

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

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

2 965 846

(21) Nº d'enregistrement national :
11 59126

(51) Int Cl⁸ : F 01 D 5/14 (2012.01)

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 10.10.11.

(30) Priorité : 11.10.10 US 12901644.

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

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.04.12 Bulletin 12/15.

(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 :

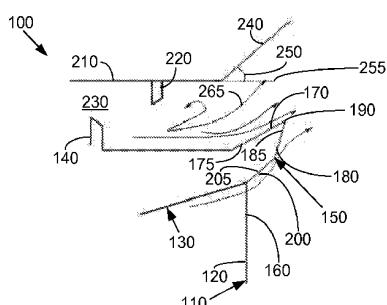
(72) Inventeur(s) : SUBRAMANIYAN MOORTHI.

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

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

(54) QUEUE DE CARENAGE D'AILETTE DE TURBINE.

(57) Turbine (100) à écoulement axial. La turbine (100) à
écoulement axial peut comprendre une enveloppe (210) de
stator et une ailette (110) de turbine placée à l'intérieur de
l'enveloppe (210) de stator. Un carénage (130) d'extrémité
peut être placé sur l'ailette (110) de turbine. Une queue
(150) de carénage peut être fixée au carénage (130) d'ex-
trémité, à une extrémité aval (160) du carénage (130) d'ex-
trémité.



Queue de carénage d'ailette de turbine

La présente demande concerne de façon générale les moteurs à turbine et, plus particulièrement, porte sur une ailette de turbine à queue de carénage destinée à servir dans une turbine à vapeur basse pression ou dans d'autres types de turbines à écoulement axial de manière à accroître l'angle d'écoulement radial et à limiter les pertes dans le sillage du carénage afin d'améliorer le rendement global de la turbine.

La veine de vapeur dans une turbine à vapeur est globalement définie par une enveloppe fixe et un rotor. Un certain nombre d'aubes fixes peuvent être montées sur l'enveloppe pour constituer un ensemble circonférentiel s'étendant vers l'intérieur dans la veine de vapeur. De même, un certain nombre d'aubes ou ailettes rotatives peuvent être fixées au rotor pour constituer un ensemble circonférentiel s'étendant vers l'extérieur dans la veine de vapeur. Les aubes fixes et les ailettes rotatives peuvent être disposées en rangées alternées de façon qu'une rangée d'aubes fixes et la rangée d'ailettes rotatives immédiatement en aval forment un étage de turbine. Les aubes fixes servent à diriger le flux de vapeur de façon qu'il pénètre suivant un angle efficace dans la rangée d'ailettes rotatives située en aval. La partie formant pale profilée de chaque ailette rotative extrait de l'énergie du flux de vapeur de façon à générer l'énergie nécessaire pour entraîner le rotor et une charge fixée à celui-ci.

Pendant le passage du flux de vapeur dans la turbine à vapeur, la pression chute dans chaque étage successif jusqu'à l'obtention d'une pression de refoulement voulue. De la sorte, les

propriétés du flux de vapeur telles que la température, la pression, la vitesse, la teneur en humidité et autres peuvent varier d'un étage à un autre à mesure que le flux de vapeur se détend dans la veine. Par conséquent, chaque rangée d'ailettes peut avoir une forme 5 aérodynamique optimisée pour les états de la vapeur associés à cette rangée. D'autres configurations de turbines à vapeur peuvent également être connues.

Il est communément admis que les performances d'une turbine à vapeur peuvent être fortement influencées par la conception et les performances des ailettes du dernier étage, fonctionnant à des pressions de vapeur réduites. Dans l'idéal, les ailettes du dernier étage doivent utiliser efficacement la détente du flux de vapeur jusqu'à la pression d'échappement de turbine voulue tout en limitant le plus possible l'énergie cinétique du flux de vapeur quittant ce dernier étage. Ainsi, l'amélioration du rendement des ailettes du dernier étage augmente le rendement global de la turbine à vapeur. 10 15

Par conséquent, il est souhaitable d'améliorer la conception des turbines à vapeur et leurs performances, en particulier en ce qui concerne les ailettes du dernier étage d'une turbine à vapeur basse 20 pression ou analogue. Une telle conception des ailettes de turbine doit améliorer le rendement et les performances des turbines à vapeur tout en limitant la séparation du flux, les pertes dans le sillage et d'autres types d'instabilités de la veine ayant une 25 incidence sur l'écoulement de la vapeur. Ces perfectionnements peuvent aussi être applicables à tout type de turbine à écoulement axial, et notamment les turbines à gaz.

Ainsi, la présente invention propose une turbine à écoulement axial. La turbine à écoulement axial peut comprendre 30 une enveloppe de stator et une ailette de turbine placée à l'intérieur

et à proximité de l'enveloppe de stator. Un carénage d'extrémité peut être placé sur l'ailette de turbine. Une queue de carénage peut être fixée au carénage d'extrémité, à une extrémité aval du carénage d'extrémité.

5 En outre, la présente invention propose un procédé pour faire fonctionner une turbine à écoulement axial. Le procédé peut comprendre les étapes d'augmentation d'un angle d'une partie aval d'une enveloppe de stator au-delà d'environ cinquante degrés (50°) ou plus par rapport à l'horizontale et la rotation d'une ailette dans 10 l'enveloppe de stator pour générer un flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion entre l'ailette et l'enveloppe de stator. Un carénage d'extrémité de l'ailette peut comporter une queue de carénage à une extrémité aval de celui-ci. Le procédé peut en outre comprendre une 15 étape d'orientation du flux de vapeur ou autres gaz de combustion vers l'enveloppe de stator par la queue de carénage de manière à accroître un angle d'écoulement radial, à réduire les pertes dans le sillage et d'autres instabilités présentes, dans le but d'améliorer le rendement.

La présente invention propose en outre une turbine à travers 20 laquelle s'écoule un flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion. La turbine peut comprendre une ailette de turbine, un carénage d'extrémité placé sur l'ailette de turbine, une queue de carénage fixée au carénage d'extrémité, à une extrémité aval du carénage d'extrémité, et un diffuseur placé en aval de l'ailette de turbine. La 25 queue de carénage dirige le flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion autour du diffuseur dans le but d'améliorer le rendement.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une partie d'une turbine à vapeur selon la technique antérieure, représentant un certain nombre d'étages de celle-ci ;
- 5 - la figure 2 est une vue latérale en plan d'une partie d'une turbine à vapeur selon la technique antérieure avec une ailette de rotor portant un carénage, placée à l'intérieur d'une enveloppe de stator ;
- 10 - la figure 3 est une vue latérale en plan d'une partie d'une turbine à vapeur selon l'invention, avec une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage, et placée à l'intérieur d'une enveloppe de stator ;
- la figure 4 est une vue latérale en plan d'une autre forme possible de réalisation d'une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage ;
- 15 - la figure 5 est une vue latérale en plan d'une autre forme possible de réalisation d'une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage ;
- la figure 6 est une vue latérale en plan d'une autre forme possible de réalisation d'une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage ;
- 20 - la figure 7 est une vue latérale en plan d'une autre forme possible de réalisation d'une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage ;
- la figure 8 représente une vue latérale en plan d'une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage, et placée à proximité d'un diffuseur radial ; et
- 25 - la figure 9 représente une vue latérale en plan d'une ailette de rotor munie d'un carénage d'extrémité à queue de carénage, et placée à proximité d'un diffuseur axial.

Sur les dessins, des repères identiques désignent des éléments identiques sur toutes les différentes vues. La figure 1 représente une vue partielle en perspective d'une turbine à écoulement axial selon la technique antérieure, telle qu'une turbine à vapeur 10. La turbine à vapeur 10 peut comprendre un rotor 15 avec un arbre 20, faisant partie d'une turbine basse pression 25. La turbine basse pression 25 peut comprendre un certain nombre de roues 30 de rotor à espacement axial. Un certain nombre d'ailettes 35 de rotor peuvent être montées mécaniquement sur chaque roue 30 de rotor. Plus particulièrement, les ailettes 35 de rotor peuvent être disposées en rangées qui s'étendent dans la direction circonférentielle autour de chaque roue 30 de rotor. Un certain nombre de tuyères distributrices fixes 40 peuvent s'étendre dans la direction circonférentielle autour de l'arbre 20 et peuvent être placées axialement entre les rangées adjacentes des ailettes 35 de rotor. Les tuyères 40 peuvent coopérer avec les ailettes 35 de rotor pour former un étage de turbine et pour définir une partie d'une veine de vapeur traversant la turbine 10 à vapeur. D'autres configurations peuvent être envisagées.

En fonctionnement, un flux de vapeur 45 entre par une entrée 50 de la turbine à vapeur 10 et peut être canalisé via les tuyères 40. Les tuyères 40 orientent le flux de vapeur 45 vers l'aval, contre les ailettes 35 en rotation. Le flux de vapeur 45 traverse chacun des étages successifs et communique une force aux ailettes 35 de manière à faire tourner le rotor 15. Uniquement à titre d'exemple, on peut voir que la turbine basse pression 25 illustrée a cinq (5) étages. Les cinq étages peuvent être désignés par L0, L1, L2, L3 et L4. L'étage L4 peut être le premier étage et le plus petit (dans une direction radiale). L'étage L3 est le deuxième étage et constitue l'étage suivant dans une direction axiale. L'étage L2 est le

troisième étage et est représenté au milieu des cinq étages. L'étage L1 est le quatrième et avant-dernier étage, juste avant le dernier étage. L'étage L0 est le dernier étage, le plus grand (dans une direction radiale). On peut utiliser n'importe quel nombre d'étages.

5 La figure 2 représente un exemple d'une des ailettes 35. Dans cet exemple, l'ailette 35 peut avoir une partie formant pale profilée 55. La partie formant pale 55 peut se terminer par un carénage 60 d'extrémité. Le carénage 60 d'extrémité peut comporter une ou plusieurs dents 65 de carénage placées sur celui-ci. L'ailette
10 35 peut être placée à l'intérieur et à proximité d'une enveloppe 70 de stator à proximité d'une des tuyères 40. L'enveloppe 70 de stator peut avoir une ou plusieurs dents 75 de stator placées sur celle-ci. Le carénage 60 d'extrémité de l'ailette 35 et l'enveloppe 70 de stator peuvent définir un passage 80 permettant le passage du flux de
15 vapeur 45. Comme on peut le voir, le carénage 60 d'extrémité peut avoir une extrémité formant un angle obtus 85 du côté aval. D'autres configurations d'ailettes 35 et d'enveloppes 70 de stators peuvent être envisagées.

Dans le but de réduire la longueur ou l'envergure des ailettes
20 35, il est possible d'accroître un angle de la partie aval 90 de l'enveloppe 70 de stator. Cependant, cet angle plus grand risque d'amener le flux de vapeur 45 à se décoller de l'enveloppe 70 de stator autour de la partie aval 90 et autour du carénage 60 d'extrémité. En particulier, accroître l'angle de la partie aval 90 de
25 l'enveloppe 70 de stator au-delà d'une valeur de l'ordre de 48° par rapport à l'horizontale risque d'amener le flux de vapeur 45 à se décoller de l'enveloppe 70 de stator et risque en fait de provoquer la formation de tourbillons 95 en aval des dents 75 du stator et autour de l'extrémité à angle obtus 85 du carénage 60 d'extrémité. Cette
30 séparation du flux risque de provoquer une plus grande instabilité

dans le sillage, ainsi que des tourbillons 95. Le décollement du flux risque d'avoir une incidence sur les performances et le rendement globaux de la turbine 10 à vapeur.

La figure 3 représente une partie d'une turbine 100 à écoulement axial selon l'invention. La turbine 100 à écoulement axial peut être une turbine à vapeur, une turbine à gaz ou autre. La turbine 100 à écoulement axial peut comprendre un certain nombre d'ailettes rotatives 110 disposées en étages successifs. Les ailettes rotatives 110 peuvent comporter une partie formant pale profilée 120 munie d'un carénage 130 d'extrémité. Le carénage 130 d'extrémité peut comporter une ou plusieurs dents 140 de carénage. D'autres configurations de turbines, ailettes, carénages et dents peuvent être employées.

Le carénage 130 d'extrémité de l'ailette 110 peut également comporter une queue 150 de carénage placée autour d'une extrémité aval 160 de celui-ci. La queue 150 de carénage peut avoir sensiblement la forme d'une dent ou d'un coin. La queue 150 de carénage peut avoir une surface supérieure 170 s'étendant suivant un angle supérieur 175 depuis le carénage 150 d'extrémité, et une surface médiane 180 s'étendant vers le bas, suivant un angle rentrant ou autre 185, depuis la surface supérieure 170. La surface supérieure 170 et la surface médiane 180 peuvent se rencontrer en un point 190 ou autre type de jonction. Une surface inférieure 200 peut revenir suivant un autre angle 205, vers le carénage 130 d'extrémité. La queue 150 de carénage peut également comporter de multiples gradins, courbes, et toute autre forme voulue. De la sorte, les formes, longueurs, inclinaisons respectives des surfaces 180, 190 et 200 de la queue 150 de carénage peuvent varier. Il n'est pas nécessaire que chacune des surfaces 180, 190 et 200 soit utilisée

avec les autres surfaces. De même, on peut aussi utiliser des surfaces supplémentaires.

La queue 150 de carénage peut être utilisée avec les ailettes 110 du dernier étage (L0), de l'avant-dernier étage (L1), du 5 troisième étage (L2), ou autrement. Différentes configurations des queues 150 de carénage peuvent être utilisées pour différents étages, différentes formes d'ailettes ainsi que dans des configurations de fonctionnement différentes.

Dans les étages intérieurs tels que L1, L2 et L3, l'ailette 110 10 peut être placée à l'intérieur d'une enveloppe 210 de stator. L'enveloppe 210 de stator peut être semblable à celle décrite plus haut, ou autre. L'enveloppe 210 de stator peut avoir une ou plusieurs dents 220 de stator placées sur celle-ci. Le carénage 130 d'extrémité de l'ailette 110 et l'enveloppe 210 de stator peuvent 15 définir un passage 230 pour l'écoulement de vapeur 45 ou d'autres types de gaz de combustion. L'enveloppe 210 de stator peut également comporter une partie aval 240. La partie aval 240 peut faire un angle 250 de l'ordre de 50° ou plus par rapport à une horizontale 255. D'autres valeurs d'angles et d'autres types de 20 configurations d'enveloppes de stators peuvent être employées.

Ainsi, la surface supérieure 170 de la queue 150 de carénage s'étend depuis le carénage 150 d'extrémité suivant l'angle supérieur 175 de la surface supérieure 170 vers l'enveloppe 210 de stator. L'angle supérieur 175 de la queue 150 de carénage peut être ou non 25 quelque peu similaire à l'angle 250 de la partie aval 240 de l'enveloppe 210 de stator. Ainsi, la queue 150 de carénage dirige vers le haut le flux de vapeur 45 ou d'autres types de gaz de combustion, suivant un plus grand angle d'écoulement radial 265, en comparaison du carénage 60 d'extrémité décrit plus haut, 30 comportant l'extrémité à angle obtus 85. Ainsi, l'angle d'écoulement

radial plus grand 265 amène le flux de vapeur 45 ou d'autres types de gaz de combustion à rester en grande partie contre l'enveloppe 210 de stator. Cet angle d'écoulement radial plus grand 265 contribue ainsi à un angle plus grand de la partie aval 240 et donc à 5 un trajet d'écoulement plus court dans celle-ci et à une diminution des pertes dans le sillage dans celle-ci. De même, l'angle rentrant 185 de la surface médiane 180 et/ou l'autre angle 205 de la surface inférieure 200 contribuent également à éviter la création des tourbillons 95 et autres à l'extrémité aval 160 du carénage 150 10 d'extrémité.

Les figures 4 à 7 représentent diverses formes de réalisation du carénage 130 d'extrémité et de la queue 150 de carénage. Par exemple, la figure 4 représente une queue 260 de carénage à surface supérieure sensiblement plane 170 et à surface médiane très courte 180. Une dent 140 de carénage peut être placée plus près de la queue 260 de carénage que ce qui a été décrit plus haut. De même, la figure 5 représente elle aussi une queue 270 de carénage pourvue de la surface supérieure plane 270 et de la dent de carénage voisine 140. La figure 6 représente une queue 280 de carénage qui s'étend depuis une dent 140 de carénage et comporte une surface de liaison oblique 290 entre la dent 140 et la surface supérieure 170. La figure 15 20 270 représente une queue 300 de carénage à surface de liaison plane 310. De nombreuses autres configurations de queue 150 de carénage peuvent être utilisées.

La figure 8 illustre l'utilisation de l'ailette 110 à carénage 130 d'extrémité et queue 150 de carénage dans le contexte du dernier étage L0. L'enveloppe 210 de stator autour du dernier étage L0 peut s'étendre jusqu'à un diffuseur 320 à écoulement radial ou descendant. Grâce à l'angle d'écoulement radial plus grand 265 via 30 la queue 150 de carénage, le diffuseur radial 320 peut comporter un

guide 330 de vapeur plus agressif exerçant une plus grande influence. De plus, le diffuseur radial 320 lui-même peut être plus court, compte tenu du grand angle d'écoulement radial 265 pour le flux de vapeur 45 ou d'autres types de gaz de combustion. La figure 5 9 est semblable en ce qu'elle représente l'ailette 110 avec le carénage 130 d'extrémité et la queue 150 de carénage dans le contexte d'un diffuseur axial 340. Des diffuseurs axiaux typiques 340 peuvent déjà utiliser l'angle d'écoulement radial 265 à la sortie de l'ailette 110. L'utilisation de la queue 150 de carénage peut 10 accroître encore plus l'angle d'écoulement radial 265 pour de meilleures performances et un diffuseur plus court 340. D'autres configurations peuvent être employées.

En retenant le flux de vapeur 45 contre l'enveloppe 210 du stator grâce à la queue 150 de carénage, les tourbillons 95 décrits 15 plus haut et/ou d'autres types de pertes dans le sillage peuvent ainsi être réduits ou supprimés. La suppression de ces tourbillons 95 et l'amélioration générale en ce qui concerne les pertes globales dans le sillage du carénage peuvent améliorer le rendement et les performances globales de la turbine 100 à écoulement axial. De 20 plus, un guide 330 de vapeur plus agressif peut être utilisé dans le dernier étage L0 autour du diffuseur 320. Les diffuseurs 320, 340 peuvent également être plus courts. La queue 150 de carénage se comporte donc en grande partie comme un exciteur de flux. Le flux de vapeur 45 ou d'autres types de gaz de combustion, ou une plus 25 grande partie du flux, restent donc contre l'enveloppe 210 de stator sur un trajet d'écoulement réduit dans celui-ci, compte tenu de l'angle d'écoulement radial plus grand 265.

Liste des repères

	10	turbine à vapeur
	15	rotor
5	20	arbre
	25	turbine basse pression
	30	roues
	35	ailettes
	40	tuyères
10	45	flux de vapeur
	50	entrée
	55	pale profilée
	60	carénage
	65	dents
15	70	enveloppe
	75	dents
	80	passage
	85	extrémité obtuse
	90	partie aval
20	95	tourbillons
	100	turbine à écoulement axial
	110	ailettes
	120	pale profilée
	130	carénage
25	130	dents
	150	queue de carénage
	160	extrémité aval
	170	surface supérieure
	175	angle supérieur
30	180	surface médiane

	185	angle rentrant
	190	point
	200	surface inférieure
	205	autre angle
5	210	enveloppe de stator
	220	dents
	230	passage
	240	partie aval
	250	angle
10	255	horizontale
	260	queue de carénage
	265	angle d'écoulement axial
	270	queue de carénage
	280	queue de carénage
15	290	surface de liaison oblique
	300	queue de carénage
	310	surface de liaison plane
	320	diffuseur radial
	330	guide de vapeur
20	240	diffuseur axial

REVENDICATIONS

1. Turbine (100) à écoulement axial, comprenant :
une enveloppe (210) de stator ;
une ailette (110) de turbine placée à l'intérieur et à
5 proximité de l'enveloppe (210) de stator ;
un carénage (130) d'extrémité placé sur l'ailette (110) de
turbine ; et
une queue (150) de carénage fixée au carénage (130)
d'extrémité, à une extrémité aval (160) du carénage (130)
10 d'extrémité.
2. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1,
dans laquelle le carénage (130) d'extrémité comporte une ou
plusieurs dents (140) de carénage d'extrémité, et dans lequel
l'enveloppe (210) de stator comporte une ou plusieurs dents (220)
15 d'enveloppe de stator.
3. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1,
dans laquelle l'enveloppe (210) de stator comporte une partie aval
(240).
- 20 4. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 3,
dans laquelle la partie aval (240) de l'enveloppe (210) de stator fait
un angle (250) d'environ cinquante degrés (50°) ou plus par rapport
à une horizontale (255).
- 25 5. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1,
dans laquelle la queue (150) de carénage comporte une surface
supérieure (170) s'étendant suivant un angle (175) par rapport au
carénage (130) d'extrémité.
6. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 5,
dans laquelle la queue (150) de carénage comporte une surface
médiane (180) adjacente à la surface supérieure (170).

7. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 6, dans laquelle la surface supérieure (170) et la surface médiane (180) se rencontrent en un point (190).

5 8. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1, dans laquelle la queue (150) de carénage comporte une surface inférieure (200) s'étendant suivant un angle (205) vers le carénage (130) d'extrémité.

10 9. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1, comprenant en outre un flux de vapeur (45) ou d'autres gaz de combustion passant entre le carénage (130) d'extrémité et l'enveloppe (210) de stator, et dans laquelle la queue (150) de carénage dirige le flux de vapeur (45) ou d'autres gaz de combustion autour de l'enveloppe (210) de stator.

15 10. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1, dans laquelle l'ailette (110) de turbine est placée dans un des derniers étages (L0, L1, L2) de la turbine (100) à écoulement axial.

11. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1, dans laquelle l'enveloppe (210) de stator s'étend jusqu'à un diffuseur radial (320), en aval de l'ailette (110) de turbine.

20 12. Turbine (100) à écoulement axial selon la revendication 1, dans laquelle l'enveloppe (320) de stator s'étend jusque dans un diffuseur axial (340), en aval de l'ailette (110) de turbine.

13. Procédé de fonctionnement d'une turbine (100) à écoulement axial, comprenant :

25 l'augmentation d'un angle (250) d'une partie aval (240) d'une enveloppe (210) de stator au-delà d'environ cinquante degrés (50°) ou plus à partir d'une horizontale (255) ;

30 la rotation d'une ailette (110) dans l'enveloppe (210) de stator afin de créer un flux de vapeur (45) ou d'autres gaz de combustion entre l'ailette (110) et l'enveloppe (210) de stator ;

un carénage (130) d'extrémité de l'ailette (110) comportant une queue (150) de carénage à une extrémité aval (160) de celui-ci ;

l'orientation du flux de vapeur (45) ou d'autres gaz de combustion vers l'enveloppe (210) de stator par la queue (150) de carénage de manière à accroître un angle d'écoulement radial (265) et à y réduire les pertes dans le sillage.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel l'étape d'orientation du flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion (45) comporte l'orientation du flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion (45) vers un diffuseur radial (320).

15. Procédé selon la revendication 13, dans lequel l'étape d'orientation du flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion (45) comporte l'orientation du flux de vapeur ou d'autres gaz de combustion (45) vers un diffuseur axial (340).

1/5

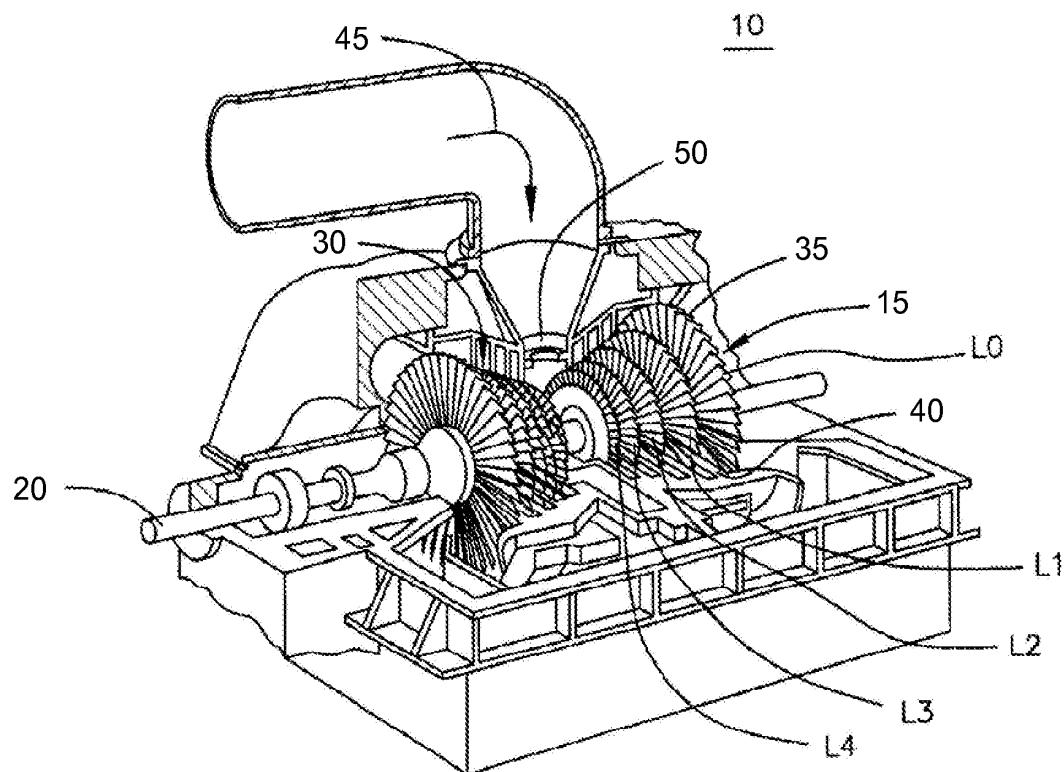


FIG. 1

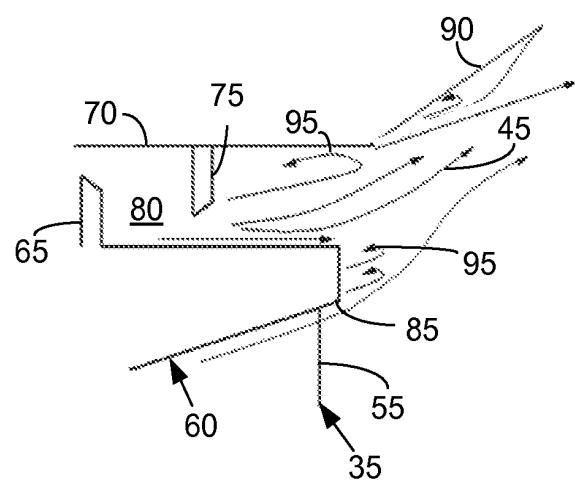


FIG. 2

2/5

FIG. 3

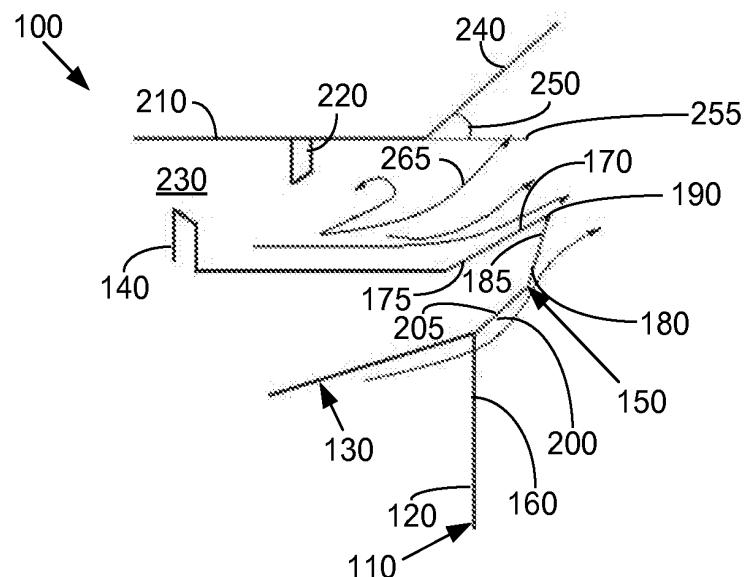


FIG. 4

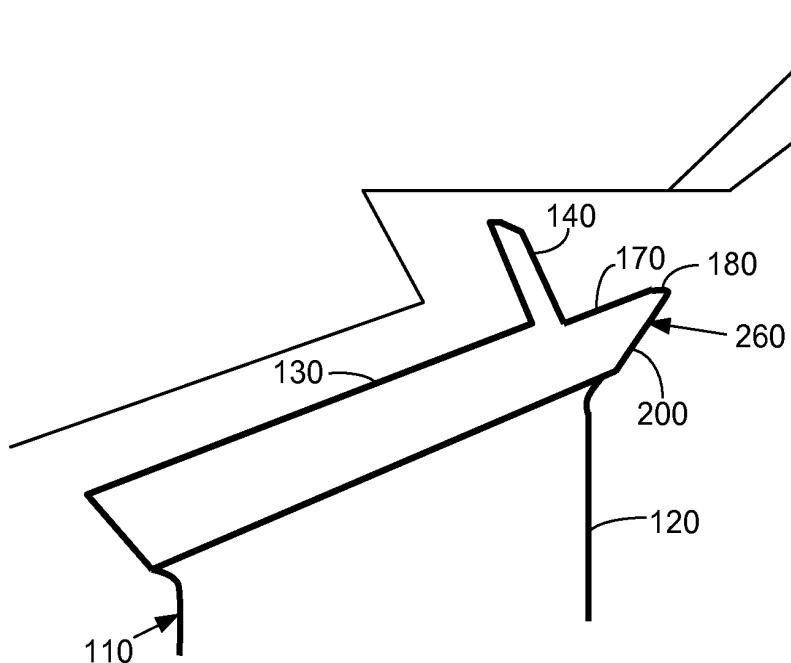
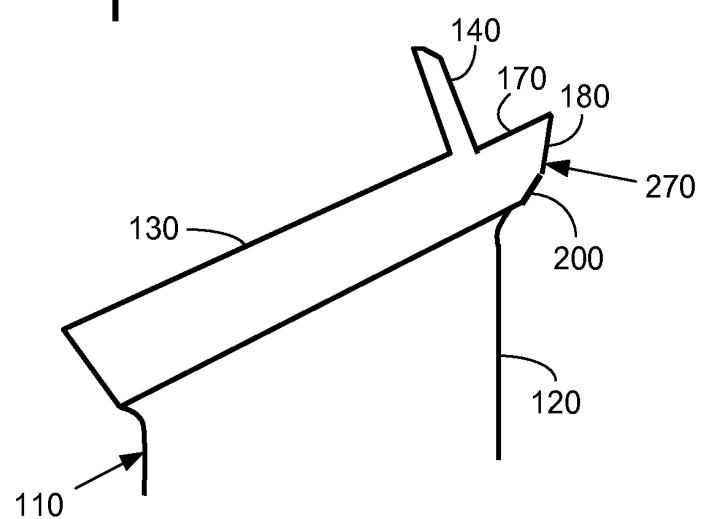


FIG. 5



3/5

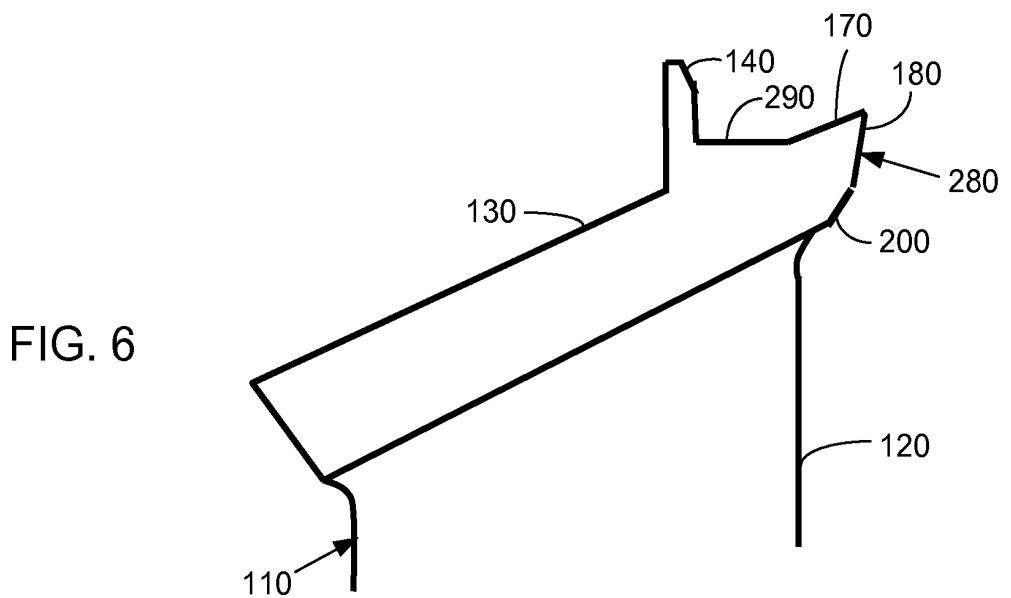


FIG. 6

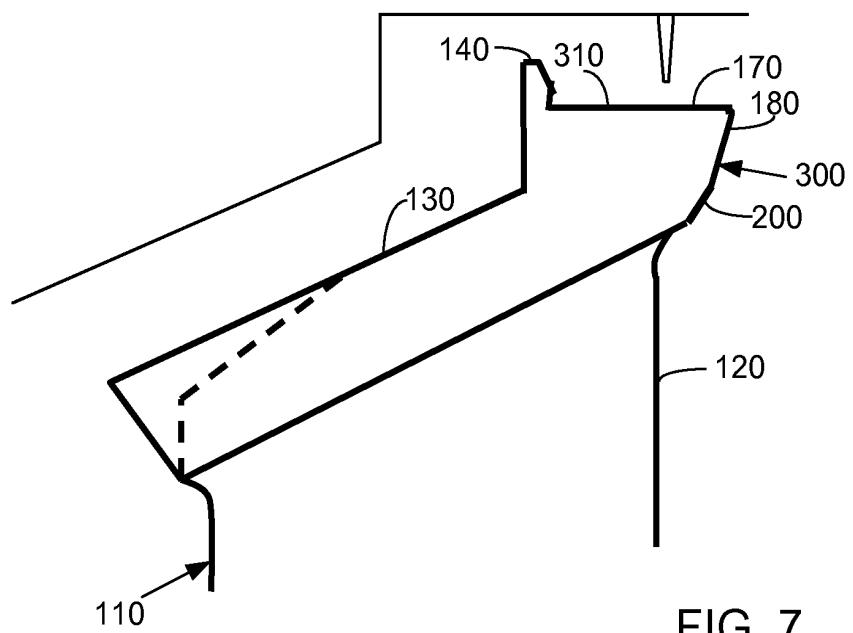


FIG. 7

4/5

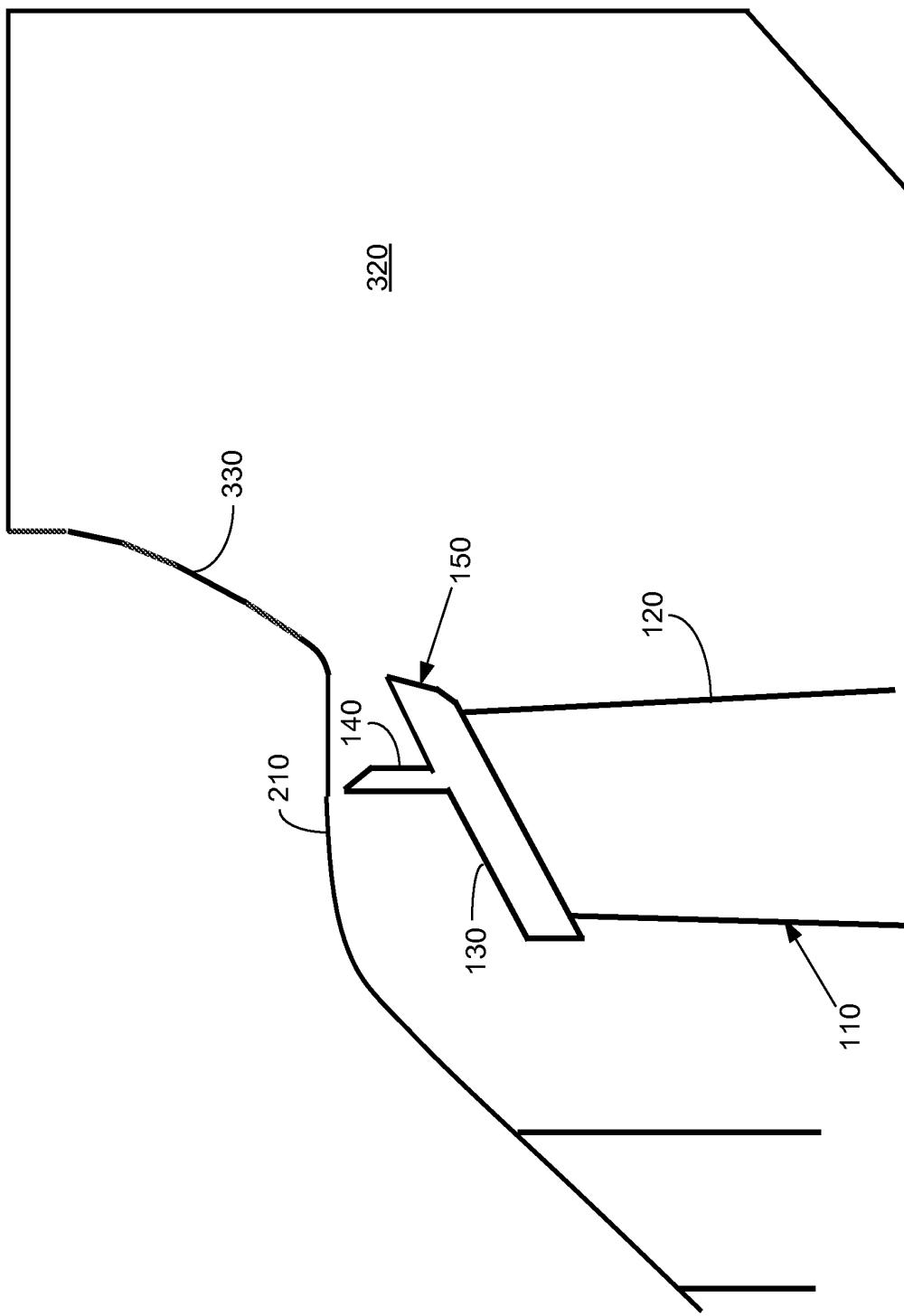


FIG. 8

5/5

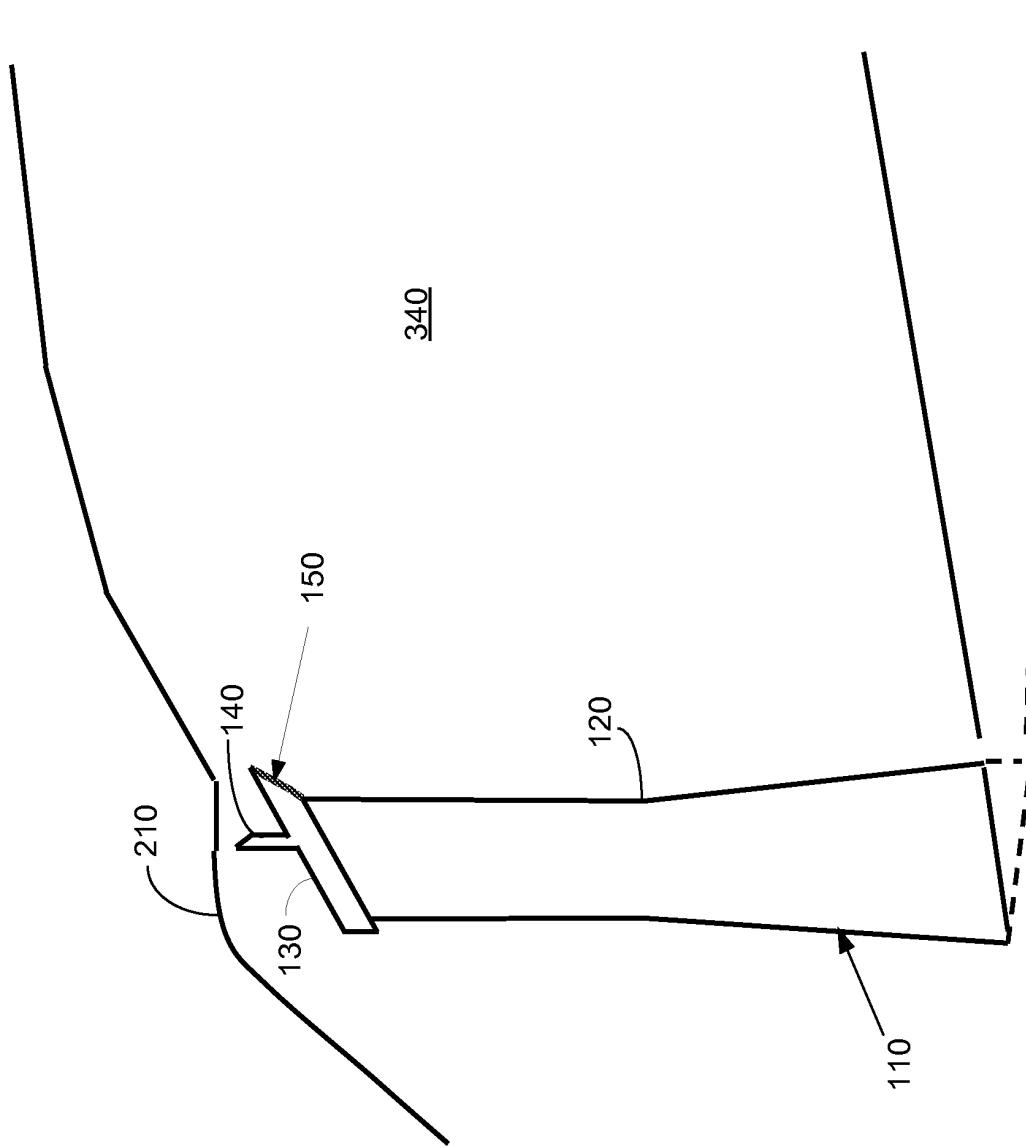


FIG. 9