

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) Nº de publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 967 203

(21) Nº d'enregistrement national : 11 59954

(51) Int Cl⁸ : F 01 D 5/18 (2012.01), F 01 D 25/12

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 03.11.11.

(30) Priorité : 04.11.10 US 12939576.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.05.12 Bulletin 12/19.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

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

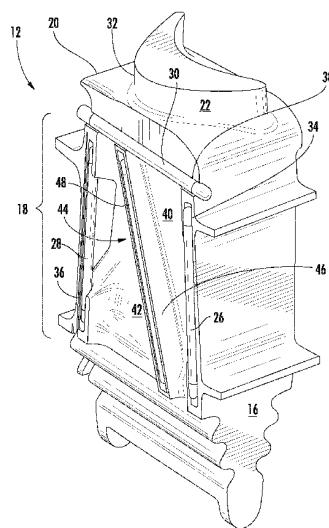
(72) Inventeur(s) : AMARAL SERGIO DANIEL MARQUES, ITZEL GARY MICHAEL, ZHANG XIUZHANG JAMES et SAMPAYO CAMILLO.

(73) Titulaire(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

(74) Mandataire(s) : BUREAU D.A. CASALONGA & JOSSE.

(54) SYSTEME ET PROCEDE POUR REFROIDIR UNE AILETTE DE TURBINE.

(57) Ailette (12) de turbine comprenant une pale (22), une plateforme (20) adjacente à la pale (22) et un pied (18) adjacent à la plate-forme (20). Le pied (18) définit une cavité (40, 42) de pied et une cloison (44) dans la cavité (40, 42) de pied crée une différence de pression dans la cavité (40, 42) de pied. Un procédé pour refroidir une ailette (12) de turbine comprend l'acheminement d'un fluide jusqu'à une cavité avant (40) de pied et la création d'une différence de pression entre la cavité avant (40) de pied et une cavité arrière (42) de pied.



Système et procédé pour refroidir une ailette de turbine

La présente invention concerne globalement un système et
5 un procédé pour refroidir une ailette de turbine. En particulier, des formes de réalisation de la présente invention permettent de réguler et/ou diriger un flux de fluide de refroidissement vers une cavité du pied et/ou une plate-forme d'une ailette de turbine.

Les turbines sont connues dans la technique pour produire de
10 l'énergie. Une turbine classique comprend des étages alternés d'aubes fixes ou distributeurs et d'aubes rotatives ou ailettes. Les aubes rotatives sont fixées sur un rotor. Un fluide de travail tel que de la vapeur ou des gaz de combustion sous la forme d'une veine de gaz chauds, passe sur les aubes fixes et les aubes rotatives. Les
15 aubes fixes dirigent le fluide de travail vers les aubes rotatives, faisant ainsi tourner les aubes, et donc le rotor, pour produire un travail. Par exemple, le rotor peut être accouplé à un alternateur de façon que la rotation du rotor produise de l'électricité. Une augmentation de la température du fluide de travail provoque
20 globalement une augmentation du rendement thermodynamique de la turbine ; cependant, l'élévation de la température du fluide de travail risque également de provoquer un échauffement excessif des ailettes et autres organes de la turbine dans la veine de gaz chauds. Par conséquent, il est connu dans la technique de réaliser un
25 refroidissement des ailettes de turbine afin d'éviter un endommagement et/ou de prolonger la durée de vie des ailettes de turbine.

Globalement, les aubes rotatives comprennent une pale profilée qui s'étend depuis une plate-forme en direction de la veine

de gaz chauds. Les aubes rotatives comprennent en outre une emplanture ou un pied s'étendant radialement vers l'intérieur de la plate-forme, le pied comportant souvent une cavité de pied. Pour refroidir des ailettes de turbine on fait circuler un agent de refroidissement dans la cavité de pied pour refroidir le pied. L'agent de refroidissement peut être constitué par n'importe quel fluide apte à évacuer de la chaleur, notamment de l'air détourné depuis un compresseur. La pression de l'agent de refroidissement pénétrant dans la cavité de pied est maintenue supérieure à la pression du fluide de travail passant sur la pale profilée dans la veine de gaz chauds. De la sorte, l'agent de refroidissement empêche le fluide de travail de contourner la pale et de s'échapper ou d'être ingéré dans la cavité de pied.

La différence de pression entre l'agent de refroidissement et le fluide de travail risque d'avoir pour effet qu'une partie de l'agent de refroidissement s'échappe de la cavité de pied pour se mélanger à la veine de gaz chauds. Cette partie d'agent de refroidissement qui s'échappe dans la veine de gaz chauds passe ensuite par les étages alternés d'aubes fixes et d'aubes rotatives pour produire un travail. Cependant, la différence de pression entre l'agent de refroidissement et le fluide de travail risque également d'amener une autre partie d'agent de refroidissement à s'écouler vers l'aval dans la cavité de pied et à s'échapper de la cavité de pied pour entrer dans un organe en aval, par exemple une cavité de purge d'un espace de roue en aval du pied. Cette autre partie d'agent de refroidissement ne produit aucun travail dans la turbine et, par conséquent, ne contribue pas au rendement thermodynamique de la turbine.

Une baguette d'étanchéité arrière peut être installée dans la partie arrière de la cavité de pied afin de réduire la quantité d'agent

de refroidissement qui s'échappe de la cavité du pied pour entrer dans un organe en aval. Cependant, la pression de l'agent de refroidissement risque encore de provoquer une fuite indésirable d'agent de refroidissement au-delà de la baguette d'étanchéité 5 arrière et à l'extérieur de la cavité de pied. Par conséquent, il existe un besoin pour un système et un procédé perfectionnés pour refroidir des ailettes de turbine, qui réduisent quantitativement les fuites indésirables d'agent de refroidissement hors de la cavité de pied.

10 Selon une forme de réalisation de la présente invention, une ailette de turbine comprend une pale profilée, une plate-forme adjacente à la pale et un pied adjacent à la plate-forme. Le pied comporte une cavité de pied avec une cloison dans la cavité de pied qui crée une différence de pression dans la cavité de pied.

15 Selon une autre forme de réalisation de la présente invention, une ailette de turbine comprend une pale profilée, une plate-forme adjacente à la pale et un pied adjacent à la plate-forme. Le pied comporte une cavité avant et une cavité arrière avec une différence de pression entre la cavité avant et la cavité arrière.

20 Selon un autre aspect, la présente invention propose également un procédé pour refroidir une ailette de turbine. Le procédé comprend l'acheminement d'un fluide jusqu'à une cavité avant de pied et la création d'une différence de pression entre la cavité avant et une cavité arrière de pied.

25 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 :

- la figure 1 est une coupe axiale simplifiée d'un étage d'ailettes de turbine ;

- la figure 2 est une vue en perspective d'une ailette de turbine selon une forme de réalisation de la présente invention ;

- la figure 3 est une vue en plan du côté aspiration de l'aillette de turbine représentée sur la figure 2 ;

5 - la figure 4 est une vue en plan du côté pression d'une ailette de turbine selon une autre forme possible de réalisation de la présente invention ; et

- la figure 5 est un gros plan d'une partie de l'aillette de turbine représentée sur la figure 4.

10 Des repères identiques ou similaires sur les dessins et dans la description ont été employés pour désigner des parties identiques ou similaires de l'invention.

15 La présente invention permet un refroidissement perfectionné d'un pied d'aillette de turbine. La présente invention peut également permettre un refroidissement et/ou un soutien perfectionnés d'une plate-forme d'aillette de turbine. Le refroidissement perfectionné du pied et/ou de la plate-forme permet de réduire les besoins en refroidissement de l'aillette de turbine, d'améliorer le rendement thermodynamique de la turbine et/ou de 20 prolonger la durée de vie de l'aillette de turbine.

25 La figure 1 présente une coupe axiale simplifiée d'un étage classique 10 d'aillettes ou aube rotatives de turbine. Comme représenté, l'étage 10 d'aillettes de turbine comprend globalement une pluralité d'aillettes ou aube rotatives 12 de turbine fixées à une roue 14 qui est elle-même fixée à un rotor (non représenté). Chaque ailette 12 de turbine comprend globalement une queue d'aronde 16, une emplanture ou pied 18, une plate-forme 20 et une pale profilée 22. La queue d'aronde 16 et la roue 14 comportent des surfaces complémentaires 24 qui permettent à chaque ailette 12 de turbine 30 d'être montée axialement par coulissolement dans la roue 14, les

surfaces complémentaires 24 entre la roue 14 et la queue d'aronde 16 maintenant en place chaque ailette 12 de turbine lorsque l'étage 10 d'ailettes de turbine tourne pendant le fonctionnement. Le pied 18 est relié à la queue d'aronde 16 et s'étend radialement vers l'extérieur depuis la queue d'aronde 16 jusqu'à la plate-forme 20. Comme représenté sur la figure 1, le pied 18 peut comporter une pluralité de broches qui comblient des intervalles entre des ailettes de turbine adjacentes 12. En particulier, chaque pied 18 peut comporter une broche avant 26 près de l'avant du pied 18, une broche arrière 28 près de l'arrière du pied 18 (invisible sur la figure 1) et une broche horizontale 30 près du haut du pied 18. Lorsque les ailettes 12 de turbine tournent avec le rotor, la force centrifuge cale les broches 26, 28, 30 dans les intervalles entre ailettes de turbine adjacentes 12 afin de réduire les vibrations et/ou l'écoulement de fluide entre les ailettes de turbine adjacentes 12. La plate-forme 20 est disposée radialement vers l'extérieur du pied 18 et adjacente au pied 18, et la pale 22 est adjacente à la plate-forme 20 et s'étend radialement vers l'extérieur depuis la plate-forme 20. Un fluide de travail circule dans une veine de gaz chauds passant sur toute la pale 22 pour faire tourner l'étage 10 d'ailettes de turbine avec le rotor.

La figure 2 présente une vue en perspective d'une ailette 12 de turbine selon une forme de réalisation de la présente invention, et la figure 3 présente une vue en plan d'un côté aspiration 32 de l'ailette 12 de turbine représentée sur la figure 2. Le côté pression de l'ailette 12 de turbine est globalement une image symétrique du côté aspiration 32 pour permettre à des ailettes de turbine adjacentes 12 de s'ajuster l'une avec l'autre, de sorte qu'une illustration du côté pression de l'ailette 12 de turbine n'est pas nécessaire pour comprendre la forme de réalisation de l'ailette 12 de

turbine représentée sur les figures 2 et 3. Globalement, l'ailette 12 de turbine comprend la queue d'aronde 16, le pied 18, la plate-forme 20 et la pale 22, comme décrit précédemment à propos de la figure 1. Comme représenté plus clairement sur la figure 2, le pied 18 peut 5 comporter une dépression avant 34, une dépression arrière 36 et une dépression horizontale 38 servant à retenir respectivement la broche avant 26, la broche arrière 28 et la broche horizontale 30. Comme expliqué précédemment, la force centrifuge créée par la rotation de l'ailette 12 de turbine cale les broches 26, 28, 30 dans les 10 intervalles entre des ailettes de turbine adjacentes 12 afin de réduire les vibrations et/ou l'écoulement de fluide entre des ailettes de turbine adjacentes 12.

Comme représenté sur les figures 2 et 3, le pied 18 comporte 15 une cavité avant 40 et une cavité arrière 42. Une cloison 44 peut être disposée entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. La cloison 44 peut être disposée suivant un angle aigu par rapport à la plate-forme 20 et peut être reliée à la plate-forme 20 par l'intermédiaire de la broche horizontale 30 pour assurer un soutien supplémentaire de la plate-forme 20. La cloison 44 peut être 20 constituée par n'importe quelle structure capable de séparer ou isoler des surfaces ou des volumes. Par exemple, la cloison 44 peut comprendre un labyrinthe d'étanchéité, un joint, une barrière, une plaque, un racleur ou des structures équivalentes. Comme représenté sur les figures 2 et 3, la cloison 44 peut comporter une poche 46 25 destinée à contenir une baguette d'étanchéité 48. Lorsque l'ailette de turbine 12 tourne, la force centrifuge amène la baguette d'étanchéité 48 à se déplacer radialement vers l'extérieur contre la poche oblique 46 pour créer une étanchéité partielle ou complète entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. La réduction de l'angle entre la 30 cloison 44 et la plate-forme 20 renforce l'étanchéité créée entre la

baguette d'étanchéité 48 et la poche 46 lorsque l'ailette 12 de turbine tourne et que la baguette d'étanchéité 48 se déplace radialement vers l'extérieur.

Un agent de refroidissement peut être introduit dans la cavité avant 40 pour refroidir le pied 18 de l'ailette 12 de turbine. L'agent de refroidissement peut être constitué par tout fluide apte à évacuer de la chaleur du pied 18, par exemple de l'air détourné d'un compresseur. L'agent de refroidissement est globalement maintenu à une pression supérieure à la pression du fluide de travail dans la veine de gaz chauds. De la sorte, l'agent de refroidissement empêche le fluide de travail d'entrer dans la cavité avant 40 et toute quantité d'agent de refroidissement s'échappant éventuellement de la cavité avant 40 pour se mélanger avec la veine de gaz chauds rejoint le fluide de travail dans la veine de gaz chauds lorsqu'il passe sur les ailettes 12 de turbine afin de produire un travail. De plus, la cloison 44 empêche l'agent de refroidissement de s'écouler librement jusqu'à la cavité arrière 42, en créant ou provoquant une différence de pression entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. La différence de pression entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42 provoque une baisse de pression de l'agent de refroidissement dans la cavité arrière 42. La pression réduite de l'agent de refroidissement dans la cavité arrière 42 diminue la quantité d'agent de refroidissement pouvant s'échapper au-delà de la broche arrière 28 et sortir de la cavité arrière 42.

La figure 4 présente une vue en plan d'un côté pression 50 d'une ailette 12 de turbine selon une autre forme possible de réalisation de la présente invention et la figure 5 présente un gros plan d'une partie du côté pression 50 représenté sur la figure 4. Le côté aspiration de l'ailette 12 de turbine est globalement une image symétrique du côté pression 32 pour permettre à des ailettes de

turbine adjacentes 12 d'être assemblées les unes avec les autres, de sorte qu'une illustration du côté aspiration de l'ailette 12 de turbine n'est pas nécessaire pour comprendre la forme de réalisation de l'ailette 12 de turbine représentée sur les figures 4 et 5. Telle
5 qu'elle est illustrée, l'ailette 12 de turbine comprend une queue d'aronde 16, un pied 18, une plate-forme 20 et une pale 22 similaires à ceux déjà décrits en référence à la figure 1. De plus, le pied 18 peut cette fois encore comporter les dépressions avant, arrière et horizontale 34, 36, 38 et les broches correspondantes
10 avant, arrière et horizontale 26, 28, 30 précédemment décrites en référence aux figures 1, 2 et 3. Le pied 18 comporte là encore une cavité avant 40 et une cavité arrière 42 avec une cloison 44 disposée entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. La cloison 44 peut cette fois encore comporter une poche 46 destinée à contenir une baguette d'étanchéité 48, et la cloison 44 peut être reliée à la plate-forme 20 à l'aide de la broche horizontale 30 pour assurer un soutien supplémentaire de la plate-forme 20.
15

Dans la forme de réalisation particulière représentée sur les figures 4 et 5, la cloison 44 est disposée perpendiculairement à la plate-forme 20 pour assurer un soutien supplémentaire de la plate-forme 20. Comme représenté plus clairement sur la figure 5, la cloison 44 peut comporter en outre une ou plusieurs ouvertures traversantes 52 pour permettre à une partie de l'agent de refroidissement de traverser la cloison 44 pour entrer dans la cavité arrière 42. L'ouverture 52 peut être oblique dans la cloison 44 afin de diriger jusqu'à la plate-forme 20 l'agent de refroidissement traversant l'ouverture 52. De la sorte, l'agent de refroidissement traversant l'ouverture 52 frappe la plate-forme 20 pour réaliser un refroidissement par impact de la plate-forme 20.
20
25

Les formes de réalisation de l'ailette 12 de turbine illustrées sur les figures 2, 3, 4 et 5 produisent une différence de pression de l'agent de refroidissement entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. La différence de pression permet à la pression de l'agent de refroidissement dans la cavité avant 40 d'être maintenue supérieure à celle du fluide de travail dans la veine de gaz chauds afin de réduire et/ou d'empêcher la pénétration de fluide de travail dans la cavité avant 40. De plus, la différence de pression provoque une pression réduite de l'agent de refroidissement dans la cavité arrière 42, ce qui réduit la quantité d'agent de refroidissement qui s'échappe au-delà de la broche arrière 28 et sort de la cavité arrière 42. De la sorte, la quantité d'agent de refroidissement qui traverse le pied 18 sans produire de travail dans la turbine est réduite. D'autres formes de réalisation sont bien entendu possibles. Le pied 18 peut comporter plus d'une cloison 44 entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42 afin de produire de multiples différences de pression entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. Plusieurs cloisons 44 peuvent également être prévues afin de créer une pluralité de différences de pression entre les cavités.

Les formes de réalisation précédemment décrites en référence aux figures 2, 3, 4 et 5 proposent un procédé pour refroidir l'ailette 12 de turbine. Le procédé comprend globalement l'acheminement d'un fluide jusqu'à la cavité avant 40 et la création d'une différence de pression entre la cavité avant 40 et la cavité arrière 42. Afin de créer la différence de pression, le procédé peut comprendre en outre la séparation de la cavité avant 40 d'avec la cavité arrière 42. Comme représenté en particulier sur les figures 4 et 5, le procédé peut comprendre en outre la possibilité offerte à une partie du fluide de passer de la cavité avant 40 à la cavité

arrière 42 pour frapper la plate-forme 20 afin de réaliser un refroidissement par impact de la plate-forme 20.

Liste des repères

10	Etage d'ailettes de turbine
12	Ailette de turbine
14	Roue
16	Queue d'aronde
18	Pied
20	Plate-forme
22	Pale
24	Surfaces complémentaires
26	Broche avant
28	Broche arrière
30	Broche horizontale
32	Côté aspiration
34	Dépression avant
36	Dépression arrière
38	Dépression horizontale
40	Cavité avant de pied
42	Cavité arrière de pied
44	Cloison
46	Poche
48	Baguette d'étanchéité
50	Côté pression
52	Ouverture

REVENDICATIONS

1. Ailette (12) de turbine, comprenant :
une pale profilée (22) ;
une plate-forme (20) adjacente à la pale (22) ;
un pied (18) adjacent à la plate-forme (20), le pied (18)
définissant une cavité (40, 42) de pied ;
une cloison (44) dans la cavité (40, 42) de pied, la cloison
(44) créant une différence de pression dans la cavité (40, 42) de
pied.
- 10 2. Ailette (12) de turbine selon la revendication 1, dans
laquelle la cloison (44) est disposée sensiblement
perpendiculairement à la plate-forme (20).
- 15 3. Ailette (12) de turbine selon la revendication 1, dans
laquelle la cloison (44) est disposée suivant un angle aigu par
rapport à la plate-forme (20).
4. Ailette (12) de turbine selon l'une quelconque des
revendications 1 à 3, dans laquelle la cloison (44) est montée sur la
plate-forme (20).
- 20 5. Ailette (12) de turbine selon l'une quelconque des
revendications 1 à 4, dans laquelle la cloison (44) comporte une
baguette d'étanchéité (48).
- 25 6. Ailette (12) de turbine selon l'une quelconque des
revendications 1 à 5, comprenant en outre une pluralité de cloisons
(44) dans la cavité (40, 42) de pied, la pluralité de cloisons (44)
créant une pluralité de différences de pression dans la cavité (40,
42) de pied.
7. Ailette (12) de turbine selon l'une quelconque des
revendications 1 à 6, comprenant en outre une ouverture (52) à

travers la cloison (44), l'ouverture (52) permettant à un fluide de traverser la cloison (44).

8. Ailette (12) de turbine selon la revendication 7, dans laquelle l'ouverture (52) est oblique pour amener le fluide à frapper 5 la plate-forme (20).

9. Procédé pour refroidir une ailette (12) de turbine, comprenant :

l'acheminement d'un fluide jusqu'à une cavité avant (40) de pied ; et

10 la création d'une différence de pression entre la cavité avant (40) de pied et une cavité arrière (42) de pied.

10. Procédé selon la revendication 9, comprenant en outre la séparation de la cavité avant (40) de pied d'avec la cavité arrière (42) de pied.

15 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, comprenant en outre la possibilité offerte à une partie du fluide de passer de la cavité avant (40) de pied à la cavité arrière (42) de pied.

20 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, comprenant en outre l'impact d'une partie du fluide présent dans la cavité arrière (42) de pied contre une plate-forme (20) de turbine.

1/5

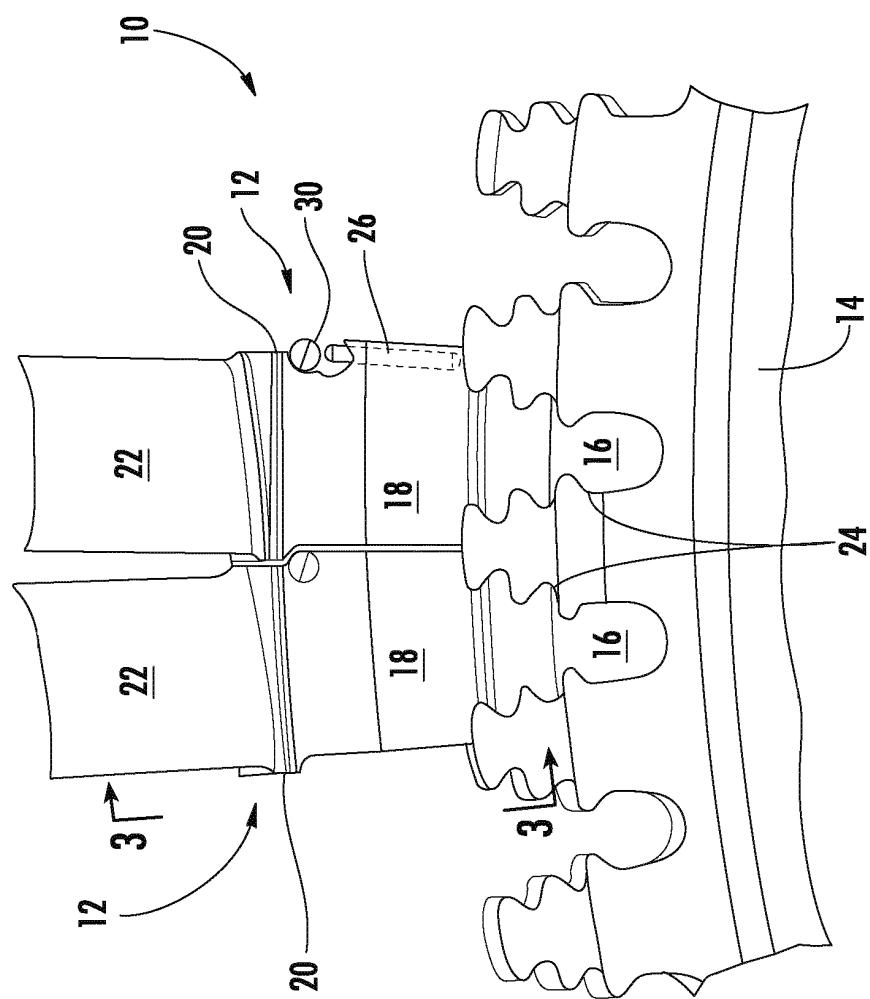


FIG. 1

2/5

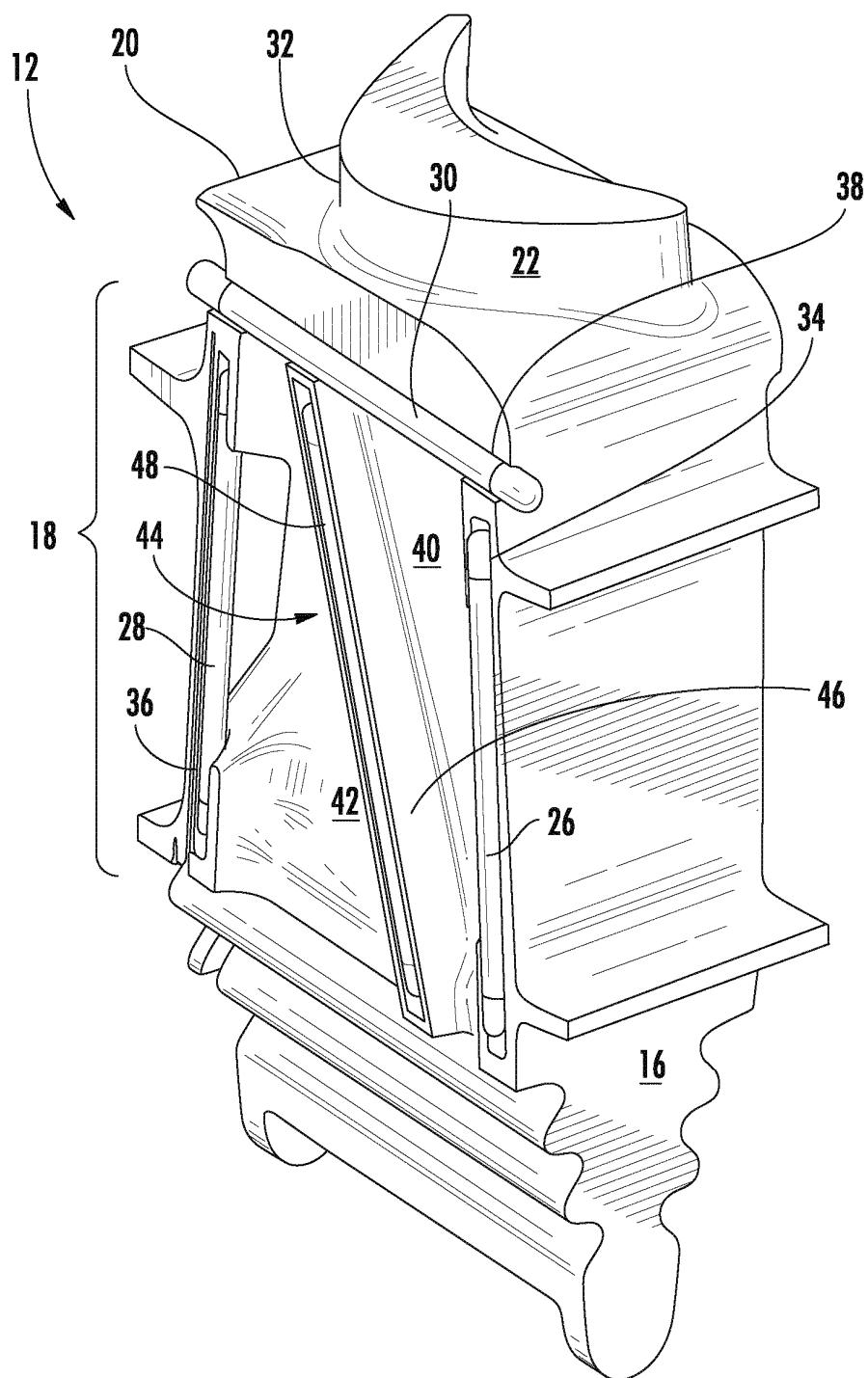


FIG. 2

3/5

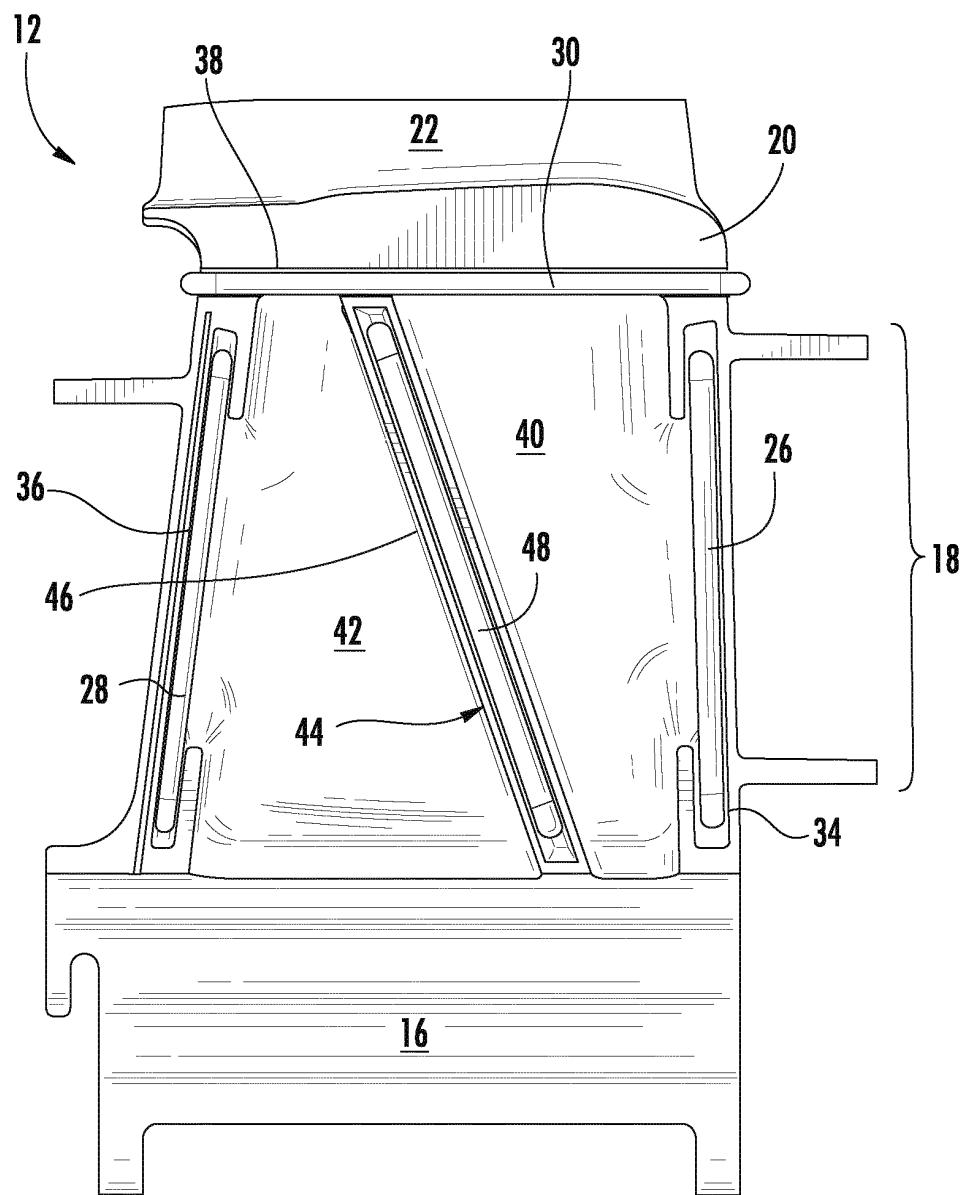


FIG. 3

4/5

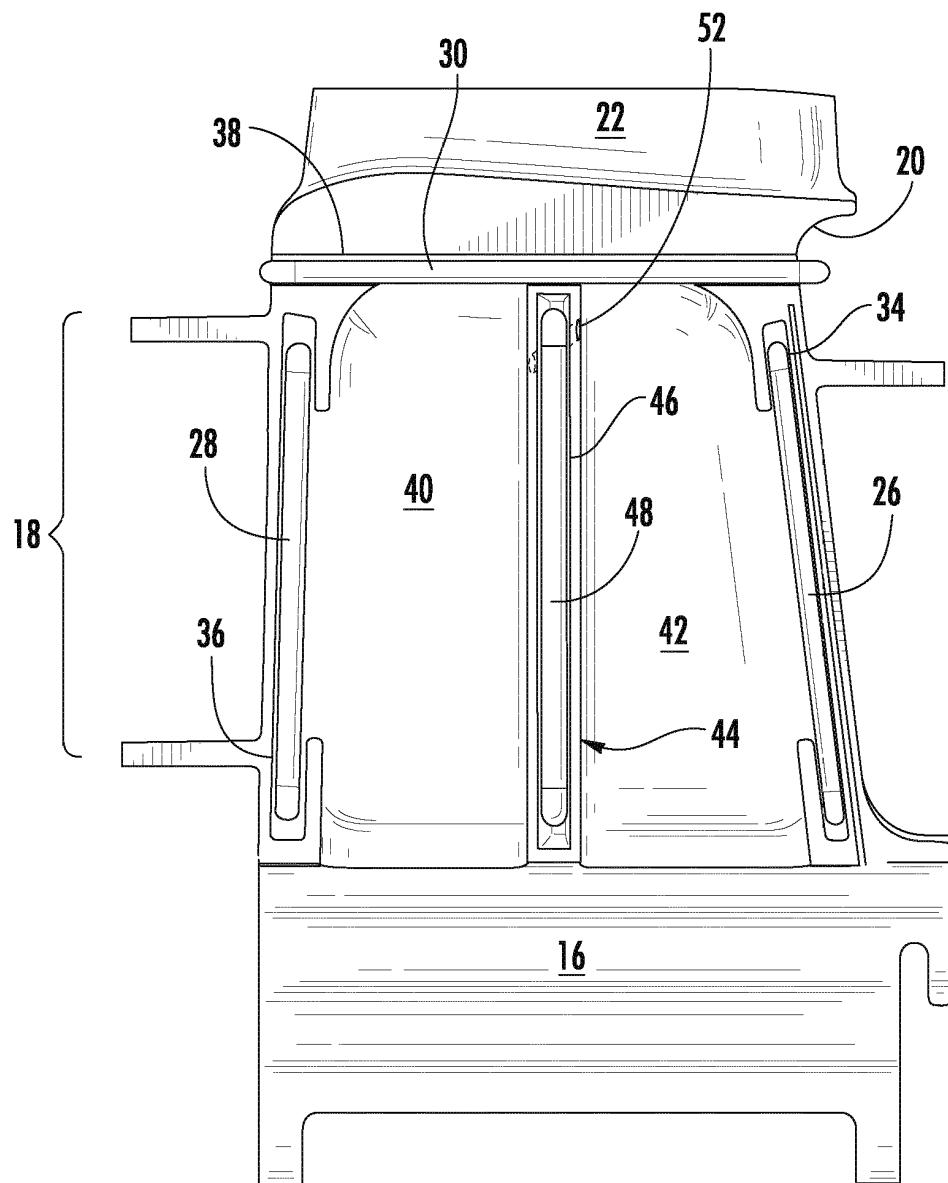


FIG. 4

5/5

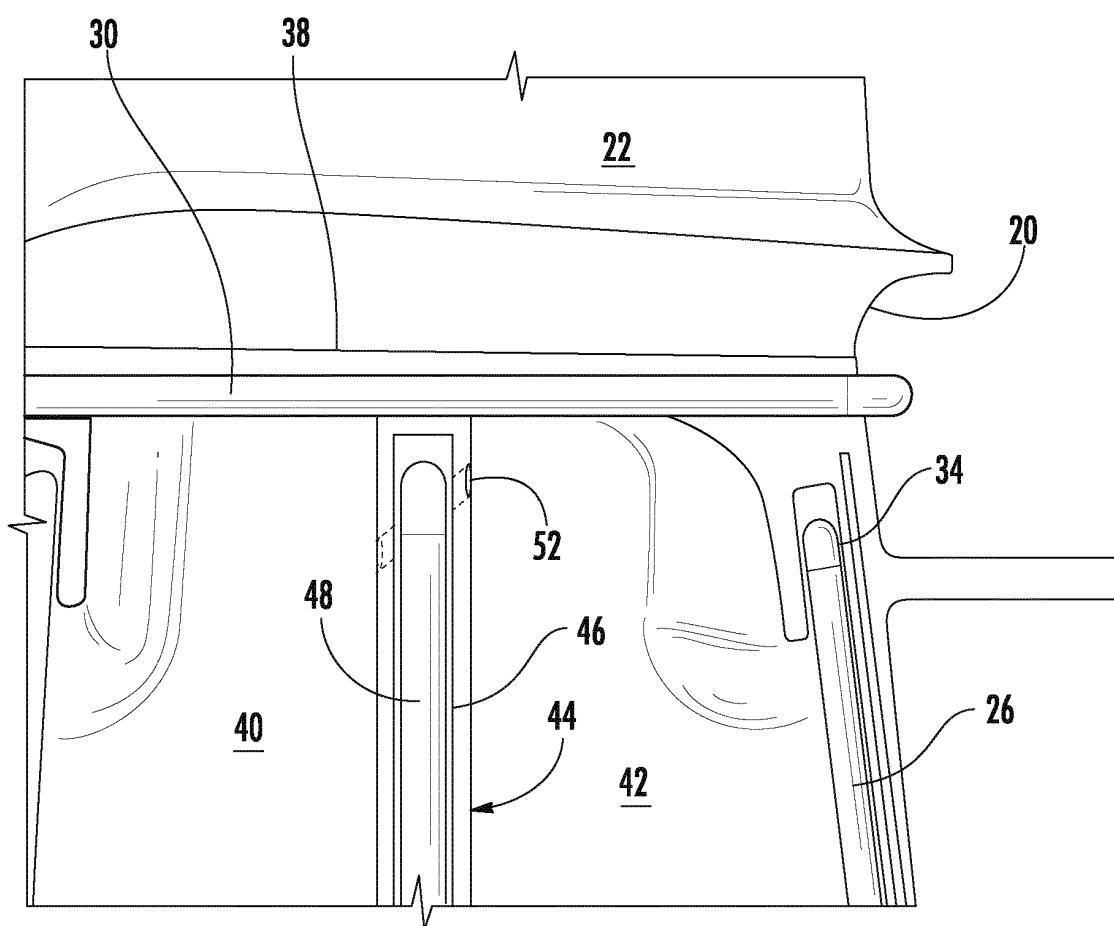


FIG. 5