



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2004/12/30

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2005/07/16

(30) Priorité/Priority: 2004/01/16 (04 00393) FR

(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ F01D 11/24, F01D 5/18

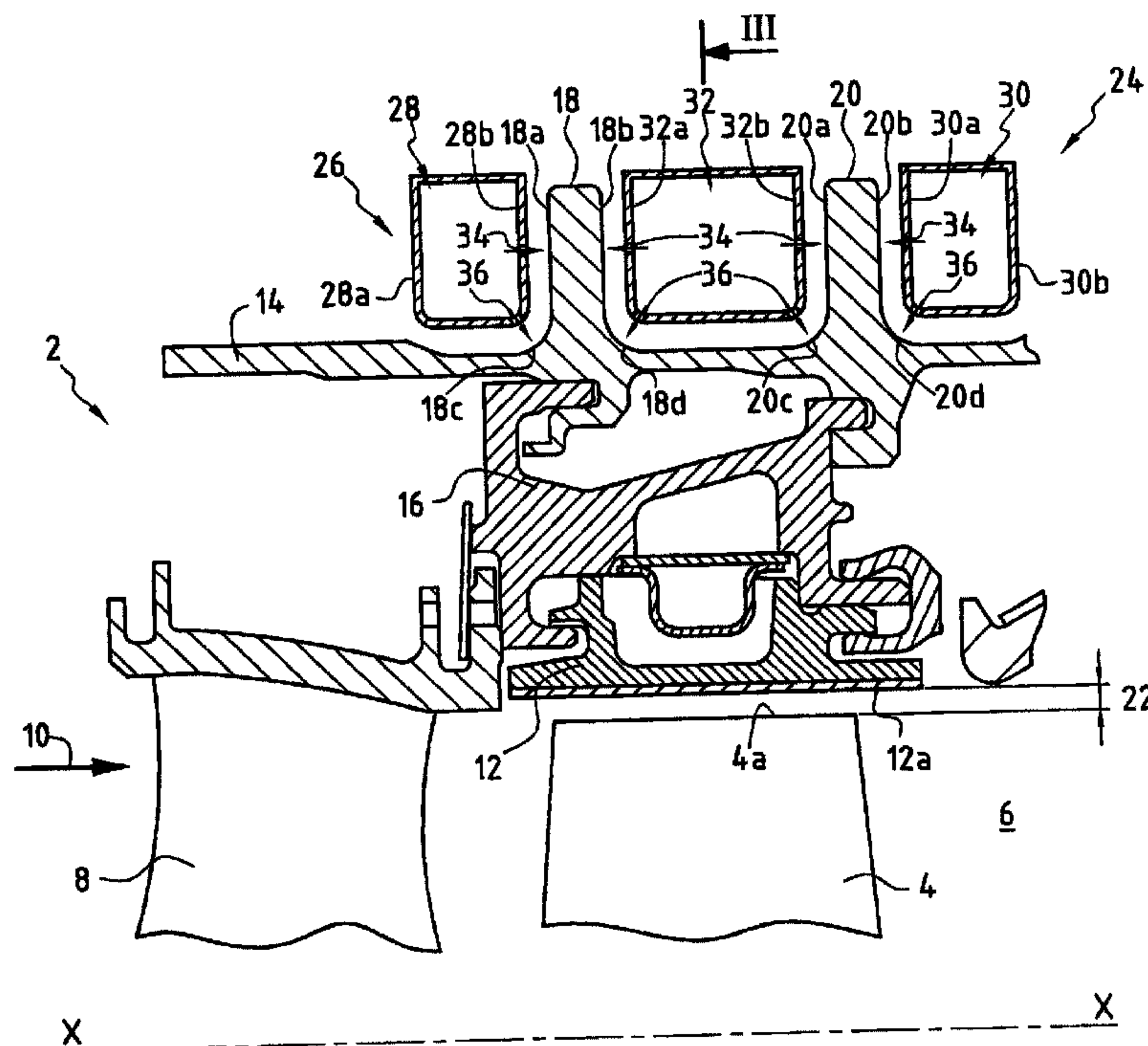
(71) Demandeur/Applicant:
SNECMA MOTEURS, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
AMIOT, DENIS, FR;
ARRAITZ, ANNE-MARIE, FR;
FACHAT, THIERRY, FR;
GENDRAUD, ALAIN, FR;
LEFEBVRE, PASCAL, FR;
ROUSSIN-MOYNIER, DELPHINE, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PERFECTIONNEMENTS APPORTES AU DISPOSITIF DE CONTROLE DE JEU DANS UNE TURBINE A GAZ

(54) Title: IMPROVEMENTS TO THE DEVICE TO CONTROL THE PLAY IN A GAS TURBINE



(57) Abrégé/Abstract:

Dispositif de contrôle de jeu (22) entre un sommet (4a) d'aubes rotatives (4) et un ensemble à anneau fixe d'une turbine à gaz (2) comportant un carter (14) muni d'au moins deux ailettes annulaires (18, 20), le dispositif de contrôle de jeu comprenant un boîtier circulaire de pilotage (26) comportant des moyens de circulation d'air formés d'au moins trois rampes (28, 30, 32), des moyens d'alimentation en air des rampes, et des moyens de décharge d'air sur les ailettes (18, 20) pour en modifier la température, les moyens de décharge d'air étant formés, pour chaque rampe, par au moins une rangée supérieure de N perçages (34) disposés au regard de l'une des faces latérales (18a, 18b, 20a, 20b) des ailettes et par au moins une rangée inférieure de 2N perçages (36) disposés au regard d'un rayon de raccordement (18c, 18d, 20c, 20d) entre les ailettes et le carter.



ABREGE

Dispositif de contrôle de jeu (22) entre un sommet (4a) d'aubes rotatives (4) et un ensemble à anneau fixe d'une turbine à gaz (2) comportant un carter (14) muni d'au moins deux ailettes annulaires (18, 20), le dispositif de contrôle de jeu comprenant un boîtier circulaire de pilotage (26) comportant des moyens de circulation d'air formés d'au moins trois rampes (28, 30, 32), des moyens d'alimentation en air des rampes, et des moyens de décharge d'air sur les ailettes (18, 20) pour en modifier la température, les moyens de décharge d'air étant formés, pour chaque rampe, par au moins une rangée supérieure de N perçages (34) disposés au regard de l'une des faces latérales (18a, 18b, 20a, 20b) des ailettes et par au moins une rangée inférieure de 2N perçages (36) disposés au regard d'un rayon de raccordement (18c, 18d, 20c, 20d) entre les ailettes et le carter.

Titre de l'invention

Perfectionnements apportés au dispositif de contrôle de jeu dans une turbine à gaz.

5

Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général du contrôle de jeu entre le sommet d'aubes rotatives et un ensemble à anneau fixe d'une turbine à gaz.

10

Une turbine à gaz, par exemple une turbine haute-pression de turbomachine, comporte typiquement une pluralité d'aubes fixes disposées en alternance avec une pluralité d'aubes mobiles dans le passage de gaz chauds issus de la chambre de combustion de la turbomachine. Les aubes mobiles de la turbine sont entourées sur toute la circonférence de la turbine par un ensemble à anneau fixe. Cet ensemble à anneau fixe définit une paroi de la veine d'écoulement des gaz chauds à travers les aubes de la turbine.

15

Afin d'augmenter le rendement de la turbine, il est connu de réduire autant que possible le jeu existant entre le sommet des aubes mobiles de la turbine et les parties de l'ensemble à anneau fixe qui leur font face.

20

Pour y parvenir, des moyens permettant de faire varier le diamètre de l'ensemble à anneau fixe ont été élaborés. De tels moyens se présentent généralement sous la forme de conduites annulaires qui entourent l'ensemble à anneau fixe et qui sont parcourues par de l'air prélevé sur d'autres parties de la turbomachine. Cet air est injecté sur la surface externe de l'ensemble à anneau fixe et provoque ainsi des dilatations ou des contractions thermiques de l'ensemble à anneau fixe qui sont aptes à faire varier son diamètre. Les dilatations et contractions thermiques sont commandées selon le régime de fonctionnement de la turbine par l'intermédiaire d'une vanne qui permet de contrôler le débit et la température de l'air alimentant les conduites. L'ensemble constitué par les conduites et la vanne forme ainsi un boîtier de pilotage du jeu en sommet d'aubes.

25

30

35

Les boîtiers de pilotage connus jusqu'à présent ne permettent pas toujours d'obtenir une grande uniformité de température sur toute la circonférence de l'ensemble à anneau fixe. Un manque d'homogénéité de température engendre des distorsions de l'ensemble à anneau fixe qui sont particulièrement préjudiciables au rendement et à la durée de vie de la turbine à gaz.

Par ailleurs, dans les boîtiers de pilotage connus, l'injection d'air sur la surface externe de l'ensemble à anneau fixe n'est en général pas optimisée de sorte qu'il est souvent nécessaire de prélever une importante quantité d'air afin d'assurer le refroidissement de l'ensemble à anneau fixe. Un prélèvement d'air trop important nuit au rendement de la turbomachine.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention vise donc à pallier de tels inconvénients en proposant un dispositif de contrôle de jeu qui permet d'optimiser l'injection d'air afin d'obtenir une meilleure efficacité et homogénéité du refroidissement de l'ensemble à anneau fixe.

A cet effet, il est prévu un dispositif de contrôle de jeu entre un sommet d'aubes rotatives et un ensemble à anneau fixe d'une turbine à gaz, ledit ensemble à anneau fixe comportant un carter annulaire ayant un axe longitudinal et muni d'au moins deux ailettes annulaires espacées axialement l'une de l'autre et s'étendant radialement vers l'extérieur du carter, le dispositif de contrôle de jeu comprenant un boîtier circulaire de pilotage entourant le carter de l'ensemble à anneau fixe, le boîtier de pilotage comportant des moyens de circulation d'air formés d'au moins trois rampes annulaires espacées axialement l'une de l'autre et disposées de part et d'autre de faces latérales de chacune des ailettes, des moyens d'alimentation en air pour fournir de l'air aux rampes de circulation d'air, et des moyens de décharge d'air sur les ailettes pour modifier la température de l'ensemble à anneau fixe, caractérisé en ce que les moyens de décharge d'air sont formés, pour chaque rampe de circulation d'air, par au moins une rangée supérieure de N perçages disposés au regard de l'une des faces latérales des ailettes et par au moins une rangée

inférieure de $2N$ perçages disposés au regard d'un rayon de raccordement entre les ailettes et le carter de l'ensemble à anneau fixe.

La répartition et le positionnement des perçages de décharge d'air permet d'optimiser le coefficient d'échange thermique entre les ailettes et le flux d'air les traversant. On obtient ainsi une meilleure efficacité et homogénéité de refroidissement des ailettes, et donc une plus grande amplitude de déplacement du carter pour piloter le jeu en sommet des aubes de la turbine.

Lorsque les ailettes se composent d'une ailette amont et d'une ailette aval et que les rampes se composent d'une rampe amont disposée en amont de l'ailette amont, d'une rampe aval disposée en aval de l'ailette aval et d'une rampe centrale disposée entre l'ailette amont et l'ailette aval, la rampe centrale comporte de préférence au moins deux rangées supérieures de chacune N perçages disposés au regard de faces latérales des ailettes amont et aval, et au moins deux rangées inférieures de chacune $2N$ perçages disposés au regard de rayons de raccordement entre les ailettes amont et aval et le carter de l'ensemble à anneau fixe.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les rampes amont et aval présentent chacune des sections débitantes d'air sensiblement identiques et la rampe centrale présente une section débitante d'air qui est sensiblement deux fois plus importante que celle des rampes amont et aval.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les N perçages de chaque rangée supérieure et les $2N$ perçages de chaque rangée inférieure présentent des sections débitantes d'air sensiblement identiques

Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les N perçages de chaque rangée supérieure et les $2N$ perçages de chaque rangée inférieure sont disposés en quinconce.

30

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

35

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif de contrôle de jeu selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue partielle et en perspective des rampes de circulation d'air du dispositif de contrôle de jeu de la figure 1 ; et

5 - la figure 3 est une vue en coupe selon III-III de la figure 1.

Description détaillée d'un mode de réalisation

La figure 1 illustre, en coupe longitudinale, une turbine haute-pression 2 de turbomachine d'axe longitudinal X-X. Toutefois, la présente invention pourrait également s'appliquer à une turbine basse-pression de turbomachine ou à tout autre turbine à gaz équipée d'un dispositif de contrôle de jeu en sommet d'aubes.

La turbine haute-pression 2 se compose notamment d'une pluralité d'aubes mobiles 4 disposées dans une veine d'écoulement 6 de gaz chauds issus d'une chambre de combustion (non représentée) de la turbomachine. Ces aubes mobiles 4 sont disposées en aval d'aubes fixes 8 de la turbine par rapport à la direction d'écoulement 10 des gaz chauds dans la veine d'écoulement 6.

Les aubes mobiles 4 de la turbine haute-pression 2 sont entourées par une pluralité de segments d'anneau 12 disposés circonférentiellement autour de l'axe X-X de la turbine de façon à former une surface circulaire et continue. Les segments d'anneau 12 sont montés sur un carter annulaire 14, également d'axe longitudinal X-X, par l'intermédiaire d'une pluralité d'entretoises 16.

Pour la suite de la description, on désignera l'ensemble formé des segments d'anneau 12, du carter 14 et des entretoises 16 par l'expression « ensemble à anneau fixe ».

Le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe est muni d'au moins deux ailettes ou bosses annulaires 18, 20 qui sont espacées axialement l'une de l'autre et qui s'étendent radialement vers l'extérieur du carter 14. On différenciera ces deux ailettes par rapport à la direction d'écoulement 10 des gaz chauds dans la veine d'écoulement 6 en les désignant par ailette amont 18 et ailette aval 20. Les ailettes amont 18 et aval 20 ont pour fonction principale d'agir comme échangeurs de chaleur.

Les segments d'anneau 12 présentent chacun une surface interne 12a qui est directement en contact avec les gaz chauds et qui définit en partie la veine d'écoulement 6 des gaz au travers de la turbine haute-pression 2.

5 Un jeu radial 22 est laissé entre la surface interne 12a des segments d'anneau 12 et le sommet 4a des aubes mobiles 4 de la turbine haute-pression 2 pour permettre la rotation de ces dernières. Afin d'accroître le rendement de la turbine, il est nécessaire de réduire autant que possible ce jeu 22.

10 Afin de réduire le jeu 22 en sommet 4a des aubes mobiles 4, il est prévu un dispositif de contrôle de jeu 24. Le dispositif de contrôle de jeu 24 comprend notamment un boîtier circulaire de pilotage 26 entourant l'ensemble à anneau fixe, et plus précisément le carter 14.

Selon les régimes de fonctionnement de la turbomachine, le
15 boîtier de pilotage 26 est destiné à refroidir ou à réchauffer les ailettes amont 18 et aval 20 du carter 14 par décharge (ou impact) d'air sur celles-ci. Sous l'effet de cette décharge d'air, le carter 14 se rétracte ou se dilate, ce qui diminue ou augmente le diamètre des segments d'anneau fixe 12 de la turbine afin d'ajuster le jeu 22 en sommet d'aubes.

20 Le boîtier de pilotage 26 comporte notamment au moins trois rampes annulaires de circulation d'air 28, 30 et 32 qui entourent le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe. Ces rampes sont espacées axialement l'une de l'autre et sont sensiblement parallèles les unes par rapport aux autres. Elles sont disposées de part et d'autre de faces latérales de
25 chacune des ailettes 18, 20 dont elles épousent approximativement la forme.

Les rampes de circulation d'air 28, 30 et 32 se composent d'une rampe amont 28 qui est disposée en amont de l'ailette amont 18 (par rapport à la direction d'écoulement 10 des gaz chauds dans la veine
30 d'écoulement 6), d'une rampe aval 30 qui est disposée en aval de l'ailette aval 20 et d'une rampe centrale qui est disposée entre les ailettes amont 18 et aval 20.

Le boîtier de pilotage 26 comporte également un tube collecteur d'air (non représenté sur les figures) pour alimenter en air les rampes de
35 circulation d'air 28, 30 et 32. Ce tube collecteur d'air entoure les rampes

28, 30 et 32 et les alimente en air par l'intermédiaire de conduites d'air (non représentées sur les figures).

Selon l'invention, chaque rampe de circulation d'air 28, 30 et 32 du boîtier de pilotage 26 présentent au moins une rangée supérieure de N perçages 34 disposés au regard de l'une des faces latérales des ailettes 18, 20 et au moins une rangée inférieure de 2N perçages 36 disposés au regard d'un rayon de raccordement entre les ailettes 18, 20 et le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe.

Les perçages 34, 36, qui sont par exemple obtenus par laser, permettent de décharger l'air circulant dans les rampes 28, 30 et 32 sur les ailettes 18, 20 afin d'en modifier la température.

Comme illustré sur les figures 1 et 2, la rampe amont 28 comporte, du côté de sa paroi aval 28b, au moins une rangée supérieure de N perçages 34 disposés au regard de la face latérale amont 18a de l'ailette amont 18 et au moins une rangée inférieure de 2N perçages 36 disposés au regard d'un rayon de raccordement 18c entre l'ailette amont 18 et le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe. Aucun perçage n'est pratiqué sur la paroi amont 28a de la rampe amont 28.

De même, la rampe aval 30 comporte, du côté de sa paroi amont 30a, au moins une rangée supérieure de N perçages 34 disposés au regard de la face latérale aval 20b de l'ailette aval 20 et au moins une rangée inférieure de 2N perçages 36 disposés au regard d'un rayon de raccordement 20d entre l'ailette aval 20 et le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe. Aucun perçage n'est pratiqué sur la paroi aval 30b de la rampe aval 30.

De préférence, la rampe centrale 32 comporte au moins deux rangées supérieures de chacune N perçages 34 disposés au regard des faces latérales 18b, 20a des ailettes amont 18 et aval 20, et au moins deux rangées inférieures de chacune 2N perçages 36 disposés au regard des rayons de raccordement 18d, 20c entre les ailettes amont 18 et aval 20 et le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe.

En effet, du côté de sa paroi amont 32a, la rampe centrale 32 comporte au moins une rangée supérieure de N perçages 34 disposés au regard de la face latérale aval 18b de l'ailette amont 18 et au moins une rangée inférieure de 2N perçages 36 disposés au regard d'un rayon de

raccordement 18d entre l'ailette amont 18 et le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe.

5 Du côté de sa paroi aval 32b, la rampe centrale 32 comporte au moins une rangée supérieure de N perçages 34 disposés au regard de la face latérale amont 20a de l'ailette aval 20 et au moins une rangée inférieure de 2N perçages 36 disposés au regard d'un rayon de raccordement 20c entre l'ailette aval 20 et le carter 14 de l'ensemble à anneau fixe.

10 En d'autres termes, pour chaque rampe de circulation d'air 28, 30 et 32 du boîtier de pilotage 26, les perçages de décharge d'air 34, 36 sont disposés sur deux rangées, avec deux tiers des perçages sur la rangée inférieure et le tiers restant sur la rangée supérieure. L'air issu des 2N perçages 36 de chaque rangée inférieure vient « impacter » sur la zone inférieure des ailettes 18, 20, tandis que l'air déchargé par les N
15 perçages 34 de chaque rangée supérieure vient impacter sur une zone médiane des ailettes.

L'échange thermique obtenu avec ailettes est ainsi homogène et permet une plus grande amplitude de déplacement du carter pour piloter le jeu en sommet des aubes de la turbine. Des calculs d'influences
20 thermiques ont permis de montrer qu'une telle configuration permet de gagner jusqu'à plus de 50°C sur la température moyenne d'une ailette par rapport à une configuration à une seule rangée de perçages.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les rampes amont 28 et aval 30 présentent chacune des sections débitantes d'air
25 sensiblement identiques et la rampe centrale 32 présente une section débitante d'air qui est sensiblement deux fois plus importante que celle des rampes amont 28 et aval 30. En effet, la rampe centrale 32 étant avantageusement percée sur ses deux côtés, le débit d'air circulant dans cette rampe doit être le double du débit d'air circulant dans les rampes
30 amont 28 et aval 30.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les N perçages 34 de chaque rangée supérieure et les 2N perçages 36 de chaque rangée inférieure présentent, pour chaque rampe de circulation d'air 28, 30 et 32 des sections débitantes d'air sensiblement identiques.

35 De la sorte, un tiers du débit d'air circulant dans la rampe centrale 32 est déchargé par chacune des deux rangées inférieures de

perçages 36 et un sixième du même débit d'air est évacué par chacune des deux rangées supérieures de perçages 34. De même, deux tiers du débit d'air circulant dans les rampes amont 28 et aval 30 est déchargé par les rangées inférieures de perçages 36 de ces rampes et un tiers du même
5 débit d'air est évacué par les rangées supérieures de perçages 34 de ces rampes.

Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention illustrée sur la figure 3, les N perçages 34 de chaque rangée supérieure et les 2N perçages 36 de chaque rangée inférieure sont
10 disposés en quinconce pour chaque rampe de circulation d'air.

De plus, pour chaque rampe de circulation d'air 28, 30 et 32, les perçages 34 de chaque rangée supérieure et les perçages 36 de chaque rangée inférieure sont de préférence régulièrement espacés tout autour de l'axe longitudinal X-X du carter 14 de l'ensemble à anneau fixe.

15 Lorsque les perçages 34, 36 des rangées inférieure et supérieure présentent chacun une section droite sensiblement circulaire, l'espacement angulaire entre deux perçages 34 adjacents d'une même rangée supérieure correspond avantageusement à au moins trois fois le diamètre des perçages.

20 Le choix du nombre et du diamètre des perçages 34, 36 de décharge d'air peut être optimisé par une modélisation se basant sur un compromis entre une ventilation efficace des ailettes et les contraintes de fabrication du boîtier de pilotage. A titre d'exemple, pour des ailettes ayant une hauteur radiale de 18 mm, on pourra réaliser 288 perçages
25 pour chaque rangée supérieure et 576 perçages pour chaque rangée inférieure (ce qui correspond à une valeur de 288 pour N). Pour cette configuration, le diamètre de chaque perçage pourra être fixé à 1 mm et l'espacement entre deux perçages adjacents d'une rangée supérieure pourra être de 3,8 mm (ce qui correspond à 3,8 fois le diamètre des
30 perçages).

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de contrôle de jeu entre un sommet (4a) d'aubes rotatives (4) et un ensemble à anneau fixe d'une turbine à gaz (2), ledit ensemble à anneau fixe comportant un carter annulaire (14) ayant un axe longitudinal (X-X) et muni d'au moins deux ailettes annulaires (18, 20) espacées axialement l'une de l'autre et s'étendant radialement vers l'extérieur dudit carter (14), ledit dispositif de contrôle de jeu comprenant un boîtier circulaire de pilotage (26) entourant le carter (14) de l'ensemble à anneau fixe, ledit boîtier de pilotage (26) comportant :
- des moyens de circulation d'air formés d'au moins trois rampes annulaires (28, 30, 32) espacées axialement l'une de l'autre et disposées de part et d'autre de faces latérales de chacune des ailettes (18, 20) ;
 - des moyens d'alimentation en air pour fournir de l'air aux rampes de circulation d'air (28, 30, 32) ; et
 - des moyens de décharge d'air sur les ailettes (18, 20) pour modifier la température de l'ensemble à anneau fixe ;
- caractérisé en ce que les moyens de décharge d'air sont formés, pour chaque rampe de circulation d'air (28, 30, 32), par au moins une rangée supérieure de N perçages (34) disposés au regard de l'une des faces latérales (18a, 18b, 20a, 20b) des ailettes (18, 20) et par au moins une rangée inférieure de 2N perçages (36) disposés au regard d'un rayon de raccordement (18c, 18d, 20c, 20d) entre les ailettes (18, 20) et le carter (14) de l'ensemble à anneau fixe.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ailettes se composent d'une ailette amont (18) et d'une ailette aval (20) et les rampes se composent d'une rampe amont (28) disposée en amont de l'ailette amont (18), d'une rampe aval (30) disposée en aval de l'ailette aval (20) et d'une rampe centrale (32) disposée entre l'ailette amont (18) et l'ailette aval (20), caractérisé en ce que la rampe centrale (32) comporte au moins deux rangées supérieures de chacune N perçages (34) disposés au regard de faces latérales (18b, 20a) des ailettes amont (18) et aval (20), et au moins deux rangées inférieures de chacune 2N perçages (36) disposés au regard de rayons de raccordement (18d, 20c) entre les ailettes amont et aval et le carter (14) de l'ensemble à anneau fixe.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les rampes amont (28) et aval (30) présentent chacune des sections débitantes d'air sensiblement identiques et la rampe centrale (32) présente une section débitante d'air qui est sensiblement deux fois plus importante que celle desdites rampes amont et aval.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les N perçages (34) de chaque rangée supérieure et les 2N perçages (36) de chaque rangée inférieure sont disposés en quinconce.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les N perçages (34) de chaque rangée supérieure et les 2N perçages (36) de chaque rangée inférieure présentent des sections débitantes d'air sensiblement identiques.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les N perçages (34) de chaque rangée supérieure et les 2N perçages (36) de chaque rangée inférieure sont régulièrement espacés tout autour de l'axe longitudinal (X-X) du carter (14) de l'ensemble à anneau fixe.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les perçages (34, 36) des rangées inférieure et supérieure présentent chacun une section droite sensiblement circulaire, caractérisé en ce que l'espacement angulaire entre deux perçages adjacents (34, 36) d'une même rangée supérieure correspond à au moins trois fois le diamètre desdits perçages.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les rampes de circulation d'air (28, 30, 32) épousent approximativement la forme des ailettes (18, 20).

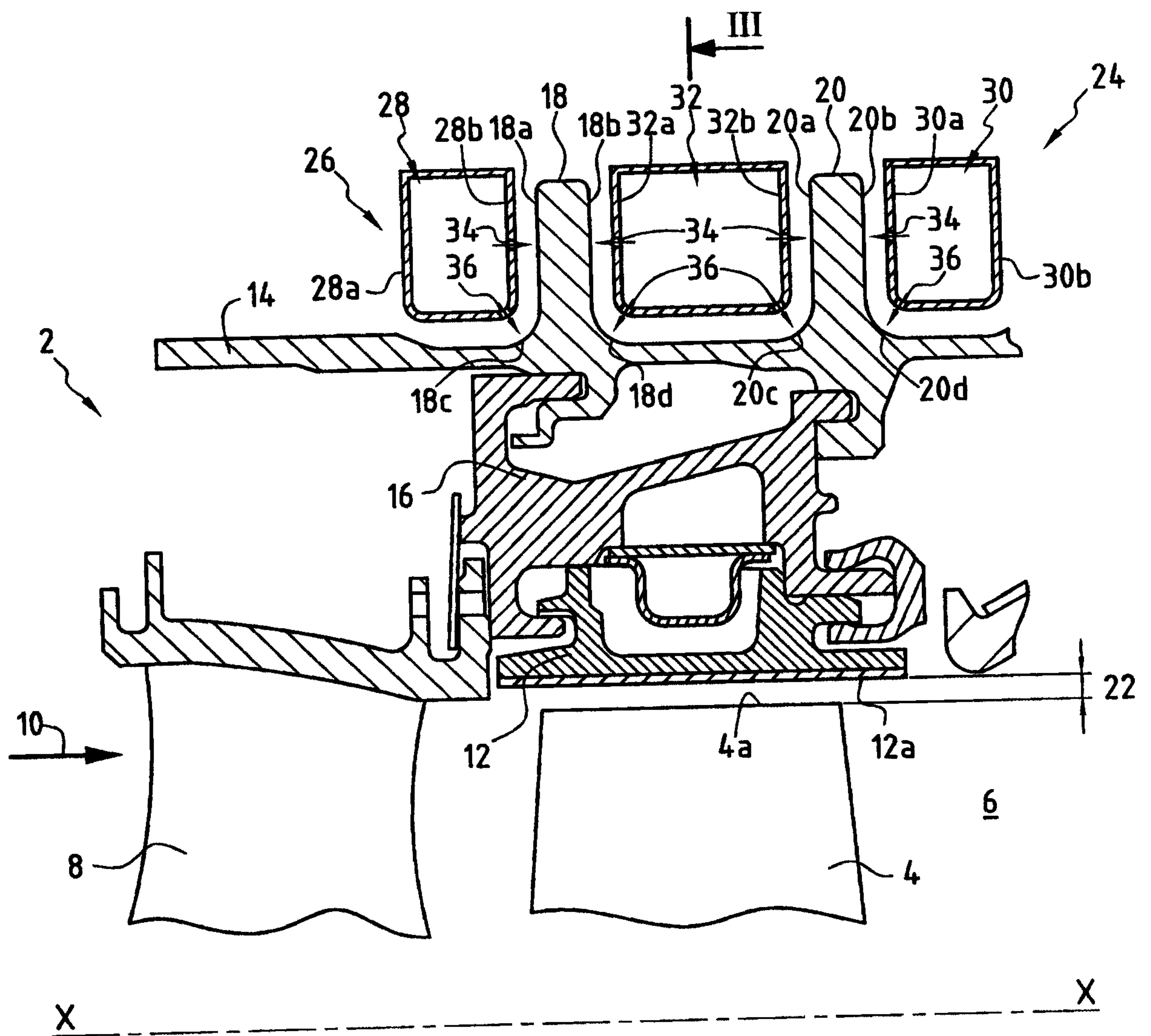


FIG.1

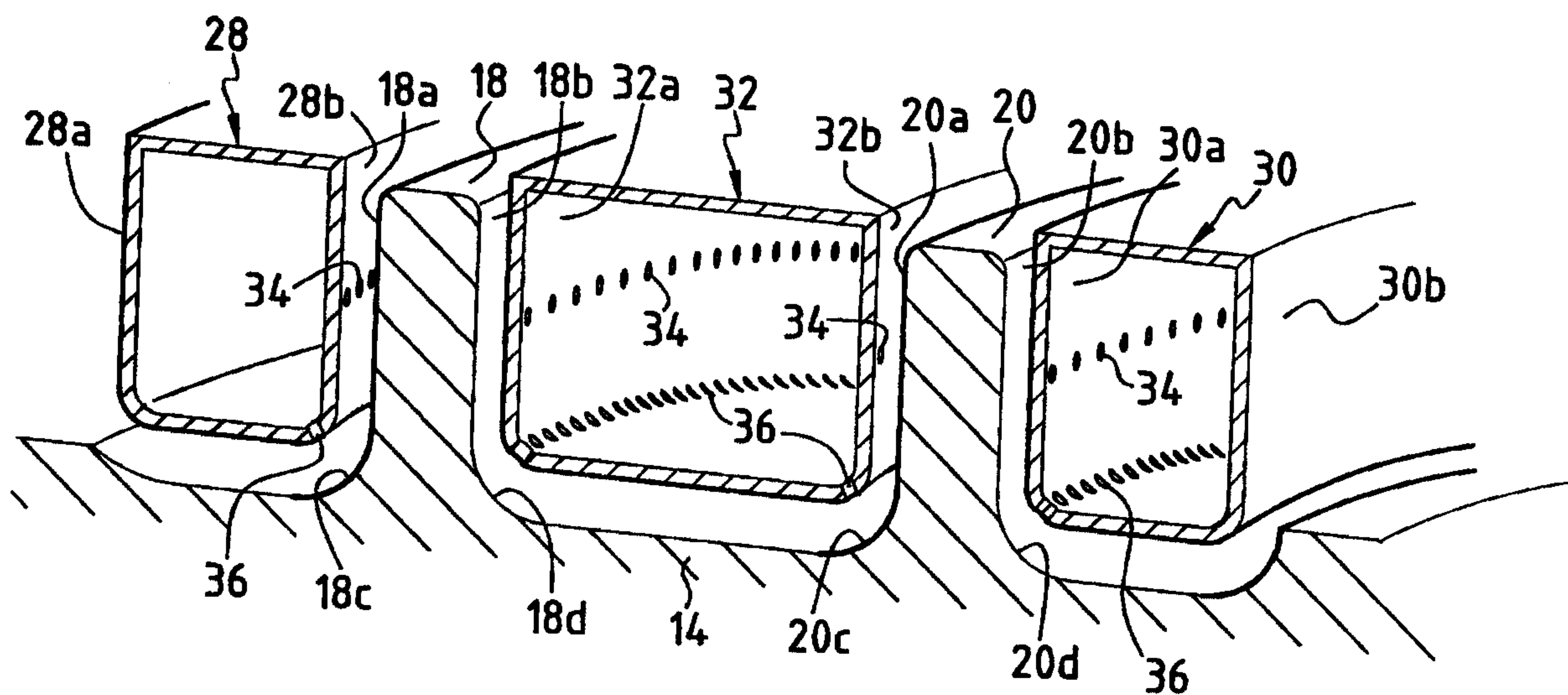


FIG.2

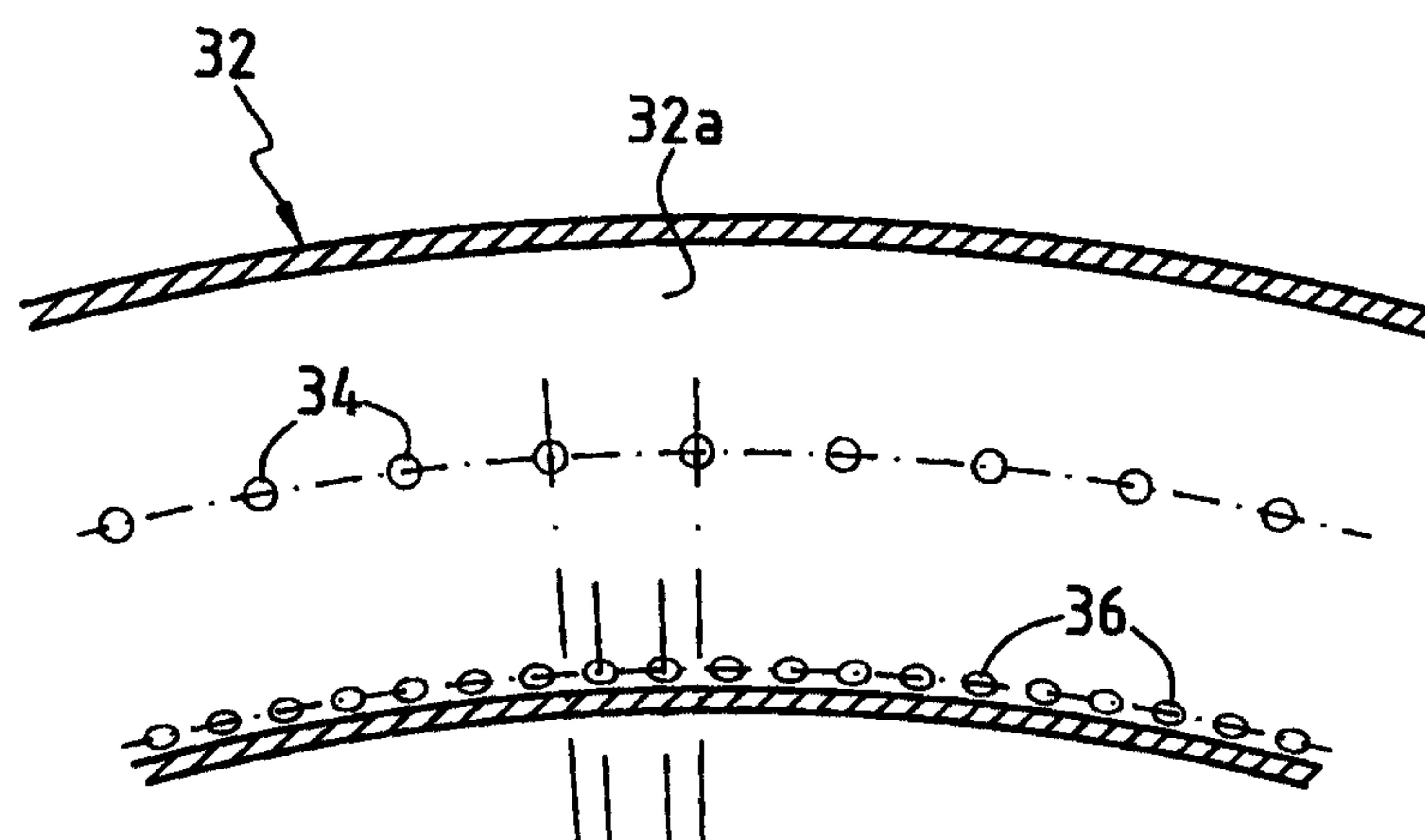


FIG.3

