

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 575 221**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 17735**

⑤1 Int Cl⁴ : F 01 D 9/00; F 02 C 7/20, 7/18.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 29 novembre 1985.

③0 Priorité : US, 21 décembre 1984, n° 684,821.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 26 du 27 juin 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *UNITED TECHNOLOGIES CORPORA-
TION. — US.*

⑦2 Inventeur(s) : Leonard W. Stevens.

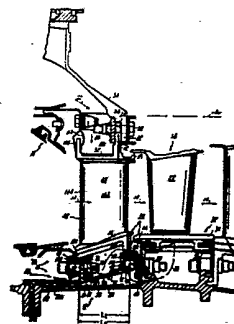
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Michel Bruder.

⑤4 Stator refroidissable pour un moteur à turbine à gaz.

⑤7 La présente invention concerne un stator pour une ma-
chine tournante.

Ce stator est caractérisé en ce qu'il comprend une série
d'aubes statoriques 42 s'étendant entre le support interne 54
et le support externe 36, l'une au moins de ces aubes 42
comportant une bride interne aval 112 qui est adaptée de
manière à être fixée au support interne 54 pour restreindre
l'aube 42 à l'encontre de tout mouvement axial, radial et
circonférentiel, une bride externe aval 122 en butée contre le
support externe 56, dans la direction axiale, tout en étant en
contact à glissement avec le support externe 56 dans la
direction radiale, et une bride externe amont 124 en contact à
glissement avec le support externe 56 dans la direction radiale
et en butée contre le support externe 56 dans la direction
circonférentielle.



1

La présente invention concerne des machines rotatives à flux axial du type comportant un circuit d'écoulement pour des gaz de travail actifs et plus particulièrement une série d'aubes statoriques, un support pour la série d'aubes statoriques et un circuit de fuite pour l'air de refroidissement qui s'étend à proximité du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. Bien que l'invention ait été conçue, pendant sa mise au point, dans le domaine des moteurs à turbine à gaz à flux axial, elle peut s'appliquer également à d'autres domaines qui emploient des machines rotatives.

Un moteur à turbine à gaz à flux axial comprend une section de compression, une section de combustion et une section de turbine. Un circuit d'écoulement annulaire pour les gaz de travail actifs s'étend axialement à travers ces sections du moteur. Un stator s'étend autour du circuit d'écoulement annulaire afin de confiner les gaz de travail actifs au circuit d'écoulement et de diriger les gaz le long de ce circuit d'écoulement.

Tandis que les gaz s'écoulent le long du circuit d'écoulement, ces gaz sont mis sous pression dans la section de compression et brûlés avec un combustible dans la section de combustion, afin d'ajouter de l'énergie aux gaz. Les gaz chauds sous pression se détendent à travers la section de turbine afin de produire un travail utile. La plus grande partie de ce travail est employée en tant que travail moteur, par exemple pour l'entraînement d'une turbine libre ou la production d'une poussée pour un aéronef.

Une partie restante du travail fourni par la section de turbine n'est pas utilisée pour le travail moteur et au contraire elle est employée pour comprimer les gaz de travail actifs, dans la section de compression du moteur. Le moteur comprend un rotor afin de transférer ce travail à partir de la section de turbine à la section de compression. Le rotor porte, dans la section de turbine, des séries d'ailettes rotoriques pour recevoir de l'énergie à partir des gaz de travail actifs. Les ailettes rotoriques ont des profils aérodynamiques qui s'étendent vers l'extérieur en travers du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs et

qui sont disposés suivant un angle par rapport au flux de gaz arrivant afin de recevoir de l'énergie à partir des gaz et d'entraîner le rotor autour de l'axe de rotation. Le stator comprend des séries d'aubes statoriques qui s'étendent vers l'intérieur en travers du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs entre les séries d'ailettes rotoriques. Les aubes statoriques dirigent le flux de gaz arrivant vers les ailettes rotoriques suivant un angle désiré.

Le stator comporte en outre un carter externe et des séries de segments de paroi supportés à partir du carter externe et s'étendant circonférentiellement autour du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. Les segments de paroi sont disposés de manière à être adjacents au circuit d'écoulement des gaz de travail actifs afin de confiner les gaz de travail actifs à leur circuit d'écoulement. Ces segments de paroi ont des faces radiales qui sont espacées circonférentiellement en laissant entre elles un jeu G. Ce jeu est prévu pour tenir compte des variations de diamètre de la série de segments de paroi en réponse aux conditions de fonctionnement du moteur lorsque le carter externe est chauffé et se dilate ou bien lorsqu'il est refroidi et se contracte.

Des exemples de séries d'aubes statoriques utilisées dans des moteurs à turbine à gaz modernes sont décrits dans les brevets US 3 989 410 et 4 005 946. Dans ces constructions la première série d'aubes statoriques dans la section de turbine s'étend axialement entre la première série d'ailettes rotoriques et l'extrémité aval de la chambre de combustion. Dans ces moteurs des joints métalliques en tôle mince s'étendent entre la chambre de combustion et les aubes statoriques afin de délimiter le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. Chaque aube statorique est de préférence boulonnée rigidement soit sur un support externe soit sur un support interne qui s'étendent à partir du carter externe afin de supporter les aubes statoriques. Par suite des différences de coefficient de dilatation entre les carter interne et externe dans les directions axiale et radiale, les aubes statoriques ne peuvent pas être fixées ferme-

ment à la fois aux carters interne et externe et elles doivent être libres pour permettre un mouvement relatif entre le support interne et le support externe.

L'aube statorique décrite dans le brevet US 4 005 946 est boulonnée rigidement sur le support externe et elle est en contact à glissement avec le support interne dans la direction radiale. La zone du bord d'attaque du support est essentiellement non supportée du fait qu'elle porte un matériau métallique en tôle flexible qui relie l'aube statorique à la section de combustion, telle que l'élément métallique en tôle 20. La structure de l'aube statorique décrite dans le brevet US 3 989 410 est supportée d'une manière similaire en étant boulonnée sur le support externe et en étant en contact à glissement avec le support interne, à l'endroit d'une bride annulaire. De l'air de refroidissement est amené, par l'intermédiaire d'un conduit amont 48 suivant le brevet US 4 005 946, à l'aube statorique afin d'assurer le refroidissement de l'intérieur de l'aube statorique. Cet air de refroidissement est conduit vers l'arrière, en direction d'emplacements situés en aval dans le moteur à turbine à gaz, afin de refroidir additionnellement des portions adjacentes du moteur, tels que des segments d'un joint d'étanchéité pneumatique externe. Par conséquent il est désirable d'avoir un contact étanche serré entre les composants adjacents du moteur afin d'empêcher la fuite de l'air de refroidissement dans le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs.

Bien que l'utilisation de l'air de refroidissement soit acceptée parce qu'elle augmente la durée de service des profils aérodynamiques des aubes statoriques, comparativement à des profils non refroidis, une telle utilisation d'air de refroidissement diminue le rendement du moteur en fonctionnement. Cette diminution de rendement apparaît parce qu'une partie du travail utile du moteur est employée à la mise sous pression de l'air de refroidissement dans la section de compression, ce qui réduit d'autant la quantité d'énergie utile pour le travail moteur. Une façon d'accroître le rendement en fonctionnement est de diminuer la fuite

d'air de refroidissement à partir des circuits d'écoulement de l'air de refroidissement dans le moteur. Une autre façon d'accroître ce rendement est d'utiliser plus efficacement l'air de refroidissement de telle façon qu'un refroidissement accru soit obtenu avec la même quantité d'air de refroidissement ou bien encore que la même quantité de refroidissement soit réalisée avec une quantité réduite d'air de refroidissement.

En particulier il convient de tenir compte des différences de coefficient de dilatation entre le support interne et le support externe tout en assurant un étanchement entre les parties, s'étendant circonférentiellement, des aubes statoriques et la structure support adjacente, tout en permettant à l'aube statorique de basculer dans la direction axiale pour tenir compte des différences de dilatation axiale, et de coulisser dans la direction radiale, pour tenir compte des différences de dilatation radiale. En outre il convient de dériver l'air de refroidissement qui passe le long des trajets de fuite s'étendant entre l'aube statorique et la structure adjacente du stator, à des fins plus utiles que l'écoulement direct dans le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs, et de diminuer la dimension de ces trajets de fuite tout en encaissant les différences de dilatation dans le sens axial et dans le sens radial entre le support interne et le support externe pour la série d'aubes statoriques.

Suivant l'invention chaque aube statorique d'une série d'aubes statoriques est boulonnée sur un support interne à l'endroit d'une bride interne aval, et elle est "cannelée" radialement pour empêcher tout mouvement dans la direction circonférentielle, à l'endroit d'une bride amont qui est espacée axialement de la bride aval et qui est adaptée de manière à être en contact à glissement avec la structure support externe à l'endroit d'une troisième surface qui s'étend circonférentiellement en étant en contact étanche avec la structure du stator adjacent.

Suivant une première forme d'exécution de l'invention la troisième surface se trouve sur une troisième bride.

Suivant une forme d'exécution particulière de l'invention la troisième bride est une bride externe aval qui s'étend circonférentiellement autour de l'aube statorique de manière que cette aube soit en contact à glissement dans la direction radiale et elle est sollicitée vers l'arrière contre le support afin d'assurer un contact étanche dans la direction circonférentielle, à l'arrière de la bride.

Une caractéristique principale de la présente invention est constituée par une aube statorique qui est boulonnée fermement à un support interne. Une autre caractéristique est une liaison du type par cannelures entre le support externe et une bride amont de l'aube. Dans une forme d'exécution la liaison par cannelures se trouve du côté opposé de l'aube, par rapport à la liaison boulonnée prévue dans la bride interne aval. Dans une forme d'exécution une bride externe aval s'étend circonférentiellement et le support amont est adapté, au moyen d'une gorgè annulaire, pour pouvoir recevoir la bride externe aval. Cette bride externe aval a une surface aval qui permet au support d'être en contact étanche avec la bride aval de l'aube statorique. Dans une autre forme d'exécution un anneau s'étendant circonférentiellement, qui surmonte les brides adjacentes des aubes, exerce une pression, d'une manière étanche, contre la bride interne aval et il s'étend entre des boulons adjacents afin d'assurer une restriction axiale en travers de la circonférence de la bride.

Un avantage principal qu'offre la présente invention, est que le rendement du moteur qui résulte du blocage de l'aube à l'encontre de toute rotation, en réponse aux forces opérationnelles, en évitant ainsi la création de trajet de fuite entre les surfaces s'étendant circonférentiellement sur l'aube et les surfaces d'étanchement s'étendant circonférentiellement qui sont en contact avec l'aube. Un autre avantage procuré par l'invention est la durée de service de l'aube qui résulte du fait que cette aube est supportée d'une manière rigide tout en permettant une dilatation axiale et radiale entre les supports interne et externe entre lesquels s'étend l'aube, tout en diminuant l'ef-

fet que les liaisons par cannelures ont sur l'aptitude de l'aube à tourner, grâce à un espacement dans le sens axial de la liaison par cannelure par rapport au point de rotation.

5 On décrira ci-après, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue en coupe axiale partielle d'un moteur à turbine à gaz montrant une partie de la section de combustion et de la section de turbine.

La figure 2 est une vue de face prise d'une manière générale le long de la ligne 2-2 de la figure 1, des parties de la section de combustion et de la section de turbine étant enlevées dans un but de clarification.

15 La figure 3 est une vue en coupe, faite d'une manière générale le long de la ligne 3-3 de la figure 2 de l'une des aubes d'une paire d'aubes adjacentes du stator, des parties de l'aube statorique restante étant enlevées afin de montrer l'emplacement relatif de la liaison arrière boulonnée par rapport à la liaison avant, du type à cannelures, de l'aube statorique.

La figure 4 est une vue en coupe faite suivant la ligne 4-4 de la figure 2 montrant une aube statorique en totalité et la structure adjacente avant le fonctionnement du moteur, afin d'illustrer l'aube statorique en tirets pendant les conditions de fonctionnement du moteur et de montrer en trait mixte une aube statorique ayant une construction qui n'est pas réalisée suivant l'invention.

La figure 5 est un schéma montrant comment l'emplacement où un ensemble donné de tolérances est appliqué, peut affecter la rotation de l'aube autour du point A.

La figure 1 est une vue en coupe d'un moteur à turbine à gaz suivant l'invention montrant une portion d'une section de combustion 10 et une portion d'une section de turbine 12. La section de combustion et la section de turbine sont disposées autour d'un axe de rotation A_r . Un circuit d'écoulement des gaz de travail actifs 14 s'étend à travers le moteur autour de l'axe de rotation A_r . Un rotor

16 s'étend également axialement à travers le moteur, autour de l'axe de rotation. Un stator 18 s'étend aussi axialement à travers le moteur autour du rotor. Dans la section de turbine 12 le rotor 16 comporte une série d'aubes rotoriques représentées par l'aube statorique unique 22. La série d'ailettes rotoriques s'étend vers l'extérieur en travers du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. Le stator comporte un carter de moteur 24 qui s'étend circonférentiellement autour du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs et une paroi 26 qui est espacée vers l'intérieur à partir du carter du moteur. Au moins un circuit d'écoulement primaire pour l'air de refroidissement, représenté par le circuit d'écoulement 28, s'étend axialement à travers le moteur entre la paroi 26 et le carter du moteur 24.

La paroi 26 s'étend circonférentiellement autour du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs, à proximité immédiate des séries d'ailettes rotoriques 22, afin de délimiter vers l'extérieur le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. La paroi comporte un joint d'étanchéité pneumatique externe 32 qui s'étend circonférentiellement autour des séries d'ailettes rotoriques 22. Le joint d'étanchéité pneumatique externe est formé d'une série de segments d'étanchéité arqués, représentés par le seul segment d'étanchéité 34, qui s'étend circonférentiellement autour de la série d'ailettes rotoriques. Un support amont 36 et un support aval 38 s'étendent vers l'intérieur à partir du carter du moteur 24 afin de supporter et de positionner le joint d'étanchéité pneumatique externe à proximité immédiate de la série d'ailettes rotoriques. Chacun de ces supports peut être segmenté afin de réduire la résistance de cercle des supports.

La paroi 26 comprend une série d'aubes statoriques, lesquelles sont représentées par l'aube statorique unique 42, qui s'étend vers l'intérieur en travers du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs 14. La série d'aubes statoriques est adjacente au joint d'étanchéité pneumatique externe et elle est espacée de ce joint d'étanchéité pneumatique externe de manière à laisser entre eux une région

44 qui se trouve radialement vers l'extérieur du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. Un joint d'étanchéité élastique annulaire 45 s'étend entre le support amont 36 pour le joint d'étanchéité pneumatique externe et la série 5 d'aubes statoriques afin d'empêcher la fuite de l'air de refroidissement à partir du circuit d'écoulement primaire pour l'air de refroidissement.

Chaque aube statorique 42 comporte une plate-forme 46, un ou plusieurs profils aérodynamiques 48 qui s'étendent 10 radialement vers l'intérieur, et un capotage 52 qui est fixé aux profils aérodynamiques. Ce capotage 52 comprend un joint de bord à lame 53 qui s'étend radialement vers l'intérieur, à proximité immédiate des séries d'ailettes rotoriques, afin d'empêcher toute fuite des gaz de travail actifs 15 à partir du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs.

Le stator comporte en outre un dispositif pour supporter la série d'aubes statoriques, tel que le support interne 54 et le support externe 56. Le support interne est fixé, par un élément intermédiaire et d'autres organes non 20 représentés, au carter du moteur 24. Le support interne est espacé vers l'intérieur par rapport à la section de combustion et il s'étend circonférentiellement par rapport à la section de combustion afin de définir un circuit d'écoulement interne 60 pour l'air de refroidissement. Le support 25 interne comporte une bride annulaire 62 qui s'étend circonférentiellement autour du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs 14. Cette bride interne annulaire présente une surface 64 s'étendant radialement qui est tournée dans la direction amont et qui adapte le support à la réception 30 de l'aube statorique 42.

Le support externe 56 est annulaire et il présente une bride annulaire 66, une section cylindrique 68 et une section tronconique 72. Ces sections forment une seule pièce 35 les unes avec les autres et elles constituent une construction intégrale. Cette construction intégrale résulte de la construction en une pièce du support externe. Suivant une variante on pourrait concevoir un support agissant en tant que pièce unique.

Le support externe 56 s'étend axialement et radialement vers l'intérieur, à partir du carter du moteur 24, afin de diviser le circuit d'écoulement primaire pour l'air de refroidissement en une région à haute pression 74, dans laquelle l'air de refroidissement se trouve à une certaine pression statique, et une région à basse pression 76 dans laquelle l'air de refroidissement se trouve à une pression statique inférieure. Une pluralité de trous de calibrage 78a et 78b établissent une communication entre la région à haute pression et la région à basse pression. Le support annulaire est adapté, par une première surface 80, de manière à délimiter la région à haute pression formée par la partie amont du circuit d'écoulement primaire de l'air de refroidissement, et, par une seconde surface 82, de manière à délimiter la région adjacente à basse pression formée par la partie aval du circuit d'écoulement primaire de l'air de refroidissement.

Le support externe annulaire 56 supporte les aubes statoriques en porte-à-faux à partir du carter du moteur. Le support annulaire présente une gorge annulaire 84 qui est ouverte vers l'intérieur. Cette gorge est délimitée par une paire de surfaces 86 et 88 s'étendant radialement et qui sont espacées l'une de l'autre, et par une surface 92 s'étendant axialement. La surface radiale amont 86 est tournée vers l'aval, la surface radiale aval 88 est tournée vers l'amont, et la surface 92 s'étendant axialement est tournée radialement vers l'intérieur. Une pluralité d'orifices 94 s'étendent à travers le support afin de mettre la gorge annulaire en communication avec la région à basse pression 76.

Le support externe 56 comporte en outre une pluralité de brides amont 96 qui sont espacées circonférentiellement les unes des autres. Chacune de ces brides est adaptée de manière à être en contact avec une aube statorique 42 de la série d'aubes statoriques, par l'intermédiaire d'une liaison du type à cannelures 98. Chaque bride 96 a une face amont 100. Cette face amont 100 est espacée axialement d'une distance axiale L_1 de la surface aval 88 délimitant la gorge

annulaire 84. L'aube a également une face aval 102 qui est espacée d'une distance L_2 de la surface aval 98. La distance L_2 est supérieure à la distance L_1 , afin d'assurer qu'un jeu axial existe entre la bride et l'aube lorsque cette aube se déplace vers l'arrière pour venir en butée contre la face aval 98.

Chaque aube statorique 42 de la série d'aubes statoriques s'étend entre le support interne 54 et le support externe 56. Chaque aube a un côté en dépression 104 et un côté en pression 106. Le capotage interne 52 comporte une bride interne amont 108 et une bride interne aval 112. Ces brides s'étendent circonférentiellement autour de l'aube. Ainsi qu'il est représenté la bride interne amont 108 est en contact avec un joint flexible en feuille métallique 114 qui est fixé au support interne et qui s'étend circonférentiellement afin d'être en contact d'une manière étanche avec la bride interne amont, pour empêcher toute fuite d'air de refroidissement à partir du circuit d'écoulement primaire 60 de l'air de refroidissement.

La bride interne aval 112 est adaptée, au moyen d'un trou 116, de manière à recevoir un organe de fixation tel qu'un boulon 118. Un anneau complet 120, s'étendant circonférentiellement, passe sur la bride interne de chaque aube et retient cette bride interne dans la direction axiale, entre l'anneau et la bride annulaire 62 sur le support interne 54.

Chaque aube statorique 42 est adaptée de manière à être en contact avec le support externe par l'intermédiaire de brides, telles qu'une bride externe aval 122 et une bride externe amont 124. La bride externe amont 124 est espacée radialement vers l'extérieur de la bride interne aval et elle est espacée axialement vers l'avant par rapport aux brides interne et externe aval. La bride externe amont est adaptée, au moyen d'une gorge 125, de manière à pouvoir être en contact à glissement avec la bride amont 96 du support externe, par l'intermédiaire de la liaison du type à cannelures 98. La bride externe aval est espacée radialement vers l'extérieur de la bride interne aval et

elle est espacée axialement vers l'arrière d'une petite distance. La bride externe aval s'étend circonférentiellement dans la gorge annulaire 84. La bride externe aval comporte une paire de surfaces radiales 126 et 128. La surface radiale amont 126 est tournée vers l'amont tandis que la surface radiale aval 128 est tournée vers l'aval. Une surface axiale 132 s'étend entre ces surfaces radiales et elle est espacée radialement de la surface axiale 92 dans la gorge, afin de laisser entre elles une chambre intermédiaire annulaire 132. Cette chambre intermédiaire annulaire communique avec la seconde région à basse pression 76 pour l'air de refroidissement, à travers les orifices 94 du support externe. Par suite des tolérances entre la gorge et les faces de la bride externe aval, un faible jeu existe entre la surface radiale 126 tournée vers l'amont sur la bride et la surface radiale amont 86 de la gorge 84.

La figure 2 est une vue en élévation d'une paire d'aubes statoriques adjacentes 42, des portions de la section de combustion 10 et du joint d'étanchéité en feuille métallique 114 étant enlevé dans un but de clarification. L'anneau 120 s'étendant circonférentiellement est également représenté arraché partiellement afin de montrer la relation de l'anneau par rapport à la bride interne aval de l'aube adjacente. Ainsi qu'il est représenté en trait mixte, l'anneau 120 s'étend sur chaque bride interne de telle façon qu'un boulon traversant chacun des trous 116 dans les brides internes aval adjacentes 112 amène l'anneau à exercer une action de blocage non seulement à l'emplacement du boulon mais encore sur toutes les portions de chaque bride interne aval qui s'étendent entre les emplacements des boulons successifs.

Les aubes adjacentes sont espacées circonférentiellement en laissant un petit jeu circonférentiel G entre elles, afin d'encaisser les variations du diamètre de la série d'aubes statoriques. Des plaques d'étanchéité flexibles 134 (joints à rainure et languette) qui sont engagées dans les rainures d'étanchéité 136 représentées sur les figures 1 et 2, s'étendent entre les capotages internes

adjacents, les plates-formes adjacentes et les brides externes aval adjacentes, afin d'empêcher la fuite de l'air de refroidissement à partir de ces emplacements.

Chaque bride interne aval 112 s'étend circonférentiellement autour de l'aube statorique 42, avec une longueur circonférentielle L_{1d} . Cette longueur circonférentielle est subdivisée en trois sections ayant chacune une longueur qui est approximativement égale à la longueur des sections adjacentes. La bride interne aval comprend une première section 142 qui est adjacente au côté en dépression 104 de l'aube. Une deuxième section 144 est adjacente au côté en pression 106. Une section centrale 146 s'étend entre les première et deuxième sections. La première section est adaptée, au moyen du trou 116 prévu dans la bride interne aval, de manière à recevoir le boulon 118. On comprendra que cette liaison par boulon exerce une contrainte sur la bride interne s'opposant à tout mouvement axial, circonférentiel et radial de l'aube statorique en un premier point à savoir le point A.

La bride externe amont 124 s'étend circonférentiellement autour de l'aube statorique, avec une longueur circonférentielle L_{0u} . De même que la bride interne aval 112 la bride externe amont a une première section 148 qui est adjacente au côté en dépression 104 de l'aube. Cette bride comprend également une deuxième section 152 qui est adjacente au côté pression 106 de l'aube. Une section centrale 154 s'étend entre les première et deuxième sections. La deuxième section est adaptée de manière à être en contact avec l'une des brides amont 96 du support externe, par l'intermédiaire de la liaison à cannelures, par une fente 156 s'étendant radialement. L'aube est en contact à glissement libre avec le support externe dans la direction radiale, par l'intermédiaire de la liaison du type à cannelures, et elle peut venir en butée contre le support externe dans la direction circonférentielle. Comme on peut le voir, la liaison à cannelures 98 comporte un doigt 158 et une douille 162 qui agissent comme un doigt agrandi. Le doigt est fixé à la bride amont 96 sur le support externe 56 et il s'étend vers

et dans la fente radiale 156. Suivant une variante la liaison à cannelures pourrait être constituée au moyen d'un doigt fixé à l'aube et s'engageant dans une fente prévue dans la bride. Ainsi qu'il est représenté, le doigt est
5 pourvu d'un boulon 164 et d'un ressort 165. Ce ressort est comprimé pendant l'installation afin de solliciter l'aube vers l'arrière contre la surface aval 88 de la gorge annulaire 84.

La figure 3 est une vue en coupe faite suivant la
10 ligne 3-3 de la figure 2 et elle montre la relation entre l'organe de fixation 118 dans la bride interne aval, en un premier point A, et la liaison à cannelures 98 formée par la combinaison du doigt 158 et de la fente radiale 156 en un
15 second point B. Ces deux dispositifs sont les moyens principaux pour retenir l'aube à l'encontre de tout mouvement circonférentiel. A cause des tolérances exigées pour la liaison à cannelures, entre le doigt et la fente, l'aube est autorisée à effectuer un léger mouvement circonférentiel à l'endroit du point B. Ce petit déplacement circonférentiel
20 se traduit par une rotation de l'aube autour du premier point A, avec un rayon ayant une composante horizontale qui est approximativement égale à R. On comprendra que ce mouvement se traduit au point B par un mouvement avant/arrière de l'aube. Ceci entraîne un mouvement avant/arrière de la bride
25 externe aval 122 au point C.

La figure 4 est une vue en coupe, faite suivant la ligne 4-4 de la figure 2, de la bride externe aval avec la structure adjacente, montrant la relation de cette bride
avec la gorge annulaire 84. Lorsque l'aube tourne autour du
30 point A, la bride externe aval 122 tourne au point C et une petite zone de fuite triangulaire (qui est exagérée dans un but de clarification), s'ouvre entre la surface radiale aval 128 sur la bride et la surface radiale 88 de la gorge qui est tournée vers la direction amont.

35 Pendant le fonctionnement du moteur à turbine à gaz, l'air de refroidissement s'écoule le long du circuit d'écoulement primaire 28 de l'air de refroidissement dans la première région à haute pression 74. Cette région à haute

pression est une première cavité ou chambre qui s'étend circonférentiellement en dessous de série d'aubes statoriques refroidissables 42 afin de fournir l'air de refroidissement à ces aubes statoriques. En outre le circuit d'écoulement primaire de l'air de refroidissement s'étend dans la
5 seconde région à basse pression 76 qui se trouve radialement à l'extérieur du support externe annulaire 56. Cette seconde région est bordée par le support amont, le joint d'étanchéité pneumatique externe 32 et le joint à ressort 45 qui
10 s'étend entre le support externe et le support amont 36. Les composants de la section de turbine, y compris le support interne, le support externe, le carter externe, la série d'aubes statoriques et le joint d'étanchéité pneumatique externe sont chauffés par les gaz de travail actifs et re-
15 froidis par l'air de refroidissement.

Ces composants du moteur répondent thermiquement, à des degrés différents au chauffage par les gaz de travail actifs et au refroidissement par l'air de refroidissement. Les facteurs affectant leurs réponses thermiques comprennent
20 la capacité calorifique des composants et l'exposition de ces composants aux gaz chauds et à l'air de refroidissement. Par exemple des composants tels que la série d'aubes statoriques 42 sont en contact intime avec le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs et répondent plus rapidement que le carter externe 24 et les supports 54, 56 qui
25 sont espacés du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs 14 et qui baignent dans l'air de refroidissement. Il en résulte que le support externe et le support interne et la série d'aubes statoriques se dilatent axialement et
30 radialement à des degrés différents en réponse à des variations de la température dans le trajet des gaz. Par exemple le support interne et le support externe peuvent se déplacer radialement et axialement l'un par rapport à l'autre, ce qui amène l'aube à basculer dans la direction avant/arrière.
35 Ce mouvement radial et axial est encaissé par le jeu axial C_a entre la bride externe aval 122 et la surface radiale 36 de la gorge annulaire 84, par suite du contact à glissement radial entre les brides des aubes statoriques et le support

externe et par suite de l'aptitude des aubes à effectuer de petits ajustements vers l'arrière en réponse aux forces opérationnelles agissant sur la série d'aubes statoriques, forces qui sont exercées par les gaz de travail actifs tandis qu'ils s'écoulent à travers les aubes. Du fait que la distance L_1 entre la surface arrière 88 de la gorge annulaire et la face amont 100 de la bride externe est plus petite que la distance entre la surface arrière 128 de la bride externe aval 122 et la surface arrière de la bride externe amont 124, l'aube se déplace axialement vers l'arrière en réponse aux forces opérationnelles, en étant appliquées sous pression d'une manière étanche contre la surface arrière 126 de la gorge annulaire. Néanmoins les forces opérationnelles exercées par les gaz de travail actifs agissent également pour amener la vanne à tourner en s'écartant de la surface arrière, mouvement auquel s'oppose la limitation circonférentielle créée par la liaison à cannelures 98 et l'organe de fixation 118 à l'endroit de la bride interne aval.

Un avantage particulier offert par la présente invention est le rayon qui existe entre le point de la limitation dans le sens circonférentiel, à l'endroit de la bride interne, et le point de la limitation dans le sens circonférentiel à l'endroit de la bride externe. Il résulte du rayon R qui existe entre ces deux emplacements, que les tolérances à l'endroit de la liaison à cannelures ont un effet moindre que si l'aube était reliée par des cannelures au carter externe en un point se trouvant radialement à l'extérieur de la bride interne aval.

La figure 5 illustre d'une manière simplifiée l'effet des tolérances dans la direction circonférentielle sur l'aptitude de l'aube à se déplacer autour du point de rotation A. Si les tolérances fournies par la limitation dans le sens circonférentiel sont appliquées en un point qui est aligné circonférentiellement et qui est axialement aligné en étant très proche du point A, tel que le point B' l'aube est alors libre de se déplacer autour du point A d'un angle α . Si le point de la limitation dans le sens circonfé-

rentiel est déplacé axialement ou circonférentiellement à partir du point B' jusqu'à un point B, afin d'espacer, axialement et circonférentiellement, le point de la limitation dans le sens circonférentiel du point de rotation A. l'angle dont l'aube peut tourner est beaucoup plus petit et il est approximativement égal à l'angle β . Un avantage additionnel est obtenu en utilisant un doigt 158 s'étendant axialement qui forme un angle avec le rayon R. Ceci réduit additionnellement l'effet des tolérances.

10 L'impact de la réduction de ces angles est illustré sur la figure 4 où le tracé en trait plein représente le contact d'étanchement idéal entre la surface 128 tournée vers l'arrière de la bride externe aval 122 et la surface 88 tournée vers l'amont de la gorge annulaire. La rotation de l'aube dans une direction circonférentielle autour du point A, de l'angle α , amène le circuit de fuite triangulaire maximal à s'ouvrir entre la surface 128' de la bride et la gorge, ainsi qu'il est illustré en tirets. Le fait de déplacer axialement et vers l'avant, à partir du point de limitation dans le sens circonférentiel, à l'endroit de la bride interne aval, le point de limitation dans le sens circonférentiel entraîne une réduction additionnelle de l'angle et le déplacement de la bride axialement et circonférentiellement, par rapport au point de l'emplacement aval, 25 entraîne encore une autre diminution additionnelle de l'angle et se traduit par un mouvement vers un emplacement représenté en trait mixte. Ce même effet bénéfique apparaît en d'autres emplacements où une surface d'étanchement s'étendant circonférentiellement sur la bride est en contact avec 30 une surface associée sur un joint, par exemple entre la bride interne amont 108 et le joint adjacent 114 en feuille métallique.

Le circuit de fuite pour l'air de refroidissement s'étend à partir de la première région à haute pression 35 au-delà du jeu axial amont C_a qui est prévu pour encaisser le basculement axial de l'aube par rapport au support externe. Ce circuit de fuite s'étend dans la chambre intermédiaire et à partir de là entre la surface aval 128 de la bride

et la surface amont 88 du support. La fuite est notablement réduite, lorsque la bride occupe l'emplacement illustré en trait mixte, par suite de la réduction importante de l'aire de fuite comparativement au cas où la bride se trouve à l'emplacement illustré en tirets.

Un autre avantage est obtenu à partir de l'étanchement poussé de la chambre intermédiaire. Comme cette chambre intermédiaire est mise sous pression par le courant d'air de refroidissement le long du circuit de fuite, l'air de refroidissement est soutiré en arrière à partir de cet emplacement, pour être introduit dans le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs, à travers les orifices 74 qui s'étend à partir de la chambre intermédiaire jusqu'à la région à basse pression 76 du circuit d'écoulement primaire de l'air de refroidissement. Ceci permet de dériver une partie de l'air de refroidissement s'écoulant le long du circuit de fuite, en direction du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs. En plus ceci réduit la force d'entraînement (c'est-à-dire le gradient de pression) entre la chambre intermédiaire et le circuit d'écoulement des gaz de travail actifs, en réduisant la pression de la chambre intermédiaire. Le circuit d'écoulement primaire de l'air de refroidissement s'étend vers l'arrière entre les supports amont adjacents 36 et à travers le joint d'étanchéité pneumatique externe 32 où il assure le refroidissement de ce joint d'étanchéité pneumatique externe. L'air peut être évacué dans une troisième région, telle que la région 44 située à l'extérieur du circuit d'écoulement entre le joint d'étanchéité pneumatique externe et les aubes, où il met en pression cette région. Par conséquent l'air de refroidissement est dérivé d'un circuit de fuite en direction d'une région du moteur où il peut être employé utilement et être retourné à la région de fuite où il sert à mettre sous pression cette région, en réduisant additionnellement le gradient entre la cavité intermédiaire et la région de fuite.

Enfin l'organe de fixation 118 sert à limiter d'une manière sûre l'aube à l'encontre de tout mouvement radial, en fixant en position radialement les aubes les unes par

rapport aux autres et par rapport aux structures adjacentes statique et rotative. La fixation en position des aubes dans le sens radial les unes par rapport aux autres assure l'alignement correct des joints d'étanchéité du type à rainure et languette qui s'étendent entre les aubes adjacentes. La fixation en position des aubes par rapport à la structure rotative permet le maintien en position précis du joint d'étanchéité de bord en forme de lame 53 par rapport à la série d'ailettes rotoriques rotatives, afin d'assurer que l'étanchéité appropriée est obtenue vis-à-vis du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs, sans qu'il y ait une interférence destructrice entre le bord de la lame du joint et la structure rotative.

REVENDEICATIONS

1.- Stator pour une machine tournante ayant un circuit d'écoulement annulaire pour des gaz de travail actifs, un support interne se trouvant à l'intérieur de ce circuit d'écoulement et un support externe se trouvant à l'extérieur du circuit d'écoulement, caractérisé en ce qu'il comprend une série d'aubes statoriques (42) s'étendant entre le support interne (54) et le support externe (56), l'une au moins de ces aubes (42) comportant une bride interne aval (112) qui est adaptée de manière à être fixée au support interne (54) pour restreindre l'aube (42) à l'encontre de tout mouvement axial, radial et circonférentiel, une bride externe aval (122) espacée radialement de la bride interne aval (112) et qui est en butée contre le support externe (56), dans la direction axiale, tout en étant en contact à glissement avec le support externe (56) dans la direction radiale, une bride externe amont (124) espacée axialement de la bride externe aval (112) et de la bride interne aval (112), qui est en contact à glissement avec le support externe (56) dans la direction radiale et qui est adaptée de manière à être en butée contre le support externe (56) dans la direction circonférentielle, et des moyens pour restreindre chaque aube (42) à l'encontre de tout mouvement axial, radial et circonférentiel lesquels comportent un moyen (118) pour fixer la bride interne aval (112) au support interne (54) de manière à restreindre l'aube (42) à l'encontre de tout mouvement axial, radial et circonférentiel, et un moyen pour restreindre l'aube (42) à l'encontre de tout mouvement circonférentiel, ce moyen étant en contact avec la bride externe amont (124) et le support externe (56).

2.- Stator suivant la revendication 1 caractérisé en ce que le support externe aval a une surface s'étendant circonférentiellement (88) et la bride externe aval (122) présente une surface (128) s'étendant circonférentiellement qui est tournée vers la surface (88) sur le support (56), qui est adaptée de manière à être en contact à glissement avec la surface (88) du support (56) dans la direction radiale pour permettre un mouvement relatif dans ce sens et

qui est en butée contre la surface (88) dans la direction axiale afin d'assurer un étanchement en réponse aux conditions opérationnelles du moteur.

3.- Stator suivant la revendication 2 caractérisé en ce que les moyens restreignant l'aube (42) à l'encontre de tout mouvement circonférentiel comportent un moyen pour solliciter axialement l'aube (42) vers l'arrière.

4.- Stator pour une machine tournante ayant un circuit d'écoulement annulaire pour des gaz de travail actifs, un support interne se trouvant à l'intérieur de ce circuit d'écoulement et un support externe se trouvant à l'extérieur du circuit d'écoulement, caractérisé en ce qu'il comprend une série d'aubes statoriques (42) s'étendant entre le support interne (54) et le support externe (56), la série d'aubes statoriques comportant une paire d'aubes statoriques (42) qui ont une chacune un premier côté (104), un second côté (106), une bride interne aval (112) qui est adaptée de manière à être fixée au support interne (54) en un premier point (A) adjacent au premier côté (104) de l'aube, une bride externe aval (122) espacée radialement de la bride interne aval (112) et qui est adaptée de manière à être en butée contre le support aval dans la direction axiale et à être en contact à glissement avec le support externe (56) dans la direction radiale, une bride externe amont (124) espacée axialement de la bride externe aval (122) et de la bride interne aval (112) et qui est adaptée, en un second point (B) adjacent au second côté (106) de l'aube (42), de manière à être en contact à glissement avec le support externe (56) dans la direction radiale et à être en butée contre le carter externe dans la direction circonférentielle, des moyens pour restreindre chaque aube à l'encontre de tout mouvement axial, radial et circonférentiel, ces moyens comportant un anneau (120) qui coiffe la bride interne (112) des aubes adjacentes (42), afin de retenir les brides internes dans le sens axial entre l'anneau (120) et le support interne (154), un boulon (118) en chaque premier point (A) afin de solliciter l'anneau (120) contre les aubes (42) à l'endroit de chaque premier point (A) et de restreindre les

aubes à l'encontre de tout mouvement radial et circonférentiel, et une liaison du type à cannelures (98) entre l'aube (42) et le support amont, pour permettre à l'aube d'être en contact à glissement avec le support externe (56) dans la direction radiale et d'être en butée contre ce support externe dans la direction circonférentielle, si bien que la distance entre le premier point (A) et le second point (B) diminue l'effet sur la rotation de l'aube (42) autour du premier point (A) qui résulte de tolérances dans le contact en butée dans le sens circonférentiel à l'endroit du second point (B).

5.- Stator pour un moteur à turbine à gaz comportant un trajet d'écoulement annulaire pour des gaz de travail actifs, caractérisé en ce qu'il comprend un support interne (54) qui s'étend circonférentiellement autour du circuit d'écoulement des gaz de travail actifs et qui a une surface s'étendant radialement qui fait face dans la direction amont, un support externe annulaire (54) d'une seule pièce qui s'étend axialement et vers l'intérieur à partir du carter du moteur et qui est adapté de manière à diviser le trajet d'écoulement pour l'air de refroidissement en une région à haute pression et une région à basse pression, ce support annulaire comportant une gorge annulaire qui est tournée vers l'intérieur, une surface s'étendant radialement, tournée dans la direction amont et qui délimite la gorge, et une pluralité de brides amont espacées circonférentiellement dont chacune est adaptée de manière à être en contact avec la série d'aubes statoriques (42) par une liaison du type cannelures, une série d'aubes statoriques s'étendant entre le support interne (54) et le support externe (56), chacune des aubes (42) comportant un côté en dépression (104), un côté en pression (106), une bride interne aval (112) qui s'étend circonférentiellement autour de l'aube (42) avec une longueur circonférentielle L_{id} , cette bride (112) ayant une première section (142) adjacente à un premier côté (104) parmi les deux côtés (104,106), une deuxième section adjacente au second côté (106) parmi les deux côtés (104,106) et une section centrale (146) s'éten-

5 dant entre les première et deuxième sections (142,144), ces sections ayant approximativement la même longueur circon-
férentielle, la première section (142) étant adaptée, au
moyen d'un trou, pour recevoir un organe de fixation (118),
10 une bride externe aval (122) qui est espacée radialement de
la bride interne aval (112), qui s'étend circonférentiel-
lement dans la gorge annulaire (84) afin d'être en contact à
glissement avec le support externe (56) dans la direction
radiale, et qui a une surface (128) adaptée pour être en
15 butée contre la surface (88) s'étendant radialement et dé-
limitant la gorge (84), la bride (122) étant espacée radia-
lement, dans la gorge (84), du support (56) afin de délimi-
ter entre eux une chambre annulaire intermédiaire (132), une
bride externe amont (124) s'étend circonférentiellement
20 autour de l'aube avec une longueur circonférentielle L_{ou} ,
cette bride (124) comprenant une première section (148) du
premier côté (104) de l'aube, une deuxième section (152) du
second côté (106) de l'aube et une section centrale (154)
s'étendant entre les première et deuxième sections
25 (148,152), ces sections ayant pratiquement la même longueur
circonférentielle, la deuxième section (152) étant adaptée
de manière à être en contact avec l'une des brides amont à
l'endroit d'une liaison du type à cannelures (98), des
moyens pour restreindre chaque aube à l'encontre de tout
30 mouvement axial, radial et circonférentiel, ces moyens com-
portant un anneau (120) continu dans le sens circonféren-
tiel, qui coiffe la bride interne (112) des aubes adjacentes
(42), afin de retenir les brides internes dans le sens axial
entre l'anneau (120) et le support interne (154), un organe
35 de fixation (118) à l'endroit de chaque première section
(142), afin de solliciter l'anneau (120) axialement contre
les aubes (42), afin de restreindre ces aubes à l'encontre
de tout mouvement axial et pour restreindre l'aube à l'en-
contre de tout mouvement radial et circonférentiel, une
liaison du type à cannelures (98) entre la deuxième section
(152) de la bride amont (124) et le support amont, pour
permettre à l'aube d'être en contact à glissement avec le
support externe (56) dans la direction radiale et d'être en

butée contre ce support externe dans la direction circon-
férentielle, un trajet de fuite pour l'air de refroidis-
sement s'étendant à partir de la première cavité, le long
des brides, jusqu'à la chambre intermédiaire (132) et à
5 partir de là entre l'arrière des brides et le support, jus-
qu'au circuit d'écoulement des gaz de travail actifs, la
distance axiale entre la première section (142) sur la bride
interne aval (112) et la deuxième section (152) sur la bride
externe amont (124) diminuant l'effet, sur la rotation de
10 l'aube (42) autour du premier point (A), qui résulte des
tolérances dans le contact en butée circonférentiellement, à
l'endroit du second point (B), et diminuant l'aire de fuite
entre la surface aval et la bride externe et la surface
d'étanchement sur la gorge (84), afin de diminuer la fuite à
15 travers la chambre intermédiaire (132).

planche I/III

FIG. 1

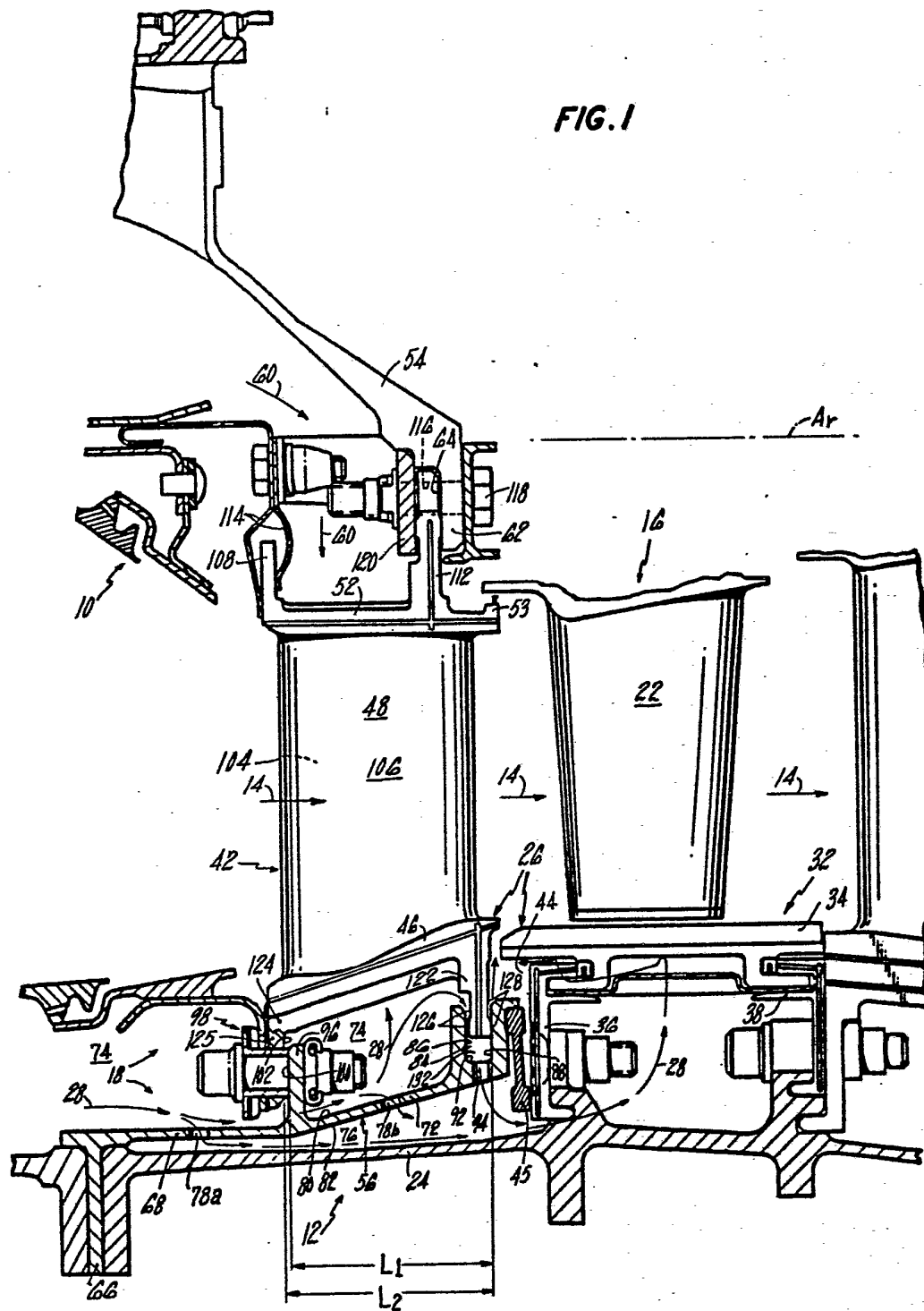


planche II/III

FIG. 2

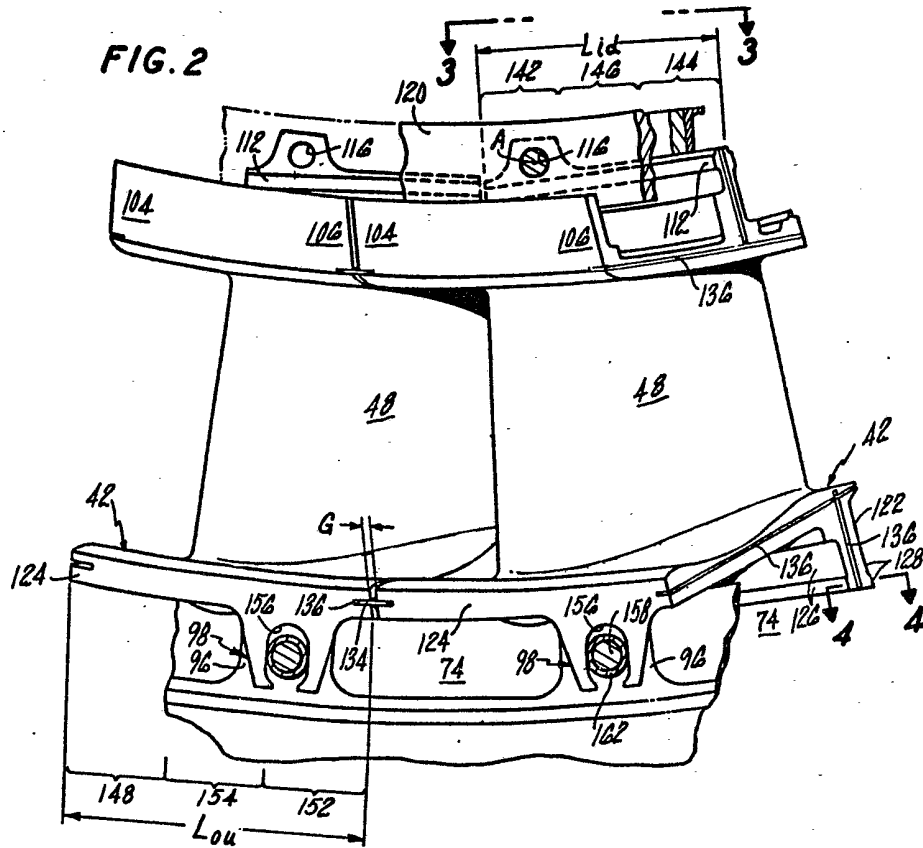


FIG. 3

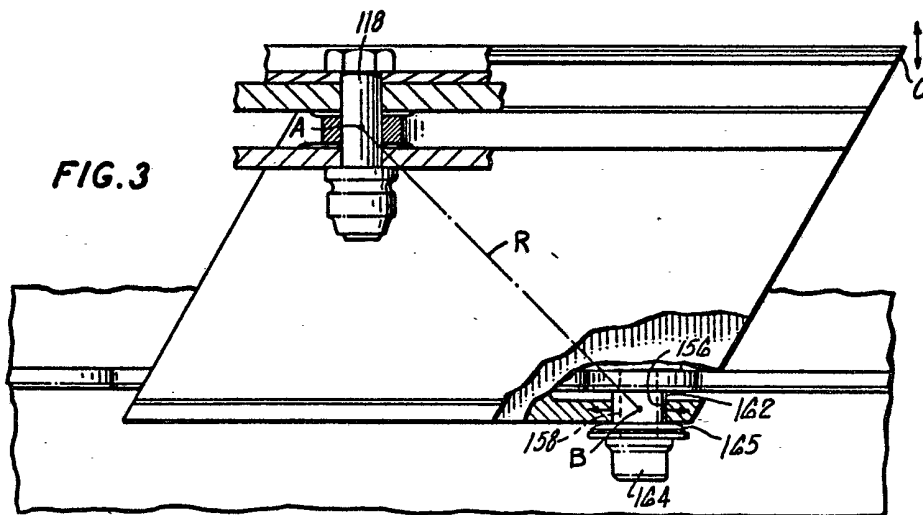


Planche III/III

FIG. 4

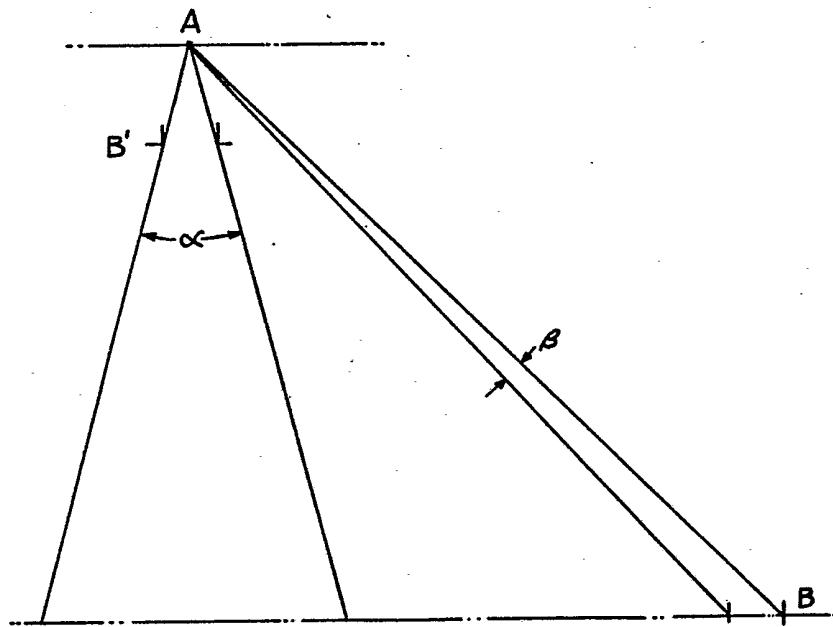
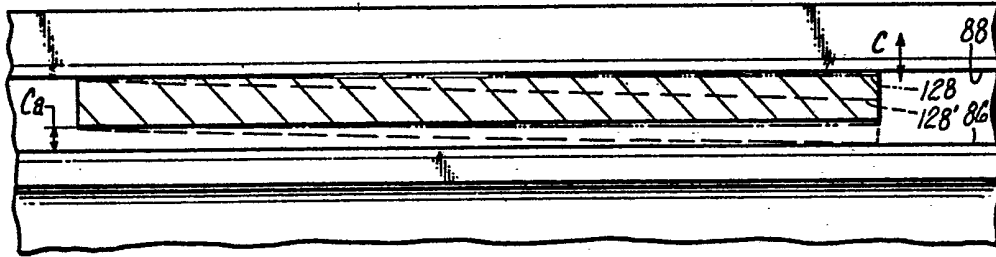


FIG. 5