

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 134 361 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**31.05.2006 Bulletin 2006/22**

(51) Int Cl.:  
**F01D 25/04<sup>(2006.01)</sup> F04D 29/42<sup>(2006.01)</sup>**  
**F04D 29/66<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **01400573.0**

(22) Date de dépôt: **06.03.2001**

(54) **Turbomachine comportant un dispositif de suppression des vibrations**

Turbomaschine mit einer Vorrichtung zur Unterdrückung von Schwingungen

Turbo machine having a device for suppression of vibrations

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorité: **17.03.2000 FR 0003490**

(43) Date de publication de la demande:  
**19.09.2001 Bulletin 2001/38**

(73) Titulaire: **Turbomeca  
64511 Bordes Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Lalanne, Bernard  
64000 Pau (FR)**

• **Rodellar, René  
64140 Billere (FR)**

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel  
Bureau Casalonga & Josse  
Bayerstrasse 71/73  
80335 München (DE)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 350 427 EP-A- 0 573 895**  
**DE-A- 19 727 139 GB-A- 1 132 485**  
**US-A- 4 436 481 US-A- 4 981 018**  
**US-A- 5 236 301 US-A- 5 314 300**  
**US-A- 5 399 064**

**EP 1 134 361 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention a pour objet une turbomachine du type comportant une pluralité d'aubages placés sur le trajet d'une veine d'air ou de gaz.

**[0002]** Dans une telle turbomachine, une ou plusieurs cavités sont prévues à l'extérieur de la veine d'air et communiquent avec celle-ci par l'intermédiaire d'une pluralité d'orifices pratiqués dans une paroi symétrique selon l'axe de la turbomachine, délimitant la veine d'air. Une canalisation comportant une vanne de décharge est généralement branchée sur la cavité afin de permettre, en régime de fonctionnement partiel de la turbomachine, un prélèvement d'une partie du débit d'air pour rejet à l'extérieur afin d'augmenter la stabilité du fonctionnement de la turbomachine ou pour un besoin auxiliaire. Le volume de la cavité doit donc être suffisant pour permettre un prélèvement régulier en fonctionnement.

**[0003]** On constate cependant que l'air ou le gaz de la veine d'air en circulation devant la cavité peut déclencher, pour certaines plages de vitesse, une mise en résonance acoustique de la cavité en raison d'un cisaillement de la couche limite.

**[0004]** Cette mise en résonance est favorisée par la structure, généralement symétrique de la cavité. La cavité peut en effet être symétrique par rapport à l'axe de la turbomachine ou encore comporter des motifs, bossages ou autres, régulièrement répartis sur sa périphérie et réalisant ainsi une symétrie cyclique. La rupture de symétrie provoquée par le piquage de la canalisation de prélèvement d'air pour la vanne de décharge ou pour le refroidissement des disques et aubes de turbine de la turbomachine, est insuffisante pour éviter de manière certaine une mise en résonance acoustique de la cavité.

**[0005]** Or, une telle mise en résonance acoustique présente des inconvénients importants et peut entraîner des risques de rupture des aubages.

**[0006]** Le brevet US-A-5,399,064 décrit un turbocompresseur pour moteur à combustion interne qui comprend des moyens de réduction de bruit résultant des vibrations dans le compresseur par l'établissement d'un trajet tortueux pour l'écoulement d'air dans une chambre annulaire qui entoure le compresseur. A cet effet, une pluralité de déflecteurs oblige l'écoulement d'air traversant une chambre annulaire à suivre un trajet tortueux. L'ensemble des déflecteurs présente une symétrie cyclique en étant disposés de façon symétrique autour de l'axe de rotation du compresseur. De plus, la chambre annulaire décrite dans ce document est ouverte sur l'admission d'air ce qui participe à l'obtention de la réduction du bruit par l'écoulement tortueux de l'air dans la chambre annulaire

**[0007]** L'invention a pour objet une turbomachine comportant des moyens permettant de supprimer ou d'empêcher la naissance d'ondes acoustiques tournantes dans la cavité mentionnée précédemment et ainsi de supprimer les inconvénients dus aux résonances acoustiques à l'intérieur de ladite cavité.

**[0008]** La turbomachine selon l'invention est du type comportant une pluralité d'aubages placés sur le trajet d'une veine d'air ou de gaz délimitée par une paroi symétrique selon l'axe de la turbomachine. Ladite paroi présente des orifices communiquant avec une cavité extérieure à la veine d'air, de structure générale symétrique, qu'il s'agisse d'une symétrie selon l'axe de la turbomachine ou d'une symétrie cyclique. Des moyens de rupture de symétrie sont prévus à l'intérieur de ladite cavité.

**[0009]** Les moyens de rupture de symétrie peuvent être réalisés de différentes manières.

**[0010]** Selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention, les moyens de rupture de symétrie comprennent un dispositif d'entretoise monté dans une canalisation reliée à la cavité, de façon à faire en partie saillie à l'intérieur de la cavité.

**[0011]** Le dispositif d'entretoise est de préférence monté avec une précontrainte de serrage dans ladite canalisation de façon à limiter les vibrations en fonctionnement.

**[0012]** Le dispositif d'entretoise peut par exemple avantageusement être constitué d'une portion de tube enfoncée depuis l'extérieur dans la canalisation

**[0013]** Selon un deuxième mode de réalisation, les moyens de rupture de symétrie comprennent une zone localisée de la cavité, présentant une convexité dirigée vers l'intérieur de la cavité.

**[0014]** La convexité peut être obtenue par exemple par emboutissage localisé de la paroi extérieure de la cavité ou encore sur la paroi intérieure de la cavité.

**[0015]** Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les moyens de rupture de symétrie comprennent un élément fixé à un endroit déterminé sur la face interne de la paroi extérieure de la cavité, par exemple, une portion de tôle soudée à la face interne de la paroi extérieure de la cavité ou encore sur la paroi intérieure de la cavité.

**[0016]** Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les moyens de rupture de symétrie comprennent une vis traversant la paroi extérieure de la cavité et faisant saillie à l'intérieur de la cavité.

**[0017]** L'invention sera mieux comprise à l'étude de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue extérieure de côté d'une turbomachine;
- la figure 2 est une vue partielle en coupe de la turbomachine illustrée sur la figure 1, montrant un premier mode de réalisation de l'invention;
- la figure 3 est une vue en coupe analogue à la figure 2, montrant un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- la figure 4 est une vue en coupe analogue à la figure 2, montrant un troisième mode de réalisation de l'invention; et
- la figure 5 est une vue en coupe partielle analogue à la figure 2, montrant un quatrième mode de réalisation

sation de l'invention.

**[0018]** Telle qu'elle est illustrée sur les figures 1 et 2, la turbomachine de l'invention présente une entrée d'air 1 munie d'un premier ensemble d'aubes rotatives 2.

**[0019]** La paroi extérieure 3 de la turbomachine présente une tubulure de raccordement 4 pour une canalisation de rejet à l'air libre d'une partie de l'écoulement.

**[0020]** Sur la vue en coupe de la figure 2, se trouve illustré l'arbre rotatif 5 sur lequel sont montées les aubes rotatives 6 d'une première section de compression de la turbomachine. Le moyeu fixe 7 comporte des aubes directrices fixes 8. La circulation de la veine d'air est schématisée par les flèches 9.

**[0021]** La paroi 10 délimite la veine d'air vers l'extérieur et présente une configuration symétrique par rapport à l'axe de la turbomachine. Une cavité 11 de structure générale également symétrique par rapport à l'axe de la turbomachine se trouve définie, sensiblement à l'endroit des aubes rotatives 6, entre la paroi 10 et une paroi extérieure 12. La paroi 10 présente sur sa périphérie une pluralité d'orifices 13 mettant en communication la veine d'air avec la cavité 11. Ces orifices 13 peuvent être constitués sous la forme de fentes, de lunules ou de rainures circulaires. Bien entendu, dans d'autres modes de réalisation, la cavité 11 pourrait présenter une symétrie cyclique, c'est-à-dire comporter une pluralité de motifs ou autres éléments régulièrement disposés à l'intérieur de la cavité et pouvant ainsi donner naissance à une mise en résonance acoustique de la cavité.

**[0022]** Une vanne de décharge 14 convenablement commandée par des moyens non représentés sur la figure, est visible sur la coupe de la figure 2. La vanne 14 est montée en aval de la tubulure 4, elle-même solidaire de la paroi 12 à un endroit déterminé de la cavité 11.

**[0023]** La vanne de décharge 14 permet, lorsqu'elle est ouverte, de prélever une partie du débit d'air afin de le rejeter à l'extérieur de façon à améliorer le fonctionnement de la turbomachine pour certains régimes. Lorsque la vanne de décharge 14 est en position fermée, la circulation de la veine d'air peut déclencher, en passant devant les orifices 13 et pour certaines plages de vitesse, la mise en résonance de la cavité 11 par cisaillement de la couche limite.

**[0024]** Selon l'invention, on empêche la naissance d'ondes acoustiques tournantes dans la cavité 11 en réalisant une rupture volontaire et significative de la symétrie par rapport à l'axe de la cavité 11, en plus de la rupture de symétrie qui existe déjà du fait de l'existence de la tubulure 4.

**[0025]** Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 2, les moyens de rupture de symétrie comprennent une portion de tube 15 enfoncée à force avec une précontrainte de serrage dans la tubulure 4. De préférence, le montage se fait depuis l'extérieur, la portion de tube 15 étant enfoncée jusqu'à ce qu'un épaulement radial 16 pratiqué sur le bord extérieur de la portion de tube 15, vienne en butée sur une portion conique 17 de la tubulure

4, de façon à définir convenablement la position finale de la portion de tube 15.

**[0026]** Dans cette position finale après montage, la portion de tube 15 fait en partie saillie à l'intérieur de la cavité 11 en dépassant le droit de la paroi 12 sans toutefois aller jusqu'au contact avec la paroi interne 10, de façon à éviter de perturber exagérément l'écoulement de l'air dans la cavité 11 lorsque la vanne de décharge 14 est ouverte.

**[0027]** Le mode de réalisation illustré sur la figure 3 ne diffère du mode de réalisation de la figure 2 que par le fait que la paroi externe 12 présente une zone localisée convexe 18 dont la convexité est dirigée vers l'intérieur de la cavité 11. Cette zone est de préférence obtenue par simple emboutissage localisé de la tôle constituant la paroi extérieure 12. Cette zone emboutie 18 provoque donc une rupture de symétrie supplémentaire, en plus de celle qui existe déjà lorsqu'une tubulure 4, telle qu'illustrée sur la figure 2, se trouve disposée à un autre endroit de la cavité 11.

**[0028]** Le mode de réalisation illustré sur la figure 4 diffère du mode de réalisation de la figure 3 par le fait qu'une portion de tôle 19 disposée radialement est fixée par soudure sur la face interne de la paroi extérieure 12 de la cavité 11. La portion de tôle soudée 19 fait ainsi saillie à l'intérieur de la cavité 11 et empêche la naissance d'ondes acoustiques tournantes dans la cavité 11. Bien entendu, la tubulure 4 peut également être prévue à un autre endroit sur la cavité 11. On notera que les dimensions de la portion de tôle soudée 19, de forme carrée dans le mode de réalisation illustré à titre d'exemple sur la figure 4, sont telles que ladite portion de tôle soudée 19 s'étende depuis la paroi extérieure 12 en direction de la paroi intérieure 10 sans aller cependant jusqu'à entrer en contact avec cette dernière. En variante, la portion de tôle soudée 19 pourrait également être fixée sur la paroi intérieure 10 en s'étendant au contraire en direction de la paroi extérieure 12.

**[0029]** Le mode de réalisation illustré sur la figure 5 diffère du mode de réalisation de la figure 4 par le fait qu'une vis 20 traverse la paroi extérieure 12 de la cavité 11 en faisant saillie à l'intérieur de ladite cavité 11 sur une certaine longueur. Pour faciliter le montage, la paroi extérieure 12 présente une zone 13 munie d'un taraudage qui peut coopérer avec le filetage de la vis 20 dont la tête 21 reste à l'extérieur de la paroi extérieure 12.

**[0030]** Les dimensions de la vis 20 faisant saillie à l'intérieur de la cavité 11 sont telles que ladite vis s'étende en direction de la paroi intérieure 10 dans un plan radial sans toutefois entrer en contact avec la paroi intérieure 10.

**[0031]** Dans tous les modes de réalisation qui viennent d'être illustrés à titre d'exemples, on a donc introduit à l'intérieur de la cavité symétrique, un moyen de rupture de symétrie susceptible d'empêcher la naissance d'ondes acoustiques tournantes et donc d'éviter l'entrée en résonance de la cavité, quelle que soit la vitesse d'écoulement dans la turbomachine.

## Revendications

1. Turbomachine du type comportant une pluralité d'aubages placés sur le trajet d'une veine d'air ou de gaz délimitée par une paroi symétrique selon l'axe de la turbomachine, ladite paroi présentant des orifices (13) communiquant avec une cavité (11) extérieure à la veine d'air, de structure générale symétrique, axiale ou cyclique, **caractérisée par le fait que** des moyens de rupture de symétrie sont prévus à l'intérieur de ladite cavité. 5
2. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les moyens de rupture de symétrie comprennent un dispositif d'entretoise monté dans une canalisation reliée à la cavité, de façon à faire en partie saillie à l'intérieur de la cavité. 10
3. Turbomachine selon la revendication 2, **caractérisée par le fait que** le dispositif d'entretoise est monté avec une précontrainte de serrage dans ladite canalisation. 15
4. Turbomachine selon les revendications 2 ou 3, **caractérisée par le fait que** le dispositif d'entretoise est constitué d'une portion de tube (15). 20
5. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les moyens de rupture de symétrie comprennent une zone localisée (18) de la cavité, présentant une convexité dirigée vers l'intérieur de la cavité. 25
6. Turbomachine selon la revendication 5, **caractérisée par le fait que** la convexité a été obtenue par emboutissage localisé de la paroi extérieure de la cavité. 30
7. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les moyens de rupture de symétrie comprennent un élément (19) fixé à un endroit déterminé sur la face interne de la paroi extérieure de la cavité. 35
8. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les moyens de rupture de symétrie comprennent un élément fixé à un endroit déterminé sur la paroi intérieure de la cavité. 40
9. Turbomachine selon les revendications 7 ou 8, **caractérisée par le fait que** ledit élément est une portion de tôle soudée sur la paroi précitée de la cavité. 45
10. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** les moyens de rupture de symétrie comprennent une vis (20) traversant la paroi extérieure de la cavité et faisant saillie à l'intérieur de la cavité. 50

## Claims

1. Turbomachine including a plurality of blade stages placed over the path of a flow of air or gas delimited by a symmetrical wall along the axis of the turbomachine, said wall having orifices (13) communicating with a cavity (11) outside the flow of air, of generally axially or cyclically symmetrical structure, **characterized in that** symmetry-breaking means are provided inside said cavity. 5
2. Turbomachine according to Claim 1, **characterized in that** the symmetry-breaking means include a spacer mounted in a pipe connected to the cavity, so as to project partly into the cavity. 10
3. Turbomachine according to Claim 2, **characterized in that** the spacer is force-fitted into said pipe. 15
4. Turbomachine according to Claim 2 or Claim 3, **characterized in that** the spacer is a portion of tube (15). 20
5. Turbomachine according to Claim 1, **characterized in that** the symmetry-breaking means includes a localized area (18) of the cavity, having a convexity facing towards the inside of the cavity. 25
6. Turbomachine according to Claim 5, **characterized in that** the convexity has been obtained by localized stamping of the outside wall of the cavity. 30
7. Turbomachine according to Claim 1, **characterized in that** the symmetry-breaking means include a member (19) fixed to the inside face of the outside wall of the cavity at a particular location. 35
8. Turbomachine according to Claim 1, **characterized in that** the symmetry-breaking means include a member fixed to the inside wall of the cavity at a particular location. 40
9. Turbomachine according to Claim 7 or Claim 8, **characterized in that** said member is a portion of sheet metal welded to the aforementioned wall of the cavity. 45
10. Turbomachine according to Claim 1, **characterized in that** the symmetry-breaking means include a screw (20) passing through the outside wall of the cavity and projecting into the cavity. 50

**Patentansprüche**

1. Turbomaschine umfassend eine Mehrzahl von Schaufeln, welche auf dem Weg eines von einer gegenüber der Achse der Turbomaschine symmetrisch angeordneten Wandung begrenzten Luft- oder Gasstrom angeordnet sind, wobei die Wandung Öffnungen (13) aufweist, welche mit einem außerhalb des Luftstroms angeordneten Hohlraum (11) von im allgemeinen symmetrischer, axialer oder zyklischer Struktur zusammenwirken, **dadurch gekennzeichnet, daß** innerhalb des Hohlraums Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie vorgesehen sind. 5
2. Turbomaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie eine Querstrebeeinrichtung umfassen, welche in einem mit dem Hohlraum verbundenen Kanalsystem montiert ist, so daß sie teilweise in den Hohlraum hineinragt. 10
3. Turbomaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Querstrebeeinrichtung in das Kanalsystem eingespannt wird. 15
4. Turbomaschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Querstrebeeinrichtung aus einem Rohrabchnitt (15) besteht. 20
5. Turbomaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie einen begrenzten Abschnitt (18) des Hohlraums mit einer ins Innere des Hohlraums gerichteten Konvexität umfassen. 25
6. Turbomaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Konvexität durch begrenztes Stauchen der Außenwand des Hohlraumes erzeugt worden ist. 30
7. Turbomaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie ein Element (19) umfaßt, welches an einem bestimmten Ort an der Innenseite der Außenwand des Hohlraums befestigt ist. 35
8. Turbomaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie ein Element umfassen, welches an einem bestimmten Ort an der Innenwand des Hohlraums befestigt ist. 40
9. Turbomaschine nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das genannte Element ein an der vorgenannten Wand des Hohlraums angeschweißtes Stück Blech ist. 45
10. Turbomaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie eine Schraube (20) umfassen, welche die Außenwand des Hohlraums durchbricht und in das Innere des Hohlraums hineinragt. 50

FIG.1

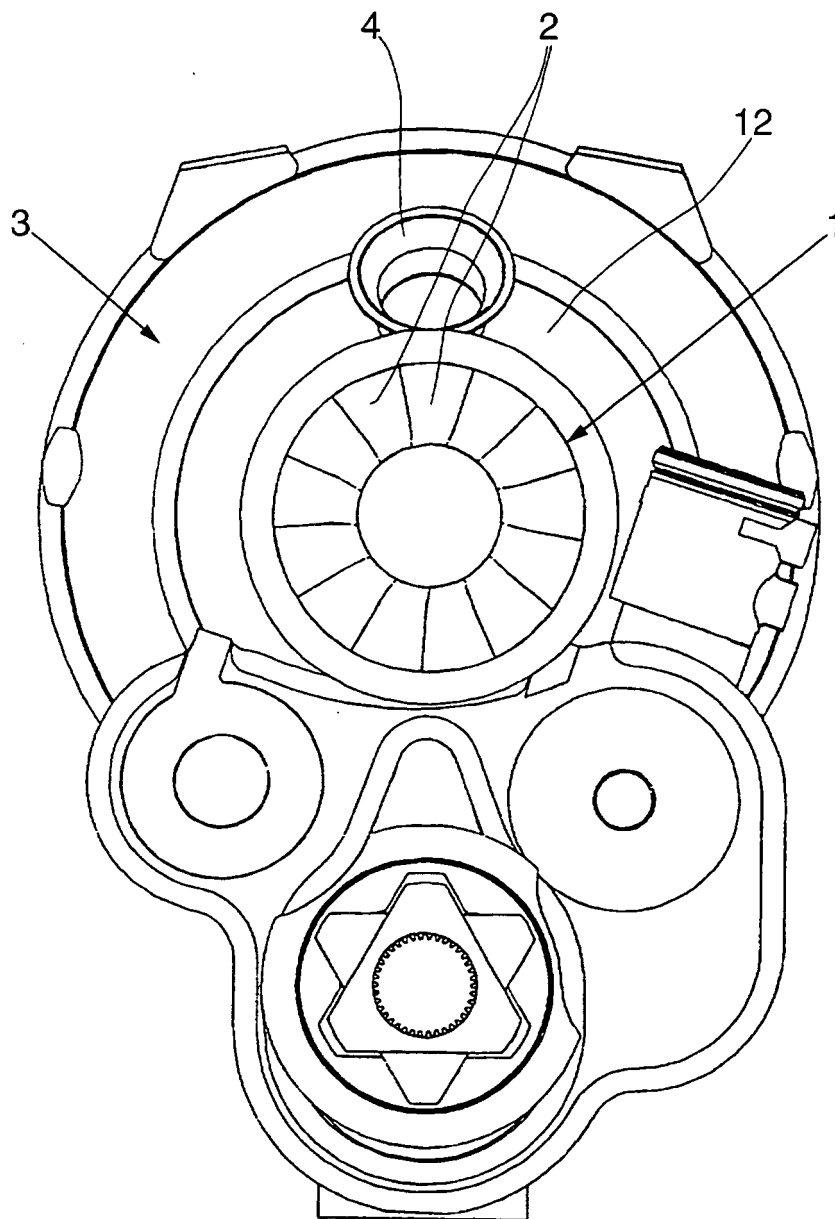




FIG.3

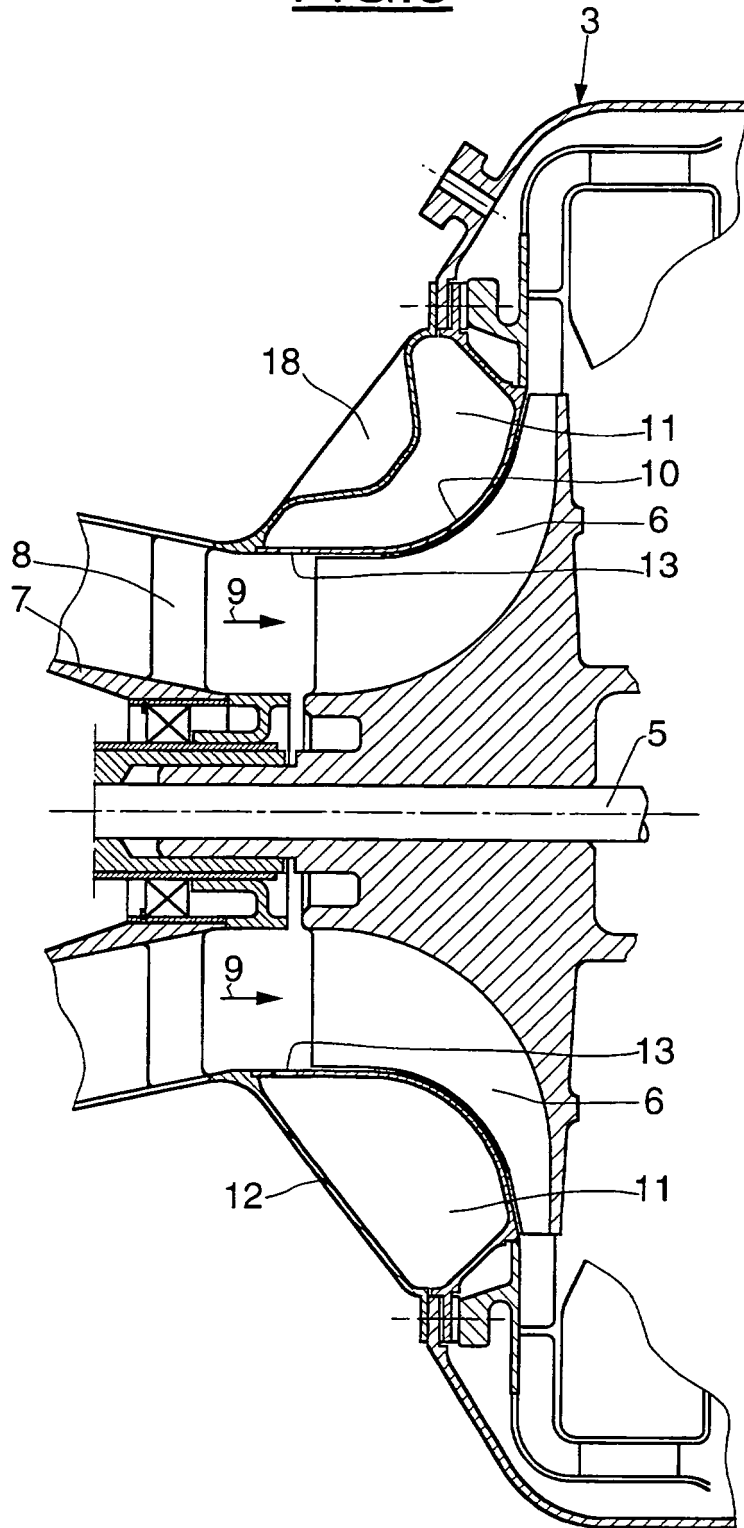


FIG.4

