

(19)



(11)

**EP 2 080 908 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.07.2009 Patentblatt 2009/30**

(51) Int Cl.:  
**F04D 27/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09000446.6**

(22) Anmeldetag: **14.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
 HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
 PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

(72) Erfinder:  
 • **Clemen, Carsten**  
**15749 Mittenwalde (DE)**  
 • **Gümmer, Volker, Dr.**  
**15831 Mahlow (DE)**

(30) Priorität: **17.01.2008 DE 102008004834**

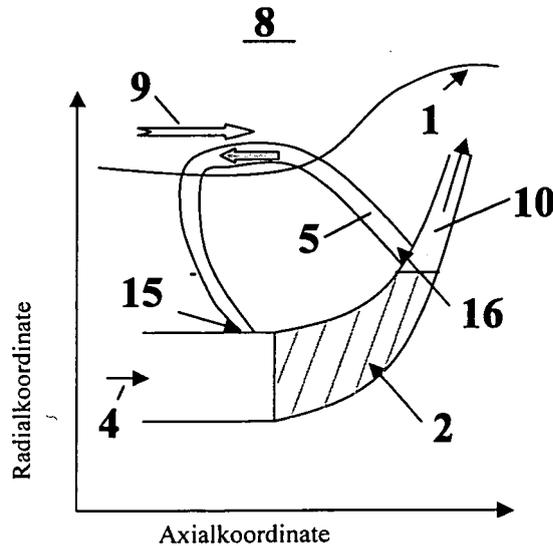
(74) Vertreter: **Weber, Joachim**  
**Hoefer & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Pilgersheimer Strasse 20**  
**81543 München (DE)**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**  
**15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

**(54) Radialverdichter mit Abnahme und Rückführung von Luft am Gehäuse**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Radialverdichter mit einem in einem Gehäuse 1 drehbar gelager-

ten Rotor 2, wobei eine Fluid-Spaltströmung zwischen dem Gehäuse 1 und dem Rotor 2 durch Ausnehmungen des Gehäuses 1 abgeleitet wird.



**Figur 6:**

**EP 2 080 908 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Radialverdichter mit einem in einem Gehäuse drehbar gelagerten Rotor.

**[0002]** Radialverdichter sind aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise aus der US 3,643,675.

**[0003]** Radialverdichter sind zwar in der Lage, sehr große Druckverhältnisse zu liefern, sie haben aber den Nachteil, dass sie einen geringeren Wirkungsgrad aufweisen als ein Axialverdichter mit gleichem Druckverhältnis. Das liegt u.a. daran, dass der Rotorspalt zwischen Rotor und Gehäuse (Fig. 2), bezogen auf die Schaufelhöhe, sehr groß ist, da er u.a. die axiale Bewegung des Rotors kompensieren muss, um eine Berührung von Rotor und Gehäuse auszuschließen. Je größer der Rotorspalt ist, desto größer werden die Spaltverluste und desto geringer der Wirkungsgrad. Außerdem limitiert der Rotorspalt die Pumpgrenze des Verdichters und sein maximal erreichbares Druckverhältnis und die verlustreiche Spaltströmung führen zu einer Verblockung nahe dem Gehäuse, einer inhomogenen Strömung in den Diffusor und zu erhöhten Diffusorverlusten.

**[0004]** Zum weiteren Stand der Technik werden auf die DE 103 55 240 A1 und die DE 103 55 241 A1 verwiesen.

**[0005]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass sich Nachteile hinsichtlich der Rotorspaltströmung ergeben.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Radialverdichter der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination der unabhängigen Ansprüche gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

**[0008]** Die wesentlichen Aspekte der erfindungsgemäßen Lösung können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Das Absaugen (Ableiten) der verlustreichen Spaltströmung am Gehäuse eines einzelnen Radialverdichterrotors erfolgt an beliebiger Stelle über dem Rotor oder hinter dem Rotor im Diffusor (Fig. 3).

2. Das Einblasen von Strömung hoher Energie erfolgt vor der Rotorspitze des Radialverdichterrotors, um das den Rotor anströmende Axialgeschwindigkeitsprofil und Totaldruckprofil zu verbessern (Fig. 4).

3. Da die abgesaugte (abgeleitete) Strömung aufgrund des hohen Druckverhältnisses eines Radialverdichterrotors sehr energiereich ist und das statische Druckgefälle zwischen Abnahmestelle (Ableit-

stelle) und der Einblasestelle vor der Rotorspitze groß ist, können die Absaugung (Ableitung) gemäß Punkt 1. und die Einblasung gemäß Punkt 2. gekoppelt werden (Fig. 5). Dies geschieht durch ein oder mehrere Leitungen. Die Strömung wird dabei entweder an der Gehäusewand aus dem Diffusor oder an der Gehäusewand aus der Passage desselben Rotors entnommen und zurückgeführt, um sie vor der Spitze desselben Rotors wieder einzubringen.

4. Die Fluidentnahme (Ableitung) geschieht erfindungsgemäß an einer Strömungsarbeitsmaschine, die lediglich aus einem Rotor und einem beschauelten oder unbeschauelten Diffusor besteht und keinen Stator beinhaltet. Es handelt sich außerdem konkret um einen Radialverdichter, die Fluidzufuhr geschieht an einem Rotor konkret durch eine Fluidrückführung aus demselben Rotor bzw. dem folgenden Diffusor.

5. Da die Rückkopplung der energiereichen Strömung zu einer lokalen Temperaturerhöhung führt, kann die Leitungsführung so gestaltet werden, dass durch einen Wärmeaustausch mit kalter Luft aus dem Bypasskanal mittels eines Wärmetauschers die Temperatur gesenkt wird, um den negativen Effekt einer Temperaturerhöhung auf Wirkungsgrad und auf die mechanische Integrität des Rotors zu verhindern (Fig. 6).

**[0009]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

- 35 Fig. 1 eine Prinzipskizze eines Radialverdichters (Stand der Technik),
- Fig. 2 eine Prinzipskizze eines Radialverdichterrotors (Stand der Technik),
- 40 Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Radialverdichterrotor mit Absaugung (Ableitung),
- Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Radialverdichterrotor mit Einblasung,
- 45 Fig. 5 eine erfindungsgemäße Koppelung der Absaugung (Ableitung) und Einblasung,
- 50 Fig. 6 eine erfindungsgemäße Koppelung der Absaugung und Einblasung mit Zwischenkühlung,
- Fig. 7 eine Darstellung einer Absaugung (Ableitung) hinter dem Rotor (Seitenansicht/Sicht von oben),
- 55 Fig. 8 eine Absaugung (Ableitung) über dem Rotor

(Seitenan- sicht/Sicht von oben),

Fig. 9 eine erfindungsgemäße Drosselung der Rückführung,

Fig. 10 eine erfindungsgemäße Einblasung vor dem Rotor (Seitenansicht/Sicht von oben), und

Fig. 11 eine erfindungsgemäße Einblasegeometrie bei glatter und gestufter Gehäusewand.

**[0010]** Die Fig. 1 und 2 zeigen gemäß dem Stand der Technik eine Prinzipskizze eines Radialverdichters (Fig. 1) sowie eines Radialverdichtertors (Fig. 2). Dabei ist in einem Gehäuse 1 ein Rotor 2 drehbar gelagert, der eine Rotorspitze/Rotorvorderkante 3 aufweist und von einer Axialströmung 4 angeströmt wird. Nachfolgend an den Rotor 2 ist ein Diffusor 10 vorgesehen, der sich an eine Rotorhinterkante 12 anschließt. Der Rotor weist einen Rotorspalt 11 auf.

**[0011]** Die Fig. 3-11 zeigen erfindungsgemäße Ausgestaltungsvarianten. Dabei zeigt die Fig. 3 einen Radialverdichtertor mit Absaugung (Ableitung), wobei mögliche Ableitpositionen (Absaugpositionen) mit den Bezugszeichen 13 versehen sind. In Fig. 4 ist ein Radialverdichtertor mit Einblasung an möglichen Einblaspositionen 14 dargestellt. Die Fig. 5 zeigt eine Koppelung der Absaugung (Ableitung) und Einblasung mittels einer Leitung 5, die von einer Ableitposition 16 (Zapfstelle) zu einer Einblasstelle 15 führt.

**[0012]** Die Fig. 6 zeigt eine Ausgestaltungsvariante mit einer Koppelung der Absaugung (Ableitung) und der Einblasung mit Zwischenkühlung, wobei die Leitung 5 durch eine kalte Luftströmung 9 eines Bypasskanals 8 geleitet und hierdurch gekühlt wird.

**[0013]** Die Fig. 7 zeigt eine Absaugung (Ableitung) hinter dem Rotor 2 mit Ableitposition bzw. Zapfstelle 16. Die rechte Seite der Fig. 7 zeigt dabei in schematischer Darstellung die Absaugung (Ableitung) mittels Umfangsschlitz 6 oder diskreten Löchern (Ausnehmungen 7), die unterschiedlich dimensioniert und ausgestaltet sein können. Die Fig. 8 zeigt die Absaugung (Ableitung) über dem Rotor 2, analog Fig. 7, mit Ableitpositionen/Zapfstellen 16, welche in Form diskreter Löcher in der Rotorpassage (Ausnehmungen 7) ausgebildet sein können, welche ebenfalls unterschiedlich dimensioniert, geometrisch ausgestaltet und angeordnet sein können.

**[0014]** Die Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einer Drosselung in der Rückführleitung 5 mittels eines regelbaren Absperrelements (Ventils).

**[0015]** Die Einleitung der Fluidströmung erfolgt über einen engsten Querschnitt (Drossel 20).

**[0016]** Die Fig. 10 zeigt Ausführungsbeispiele der Einblasung vor dem Rotor 2, wobei auch hierbei Umfangsschlitz 6 oder diskrete Einblasausnehmungen/Löcher 7 vorgesehen sein können, wobei diese unterschiedlich angeordnet, dimensioniert und geometrisch ausgestaltet sein können.

**[0017]** Die Fig. 11 zeigt eine Einblasegeometrie bei glatter und gestufter Gehäusewand. Die linke Darstellung der Fig. 11 zeigt eine glatte Gehäusewand 17 mit Einblasung der Fluidströmung, während die rechte Darstellung der Fig. 11 eine gestufte Gehäusewand 18 darstellt.

**[0018]** Es ist somit folgendes zusammenfassend festzustellen:

**[0019]** Die Abnahme (Ableitung) und Einblasung der Strömung können erfindungsgemäß im Detail, wie in den Fig. 7-11 beschrieben, aussehen.

**[0020]** Die Strömungsabnahme (Ableitung) erfolgt erfindungsgemäß am Rotorgehäuse 1 an beliebiger axialer Position entweder über dem Rotor 2 oder hinter dem Rotor (Fig. 3). Die Abnahme (Ableitung) kann erfindungsgemäß hinter dem Rotor 2 entweder aus einem Umfangsschlitz 6 beliebiger Größe und Form oder aus diskreten Löchern 7 im Gehäuse 1 beliebiger Form, Anzahl und Größe erfolgen (Fig. 7).

**[0021]** Die Abnahme (Ableitung) über dem Rotor 2 kann erfindungsgemäß aus diskreten Löchern (Ausnehmungen 7) beliebiger Anzahl, Form, Größe und Position erfolgen (Fig. 8).

**[0022]** Die Führung der Luft von den Abnahmestellen (Ableitungsstellen) hin zu den Einblasestellen kann erfindungsgemäß in beliebigem Winkel zur Gehäusewand mit geeigneten Leitungen, Rohren und/oder Schläuchen 5 realisiert werden. Dabei kann ein Ventil 19 zur Regelung der Strömung eingesetzt werden, der Massenstrom kann aber auch durch Drosselung 20 mit Hilfe eines festgelegten, engsten Strömungsquerschnittes erfolgen (Fig. 9).

**[0023]** Die Einblasung der Strömung kann erfindungsgemäß am Gehäuse 1 vor der Rotorspitze 3 erfolgen. Der Abstand zur Rotorspitze 3 ist dabei bevorzugt so klein wie möglich zu wählen.

**[0024]** Die Einblasung kann erfindungsgemäß durch einen Umfangsschlitz 6 oder durch diskrete Umfangsschlitz 6 oder diskrete Düsen, deren Form, Anzahl und Größe beliebig sein können, erfolgen (Fig. 10).

**[0025]** Die Einblaseschlitz/-düsen sind dabei so an das Gehäuse 1 anzupassen, dass eine möglichst geringe Auffächerung der Stromlinien entsteht und die eingeblasene Strömung lediglich den Rotorspalt 11 trifft. Das kann entweder durch Anpassung der Geometrie an die glatte Gehäusewand 17 erreicht werden, in dem die Einblasegeometrie unter flachem Winkel geneigt wird (Fig. 11), oder durch eine Stufe in der Gehäusewand 18, an welche die Einblasegeometrie ebenfalls mit flachem Austrittswinkel angeschlossen wird (Fig. 11).

**[0026]** Die Erfindung weist den Vorteil auf, dass der Radialverdichtereffizienzgrad und die Stabilität so erhöht werden, dass sie sich dem eines Axialverdichters nähern und dadurch der erfindungsgemäße Radialverdichter für den Einsatz in Flugzeugtriebwerken besonders geeignet ist, da er seine Vorteile bezüglich geringen Kosten und geringer Komplexität gegenüber dem Axialverdichter entfalten kann.

Bezugszeichenliste**[0027]**

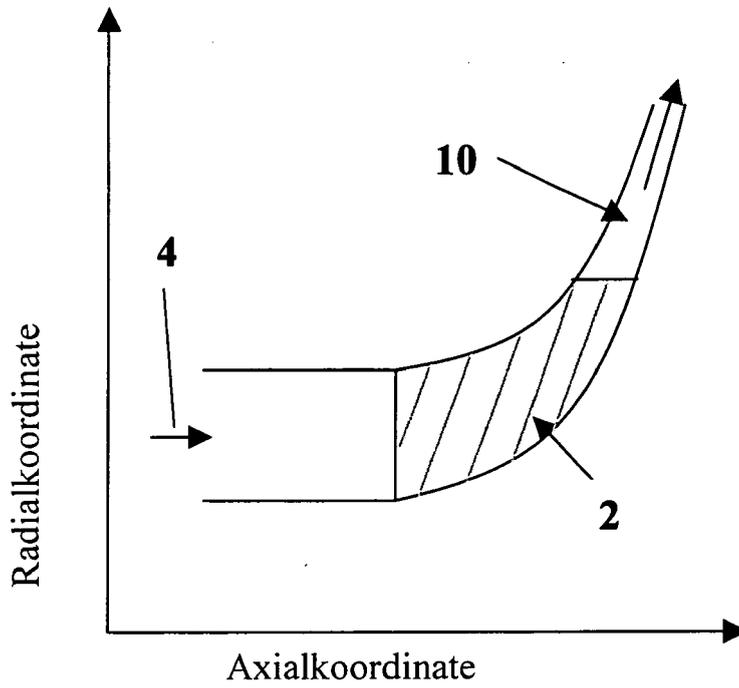
- 1 Gehäuse
- 2 Rotor
- 3 Rotorspitze/Rotorvorderkante
- 4 Axialströmung
- 5 Leitung
- 6 Umfangsschlitz
- 7 Ausnehmung
- 8 Bypasskanal
- 9 Kalte Luftströmung
- 10 Diffusor
- 11 Rotorspalt
- 12 Rotorhinterkante
- 13 Ableitposition
- 14 Einblasposition
- 15 Einblasstelle
- 16 Ableitposition/Zapfstelle
- 17 Glatte Gehäusewand
- 18 Gestufte Gehäusewand
- 19 Regelbares Absperrerelement (Ventil)
- 20 Drossel

**Patentansprüche**

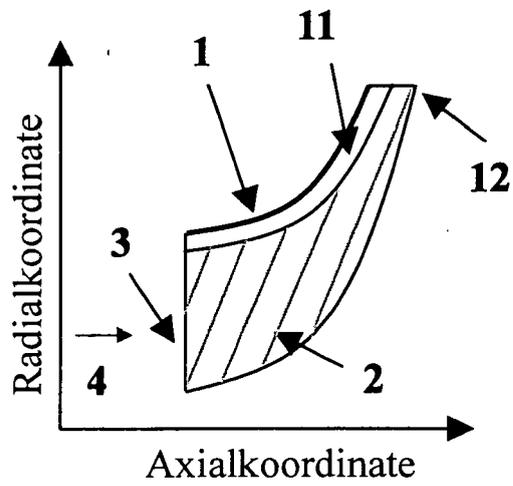
- 1. Radialverdichter mit einem in einem Gehäuse (1) drehbar gelagerten Rotor (2), wobei eine Fluidspaltströmung zwischen dem Gehäuse (1) und dem Rotor (2) durch Ausnehmungen des Gehäuses (1) abgeleitet wird.
- 2. Radialverdichter mit einem in einem Gehäuse (1) drehbar gelagerten Rotor (2), wobei eine Fluidströmung vor einer Rotorspitze (3) des Rotors (2) in eine Axialströmung (4) eingeblasen wird.
- 3. Radialverdichter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung und die Einblasung der Fluidströmung gekoppelt sind.
- 4. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung und die Einblasung der Fluidströmung durch zumindest eine Leitung (5) erfolgen.
- 5. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung im Bereich des Rotors (2) erfolgt.
- 6. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung in Strömungsrichtung hinter dem Rotor (2) erfolgt.
- 7. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung und/

oder die Einblasung mittels zumindest eines Umfangsschlitzes (6) der im Gehäuse ausgebildet ist, erfolgt.

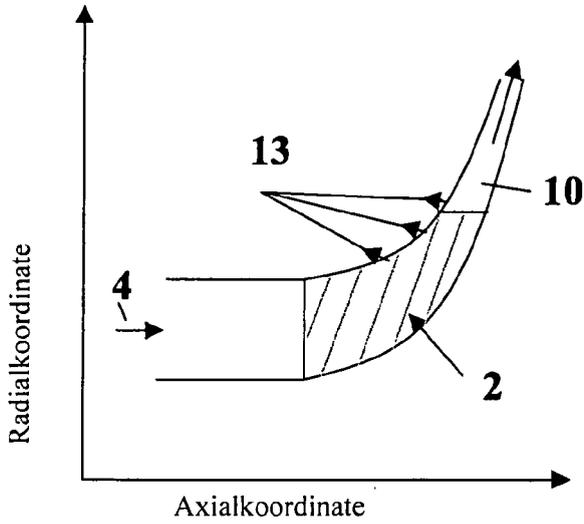
- 5 8. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung und/oder die Einblasung mittels zumindest einer diskreten Ausnehmung (7), die im Gehäuse (1) ausgebildet ist, erfolgt.
- 10 9. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radialverdichter statorlos ausgebildet ist.
- 15 10. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidströmung zwischen der Ableitung und der Einblasung mittels zumindest eines Wärmetauschers gekühlt wird.
- 20 11. Radialverdichter nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher im Bereich eines Bypasskanals (8) angeordnet ist.
- 25 12. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Leitung (5) ein regelbares Absperrerelement (19) vorgesehen ist.
- 30 13. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (5) mit einer Drossel (20) versehen ist.
- 35 14. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einblasung der Fluidströmung in einem flachen Winkel zu einer glatten Wand (17) des Gehäuses (1) erfolgt.
- 40 15. Radialverdichter nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einblasung der Fluidströmung in einem abgestuften Bereich (18) der Wand des Gehäuses (1) erfolgt.
- 45
- 50
- 55



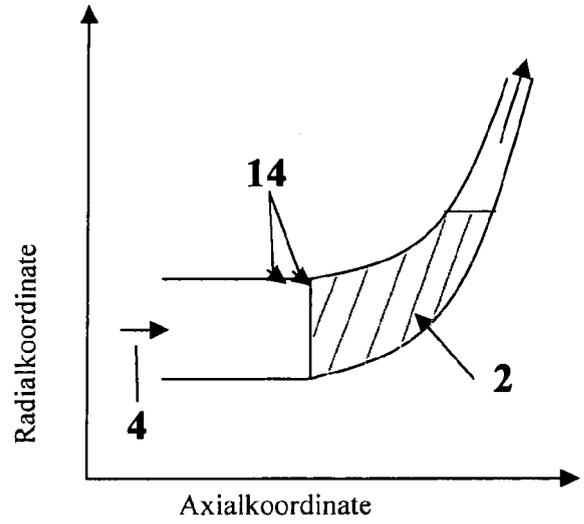
**Figur 1:**  
(Stand der Technik)



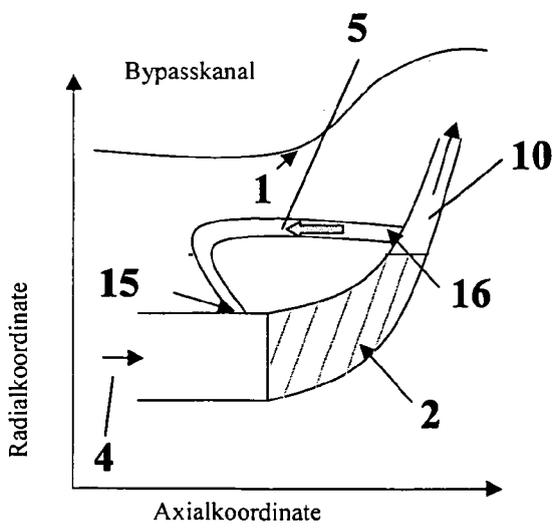
**Figur 2:**  
(Stand der Technik)



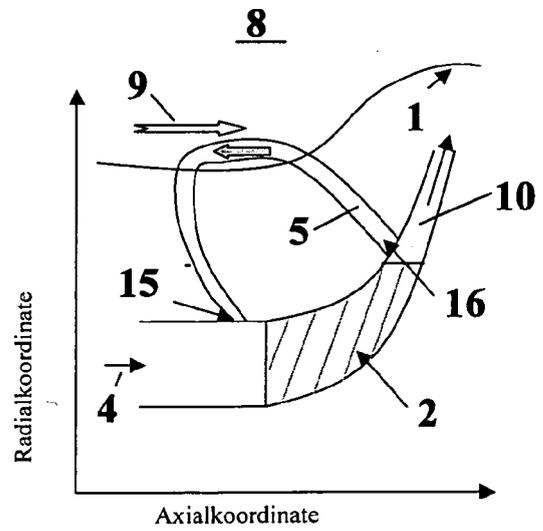
Figur 3:



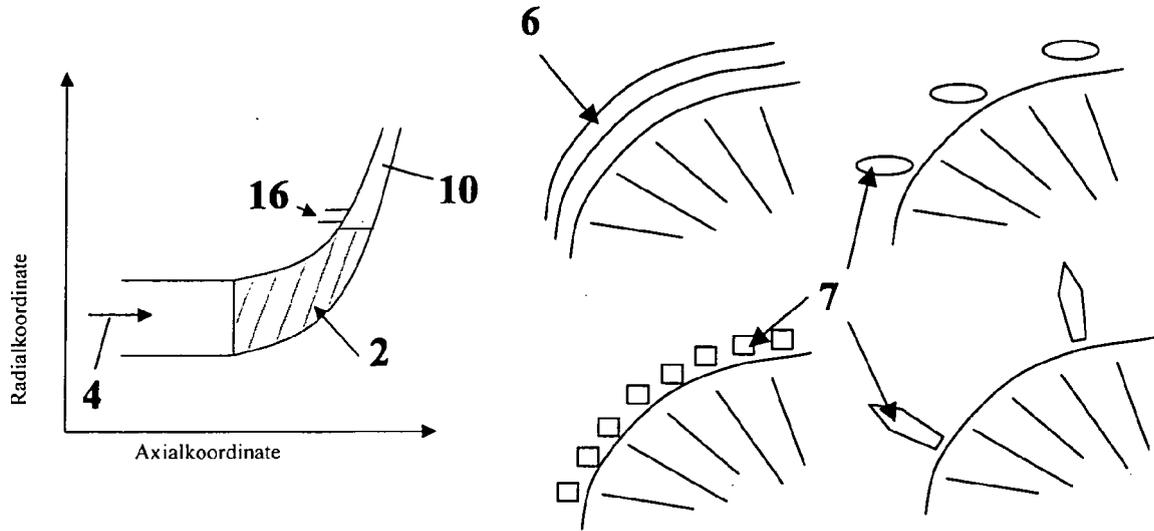
Figur 4:



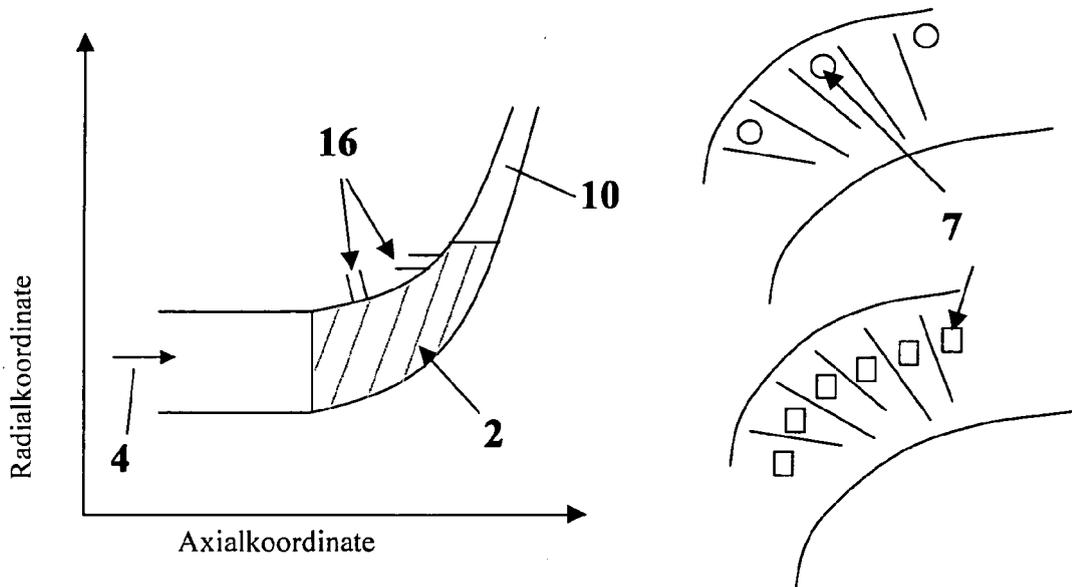
Figur 5:



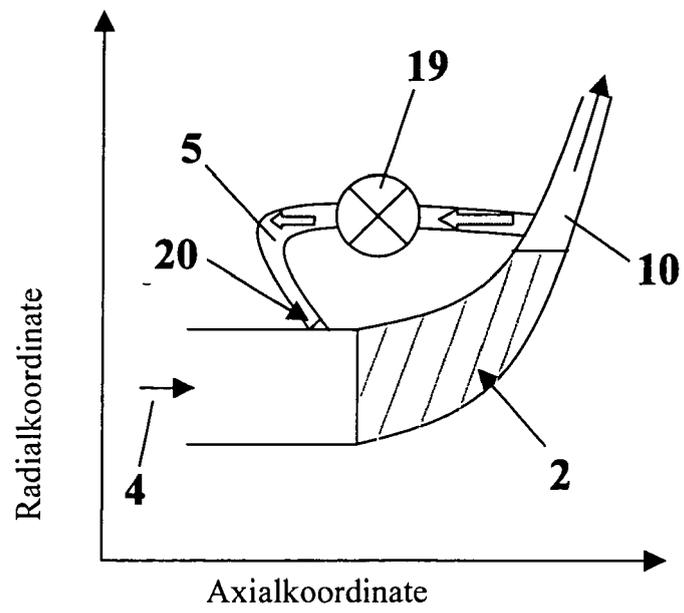
Figur 6:



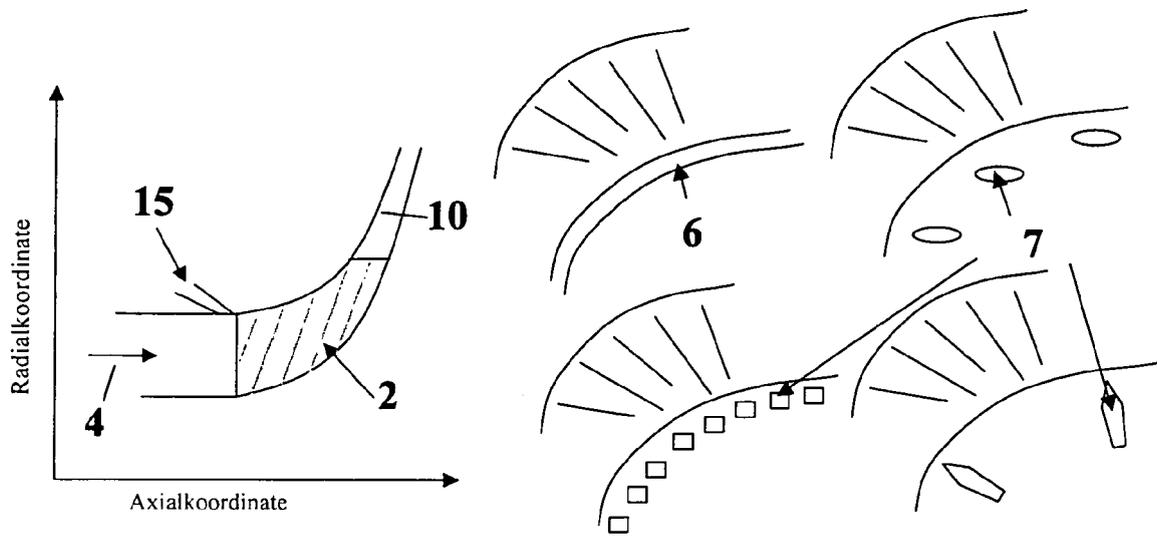
Figur 7:



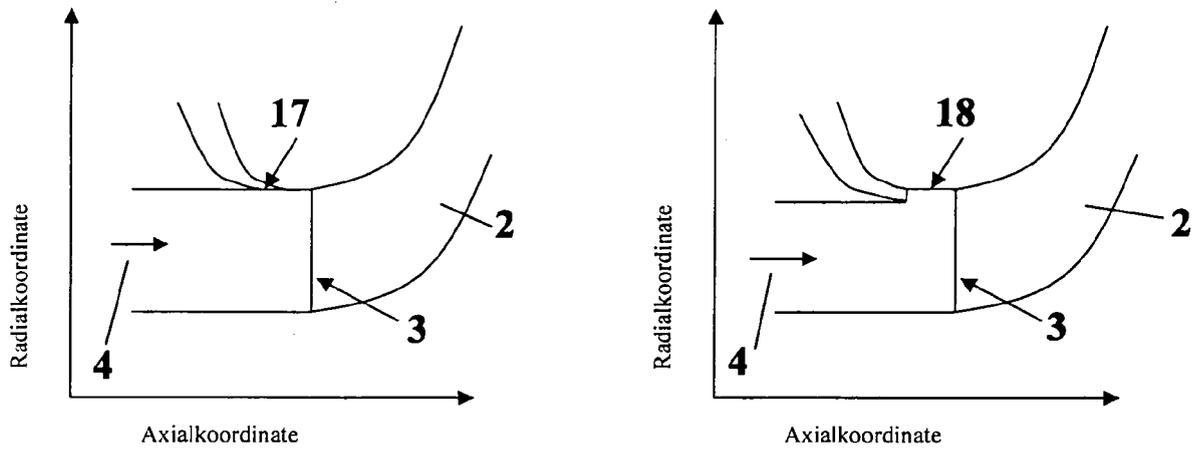
Figur 8:



Figur 9:



Figur 10:



Figur 11:

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 3643675 A [0002]
- DE 10355240 A1 [0004]
- DE 10355241 A1 [0004]