



(22) **Date de dépôt/Filing Date:** 2008/10/16

(41) **Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.:** 2009/04/19

(45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2015/09/29

(30) **Priorité/Priority:** 2007/10/19 (FR07 07342)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. *F01D 5/18*** (2006.01),
F01D 9/02 (2006.01)

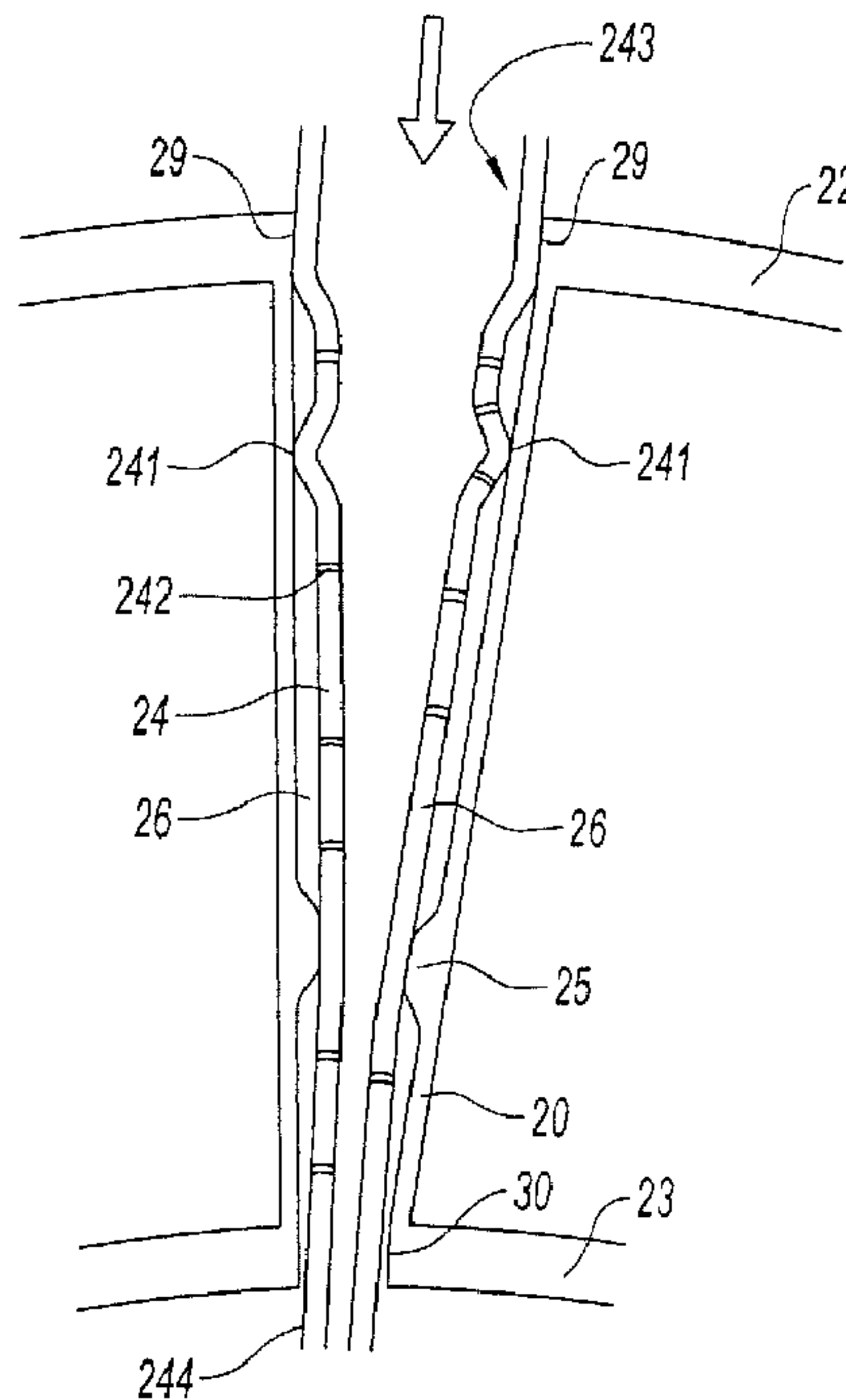
(72) **Inventeurs/Inventors:**
GUIMBARD, JEAN-MICHEL BERNARD, FR;
PABION, PHILIPPE JEAN-PIERRE, FR;
SOUPIZON, JEAN-LUC, FR

(73) **Propriétaire/Owner:**
SNECMA, FR

(74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : AUBE REFROIDIE DE TURBOMACHINE**

(54) **Title: COOLED TURBOMACHINE BLADE**



(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention concerne une aube refroidie formant distributeur pour turbomachine, dont la pale comprend une cavité longitudinale avec une première ouverture à une extrémité et une seconde ouverture à l'autre extrémité, une chemise tubulaire



(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

étant logée dans la cavité avec une première extrémité dans la première ouverture et une seconde extrémité dans la seconde ouverture, des premières entretoises du côté de la première extrémité et des secondes entretoises du côté de la seconde extrémité de la chemise ménageant un espace entre la face externe de la chemise et la paroi de la cavité, l'aube étant agencée pour que la chemise soit introduite dans la cavité par la première ouverture.

L'aube est caractérisée par le fait que les premières entretoises (241) sont solidaires de la chemise (24) et les secondes entretoises (25) sont solidaires de la paroi (20) de la cavité (26) de la pale (20).

L'invention permet le montage de la chemise malgré une courbure accentuée du profile de la pale.

Abrégé descriptif

- 5 La présente invention concerne une aube refroidie formant distributeur pour turbomachine, dont la pale comprend une cavité longitudinale avec une première ouverture à une extrémité et une seconde ouverture à l'autre extrémité, une chemise tubulaire étant logée dans la cavité avec une première extrémité dans la première ouverture et une seconde extrémité dans la seconde ouverture, des premières entretoises du côté de la première
- 10 extrémité et des secondes entretoises du côté de la seconde extrémité de la chemise ménageant un espace entre la face externe de la chemise et la paroi de la cavité, l'aube étant agencée pour que la chemise soit introduite dans la cavité par la première ouverture.
- 15 L'aube est caractérisée par le fait que les premières entretoises (241) sont solidaires de la chemise (24) et les secondes entretoises (25) sont solidaires de la paroi (20) de la cavité (26) de la pale (20).
- 20 L'invention permet le montage de la chemise malgré une courbure accentuée du profile de la pale.

Aube refroidie de turbomachine.

La présente invention concerne le domaine des turbomachines notamment des moteurs à turbine à gaz et vise plus particulièrement les aubes de distributeur refroidies.

Dans un moteur à turbine à gaz, tel que le turboréacteur à turbosoufflante avant 70 de la figure 7, l'air entrant est comprimé dans un compresseur avant d'être mélangé à un carburant et brûlé dans une chambre de combustion. Les gaz chauds produits dans la chambre entraînent la ou les turbines aval puis sont éjectés. Les différents étages de turbines 72 sont séparés par des distributeurs qui assurent un guidage du gaz pour une orientation convenable en entrée de turbine. En raison de la température des gaz, les aubes, notamment celles formant le distributeur en entrée de la turbine haute pression et recevant les gaz directement de la chambre de combustion, sont soumises à des conditions de fonctionnement très sévères. Des moyens de refroidissement sont ménagés dans les parois qui sont au contact des gaz chauds. Le refroidissement est réalisé par convection forcée ou bien par impact d'air sur les faces internes des parois des aubes.

La figure 1 représente, vue en coupe longitudinale, une aube 1 formant distributeur de l'art antérieur dans laquelle le refroidissement est assuré par impact d'air depuis un insert tubulaire formant une chemise longitudinale interne multiperforée 4, logée dans la cavité 6 de l'aube. La pale de l'aube 1 s'étend radialement entre deux plateformes, une plateforme radialement intérieure 3 et une plateforme radialement extérieure 2. Les deux plateformes délimitent la veine annulaire 5 de circulation des gaz moteur. La veine est subdivisée circonférentiellement par les pales des aubes 1. Les deux plateformes et la pale forment une seule pièce venue de fonderie. La chemise 4 est fabriquée par formage de tôle et comprend des bossettes 41 en saillie sur sa face externe. Les bossettes formées par emboutissage sont de hauteur déterminée et forment des entretoises entre la face externe de la chemise et la face interne de la cavité 6. Elles sont réparties entre les extrémités de la chemise. Ici on compte deux bossettes à proximité de chaque extrémité sur chacune des faces, côté intrados et côté extrados respectivement. La figure 2 montre en coupe longitudinale parallèlement à l'axe de la pale, l'agencement des bossages 41 sur la chemise. Elles maintiennent la chemise à distance des parois de la pale pour permettre à la fois l'impact des filets d'air sur la paroi et la circulation de l'air dans

l'espace ainsi ménagé. Une ouverture 7 dans la plateforme extérieure alimente la chemise 4 en air de refroidissement prélevé au compresseur par exemple.

5 Une partie de cet air passe par les orifices 42 de la chemise et vient refroidir la paroi de l'aube par impact. Cet air s'écoule ensuite vers l'aval où il est évacué dans la veine de gaz par des perforations prévues le long de la paroi du bord de fuite de la pale. Il est à noter que la face interne de la paroi de la pale est éventuellement pourvue d'éléments perturbateurs 61
10 d'écoulement qui favorisent les échanges thermiques entre l'air circulant dans la cavité et la paroi. Le reste de l'air circulant radialement à l'intérieure de la chemise est guidé à travers la plateforme intérieure 3 jusqu'à un tube 8 qui le dirige vers d'autres parties à refroidir de la turbomachine, telles que le disque de turbine ou bien les paliers.

15 L'aube est ouverte, en 9 et 10, aux deux extrémités longitudinales de la pale, au niveau respectivement de sa plateforme extérieure 2 et de sa plateforme intérieure 3. Au montage, la chemise qui a été préalablement mise en forme est glissée dans la cavité 6 de l'aube à travers l'ouverture 9.
20 La chemise est ensuite rendue solidaire de l'aube par soudage ou brasage le long de son bord en contact avec la paroi de l'ouverture 9. La partie opposée de la chemise est guidée dans l'ouverture intérieure 10 de l'aube qui forme une glissière pour autoriser les déplacements relatifs entre l'aube et la chemise. Ces déplacements longitudinaux sont dus aux variations de
25 température pendant le fonctionnement de la turbomachine et au fait que les deux pièces diffèrent par la nature des matériaux qui les constituent et leur mode de fabrication.

30 Un mode particulier de réalisation de la chemise à l'intérieur de la cavité est décrit dans le brevet au nom de la demanderesse, EP 1508670.

L'amélioration des performances de la turbomachine passe par une modification de la forme des distributeurs. Lorsque la pale du distributeur défini aérodynamiquement est vrillée et a un profil présentant une torsion
35 autour de son axe longitudinal par exemple et des bords d'attaque et de fuite non parallèles entre eux, on rencontre des difficultés de montage et de démontage de la chemise dans la cavité de la pale. La représentation des enveloppes géométriques de la cavité de la pale et de la face extérieure de la chemise avec ses bossettes fait apparaître, selon les modes de réalisation
40 envisagés, des zones d'interférence. La présence de ces zones est

susceptible d'impliquer une impossibilité de mise en place de la chemise à l'intérieur de la cavité selon la technique précédente.

5 La demanderesse s'est donc fixé comme objectif de remédier à cet inconvénient.

10 C'est ainsi que, conformément à l'invention, l'aube refroidie de turbomachine, comportant une plateforme et une pale, et comprenant une cavité le long de la pale et de la plateforme avec une première ouverture à une extrémité et une seconde ouverture à l'autre extrémité, une chemise tubulaire étant logée dans la cavité avec une première extrémité dans la première ouverture et une seconde extrémité dans la seconde ouverture, des premières entretoises du côté de la première extrémité et des secondes entretoises du côté de la seconde extrémité de la chemise ménageant un espace entre la face externe de la chemise et la paroi de la cavité, l'aube étant agencée pour que la chemise soit introduite dans la cavité par la première ouverture, est caractérisée par le fait que les premières entretoises sont solidaires de la chemise et les secondes entretoises sont solidaires de la paroi de la cavité le long de la pale.

20 La solution de l'invention permet avec des modifications mineures à la fois sur la chemise métallique et sur la face interne de la pale de réserver un jeu latéral plus important entre l'insert et la paroi de la cavité. On dispose donc d'une liberté plus grande dans le choix de la géométrie de la pale d'un point de vue aérodynamique.

Il s'ensuit une plus grande capacité d'amélioration du rendement et des performances de la turbine.

30 Plus particulièrement, les premières entretoises sont disposées selon une direction formant un angle avec la corde de l'aube. L'angle est nul notamment.

35 Selon un mode de réalisation préféré, la chemise est formée d'une tôle métallique, les premières entretoises étant des bossages obtenus par déformation de la tôle. Les bossages sont par exemple en forme de dôme.

40 Les premières entretoises sont avantageusement ménagées dans la moitié de la chemise située du côté de la première extrémité, laissant ainsi une capacité de déplacement latéral maximale, compte tenu de

l'encombrement, tant que les premières entretoises ne sont pas engagées dans la cavité.

5 Les secondes entretoises forment des bossages individuels. Ils sont alignés de préférence parallèlement à la corde.

10 Conformément à une variante, les secondes entretoises ont une forme allongée parallèlement à une corde de l'aube. Plus particulièrement les secondes entretoises forment un rail continu, ils assurent ainsi une fonction supplémentaire d'étanchéité limitant les fuites d'air depuis l'intérieur de la chemise par l'espace laissé libre entre la chemise et la glissière.

15 La solution de l'invention présente un intérêt particulier quand la chemise est perforée pour un refroidissement par impact d'air des parois de la pale.

La première ouverture est soit du côté extérieur de la veine de gaz soit du côté intérieur de la veine de gaz.

20 L'invention porte encore sur un procédé d'assemblage de l'aube selon lequel on met en place la chemise dans la cavité en l'introduisant par sa seconde extrémité à travers la première ouverture.

25 Un mode de réalisation de l'invention, non limitatif est décrit plus en détail ci-après en référence aux dessins annexés sur lesquels

La figure 1 montre en coupe longitudinale une aube de distributeur refroidie de l'art antérieur, avec une chemise intérieure de distribution d'air de refroidissement ;

30 La figure 2 est une coupe longitudinale de l'aube de la figure 1 montre les entretoises ménagées sur la chemise ;

La figure 3 est un exemple de profil d'aube à géométrie complexe ;

La figure 4 est une vue en coupe longitudinale d'une aube conforme à l'invention ;

35 La figure 5 montre l'étape d'assemblage de l'aube dans laquelle on introduit la chemise dans la cavité de la pale ;

La figure 6 montre une variante de réalisation des entretoises du côté de la seconde ouverture de la pale.

La figure 7 montre un moteur susceptible d'incorporer l'aube conforme à l'invention.

Le profil de pale 20 de distributeur de la figure 3 présente un bord d'attaque 21 et un bord de fuite 22 dont les courbures varient entre le pied de la pale et son sommet. Les lignes directrices longitudinales 23 et 24 par exemple ou bien 26 et 27 voient également leur courbure évoluer. On comprend qu'une chemise intérieure tubulaire au volume défini par ce profil ne peut être déplacée le long de la direction longitudinale sans que les enveloppes ne viennent interférer dans leur translation. Toute interférence correspond à une impossibilité de mouvement. Dans ce cas le montage ou le démontage devient impossible. La figure 3 illustre ce problème ; le glissement de la chemise dans la cavité ne peut être réalisé que dans le cas où l'aube présente une même orientation de courbure entre le bord d'attaque et le bord de fuite. Ce n'est pas le cas avec la pièce de la figure 3 où les courbures du bord d'attaque 21 et du bord de fuite 28 s'inversent. En effet la recherche de la direction privilégiée de montage / démontage est définie comme suit. Si on considère en chaque point la droite tangente à la courbe bord d'attaque et la droite tangente à la courbe bord de fuite, la direction privilégiée serait la bissectrice de l'angle formé par les deux droites tangentes, voir tangente T2, tangente T3 et direction moyenne D sur la figure. Or la translation suivant cette direction privilégiée n'est pas permise ou très limitée dans le cas présent compte tenu de l'évolution de l'angle et donc de la bissectrice sur la hauteur de la pale. Cette évolution résulte du fait qu'il y a inversion du sens de courbure entre les courbes 21 et 28 mais aussi entre les courbes des directrices intermédiaire 23-24 d'une part et 26-27 d'autre part.

L'enveloppe de la chemise est définie par les bossages qui sont en saillie à sa surface. Dans la mesure où ces bossages ont une fonction d'entretoise et de maintenir un entrefer bien déterminé, leur enveloppe est très proche de l'enveloppe géométrique de la surface interne de la paroi de la pale. Toute variation de courbure est donc susceptible d'empêcher leur déplacement relatif.

La solution de l'invention a consisté à modifier la répartition des entretoises entre la chemise et la pale. Sur la figure 4 on voit en coupe longitudinale une aube selon l'invention. La pale 20 s'étend entre une plateforme intérieure 23 et une plateforme extérieure 22. Les deux plateformes sont les frontières de la veine annulaire parcourue par les gaz moteurs. La chemise 24 à l'intérieur de la cavité 26 de la pale est soudée ou brasée par sa première extrémité 243 à la paroi de la première ouverture 29, Cette ouverture 29 est pratiquée dans la paroi de la plateforme extérieure

22. L'autre extrémité 244 de la chemise est engagée dans la seconde ouverture 30 pratiquée dans la plateforme intérieure 23. En étant solidaire de la pale par une extrémité, 243 et libre à son autre extrémité, 244, les deux pièces peuvent se dilater indépendamment l'une de l'autre.

5

La chemise comprend du côté de sa première extrémité 243, des bossages formés par déformation de la tôle. Ces bossages forment des entretoises maintenant la paroi de la chemise à distance de la paroi de la cavité. Ils sont par exemple alignés parallèlement à la direction de la corde de l'aube.

10

La chemise ne comprend pas d'autres bossages comme on le voit bien sur la figure 4.

15

Des saillies 25 ménagées sur la face interne de la paroi de la pale 20 forment entretoises et maintiennent la chemise écartée de la paroi de la cavité. Ces saillies sont situées à proximité de la seconde ouverture 30. Elles sont réalisées avec l'aube, par fonderie. De préférence elles forment des entretoises de même hauteur que les bossages 241 de telle façon que l'espace de circulation de l'air de refroidissement soit le même entre le pied de la pale et son sommet. Cependant la solution de l'invention permet un agencement différent des entretoises. Ces saillies peuvent être parallèles à une corde de l'aube. Avantageusement elles sont de forme allongées.

20

25

En fonctionnement l'air de refroidissement est introduit par la première extrémité 243 dans le canal tubulaire de la chemise ; une partie de cet air traverse la chemise par les perforations 242 et se divise en jets fins qui refroidissent la paroi de la pale 20. L'air circule ensuite dans l'espace entre la chemise et la paroi pour être évacué vers le bord de fuite. Une autre partie de l'air s'écoule par la seconde extrémité et est guidée vers un autre circuit de refroidissement.

30

35

La figure 5 montre l'intérêt de la solution au moment de l'assemblage. On introduit la chemise par sa seconde extrémité 244 dans la cavité 26 à travers la première ouverture 29 de l'aube. Comme la partie inférieure de la chemise, sur la figure, ne comporte pas de saillie transversale, on dispose d'une certaine capacité de déplacement latéral. Cette capacité est conservée jusqu'à ce que la seconde extrémité soit engagée dans l'espace défini par les saillies 25. Ces saillies sont disposées à proximité de la seconde ouverture 30. La chemise est à ce moment là près de son engagement dans la seconde ouverture. Son déplacement est quasiment achevé.

40

La figure 6 montre une variante de réalisation. N'est représentée que la partie de la pale 40 à proximité de la seconde ouverture 41. La chemise 34 est engagée par sa seconde extrémité 344 dans la seconde ouverture 41 de la pale. On a remplacé les bossages par un rail 35 qui court sur tout le pourtour, de préférence parallèlement au plan de l'ouverture 41. Sa fonction est de former une chicane limitant la circulation de l'air d'un côté à l'autre du rail. L'intérêt de cette variante vient des fuites d'air qui se produisent entre la chemise en 344 et la paroi de la pale dans la glissière de l'ouverture 41. En effet, afin de ne pas empêcher le libre coulisement de la chemise dans la glissière résultant des variations dimensionnelles entre elles, on doit maintenir un certain jeu qui est à l'origine des fuites d'air. Une partie F de cet air est déviée de la direction D prévue. Le passage de cet air dans l'espace entre la chemise et la pale n'est pas souhaité car il est perdu sans avoir participé au refroidissement. L'agencement d'une telle chicane contribue ainsi à contenir l'air à l'intérieur de la chemise.

Revendications

1. Aube refroidie de turbomachine, comportant une
plateforme et une pale, et comprenant une cavité le long de la pale et de
la plateforme avec une première ouverture à une extrémité et une
5 seconde ouverture à l'autre extrémité, une chemise tubulaire étant logée
dans la cavité avec une première extrémité dans la première ouverture
et une seconde extrémité dans la seconde ouverture, des premières
entretoises du côté de la première extrémité et des secondes entretoises
10 du côté de la seconde extrémité de la chemise ménageant un espace
entre la face externe de la chemise et la paroi de la cavité, l'aube étant
agencée pour que la chemise soit introduite dans la cavité par la
première ouverture, dans laquelle les premières entretoises sont
solidaires de la chemise et les secondes entretoises sont solidaires de la
15 paroi de la cavité le long de la pale.

2. Aube selon la revendication 1, dans laquelle les premières
entretoises sont disposées selon une direction formant un angle avec la
corde de l'aube.

20

3. Aube selon la revendication 2, dans laquelle l'angle est nul.

4. Aube refroidie selon l'une quelconque des 1 à 3, dans
laquelle la chemise est formée d'une tôle métallique, les premières
25 entretoises étant des bossages obtenus par déformation de la tôle.

5. Aube selon la revendication 4, dans laquelle les bossages
sont en forme de dôme.

30 6. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans
laquelle les premières entretoises sont ménagées dans la moitié de la
chemise située du côté de la première extrémité.

35 7. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans
laquelle les secondes entretoises forment des bossages individuels.

8. Aube selon la revendication 7, dans laquelle les bossages
sont alignés parallèlement à la corde.

9. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle les secondes entretoises ont une forme allongée parallèlement à une corde de l'aube.

5 10. Aube selon la revendication 9, dans laquelle les secondes entretoises forment un rail continu.

10 11. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la chemise est perforée pour un refroidissement par impact d'air des parois de la pale.

15 12. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans laquelle la première ouverture est du côté extérieur de la veine de gaz.

15 13. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans laquelle la première ouverture est du côté intérieur de la veine de gaz.

20 14. Procédé d'assemblage de l'aube selon l'une des revendications 1 à 13 selon lequel on met en place la chemise dans la cavité en l'introduisant par sa seconde extrémité à travers la première ouverture.

25 15. Distributeur de turbomachine comprenant une aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

30 16. Turbine comprenant un distributeur selon la revendication 15.

17. Turbomachine comprenant au moins une aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

1 / 4

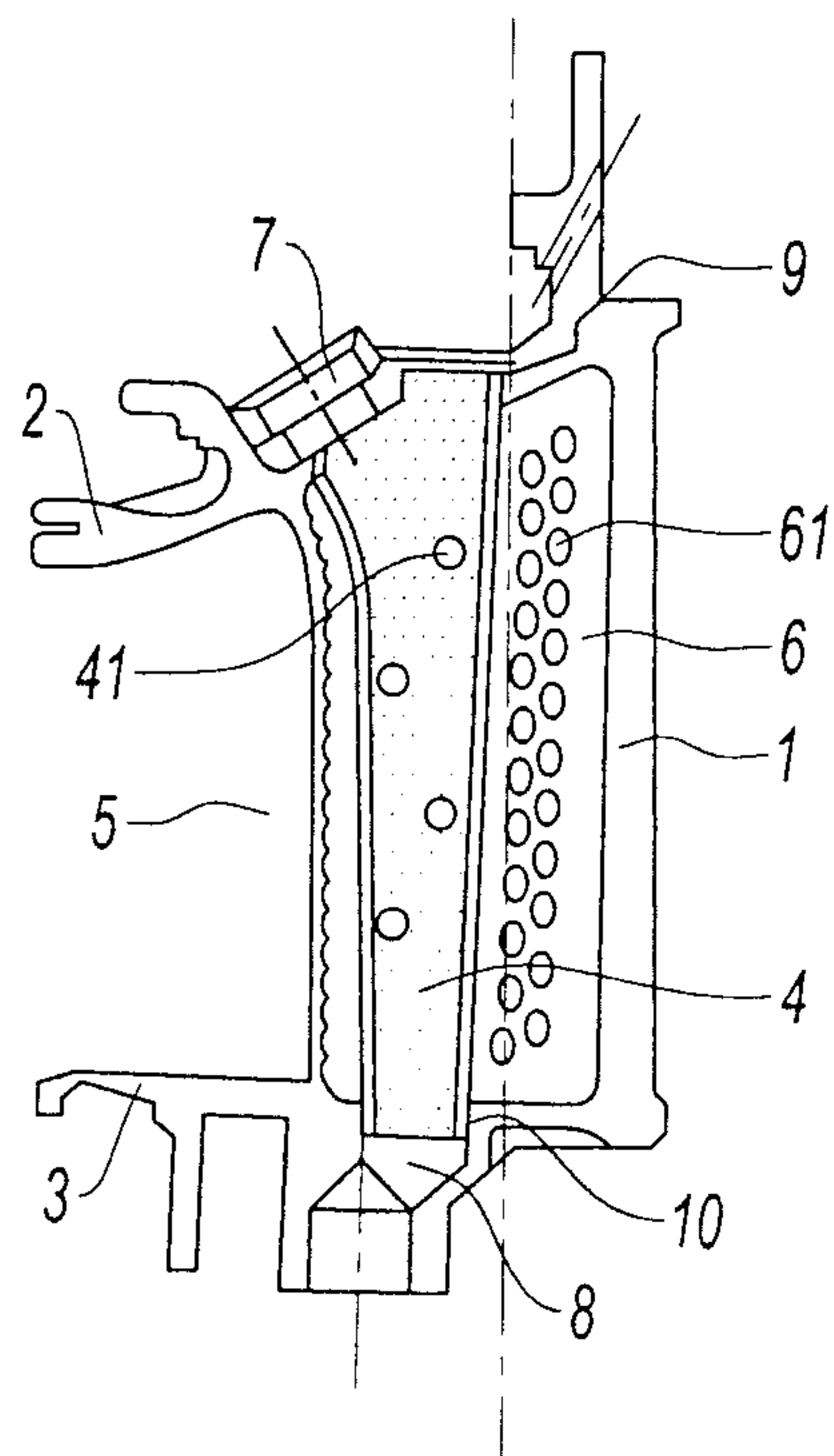


Fig. 1

Antériorité

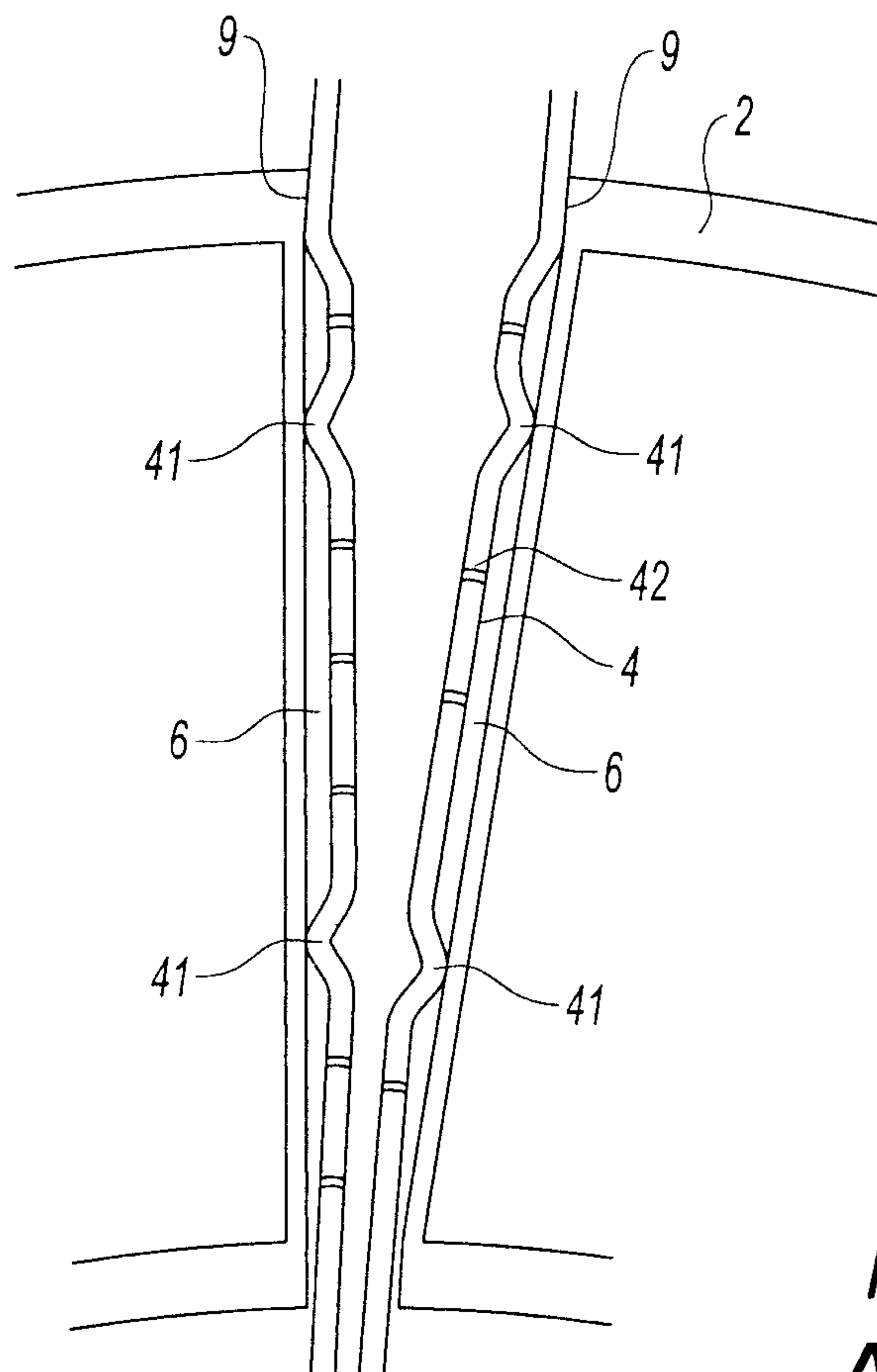


Fig. 2

Antériorité

2 / 4

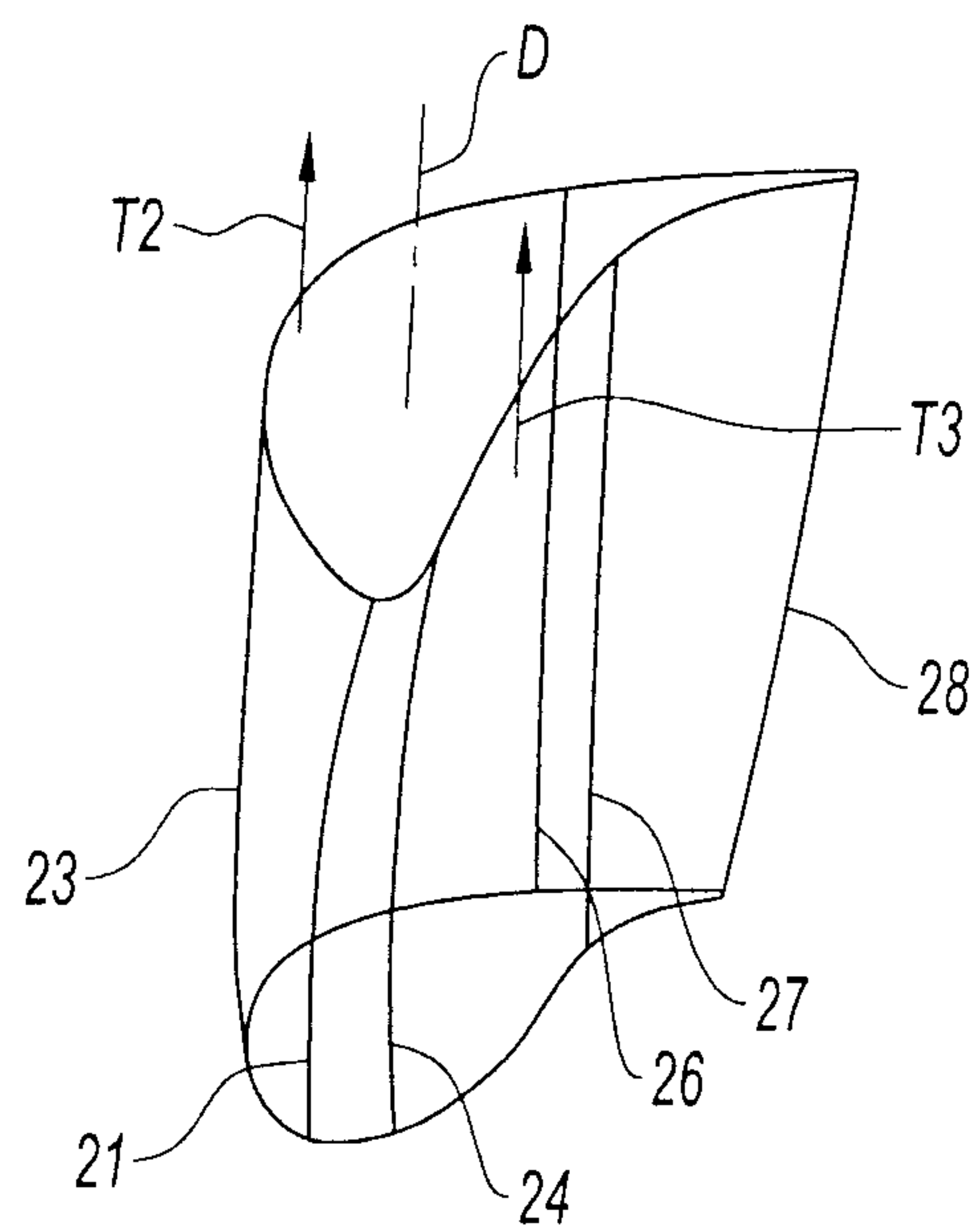


Fig. 3
Antériorité

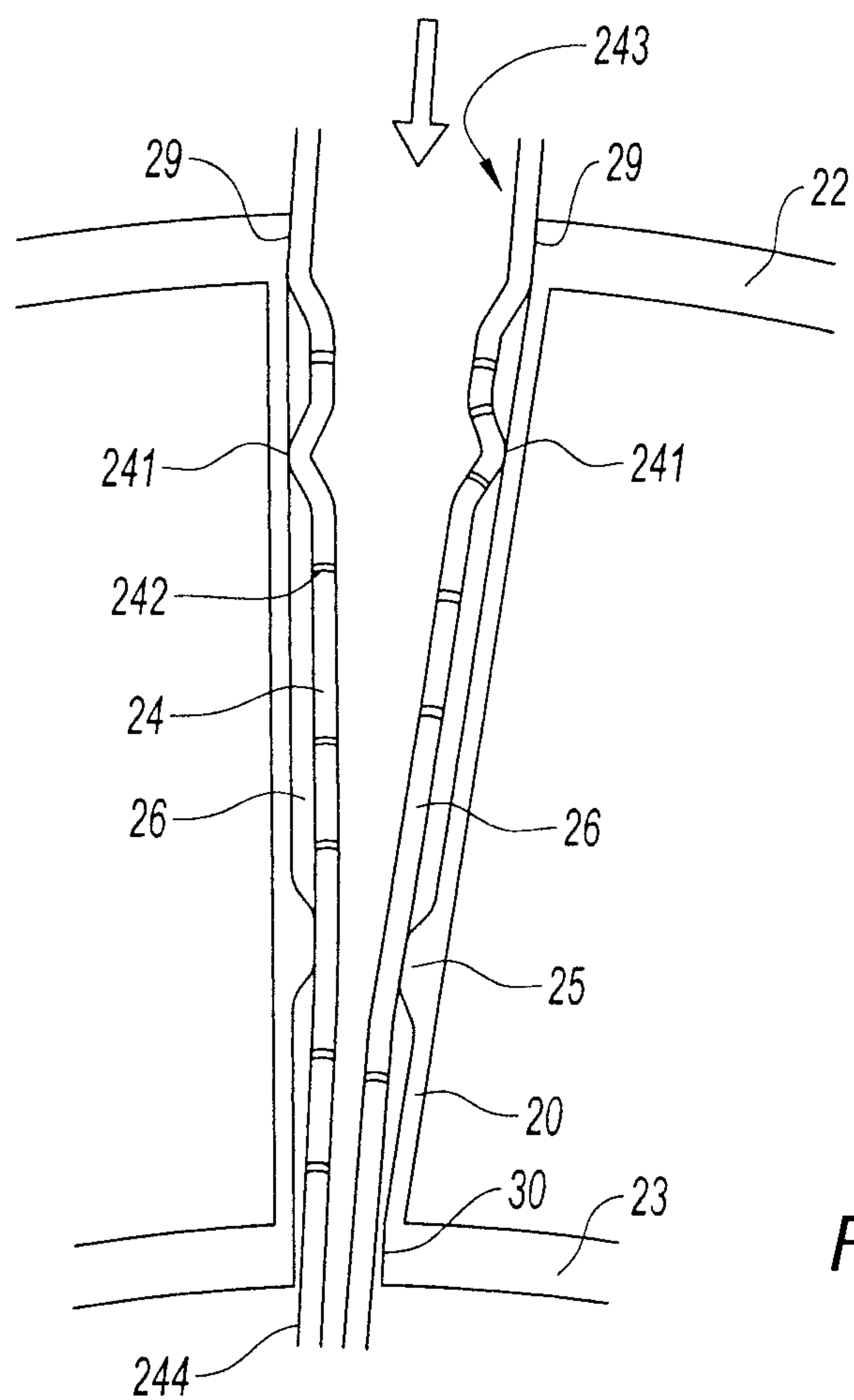


Fig. 4

3 / 4

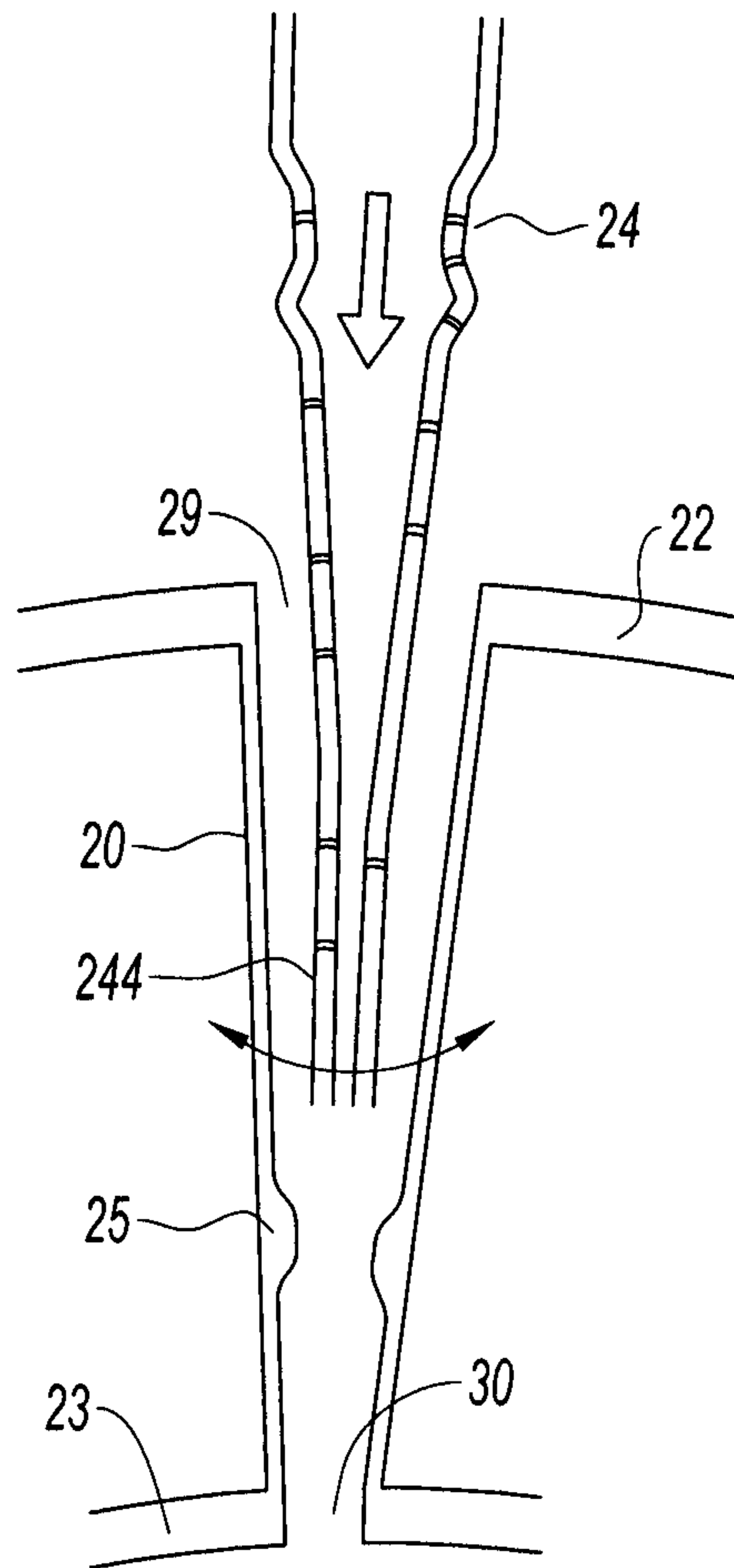


Fig. 5

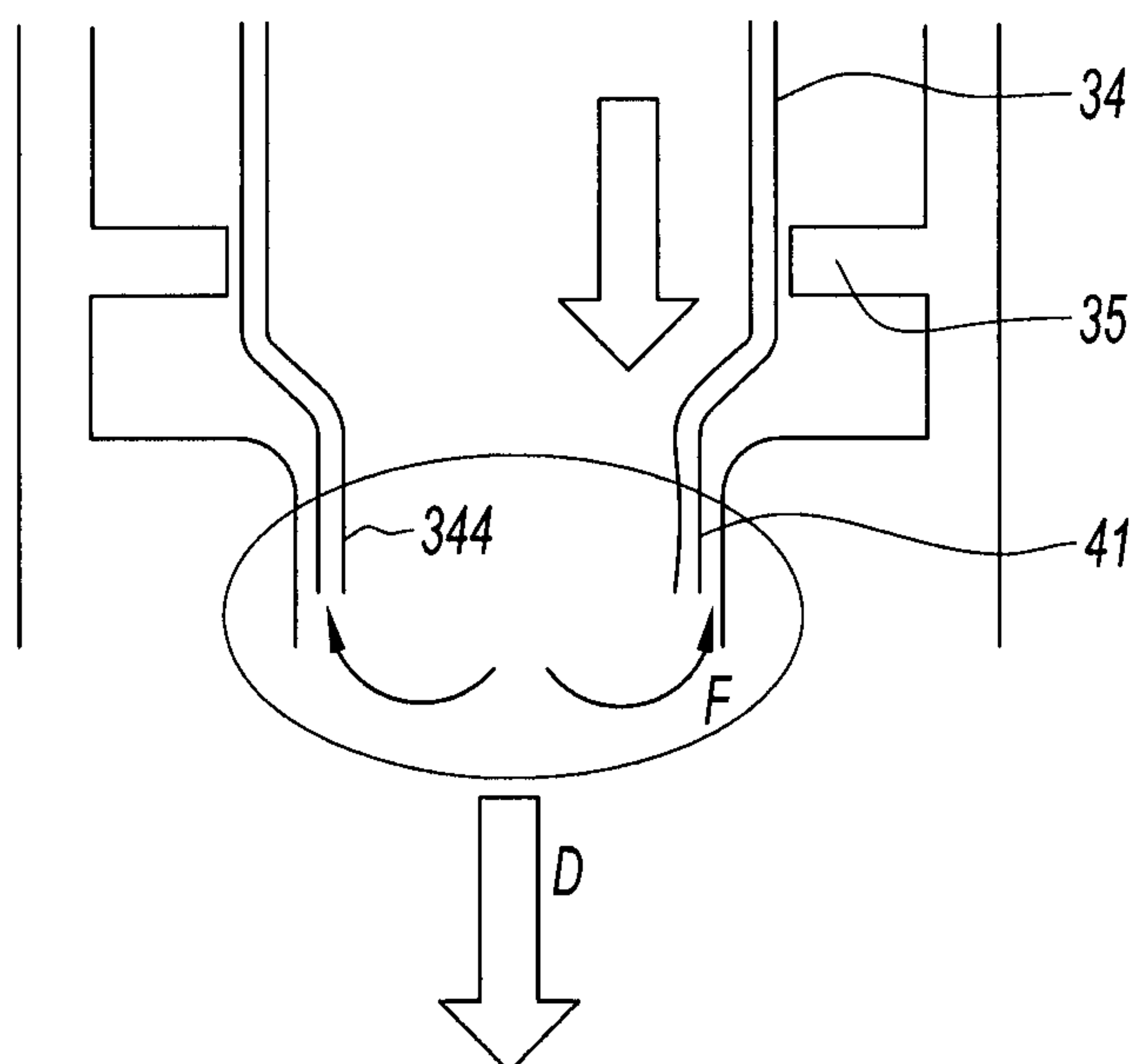


Fig. 6

4 / 4

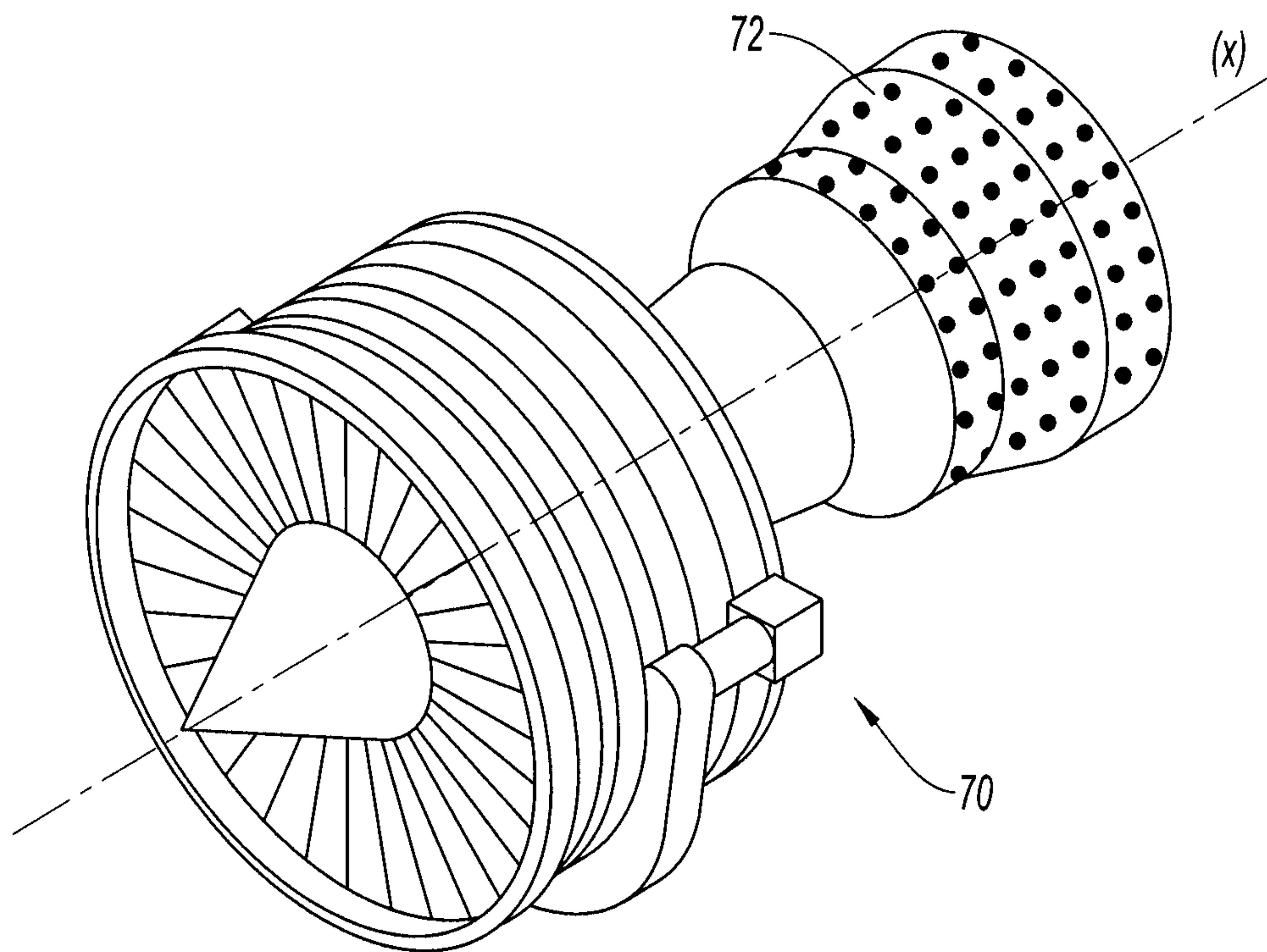


Fig. 7

