



(11) **EP 1 639 234 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.07.2008 Bulletin 2008/27

(51) Int Cl.:
F01D 25/24 ^(2006.01) **F01D 25/26** ^(2006.01)
F01D 9/04 ^(2006.01) **F04D 29/64** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **03816286.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2003/001415

(22) Date de dépôt: **07.05.2003**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/101958 (25.11.2004 Gazette 2004/48)

(54) **STATOR D UNE MACHINE ET PROCEDES DE MONTAGE ET DEMONTAGE**
MASCHINENSTATOR UND MONTAGE- UND DEMONTAGEVERFAHREN
MACHINE STATOR AND MOUNTING AND DISMOUNTING METHODS

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(43) Date de publication de la demande:
29.03.2006 Bulletin 2006/13

(73) Titulaire: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **BAILLEUL, Pierre, Yves**
F-77111 Soignolles en Brie (FR)
• **GOUX, Sébastien**
F-91000 Evry (FR)
• **LEFLOCH, René**
F-77250 Moret Sur Loing (FR)
• **MAZZOTTA, Patrice**
F-91270 Vigneux (FR)
• **RADELJAK, Gabriel**
77200 Torcy (FR)

- **RAULIN, Dominique**
F-77210 Avon (FR)
- **REPUSSARD, Alain**
F-77820 Le Chatelet en Brie (FR)
- **SAN BASILIO, Michel**
F-77000 Vaux Le Penil (FR)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**
BREVALEX
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 528 520 **EP-A- 0 844 369**
FR-A- 2 832 179 **US-A- 3 067 983**
US-A- 4 425 078 **US-A- 4 684 320**
US-A- 4 875 828 **US-A- 5 462 403**
US-A- 5 564 897

EP 1 639 234 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] On décrira ici -un stator d'une machine ainsi que des procédés de montage et démontage particuliers qu'il permet.

[0002] Le domaine de cette invention est les machines tournantes où le stator porte des étages d'aubes fixes, dites de redresseur, qui alternent avec des étages circulaires d'aubes mobiles d'un rotor. Le montage et le démontage de telles machines sont généralement compliqués en raison de l'imbrication des étages d'aubes, ce qui rend les opérations d'entretien particulièrement longues et onéreuses. C'est pourquoi, dans la structure de stator illustrée à la figure 1, le carter extérieur du stator comprend deux demi-coquilles 1 semi-circulaires (une seule est représentée, l'autre étant semblable et symétrique) jointes entre elles par des brides plates 2 et qui portent des rainures 3 en demi-cercle dans lesquels des secteurs angulaires 4 des étages redresseurs 5 sont glissés. Il convient d'arrêter les mouvements des secteurs angulaires 4 glissant dans les rainures 3, ce qu'on obtient en disposant une barrette 6 devant les rainures 3 à la jonction des demi-coquilles 1, entre des brides 2 jointives, afin de barrer la route aux secteurs angulaires 4.

[0003] Le démontage de ce stator particulier est très facile puisqu'il suffit de déboulonner les brides 2 et d'écarter les demi-coquilles 1 par un simple mouvement radial. Les secteurs angulaires 4 peuvent aussi être extraits sans difficulté des rainures 3, et les aubes du rotor sont complètement exposées. On rencontre toutefois l'inconvénient que l'assemblage des demi-coquilles 1 n'est pas très précis et impose de laisser des jeux de quelques centièmes ou quelques dixièmes de millimètres supplémentaires dans la machine, ce qui réduit ses performances en produisant des fuites de gaz. On peut aussi relever que la barrette 6 ne produit qu'un arrêt d'ensemble des étages d'aubes de redresseurs 5, qui n'empêche pas les secteurs angulaires 4 de jouer et de produire des vibrations. C'est pourquoi d'autres constructions du stator retiennent aussi l'intérêt.

[0004] Une autre conception apparaît dans le document US-5 564 897, où le carter est composé de viroles circulaires assemblées entre elles par des vis et qu'on monte en succession. Des rainures dans lesquelles les pieds des étages d'aubes pénètrent permettent d'introduire les aubes par un mouvement radial entre les viroles, puis de réaliser le montage par un mouvement axial de rapprochement des viroles. Les aubes sont retenues par des crochets saillant sur leurs deux faces et entrant dans des feuillures creusées dans des faces opposées des rainures. Enfin, des pions d'orientation axiale arrêtent les mouvements des aubes en direction tangentielle dans les rainures.

[0005] La machine du document US 5 564 897 est toutefois de structure assez simple, et l'agencement de montage particulier est prévu de préférence pour un compresseur à basse pression. Les machines de l'aéronautique sont plus complexes, et les besoins d'entretien sont

plutôt sensibles au compresseur à haute pression, et plus précisément aux étages proches de la chambre de combustion qui sont soumis à des pressions et des échauffements élevés. C'est malheureusement là, au coeur de la machine, que l'extraction d'aubes pour une réparation est la plus difficile. Avec les agencements connus, le stator de la machine doit être démonté à l'avant et à l'arrière de cette zone fortement chargée, et le rotor de la machine doit être retiré lui aussi. La conception de US 5 564 897 n'est pas applicable telle quelle pour deux raisons au moins: les viroles ne pourraient être déplacées librement en direction axiale si la machine n'était pas démontée - pour des raisons qu'on détaillera plus tard ; et les aubes sont mal retenues quand les viroles ne sont pas assemblées, ce qui impose probablement d'employer un outillage de maintien qui serait problématique ici puisque les outillages nécessitent un accès suffisant aux aubes pour qu'on puisse les introduire et les retirer.

[0006] Et EP-A-0 844 369 décrit un stator de turbomachine dont les étages d'aubes de redresseur sont engagés d'un côté dans une feuillure du carter qui les porte.

[0007] L'invention propose un stator de turbomachine comprenant les caractéristiques de la revendication 1 et permet d'extraire des aubes de stator par un mouvement radial après avoir écarté des viroles circulaires, dont l'assemblage compose le carter, par un mouvement axial, comme dans le document antérieur, mais l'agencement présent comporte des originalités qui permettent d'obtenir ce résultat même pour des aubes de compresseur à haute pression proches de la chambre de combustion ou une autre zone peu accessible d'une turbomachine complexe et assez petite d'aéronautique.

[0008] Un moyen essentiel est que les aubes restent retenues par l'une des viroles même quand le déplacement d'une virole voisine les a dégagées : les pieds d'aubes sont munis à un côté de crochets courbés qui pénètrent dans une feuillure de forme complémentaire, partiellement fermée par une lèvre d'orientation radiale, qui retient les crochets dans la feuillure. Un ressort à expansion axiale est logé au fond de la feuillure afin de presser sur le crochet et de le maintenir à une position fixe, de même que tout le reste de l'aube : aucun outillage extérieur n'est plus nécessaire pour garantir un remontage correct du stator.

[0009] D'autres aspects, détails et caractères de l'invention seront maintenant décrits au moyen des figures suivantes :

- la figure 1, déjà décrite, illustre un carter de stator :
- la figure 2 illustre un carter de stator d'après l'invention,
- et les figures 3 à 5 illustrent des étapes de son montage.

[0010] A la figure 2, on voit que le stator comprend une enveloppe 10 extérieure porteuse du carter 11, qui se compose ici d'une virole avant 12, une virole arrière 13

et un anneau amortisseur 14 (constituant une troisième virole au sens de l'invention) ; les viroles 12 et 13 sont jointes et boulonnées entre elles par des paires de brides 15, la virole arrière 13 et l'anneau amortisseur 14 par des paires de brides 16, et l'anneau amortisseur 14 à l'enveloppe 10 par des paires de brides 17 ; les boulons de jonction portent la référence générale 18. Les viroles 12 et 13 de l'anneau amortisseur 14 s'étendent sur un tour complet.

[0011] Le carter 11 dont il est ici question est placé à l'aval d'un compresseur à haute pression d'une turbomachine, contre la chambre de combustion non représentée en détail mais présente dans la zone 45 adjacente, au-delà de l'anneau amortisseur 14. L'avant de la turbomachine correspond donc à la gauche de la figure 2 et des suivantes. L'enveloppe 10 porte au moins un étage redresseur 46 juste en amont de ceux auxquels l'invention s'applique. L'enveloppe 10 est composée de deux moitiés en demi-cercle assemblées par des lignes droites opposées (montage en demi-coquilles) pour permettre de la démonter facilement, sans que des imprécisions de montage soient particulièrement à redouter ici puisque la virole 12 et l'anneau amortisseur 14 offrent un bon centrage et que l'enveloppe 10 n'est pas soumise à de fortes sollicitations thermiques.

[0012] Sous les paires de brides 15 et 16 s'étendent des rainures 19 et 20 orientées vers l'intérieur du stator et que se partagent la virole arrière 13 et, respectivement, la virole avant 12 et l'anneau amortisseur 14. Les rainures 19 et 20 ressemblent à celles de la conception de la figure 1 et elles servent de même à retenir deux étages redresseurs 21 et 22 dont les pieds 23 y sont logés de la façon que voici. Ils comprennent un crochet 24 à l'arrière, courbé et dirigé d'abord vers l'arrière puis vers l'extérieur et qui pénètre dans une feuillure 25 occupée par un ressort 26 circulaire et de forme ondulée, qui presse sur une face arrière que le crochet 24 lui présente et repousse donc le pied 23 vers l'avant ; et un crochet 27 à l'avant, dirigé vers l'avant et qui pénètre dans une feuillure 28 de l'élément voisin du carter. Ce crochet 27 est entaillé pour recevoir un pion 29 enfoncé dans un perçage 30 de cet élément du carter mais qui en sort en pointant vers l'arrière. Le pion 29 s'oppose à la rotation du secteur angulaire de l'étage redresseur 21 ou 22 dans lequel il pénètre ; il peut être prévu avantageusement à autant d'exemplaires qu'il n'y a de secteurs redresseurs, chacun traversant une entaille du crochet 27.

[0013] Avant de passer à une description du procédé de montage ou de démontage du stator, on mentionnera que la virole arrière 13 et l'anneau amortisseur 14 présentent chacun, autour de la feuillure 25 qu'ils portent, une lèvre 31 d'orientation radiale la refermant partiellement par l'extérieur et présentant localement une entaille 32 un peu plus large que les crochets 24 courbés des secteurs angulaires de redresseurs, et que cette lèvre 31 sert à retenir le crochet 24 dans une feuillure 25 mais aussi à soutenir l'élément de carter situé en avant, près de sa bride de liaison 15 ou 16, en s'ajustant dans une

portion concentrique de cet élément. Enfin, la virole avant 12 comprend une nervure 33 à l'avant dont l'extrémité est recourbée pour s'appuyer sur un crochet 34 de l'enveloppe 10 extérieure.

[0014] Passons à la figure 3, qui représente la portion correspondante de la machine à l'état démonté, l'enveloppe 10 ayant été retirée : les viroles 12 et 13 et l'anneau amortisseur 14 sont placés autour d'un rotor 35 de la machine, au moyen d'outillages d'un genre usuel dans cette technique, portant la référence générale 36 et comprenant des mandrins ou anneaux de support suspendus à un bâti fixe et des doigts d'accrochage. Les outillages 36 entourent les viroles 12 et 13 et sont donc placés à l'extérieur, dans des endroits dégagés qui rendent leur emploi facile. Le rotor 35 porte des étages d'aubes mobiles 37, 38 et 39 successifs entre lesquels les étages de redresseurs doivent s'intercaler. Les éléments du carter 11 comportent des surfaces 40 de confinement de la veine des gaz, venant normalement devant les étages d'aubes mobiles 37 à 39, mais qui ne sont pas encore à leur position définitive, les viroles 12 et 13 étant fortement déplacées vers l'avant, alors que l'anneau amortisseur 14 est légèrement déplacé vers l'arrière. Les viroles 12 et 13 ont passé par-dessus les étages 37 et 38 d'aubes de rotor devant lesquelles leurs surfaces de confinement 40 s'étendent à l'état monté : ce déplacement est possible grâce à la conicité faible du carter 11 s'amenuisant vers la chambre de combustion 45, alors que la conicité des compresseurs à haute pression est généralement plus élevée ; cette conicité traditionnelle a été sauvegardée ailleurs, comme sur la peau extérieure 47 de l'étage redresseur 46 précédent. L'invention s'appuie sur un déplacement des viroles 12 et 13 dans un sens d'épanouissement de la machine pour dégager les étages redresseurs 21 et 22, à rebours du sens qui serait naturel mais qui est exclu par la présence de la chambre de combustion dans la zone 45, qu'on désire de ne pas démonter. Il est en revanche facile d'extraire l'étage redresseur 46.

[0015] La première étape du montage consiste à introduire l'étage redresseur arrière 22 à sa place, entre les étages d'aubes utiles 38 et 39, par un mouvement centripète de ses secteurs angulaires en les faisant passer successivement par l'entaille 32, après quoi ils sont déplacés angulairement le long de la feuillure 25. Comme il est usuel, ils sont déplacés d'un demi-secteur quand le dernier a été installé de façon qu'aucun ne s'étende complètement devant l'entaille 32. Quand l'étage redresseur arrière 22 a été complètement monté, la virole arrière 13 peut être reculée pour insérer les crochets 27 dans la feuillure 28, et venir s'appuyer sur la lèvre 31 : cet état est représenté à la figure 4. Le ressort 26 assure la mise en alignement correcte des crochets 27, sans qu'aucun outillage doive soutenir les secteurs de l'étage redresseur 22. On voit que les viroles 12 et 13 sont alors fortement écartées, ce qui permet de glisser les éléments de l'étage redresseur avant 21 entre elles de la même façon que pour l'étage 22, entre les étages d'aubes mobiles 37 et 38. La virole avant 12 est ensuite reculée, et

l'anneau amortisseur 14 avancé, ce qui permet de joindre complètement les éléments du carter par le contact des paires de brides 15 et 16. L'enveloppe extérieure 10 peut alors être installée. On constate qu'il est assez facile d'atteindre les étages de redresseurs 21 et 22 ou les aubes mobiles 37, 38 et 39 sans devoir démonter l'ensemble du carter, et que l'assemblage est rigide et précis. Le démontage se ferait aussi facilement par des opérations inverses : il consisterait à disjoindre les viroles et à les séparer par un mouvement axial dans la machine, à sortir les secteurs angulaires redresseurs des rainures et à les entraîner d'un mouvement radial entre les viroles.

Revendications

1. Stator de turbomachine comprenant un carter (11) et des étages d'aubes de redresseur (21, 22) logés par des pieds (23), dans des rainures respectives (19, 20) du carter et composés de secteurs angulaires redresseurs, les étages d'aubes de redresseur alternant avec des étages d'aubes (37, 38, 39) d'un rotor, le carter étant divisé en viroles successives circulaires (12, 13, 14) jointives devant les rainures, et portant des brides (15, 16) de liaison mutuelles, les rainures comprenant d'un premier côté une première feuillure (28) et des pions (29) d'orientation axiale, **caractérisé en ce que** les pieds des secteurs angulaires redresseurs comportent à l'arrière un crochet courbé (24) dirigé d'abord vers l'arrière puis vers l'extérieur, et les rainures comprennent d'un côté opposé au premier côté une seconde feuillure (25), garnie d'un ressort (26) à expansion axiale et partiellement fermée par une lèvre (31) d'orientation radiale et présentant une entaille (32) d'introduction des crochets courbés des secteurs angulaires redresseurs à travers la lèvre.
2. Stator de turbomachine selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le carter (11) est entouré par une enveloppe extérieure (10) en demi-coquilles et porteuse d'un étage d'aubes de redresseur (46) situé devant une des viroles (12) qui est extrême, lesdits premiers côtés des rainures étant dirigés, dans les rainures respectives, vers ladite virole extrême.
3. Stator de turbomachine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le carter appartient à un compresseur à haute pression et les étages d'aubes de redresseur qu'il comprend sont adjacents à une chambre de combustion (45) de la machine, le stator ayant une conicité s'amenuisant vers la chambre de combustion mais plus petite au carter qu'en avant (47) du carter, chacune des viroles pouvant être glissée vers l'avant au-delà d'un des étages d'aubes de rotor devant lequel elle s'étend quand le stator est monté.

4. Stator de machine suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 3, **caractérisé en ce que** les viroles comprennent des portions (31) concentriques de support mutuel.

5. Procédé de montage d'un stator suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** consiste à disposer les viroles (12, 13, 14) séparément autour du rotor, à introduire les secteurs angulaires redresseurs radialement entre les viroles puis à les introduire et les déplacer angulairement dans lesdites secondes feuillures (25), à joindre les viroles par un mouvement axial dans la machine et à les brider quand les étages d'aubes de redresseur ont été assemblés dans les rainures.

6. Procédé de démontage d'un stator suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** consiste à disjoindre les viroles et à les séparer par un mouvement axial dans la machine, à sortir les secteurs angulaires redresseurs desdites secondes feuillures après les avoir déplacés angulairement dans desdites secondes feuillures (25) et à les entraîner d'un mouvement radial entre les viroles.

Claims

1. Turbomachine stator comprising a casing (11) and guide vane stages (21, 22) housed in corresponding grooves (19, 20) of the casing through roots (23), and composed of guide vane angular sectors, the guide vane stages alternating with rotor blade stages (37, 38, 39), the stator being divided into adjacent circular successive shells (12, 13, 14) in front of the grooves, each being fitted with connecting flanges (15, 16), the grooves comprising a first rebate (28) on one side and axial orientation pins (29), **characterised in that** the roots of the guide vane angular sectors comprise a rear curved hook (24) extending firstly rearwardly then outwardly, and the grooves comprise a second rebate (25) on the opposite side, fitted with an axial expansion spring (26) and partially closed by a radial orientation lip (31) provided with a notch (32) for inserting the curved hooks of the guided vane angular sectors through the lip.
2. Turbomachine stator according to claim 1, **characterised in that** the casing (11) is surrounded by a half-shell outer cover (10) supporting one guide vane stage (46) located in front of the furthest shell (12), the first sides of the grooves being oriented towards said furthest shell in the corresponding grooves.
3. Turbomachine stator according to claim 1 or 2, **characterised in that** the casing forms part of a high pressure compressor and the guide vane stages in-

stalled on it are adjacent to a combustion chamber (45) of the machine, the taper in the stator becoming smaller towards the combustion chamber but being smaller at the casing than at the front (47) of the casing, each of the shells being possibly slid forwards beyond one of the rotor blade stage in front of which it extends when the stator is installed.

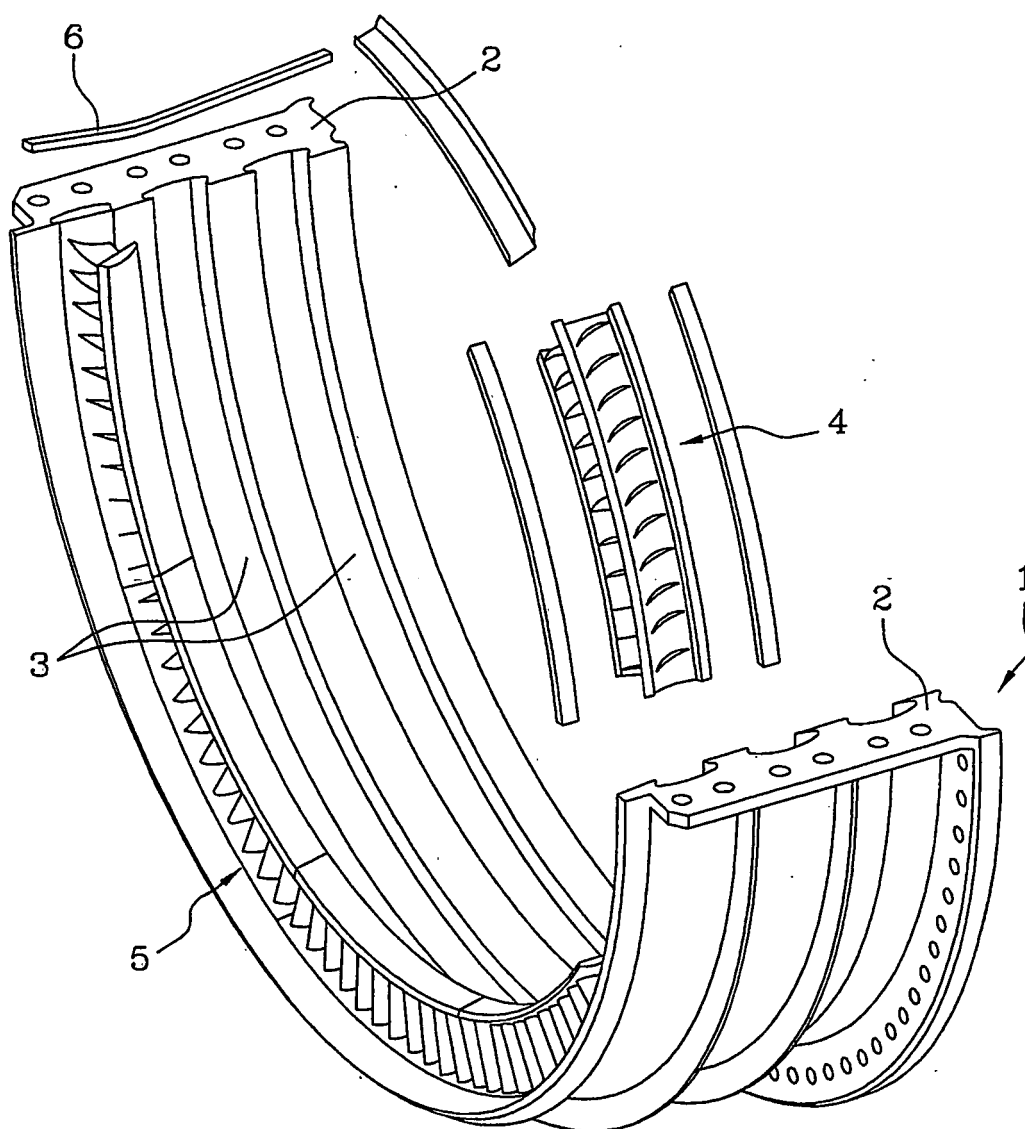
4. Machine stator according to either of claims 1 or 3, **characterised in that** the shells comprise concentric portions (31) for mutual support.
5. Method for installing a stator according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** it consists of arranging the shells (12, 13, 14) separately around the rotor, radially inserting the guide vane angular sectors between the shells, then introducing and angularly displacing them in the second rebates (25), bringing the shells into contact by an axial movement in the machine and connecting them as soon as the guide vane stages have been assembled in the grooves.
6. Method for disassembling a stator according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** it consists of disconnecting and separating the shells by an axial movement in the machine, extracting the guide vane angular sectors from the second rebates (25) after having displaced them in the second rebates (25) and moving them in a radial movement between the shells.

Patentansprüche

1. Turbomaschinenstator mit einem Gehäuse (11) und Leitapparatschaufelstufen (21, 22), die durch Füße (23) in jeweiligen Nuten (19, 20) des Gehäuses untergebracht sind und aus Leitapparatwinkelsektoren bestehen, wobei die Leitapparatschaufelstufen mit Schaufelstufen (37, 38, 39) eines Rotors abwechseln, wobei das Gehäuse in aufeinanderfolgende kreisförmige Mäntel (12, 13, 14) unterteilt ist, die vor den Nuten fugendicht sind, und Flansche (15, 16) zur gegenseitigen Verbindung tragen, wobei die Nuten an einer ersten Seite einen ersten Falz (28) und Metallstücke (29) mit axialer Orientierung aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Füße der Leitapparatwinkelsektoren hinten einen gekrümmten Haken (24) aufweisen, der zunächst nach hinten, dann nach außen gerichtet ist, und die Nuten an einer der ersten Seite gegenüberliegenden Seite einen zweiten Falz (25) aufweisen, der mit einer Feder (26) mit axialer Ausdehnung ausgestattet und teilweise durch eine Lippe (31) mit radialer Orientierung geschlossen ist und einen Einschnitt (32) zum Einführen der gekrümmten Haken der Leitapparatwinkelsektoren durch die Lippe aufweist.

2. Turbomaschinenstator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gehäuse (11) von einer äußeren Umhüllung (10) in Halbschalen umgeben ist, die eine Leitapparatschaufelstufe (46) trägt, die vor einem der Mäntel (12) liegt, der außen liegt, wobei die ersten Seiten der Nuten in den jeweiligen Nuten zu dem außen liegenden Mantel gerichtet sind.
3. Turbomaschinenstator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gehäuse zu einem Hochdruckkompressor gehört und die Leitapparatschaufelstufen, die es aufweist, angrenzend an eine Brennkammer (45) der Maschine sind, wobei der Stator eine Konizität hat, die sich zu der Brennkammer hin verjüngt, aber am Gehäuse kleiner als vor (47) dem Gehäuse ist, wobei jeder Mantel nach vorne über eine der Rotorschaufelstufen hinaus verschoben werden kann, vor welcher er sich erstreckt, wenn der Stator angebracht ist.
4. Maschinenstator nach einem der Ansprüche 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mäntel konzentrische Abschnitte (31) zum wechselseitigen Stützen aufweisen.
5. Verfahren zur Montage eines Stators nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die Mäntel (12, 13, 14) getrennt um den Rotor anzuordnen, die Leitapparatwinkelsektoren radial zwischen die Mäntel einzuführen, sie dann in die zweiten Falze einzuführen und winkelmäßig zu verschieben, die Mäntel durch eine axiale Bewegung in der Maschine zu verbinden und sie anzuf lanschen, wenn die Leitapparatschaufelstufen in den Nuten zusammengefügt worden sind.
6. Verfahren zur Demontage eines Stators nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die Mäntel auseinanderzunehmen und sie durch eine axiale Bewegung in der Maschine zu trennen, die Leitapparatwinkelsektoren aus den zweiten Falzen (25) herauszuführen, nachdem sie winkelmäßig in den zweiten Falzen (25) verschoben worden sind, und sie mit einer radialen Bewegung zwischen den Mänteln mitzunehmen.

Fig. 1



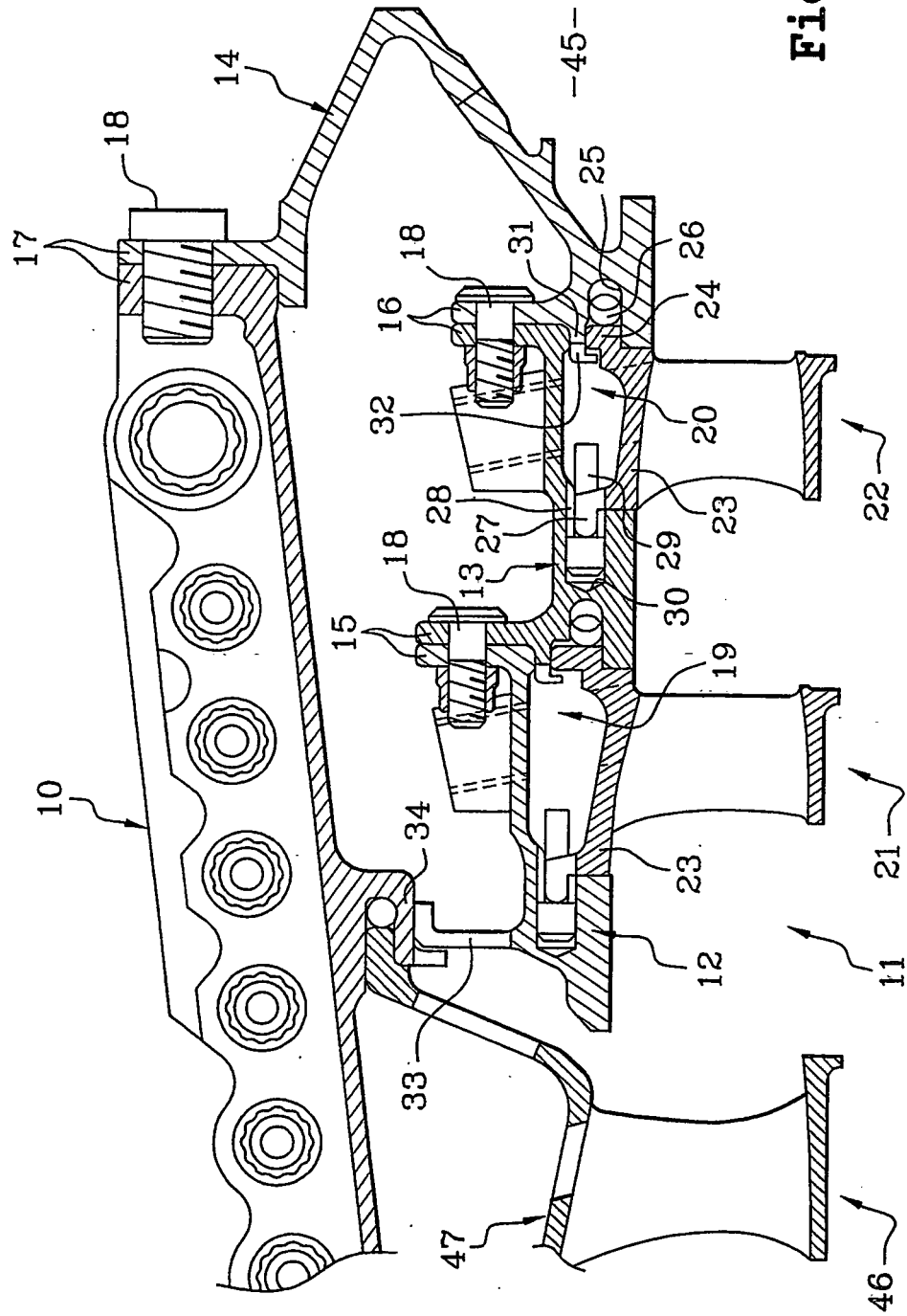
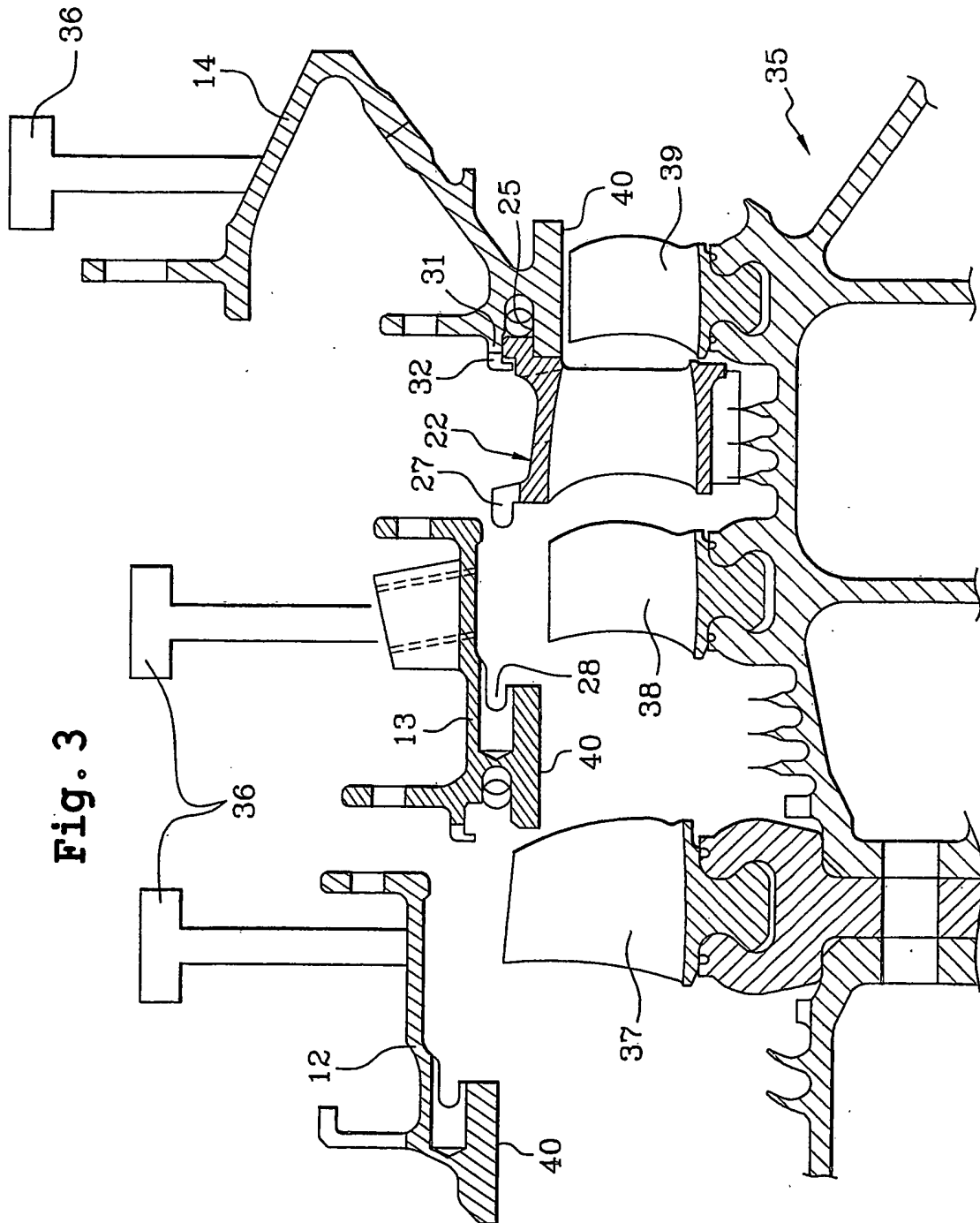
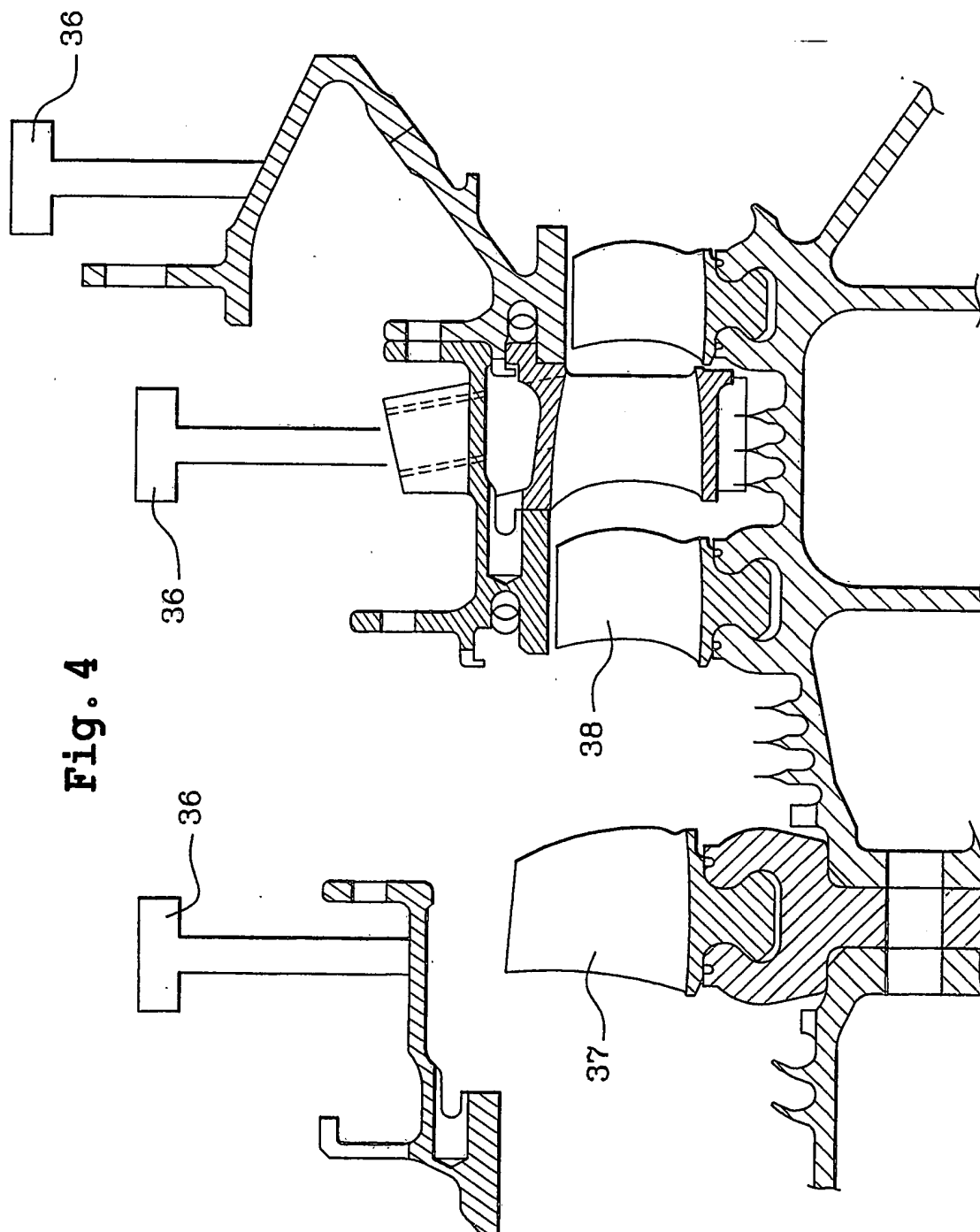


Fig. 2





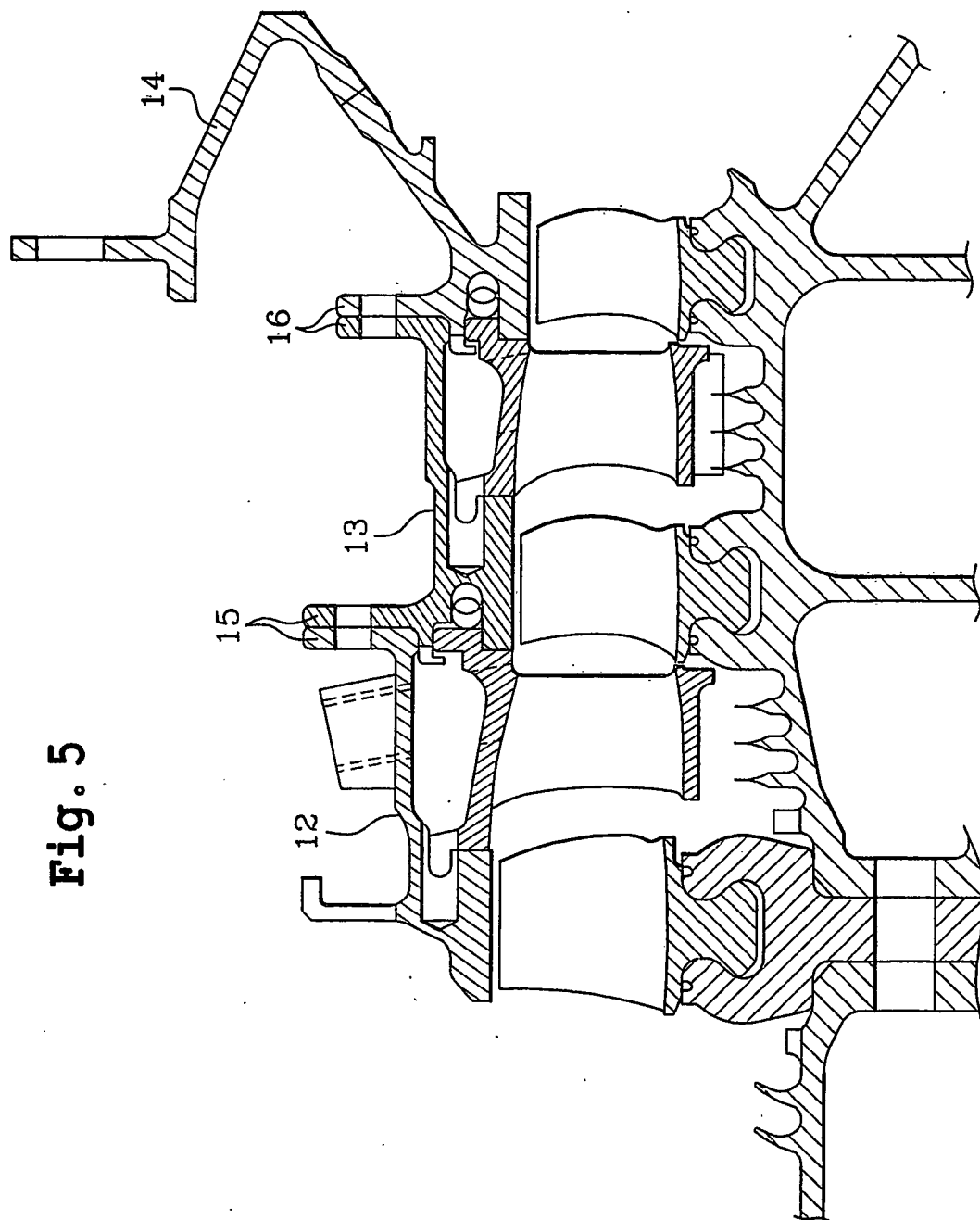


Fig. 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 5564897 A [0004] [0005] [0005]
- EP 0844369 A [0006]