

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ TUYERE DE TURBINE A SECTION VARIABLE.

②② Date de dépôt : 14.09.11.

③③ Priorité : 15.10.10 US 12905569.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.04.12 Bulletin 12/16.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 02.03.18 Bulletin 18/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY
— US.

⑦② Inventeur(s) : GARCIA-CRESPO ANDRES JOSE,
COIGN ROBERT WALTER, JOHNS DAVID RICHARD
et LIOTTA GARY CHARLES.

⑦③ Titulaire(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

⑦④ Mandataire(s) : CASALONGA & ASSOCIES.



Tuyère de turbine à section variable

L'invention concerne de façon générale la technologie des turbines. Plus particulièrement, l'invention porte sur une tuyère à section variable, destinée à servir dans une turbine multi-étage.

Dans la conception des moteurs à turbine à gaz, l'écoulement du fluide dans le moteur change sous l'effet d'une pluralité d'aubes de stator et d'ailettes de rotor. Ordinairement, des segments de tuyère fixes dirigent le flux d'un fluide de travail vers des étages d'ailettes de turbine montées sur un rotor tournant. Chaque tuyère a une forme de pale profilée ou d'aube conçue de façon que, lorsqu'une série de tuyères sont placées autour d'un rotor de la turbine, elles orientent le flux de gaz dans une direction optimale et avec une pression optimale contre les ailettes de rotor.

Les besoins d'orientation et de pression peuvent varier lorsque changent des conditions de fonctionnement telles que la température, le débit massique du moteur et autres. Les aubes fixes risquent de ne pas assurer une orientation et une pression optimales dans toute une gamme de conditions de fonctionnement, ce qui aboutit à une baisse de rendement et/ou un environnement plus rude que nécessaire pour les organes. Par ailleurs, les aubes fixes ont une durée de vie limitée, en raison des conditions ambiantes rudes à l'intérieur d'une turbine, laquelle peut être maintenue à une pression et une température très élevées, par exemple 982 à 1093°C (1800 à 2000°F). Ordinairement, la remise en état et le remplacement d'aubes fixes nécessitent le démontage d'une turbine, ce qui est coûteux à la fois en main d'œuvre et en temps d'immobilisation pour la machine.

Un certain nombre de conceptions ont fait appel à des aubes à section variable dans le but d'améliorer l'orientation et la pression du flux. On a utilisé des aubes à section variable ayant un passage creux conçu pour recevoir un bras de support et un bras intérieur, et pour fournir un flux d'air de refroidissement au bras intérieur au voisinage de l'aube à section variable. La rotation de l'aube pour ajustement angulaire a été obtenue par l'intermédiaire de paliers à coussinets. Cependant, cette conception ne réussit pas à permettre une plus longue durée de vie en raison de problèmes d'usure de pièces accouplées, ce qui nécessite des révisions à intervalles réguliers.

On a utilisé d'autres conceptions, dont une tuyère d'entrée de turbine à section variable ayant des aubes mobiles entraînées en rotation dans l'étage du milieu d'un moteur à turbine. Les aubes mobiles sont placées de manière étanche contre l'enveloppe extérieure et le rotor afin d'empêcher que de l'air ne s'échappe par celles-ci. Cependant, cette conception risque elle aussi de ne pas permettre une plus longue durée de vie, et des révisions à intervalles réguliers sont coûteuses en main d'œuvre et en temps d'immobilisation des turbines.

Selon un premier aspect, l'invention propose une tuyère distributrice pour turbine, la tuyère comprenant une aube ayant une forme profilée ; et un segment d'anneau de renforcement extérieur pour monter l'aube, le segment d'anneau de renforcement extérieur comportant un trou radial traversant celui-ci. Le segment d'anneau de renforcement extérieur comporte en outre un passage radial d'aube destiné à permettre une dépose radiale de l'aube à travers celui-ci.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose une tuyère distributrice pour turbine, la tuyère comprenant : une aube ayant

une forme profilée ; un segment d'anneau de renforcement extérieur pour le montage de l'aube, le segment d'anneau de renforcement extérieur comportant un trou radial traversant celui-ci ; un manchon de prolongement d'aube dimensionné pour être inséré dans le trou ; une douille disposée à l'intérieur du manchon de prolongement d'aube ; un tourillon de prolongement d'aube coopérant avec l'aube, le tourillon de prolongement d'aube comportant un élément formant collerette de prolongement d'aube dimensionné afin d'être inséré dans le trou radial du segment d'anneau de renforcement extérieur, et un élément formant axe de prolongement d'aube dimensionné de manière à être disposé dans la douille, le tourillon de prolongement d'aube coopérant en outre avec un actionneur servant à faire tourner l'aube, la rotation faisant varier une superficie de l'aube exposée à un passage d'écoulement de fluide.

Selon un troisième aspect, l'invention propose une turbomachine comprenant un arbre rotatif ; une pluralité d'ailettes s'étendant depuis l'arbre rotatif ; une enveloppe entourant la pluralité d'ailettes et définissant un passage d'écoulement ; et une tuyère distributrice adjacente à la pluralité d'ailettes pour orienter un flux de fluide vers la pluralité d'ailettes. La tuyère comprend en outre : une aube ayant une forme profilée ; un segment d'anneau de renforcement extérieur pour le montage de l'aube, le segment d'anneau de renforcement extérieur comportant un trou radial traversant celui-ci. Le segment d'anneau de renforcement extérieur comporte en outre un passage radial d'aube pour permettre de retirer radialement l'aube à travers celui-ci, le passage radial d'aube comprenant en outre : un passage de bord d'attaque adjacent au trou radial, le passage de bord d'attaque ayant une forme et une dimension correspondant sensiblement à une forme et une

dimension d'un bord d'attaque de l'aube ; et un passage de bord de fuite adjacent au trou radial, le passage de bord de fuite ayant une forme et une dimension correspondant sensiblement à une forme et une dimension d'un bord de fuite de l'aube. Le passage de bord d'attaque et le passage de bord de fuite sont alignés radialement avec le bord d'attaque et le bord de fuite de l'aube.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

10 - la figure 1 représente une vue en coupe d'une partie d'un ensemble de tuyères dans une turbine ;

 - la figure 2 représente une vue en perspective d'une partie d'une tuyère ;

15 - la figure 3 représente une vue en coupe d'une tuyère selon une forme de réalisation de l'invention ;

 - les figures 4 et 5 représentent des vues en perspective d'une tuyère selon une forme de réalisation de l'invention ;

 - la figure 6 représente une vue éclatée en perspective d'une tuyère selon une forme de réalisation de l'invention ;

20 - la figure 7 représente une vue agrandie en coupe d'une partie de la tuyère de la figure 3 ;

 - la figure 8 représente une vue en coupe d'une aube selon une forme de réalisation de l'invention ;

25 - la figure 9 représente une vue en perspective d'une aube selon une forme de réalisation de l'invention ;

 - la figure 10 représente une vue en plan d'une aube selon une forme de réalisation de l'invention ; et

30 - la figure 11 représente une vue en plan d'un segment d'anneau de renforcement extérieur selon une forme de réalisation de l'invention.

La présente invention est décrite ci-après en référence à son application à une turbomachine, par exemple une turbine à gaz. Les mêmes principes peuvent tout autant s'appliquer à des turbomachines d'autres types, à des turbines comme à des compresseurs.

L'invention concerne une tuyère et une turbine comprenant une tuyère qui peut être déposée sans démontage de la turbine. D'autres aspects de l'invention concernent une tuyère et une turbine comprenant une tuyère qui comporte des aubes à section variable, ainsi qu'un refroidissement modulé de celles-ci.

Considérant les dessins, la figure 1 représente une vue en coupe d'une partie d'un ensemble de tuyères distributrices dans une turbine 12. Il est entendu que la turbine 12 comprend un rotor avec un arbre tournant 14 depuis lequel, dans différents étages, s'étendent une pluralité d'ailettes 16. Les ailettes 16 s'étendent radialement depuis l'arbre tournant 14 (représenté en tirets) et, sous la force d'un flux 15 de fluide, servent à faire tourner l'arbre 14. Un ensemble de tuyères distributrices est placé en amont de chaque étage d'ailettes 16 pour diriger le flux 15 de fluide vers la pluralité d'ailettes avec l'angle d'attaque et la pression appropriés. Une enveloppe extérieure 130 entoure en outre les ailettes 16 et contient et oriente le flux 15 de fluide dans les étages de la turbine 12.

Comme représenté sur la figure 2, chaque tuyère distributrice 168 comporte une aube 122 assemblée, à son extrémité radialement extérieure et à son extrémité radialement intérieure, respectivement avec un anneau de renforcement radialement extérieur 124 et un anneau de renforcement radialement intérieur 126. Lorsque les aubes 122 sont montées sur les anneaux de renforcement extérieur et intérieur 124, 126 sans pouvoir bouger, l'angle d'attaque peut être établi de manière à s'adapter à une

gamme ou un ensemble spécifique de conditions de fonctionnement, dont la température, le débit massique du moteur, etc. Un espace entre les tuyères 168 au niveau de l'anneau de renforcement radialement intérieur 126 peut soit ne pas exister du fait de
5 l'ajustement des surfaces profilées, soit être constitué par une partie formant plaque de l'anneau de renforcement radialement intérieur 126. Un espace entre les tuyères 168 au niveau de l'anneau de renforcement radialement extérieur 124 peut être créé par une partie formant plaque de l'anneau de renforcement radialement extérieur
10 124.

Considérant les figures 3 à 11, on va décrire une tuyère distributrice 120 et une turbine comprenant la tuyère 120 selon des formes de réalisation de l'invention.

Comme représenté sur les figures 3 à 5, la tuyère 120
15 comprend un anneau de renforcement intérieur 126 qui entoure un diamètre d'un arbre rotatif (représenté sur la figure 1). L'anneau de renforcement intérieur 126 peut comporter une pluralité de trous 128 traversant celui-ci. Par ailleurs, la tuyère 120 comprend une pluralité d'aubes 122 ayant une forme profilée, les aubes 122 étant
20 disposées, de manière à pouvoir tourner, entre une enveloppe extérieure 130 de la turbine 12 et l'anneau de renforcement intérieur 126, comme sur les figures 4 et 5. La tuyère 120 peut comporter le même nombre d'aubes 122 que de trous 128 dans l'anneau de renforcement intérieur 126. Une collerette cylindrique 140 peut
25 servir de palier et peut être placée à une première extrémité, intérieure, de l'aube 122, pour rendre hermétique un bord d'attaque de l'aube 122 au niveau de l'anneau de renforcement intérieur 126. La première collerette cylindrique 140 peut avoir une forme toroïdale ou annulaire et peut avoir un diamètre extérieur

approximativement égal à celui du trou 128 de l'anneau de renforcement intérieur 126.

Comme illustré en outre sur les figures 3 à 5, chaque aube 122 est en outre supportée par un anneau de renforcement extérieur 124. L'anneau de renforcement extérieur 124 est composé d'une pluralité de segments 144, chaque segment 144 étant disposé au voisinage immédiat d'un segment adjacent 144, bout à bout comme représenté sur les figures 4 et 5. L'anneau de renforcement extérieur 124 peut être assujetti à une surface intérieure de l'enveloppe extérieure 130 (figures 4 et 5) par tout moyen d'accouplement, par exemple des crochets d'accouplement.

Chaque aube 122 peut être montée sur un segment 144 d'anneau de renforcement extérieur. Chaque segment 144 d'anneau de renforcement extérieur comporte un trou sensiblement cylindrique 146 qui s'étend radialement à travers toute l'épaisseur du segment 144. Un manchon de prolongement d'aube 148, qui a une forme sensiblement tubulaire, peut être inséré dans le trou 146 depuis un côté radialement extérieur, de façon à doubler le trou 146, en contribuant à définir un passage d'écoulement 15 dans la turbine 12. Le manchon de prolongement d'aube 148 peut ne pas être inséré dans toute l'épaisseur du trou 146 du segment 144 mais au contraire dépasser du trou 146 en direction radiale vers l'extérieur, comme illustré sur les figures 3 et 7. Le manchon de prolongement 148 comporte en outre une douille 160 disposée dans l'alésage du manchon de prolongement 148. La douille 160 constitue une surface d'usure à l'intérieur du manchon de prolongement 148. En outre, un tourillon 182 de prolongement d'aube est disposé dans la douille 160 et peut tourner dans celle-ci.

Le tourillon 182 de prolongement d'aube peut comporter au moins un élément formant collerette 142 et un élément formant

arbre 143 s'étendant suivant une forme en T depuis une face de l'élément formant collerette, comme représenté sur la figure 7. Dans diverses formes de réalisation, l'élément formant collerette 142 et l'élément formant arbre 143 peuvent constituer un tourillon de
5 prolongement 182 d'un seul tenant, ou peuvent être constitués de deux ou plus de deux pièces séparées. L'élément formant collerette 142 a une forme sensiblement toroïdale et peut avoir un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre intérieur du trou 146. L'élément formant arbre 143 peut avoir un diamètre extérieur
10 inférieur au diamètre intérieur de la douille 160. L'élément formant arbre peut en outre être suffisamment long pour que, lorsque le tourillon de prolongement 182 est disposé dans la douille 160, l'élément formant arbre 143 s'étende radialement vers l'extérieur au-delà du manchon de prolongement 148 et à travers la collerette 164,
15 comme examiné plus en détail plus loin. Le tourillon de prolongement 182 peut être disposé dans le segment 144 d'anneau de renforcement extérieur, l'élément formant arbre 143 étant disposé dans la douille 160, et l'élément formant collerette 142 étant disposé dans le trou 146, radialement vers l'intérieur du manchon de
20 prolongement d'aube 148, comme représenté sur la figure 7. Comme l'élément formant collerette 142 et le manchon de prolongement 148 ont l'un et l'autre un diamètre extérieur sensiblement identique au diamètre intérieur du trou 146, ils ont l'un et l'autre sensiblement le même diamètre extérieur.

25 Comme illustré en outre sur les figures 3 et 7, une collerette 164 peut servir à rendre étanche et fixer la tuyère 120. La collerette 164 est disposée radialement vers l'extérieur du manchon de prolongement 148 et sur une face externe de l'enveloppe 130, ce qui permet à l'élément formant arbre 143 de passer à travers un trou
30 traversant celle-ci. La collerette 164 peut être fixée au manchon de

prolongement 148 d'aube par n'importe quel moyen, par exemple des vis 166.

Comme représenté sur la figure 3, le tourillon de prolongement d'aube 182 peut coopérer avec l'aube 122 par l'intermédiaire de l'élément formant collerette 142 et avec un actionneur 170 par l'intermédiaire de l'élément formant arbre 143, lequel, comme indiqué précédemment, fait saillie radialement vers l'extérieur à travers la collerette 164. L'actionneur 170 peut provoquer la rotation de l'aube 122 autour d'un axe d'aube 134 s'étendant radialement depuis un axe géométrique central de la turbine 12, comme représenté sur la figure 3. Cette rotation fait varier la superficie de l'aube 122 exposée au passage d'écoulement de fluide 15, plaçant l'aube en phase ou en position déphasée par rapport au fluide en mouvement. L'actionneur 170 peut comporter un bras mécanique rotatif 172 coopérant par accouplement avec l'élément formant arbre 143 du tourillon de prolongement 182. Le bras mécanique 172 peut être situé à l'extérieur de l'enveloppe 130, ce qui permet un réglage fin de la position angulaire des aubes 122 pour un fonctionnement à efficacité maximale dans un ensemble donné de conditions de fonctionnement, dont le régime du moteur, les conditions ambiantes, les besoins de charge, etc.

Comme représenté sur la figure 11, chaque segment 144 d'anneau de renforcement extérieur comporte en outre un passage 150 de bord d'attaque et un passage 152 de bord de fuite. Les passages 150, 152 de bords d'attaque et de fuite sont chacun adjacent à un trou radial 146 et de part et d'autre de celui-ci. Le passage 150 de bord d'attaque a une forme et des dimensions coïncidant sensiblement avec la forme et les dimensions de la partie du bord d'attaque 154 de l'aube 122 qui s'étend latéralement au-delà du trou 146. Le passage 150 de bord d'attaque peut être situé

radialement juste à l'extérieur du bord d'attaque 154, et dans l'alignement de ce dernier. De même, le passage 152 de bord de fuite a une forme et des dimensions coïncidant sensiblement avec la forme et les dimensions de la partie du bord de fuite 156 de l'aube 122 qui s'étend latéralement au-delà du trou 146, et peut être situé radialement juste à l'extérieur du bord de fuite 156 et dans l'alignement de ce dernier. Le trou 146 et les passages de prolongement 150, 152 des bords d'attaque et de fuite sont alignés de façon que l'aube 122 puisse passer par le passage contigu 157 pratiqué dans le segment 144 d'anneau de renforcement extérieur, et constitué collectivement par les passages 150, 152 et le trou 146, ce qui permet de sortir l'aube 122 dans une direction radiale vers l'extérieur, à travers l'anneau de renforcement extérieur 124. Cela facilite la révision sans avoir à démonter l'anneau de renforcement extérieur 124. Les aubes 122 peuvent en outre être insérées de la même façon dans la turbine 12, à travers l'anneau de renforcement extérieur 124 et l'enveloppe 130, via le passage collectif constitué par le trou 146 et les passages 150, 152 des bords d'attaque et de fuite.

Revenant à la figure 7, le segment 144 d'anneau de renforcement extérieur comporte en outre un premier passage de refroidissement 158 qui traverse le segment 144 depuis une surface extérieure vers une surface intérieure du trou 146. Le premier passage de refroidissement 158 aboutit à une ouverture fixe 159, située près d'une surface intérieure du trou 146. L'ouverture fixe 159 peut avoir une forme et des dimensions destinées à faciliter la définition précise d'un débit la traversant et qui soit adapté à la charge thermique du flux de fluide 15 pour chaque inclinaison des aubes 122. L'ouverture 159 peut avoir une forme ronde ou rectangulaire, mais elle peut aussi avoir n'importe quelle autre

forme géométrique facilitant ce réglage de débit. Un deuxième passage de refroidissement 136, ayant une première extrémité 135 et une seconde extrémité 137, peut être situé dans le tourillon de prolongement d'aube 182. Le deuxième passage de refroidissement 136 peut être en communication fluïdique, à sa première extrémité 135, avec le premier passage de refroidissement 158 au niveau de l'ouverture fixe 159. Le deuxième passage de refroidissement 136 peut s'étendre latéralement à travers la douille 160 et l'élément formant arbre 143 du tourillon de prolongement 182, à peu près jusqu'à l'axe 134. La douille 160 est fixée par clavetage de façon que sa forme serve à assurer l'étanchéité des passages 150, 152 des bords d'attaque et de fuite dans le segment 144, et présente le premier passage de refroidissement 158. Un joint d'étanchéité 162 (figure 7) ou une pluralité de joints contribuent à l'étanchéité autour du manchon de prolongement 148 d'aube. Le joint 162 peut être disposé entre le manchon de prolongement d'aube 148 et l'élément formant collerette de prolongement d'aube 142. Ces joints empêchent sensiblement les fuites de fluide depuis le passage d'écoulement 15, ce qui préserve le rendement de la turbine 12.

Une fois que le deuxième passage de refroidissement 136 atteint approximativement l'axe 134 de l'aube, le deuxième passage de refroidissement 136 peut tourner radialement vers l'intérieur, franchissant l'axe longitudinal 134 de l'arbre 143, pour conduire le fluide radialement vers l'intérieur le long de l'axe 134. Le deuxième passage de refroidissement 136 aboutit à la seconde extrémité 137 au niveau d'une chambre d'entrée 139.

Le troisième passage de refroidissement 138, situé dans l'aube 122 est représenté en détail sur les figures 8 et 9, sert à refroidir l'aube 122 pendant le fonctionnement de la turbine. Dans diverses formes de réalisation, les passages de refroidissement 138

peuvent se présenter sous la forme d'un unique passage ou peuvent être constitués par de multiples passages en communication fluïdique conçus pour refroidir l'aube 122. Le troisième passage de refroidissement 138 peut être en communication fluïdique avec le
5 deuxième passage de refroidissement 136 dans la chambre d'entrée 139.

Dans une forme de réalisation, l'anneau de renforcement intérieur 126 fait corps avec une tuyère fixe 168, située au voisinage immédiat de la tuyère 120 dans la turbine 12, comme
10 représenté sur les figures 4 et 5. Un manchon intérieur de prolongement d'aube 178, similaire au manchon de prolongement d'aube 148, peut pénétrer dans les trous 128 de l'anneau de renforcement intérieur 126 afin de fixer les aubes 122. Dans certaines formes de réalisation, la tuyère fixe 168 peut être montée
15 de manière à précéder la tuyère 120 dans le passage d'écoulement 15, de façon que le fluide passe sur la tuyère fixe 168 avant d'atteindre la tuyère 120. La tuyère fixe 168 peut comporter en outre un quatrième passage de refroidissement 174 en communication fluïdique avec le premier passage de refroidissement
20 158, comme représenté sur la figure 7. Le fluide passe par les passages de refroidissement précités en communication fluïdique, dans une direction allant du quatrième passage de refroidissement 174 au premier passage de refroidissement 158, puis au deuxième passage de refroidissement 136, puis au troisième passage de
25 refroidissement 138.

N'importe quel agent de transfert de chaleur peut être utilisé pour alimenter les passages de refroidissement précités en communication fluïdique les uns avec les autres, afin de refroidir des parties internes de l'aube 122. Dans diverses formes de
30 réalisation, n'importe lequel ou plusieurs des premier passage de

refroidissement 158, deuxième passage de refroidissement 136, troisième passage de refroidissement 138 et quatrième passage de refroidissement 174 peut/peuvent en outre être dotés d'une surface de renforcement de transfert de chaleur, par exemple des pointes, des générateurs de tourbillons, etc., afin d'accroître le refroidissement des éléments de la tuyère 120.

Les aubes 122 peuvent en outre être évidées ou creuses, comme représenté sur la figure 10. Lorsque l'aube 122 tourne sous l'action du tourillon de prolongement d'aube 182 et de l'actionneur 170, l'aube 122 bouge de façon à être en phase ou au contraire déphasée par rapport à l'écoulement de fluide 15, ce qui modifie la superficie de l'aube 122 exposée au passage de fluide 15. Ainsi, le passage d'écoulement 15 peut être sensiblement ouvert ou fermé selon la position des aubes 122. Cela permet un équilibrage du rendement et du refroidissement de la turbine. Lorsque les aubes 122 sont sensiblement fermées, c'est-à-dire qu'une grande superficie de l'aube 122 est exposée au passage d'écoulement 15, il faut davantage de refroidissement, mais la turbine 12 fonctionne avec un meilleur rendement. Lorsque les aubes 122 sont sensiblement ouvertes, c'est-à-dire qu'une plus petite superficie des aubes 122 est exposée au passage d'écoulement 15, il faut moins de refroidissement, mais la turbine 12 a un rendement moindre.

Du fait du mouvement provoqué par l'actionneur 170, le tourillon de prolongement d'aube 182 et l'aube 122 peuvent être amenés à tourner autour de l'axe 134 de l'aube, ce qui amène le deuxième passage de refroidissement 136 dans le tourillon de prolongement 182 à tourner ou à coulisser au-delà de l'ouverture fixe 159 (figure 7) en plus de régler la position de l'aube 122. De la sorte, l'entrée de fluide dans le troisième passage de refroidissement 138 et le passage d'écoulement 15 peut être commandée ou modulée.

L'entrée de fluide dans le passage de refroidissement 136 de l'aube 122 peut être modulée en fonction du refroidissement nécessaire de l'aube 122, déterminé d'après des paramètres de fonctionnement ou des états de la turbine 12.

5 Parmi les effets techniques des diverses formes de réalisation de la présente invention figure la réalisation d'une tuyère 120 à section variable pour une turbine 12, avec un système de refroidissement modulé réglable en fonction des conditions de fonctionnement immédiates. D'autres effets techniques associés aux
10 diverses formes de réalisation de la présente invention comprennent la réalisation d'une tuyère 120 dont les aubes 122 peuvent être remises en état ou remplacées sans démontage de la turbine ni dépose de l'enveloppe 130, ce qui permet donc d'économiser du temps et de l'argent.

15 Bien que diverses formes de réalisation soient décrites ici, il est entendu d'après la description que diverses combinaisons d'éléments, variantes ou améliorations de celles-ci sont réalisables par les spécialistes de la technique et entrent dans le cadre de l'invention.

Liste des repères

	12	turbine
	14	arbre rotatif
5	15	passage d'écoulement de fluide
	16	ailette
	120	tuyère
	122	aube
	124	anneau de renforcement extérieur
10	126	anneau de renforcement intérieur
	128	trous dans 126
	130	enveloppe extérieure
	134	axe d'aube
15	135	première extrémité du deuxième passage de refroidissement 136
	136	deuxième passage de refroidissement
	137	deuxième extrémité du deuxième passage de refroidissement 136
	138	troisième passage de refroidissement dans l'aube 122
20	139	chambre d'entrée
	140	collerette cylindrique
	142	élément formant collerette de prolongement d'aube
	143	élément formant arbre de prolongement d'aube
	144	segment d'anneau de renforcement extérieur
25	146	trou radial dans le segment d'anneau de renforcement extérieur 144
	148	manchon de prolongement d'aube
	150	passage de bord d'attaque
	152	passage de bord de fuite
30	154	bord d'attaque de l'aube 122

	156	bord de fuite de l'aube 122
	157	passage de l'aube
	158	premier passage de refroidissement
	159	ouverture fixe
5	160	douille
	162	joint
	164	collerette
	166	vis
	168	tuyère fixe
10	170	actionneur
	172	bras mécanique
	174	quatrième passage de refroidissement
	178	manchon intérieur de prolongement d'aube
	182	tourillon de prolongement d'aube

REVENDICATIONS

1. Tuyère (120) pour ~~turbine (12)~~, la tuyère (120) comprenant :

5 une aube (122) ayant une forme profilée ;

 un segment (144) d'anneau de renforcement extérieur pour monter l'aube (122), le segment (144) d'anneau de renforcement extérieur comportant un trou radial (146) traversant ;

10 le segment (144) d'anneau de renforcement extérieur comportant en outre un passage radial (157) d'aube pour permettre de sortir l'aube (122) radialement,

 le passage radial (157) d'aube comportant en outre :

15 un passage (150) de bord d'attaque adjacent au trou radial (146), le passage (150) de bord d'attaque ayant une forme et des dimensions coïncidant sensiblement avec la forme et les dimensions du bord d'attaque (154) de l'aube (122) ; et

20 un passage (152) de bord de fuite adjacent au trou radial (146), le passage (152) de bord de fuite ayant une forme et des dimensions qui coïncident sensiblement avec la forme et les dimensions d'un bord de fuite (156) de l'aube (122) ;

 le passage (150) de bord d'attaque et le passage (152) de bord de fuite étant alignés radialement avec le bord d'attaque (154) et le bord de fuite (156) de l'aube (122).

25 2. Tuyère (120) selon la revendication 1, la tuyère (120) comprenant en outre :

 un manchon de prolongement (148) d'aube dont les dimensions permettent son insertion dans le trou précité (146) ;

 une douille (160) disposée à l'intérieur du manchon de prolongement (148) d'aube ;

un tourillon de prolongement (182) d'aube coopérant avec l'aube (122), et comportant :

5 un élément formant collerette de prolongement (142) d'aube dont les dimensions permettent son insertion dans le trou radial (146) du segment (144) d'anneau de renforcement extérieur, et

un élément formant arbre de prolongement (143) d'aube dont les dimensions permettent de le disposer dans la douille précitée (160),

10 le tourillon de prolongement (182) d'aube pouvant en outre coopérer avec un actionneur (170) pour faire tourner l'aube (122),

la rotation modifiant une superficie de l'aube (122) exposée à un passage d'écoulement (15) de fluide.

3. Tuyère (120) selon la revendication 2, comprenant en outre :

15 un premier passage de refroidissement (158) dans le segment (144) d'anneau de renforcement extérieur, aboutissant à une ouverture fixe (159) ; et

20 un deuxième passage de refroidissement (136) dans le tourillon de prolongement (182) d'aube, en communication fluïdique, par une première extrémité (135) de celui-ci, avec le premier passage de refroidissement (158) au niveau de l'ouverture fixe (159), et le deuxième passage de refroidissement (136) aboutissant à une seconde extrémité (137) de celui-ci, à une chambre d'entrée (139),

25 la rotation du tourillon de prolongement (182) d'aube et de l'aube (122) sous l'effet de l'actionneur (170) amenant la première extrémité (135) du deuxième passage de refroidissement (136) à tourner au-delà de l'ouverture fixe (159), en modulant un débit de fluide.

4. Tuyère (120) selon la revendication 3, comprenant en outre un troisième passage de refroidissement (138) dans l'aube (122), en communication fluidique avec le deuxième passage de refroidissement (136) dans la chambre d'entrée (139) ;

5 un fluide s'écoulant du premier passage de refroidissement (158) au deuxième passage de refroidissement (136) puis au troisième passage de refroidissement (138).

5. Tuyère (120) selon la revendication 3, dans laquelle le débit de fluide peut être modulé en fonction d'un besoin de refroidissement de l'aube (122) selon les conditions de fonctionnement.

6. Tuyère (120) selon la revendication 3, comprenant en outre un anneau de renforcement intérieur (126) supportant l'aube (122), l'anneau de renforcement intérieur (126) faisant corps avec une tuyère fixe (168) adjacente à la tuyère (120) dans la turbine (12) ;

la tuyère fixe (168) comportant en outre un quatrième passage de refroidissement (174) en communication fluidique avec le premier passage de refroidissement (158).

20 7. Tuyère (120) selon la revendication 2, dans laquelle l'actionneur (170) comporte en outre un bras mécanique rotatif (172) coopérant avec le tourillon de prolongement (182) d'aube, le bras mécanique (172) étant situé à l'extérieur d'une enveloppe (130).

25 8. Tuyère (120) selon la revendication 2, la tuyère (120) comprenant en outre :

au moins un joint d'étanchéité (162) disposé entre le manchon de prolongement (148) d'aube et l'élément formant collerette de prolongement (142) d'aube ; et

une collerette (164) disposée radialement vers l'extérieur du manchon de prolongement (148) d'aube et fixée au manchon de prolongement (148) d'aube, pour immobiliser la tuyère (120).

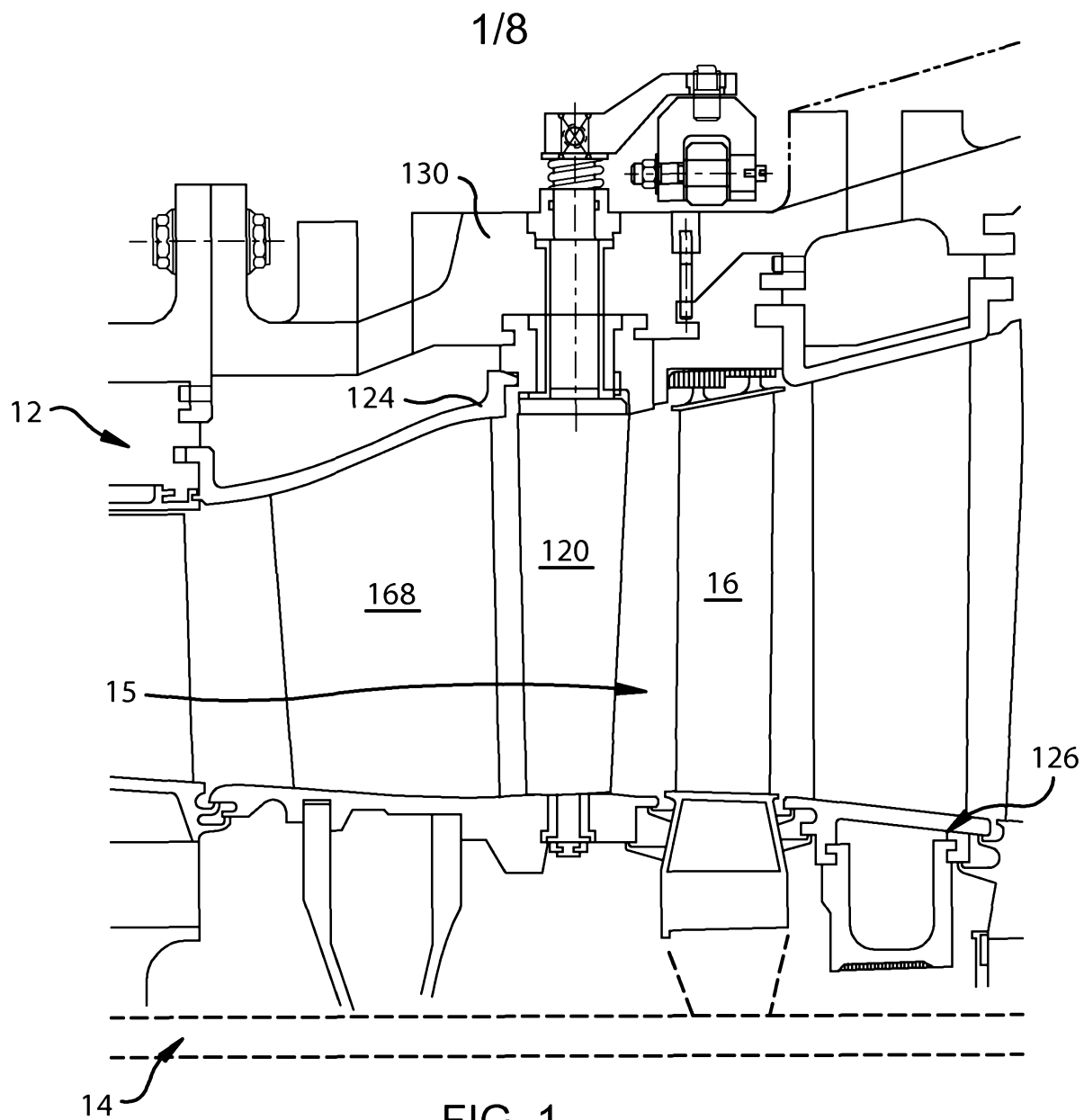


FIG. 1

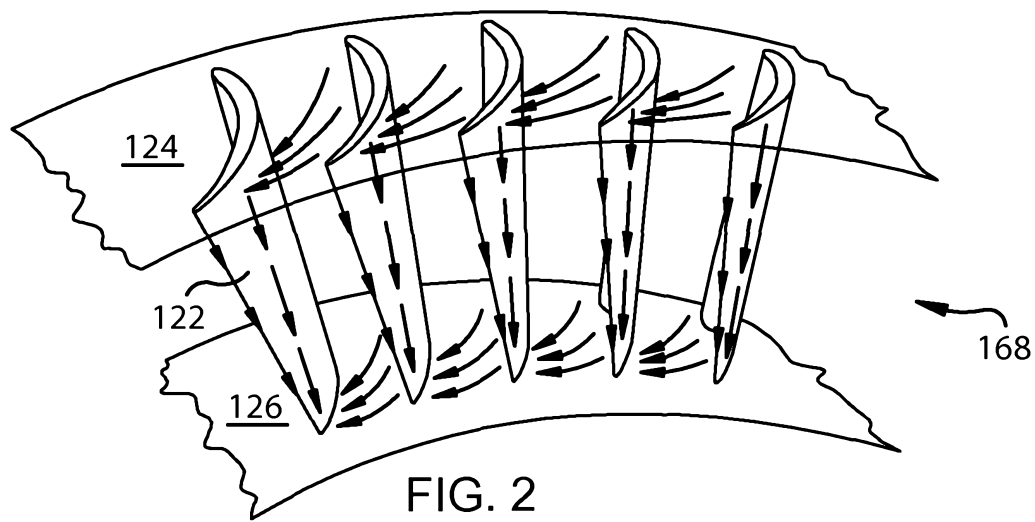
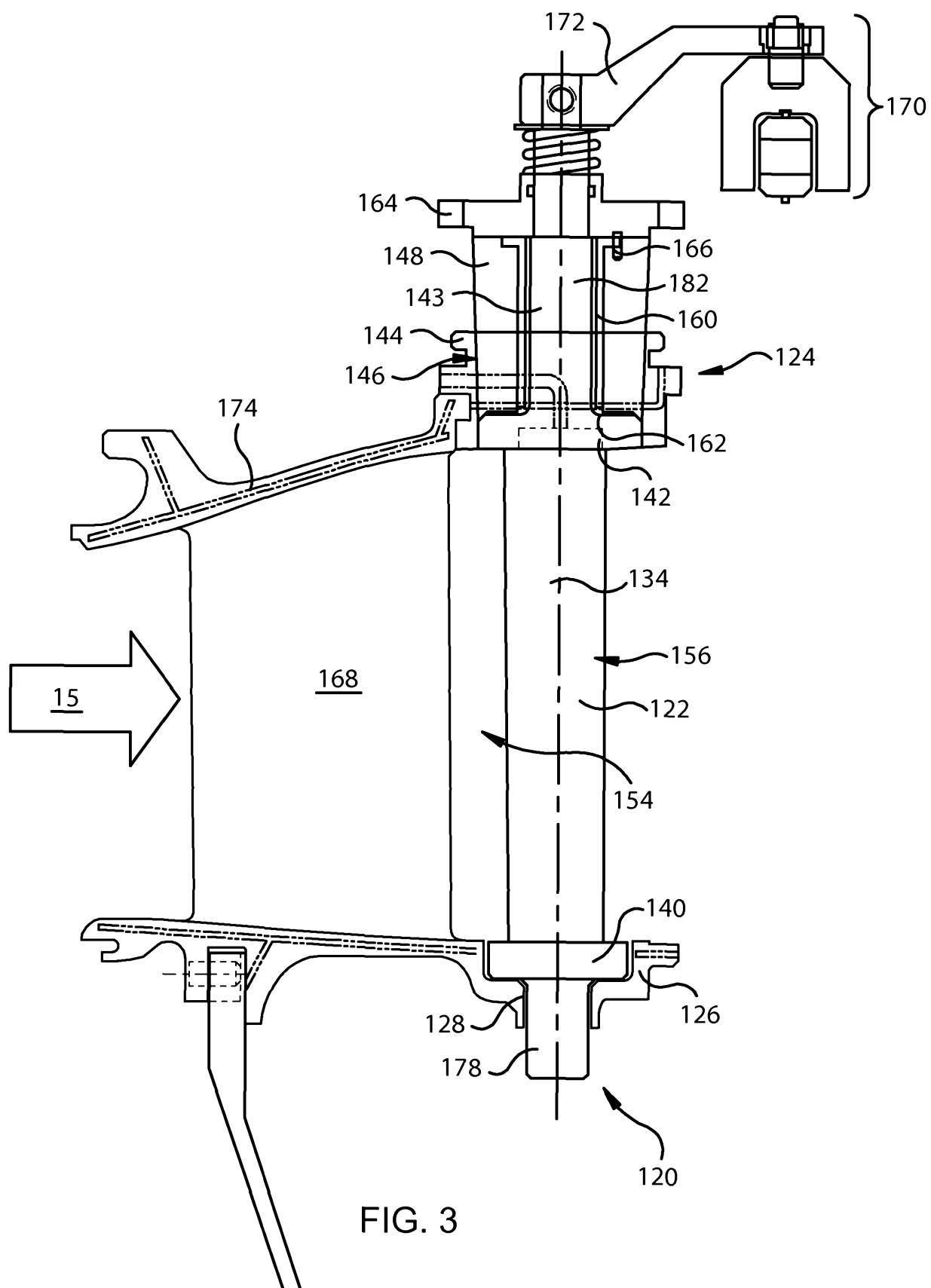
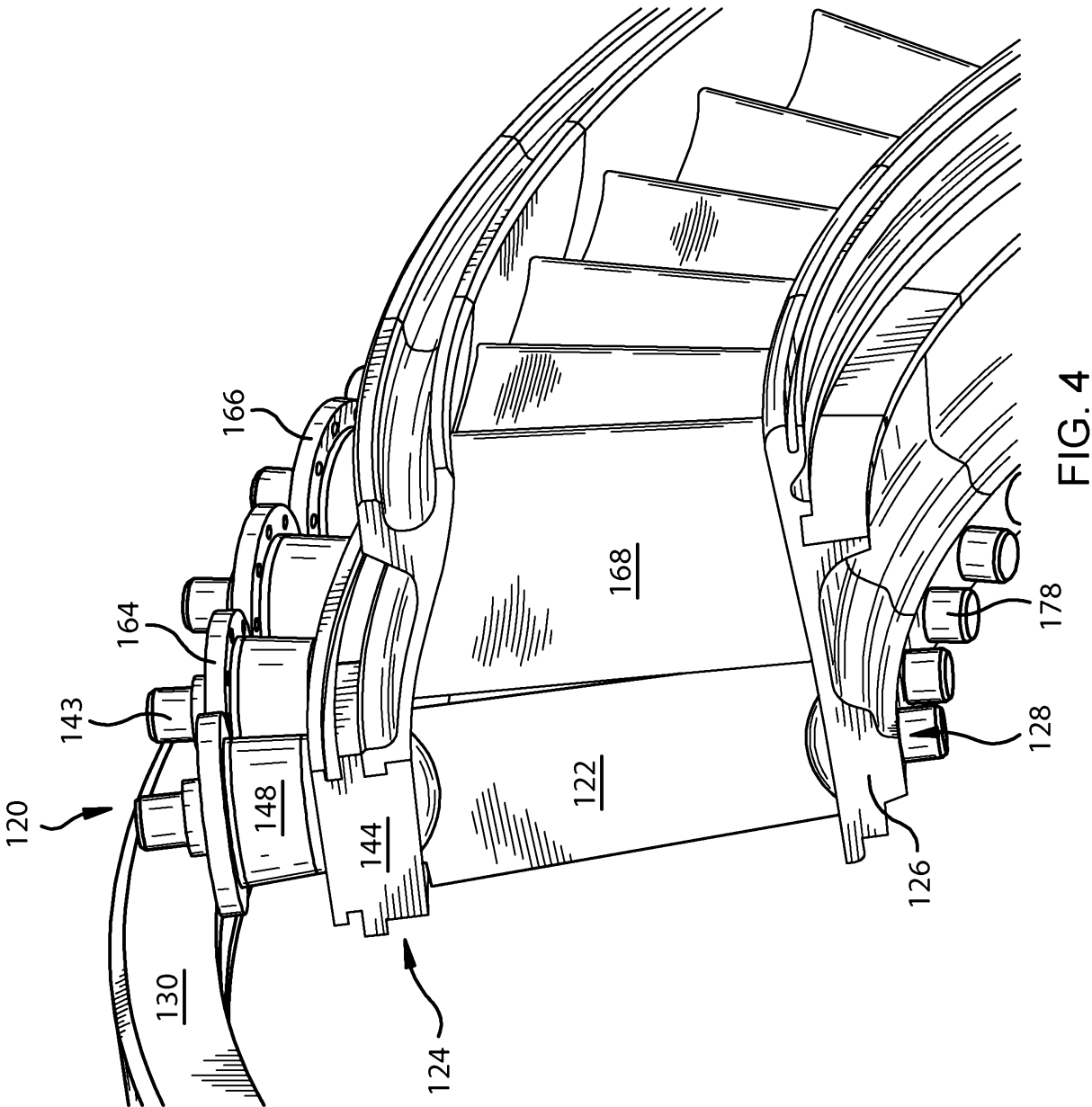


FIG. 2

2/8





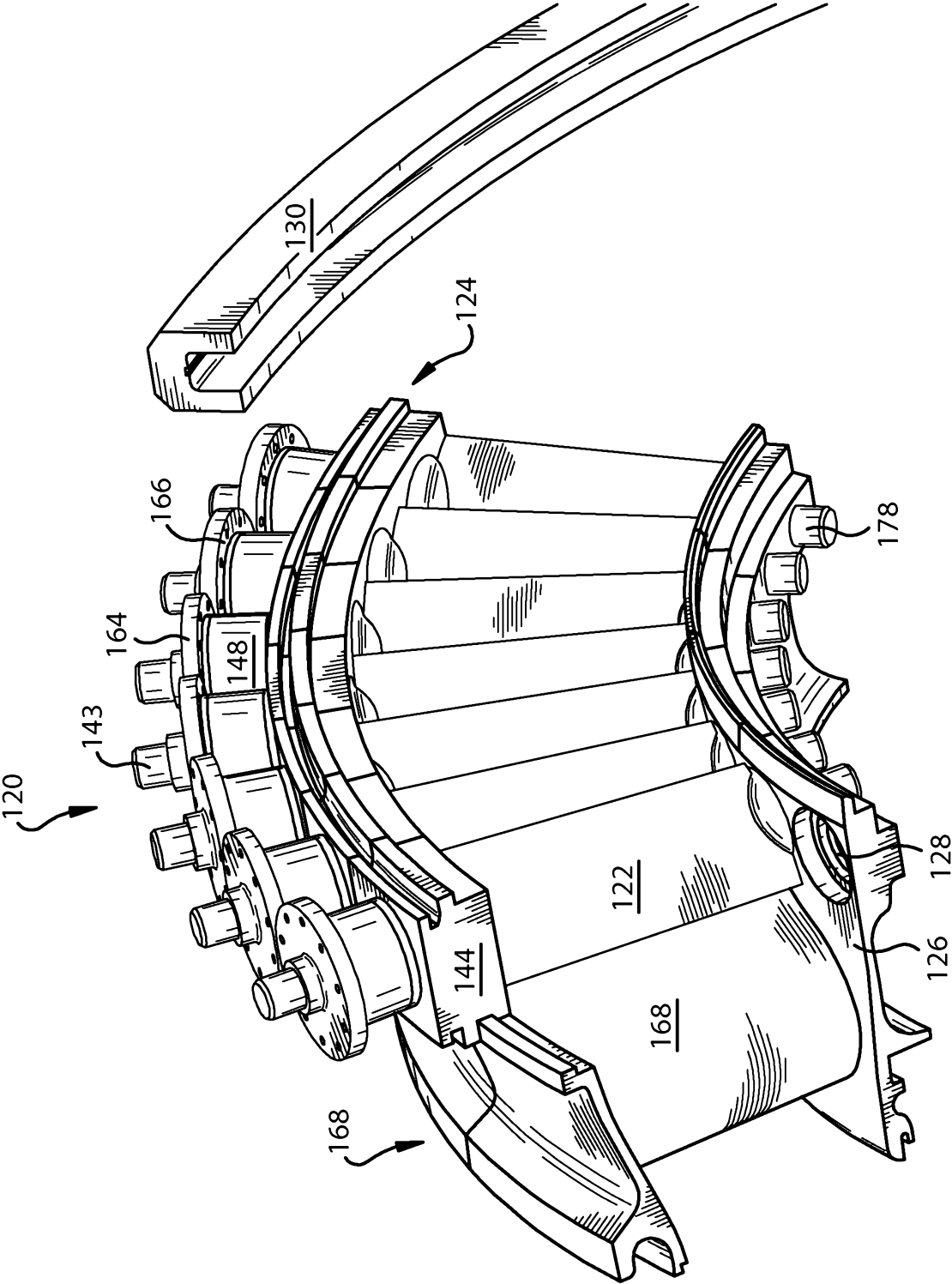


FIG. 5

5/8

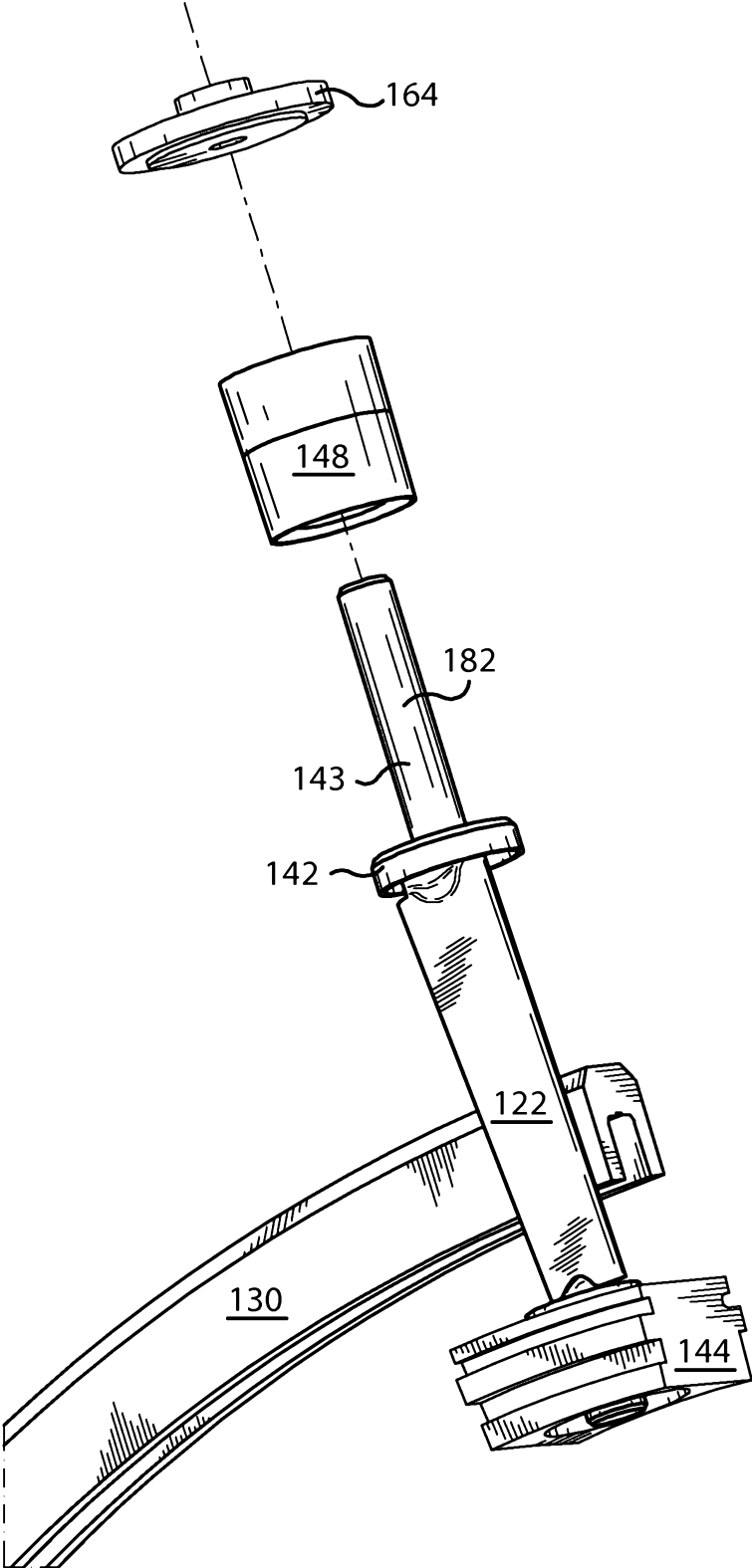


FIG. 6

6/8

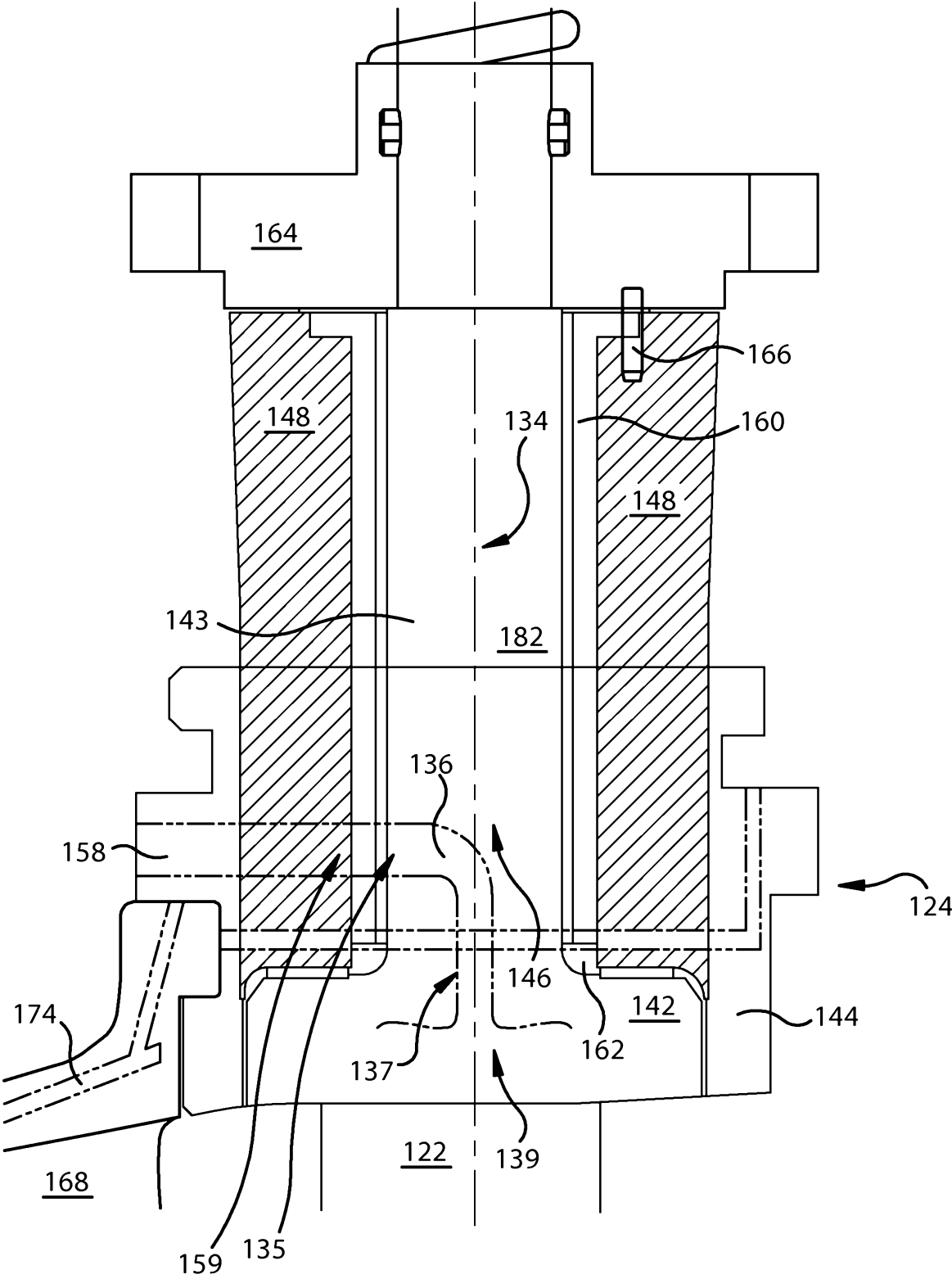


FIG. 7

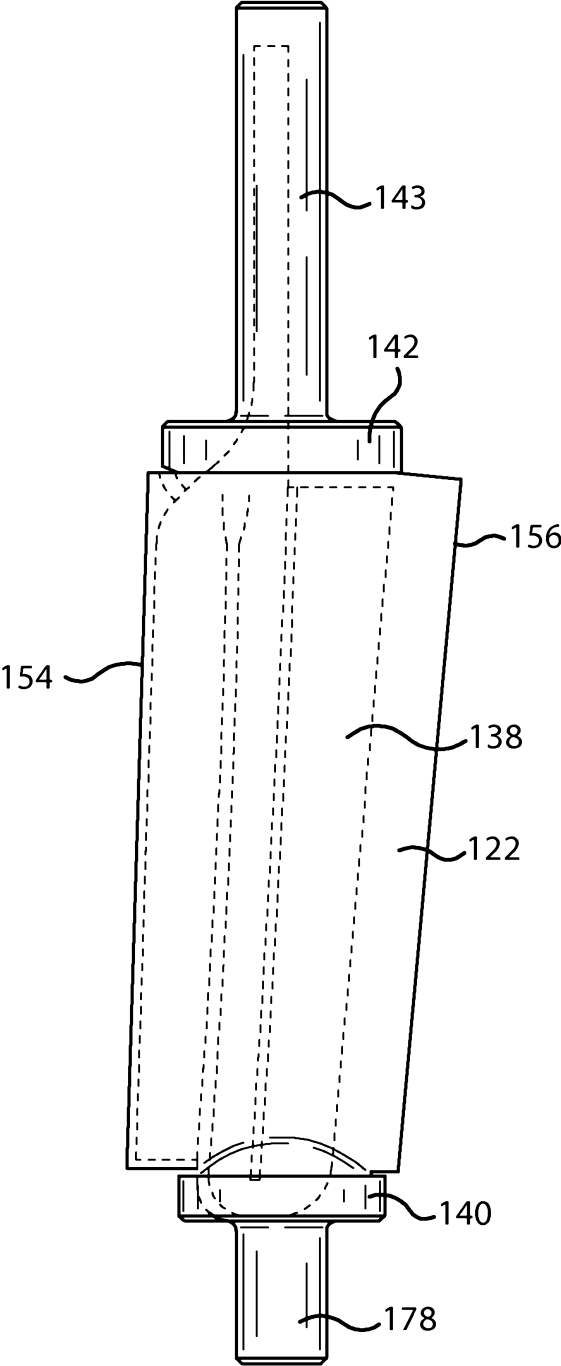


FIG. 8

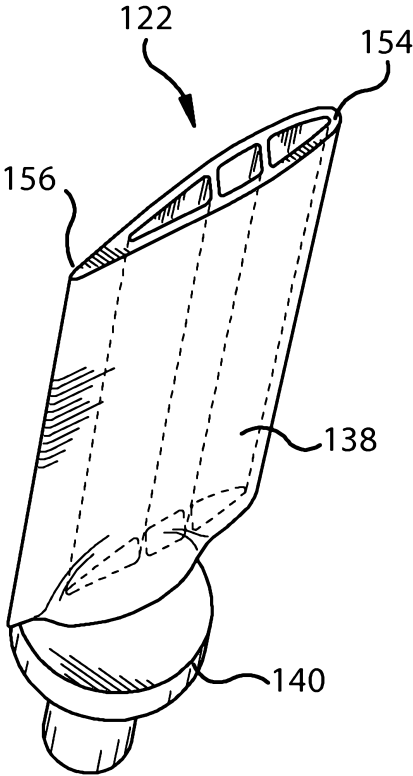


FIG. 9

8/8

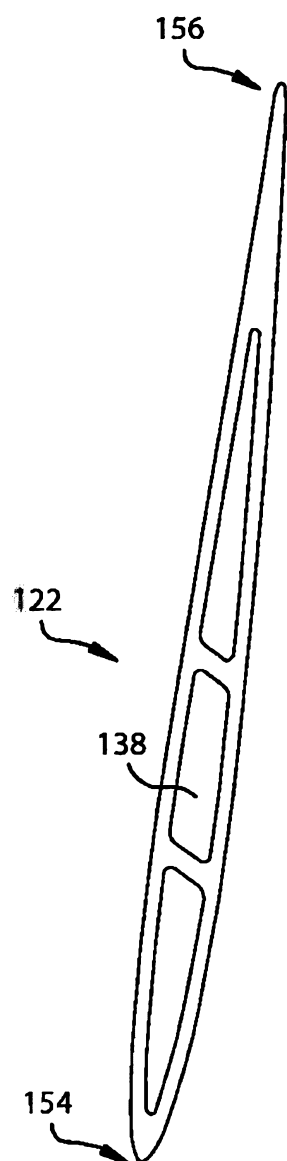


FIG. 10

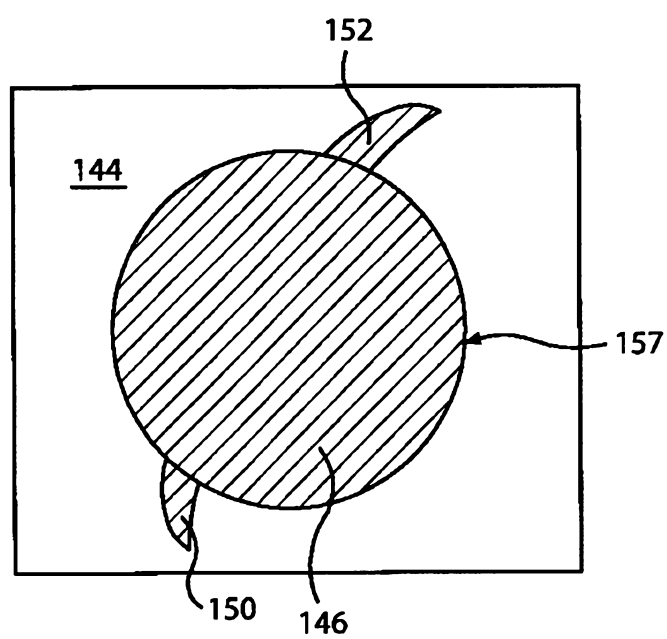


FIG. 11

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 5797725 A (RHODES JEFFREY F [US])
25 août 1998 (1998-08-25)

US 4861228 A (TODMAN MICHAEL T [GB])
29 août 1989 (1989-08-29)

US 7445427 B2 (GUTKNECHT JAMES E [US] ET AL.)
04 novembre 2008 (2008-11-04)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT