces de support comprennent des crochets munis de rainures opposées de soutien d'au moins deux anneaux, lesdits anneaux étant composés d'anneaux d'étanchéité alternant avec des anneaux de stator porteurs d'aubes fixes, lesdits anneaux de stator étant unis auxdites pièces de support par des portions s'étendant sur leur côté extérieur radialement, lesdits moyens d'assemblage comprenant au moins un tenon pour chaque pièce de support et des mortaises opérées dans l'enveloppe et occupées par les tenons.

2. Carter de stator selon la revendication 1, dans lequel les anneaux sont assemblés aux pièces de support de manière à laisser partiellement exposés lesdits crochets, une première des rainures soutenant un des anneaux d'étanchéité et une seconde des rainures soutenant un des anneaux de stator.

25

3. Carter de stator selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un tenon traverse l'enveloppe et un système de soufflage d'air par des rampes circulaires entoure l'enveloppe, lesdites rampes étant perforées devant les tenons.

30

4. Carter de stator selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les pièces de support et l'enveloppe sont en matières différentes.

5 5. Carter de stator selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les anneaux d'étanchéité sont en retrait vers l'enveloppe par rapport aux anneaux de stator.

10 6. Carter de stator selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les crochets sont en matières différentes selon leur position axiale dans le carter et une température ambiante dans le carter.

15 7. Carter de stator, comprenant une enveloppe et des pièces de support d'anneaux sur une face interne de l'enveloppe, lesdites pièces de support étant distinctes de l'enveloppe, unies à l'enveloppe par des moyens d'assemblage et ne s'étendant que sur des secteurs de
20 cercle, dans lequel lesdites pièces de support comprennent des crochets munis de rainures opposées de soutien d'au moins deux anneaux, lesdits anneaux étant composés d'anneaux d'étanchéité alternant avec des anneaux de stator porteurs d'aubes fixes, lesdits anneaux
25 de stator étant unis auxdites pièces de support par des portions s'étendant sur leur côté extérieur radialement, lesdites pièces de support étant des crochets à extrémités élargies, soutenant chacun un anneau de stator porteur d'aubes fixes, et répartis en rangées circulaires
30 en nombre identique parmi lesdits anneaux de stator porteurs d'aubes fixes, les anneaux d'étanchéité ayant

des extrémités qui soit sont posées sur des portions des anneaux de stator soutenus par les crochets, soit engagées dans les rainures des crochets.

5 8. Carter de stator selon la revendication 7, dans lequel lesdites pièces de support et l'enveloppe sont en matières différentes.

10 9. Carter de stator selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans lequel les anneaux d'étanchéité sont en retrait vers l'enveloppe par rapport aux anneaux de stator.

15 10. Carter de stator selon la revendication 9, dans lequel une veine d'écoulement des gaz dans le carter est délimitée par les anneaux de stator et par des anneaux périphériques autour d'aubes mobiles.

20 11. Carter de stator selon la revendication 7, dans lequel les crochet sont en matières différentes selon leur position axiale dans le carter et une température ambiante dans le carter.

25 12. Carter de stator selon la revendication 11, lesdites matières différentes comprenant M509 pour une température supérieure à 900°C et RENE77 pour une température inférieure à 900°C.

30 13. Carter de stator, comprenant une enveloppe et des pièces de support d'anneaux sur une face interne de l'enveloppe, lesdites pièces de support étant distinctes

de l'enveloppe, unies à l'enveloppe par des moyens d'assemblage et ne s'étendant que sur des secteurs de cercle, dans lequel lesdites pièces de support comprennent des crochets munis de rainures opposées de soutien d'au moins deux anneaux, lesdits anneaux étant composés d'anneaux d'étanchéité alternant avec des anneaux de stator porteurs d'aubes fixes, lesdits anneaux de stator étant unis auxdites pièces de support par des portions s'étendant sur leur côté extérieur radialement, et une peau interne à l'enveloppe étant séparée de l'enveloppe par un intervalle et formée d'une feuille continue traversée par les pièces de support à des endroits où l'enveloppe est percée.

14. Carter selon la revendication 13, dans lequel un corps de calorifugeage emplit l'intervalle.

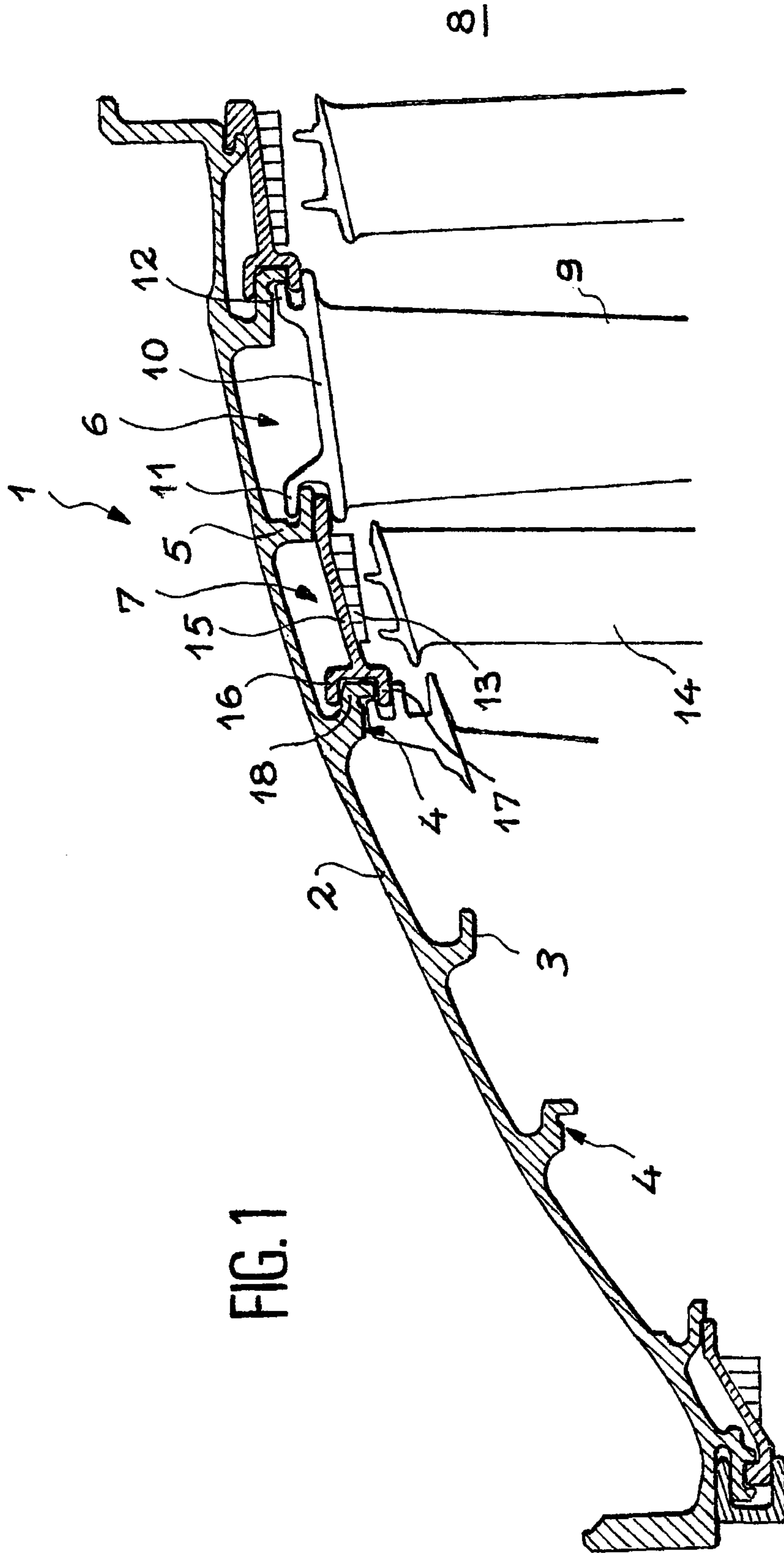
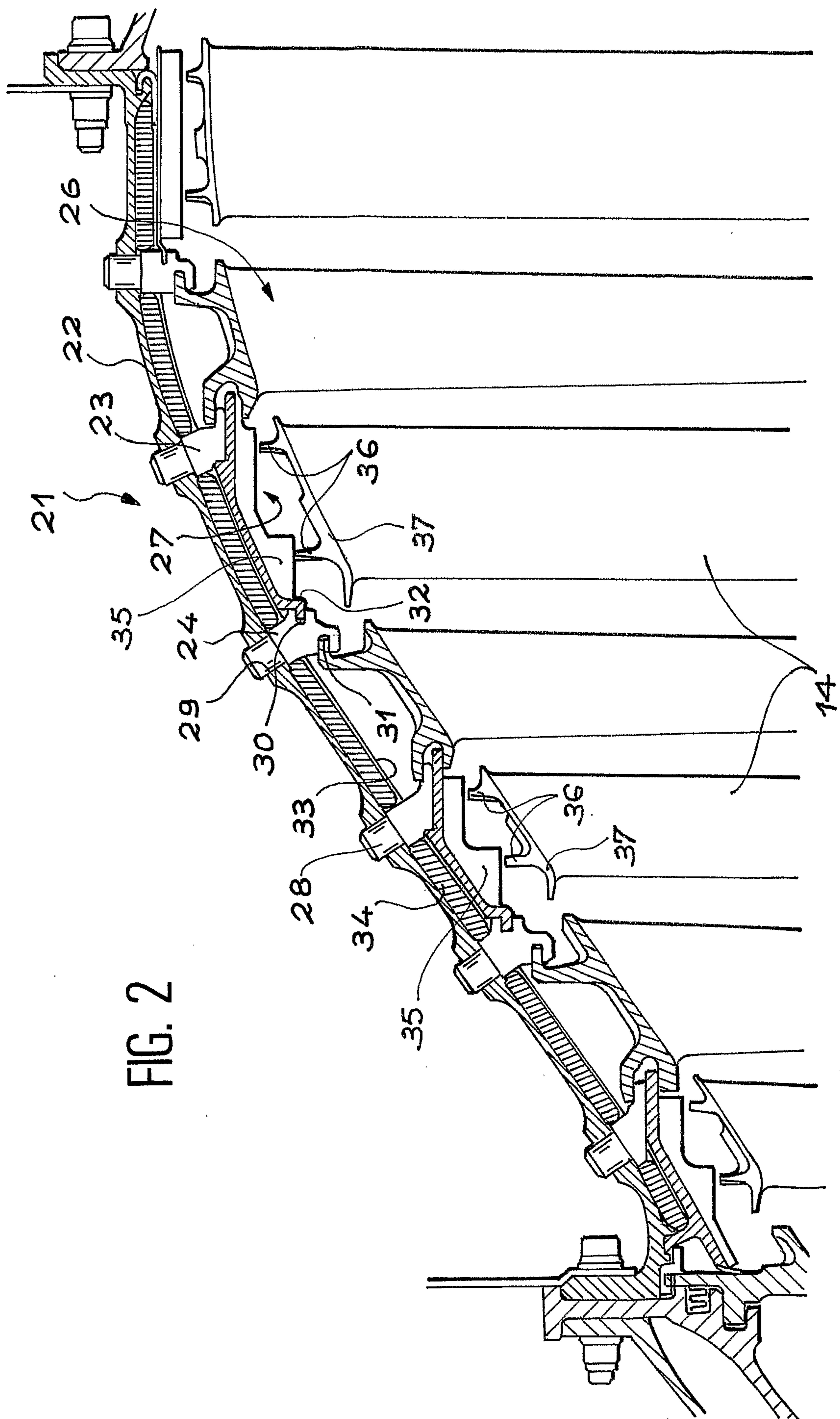
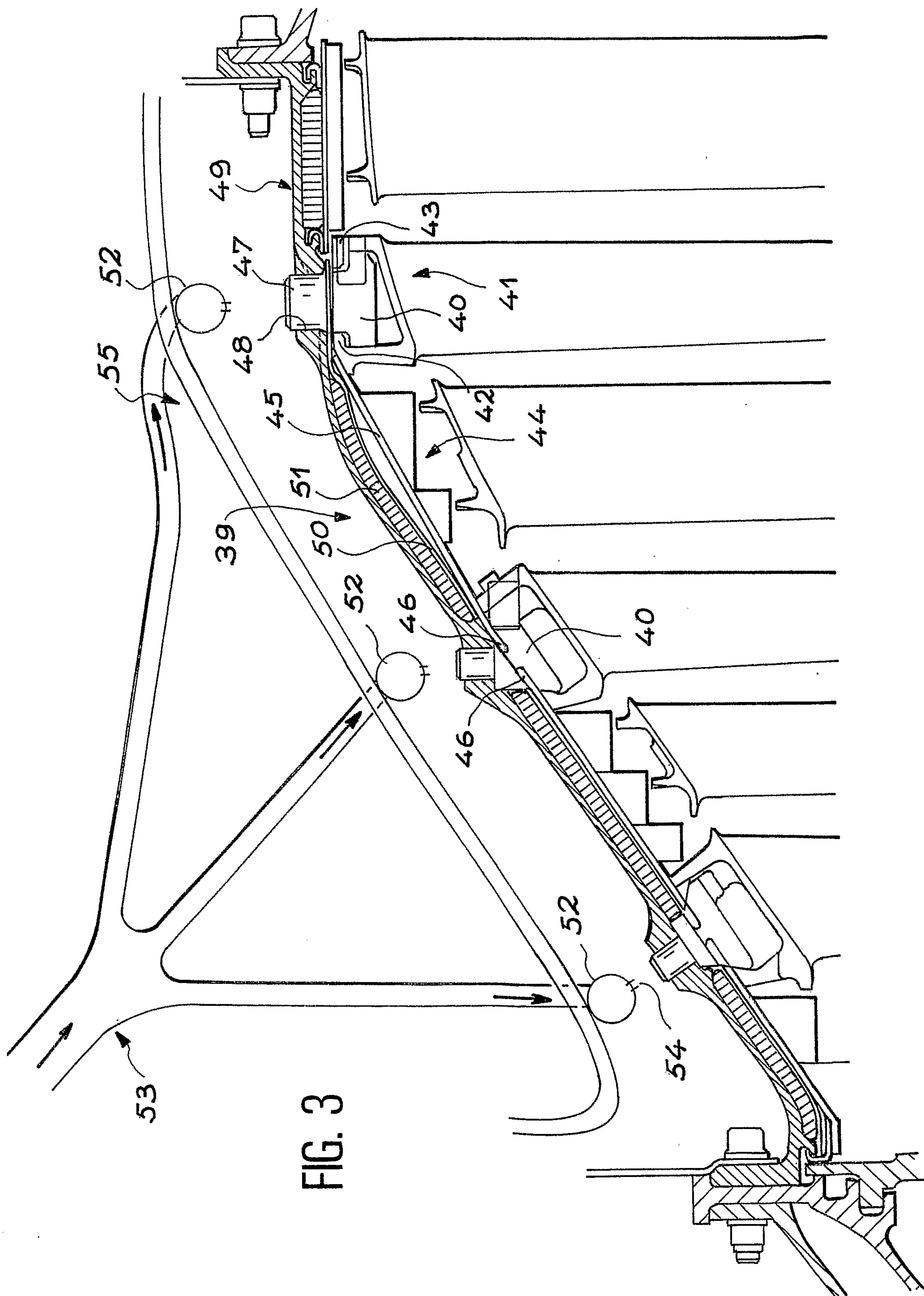


FIG. 1

« TECHNIQUE ANTÉRIEURE »





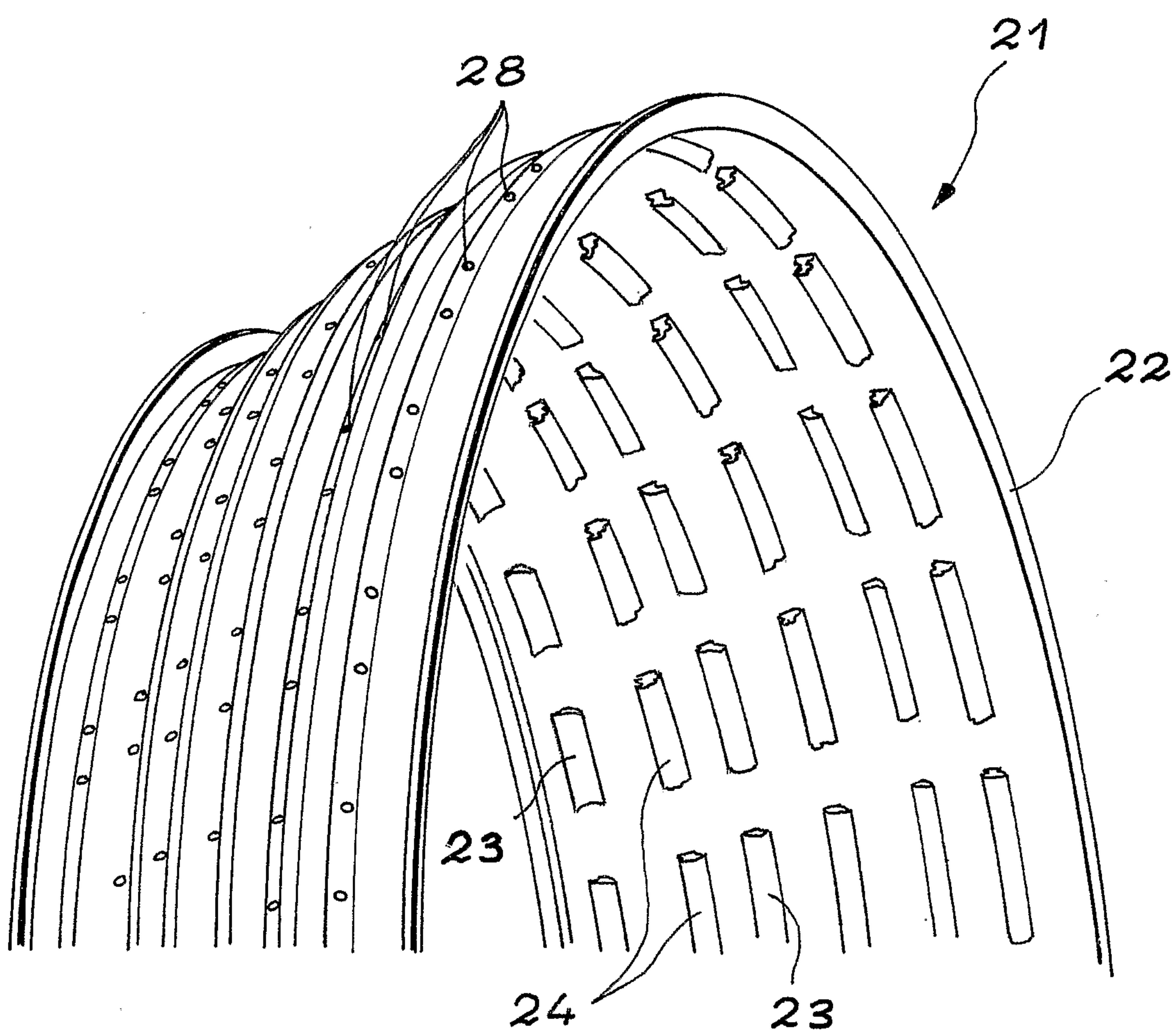


FIG. 4

