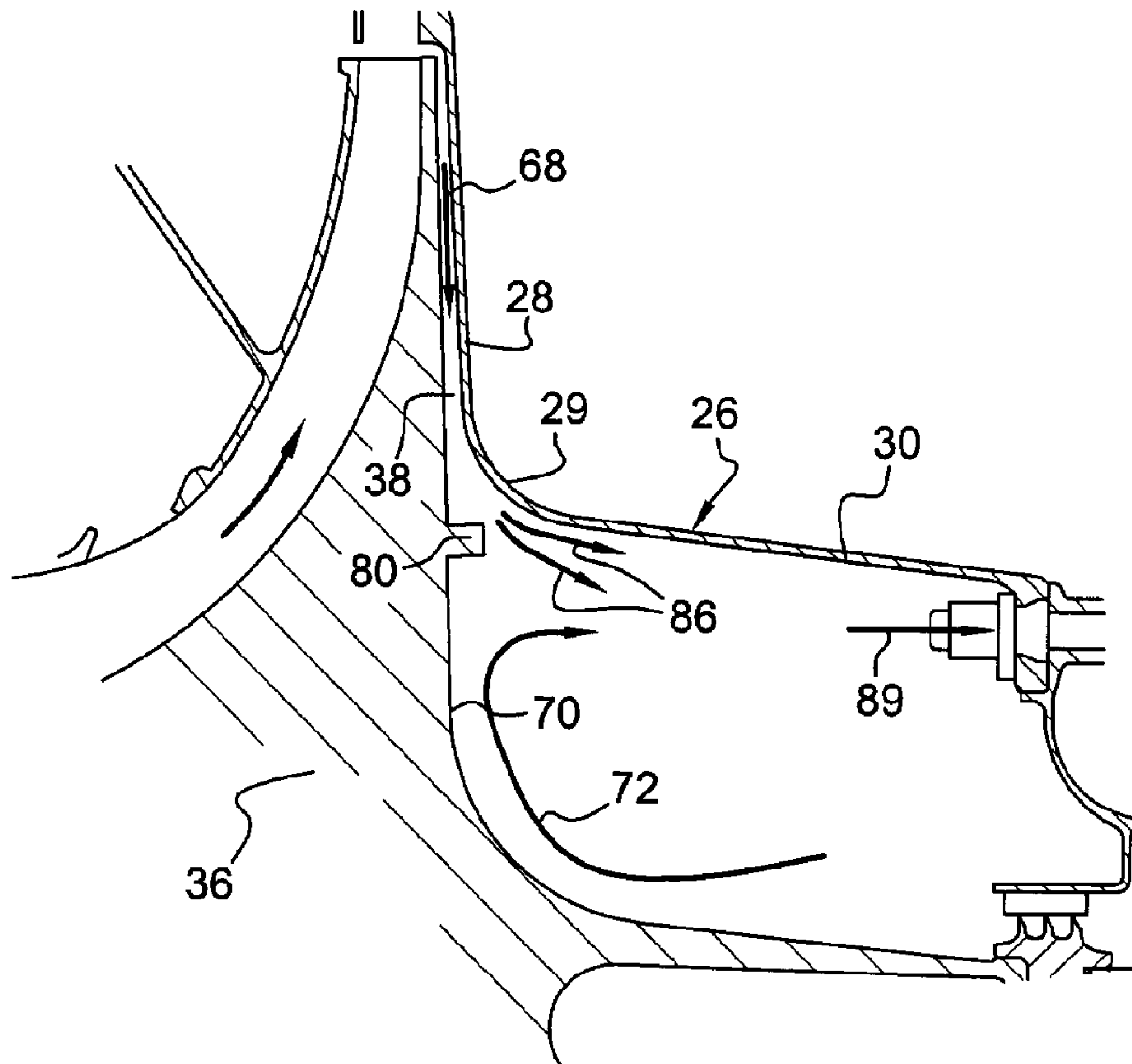




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2007/07/16
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2008/01/19
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2014/09/16
 (30) Priorité/Priority: 2006/07/19 (FR06 06543)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02C 7/12* (2006.01),
F01D 25/12 (2006.01)
 (72) Inventeurs/Inventors:
ARGAUD, THIERRY, FR;
BRUNET, ANTOINE ROBERT ALAIN, FR;
LEININGER, JEAN-CHRISTOPHE, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
SNECMA, FR
 (74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : VENTILATION D'UNE CAVITE AVAL DE ROUET DE COMPRESSEUR CENTRIFUGE
 (54) Title: VENTILATION FOR A DOWNSTREAM CAVITY IN A CENTRIFUGAL COMPRESSOR IMPELLER



(57) Abrégé/Abstract:

Système de ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, cette cavité (40) étant délimitée par la face aval (70) du rouet (36) et par un flasque annulaire (26) d'un diffuseur (12) et étant ventilée par prélèvement



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

d'air en sortie du compresseur, le système comprenant au moins un déflecteur annulaire (80) monté dans cette cavité pour s'opposer à la remontée d'air chaud le long de la face aval (70) du rouet et pour provoquer l'entraînement de l'air chaud dévié (70) par l'air prélevé en sortie du compresseur.

ABREGÉ**Ventilation d'une cavité aval de rouet
d'un compresseur centrifuge**

5

10 Système de ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, cette cavité (40) étant délimitée par la face aval (70) du rouet (36) et par un flasque annulaire (26) d'un diffuseur (12) et étant ventilée par prélèvement d'air en sortie du compresseur, le système comprenant au moins un déflecteur annulaire (80) monté dans cette cavité pour s'opposer à la remontée d'air chaud le long de la face aval (70) du rouet et pour provoquer l'entraînement de l'air chaud dévié (70) par l'air prélevé en sortie du compresseur.

Ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge

La présente invention concerne la ventilation d'une cavité aval de
5 rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, telle notamment
qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion.

La cavité annulaire qui est formée en aval du rouet d'un
compresseur centrifuge dans une turbomachine doit être ventilée pour
10 évacuer l'énergie thermique apportée par le rouet. Cette ventilation se fait
en général par prélèvement d'air en sortie du compresseur, à la jonction
avec l'entrée d'un diffuseur annulaire qui alimente une chambre de
combustion.

Ce diffuseur comporte un flasque annulaire aval à section axiale
sensiblement en L dont la partie amont sensiblement radiale s'étend, avec
15 un faible jeu axial, le long de la face aval du rouet, et dont la partie aval est
sensiblement cylindrique. L'air prélevé en sortie du compresseur s'écoule
de l'extérieur vers l'intérieur dans l'espace annulaire radial formé entre le
rouet et la partie radiale du flasque du diffuseur puis passe dans la cavité
aval du rouet.

20 En fonctionnement, l'air dans la cavité est soumis à des forces
centrifuges importantes et est entraîné par la rotation du rouet ce qui
provoque une zone de recirculation d'air dans la cavité et une remontée
d'une partie de cet air le long de la face aval du rouet, de l'intérieur vers
l'extérieur. Cet air s'échauffe par frottement visqueux sur la face aval du
25 rouet et se mélange à l'air prélevé sortant du compresseur, en augmentant
la température de cet air. Par convection, cet air réchauffe encore la face
aval du rouet, qui peut atteindre et dépasser une valeur maximale
admissible, ce qui se traduit par un fluage de matière.

L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple,
30 efficace et économique à ce problème de la technique antérieure.

Elle propose à cet effet un système de ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, cette cavité étant délimitée par la face radiale aval du rouet et par un flasque annulaire aval d'un diffuseur annulaire agencé à la sortie du compresseur et étant ventilée par prélèvement d'air en sortie du compresseur, l'air prélevé circulant dans la cavité vers l'aval et vers l'axe de rotation du compresseur, caractérisé en ce qu'au moins un déflecteur annulaire est monté dans cette cavité et s'étend entre la face aval du rouet et le flasque annulaire aval du diffuseur pour s'opposer à la remontée d'air chaud le long de la face aval du rouet et pour provoquer l'entraînement de l'air chaud dévié, par l'air prélevé en sortie du compresseur.

Le déflecteur annulaire selon l'invention empêche la remontée d'air chaud le long de la face aval du rouet et forme une réduction de la section de passage de l'air prélevé en sortie du compresseur, pour accélérer cet air et provoquer un cisaillement de l'air plus chaud qui a remonté le long de la face radial du rouet et qui a été dévié par le déflecteur, et un entraînement de cet air plus chaud le long de la partie cylindrique du flasque annulaire du diffuseur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le déflecteur est situé radialement au niveau de la jonction entre une partie radiale et une partie cylindrique du flasque annulaire aval du diffuseur.

C'est à ce niveau que le déflecteur est le plus efficace, en termes de déviation de l'air plus chaud qui a remonté le long de la face aval du rouet, de cisaillement et d'entraînement de cet air plus chaud par l'air prélevé en sortie du compresseur.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le déflecteur est formé en saillie sur la face aval du rouet et a une forme sensiblement cylindrique. Préférentiellement, ce déflecteur s'étend axialement jusqu'à proximité du flasque annulaire aval du diffuseur, et a une dimension axiale supérieure ou égale à l'épaisseur de la couche d'air chaud remontant le long du rouet.

Cet air chaud est dévié vers l'aval par le déflecteur du rouet puis est entraîné par l'air prélevé en sortie du compresseur et qui passe entre le déflecteur et le flasque du diffuseur.

5 Dans une variante de réalisation de l'invention, le déflecteur est formé en saillie sur le flasque annulaire du diffuseur et s'étend axialement vers l'amont jusqu'à proximité du rouet. Ce déflecteur est préférentiellement formé à la jonction entre la partie radiale et la partie cylindrique du flasque du diffuseur.

10 L'air qui s'écoule depuis la sortie du compresseur entre la face aval du rouet et le déflecteur du flasque empêche l'air plus chaud de remonter le long de cette face aval.

15 Dans une autre variante, un premier déflecteur est formé en saillie sur la face aval du rouet et un second déflecteur est formé en saillie sur le flasque annulaire aval du diffuseur, ces déflecteurs s'étendant l'un vers l'autre et délimitant entre eux un passage annulaire de sortie de l'air prélevé en sortie du compresseur. Préférentiellement, le déflecteur formé sur le rouet est situé radialement à l'intérieur du déflecteur formé sur le flasque annulaire du diffuseur.

20 Dans encore une autre variante, le déflecteur est formé en saillie sur un bouclier annulaire de protection thermique recouvrant la face aval du rouet et tournant avec le rouet, ce déflecteur s'étendant vers l'aval jusqu'à proximité du flasque du diffuseur. Ce déflecteur est préférentiellement situé au niveau de la jonction entre les parties radiale et cylindrique du flasque du diffuseur.

25 Le déflecteur peut avoir une forme carrée, rectangulaire ou triangulaire en section axiale.

L'invention concerne encore une turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend un système de ventilation de cavité aval de rouet tel que décrit
30 ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques

et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 5 - la figure 1 est une demi-vue schématique en coupe axiale d'un système de ventilation selon la technique antérieure;
- la figure 2 est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un système de ventilation selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue correspondant à la figure 2 et représente une variante de réalisation de l'invention ;
- 10 - la figure 4 est une vue correspondant à la figure 2 et représente une variante de l'invention ;
- la figure 5 est une vue correspondant à la figure 2 et représente encore une autre variante de l'invention ;

La figure 1 représente une partie d'une turbomachine, telle qu'un
15 turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, comportant d'amont en aval, dans le sens de l'écoulement des gaz à l'intérieur de la turbomachine, un étage centrifuge de compresseur 10, un diffuseur 12 et une chambre de combustion 14.

L'entrée de l'étage de compresseur 10 est orientée vers l'amont,
20 sensiblement parallèlement à l'axe 16 de la turbomachine, et sa sortie 18 est orientée radialement vers l'extérieur, sensiblement perpendiculairement à l'axe 16 de la turbomachine.

Le diffuseur 12 a une forme annulaire coudée à 90° et comprend une
25 entrée 20 alignée avec la sortie 18 du compresseur, et une sortie 22 qui est orientée vers l'aval et débouche radialement à l'extérieur de la chambre de combustion 14.

Le diffuseur 12 est porté par un carter externe 24 qui entoure
extérieurement le compresseur 10, le diffuseur 12 et la chambre de combustion 14.

30 Le diffuseur 12 comprend un flasque annulaire aval 26 à section sensiblement en L qui comporte une partie amont 28 sensiblement radiale

qui s'étend vers l'intérieur depuis l'entrée 20 du diffuseur 12, et une partie aval 30 sensiblement cylindrique qui se termine à son extrémité aval par une bride annulaire 32 fixée par des moyens appropriés du type vis-écrou sur des moyens 34 d'injection d'air de ventilation et/ou refroidissement de composants (notamment de turbine) situés en aval de la chambre de combustion 14.

La jonction 29 entre les parties radiale 28 et cylindrique 30 du flasque a une forme arrondie en section axiale et comprend une surface annulaire concave orientée vers l'aval et vers l'extérieur et une surface annulaire convexe orientée vers l'amont et vers l'intérieur.

La partie radiale 28 du flasque 26 s'étend, avec un jeu axial faible, en aval et le long du rouet 36 du compresseur, ce jeu axial augmentant légèrement en direction de l'axe 16 de rotation du rouet et étant maximal au niveau de la jonction 29 précitée du flasque.

Le flasque 26 délimite avec une face radiale aval 70 du rouet 36 une cavité annulaire 40 qui communique avec la sortie du compresseur par l'espace annulaire radial 38 formé entre le rouet 36 et la partie radiale 28 du flasque.

La chambre de combustion 14 comporte deux parois de révolution coaxiales 42, 44 s'étendant l'une à l'intérieur de l'autre et reliées à leurs extrémités amont à une paroi 46 de fond de chambre, ces parois 42, 44 et 46 délimitant entre elles une enceinte annulaire dans laquelle du carburant est amené par des injecteurs.

La paroi radialement externe 44 de la chambre est fixée à son extrémité aval au carter externe 24, et sa paroi radialement interne 42 est reliée à son extrémité aval à une virole tronconique 50 qui comporte à son extrémité radialement interne une bride annulaire interne 52 de fixation sur les moyens d'injection 34 précités.

Ces moyens d'injection 34 comprennent un conduit annulaire coudé à angle droit dont l'entrée 54 débouche radialement vers l'extérieur et est située en aval de la bride 32 du flasque et en amont de la bride 52 de la

virole 50, et dont la sortie 56 est orientée vers l'aval et est située radialement à l'intérieur de la virole 50.

La majeure partie du débit d'air sortant de l'étage de compresseur 10 passe dans le diffuseur 12 (flèche 58) et alimente la chambre de combustion 14 (flèches 60) et des veines annulaires interne 62 et externe 64 de contournement de la chambre de combustion 14 (flèches 66), la veine interne 62 alimentant les moyens d'injection 34.

Une petite partie du débit d'air sortant du compresseur centrifuge 10 (flèche 68) passe dans l'espace radial 38 formé entre le rouet 36 du compresseur et la partie radiale 28 du flasque 26 du diffuseur pour ventiler la cavité aval 40 du rouet et y éviter une accumulation de chaleur produite par frottement visqueux de l'air entraîné par la rotation du rouet.

L'air de ventilation est évacué (flèche 74) vers l'aval par des orifices prévus sur les brides 32 et 52 du flasque 26 et de la virole 50 et alignés avec des orifices correspondants prévus sur les moyens d'injection 34.

En fonctionnement, une zone 72 de recirculation d'air se crée dans la cavité 40 sous l'effet des forces centrifuges et de la rotation du rouet. Une partie de cet air remonte (flèche 76) le long du rouet 36, de l'intérieur vers l'extérieur et s'échauffe par frottement visqueux sur la face aval 70 du rouet. Cet air chaud 76 se mélange à l'air 68 prélevé en sortie du compresseur et augmente sa température, ce mélange d'air pouvant par convection élever la température de la face aval du rouet, ce qui représente un risque de détérioration du rouet.

L'invention apporte une solution à ce problème grâce à au moins un déflecteur annulaire qui s'étend autour de l'axe 16 de rotation du rouet, entre le flasque 26 du diffuseur et le face aval 70 du rouet, et qui permet de dévier vers l'aval l'air chaud remontant le long de cette face.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, le déflecteur 80 est formé en saillie sur la face aval 70 du rouet 36 et est situé radialement au niveau de la jonction 29 entre les parties radiale 28 et cylindrique 30 du flasque 26.

Le déflecteur 80 a une forme par exemple carrée en section axiale et s'étend axialement jusqu'à une distance faible de la jonction 29 du flasque 26, en définissant avec celle-ci un passage annulaire de sortie d'air de l'espace radial 38.

5 L'air qui sort de l'espace radial 38 à travers ce passage est accéléré et s'écoule autour de l'axe de rotation du compresseur et d'amont en aval le long de la partie cylindrique 30 du flasque (flèches 86). Il entraîne vers l'aval l'air plus chaud qui a remonté le long de la face radiale 70 du rouet et qui a été dévié vers l'aval par le déflecteur 80, puis est ensuite évacué à
10 travers les orifices précités des brides 32, 52 et des moyens d'injection 34 (flèche 89).

Le déflecteur 80 peut être formé d'une seule pièce avec le rouet 36, comme cela est représenté, ou être rapporté et fixé sur la face aval 70 du rouet. La dimension axiale du déflecteur 80 est égale ou supérieure à
15 l'épaisseur de la couche d'air chaud remontant la face aval 70 du rouet afin de dévier vers l'aval la totalité de cette couche d'air. Typiquement, la dimension axiale du déflecteur 80 est de 1cm environ.

En variante et comme représenté en figure 3, le déflecteur 90 est formé en saillie sur le flasque 26 du diffuseur, au niveau de la jonction 29
20 du flasque, et s'étend axialement vers l'amont jusqu'à proximité du rouet 36.

Le déflecteur 90 a une forme approximativement carrée en section axiale et se termine à une distance axiale faible de la face aval 70 du rouet, en définissant avec celle-ci un passage annulaire de sortie d'air de l'espace
25 radial 38.

L'air prélevé en sortie du compresseur est accéléré dans ce passage de sortie et s'oppose à la remontée de l'air plus chaud sur la face aval du rouet. Comme représenté en figure 3 par les flèches, cet air plus chaud est dévié par l'air sortant du passage formé entre le rouet et le déflecteur 90 et
30 est entraîné vers les orifices des brides 32, 52 et des moyens d'injection 34 (flèche 99).

Le déflecteur 90 peut être formé d'une seule pièce avec le flasque 26 du diffuseur ou bien être rapporté sur ce flasque.

Dans la variante représentée en figure 4, le déflecteur 100 est porté par un bouclier annulaire 102 de protection thermique qui est solidaire en rotation du rouet 36, et qui recouvre la face aval 70 du rouet, l'extrémité radialement externe du bouclier étant située approximativement au niveau de la jonction 29 du flasque.

Le bouclier 102 empêche l'air plus chaud qui circule dans la cavité aval 40 de venir au contact de la face aval du rouet.

Le déflecteur 100 est formé en saillie à proximité de l'extrémité radialement externe du bouclier 102 et s'étend axialement vers l'aval à l'intérieur de la jonction 29 du flasque 26 et à faible distance radiale de celle-ci. Ce déflecteur 100 a une forme par exemple rectangulaire en section axiale et se termine à une distance faible de la jonction 29 du flasque 26, en définissant avec celle-ci un passage annulaire de sortie d'air de l'espace radial 38.

On est donc ramené, pour le fonctionnement de ce système de ventilation, au cas de la figure 2. Le déflecteur 100 peut être rapporté et fixé sur le bouclier 102 ou formé d'une seule pièce avec ce bouclier.

Dans la variante de la figure 5, deux déflecteurs 80', 90' sont portés respectivement par le rouet 36 et le flasque 26 du diffuseur, et définissent entre eux un passage annulaire de sortie d'air de l'espace radial 38, ce qui correspond à une combinaison des modes de réalisation des figures 2 et 3.

Le déflecteur 80' porté par le rouet 36 a une forme triangulaire en section axiale dont le sommet est orienté vers le flasque 26.

Le déflecteur 90' du flasque est sensiblement identique au déflecteur 90 de la figure 3 et s'étend axialement autour du déflecteur 80'. Les fonctionnements des modes de réalisation des figures 2 et 3 sont combinés.

REVENDICATIONS

1. Système de ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, ladite cavité aval étant délimitée par une face radiale aval du rouet et par un flasque annulaire aval d'un diffuseur annulaire agencé à la sortie du compresseur, ledit flasque annulaire aval ayant une section axiale en L et comprenant une partie amont sensiblement radiale qui s'étend le long de la face radiale aval du rouet et qui est connecté par son extrémité extérieure à une entrée du diffuseur annulaire et par son extrémité intérieure à une partie amont sensiblement cylindrique, ladite cavité aval étant ventilée par prélèvement d'air en sortie du compresseur, l'air prélevé circulant dans la cavité vers l'aval et vers l'axe de rotation du compresseur,

dans lequel au moins un déflecteur annulaire est monté dans ladite cavité aval et s'étend entre la face aval du rouet et ledit flasque annulaire aval du diffuseur pour s'opposer à une remontée d'air chaud le long de la face aval du rouet et pour accélérer l'air prélevé en sortie du compresseur en sortie du compresseur, et pour entraîner ledit air chaud, par l'air prélevé en sortie du compresseur accéléré ;

dans lequel ledit déflecteur annulaire a une forme carrée, rectangulaire ou triangulaire en section axiale, et est situé radialement à une jonction entre la partie amont sensiblement radiale et la partie amont sensiblement cylindrique du flasque annulaire aval, la jonction ayant une forme arrondie dans une section axiale et incluant une surface annulaire concave orientée vers l'aval et vers l'extérieur, et une surface annulaire convexe orientée vers l'amont et vers l'intérieur.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel le déflecteur annulaire est formé en saillie sur la face radiale aval du rouet et a une forme sensiblement cylindrique.

3. Système selon la revendication 2, dans lequel le déflecteur s'étend axialement jusqu'à proximité du flasque annulaire aval du diffuseur.

4. Système selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, dans lequel le déflecteur a une dimension axiale supérieure ou égale à l'épaisseur de la couche d'air chaud remontant le long du rouet.

5. Système selon la revendication 1, comprenant un déflecteur formé en saillie sur le flasque annulaire aval du diffuseur annulaire et s'étendant axialement vers l'amont jusqu'à proximité du rouet.

6. Système selon la revendication 5, dans lequel le déflecteur est formé à une jonction entre une partie radiale et une partie cylindrique du flasque annulaire aval du diffuseur annulaire.

7. Système selon la revendication 1, comprenant un premier déflecteur formé en saillie sur la face radiale aval du rouet et un second déflecteur formé en saillie sur le flasque annulaire aval du diffuseur annulaire, lesdits premier et second déflecteurs s'étendant l'un vers l'autre et délimitant entre eux un passage annulaire de sortie de l'air prélevé en sortie du compresseur.

8. Système selon la revendication 7, dans lequel le premier déflecteur est situé radialement à l'intérieur du second déflecteur.

9. Système selon la revendication 1, dans lequel le déflecteur annulaire est formé en saillie sur un bouclier annulaire de protection thermique recouvrant la face aval radiale du rouet, ledit déflecteur s'étendant vers l'aval jusqu'à proximité du flasque annulaire aval du diffuseur annulaire.

10. Système, selon la revendication 9, dans lequel le déflecteur annulaire formé sur le bouclier annulaire de protection thermique s'étend à une jonction entre des parties radiale et cylindrique du flasque annulaire aval du diffuseur annulaire.

11. Turbomachine, comprenant, en aval, dans une direction d'écoulement de gaz à l'intérieur de la turbomachine, un compresseur centrifuge, un diffuseur et une chambre de combustion, et un système de ventilation de la cavité aval d'un rouet du compresseur centrifuge selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

12. Système selon la revendication 1, comprenant de plus une chambre de combustion en aval du diffuseur annulaire, ledit diffuseur annulaire étant située en aval dudit un compresseur centrifuge.

13. Système selon la revendication 1, dans lequel une extrémité aval de ladite partie amont sensiblement cylindrique inclut une bride annulaire reliée à un système d'injection d'air.

14. Système de ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, ladite cavité aval étant délimitée par une face radiale aval du rouet et par un flasque annulaire aval d'un diffuseur annulaire agencé à la sortie du compresseur, ledit flasque annulaire aval ayant une section axiale en L et comprenant une partie amont sensiblement radiale qui s'étend le long de la face radiale aval du rouet et qui est connecté par son extrémité extérieure à une entrée du diffuseur annulaire et par son extrémité intérieure à une partie amont sensiblement cylindrique, ladite cavité aval étant ventilée par prélèvement d'air en sortie du compresseur, l'air prélevé circulant dans la cavité vers l'aval et vers l'axe de rotation du compresseur,

dans lequel au moins un déflecteur annulaire est monté dans ladite cavité aval et s'étend entre la face aval du rouet et ledit flasque annulaire aval du diffuseur pour s'opposer à une remontée d'air chaud le long de la face aval du rouet et pour accélérer l'air prélevé en sortie du compresseur en sortie du compresseur, et pour entraîner ledit air chaud, par l'air prélevé en sortie du compresseur accéléré; et

dans lequel le déflecteur annulaire est formé en saillie sur la face radiale aval du rouet, est situé radialement à une jonction entre la partie amont sensiblement radiale et la partie amont sensiblement cylindrique du flasque annulaire aval, et a une dimension axiale supérieure ou égale à l'épaisseur de la couche d'air chaud remontant le long du rouet, la jonction ayant une forme arrondie dans une section axiale et incluant une surface annulaire concave orientée vers l'aval et vers l'extérieur, et une surface annulaire convexe orientée vers l'amont et vers l'intérieur.

15. Système de ventilation d'une cavité aval de rouet de compresseur centrifuge dans une turbomachine, ladite cavité aval étant délimitée par une face radiale aval du rouet et par un flasque annulaire aval d'un diffuseur annulaire agencé à la sortie du compresseur, ledit flasque annulaire aval ayant une section axiale en L et comprenant une partie amont sensiblement radiale qui s'étend le long de la face radiale aval du rouet et qui est connecté par son extrémité extérieure à une entrée du diffuseur annulaire et par son extrémité intérieure à une partie amont sensiblement cylindrique, ladite cavité aval étant ventilée par prélèvement d'air en sortie du compresseur, l'air prélevé circulant dans la cavité vers l'aval et vers l'axe de rotation du compresseur,

dans lequel au moins un déflecteur annulaire est monté dans ladite cavité aval et s'étend entre la face aval du rouet et ledit flasque annulaire aval du diffuseur pour s'opposer à une remontée d'air chaud le

long de la face aval du rouet et pour accélérer l'air prélevé en sortie du compresseur en sortie du compresseur, et pour entrainer ledit air chaud, par l'air prélevé en sortie du compresseur accéléré; et

dans lequel ledit déflecteur annulaire est formé en saillie sur le flasque annulaire aval du diffuseur annulaire, est situé radialement à une jonction entre la partie amont sensiblement radiale et la partie amont sensiblement cylindrique du flasque annulaire aval, et s'étendant axialement vers l'amont jusqu'à proximité du rouet.

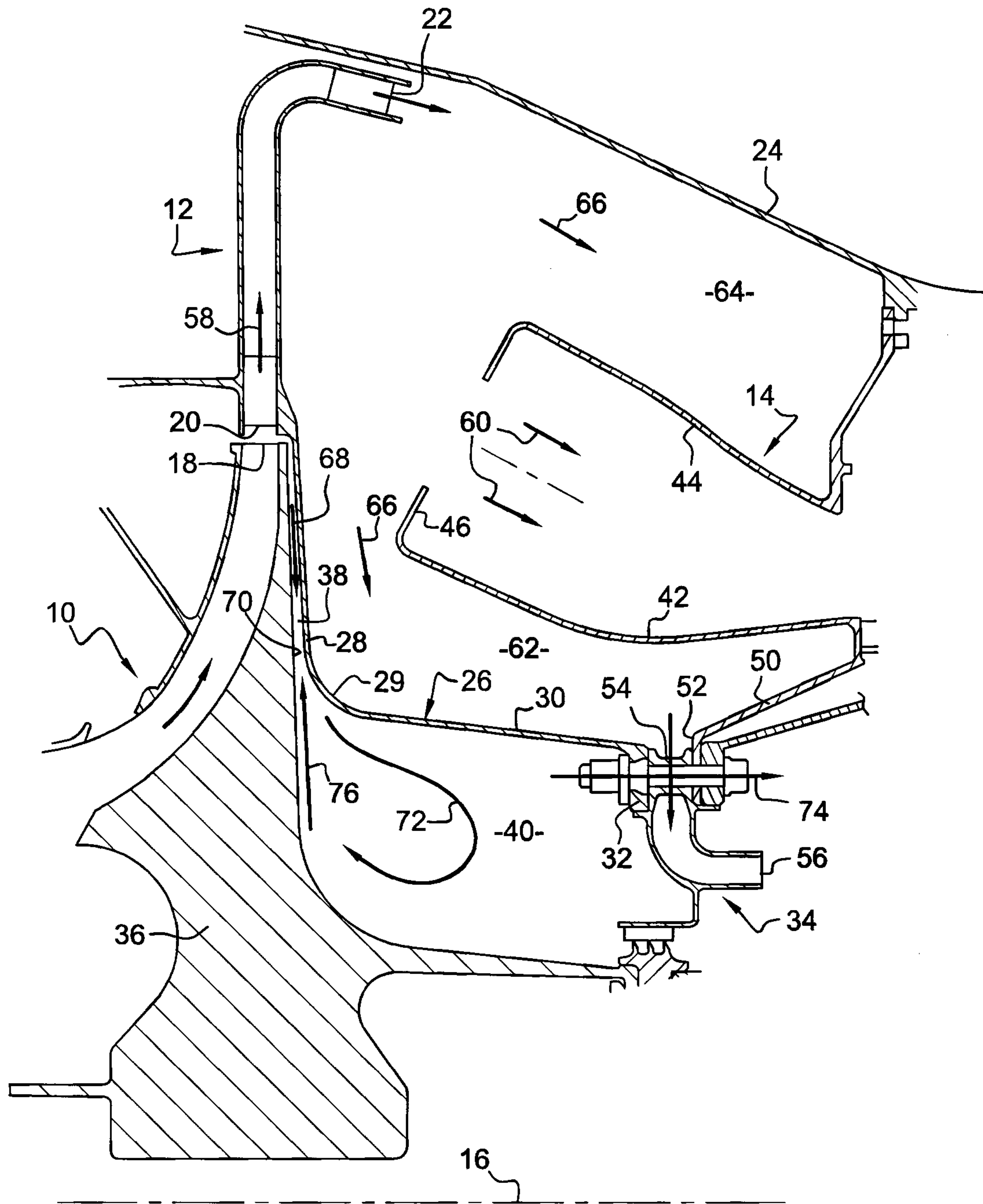


Fig. 1

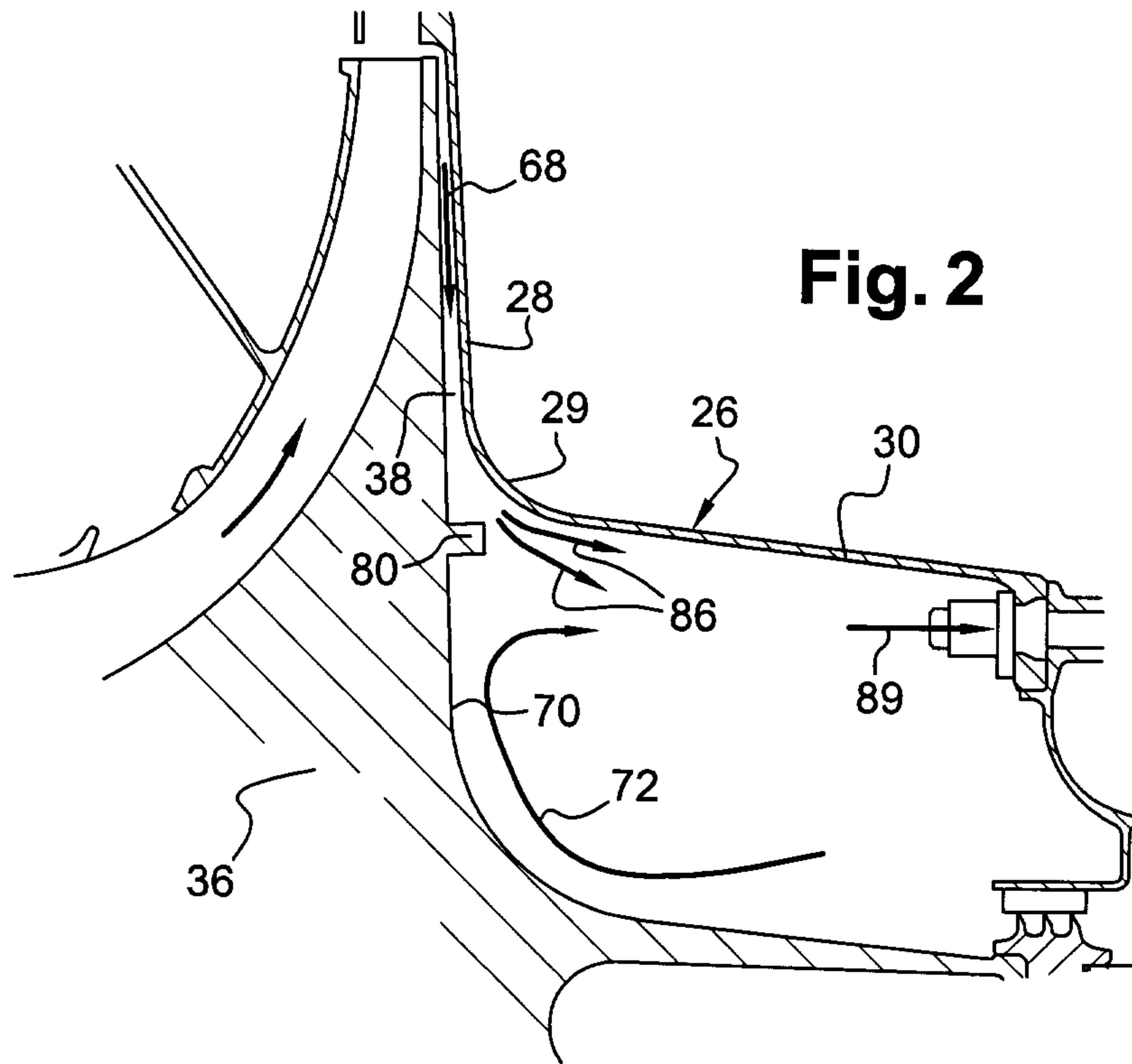


Fig. 2

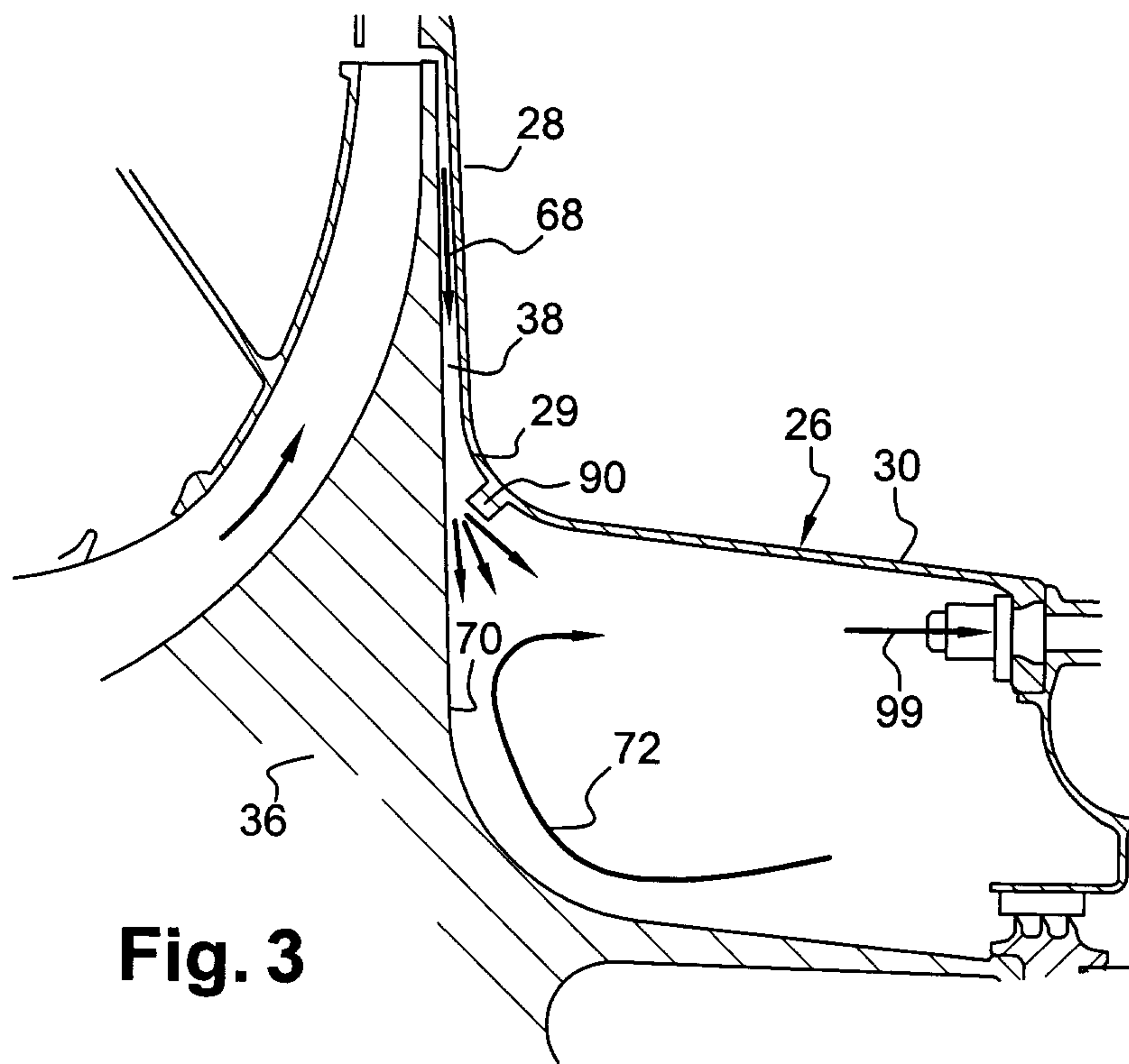


Fig. 3

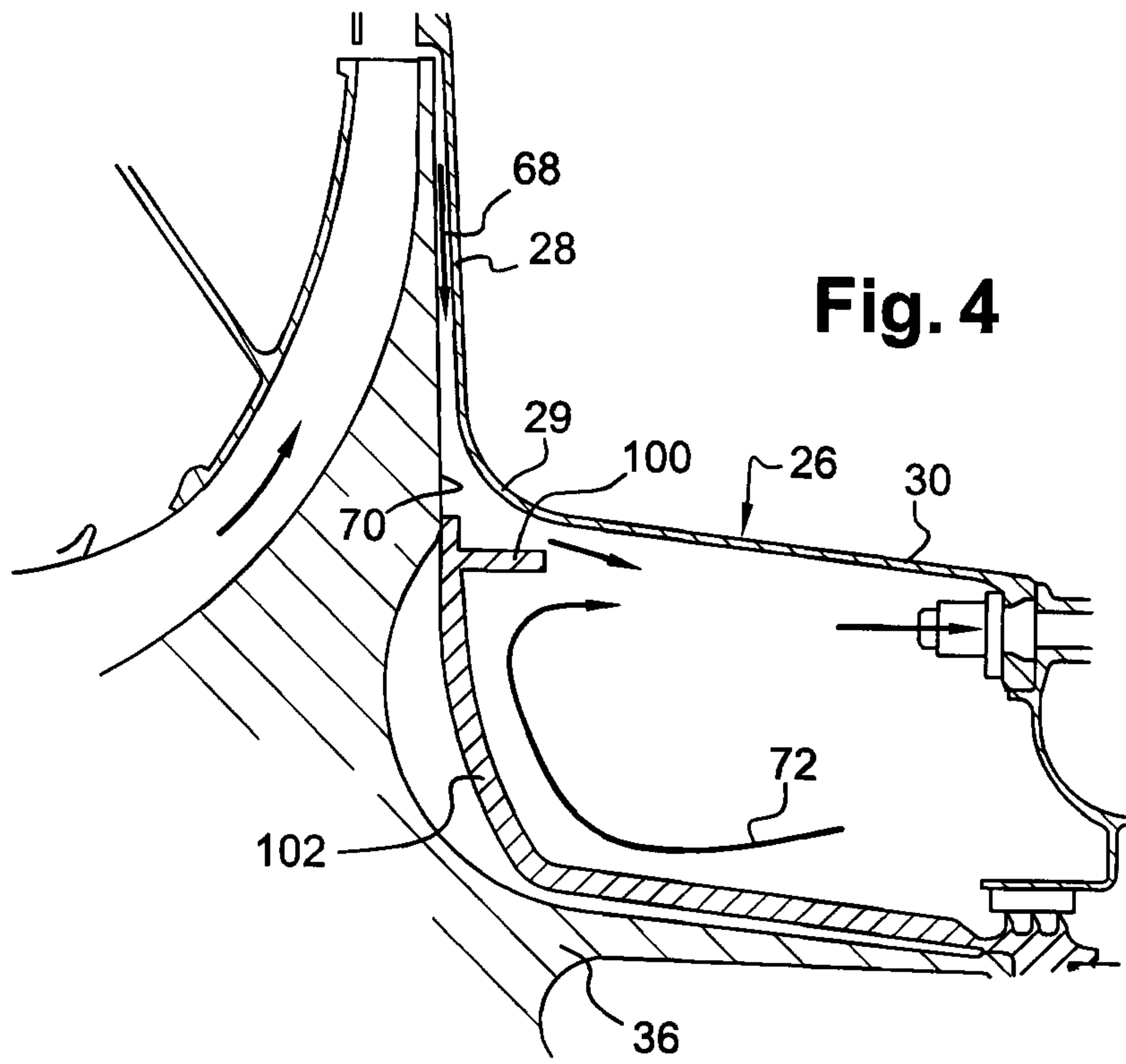


Fig. 4

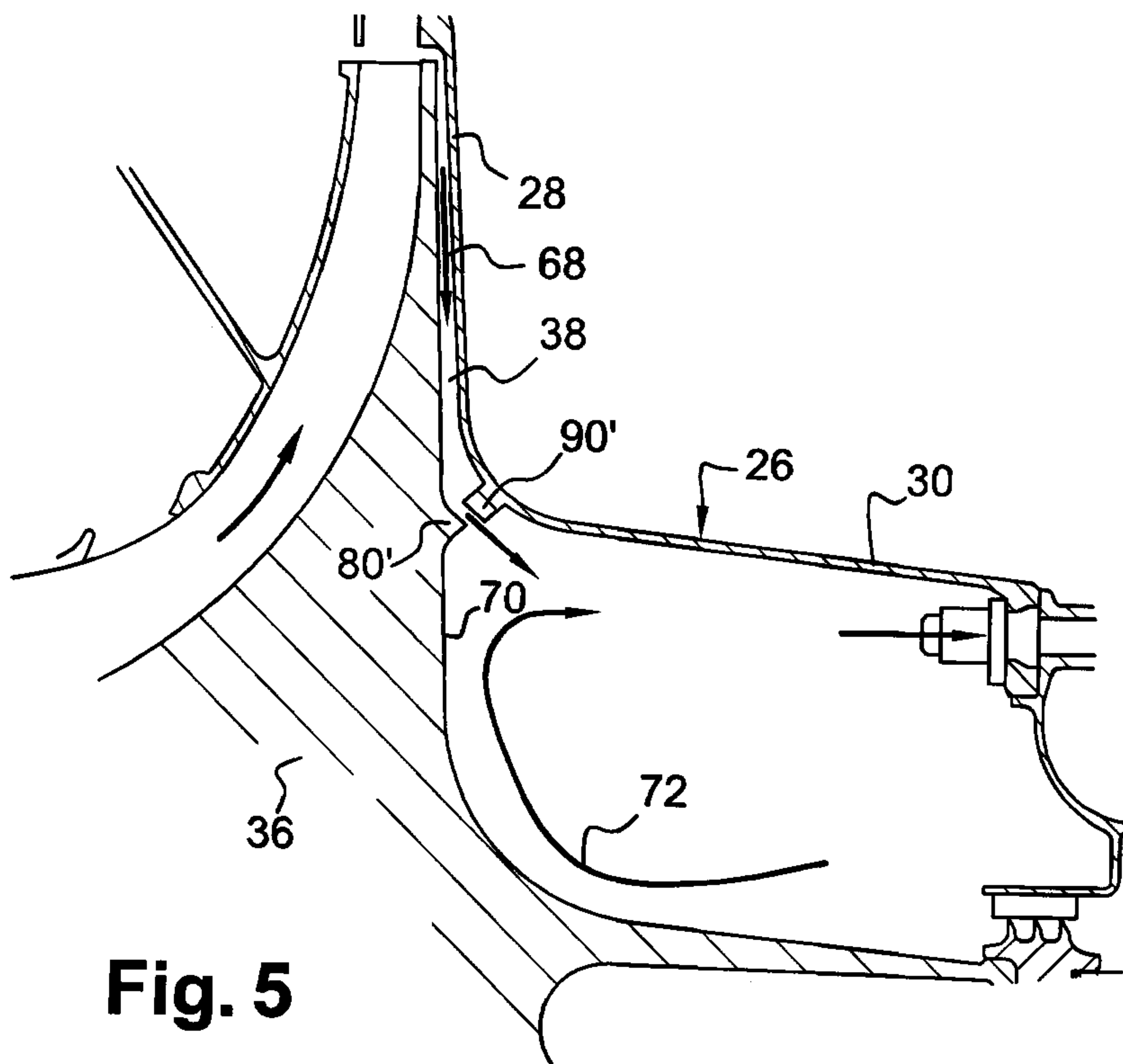


Fig. 5

