



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 992 656 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int. Cl.⁷: F01D 11/10, F01D 5/20

(21) Anmeldenummer: 98810999.7

(22) Anmeldetag: 05.10.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

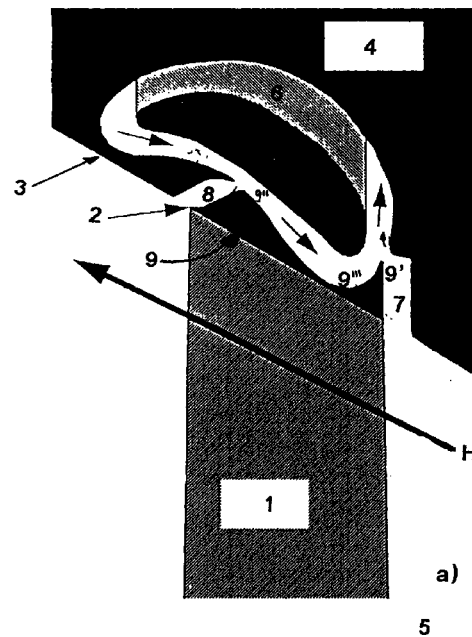
(71) Anmelder: Asea Brown Boveri AG
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
Keller, Jakob, Prof. Dr.
5610 Wohlen (CH)

(54) **Strömungsmaschine zum Verdichten oder Entspannen eines komprimierbaren Mediums**

(57) Beschrieben wird eine Strömungsmaschine zum Verdichten oder Entspannen eines komprimierbaren Mediums, mit einem Rotor, an dem senkrecht zur Rotorachse (5) wenigstens eine Laufschaufelreihe angeordnet ist, deren einzelne Laufschaufeln (1) radialseitig freie Laufschaufelenden (2) aufweisen, die der Innenwand (3) eines den Rotor umgebenden Gehäuses (4) freibeweglich gegenüberstehen, durch dessen Innenraum das komprimierbare Medium axial zur Rotorachse (5) strömt.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß innerhalb des den Rotor umgebenden Gehäuses (4), den freien Enden (2) der Laufschaufeln (1) einer Laufschaufelreihe unmittelbar radial gegenüberliegend, ein Ringkanalsystem (6) vorgesehen ist, das im Bereich der Laufschaufelenden (2) einseitig offen ausgebildet ist und beidseitig zur Laufschaufelreihe jeweils einen Öffnungskanal (7, 8) aufweist, durch dessen einen Öffnungskanal (7) das komprimierbare Medium aus dem Innenraum des Gehäuses (4) in das Innere des Ringkanalsystems (6) einströmt und durch den zweiten Öffnungskanal (8) das komprimierbare Medium aus dem Ringkanalsystem (6) in den Innenraum des Gehäuses (4) austritt, und daß das Ringkanalsystem (6) sowie die Laufschaufelenden (2) zumindest in Bereichen, die an den Öffnungskanälen (7, 8) angrenzen, Oberflächenkonturen aufweisen, durch an den Stellen innerhalb des Ringkanalsystems (6), an denen die Öffnungskanäle (7, 8) einmünden, Druckverhältnisse geschaffen werden, die sich durch die Ausbildung einer dynamischen Ringströmung innerhalb des Ringkanalsystems (6) einstellen und in etwa den statischen Druckverhältnissen entsprechen, die im Innenraum des Gehäuses jeweils im Bereich der Öffnungskanäle vorherrschen.



EP 0 992 656 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Strömungsmaschine zum Verdichten oder Entspannen eines komprimierbaren Mediums gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Strömungsmaschinen der vorstehend genannten Gattung sind als Rotationsmaschinen ausgebildet und weisen entlang ihrer Rotationsachse Laufschaufelelemente auf, deren freie Laufschaufelenden frei beweglich der Innenwand des Strömungsgehäuses gegenüber stehen. Im Falle von Rotationsmaschinen, die axial zur Rotorachse von dem zu verdichtenden Medium durchströmt werden, sind üblicherweise Leitschaufelbleche einseitig fest an der Innenwand des Gehäuses der Rotationsmaschine angebracht und stehen mit ihrem freien Ende entsprechenden Konturen an der Rotorwelle frei gegenüber. Ein wesentlicher Aspekt bei der Optimierung des Verdichtungswirkungsgrades oder des Turbinenwirkungsgrades derartiger Rotationsmaschinen ist die Reduzierung von Lekegeströmen, d.h. von Strömungsanteilen, die die Rotationsmaschine durchströmenden komprimierbaren Mediums, die zwischen den Laufschaufelenden bzw. Leitschaufelenden und den diesen gegenüberliegenden Konturen hindurchtreten. Zur Reduzierung bzw. Vermeidung derartiger Lekegeströme werden sogenannte Labyrinthdichtungen eingesetzt, die aus einer Vielzahl ineinandergreifender Konturen bestehen, die nahezu gasdicht die Zwischenräume zwischen den rotierenden Teilen und den feststehenden Gehäuseteilen nebst Leitschaufel abzudichten vermögen. So kann der Lekegestrom bei Verwendung von Labyrinthdichtungen erheblich reduziert werden, indem die Labyrinthdichtungen selbst mit einer Vielzahl einzelner Dichtlippen versehen werden, doch haftet dieser Dichtungsform der Nachteil an, daß je mehr Labyrinthdichtungen im Inneren einer Rotationsmaschine vorgesehen sind und diese aus einer Vielzahl einzelner Dichtlippen bestehen, um so größer werden die Reibungskräfte, die bspw. auf die rotierenden Laufschaufeln peripher von außen einwirken, wodurch die mechanische Belastung der rotierenden Teile innerhalb einer Rotationsmaschine erhöht wird. Ausserdem ist es nur selten möglich, eine für eine hohe Dichtungswirkung ausreichende Zahl von Labyrinthelementen unterzubringen.

[0003] Eine andere Lösung zur Reduzierung von Lekegeströmen ist bei Radialverdichteranordnungen beschrieben worden, der in Verbindung mit Figur 2 kurz beschrieben werden soll.

[0004] Figur 2a zeigt einen Querschnitt durch einen Radialverdichter, der eine zentrale Rotorwelle 5 aufweist, die im Inneren des Gehäuses 4 des Radialver-

dichters angeordnet ist. Mit der Rotorwelle 5 ist eine düsenartige Kontur 11 verbunden, durch die im Wege der Rotation vorzugsweise Luft durch die Zentrifugalbeschleunigung von innen nach außen, durch die Düsenöffnung 12 getrieben wird. Die Düsenöffnung 12 der Kontur 11 ist eine Austrittsöffnung 13 innerhalb des Gehäuses 4 vorgesehen, durch die die verdichtete Luft den Radialverdichter verläßt. Um zu verhindern, daß Lekegeströme zwischen der Kontur 11 und dem Innengehäuse 4 durch die Zwischenräume 14 entweicht, sind keine, wie im vorstehend geschilderten Fall bei Axialverdichtern Labyrinthdichtungen vorgesehen, sondern das feststehende Gehäuse ist von der rotierenden Kontur 4 durch einen Spalt absichtlich beabstandet, so daß ein Lekegestrom grundsätzlich fließen könnte. Um jedoch den Lekegestrom trotz bestehenden Spaltes zu reduzieren, sind an der Außenseite der Kontur 11 über die Kontur 11 erhabene Rippen 14 angebracht (s. hierzu Figur 2d, aus der eine Schnittzeichnung entlang der Schnittlinie A — A in abgewickelter Form abgebildet ist), die aufgrund ihrer Radialbewegung in den Zwischenräumen 14 eine Ringströmung induzieren, die statische Druckverhältnisse innerhalb der Zwischenräume 14 schaffen, die mit den Druckverhältnissen übereinstimmen, die im Bereich der Verbindungsspalte innerhalb der Hauptströmung vorherrschen. Durch einen derartigen Druckangleich zwischen dem Inneren der Zwischenräume 14 und der Hauptströmung kommen jegliche Lekegeströme weitgehend zum Erliegen.

[0005] Zwar muß ein bestimmter Anteil von Rotationsenergie in die Generierung einer im Innenraum der Zwischenräume 14 erforderlichen Ringströmung investiert werden, doch zeigen Untersuchungen und Messungen, daß ein diesbezüglicher Energieaufwand unter der Energie liegt, die hauptsächlich durch Leckage bei Verwendung von Labyrinthdichtungen verloren geht.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Strömungsmaschine der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Gattung, nämlich eine Axialverdichteranordnung oder Axialturbinenanordnung derart auszugestalten, daß unter Verzicht auf an sich bekannte Verwendung von Labyrinthdichtungen die Lekegeströmung minimiert werden soll, wobei die nachteilhaften Reibungseffekte bei Labyrinthdichtungen, die nicht zuletzt zu erhöhten Materialbeanspruchungen in den Leit- und Laufschaufeln führen und deren Lebensdauer begrenzen, ausgeschlossen werden sollen. Vielmehr soll in Anlehnung an die bei Radialverdichtern bekannte Maßnahme zur Reduzierung von Lekegeströmen eine praktikable Lösung gefunden werden, den Lekegestrom weitgehend berührungsfrei zwischen den rotierenden und feststehenden Komponenten der Rotationsmaschine zu reduzieren.

[0007] Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist Gegenstand des Anspruchs 1. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Erfindungsgemäß ist eine Strömungsmas-

schine zum Verdichten oder Entspannen eines komprimierbaren Mediums, mit einem Rotor, an den senkrecht zur Rotorachse wenigstens eine Laufschaufelreihe angeordnet ist, deren einzelne Laufschaufeln radialeitig freie Laufschaufelenden aufweisen, die der Innenwand eines den Rotor umgebenden Gehäuses gegenüberstehen, durch dessen Innenraum das komprimierbare Medium axial zur Rotorachse strömt, dadurch ausgebildet, daß innerhalb des den Rotor umgebenden Gehäuses den freien Enden der Laufschaufel einer Laufschaufelreihe unmittelbar radial gegenüberliegend, ein Ringkanalsystem vorgesehen ist. Das Ringkanalsystem erstreckt sich vorzugsweise innerhalb des Gehäuses der Strömungsmaschine radial um den gesamten peripheren Umfangsrand einer Laufschaufelreihe. Der den Laufschaufelenden gegenüberliegende Bereich des

Ringkanalsystems ist einseitig offen ausgebildet und wird von den Laufschaufelenden derart begrenzt, daß beidseitig zu einer Laufschaufelreihe jeweils ein Öffnungskanal verbleibt, durch dessen einen Öffnungskanal das komprimierbare Medium, vorzugsweise Luft aus dem Innenraum des Gehäuses, das axial von der Luft durchströmt wird, in das Innere des Ringkanalsystems einströmt und durch den zweiten Öffnungskanal die Luft aus dem Ringkanalsystem in den Innenraum des Gehäuses wieder austritt. Die vorstehend genannten Öffnungskanäle entsprechen im vorstehenden Fall den Zwischenspalten zwischen den rotierenden und feststehenden Komponenten der Turbinenanordnung bzw. der Verdichteranordnung.

[0009] Zur Erzeugung einer innerhalb des Ringkanalsystems fließenden Ringströmung weist das Ringkanalsystem sowie die Laufschaufelenden zumindest in Bereichen, die an den Öffnungskanälen angrenzen, Oberflächenkonturen auf, durch die an den Stellen innerhalb des Ringkanalsystems, an denen die Öffnungskanäle einmünden, Druckverhältnisse geschaffen werden, die sich durch die Ausbildung einer dynamischen Ringströmung innerhalb des Ringkanalsystems einstellen und in etwa den statischen Druckverhältnissen entsprechen, die im Innenraum des Gehäuses jeweils im Bereich der Öffnungskanäle vorherrschen.

[0010] So wird die Ringströmung vorzugsweise derart innerhalb des Ringkanalsystems erzeugt, in dem ein geringer Anteil des durch die Rotationsmaschine axial hindurchtretenden komprimierbaren Mediums, vorzugsweise Luft in den Öffnungskanal zwischen Laufschaufelende und Gehäuse hindurchtritt, vorzugsweise durch den Öffnungskanal, der in Strömungsrichtung vor der Laufschaufel vorgesehen ist, und weist kurz vor Eintritt in das Ringkanalsystem eine Strömungsinnenkontur auf die derart ausgebildet ist, daß die durch den Öffnungskanal hindurchtretende Strömung mit einer Vorzugsrichtung in den Ringkanal eintritt. Auf diese Weise kann innerhalb des den Laufschaufelenden gegenüberliegenden Ringkanalsystems eine Ringströmung induziert werden, die nach entsprechender Ausbildung der

Innenkontur des Ringkanalsystems die gewünschten Druckverhältnisse erzeugt.

Die Laufschaufelenden weisen hierzu jeweils ein Deckband auf, in das die Oberflächenkontur eingearbeitet ist, die dem Ringkanalsystem unmittelbar gegenübersteht.

[0011] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee ist, daß der Strömungsverlust innerhalb des Ringkanalsystems während des Betriebs der Rotationsmaschine so gering wie nur möglich sein soll. Hierzu ist es erforderlich, die Druckverhältnisse innerhalb des Ringkanalsystems und dem Innenraum der Strömungsmaschine in den Bereichen der Öffnungskanäle anzupassen. Die statischen Druckbedingungen im Innenraum der Strömungsmaschine sind durch die Dimensionierung und das Leistungsvermögen der Maschine selbst vorgegeben. Demzufolge muß das Ringkanalsystem derart ausgelegt werden, um die vorgegebenen, im Innenraum vorherrschenden statischen Druckverhältnisse im Bereich der Öffnungskanäle auch im Ringkanalsystem selbst zu erzeugen.

[0012] Um dies bewerkstelligen zu können, ist der Strömungsquerschnitt innerhalb des Ringkanalsystems insbesondere im Bereich der Öffnungskanäle derart verkleinert, daß im Verhältnis zum Strömungsquerschnitt der übrigen Bereiche innerhalb des Ringkanalsystems, so daß aufgrund einer lokalen Düsenwirkung ein Druckausgleich zwischen Ringkanalinnerem und dem Inneren des Strömungsgehäuses führt.

[0013] Zusätzlich zu dem, durch die Strömungsdynamik der Rotationsmaschine in den Ringkanal eintretenden Luftstrom können gezielt Kühlkanäle entweder im Gehäuse der Rotationsmaschine und/oder in den Laufschaufeln vorgesehen werden, durch die Kühlluft in das Ringkanalsystem gezielt einspeisbar ist, wobei durch eine bestimmte Vorgabe des Eintrittswinkels der Kühlleitung in das Ringkanalsystem sowohl die Richtung als auch die Strömungsgeschwindigkeit der sich innerhalb des Ringkanals einstellenden Ringströmung vorgegeben bzw. beeinflußt werden kann.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0014] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1a, b Querschnittsdarstellung durch ein Laufschaufelende, das zusammen mit einer Innenkontur des Gehäuses einen Ringkanal einschließt,
- Fig. 2 Querschnittsdarstellung durch einen Radialverdichter gemäß Stand der Technik,
- Fig. 3a, b Querschnittsdarstellung durch ein Ringkanalsystem mit einem im Gehäuse vorgesehenen Kühlkanal,

- Fig. 4a, b Querschnittsdarstellung durch Ringkanalsystem mit einem Kühlkanal, der die Laufschaufel durchsetzt, und.
- Fig. 5a, b Draufsicht auf Laufschaufelende aus dem Inneren des Ringkanals

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0015] Unter Bezugnahme auf die Figuren 1a und b soll die Ausbildung der Ringströmung innerhalb des Ringkanals 6, der hauptsächlich im Gehäuse 4 verläuft und einseitig von den Laufschaufelradenden 2 begrenzt ist, dargestellt werden.

[0016] In beiden Darstellungen der Figur 1a und b durchtritt die zu komprimierende Luft die im Teilquerschnitt dargestellte Strömungsmaschine von rechts nach links (s. Pfeildarstellung). Dabei rotiert die Laufschaufel 1 um die Rotorachse 5. Das Laufschaufelende 2 weist ein Deckband 9 mit einer Oberflächenkontur auf, die S-förmig ausgebildet ist und in etwa der Gegenkontur der Innenwand des Ringkanals 6 in diesem Bereich entspricht. Auf der der Hauptströmung H zugewandten Seite der Laufschaufel 1 ist im Bereich des Gehäuses ein Eintrittsöffnungskanal 7 vorgesehen, durch den Luft in das Innere des Ringkanals 6 eintreten kann. Die Kontur des Eintrittsöffnungskanals 7 ist dabei im Bereich des Überganges in den Ringkanal 6 derart ausgebildet, daß die eintretende Strömung mit einer Vorzugsrichtung in den Ringkanal eingeleitet wird. Je nach Krümmung der Eintrittskontur innerhalb des Eintrittsöffnungskanals 7 in Richtung Ringkanal 6 kann die Ringkanalströmung entgegen des Uhrzeigersinns (s. hierzu Figur 1a) oder im Uhrzeigersinn (s. hierzu Figur 1b) orientiert werden.

[0017] Um einen Druckangleich zwischen dem Inneren des Ringkanals 6 und dem Innenraum der Strömungsmaschine im Bereich des Eintrittsöffnungskanals 7 zu schaffen, damit der Lekagestrom, der sich durch den Zwischenspalt zwischen dem Laufschaufelende 2 und dem Gehäuse 4 ausbilden würde, begrenzt wird, ist der Ringkanal 6 in diesem Abschnitt als Diffusor ausgebildet, so daß die Ringströmung die Eintrittskanalöffnung mit relativ kleinen Strömungsgeschwindigkeiten überströmt, wodurch sich ein hoher dynamischer Druck ausbildet, der in etwa dem entspricht, der vor Eintritt in die Eintrittskanalöffnung 7 im Innenraum der Rotationsmaschine vorherrscht. Insbesondere mündet der Eintrittsöffnungskanal 7 innerhalb eines gekrümmten Ringkanalverlaufes in den Ringkanal 6 ein und insbesondere im Bereich der Krümmungsaußenwand des Ringkanals, in dem sich der Druckanstieg besonders stark ausbildet.

[0018] In umgekehrter Weise verhält es sich mit der Ausbildung der Innenkontur des Ringkanals im Bereich des Austrittsöffnungskanals 8, in dem der Ringkanal in Strömungsrichtung als Düsenkontur ausgebildet ist, durch die die Ringströmung beschleunigt wird, wodurch

der im Ringkanal vorherrschende Druck in der Weise absinkt, daß er in etwa dem Außendruck innerhalb des Innenraums der Rotationsmaschine im Bereich des Austrittsöffnungskanals 8 entspricht. Der Austrittsöffnungskanal 8 tritt insbesondere in einem konkav ausgebildeten Ringkanalwandabschnitt in den Ringkanal ein um strömungstechnisch im Bereich des geringsten im Ringkanal vorherrschenden Druckes zu liegen. Durch den gekrümmten Verlauf des Ringkanals im Bereich des Austrittsöffnungskanals 8 entsteht ein lateral zur Strömungsrichtung orientierter Druckgradient, der in Richtung der konvex ausgebildeten Innenwand zunimmt.

[0019] Um die vorstehenden Druckverhältnisse geeignet einstellen zu können, weist die S-förmige Kontur am Laufschaufelende 2, einen in das Innere des Gehäuses 4 hineinragenden Konturabschnitt 9', einen konkav verlaufenden Abschnitt 9'' sowie einen konvex verlaufenden Abschnitt 9''' auf. Die Konturabschnitte 9', 9'' und 9''' sind als vorstehende Schaufelrippen ausgebildet, die sich aus der Ebene des Laufschaufelendes 2 erheben und in das Ringkanalsystem 6 hineinragen.

[0020] In den Figuren 3a und 3b sind Querschnittsdarstellungen durch ein Ringkanalsystem gezeigt, das jeweils durch einen zusätzlichen im Gehäuse 4 vorgesehenen Kühlkanal 10 mit Kühlluft versorgt wird. Je nach Eintrittsrichtung der in den Ringkanal 6 eintretende Kühlluftstrom kann die Strömungsgeschwindigkeit des Ringstromes innerhalb des Ringkanals 6 sowie dessen Strömungsrichtung beeinflusst werden. Im Fall der Figur 3a tritt der Kühlkanal derart in den Ringkanal 6 ein, so daß sich ein verstärkter Ringstrom entgegen des Uhrzeigersinns ausbildet. Eine entsprechende Anordnung zur Ausbildung eines Ringstromes in Uhrzeigersinn ist in Figur 3b dargestellt. Neben der unmittelbaren Beeinflussung des dynamischen Strömungsverhaltens des Ringstromes innerhalb des Ringkanals 6 vermag die Kühlluft sowohl das Gehäuse 4 als auch die Blattspitzenbereiche der Laufschaufeln 1 gezielt zu kühlen, wodurch die thermische Belastung der einzelnen Komponenten reduziert werden kann.

[0021] In den Abbildungen 4a und 4b weist jeweils die Laufschaufel 1 einen Kühlaustrittskanal 10 auf, der in Abhängigkeit seiner Eintrittsrichtung in den Kühlkanal 6 die Ringströmung hinsichtlich ihrer Strömungsrichtung sowie Strömungsgeschwindigkeit beeinflussen kann. Selbstverständlich können die Ausführungsformen gemäß der Figuren 4a und b mit einem das Gehäuse 4 durchsetzenden Kühlsystem 10 gemäß dem Ausführungsbeispiel 3a, b kombiniert werden.

[0022] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Ringkanalsystems innerhalb des Gehäuses 4, da im Gehäuse 4 vollständig radial umläuft und jeweils den Laufschaufelreihen gegenüberliegend angeordnet ist, kann der Lekagestrom, der sich im Zwischenraum zwischen den Laufschaufelenden und dem Gehäuse üblicherweise ausbildet erheblich reduziert werden, ohne dabei merkliche Reibungsverluste in Kauf nehmen zu

müssen, wie sie sich bei der Verwendung von Labyrinthdichtungen in axialen Strömungsmaschinen ausbilden. Durch die Verwendung zusätzlicher Kühlkanalsysteme, die neben an sich bekannten Kühlzwecken der gezielten Versorgung der Ringströmung mit Kühlluft dienen, kann eine fein dosierte Druckanpassung zwischen den vorstehend beschriebenen Bereichen innerhalb des Ringkanals eingestellt werden, wodurch der Leakagestrom nahezu vollständig zum Erliegen kommt.

[0023] In den Figuren 5 a und b sind unterschiedliche Ausführungsformen des Deckbandes 9 auf einer Laufschaufel 2 dargestellt. In Figur 5a sind auf dem Laufschaufelende 2 mehrere kleine Laufschaufelblätter 15 vorgesehen, die sich über das Laufschaufelende 2 erheben und sich in den Ringkanal 6 erstrecken. Die Darstellung entspricht der Sicht innerhalb des Ringkanals auf das Deckband 9 des Laufschaufelendes 2. Beabstandet durch jeweils einen Zwischenraum 14 schließt sich links und rechts neben der Laufschaufel das Gehäuse 4 an. Das Gehäuse 4 weist an den Zwischenräumen 14 angrenzend, ebenfalls Rippen 16 auf, die die Ringströmung innerhalb des Ringkanals 6 führen. Im Falle der Figur 5 a ist die Ringströmung von links nach rechts orientiert und entspricht im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1a.

[0024] In Figur 5 b befinden sich geradlinige Rippen 17 auf dem Laufschaufelende 2, die in das Innere des Ringkanalsystems hineinragen. Nur in entgegengesetzter Orientierung zum Fall der Ausführungsform der Figur 5 a sind am Gehäuse 4 wieder Umklelemente in Form von geschwungen verlaufenden Rippen 16 vorgesehen. Die Strömungsrichtung der Ringströmung ist, vergleichsweise zu Figur 1 b, nun von rechts nach links orientiert.

Bezugszeichenliste

[0025]

1	Laufschaufel
2	Laufschaufelende
3	Innenwand
4	Gehäuse
5	Rotorachse
6	Ringkanalsystem
7, 8	Öffnungskanal
9	Deckband
9'	Konturabschnitt des Laufschaufelendes
9''	Konkav verlaufender Abschnitt
9'''	Konvex verlaufender Abschnitt
10	Kühlsystem, Kühlkanal
11	Düsenartige Kontur
12	Düsenöffnung
13	Austrittsöffnung
14	Zwischenraum
15	kleine Laufschaufelblätter
16	Rippen am Gehäuse

17 Rippen auf Laufschaufelende

Patentansprüche

- 5 1. Strömungsmaschine zum Verdichten oder Entspannen eines komprimierbaren Mediums, mit einem Rotor, an dem senkrecht zur Rotorachse (5) wenigstens eine Laufschaufelreihe angeordnet ist, deren einzelne Laufschaufeln (1) radialsseitig freie Laufschaufelenden (2) aufweisen, die der Innenwand (3) eines den Rotor umgebenden Gehäuses (4) freibeweglich gegenüberstehen, durch dessen Innenraum das komprimierbare Medium axial zur Rotorachse (5) strömt, dadurch **gekennzeichnet**, daß innerhalb des den Rotor umgebenden Gehäuses (4), den freien Enden (2) der Laufschaufeln (1) einer Laufschaufelreihe unmittelbar radial gegenüberliegend, ein Ringkanalsystem (6) vorgesehen ist, das im Bereich der Laufschaufelenden (2) einseitig offen ausgebildet sowie von den Laufschaufelenden (2) begrenzt ist und beidseitig zur Laufschaufelreihe jeweils einen Öffnungskanal (7, 8) aufweist, durch dessen einen Öffnungskanal (7) das komprimierbare Medium aus dem Innenraum des Gehäuses (4) in das Innere des Ringkanalsystems (6) einströmt und durch den zweiten Öffnungskanal (8) das komprimierbare Medium aus dem Ringkanalsystem (6) in den Innenraum des Gehäuses (4) austritt, und daß das Ringkanalsystem (6) sowie die Laufschaufelenden (2) zumindest in Bereichen, die an den Öffnungskanälen (7, 8) angrenzen, Oberflächenkonturen aufweisen, durch die an den Stellen innerhalb des Ringkanalsystems (6), an denen die Öffnungskanäle (7, 8) einmünden, Druckverhältnisse geschaffen werden, die sich durch die Ausbildung einer dynamischen Ringströmung innerhalb des Ringkanalsystems (6) einstellen und in etwa den statischen Druckverhältnissen entsprechen, die im Innenraum des Gehäuses jeweils im Bereich der Öffnungskanäle vorherrschen.
- 40
- 50 2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß am Laufschaufelende (2) ein Deckband (9) vorgesehen ist, in dem die Oberflächenkontur eingearbeitet ist, die in etwa als Gegenkontur zur Oberflächenkontur des Ringkanalsystems (6) im einseitig offen ausgestalteten Bereich ausgebildet ist.
- 55 3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Öffnungskanal (7), durch den das komprimierbare Medium in das Ringkanalsystem (6) einströmt, einerseits durch einen Konturabschnitt (9') des Laufschaufelendes (2), der in eine Ausnehmung innerhalb des Gehäuses (4) hineinragt und andererseits durch das Gehäuse (4) begrenzt ist.

4. Strömungsmaschine nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Öffnungskanal (7) am Ort des Eintritts in das Ringkanalsystem (6) eine Innenkontur vorsieht, die sich aus der Formgebung des Konturabschnitts (9') des Laufschaufelendes (2) sowie des Gehäuses (4) ergibt, durch die das in das Ringkanalsystem (6) einströmende, komprimierbare Medium eine bevorzugte Strömungsrichtung innerhalb des Ringkanalsystems (6) erhält, die die Strömungsrichtung der Ringströmung bestimmt. 5
5. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Deckband (9) des Laufschaufelendes (2) S-förmig ausgebildet ist und einen konvex (9'') sowie einen konkav (9''') verlaufenden Abschnitt aufweist, und daß der konvexe Abschnitt (9'') an dem Öffnungskanal (8) angrenzt durch den das komprimierbare Medium aus dem Ringkanalsystem (6) austritt und der konkave Abschnitt (9''') an dem Öffnungskanal (7) angrenzt, durch den das komprimierbare Medium in das Ringkanalsystem (6) einströmt. 15 20
6. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Ringkanalsystem (6) in Strömungsrichtung der Ringströmung vor dem Öffnungskanal (8), durch den das komprimierbare Medium austritt, eine Strömungsquerschnittsverjüngung und nach dem Öffnungskanal (8) eine Strömungsquerschnittsvergrößerung aufweist. 25 30
7. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Öffnungskanal (8), durch den das komprimierbare Medium aus dem Ringkanalsystem austritt, in einem Bereich in das Ringkanalsystem (6) einmündet, in dem der Ringkanal gekrümmt verläuft, und daß der Öffnungskanal (8) in diesem Bereich an einer Stelle möglichst größter Krümmung in den Ringkanal einmündet. 35 40
8. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Öffnungskanal (7), durch den das komprimierbare Medium in das Ringkanalsystem (6) eintritt, in einem Bereich des Ringkanalsystems (6) einmündet, in dem der Ringkanal gekrümmt verläuft, und daß der Öffnungskanal (7) in diesem Bereich an einer Stelle möglichst kleinster Krümmung in den Ringkanal einmündet. 45 50
9. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß innerhalb des Gehäuses (4) ein Kühlkanalsystem (10) vorgesehen ist, das mit dem Ringkanalsystem (6) derart verbunden ist, daß durch die Eintrittsrichtung relativ zum Verlauf des Ringkanals, mit der das Kühlsystem (10) in das Ringkanalsystem (6) einmündet, eine Strömungsrichtung der Ringströmung vorgebar ist. 55
10. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß innerhalb der Laufschaufel (1) ein Kühlkanalsystem (11) vorgesehen ist, das über das Laufschaufelende (2) in das Ringkanalsystem (6) einmündet.
11. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Ringkanalsystem (6) im Gehäuse (4) radial zu den Laufschaufeln (1) in geschlossen umlaufender Form ausgebildet ist.

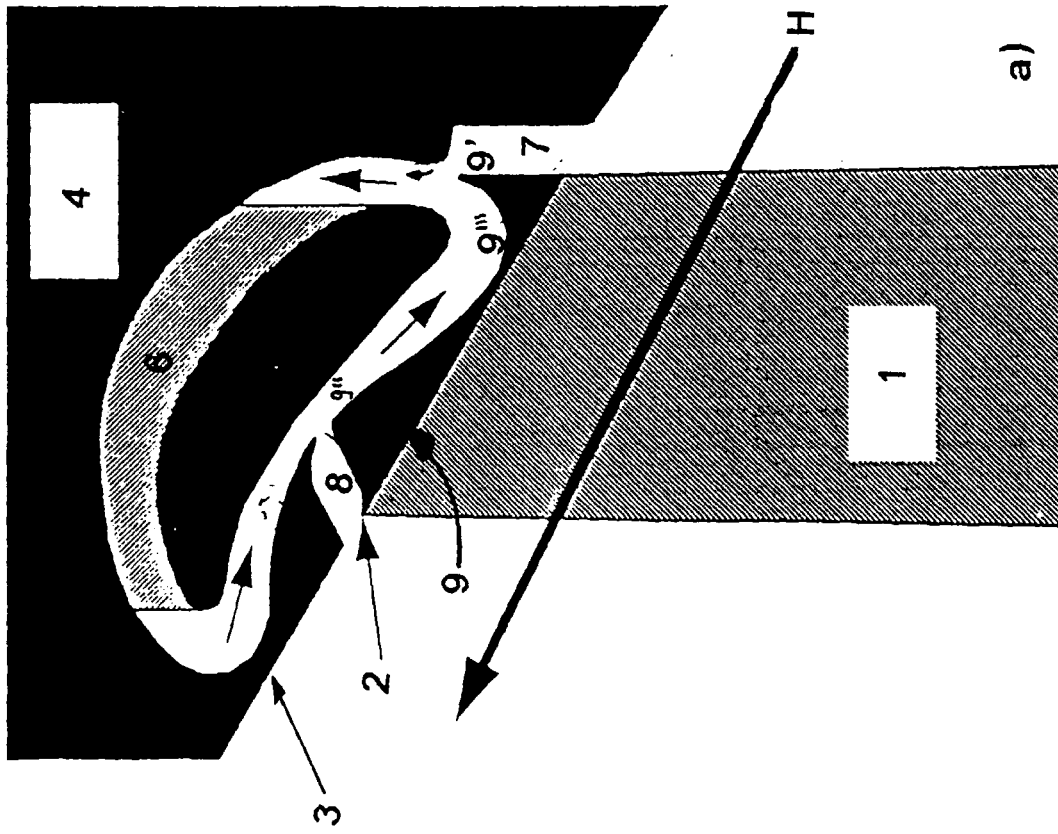
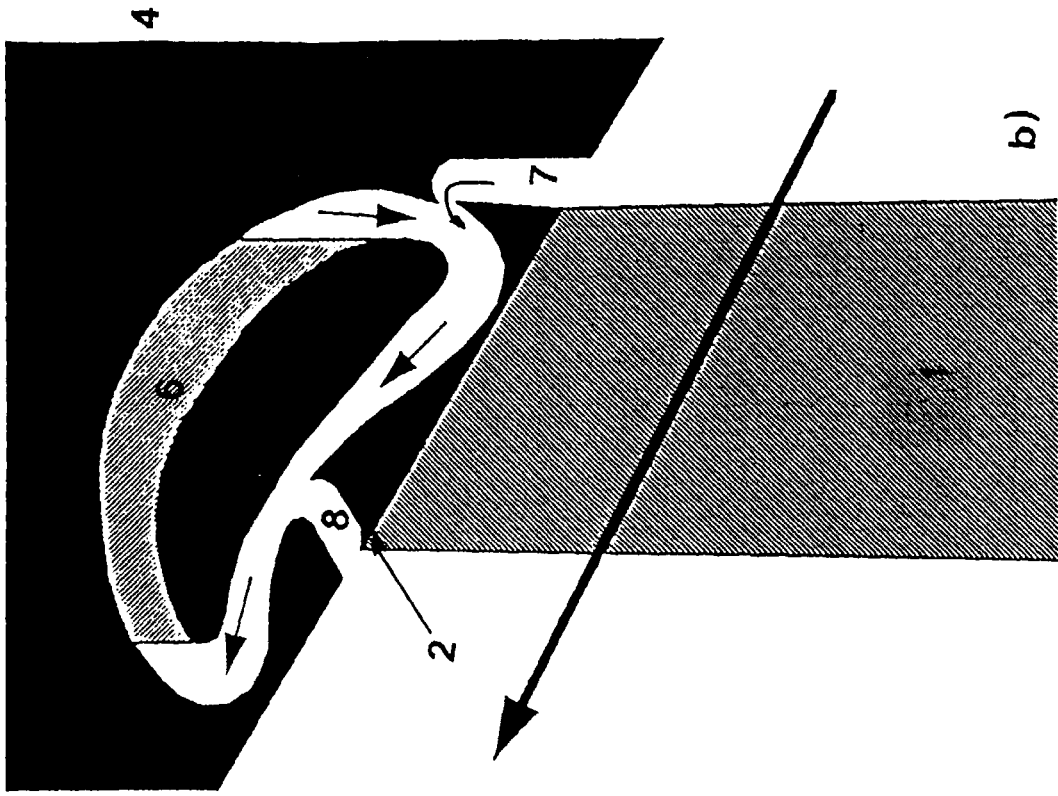


Fig. 1

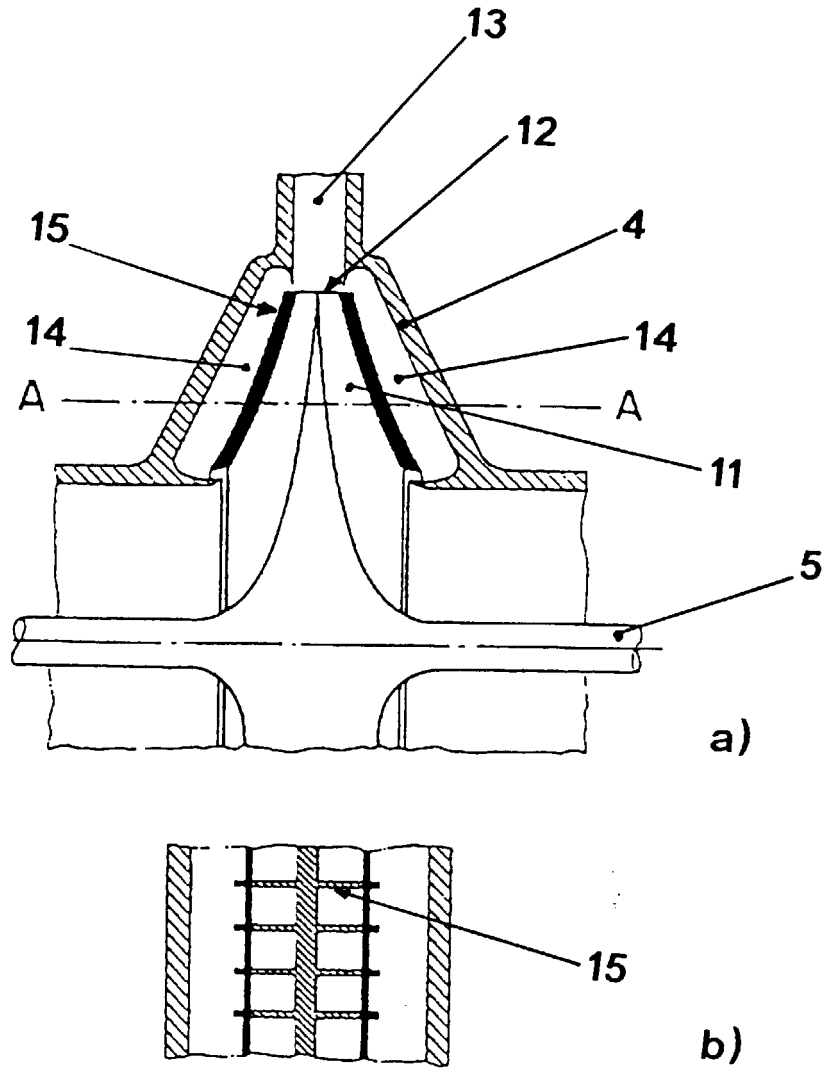


Fig. 2

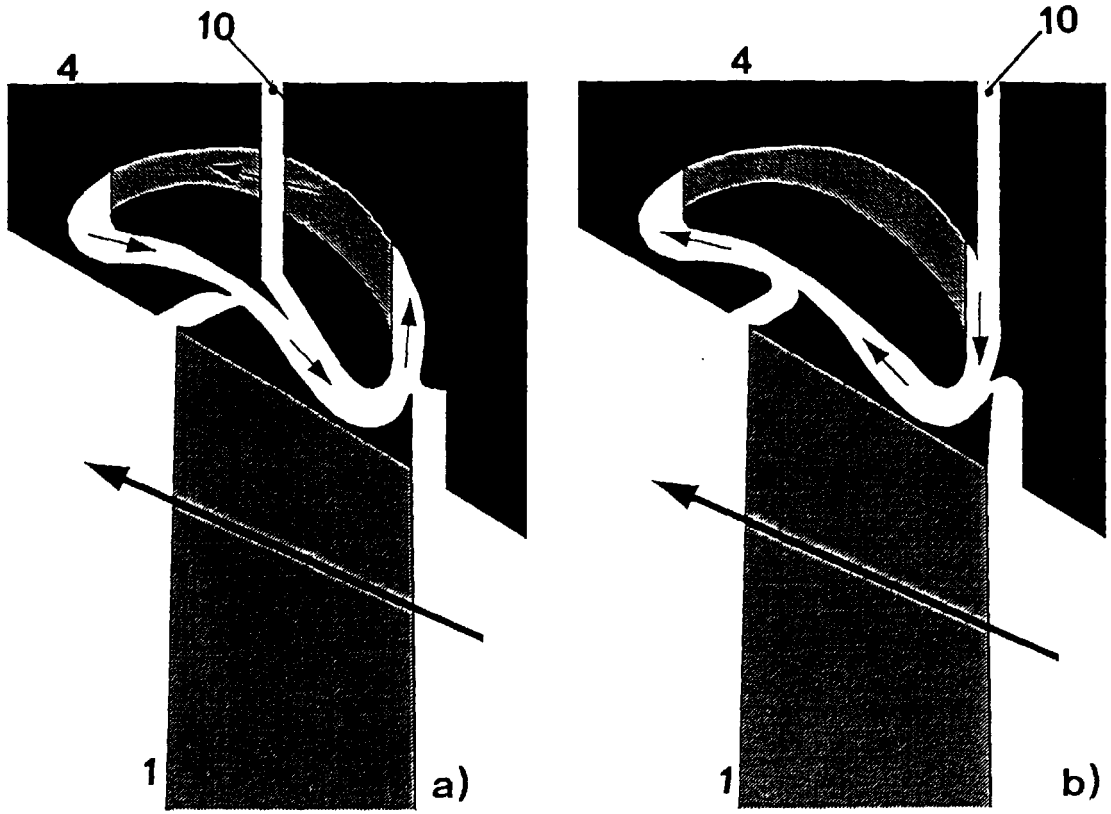


Fig. 3

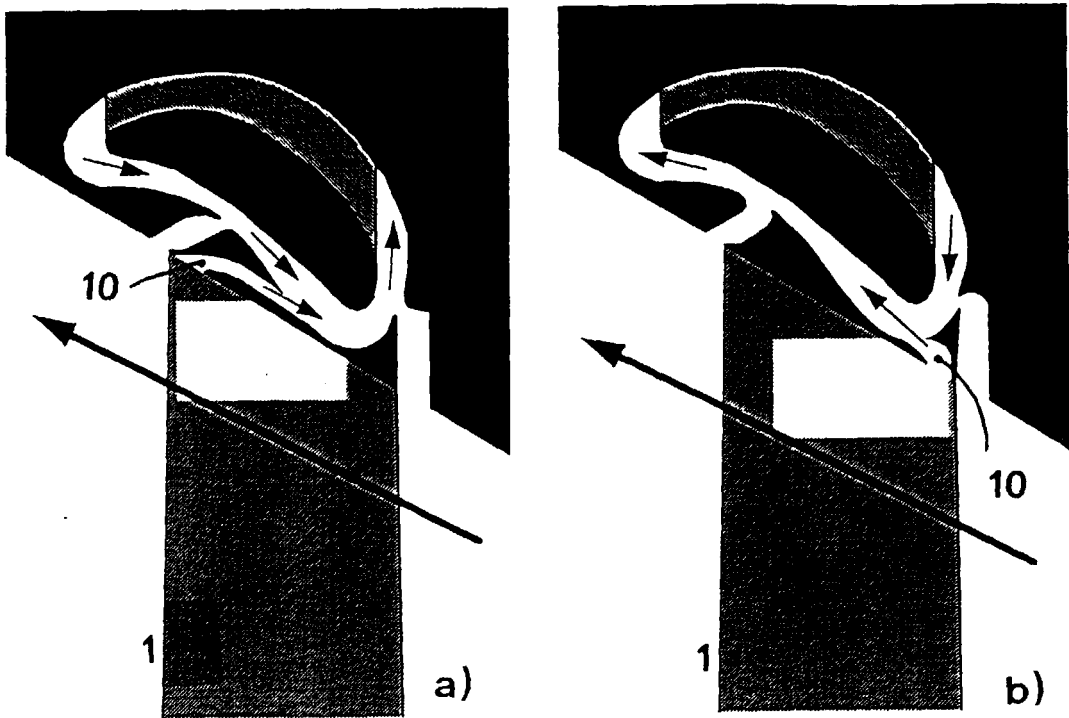


Fig. 4

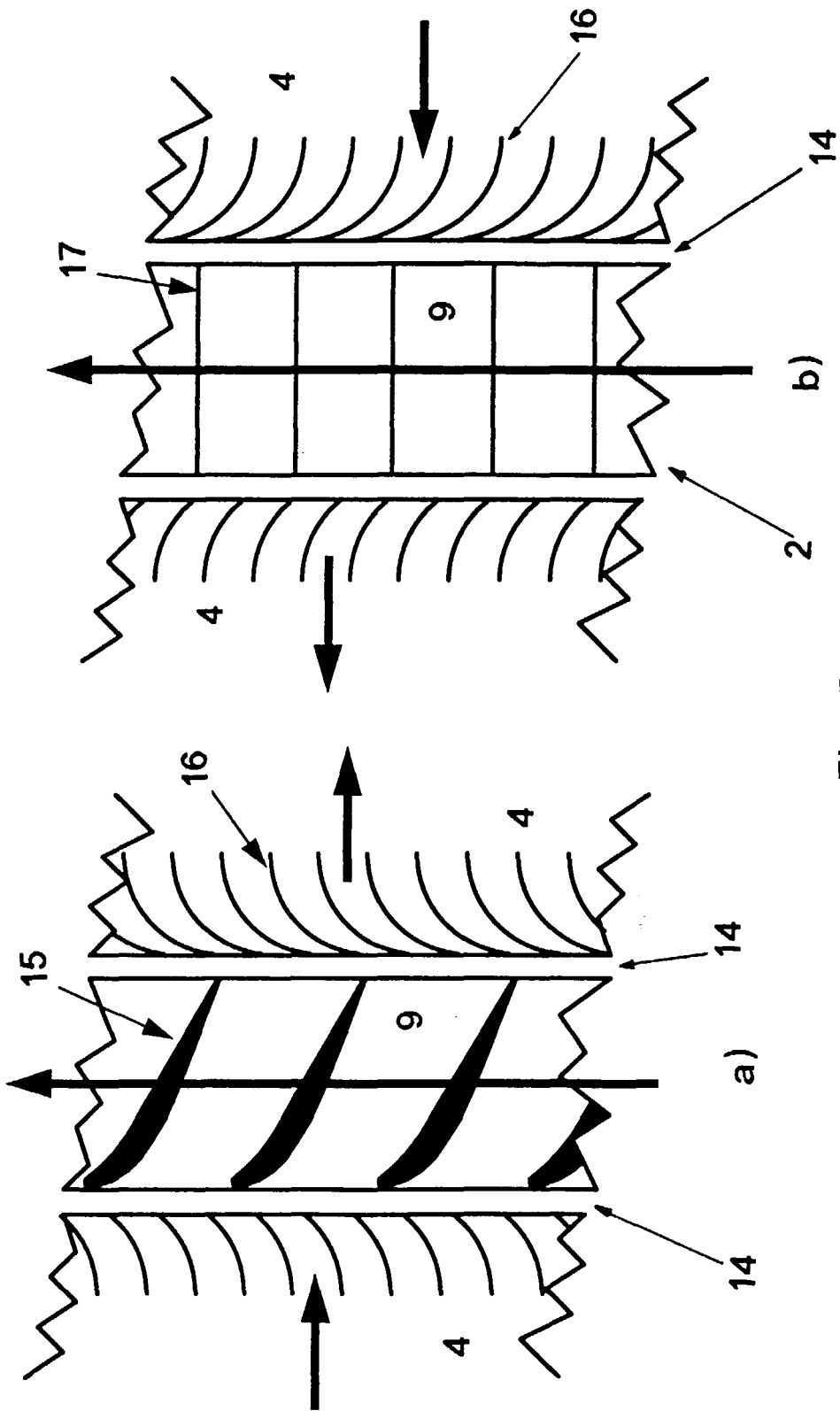


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0999

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	EP 0 497 574 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 5. August 1992 * das ganze Dokument * ---	1-11	F01D11/10 F01D5/20
Y	US 4 752 185 A (BUTLER LAWRENCE ET AL) 21. Juni 1988 * das ganze Dokument * ---	1-11	
A	US 3 597 102 A (UNSWORTH ROBERT GEORGE ET AL) 3. August 1971 * das ganze Dokument * ---	1-11	
A	US 5 474 417 A (PRIVETT JOHN D ET AL) 12. Dezember 1995 -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	5. März 1999	Argentini, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 81 0999

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-03-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0497574 A	05-08-1992	DE 69204861 D	26-10-1995
		DE 69204861 T	23-05-1996
		JP 4314931 A	06-11-1992
		US 5308225 A	03-05-1994

US 4752185 A	21-06-1988	CA 1283550 A	30-04-1991
		DE 3825744 A	02-03-1989
		FR 2619162 A	10-02-1989
		GB 2207714 A, B	08-02-1989
		JP 1110838 A	27-04-1989
		SE 465227 B	12-08-1991
		SE 8802792 A	04-02-1989

US 3597102 A	03-08-1971	KEINE	

US 5474417 A	12-12-1995	DE 69506218 D	07-01-1999
		EP 0719907 A	03-07-1996
		JP 8200008 A	06-08-1996

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82