



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 20 017 T2 2006.10.05**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 134 361 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 20 017.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 400 573.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.09.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.10.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F01D 25/04 (2006.01)**

F04D 29/42 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0003490 17.03.2000 FR

(73) Patentinhaber:

Turbomeca, Bordes Cedex, FR

(74) Vertreter:

Grättinger & Partner (GbR), 82319 Starnberg

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**Lalanne, Bernard, 64000 Pau, FR; Rodellar, Rene,
64140 Billere, FR**

(54) Bezeichnung: **Turbomaschine mit einer Vorrichtung zur Unterdrückung von Schwingungen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Turbomaschine, umfassend eine Vielzahl von Schaufeln, die auf dem Weg eines Luft- oder Gasstroms angeordnet sind.

[0002] In einer solchen Turbomaschine sind ein oder mehrere Hohlräume außerhalb des Luftstroms vorgesehen und stehen mit dieser über eine Vielzahl von Öffnungen in Verbindung, die in einer entlang der Achse der Turbomaschine symmetrischen Wand, die den Luftstrom begrenzt, angeordnet sind. Ein Kanalsystem, umfassend ein Ablassventil, ist im Allgemeinen an den Hohlraum angeschlossen, um bei Teilbetrieb der Turbomaschine eine Entnahme eines Teils der Luftmenge zum Ablassen nach außen zu entnehmen, um die Stabilität des Betriebs der Turbomaschine zu erhöhen oder eine Nebenfunktion zu erfüllen. Das Volumen des Hohlraums muss ausreichend sein, um eine regelmäßige Entnahme während des Betriebs zu ermöglichen.

[0003] Es ist allerdings festzustellen, dass die Luft oder das Gas des vor dem Hohlraum zirkulierenden Luftstroms in gewissen Geschwindigkeitsbereichen eine akustische Resonanz des Hohlraums auf Grund einer Scherbeanspruchung der Grenzschicht auslösen kann.

[0004] Diese Resonanzbildung wird durch die im Allgemeinen symmetrische Struktur des Hohlraums begünstigt. Der Hohlraum kann nämlich in Bezug auf die Achse der Turbomaschine symmetrisch sein oder auch Motive, Buckel oder dergleichen umfassen, die regelmäßig auf ihrer Peripherie verteilt sind und so eine zyklische Symmetrie herstellen. Das Durchbrechen der Symmetrie, das durch die Abzweigung des Kanalsystems zur Luftentnahme für das Ablassventil oder für die Kühlung der Scheiben und Schaufeln der Turbine der Turbomaschine hervorgerufen wird, ist unzureichend, um auf sichere Weise eine akustische Resonanz des Hohlraums zu verhindern.

[0005] Nun hat eine solche akustische Resonanzbildung große Nachteile und kann zu Gefahren des Brechens der Schaufeln führen.

[0006] Das Patent US-A-5 399 064 beschreibt einen Turbokompressor für einen Verbrennungsmotor, der Mittel zur Verringerung des Lärms, der aus den Vibrationen im Kompressor entsteht, durch die Erstellung eines gewundenen Weges für das Ableiten von Luft in eine ringförmige Kammer, die den Kompressor umgibt. Zu diesem Zweck zwingt eine Vielzahl von Ablenkblechen die durch eine ringförmige Kammer strömende abgeleitete Luft, einem gewundenen Weg zu folgen. Die Gesamtheit der Ablenkbleche weist eine zyklische Symmetrie auf, wobei sie symmetrisch um die Drehachse des Kompressors angeordnet

sind. Ferner ist die in diesem Dokument beschriebene ringförmige Kammer am Lufteinlass offen, was an der Verringerung des Lärms durch das gewundene Ableiten der Luft in der ringförmigen Kammer beteiligt ist.

[0007] Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine, umfassend Mittel, die es ermöglichen, das Entstehen von akustischen Drehwellen in dem vorher erwähnten Hohlraum zu unterdrücken oder zu verhindern und so die Nachteile auf Grund der akustischen Resonanzen im Inneren des Hohlraums zu beseitigen.

[0008] Die erfindungsgemäße Turbomaschine ist von dem Typ, umfassend eine Vielzahl von Schaufeln, die auf dem Weg eines Luft- oder Gasstroms angeordnet sind, der von einer entlang der Achse der Turbomaschine symmetrischen Achse begrenzt ist. Die Wand weist Öffnungen auf, die mit einem Hohlraum außerhalb des Luftstroms von allgemeiner symmetrischer Struktur, mit einer Symmetrie entlang der Achse der Turbomaschine oder einer zyklischen Symmetrie, in Verbindung stehen. Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie sind im Inneren des Hohlraums vorgesehen.

[0009] Die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie können auf verschiedene Arten ausgeführt sein.

[0010] Nach einer ersten bevorzugten Ausführungsart der Erfindung umfassen die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie eine Querstrebenrichtung, die in einem mit dem Hohlraum verbundenen Kanalsystem derart montiert ist, dass sie zum Teil in das Innere des Hohlraums hineinragt.

[0011] Die Querstrebenrichtung ist vorzugsweise in dem Kanalsystem mit einer Vorspannung montiert, um die Vibrationen während des Betriebs zu begrenzen.

[0012] Die Querstrebenrichtung kann beispielsweise vorteilhafterweise von einem Rohrabschnitt gebildet sein, der von außen in das Kanalsystem eingesteckt ist.

[0013] Nach einer zweiten Ausführungsart umfassen die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie eine begrenzte Zone des Hohlraums, die eine zum Inneren des Hohlraums gerichtete Konvexität aufweist.

[0014] Die Konvexität kann beispielsweise durch begrenztes Stauchen der Außenwand des Hohlraums oder auch an der Innenwand des Hohlraums hergestellt werden.

[0015] Nach einer weiteren Ausführungsart der Erfindung umfassen die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie ein festes Element an einer bestimmten Stelle auf der Innenseite der Außenwand des Hohl-

raums, beispielsweise einen Blechabschnitt, der an die Innenseite der Außenwand des Hohlraums oder auch an die Innenwand des Hohlraums geschweißt ist.

[0016] Nach einer weiteren Ausführungsart der Erfindung umfassen die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie eine Schraube, die durch die Außenwand des Hohlraums hindurchgeht und in das Innere des Hohlraums hineinragt.

[0017] Die Erfindung wird durch die Studie einiger Ausführungsarten besser verständlich, die als nicht einschränkende Beispiele dienen und durch die beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, wobei:

[0018] [Fig. 1](#) eine Außenseitenansicht einer Turbomaschine ist;

[0019] [Fig. 2](#) eine Teilschnittansicht der in [Fig. 1](#) dargestellten Turbomaschine ist, die eine erste Ausführungsart der Erfindung zeigt;

[0020] [Fig. 3](#) eine Schnittansicht analog zu [Fig. 2](#) ist, die eine zweite Ausführungsart der Erfindung zeigt;

[0021] [Fig. 4](#) eine Schnittansicht analog zu [Fig. 2](#) ist, die eine dritte Ausführungsart der Erfindung zeigt; und

[0022] [Fig. 5](#) eine Teilschnittansicht analog zu [Fig. 2](#) ist, die eine vierte Ausführungsart der Erfindung zeigt.

[0023] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt, weist die erfindungsgemäße Turbomaschine einen Lufteintritt **1** auf, der mit einer ersten Gesamtheit von Drehschaufeln **2** versehen ist.

[0024] Die Außenwand **3** der Turbomaschine weist ein Anschlussrohrsystem **4** für ein Kanalsystem zur Ableitung eines Teils der Strömung an die frische Luft auf.

[0025] In der Schnittansicht der [Fig. 2](#) ist die Drehwelle **5** zu sehen, auf der die Drehschaufeln **6** eines ersten Kompressionsabschnitts der Turbomaschine montiert sind. Die feste Nabe **7** umfasst feste Lenkschaufeln **8**. Die Zirkulation des Luftstroms ist durch die Pfeile **9** schematisch dargestellt.

[0026] Die Wand **10** begrenzt den Luftstrom nach außen und weist eine symmetrische Ausführung in Bezug auf die Achse der Turbomaschine auf. Ein Hohlraum **11** mit ebenfalls allgemeiner symmetrischer Struktur in Bezug auf die Achse der Turbomaschine ist im Wesentlichen an der Stelle der Drehschaufeln **6** zwischen der Wand **10** und einer Außenwand **12** definiert. Die Wand **10** weist an ihrer Peri-

pherie eine Vielzahl von Öffnungen **13** auf, die den Luftstrom mit dem Hohlraum **11** in Verbindung bringen. Diese Öffnungen **13** können in Form von Schlitzfen, sichelförmigen Öffnungen oder kreisförmigen Rillen ausgeführt sein. Natürlich könnte bei weiteren Ausführungsarten der Hohlraum **11** eine zyklische Symmetrie aufweisen, d.h. eine Vielzahl von Motiven oder anderen Elementen umfassen, die regelmäßig im Inneren des Hohlraums angeordnet sind und so zu einer akustischen Resonanzbildung des Hohlraums führen können.

[0027] Ein Ablassventil **14**, das entsprechend von nicht in der Figur dargestellten Mitteln gesteuert wird, ist im Schnitt der [Fig. 2](#) zu sehen. Das Ventil **14** ist stromabwärts zu dem Rohrsystem **4** montiert, das seinerseits fest mit der Wand **12** an einer bestimmten Stelle des Hohlraums **11** verbunden ist.

[0028] Das Ablassventil **14** ermöglicht es, wenn es offen ist, einen Teil der Luftmenge zu entnehmen, um sie nach außen abzuleiten, um die Funktion der Turbomaschine bei gewissen Betriebsarten zu verbessern. Wenn sich das Ablassventil **14** in geschlossener Position befindet, kann die Zirkulation des Luftstroms beim Durchgang vor den Öffnungen **13** und in gewissen Geschwindigkeitsbereichen die Resonanzbildung des Hohlraums **11** durch Scherbeanspruchung der Grenzschicht auslösen.

[0029] Erfindungsgemäß wird das Entstehen von akustischen Drehwellen in dem Hohlraum **11** dadurch verhindert, dass ein absichtliches und signifikantes Durchbrechen der Symmetrie in Bezug auf die Achse des Hohlraums **11** herbeigeführt wird, zusätzlich zum Durchbrechen der Symmetrie, das bereits auf Grund des Vorhandenseins des Rohrsystems **4** besteht.

[0030] Bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsart umfassen die Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie einen Rohrabschnitt **15**, der fest mit einer Vorspannung in das Rohrsystem **4** gesteckt ist. Vorzugsweise erfolgt die Montage von außen, wobei der Rohrabschnitt **15** eingesteckt wird, bis ein Radialabsatz **16**, der am Außenrand des Rohrabschnitts **15** vorgesehen ist, an einem konischen Abschnitt **17** des Rohrsystems **4** anschlägt, um entsprechend die Endposition des Rohrabschnitts **15** zu definieren.

[0031] In dieser Endposition nach der Montage ragt der Rohrabschnitt **15** zum Teil in das Innere des Hohlraums **11** hinein, wobei er über den rechten Winkel der Wand **12** übersteht, ohne allerdings mit der Innenwand **10** in Kontakt zu kommen, um zu vermeiden, dass das Ableiten der Luft in dem Hohlraum **11** zu sehr beeinträchtigt wird, wenn das Ablassventil **14** offen ist.

[0032] Die in [Fig. 3](#) dargestellte Ausführungsart un-

terscheidet sich von der Ausführungsart der [Fig. 2](#) nur dadurch, dass die Außenwand **12** eine begrenzte konvexe Zone **18** aufweist, deren Konvexität zum Inneren des Hohlraums **11** gerichtet ist. Diese Zone wird vorzugsweise durch einfaches lokales Stauchen des Blechs, das die Außenwand **12** bildet, erhalten. Diese gestauchte Zone **18** führt somit zu einem zusätzlichen Durchbrechen der Symmetrie, ergänzend zu jenem, das bereits vorhanden ist, wenn ein Rohrsystem **4**, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, an einer anderen Stelle des Hohlraums **11** angeordnet wird.

[0033] Die in [Fig. 4](#) dargestellte Ausführungsart unterscheidet sich von der Ausführungsart der [Fig. 3](#) durch die Tatsache, dass ein Blechabschnitt **19**, der radial angeordnet ist, durch Schweißen auf der Innenseite der Außenwand **12** des Hohlraums **11** befestigt ist. Der geschweißte Blechabschnitt **19** ragt somit in das Innere des Hohlraums **11** hinein und verhindert die Entstehung von akustischen Drehwellen in dem Hohlraum **11**. Natürlich kann das Rohrsystem **4** auch an einer anderen Stelle des Hohlraums **11** vorgesehen werden. Es ist anzumerken, dass die Abmessungen des geschweißten Blechabschnitts **19** von quadratischer Form bei der als Beispiel in [Fig. 4](#) dargestellten Ausführungsart derart sind, dass sich der geschweißte Blechabschnitt **19** von der Außenwand **12** in Richtung der Innenwand **10** erstreckt, ohne allerdings mit dieser letztgenannten in Kontakt zu kommen. Als Variante könnte der geschweißte Blechabschnitt **19** auch an der Innenwand **10** befestigt sein und sich hingegen in Richtung der Außenwand **12** erstrecken.

[0034] Die in [Fig. 5](#) dargestellte Ausführungsart unterscheidet sich von der Ausführungsart der [Fig. 4](#) dadurch, dass eine Schraube **20** durch die Außenwand **12** des Hohlraums **11** hindurchgeht und in das Innere des Hohlraums **11** auf einer gewissen Länge hineinragt. Um die Montage zu erleichtern, weist die Außenwand **12** eine Zone **13**, die mit einem Gewinde versehen ist, auf, das mit dem Gewinde der Schraube **20** zusammenwirken kann, deren Kopf **21** außerhalb der Außenwand **12** bleibt.

[0035] Die Abmessungen der Schraube **20**, die in das Innere des Hohlraums **11** hineinragt, sind derart, dass sich die Schraube in Richtung der Innenwand **10** in einer Radialebene erstreckt, ohne allerdings mit der Innenwand **10** in Kontakt zu kommen.

[0036] Bei allen Ausführungsarten, die als Beispiele dargestellt wurden, wurde somit in das Innere des symmetrischen Hohlraums ein Mittel zum Durchbrechen der Symmetrie eingeführt, das die Entstehung von akustischen Drehwellen verhindern und somit die Resonanzbildung des Hohlraums vermeiden können, unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit in der Turbomaschine.

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.

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.

3. Turbomaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Querstrebeeinrichtung in das Kanalsystem eingespannt wird.

4. Turbomaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Querstrebeeinrichtung aus einem Rohrabschnitt (**15**) besteht.

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.

6. Turbomaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Konvexität durch begrenztes Stauchen der Außenwand des Hohlraumes erzeugt wird.

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.

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.

9. Turbomaschine nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Element ein an der vorgenannten Wand des Hohlraums angeschweißtes Stück Blech ist.

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.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG.1

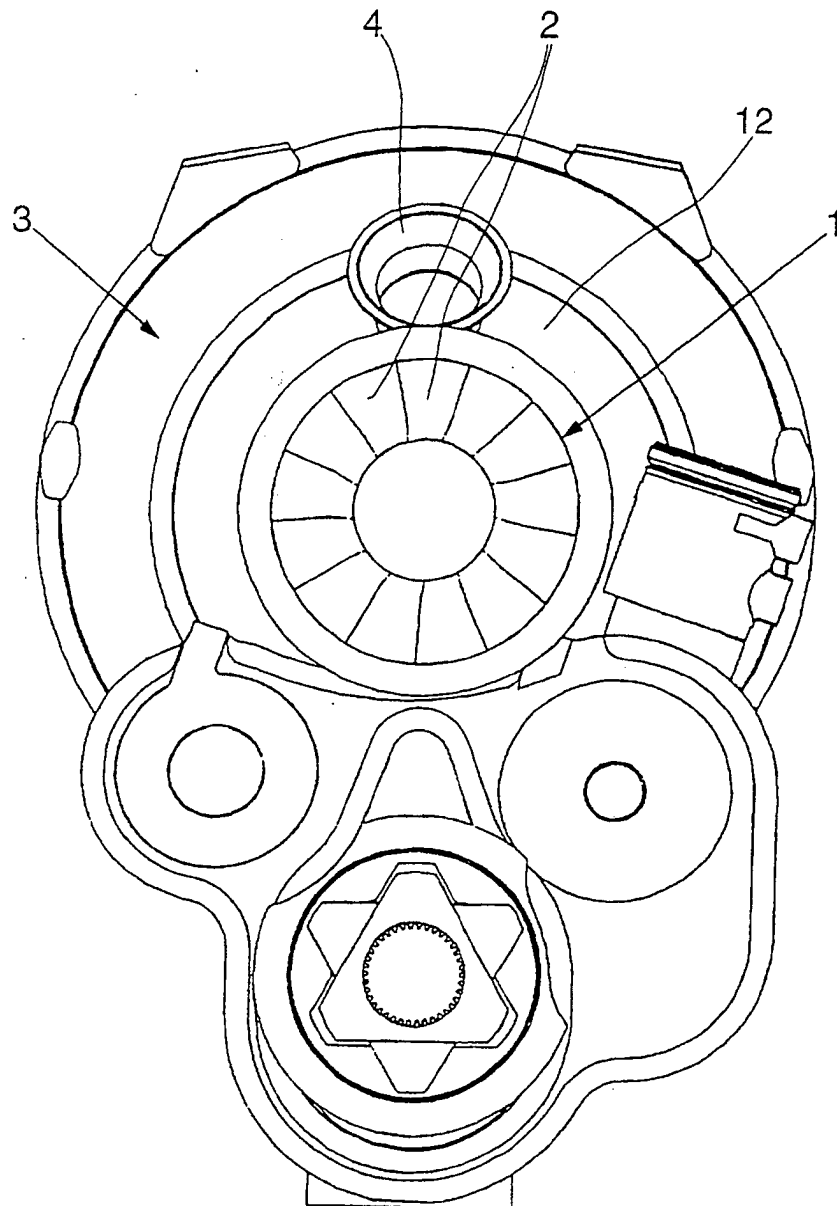


FIG.2

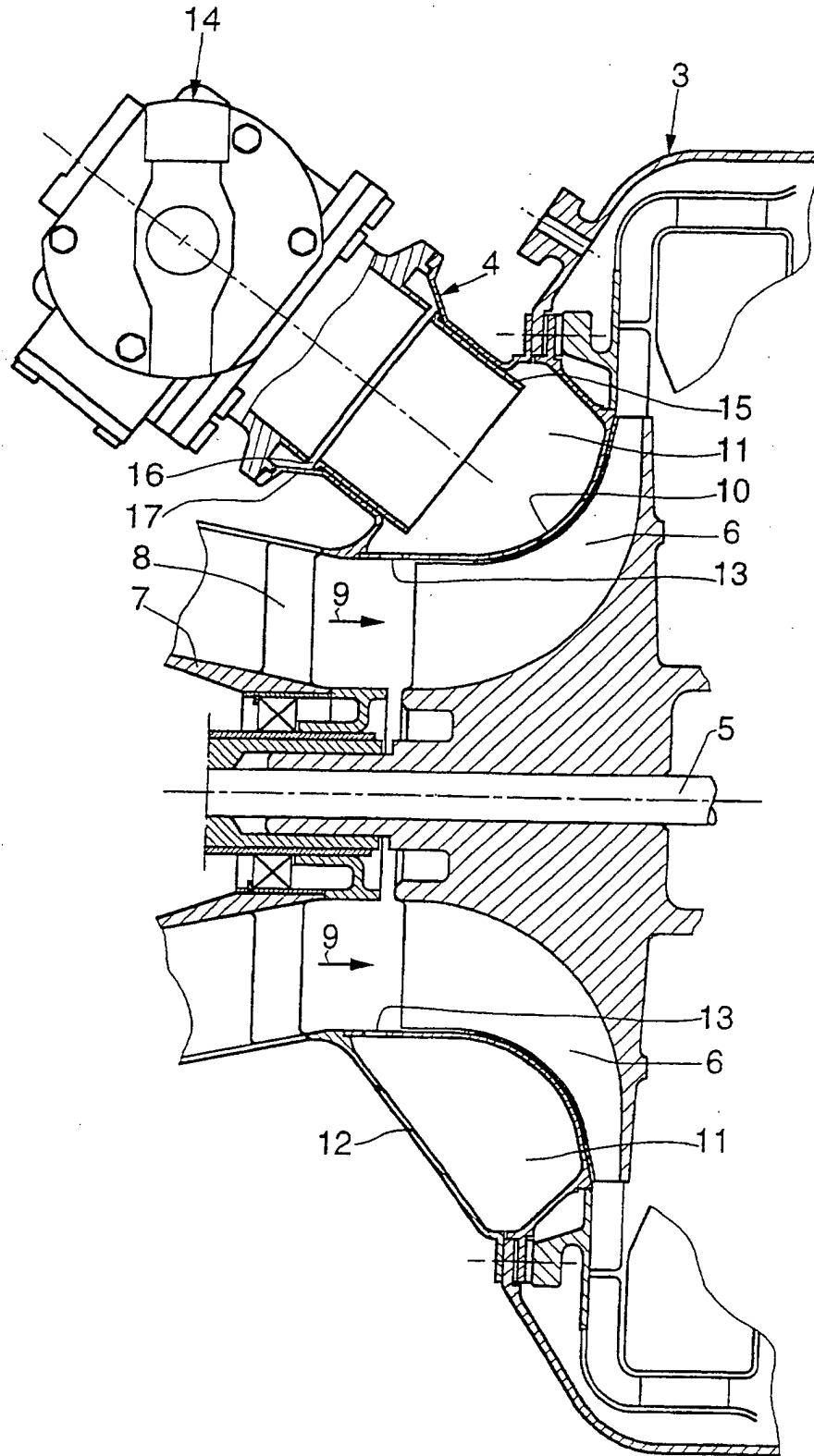


FIG.3

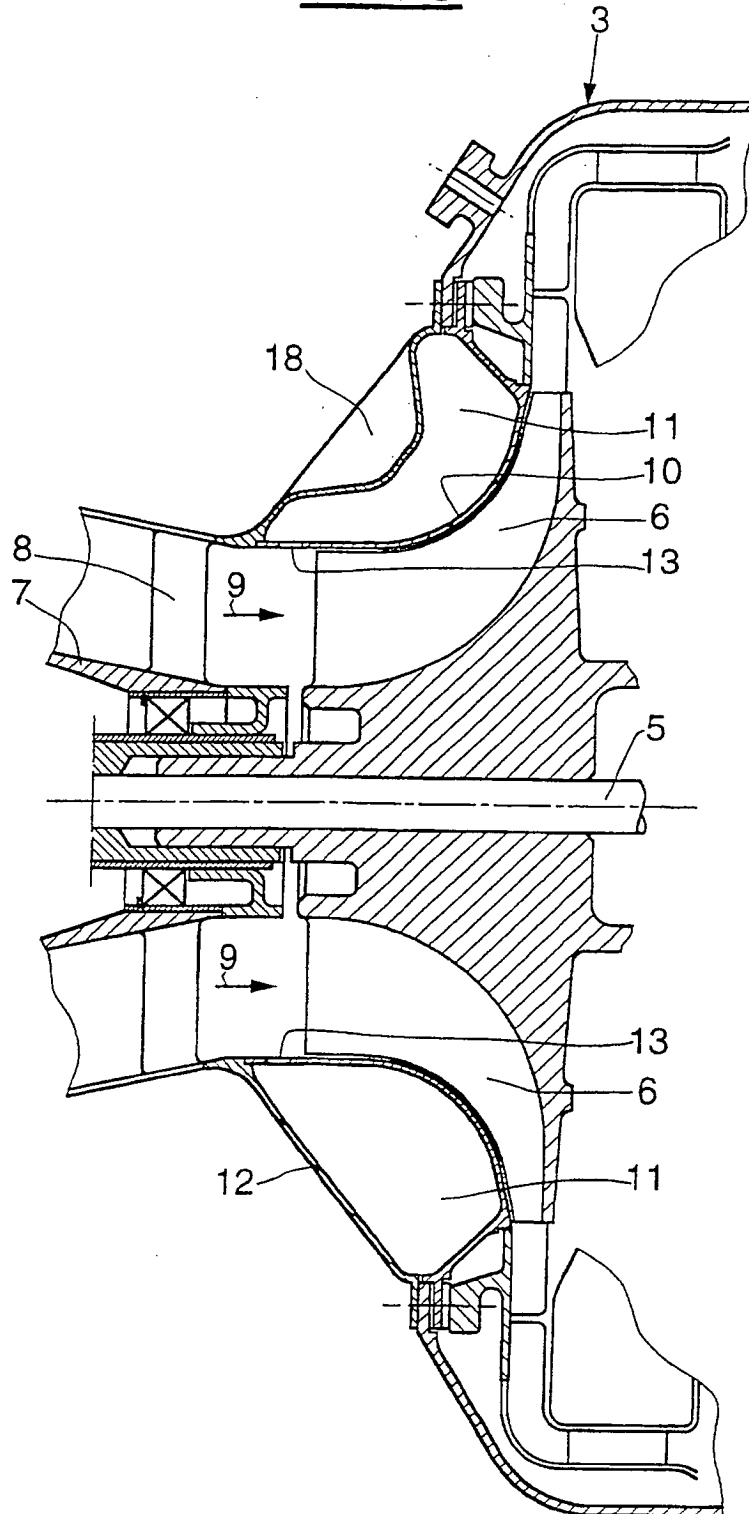


FIG.4

