

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 761 929 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.1997 Patentblatt 1997/11

(51) Int Cl. 6: F01D 5/08

(21) Anmeldenummer: 96810502.3

(22) Anmeldetag: 26.07.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

• Striezenou, Cornelis
5415 Nussbaumen (CH)

(30) Priorität: 25.08.1995 DE 19531290

(74) Vertreter: Pöpper, Evamaria, Dr. et al
ABB Management AG,
Immaterialgüterrecht (TEI),
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: ASEA BROWN BOVERI AG
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• Pollini, Claudio
8610 Uster (CH)

(54) Rotor für thermische Turbomaschinen

(57) Bei einem Rotor (1) für thermische Turbomaschinen, insbesondere auf einer Welle angeordneten Verdichterteil (2), Mittelteil (3) und Turbinenteil (4), wobei der Rotor (1) vorwiegend aus einzelnen miteinander verschweissten Rotationskörpern besteht, deren geometrische Form zur Ausbildung von axialsymmetrischen Hohlräumen (5) zwischen den jeweils benachbarten Rotationskörpern führt, sind ein sich um die Mittelachse (6) des Rotors (1) erstreckender, vom stromabwärtigen Ende des Rotors (1) bis zum stromaufwärts letzten Hohlraum (5h) reichender weiterer, zylinderförmiger Hohlraum (7) vorgesehen und mindestens zwei Rohre (8, 9) mit voneinander verschiedenen Durchmessern und Längen, welche sich zumindest teilweise überlappen und im zylinderförmigen Hohlraum (7) platziert sind, wobei die Rohre (8, 9) jeweils an mindestens einem Fixpunkt fest verankert sind und die Fixpunkte der Rohre (8, 9) an axial unterschiedlichen Stellen liegen. Die Rohre (8, 9) sind jeweils mit mindestens zwei Durchgangsöffnungen (13) im Mantel versehen, wobei mindestens eine Öffnung (13) im Turbinenteil (4) und mindestens eine Öffnung (13) im Verdichter- (2) bzw. Mittelteil (3) angeordnet sind und sich die Öffnungen (13) der verschiedenen Rohre (8, 9) im warmen Betriebszustand im Turbinenteil (4) überlappen, während sie sich im kalten Zustand im Verdichter- (2) und Mittelteil (3) überlappen.

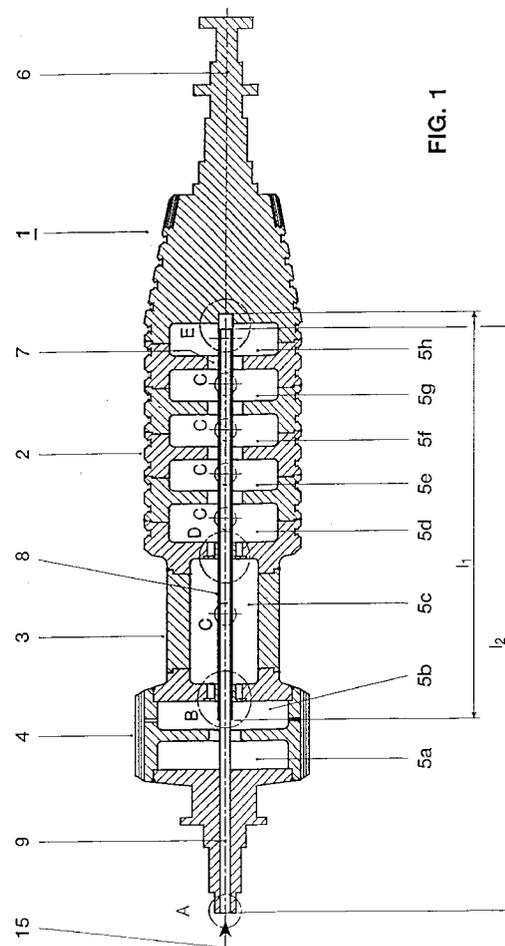


FIG. 1

EP 0 761 929 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen in seinem Inneren hohl ausgebildeten Rotor für thermische Turbomaschinen.

Stand der Technik

Es ist bekannt, Rotoren für Dampf- und Gasturbinen, für Verdichter, sowie für Turbogeneratoren aus einzelnen Rotationskörpern mit Hohlräumen aufzubauen. Aus DE 26 33 829 C2 sind beispielsweise Rotoren bekannt, die aus scheiben- oder hohlzylinderförmigen Schmiedestücken aufgebaut sind, wobei die einzelnen Scheiben bzw. Trommeln (Hohlzylinder) im Mittelteil des Rotors bevorzugt eine konstante Dicke aufweisen. Die Scheiben bzw. Trommeln werden dabei mittels volumenarmer Schweissnähte miteinander verbunden.

Um beispielsweise die Betriebstemperaturen von Gasturbinenrotoren während des Vollastbetriebes etwa konstant zu halten, müssen diese gekühlt werden. Zu diesem Zwecke ist es üblich, durch das abgasseitige Wellenende in den Rotor Kühlluft einzubringen. Im Rotor ist deshalb eine zentrale Bohrung vorhanden, welche sich vom abgasseitigen Wellenende bis zur letzten Turbinenscheibe erstreckt. Diese Bohrung bildet den Rotorkühlluftkanal. Die Kühlluft wird einer bestimmten Verdichterstufe entnommen und über eine spezielle Rohrleitung in die zentrale Bohrung am abgasseitigen Ende des Rotors eingebracht, wobei der Übergang Rohrleitung/Rotor mit Labyrinthdichtungen abgedichtet ist. Die Kühlluft durchströmt den Rotorkühlluftkanal und anschliessend den Hohlraum zwischen den beiden Turbinenscheiben, bevor sie die Turbinenschaufeln passiert bzw. durch radiale Hohlräume auf die Rotoroberfläche gelangt und sich mit der Abgasströmung mischt.

Mit dieser bekannten Anordnung ist zwar eine Kühlung des Rotors möglich, wenn einmal der Vollastbetrieb erreicht ist, so dass dadurch geringe Schaufelspiele und hohe Wirkungsgrade realisierbar sind, eine positive Beeinflussung des Rotors unter transienten Betriebsbedingungen, die auf Grund des unterschiedlichen thermischen Verhaltens von Rotor und Stator besonders kritisch sind, ist aber nicht möglich.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, diesen Nachteil zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rotor einer Turbomaschine so zu gestalten, dass er innerhalb kürzester Zeit seinen Betriebszustand erreicht und er leicht thermisch regulierbar ist, d.h. je nach Anforderung mit relativ wenig Aufwand heizoder kühlbar ist.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Rotor gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1 dadurch erreicht, dass ein sich um die Mittelachse des Rotors erstreckender, vom stromabwärtigen Ende des Rotors bis

zum stromaufwärts letzten Hohlraum reichender weiterer, zylinderförmiger Hohlraum vorgesehen ist, dass mindestens zwei Rohre mit voneinander verschiedenen Durchmessern und Längen, welche sich zumindestens teilweise in einer gewissen Länge überlappen, im zylinderförmigen Hohlraum plaziert sind, wobei die Rohre jeweils an mindestens einem Fixpunkt fest verankert sind, die Fixpunkte der Rohre an axial unterschiedlichen Stellen liegen und die Rohre mit mehreren über die Länge verteilten Löchern versehen sind, wobei sich die Löcher der verschiedenen Rohre mindestens teilweise überlappen.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass der Rotor bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen wahlweise heiz- oder kühlbar ist, er sehr schnell reagiert und die Rotorkühlluft in der Maschine weiter verwendet werden kann, beispielsweise zur Kühlung der Turbinenschaufelfüsse.

Es ist besonders zweckmässig, wenn einerseits der Rotor und andererseits die Rohre aus unterschiedlichem Material mit möglichst grosser Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten bestehen. Dann ist die Regulierung besonders gut durchführbar.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Löcher über den Umfang der Rohre verteilt angeordnet sind und die Löcher des im Umfang kleineren Rohres beim Aussendurchmesser mit Nuten versehen sind. Dadurch ist keine genaue Justierung der Rohre beim Einbau in den Rotor notwendig.

Ausserdem ist es zweckmässig, wenn der Durchmesser d_{H1} des zylinderförmigen Hohlraumes im Bereich zwischen dem ersten und dem letzten Hohlraum grösser ist als der Aussendurchmesser d_{2a} des im Umfang grössten Rohres, wobei an diesem Rohr ein Mittel zum Abdichten des Mittelteiles vom Turbinenteil, beispielsweise ein speziell ausgebildetes Zentrierstück, angeordnet ist, welches nur im warmen Betriebszustand als Abdichtung wirksam wird. Dadurch wird neben den oben genannten Vorteilen der Durchfluss der Luft gewährleistet.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer einwilligen axialdurchströmten Gasturbine dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Längsschnitt des Rotors;
- Fig. 2 einen vergrösserten Teillängsschnitt im Bereich A von Fig. 1;
- Fig. 3 einen vergrösserten Teillängsschnitt im Bereich B von Fig. 1;
- Fig. 4 einen vergrösserten Teillängsschnitt im Bereich C von Fig. 1;
- Fig. 5 einen vergrösserten Teillängsschnitt im Bereich D von Fig. 1;
- Fig. 6 einen vergrösserten Teillängsschnitt im Be-

- reich E von Fig. 1;
 Fig. 7 einen Längsschnitt des Rotors eines zweiten Ausführungsbeispiels;
 Fig. 8 einen Längsschnitt des Rotors eines dritten Ausführungsbeispiels.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind beispielsweise die Laufschaufeln und die Lager des Rotors, sowie der Schaufelträger, die Brennkammer und das Abgasgehäuse der Gasturbine. Die Strömungsrichtung der Luft ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Figuren 1 bis 8 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt eines erfindungsgemässen Rotors 1 einer einwelligen axialdurchströmten Gasturbine. Der Rotor 1 besteht aus einem Verdichterteil 2, einem Mittelstück 3 und einem Turbinenteil 4. Er ist aus einzelnen rotationskörperförmigen Scheiben mittels einer volumenarmen Schweissnaht nach DE 26 33 829 C2 aufgebaut. Diese begrenzen im Inneren des Rotors 1 mehrere, in diesem Ausführungsbeispiel acht, rotationssymmetrische Hohlräume 5a bis 5h, wobei sich die Hohlräume 5a und 5b im Turbinenteil 4, der Hohlraum 5c im Mittelteil 3 und die Hohlräume 5d bis 5h im Verdichterteil 2 befinden. Der sich um die Rotorachse 6 über fast die gesamte Länge erstreckende zylinderförmige Hohlraum 7 hat im Bereich zwischen dem ersten und letzten Hohlraum 5a, 5h, also im Bereich zwischen der ersten Verdichterscheibe und der zweiten, hier letzten Turbinenscheibe, einen grösseren Durchmesser d_{H1} als im Bereich von der letzten Turbinenscheibe bis zum stromabwärtigen Ende des Rotors 1 (d_{H2}).

Im zylinderförmigen Hohlraum 7 sind zwei Rohre 8, 9 mit voneinander verschiedenem Durchmesser und verschiedener Länge angeordnet. Das kürzere Rohr 8 mit einer Länge l_1 und einem Innendurchmesser d_{i1} ist am verdichterseitigen Ende des Hohlraumes 7 am Verdichterteil 2 des Rotors 1 fest fixiert, während das längere Rohr 9 mit einer Länge l_2 und einem Aussendurchmesser d_{2a} am anderen Ende des Hohlraumes 7, also am abgasseitigen Ende der Turbine 4 fest fixiert ist. Es gilt etwa: $d_{H2} = d_{2a} = d_{i1}$.

In den Fig. 2 bis 6 sind vergrösserte Teillängsschnitte der Rohre 8, 9, welche die Funktion von Regulierstäben haben, in verschiedenen Bereichen des Rotors 1 dargestellt. Der obere Teil der Zeichnung verdeutlicht jeweils den kalten Zustand und der untere Teil der Zeichnung den warmen Zustand.

Fig. 2 zeigt das abgasseitige Ende des Rotors 1 im Bereich A von Fig. 1. Das Rohr 9 ist mit Hilfe eines angeschraubten Flansches 10 über Schrauben 11 fest mit dem Rotor 1 verbunden. In diesem Bereich ist nur ein Rohr, nämlich das Rohr 9; im Inneren des Rotors 1 vor-

handen.

Anders sieht es im Bereich B (Fig. 3) aus. In diesem Bereich (Übergang vom Mittelteil 3 zum Turbinenteil 4) überlappen sich die beiden Rohre 8 und 9. Am äusseren Rohr 8 ist hier ausserdem ein Mittel 12 zum Abdichten des Mittelteiles 3 vom Turbinenteil 4 angebracht; welches nur im warmen Betriebszustand zwecks Abdichtung wirksam wird. Das Mittel 12 ist ein Zentrierstück, welches über Schrauben 12 mit dem Rotor 1 zusammengeschrubt ist. Das Zentrierstück dient zugleich als Regulierstück, indem es im kalten Zustand ungehindert Luft hindurchlässt und im warmen Zustand den Mittelteil 3 und den Turbinenteil 4 voneinander abdichtet.

Die Rohre 8, 9 weisen über den Umfang verteilte Öffnungen 13 auf, wobei sich im Bereich B im kalten Zustand die Öffnungen 13 an verschiedenen Stellen der axialen Länge befinden, während sie sich im warmen Zustand genau überlappen und somit eine durchgängige Öffnung 13 bilden.

Fig. 4 zeigt die beiden Rohre 8, 9 jeweils in der Mitte der Hohlräume 5c bis 5g, also im Bereich C. Hier sind die Bohrungen 13 in den Rohren 8, 9 so angebracht, dass sie im kalten Zustand der Anlage genau übereinanderliegen und so eine durchgängige Öffnung 13 bilden. Im warmen Zustand sind die Öffnungen 13 dagegen gegeneinander versetzt.

In Fig. 5 ist der Bereich D dargestellt. Das ist der Übergang vom Verdichterteil 2 zum Mittelteil 3. In diesem Bereich sind keine Bohrungen 13 in den Rohren 8, 9 vorhanden. Über die Rohre 8, 9 wurde hier ein weiteres Zentrierstück 14 geschoben, welches mittels Schrauben 11 am Verdichterteil 2 fest verbunden ist. Das Zentrierstück 14 dient als Stütze der Rohre 8, 9.

Fig. 6 zeigt den Bereich E, also den Bereich; in dem das Rohr 8 mit dem grösseren Durchmesser am Verdichterteil 2 befestigt ist. Das Rohr 8 wird mit einem Flansch 10 auf Anschlag zusammengeschrubt und mit Schrauben 11 am Verdichterroter 2 befestigt. Die Fixierung der Rohre (8, 9) kann in anderen Ausführungsbeispielen selbstverständlich auch in anderer Art und Weise erfolgen, z. B. mittels Schweiessen, Schrumpfen oder Klemmen.

Die Wirkungsweise der thermischen Regulierung ist folgende:

Beim Start der Gasturbine, also im kalten Zustand, muss der Rotor 1 erwärmt werden, damit er möglichst schnell seinen Betriebszustand erreicht. Aus diesem Grunde wird einer bestimmten Verdichterstufe Luft 15 entnommen und am stromabwärtigen Ende des Rotors 1 in den Hohlraum 7 des Rotors geleitet. Da die beiden Rohre 8, 9 bzw. der Rotor 2 noch kalt sind, sind die Öffnungen 13 der Rohre 8 und 9 im Bereich der Turbine (Bereich B, Fig. 3, oberer Teil) zueinander versetzt, während sie sich in den Bereichen C und E, also im Verdichterteil 2 und im Mittelteil 3 überlappen und somit eine durchgängige Öffnung 13 bilden. Das bedeutet, dass die Luft 15 vom stromabwärtigen Ende des Rotors 1 über den Turbinenteil 4 im Rohr 9 entlangströmt und

über die in diesem Ausführungsbeispiel sechs Öffnungen 13 in den Bereichen C und E (siehe Fig. 1, 4 und 6) in den Verdichterraum geleitet wird. Von dort aus durchquert sie den ganzen Rotor und wird danach zur Kühlung der Turbinenschaufeln verwendet.

Der Rotor 1 wird nun gleichmässig erwärmt und dehnt sich aus, ebenso die als Regulierstäbe wirkenden Rohre 8, 9. Da die Wärmeausdehnungskoeffizienten vom Rotor 1 und den Regulierstäben 8, 9 zwecks effektiver Regulierung einen grossen Unterschied haben sollten, wird als Material für den Rotor 1 schweisbarer Stahl und für die Rohre 8, 9 Aluminium oder Kunststoff gewählt.

Soll nun im warmen Zustand der Rotor gekühlt werden, wird die Luft 15 nur in den Turbinenteil 4 geleitet, so dass sie nur den Turbinenbereich kühlen muss. Diese Regelung geschieht thermisch, da auf Grund der Wärmedehnung der beiden Rohre 8, 9, die wegen der an unterschiedlichen Stellen erfolgten jeweiligen Fixierung in entgegengesetzte Richtung wirkt, die Öffnungen 13 in den beiden Rohren 8, 9 in den Bereichen C und E nunmehr gegeneinander versetzt sind, während im Bereich B die Öffnungen 13 übereinanderstehen, so dass die Luft 15 durch diese durchgehenden Öffnung problemlos in den Turbinenteil 4 gelangt (siehe Fig. 3, unterer Teil).

Die Rohre 8, 9 müssen zueinander im Winkel nicht stimmen, da bei den Durchgangslöchern die Rohre mit Nuten versehen sind. Ausserdem sind an verschiedenen, in den Figuren nicht gezeigten Stellen noch wärmebeständige Dichtungen angeordnet, welche auch der Stabilisierung der Rohre 8, 9 dienen.

Die Montage des Rotors 1 muss in einer bestimmten Reihenfolge erfolgen:

1. Der im Durchmesser grössere Regulierstab (Rohr 8) wird mit dem Flansch 10 auf Anschlag zusammengeschraubt und gesichert. Danach wird mit Schrauben 11 das Rohr 8 am Verdichterroter befestigt und ebenfalls gesichert. Es muss nun abgestützt werden.
2. Dann werden die einzelnen Verdichterroterscheiben mit dem Rotorstück einzeln zusammengesweisst.
3. Über den das Rohr 8 wird nun das Zentrierstück 14 geschoben und an der Verdichterscheibe mittels Schrauben 11 befestigt.
4. Nun werden das Mittelteil 3 und die erste Turbinenscheibe mit dem Rotor zusammengesweisst.
5. Anschliessend wird ein weiteres Zentrierstück 12, welches auch als Regulierstück dient, über das Rohr 8 geschoben und mit dem Rotor zusammengeschraubt.
6. Danach werden die restlichen Rotorteile zusammengesweisst.
7. Zuletzt wird das zweite Rohr 9 in den Rotor 1 eingefügt und mit dem angeschraubten Flansch 12 mit dem Rotor 1 verschraubt.

Die Erfindung hat eine Reihe von Vorteilen. Es erfolgt eine einfache thermische Regulierung des Rotors, wobei die Kühlluft in der Turbine weiter verwendet wird, ein Durchfluss der Luft vorhanden ist und der Rotor gut reagiert.

Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei der obere Teil der Zeichnung wieder den kalten Zustand des Rotors zeigt und der untere Teil den warmen Zustand. Es unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel nur dadurch, dass das äussere Rohr 8 nur jeweils eine Öffnung 13 im Turbinenteil 4 und im Verdichterteil 2 und das innere Rohr 9 nur eine Öffnung 13 im Turbinenteil 4 aufweist, wobei im kalten Zustand nur die Öffnung 13 im Verdichterteil 2 für die Luft 15 durchlässig ist, die dann über die Hohlräume 5 in den Mittelteil 3 und dann in den Turbinenteil 4 und schliesslich zu den nicht dargestellten Turbinenschaufeln strömt. Im warmen Zustand (siehe unterer Teil der Zeichnung) wird durch die erfolgte Wärmedehnung die Öffnung 13 im Verdichterteil 2 geschlossen, während sich die Öffnungen 13 im Turbinenteil 4 überlappen und somit einen Durchlass für die Kühlluft bilden. Das am Rohr 8 befestigte Absperrglied 12 verhindert eine Luftströmung im warmen Zustand in den Mittel- bzw. Verdichterteil (2,3).

Die in Fig. 8 dargestellte Ausführungsvariante hat infolge der Anpassung des Durchmessers des zylinderförmigen zentralen Hohlraumes 7 an die Durchmesser der Rohre 8, 9 gegenüber den oben beschriebenen Beispielen den Nachteil, dass die Luft im Mittelteil 3 und im Verdichterteil 2 des Rotors 1 nicht mehr weitergeleitet wird (ausser im Bereich 5h). Diese ist zwar z.B. durch zusätzliche Öffnungen im Mittelteil 3 und im Verdichterteil 2 aus dem Rotor 1 abführbar, das führt aber zu hohen Verlusten.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die hier gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Sie ist auch auf andere Turbomaschinen anwendbar, beispielsweise Dampfturbinen und Turbolader.

40 Bezugszeichenliste

1	Rotor
2	Verdichterteil
3	Mittelteil
4	Turbinenteil
5a-5h	Hohlräume im Rotor
6	Mittelachse
7	zylinderförmiger Hohlraum
8	Rohr mit grösserem Durchmesser als Pos. 9
9	Rohr mit kleinerem Durchmesser als Pos. 8
10	Flansch
11	Schraube
12	Mittel zum Abdichten von Pos. 3 und 4
13	Öffnung in Pos. 8, 9
14	Zentrierstück
15	Luft
l_1	Länge von Pos. 8

l_2	Länge von Pos. 9
d_{1i}	Innendurchmesser von Pos. 8
d_{1a}	Aussendurchmesser von Pos. 8
d_{2a}	Aussendurchmesser von Pos. 9
d_{H1}	Durchmesser von Pos. 7 im Bereich von Pos. 5a-5h
d_{H2}	Durchmesser von Pos. 7 im Bereich der letzten Turbinenscheibe bis zum stromabwärtigen Ende des Rotors

nungskoeffizienten bestehen.

3. Rotor (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Löcher (13) jeweils über den Umfang der Rohre (8, 9) verteilt angeordnet sind.

4. Rotor (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Löcher (13) des im Umfang kleineren Rohres (9) beim Aussendurchmesser mit Nuten versehen sind.

5. Rotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (d_{H1}) des zylinderförmigen Hohlraumes (7) im Bereich zwischen dem ersten und dem letzten Hohlraum (5a, 5h) grösser ist als der Aussendurchmesser (d_{2a}) des im Umfang grössten Rohres (8) und dass am Rohr (8) oder am Rotor (1) ein Mittel (12) zum Abdichten des Mittelteiles (3) vom Turbinenteil (4) angeordnet ist, welches nur im warmen Betriebszustand als Abdichtung wirksam wird.

Patentansprüche

1. Rotor (1) für thermische Turbomaschinen, insbesondere auf einer Welle angeordneten Verdichterteil (2), Mittelteil (3) und Turbinenteil (4), wobei der Rotor (1) vorwiegend aus einzelnen miteinander verschweissten Rotationskörpern besteht, deren geometrische Form zur Ausbildung von axialsymmetrischen Hohlräumen (5) zwischen den jeweils benachbarten Rotationskörpern führt, dadurch gekennzeichnet, dass

a) ein sich um die Mittelachse (6) des Rotors (1) erstreckender, vom stromabwärtigen Ende des Rotors (1) bis zum stromaufwärts letzten Hohlraum (5h) reichender weiterer, zylinderförmiger Hohlraum (7) vorgesehen ist,

b) mindestens zwei Rohre (8, 9) mit voneinander verschiedenen Durchmessern und Längen, welche sich zumindestens teilweise in einer gewissen Länge überlappen, im zylinderförmigen Hohlraum (7) plaziert sind, wobei

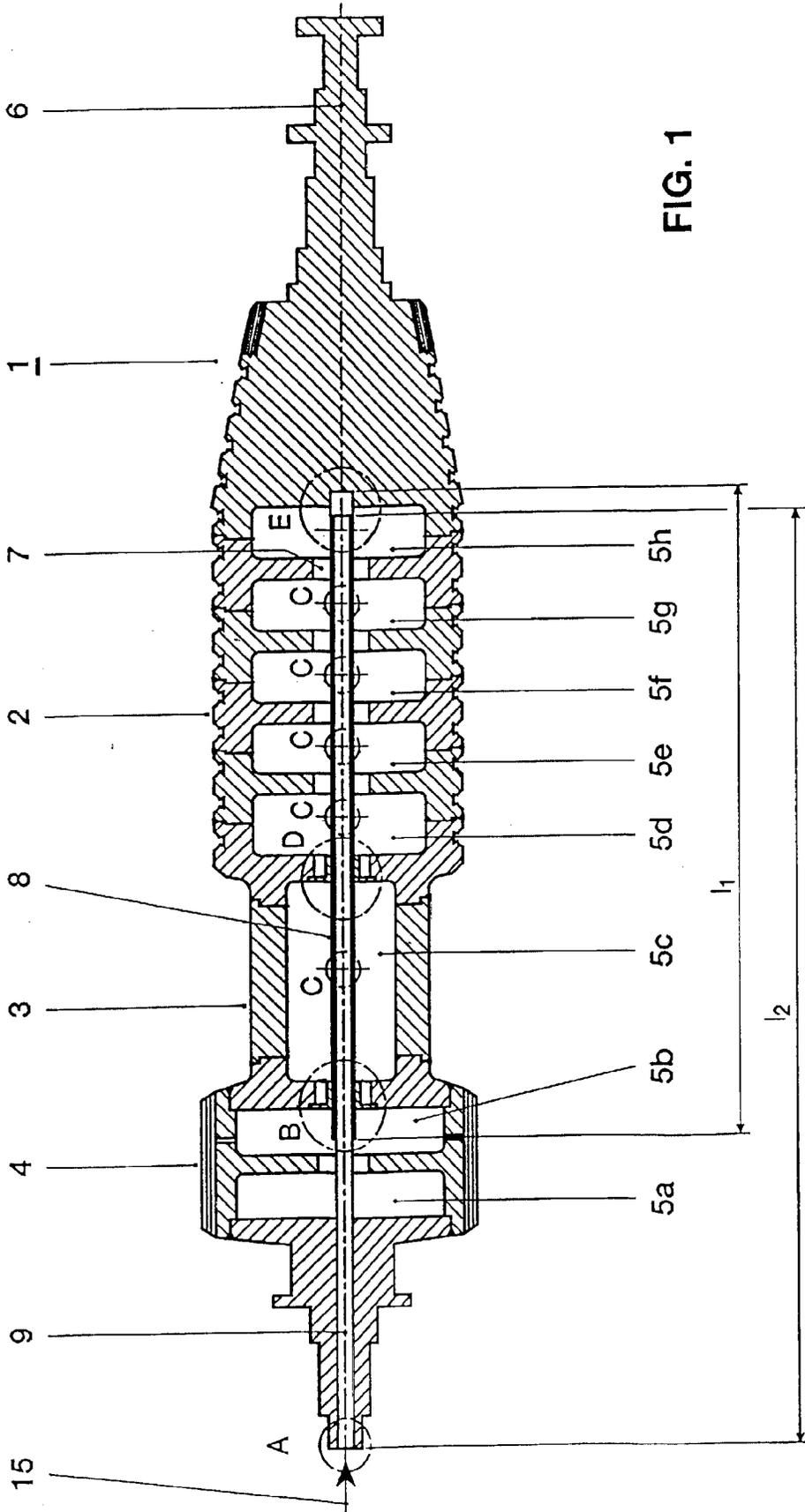
c) die Rohre (8, 9) jeweils an mindestens einem Fixpunkt fest verankert sind,

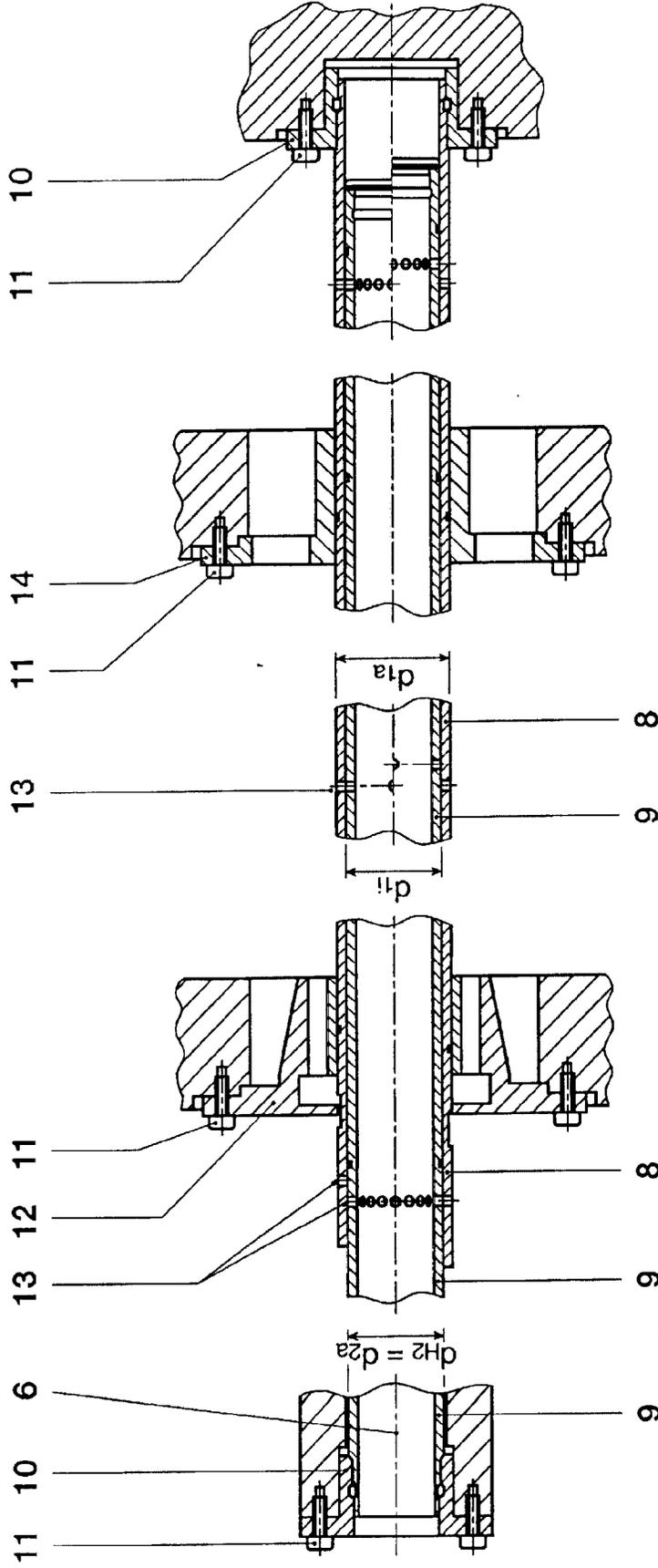
d) die Fixpunkte der Rohre (8, 9) an axial unterschiedlichen Stellen liegen,

e) die Rohre (8, 9) jeweils mit mindestens zwei Durchgangsöffnungen (13) im Mantel versehen sind, wobei mindestens eine Öffnung (13) im Turbinenteil (4) und mindestens eine Öffnung (13) im Verdichter- (2) bzw. Mittelteil (3) angeordnet sind und

f) sich die Öffnungen (13) der verschiedenen Rohre (8, 9) im warmen Betriebszustand im Turbinenteil (4) überlappen, während sie sich im kalten Zustand im Verdichter-(2) und Mittelteil(3) überlappen.

2. Rotor (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einerseits der Rotor (1) und andererseits die Rohre (8, 9) aus unterschiedlichem Material mit möglichst grosser Differenz der Wärmeausdehn-





A B C D E
 FIG. 2 FIG. 3 FIG. 4 FIG. 5 FIG. 6

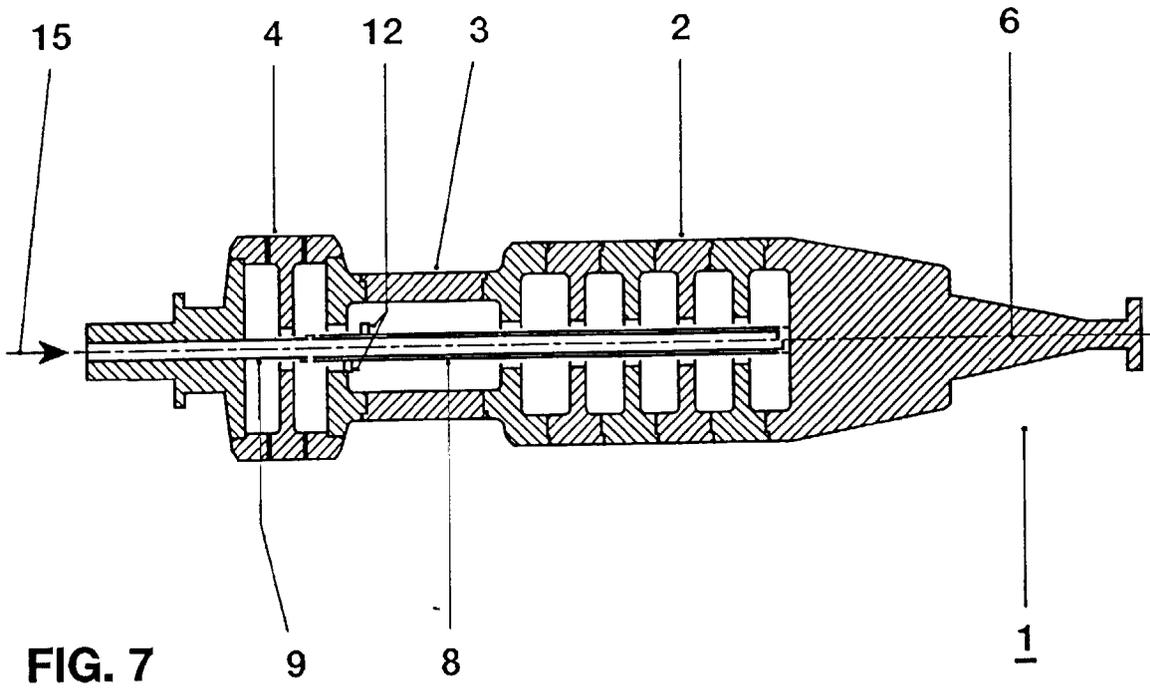


FIG. 7

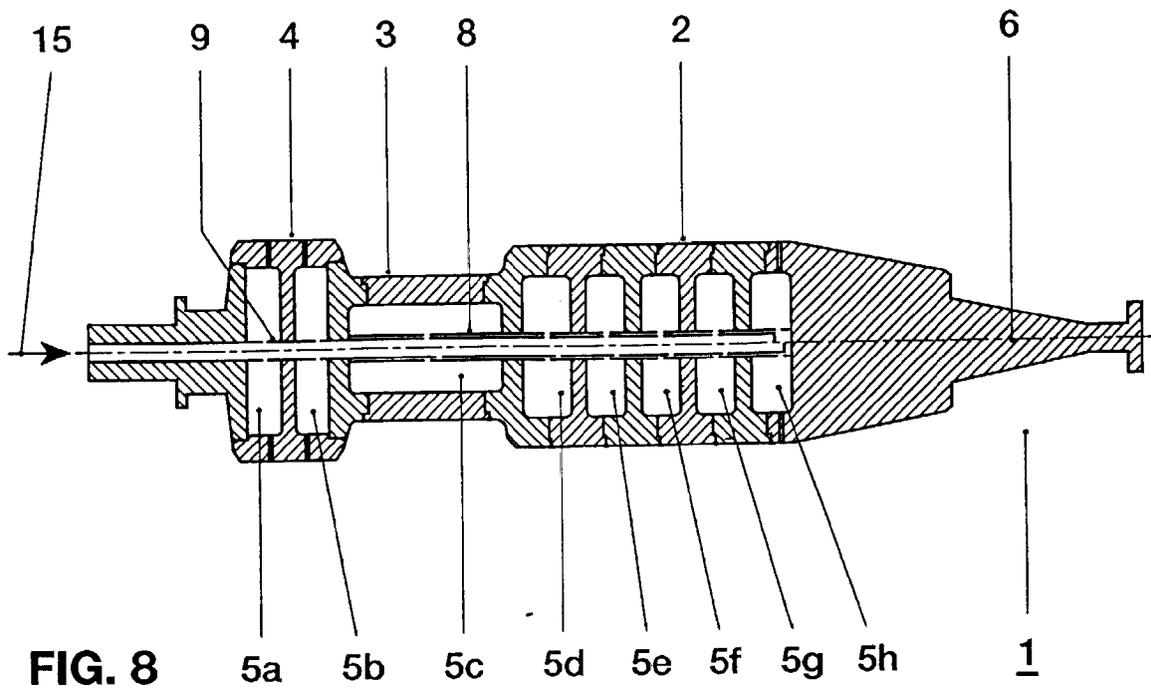


FIG. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 81 0502

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 468 782 (GEN ELECTRIC) 29.Januar 1992	1,3	F01D5/08
Y	* das ganze Dokument * ---	2	
Y	EP-A-0 266 235 (SNECMA) 4.Mai 1988 * Abbildungen 1-3,5-7 * ---	2	
Y	EP-A-0 318 026 (HITACHI LTD ;HITACHI POWER ENGINEERING CO L (JP)) 31.Mai 1989 * Abbildungen * ---	1	
Y	US-A-3 814 313 (BEAM P ET AL) 4.Juni 1974 * Abbildungen * ---	1	
A	US-A-3 031 132 (D. O. DAVIES) 24.April 1962 * Abbildungen * ---	1	
A	US-A-2 837 893 (R. M. SCHIRMER) 10.Juni 1958 * das ganze Dokument * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01D
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	2.Dezember 1996	Argentini, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.82 (P04C03)