

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 636 764 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.03.1997 Patentblatt 1997/12**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F01D 5/08, F01D 5/06**

(21) Anmeldenummer: **94108585.4**

(22) Anmeldetag: **04.06.1994**

(54) **Gasturbine mit gekühltem Rotor**

Gasturbine with cooled rotor

Turbine à gaz avec refroidissement du rotor

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB LI NL**

(30) Priorität: **17.07.1993 DE 4324034**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.02.1995 Patentblatt 1995/05**

(73) Patentinhaber: **ASEA BROWN BOVERI AG**  
**5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:

- **Primoschitz, Eduard**  
**CH-5301 Station Siggenthal (CH)**
- **Rihak, Pavel, Dr.**  
**CH-5400 Baden (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A- 0 313 826</b>	<b>DE-A- 1 426 799</b>
<b>DE-B- 1 139 326</b>	<b>GB-A- 512 301</b>
<b>GB-A- 709 210</b>	<b>US-A- 2 868 500</b>
<b>US-A- 4 034 558</b>	<b>US-A- 4 447 188</b>

**EP 0 636 764 B1**

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).

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Verbindung betrifft eine einwellige, stationäre Gasturbine nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

### STAND DER TECHNIK

Gasturbinen dieser Art sind bekannt aus der US-A-4 447 188. Dort wird Kühlluft durch einen Hohlraum zwischen zusammengeschweissten Rotorscheiben über eine Verbindungsöffnung radial ins Innere von Laufschaufeln einer Gasturbine gefördert. Im Hohlraum zwischen den Rotorscheiben kann sich jedoch in der Kühlluft mitgeführter Schmutz ansammeln der die Kühlung beeinträchtigt.

In der EP-A-0 313 826 wird eine stationäre Gasturbine zur Stromerzeugung beschrieben, die einen aus mehreren Scheiben zusammengeschweissten beschauelten Rotor aufweist, wobei die Kühlluft über axial an der Rotorperipherie verlaufende Kühlkanäle gefördert wird.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Durch die vorliegende Erfindung, wie sie im Patentanspruch 1 gekennzeichnet ist, wird die Aufgabe gelöst, bei einer Gasturbine der eingangs genannten Art eine verbesserte Kühlung des Rotors zu schaffen.

Erfindungsgemäss wird dies durch die Merkmale des ersten Anspruchs erreicht.

Kern der Erfindung ist es also, dass in der Rotorperipherie zwischen der Rotoroberfläche und durch die Rotorscheaufeln bzw. Wärmestausegmentplatten gebildeten Plattformen Axialkanäle vorhanden sind, dass ein oder mehrere der Hohlräume mit den Axialkanälen in der Rotorperipherie über die Verbindungsöffnungen in Verbindung stehen und dass sich der mindestens eine Hohlraum zwischen den Rotorscheiben zumindest jenseits eines gewissen radialen Abstandes von der Rotorachse kontinuierlich zu den Verbindungsöffnungen hin verjüngt.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass durch die sich kontinuierlich verjüngenden Hohlräume sichergestellt ist, dass in der Kühlluft mitgeführter Schmutz sich nicht in den Hohlräumen ansammeln kann, sondern durch die Verbindungsöffnungen nach aussen herausgeschleudert wird. Dadurch werden neben Wärmedämmeffekten durch sich ablagernden Schmutz auch die durch Schmutzansammlungen verursachten Unwuchten des Rotors vermieden.

Ein wichtiger Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Kühlluft am Mittelteil des Verdichters entnommen werden kann, wo sie noch einen tieferen Druck und eine tiefere Temperatur als am Verdichter-Ausgang aufweist. Im Vergleich mit der bekannten Hochdruck-

kühlung ist die sich in diesem Fall ergebende Niederdruckkühlung effektiver und kommt auch mit einem geringeren Kühlluftstrom aus. Auch sind die Verluste geringer und der Wirkungsgrad wird dadurch verbessert.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemässe Gasturbine und

Fig. 2 eine Ausschnittsvergrößerung (Kreis A) von Fig. 1.

### 20 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die in Fig. 1 dargestellte Gasturbine weist einen Verdichter 1, eine Turbine 2, ein Abgasgehäuse 3 und einen Abgasdiffusor 4 auf. Mit 5 ist die Brennkammer und mit 6 der Rotor bezeichnet. Der Rotor 6 ist aus mehreren Scheiben in seiner Axialrichtung zusammengeschweisst, wobei zwischen den einzelnen Scheiben jeweils Hohlräume verbleiben. In Fig. 1 sind zwei Scheiben dargestellt und mit 7 bzw. 8 bezeichnet. Die Struktur der Hohlräume zwischen den Rotorscheiben ist in der Ausschnittsvergrößerung von Fig. 2 zu erkennen. Der dort dargestellte Hohlraum zwischen den Rotorscheiben 7 und 8 ist mit 9 bezeichnet. Er ist in seinem zentralen Bereich um die Rotorachse 10 schmal und weitet sich nach aussen zu einer Art Ringkammer 11 auf. Mit 12 ist die ringförmig voll umlaufende Schweissnaht zwischen den angrenzenden Rotorscheiben 7 und 8 bezeichnet. Im oberen Teil von Fig. 2 sind rein schematisch einige Rotorscheaufeln 13 sowie Leitschaufeln 14 der Turbine 1 dargestellt. Zwischen der eigentlichen Rotoroberfläche 15 und ebenfalls nur rein schematisch dargestellten, durch die Rotorscheaufeln bzw. durch Wärmestausegmentplatten gebildeten Plattformen 16 ist ein Axialkanal 17 vorhanden, der durch eine Dichtung 26 in einen Hochdruckabschnitt 17<sub>HD</sub> und einen Niederdruckabschnitt 17<sub>ND</sub> unterteilt ist. Mit dem Axialkanal stehen die Hohlräume 9 zwischen den Rotorscheiben über eine Anzahl von jeweils über den Umfang verteilten Verbindungsöffnungen bzw. Bohrungen 18 in Verbindung.

Wie wieder besser in Fig. 1 zu erkennen, ist der Rotor 6 entlang seiner Achse 10 mit einem, von der Stirnseite 19 seines stromabwärts liegenden Endes ausgehenden, zentralen Kanal 20 versehen. Durch den zentralen Kanal 20, die Hohlräume 9 und die Verbindungsöffnungen 18 wird der Axialkanal 17 in der Rotorperipherie mit Kühlluft gespeist.

Die Kühlluft wird im mittleren Teil des Verdichters von der dort bereits teilweise verdichteten Prozessluft

abgezweigt und über eine Leitung 21 zur Stirnseite 19 des stromabwärts liegenden Rotorendes geführt. Die Leitung 21 durchsetzt dabei Hohlrippen 22 zwischen dem Aussenring 23 und dem Innenring 24 des Abgasdiffusors bzw. -gehäuses 3,4.

Es wird jetzt wieder auf Fig. 2 Bezug genommen. Dort ist zu erkennen, dass die Verbindungsöffnungen 18 in den Hohlräumen 9 ganz aussen ansetzen, d.h. dort, wo diese ihren grössten Durchmesser bzw. radialen Abstand R1 aufweisen. Zu diesem Abstand und damit zu den Verbindungsöffnungen hin verjüngen sich die Ringkammern 11 der Hohlräume 9 jenseits des Radius R2 jeweils auch kontinuierlich. Dadurch ist sichergestellt, dass in der Kühlluft mitgeführter Schmutz sich nicht in den Hohlräumen 9 ansammeln kann, sondern durch die Verbindungsöffnungen 18 nach aussen herausgeschleudert wird. Dadurch werden neben Wärmedämmeffekten durch sich ablagernden Schmutz auch die durch Schmutzansammlungen verursachten Unwuchten des Rotors vermieden.

Die Schweissnaht 12 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel gegenüber den Verbindungsöffnungen 18 axial etwas versetzt angeordnet. Ihre Wurzel 25 kommt deshalb bei einem radialen Abstand R3 von der Rotorachse 10 zu liegen, der etwas kleiner ist als der radiale Abstand R1, von dem die Verbindungsöffnungen 18 ausgehen. Auf die Ausbildung von Taschen beidseitig der Schweissnaht 12 an der Aussenzone der Hohlräume 9 zur Entlastung der Schweissnahtwurzel 25, so wie dies bisher üblich war, wird aus den vorgenannten Gründen des Schmutzausschleuderns verzichtet.

Anders als in der nicht masstäblichen Darstellung von Fig. 2 ist es von Vorteil, die Schweissnaht 12 jeweils dicker zu machen als den geringsten gegenseitigen Abstand der Rotorscheiben.

#### BEZEICHNUNGSLISTE

- 1 Verdichter
- 2 Turbine
- 3 Abgasgehäuse
- 4 Abgasdiffusor
- 5 Brennkammer
- 6 Rotor
- 7 Rotorscheibe
- 8 Rotorscheibe
- 9 Hohlraum zwischen zwei Rotorscheiben
- 10 Rotorachse
- 11 Ringkammer
- 12 Schweissnaht
- 13 Rotorscheufeln
- 14 Leitschaufeln
- 15 Rotoroberfläche
- 16 Plattformen
- 17 Axialkanal in der Rotorperipherie
- 18 Verbindungsöffnungen
- 19 Stirnseite des stromabwärts liegenden Rotorendes
- 20 zentraler Kühlluftzufuhrkanal

- 21 Kühlluftleitung
- 22 Hohlrippen
- 23 Aussenring
- 24 Innenring
- 25 Schweissnahtwurzel
- 26 Dichtung HD gegen ND

#### Patentansprüche

1. Einwellige, stationäre Gasturbine zur Stromerzeugung mit einem aus mehreren Scheiben (7,8) zusammengesetzten und beschauelten Rotor (6), wobei zwischen den Scheiben (7,8) Hohlräume (9) vorhanden sind, wobei ein oder mehrere der Hohlräume (9) über Verbindungsöffnungen (18) mit der Rotorperipherie in Verbindung stehen und die genannten Verbindungsöffnungen (18) in dem mindestens einen Hohlraum (9) dort ansetzen, wo der Hohlraum (9) seinen grössten radialen Abstand (R1) von der Rotorachse (10) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass in der Rotorperipherie zwischen der Rotoroberfläche (15) und durch die Rotorscheufeln (13) bzw. Wärmestausegmentplatten gebildeten Plattformen (16) Axialkanäle (17) vorhanden sind, dass ein oder mehrere der Hohlräume (9) mit den Axialkanälen (17) in der Rotorperipherie über die Verbindungsöffnungen (18) in Verbindung stehen und dass sich der mindestens eine Hohlraum (9) zwischen den Rotorscheiben (7,8) zumindest jenseits eines gewissen radialen Abstandes (R2) von der Rotorachse (10) kontinuierlich zu den Verbindungsöffnungen (18) hin verjüngt.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Achse (10) des Rotors (6) ein zentraler Kühlluftzufuhrkanal (20) vorgesehen ist.
3. Gasturbine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zentrale Rotor-Kühlluftzufuhrkanal (20) von der Stirnseite (19) des stromabwärts liegenden Rotorendes ausgeht und dass die Kühlluft dort in ihn eingespeist wird.
4. Gasturbine nach Anspruch 3 und mit einem Abgasdiffusor (4), welcher einen das stromabwärts liegende Rotorende aufnehmenden Innenring (24), einen Aussenring (23) sowie Innen- und Aussenring miteinander verbindende Hohlrippen (22) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluft in wenigstens einer Kühlluftleitung (21) durch wenigstens eine der Hohlrippen (22) zum stromabwärts liegenden Rotorende geführt wird.
5. Gasturbine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluft am Mittel-

teil des Verdichters (1) abgezapft wird.

6. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und bei welcher die einzelnen Rotorscheiben (7,8) in ihren Randzonen jeweils über eine ringförmig verlaufende Schweissnaht (12) miteinander verschweisst sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweissnaht (12) jeweils gegenüber den genannten Verbindungsöffnungen (18) axial versetzt angeordnet ist.
7. Gasturbine nach Anspruch 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der radiale Abstand (R1) von der Rotorachse (10), von dem die Verbindungsöffnungen (10) ausgehen, grösser ist als der radiale Abstand (R3), an dem die Wurzel der Schweissnaht (12) angeordnet ist.

### Claims

1. Single-shaft stationary gas turbine for electricity generation, having a bladed rotor (6) welded together from a plurality of discs (7, 8), hollow spaces (9) being present between the discs (7, 8), one or more of the hollow spaces (9) being connected to the periphery of the rotor via connecting openings (18) and the connecting openings (18) mentioned in the at least one hollow space (9) starting where the hollow space (9) has its maximum radial distance (R1) from the rotor centre line (10), characterized in that axial passages (17) are present in the periphery of the rotor between the rotor surface (15) and platforms (16) formed by the rotor blades (13) and segmental heat barrier plates, in that one or more of the hollow spaces (9) are in connection with the axial passages (17) in the periphery of the rotor by means of the connecting openings (18) and in that the at least one hollow space (9) between the rotor discs (7, 8) becomes continuously narrower towards the connecting openings (18) at least beyond a certain radial distance (R2) from the rotor centre line (10).
2. Gas turbine according to Claim 1, characterized in that a central cooling air supply passage (20) is provided along the centre line (10) of the rotor (6).
3. Gas turbine according to Claim 2, characterized in that the central rotor cooling air supply passage (20) starts from the end surface (19) of the downstream end of the rotor and in that the cooling air is fed into it there.
4. Gas turbine according to Claim 3 and having an exhaust gas diffuser (4) which has an inner ring (24) accommodating the downstream end of the rotor, an outer ring (23) and hollow ribs (22) connecting inner ring and outer ring together, characterized in

that the cooling air is guided in at least one cooling air conduit (21) through at least one of the hollow ribs (22) to the downstream end of the rotor.

5. Gas turbine according to one of Claims 2 to 4, characterized in that the cooling air is tapped at the central part of the compressor (1).
6. Gas turbine according to one of Claims 1 to 4 and in which the individual rotor discs (7, 8) are respectively welded together at their edge zones by means of a weld seam (12) extending as an annulus, characterized in that each weld seam (12) is arranged offset axially relative to the connecting openings (18) mentioned.
7. Gas turbine according to Claims 1 and 6, characterized in that the radial distance (R1) from the rotor centre line (10), from which the connecting openings (10) [sic] start is larger than the radial distance (R3) at which the bottom of the weld seam (12) is arranged.

### Revendications

1. Turbine à gaz stationnaire, à un seul arbre, pour la production de courant avec un rotor à aubes (6) composé de plusieurs disques (7, 8) assemblés par soudage, dans laquelle il existe des espaces creux (9) entre les disques (7, 8), dans laquelle un ou plusieurs des espaces creux (9) se trouve en communication avec la périphérie du rotor par des ouvertures de communication (18) et lesdites ouvertures de communication (18) se placent dans ledit au moins un espace creux (9) à un endroit où l'espace creux (9) présente sa plus grande distance radiale (R<sub>1</sub>) par rapport à l'axe (10) du rotor, caractérisée en ce que des canaux axiaux (17) sont présents dans la périphérie du rotor entre la surface (15) du rotor et des plates-formes (16) formées par les aubes (13) du rotor ou des plaques segmentées d'accumulation de chaleur, en ce qu'un ou plusieurs des espaces creux (9) est en communication avec les canaux axiaux (17) dans la périphérie du rotor par les ouvertures de communication (18) et en ce que ledit au moins un espace creux (9) entre les disques (7, 8) du rotor se rétrécit de façon continue depuis l'axe (10) du rotor vers les ouvertures de communication (18) au moins au-delà d'une certaine distance radiale (R<sub>2</sub>).
2. Turbine à gaz suivant la revendication 1, caractérisée en ce qu'il est prévu un canal central (20) d'amenée d'air de refroidissement le long de l'axe (10) du rotor (6).
3. Turbine à gaz suivant la revendication 2, caractérisée

sée en ce que le canal central (20) d'amenée d'air de refroidissement part de la face frontale (19) située à l'extrémité aval du rotor et en ce que l'air de refroidissement lui est fourni en cet endroit.

5

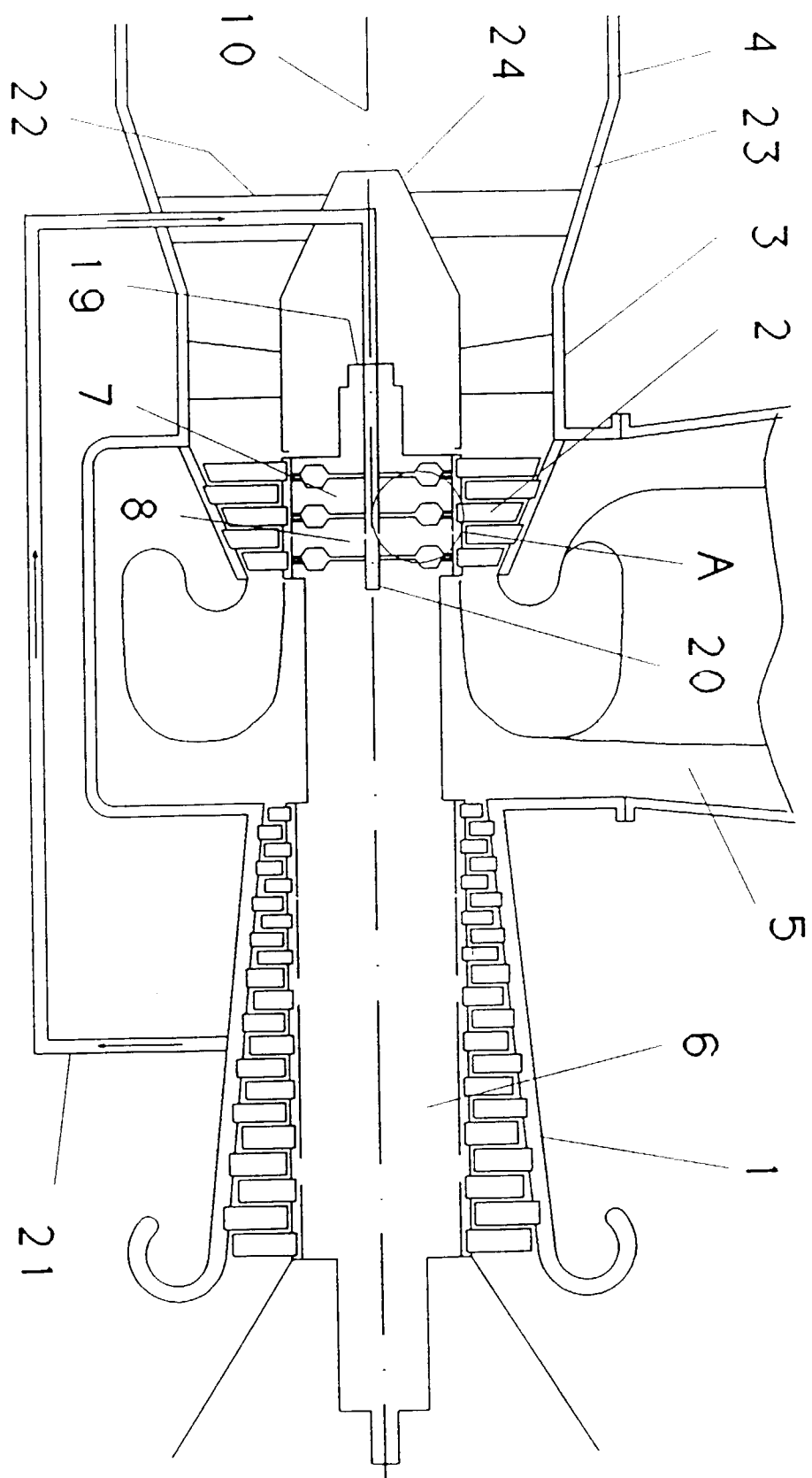
4. Turbine à gaz suivant la revendication 3 et avec un diffuseur des gaz d'échappement (4), qui présente un anneau intérieur (24) recevant l'extrémité aval du rotor, un anneau extérieur (23) ainsi que des nervures creuses (22) reliant l'un à l'autre l'anneau intérieur et l'anneau extérieur, caractérisée en ce que l'air de refroidissement est conduit à l'extrémité aval du rotor dans au moins une conduite d'air de refroidissement (21) à travers au moins une des nervures creuses (22). 10 15
5. Turbine à gaz suivant l'une des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que l'air de refroidissement est soutiré dans la partie centrale du compresseur (1). 20
6. Turbine à gaz suivant l'une des revendications 1 à 4 et dans laquelle les différents disques (7, 8) du rotor sont soudés l'un à l'autre dans leurs zones de bord au moyen d'un cordon de soudure (12) réalisé en anneau, caractérisée en ce que le cordon de soudure (12) est légèrement décalé en direction axiale par rapport aux ouvertures de communication (18) respectives. 25 30
7. Turbine à gaz suivant les revendications 1 et 6, caractérisée en ce que la distance radiale ( $R_1$ ) à partir de l'axe (10) du rotor, d'où partent les ouvertures de communication (18), est plus grande que la distance radiale ( $R_3$ ) à laquelle est disposée la racine du cordon de soudure (12). 35

40

45

50

55



۱۰۰

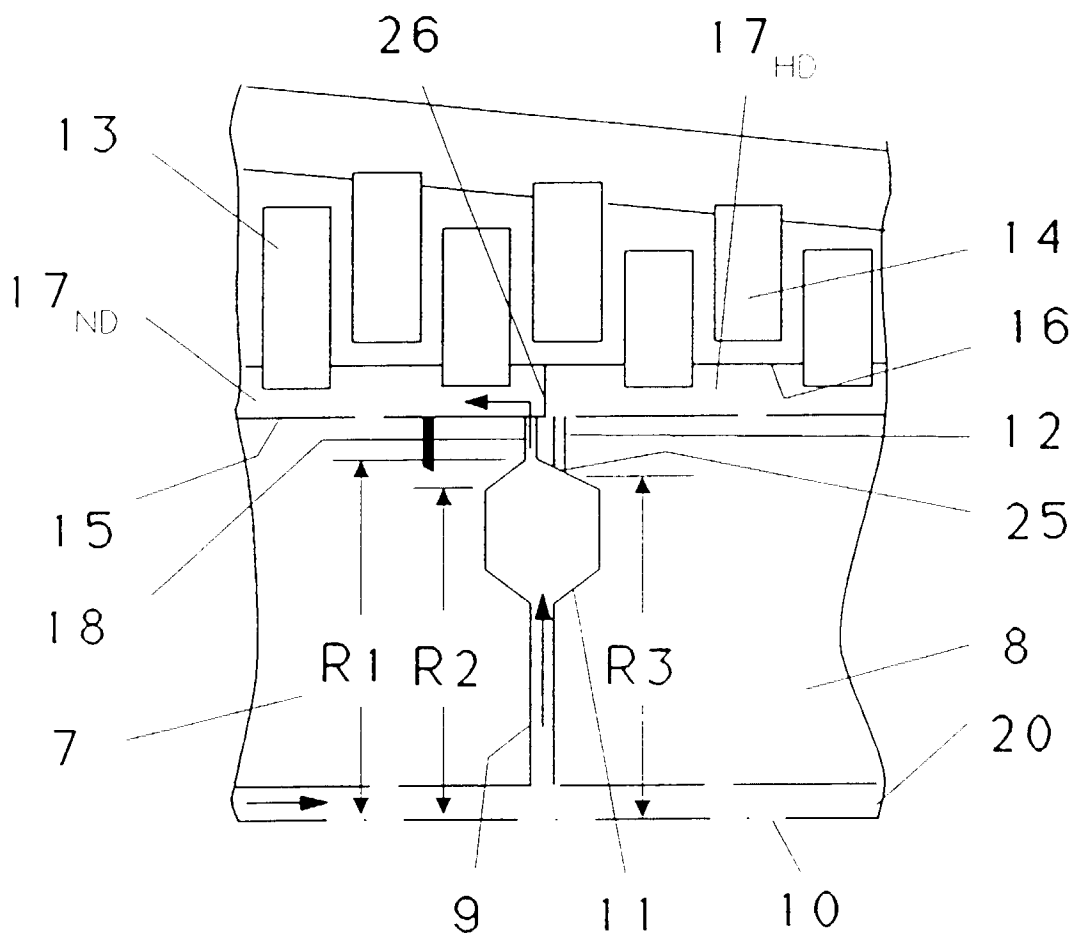


Fig. 2