

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 721 546 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int Cl.⁶: **F04D 7/04**, F04D 29/16,
F04D 29/44, F04D 29/22

(21) Anmeldenummer: **94927620.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP94/03108

(22) Anmeldetag: **16.09.1994**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 95/08714 (30.03.1995 Gazette 1995/14)

(54) **STRÖMUNGSMASCHINE MIT VERRINGERTEM ABRASIVEN VERSCHLEISS**

TURBO-MACHINE WITH REDUCED ATTRITION

TURBOMACHINE A USURE PAR ABRASION REDUITE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **25.09.1993 DE 4332703**
08.09.1994 DE 4431947

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.07.1996 Patentblatt 1996/29

(73) Patentinhaber: **KSB Aktiengesellschaft**
67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder:
• **BRODERSEN, Sönke**
D-69198 Schriesheim (DE)

• **HERGT, Peter**
D-67061 Ludwigshafen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-88/02820 **CH-A- 63 412**
CH-A- 499 726 **DE-A- 3 519 874**
DE-U- 9 111 660 **GB-A- 1 003 980**
US-A- 1 634 317 **US-A- 3 447 475**
US-A- 3 535 051

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 260**
(M-180) 18. Dezember 1982 & JP,A,57 153 999
(HITACHI) 22. September 1982

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).

EP 0 721 546 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, zur Förderung von mit festen Partikeln beladenen Medien, mit einem oder mehreren innerhalb eines Gehäuses angeordneten Laufrädern, die Laufräder mit mindestens einer Radscheibe versehen sind, zwischen Gehäuse und Radscheibe ein Radseitenraum ausgebildet ist, und zwischen Radscheibe und Gehäuse eine Spaltdichtung angeordnet ist.

Derartige Strömungsmaschinen, wobei es sich um Pumpen, Turbinen, Pumpturbinen oder dergleichen handeln kann, finden in den unterschiedlichsten Gebieten der Technik Anwendung. Es ist seit langem das Bestreben der Konstrukteure, bei Maschinen, die einem Materialverschleiß durch abrasive Partikel ausgesetzt sind, deren Standzeiten zu verbessern.

Erste Maßnahmen dazu sind im allgemeinen die Verwendung von besonders harten und verschleißbeständigen Werkstoffen. Als besonders verschleißempfindliche Bereiche zum Beispiel bei Kreiselpumpen haben sich die Radseitenräume und die in diesem Bereich befindlichen Dichtungen erwiesen. Tritt durch einen Materialverschleiß eine Vergrößerung der Spalte der Dichtungen auf, so entstehen erhöhte hydraulische Verluste und als Folge davon ein verringerter Wirkungsgrad. Des weiteren entstehen dadurch bei mehrstufigen Maschinen starke Schwingungen, die bis zum Ausfall des Aggregates führen können.

Durch die EP-B 0 346 677 ist eine Maßnahme bekannt, bei der ein eine Wellenabdichtung aufnehmender Raum und eine Wellenabdichtung selbst vor Verschleiß geschützt werden soll. Der Raum befindet sich hinter dem Laufrad und ist durch eine Spaltdichtung gegenüber dem eigentlichen, einen höheren Druck aufweisenden Radseitenraum getrennt.

Durch die DE-OS 22 10 556 ist eine Kreiselpumpe bekannt, bei der mit Hilfe von besonders verschleißbeständigen Gehäuseteilen, wie den Spiralraum und den Laufradseitenraum begrenzenden Schleißplatten, die Standzeit der Maschine verbessert werden soll. Des weiteren kann bei dieser Maschine durch Einspeisung von feststofffreiem Material der Radseitenraum und auch die Dichtung vor verschleißenden Partikeln geschützt werden.

Wiederum eine andere Maßnahme zeigt die DE-OS 23 44 576, deren Konstruktion im Bereich der Spaltdichtungen zusätzliche Förderkanäle vorsieht, deren Eintritt eine umlaufende Ringkammer vorgeschaltet ist. Mittels dieser Maßnahme soll in die Spaltdichtung eintretendes Fördermedium von den abrasiven Partikel befreit werden. Die Partikel werden in der Ringkammer ausgesondert, durch die Förderkanäle in den Radseitenraum transportiert und das davon befreite Wasser strömt dann im quasi feststofffreien Zustand der eigentlichen Spaltdichtung zu. Diese Maßnahme mag zwar einen gewissen Anfangserfolg zeigen, aber nach einer kurzfristigen Betriebsdauer werden die Förderkanäle in ihrer Wirkung nachlassen. Denn im Bereich des Spalteintrittes wird sich in Verbindung mit nachströmendem Medium eine Konzentrationserhöhung der Partikel einstellen und damit der Verschleiß beschleunigt.

Eine andere Maßnahme ist durch die EP-B 0 288 500 bekannt, bei der auf der Außenseite von Laufraddeckscheiben Hilfsschaufeln angebracht sind. Diese Hilfsschaufeln sind aber durch ringförmige Stege unterbrochen und sollen damit den Flüssigkeitsstrom im Radseitenraum reduzieren. Wie aber praktische Versuche gezeigt haben, vermag auch diese Lösung den Verschleiß nicht zu verhindern.

Die DE-OS 38 08 598 versucht mit Hilfe einer bestimmten Neigung der Umfangswandfläche des einem Laufrad nachgeordneten Raumes die Standfestigkeit zu erhöhen.

Durch die US-A 1 634 317 ist eine Axialschub-Ausgleichseinrichtung für Pumpenlaufräder bekannt. Zu diesem Zweck sind an beiden Laufraddeckscheiben auf unterschiedlichen Durchmessern Spaltringdichtungen angeordnet. Eine Spaltringdichtung befindet sich dabei immer am Außenumfang einer Deckscheibe und eine damit zusammenwirkende zweite Spaltringdichtung ist auf kleinerem Durchmesser an der anderen Deckscheibe angeordnet. Der Saugmund des Laufrades taucht unter Bildung eines flüssigkeitsdurchlässigen Spaltes in einem Absatz des Gehäuses ein. Die rotierenden Wandflächenteile der Dichtungsspalte verfügen über eine zusätzliche Beschaukelung. Eine damit erzeugte Strömung wirkt dem Druck am Laufradaustritt entgegen. Damit sollen die Druckverluste im Radseitenraum gering gehalten werden bei gleichzeitig wirkungsvollem Axialschubausgleich.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, die vorstehend geschilderten Verschleißprobleme grundsätzlich in ihrer Ursache zu verringern bzw. zu beseitigen. Die Lösung dieses Problems sieht vor, daß die Radseitenräume begrenzende stillstehende Wandfläche in Richtung einer wandnahen Strömung vor der Spaltdichtung einen ringförmigen Vorsprung aufweist, dessen Form die wandnahe Strömung entlang der stillstehenden Wandfläche eines Radseitenraumes in Richtung der rotierenden Radscheibe eines Laufrades und in Bereiche höherer Rotationsbewegung des Strömungsmediums leitet, wobei der Spalt zwischen Vorsprung und der Radscheibe mindestens 2 mm beträgt. Es wurde erkannt, daß die abrasiven Partikel immer in der Nähe der stehenden, d. h. der nicht rotierenden Wandflächen radial einwärts wandern. Aufgrund der durch die Radseitenreibung eines Laufrades entstehenden Förderwirkung radial nach außen, welche bei den bekannten Laufrädern durch äußere Hilfsschaufeln noch verstärkt wird, strömt im gleichen Maße partikelhaltiges Medium an den stillstehenden Wandflächen radial einwärts und den Dichtungen zu. Demzufolge sieht die erfindungsgemäße Lösung eine Vermeidung des radial einwärts gerichteten Partikeltransports im Bereich der stillstehenden Begrenzungswände vor und, falls dies nicht vollständig möglich ist, vor den Spaltdichtungen die

Überleitung der wandnahen Partikel bzw. einer damit behafteten wandnahen Strömung in einen Bereich höherer Rotationsbewegung des Fördermediums. Aus diesem Bereich sind dann die Partikel problemlos nach außen und von den gefährdeten Wandflächen weg förderbar. In Abhängigkeit von den Leistungsdaten der Strömungsmaschine können die Gestaltungen in bezug auf den Laufradaußenradius auf unterschiedlichen, d. h. für den jeweiligen Verwendungszweck bestgeeigneten Radien angeordnet werden. Dies kann z. B. im Bereich eines Laufradaustrittes, unmittelbar vor einer Spaltdichtung oder einer Wellendichtung, im Bereich dazwischen, aber auch in einem Radseitenraum zwischen Welle und Spaltdichtung angeordnet sein. Eine andere Lösung der Erfindung, die mit den Merkmalen des Anspruchs 9 beschrieben ist, sieht vor, daß die Radseitenräume begrenzende stillstehende Wandfläche in Richtung einer wandnahen Strömung vor der Spaltdichtung eine ringförmige Ausnehmung aufweist, deren Form die wandnahe Strömung entlang der stillstehenden Wandfläche eines Radseitenraumes in Richtung der rotierenden Radscheibe eines Laufrades und im Bereiche höherer Rotationsbewegung des Strömungsmediums leitet, wobei die Tiefe der Ausnehmung mindestens dem Dreifachen der örtlichen Grenzschichtdicke entspricht. Die Unteransprüche der Erfindung beschreiben hierzu weitere Ausgestaltungen der Erfindung, die im Zusammenhang mit den einzelnen Figurenbeschreibungen näher erläutert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Hierbei zeigen die

Fig. 1 als Beispiel einer Strömungsmaschine eine einstufige Kreiselpumpe mit Spiralgehäuse im Schnitt, die

Fig. 2 als Strömungsmaschine eine mehrstufige Kreiselpumpe mit den Laufrädern nachgeordneten Leiträdern und die

Fig. 3 bis 14, 18 bis 25 Details der Gestaltungen zwischen einer stillstehenden und rotierenden Wandfläche.

In der Fig. 1 ist innerhalb eines Gehäuses 1 ein Laufrad 2 mit einem Außenradius r_2 angeordnet, dessen Schaufeln 3 zwischen einer druckseitigen Laufraddeckscheibe 4 und einer saugseitigen Laufraddeckscheibe 5 angeordnet sind. Diesen gegenüberliegend befinden sich stillstehende Gehäusewandflächen, eine druckseitige 6 und eine saugseitige Gehäusewandfläche 7. Das Laufrad 2 ist von einem Spiralraum 8 umgeben, der mit einem Druckstutzen 9 in Verbindung steht. Aufgrund des Druckgefälles innerhalb der Radseitenräume strömt ein Teil des innerhalb des Gehäuses 1 befindlichen Mediums zur Spaltdichtung 10 im Bereich des Laufradeintritts bzw. zur druckseitigen Spaltdichtung 11 im Bereich einer Wellenabdichtung. Die Radseitenreibung an den Laufraddeckscheiben 4, 5 erzeugt bekanntermaßen eine Strömung in dem druckseitigen Radseitenraum 12 und in dem saugseitigen Radseitenraum 13.

Hierbei ist die Strömungsbedingung in den verschiedenen Räumen, erklärt am Beispiel der Radseitenräume 12, 13, differenziert zu betrachten. In einem saugseitigen Radseitenraum 13 oder einem dementsprechenden Raum ergibt sich eine Durchströmung infolge des existierenden Druckgefälles. Das Medium strömt also vom Bereich eines höheren Druckes zum Bereich eines niedrigeren Druckes, z. B. bei einer Pumpe vom Laufradaustritt zum Laufradeintritt. Dieser Strömung ist eine Strömung überlagert, die aufgrund der Radseitenreibung zwischen rotierender Fläche und diese benetzendem Medium entsteht. Gleiches gilt für einen druckseitigen Radseitenraum 12 bzw. einem entsprechenden Raum, wenn dort die Möglichkeit für eine Durchströmung durch das Medium gegeben ist. Dies könnte eine Axialschubentlastungsbohrung sein, oder jede andere, eine Durchströmung ermöglichende Öffnung. Für den Fall jedoch, daß keine Durchströmung des Raumes existiert, kommt es dennoch zu einer radial einwärts gerichteten Strömung an einer stehenden Wandfläche. Ursächlich dafür ist dann die Radseitenreibung. Aufgrund dieser entsteht an der rotierenden Fläche eine Strömung mit einer radial auswärts gerichteten Komponente, die zu einer Rückströmung an der stillstehenden Wandfläche, also zu einer Zirkulation, führt. In all den beschriebenen Durchströmungs- oder Zirkulationsfällen strömt das mit abrasiven Partikeln beladene Medium den stillstehenden Flächen folgend radial einwärts.

In entsprechender Weise verhält sich dies in der in Fig. 2 gezeigten anderen Ausführungsform einer mehrstufigen Strömungsmaschine. Bei deren Betrieb als Pumpe würde das partikelbehaftete Medium durch die Saugstutzen 14.1, 14.2 den Laufrädern 2.1, 2.2 zuströmen. Im Gegensatz zur Ausführungsform der Fig. 1 weisen die Laufräder 2.1, 2.2 der ersten Stufe nur im Bereich des Wellendurchganges zwischen den einzelnen Stufen eine druckseitige Spaltdichtung auf.

Nach Verlassen der ersten Laufräder strömt das Medium durch Leiteinrichtungen 15.1, 15.2 und fließt einem zweiflutigen Laufrad 16 einer zweiten Stufe zu. Von dort tritt es in einen Spiralraum 8 ein, von wo aus es über einen Druckstutzen 9 abströmt. Die am Beispiel der Fig. 1 näher beschriebene Umgebung des Laufrades gilt in entsprechender Weise auch für das Ausführungsbeispiel der Fig. 2.

Mit Ausnahme der Fig. 13, 14, 21, 24 und 25 sind die Darstellungen der Fig. 3 bis 14 und 18 bis 23 vom Aufbau her einheitlich. Es handelt sich hier um beispielhafte Gestaltungen zwischen einer jeweils linksseitig als stillstehend angeordneten Wandfläche und einer rechtsseitig rotierend angeordneten Wandfläche. Entsprechend der Fig. 1 wären

dies also Gestaltungen, welche im Bereich eines saugseitigen Radseitenraumes 13 Verwendung finden könnten. Die Drehachse für den rotierenden Wandflächenteil befindet sich immer unterhalb der jeweiligen Darstellung. Selbstverständlich würden die hier gezeigten Darstellungen in entsprechender Weise auch für den druckseitigen Radseitenraum 12 gelten, wobei dann aber die Darstellung spiegelverkehrt zu sehen wäre. Der Einfachheit halber beschränkt sich die Beschreibung auf die vorstehend erwähnte Festlegung.

In den Fig. 3 bis 8 ist ein an der feststehenden Gehäusewand 7 angebrachter vorspringender Ring 17 zu sehen, dem gegenüber mit einem Spalt 18 die rotierende Laufraddeckscheibe 5 angeordnet ist. Die entlang der feststehenden Gehäusewand 7 radial einwärts wandernde Strömung mit den abrasiven Partikeln wird durch den hier verwendeten Ring 17 in Richtung Laufrad und damit zur rotierenden Laufraddeckscheibe 5 umgelenkt und von dort mit der durch die Radseitenreibung bedingten Strömung nach außen abgeführt.

Die Breite t_1 des Ringes 17 sollte größer sein als die Hälfte der Radseitenraumbreite b , das heißt $t_1/b \geq 0,5$. In praktischen Versuchen hat sich als besonders vorteilhaft eine Anordnung des Ringes 17 auf einem relativen Radius r_1 erwiesen, der in Bezug auf den Außenradius r_2 des Laufrades bzw. dessen Laufraddeckscheibe 5 dem Verhältnis r_1/r_2 ungefähr 0,8 entspricht. Die Wirksamkeit ist auch noch auf anderen Radien r_1 feststellbar. Für den Spalt S , als Differenz der Radseitenraumbreite b minus der Breite t_1 des Ringes 17 gilt, daß er nicht kleiner als 2 mm sein darf. Der Spalt hat keinesfalls die Funktion eines Dichtspaltes; ein solcher würde durch hindurchströmende Partikel zerstört werden. Durch die Mindestspaltbreite von 2 mm oder größer, wird innerhalb des Spaltbereiches das Auftreten eines erhöhten Verschleißes verhindert. Dies gibt in entsprechender Weise auch für die Darstellungen in den nachfolgenden anderen Figuren.

In der Fig. 4 sind an der rotierenden Laufraddeckscheibe 5 in gleicher Höhe wie der vorstehende Ring 17 und ebenfalls mit geringem Abstand dazu mehrere Schaufeln 19 an der Laufraddeckscheibe angebracht. Die radiale Erstreckung dieser Schaufeln 19 ist gleich oder ungleich der radialen Erstreckung des Ringes. Gemäß Fig. 5 sind die Schaufeln 19 benachbart auf größerem Durchmesser und mit einer größeren radialen Erstreckung an der rotierenden Laufraddeckscheibe 5 befestigt.

Die in den Fig. 3 bis 5 gezeigten strichpunktierten Linien, welche den Ring 17 einschließen, symbolisieren Bereiche unterschiedlicher Neigungen der Ringoberflächen.

In Fig. 6 ist an der rotierenden Deckscheibe 5 ein Ring 20 angeordnet, der sich auf größerem Durchmesser als der feststehende Gehäusering 17 befindet. Die dem feststehenden Ring 17 zugekehrte Unterseite des rotierenden Ringes 20 ist mit Schaufeln 19 ausgestattet, die einen Bereich höherer Rotationsbewegung erzeugen und somit die partikelbehaftete wandnahe Strömung zum Laufradaußendurchmesser ablenken. Anstelle der Schaufeln 19 können auch eine Förderwirkung erzeugende Nuten angeordnet werden, die beispielsweise in das Material des Laufrades eingebracht sein können. Bei Paarungen von Ring und Schaufeln bzw. Nuten ist eine Schrägung des Spaltes zwischen beiden vorteilhaft, die eine radial nach außen gerichtete Zwangsbewegung der Partikel bewirkt. Die Schaufeln oder Nuten können sowohl in axialer Richtung und senkrecht zur Umdrehungsrichtung angeordnet sein als auch unter einem bestimmten Winkel zur Achsrichtung.

Gemäß Fig. 7 ist der rotierende Ring 20 auf kleinerem Durchmesser als der feststehende Ring 17 angeordnet und verfügt über Nuten oder Schaufeln 19 zur Erzeugung einer höheren Rotationsbewegung zwecks Ablenkung der partikelbehafteten wandnahen Strömung. Die Nuten oder Schaufeln 19 sind bezüglich ihrer Förderleistung so bemessen, daß ihre Förderenergie die wandnahe Strömung geringfügig beeinflusst. Sie sind aber so klein, daß sie keine verstärkende Zirkularströmung innerhalb des Radseitenraumes 13 produzieren, was mit den bisher bekannten äußeren Hilfschaufeln verstärkt der Fall ist.

Gemäß der Fig. 8 sind ober- und unterhalb des stillstehenden und vorstehenden Ringes 17 am rotierenden Laufradteil 5 kurze Schaufeln 19.1, 19.2 angeordnet. Die Spalte 21, 22 zwischen dem Ring 17 und den Schaufeln verlaufen in schräger Richtung.

Die in den Fig. 5 bis 8 sowie die in den nachfolgenden Figuren gezeigten Schaufeln können auch ganz oder teilweise von deckscheibenförmigen Elementen nach Art eines geschlossenen Laufrades abgedeckt sein.

In den Abbildungen der Fig. 9 bis 12 ist der Gehäusering 17 mit einer radial nach außen weisenden Scheibe 23 versehen, die den Ablenkvorgang der partikelbehafteten wandnahen Strömung verstärkt. Des weiteren sind hier die rotierenden Laufraddeckscheiben 5 mit oder ohne kurze Schaufeln 19 ausgestattet. Die Scheibe 23 kann an dem Ring 17 sowohl an dessen Stirnseite als auch in dessen mittlerem Bereich vorgesehen sein.

Die in den Fig. 11 gezeigten strichpunktierten Linien, welche die Scheibe 23 einschließen, symbolisieren auch hier Bereiche unterschiedlicher Neigungen der Scheibenoberflächen.

Die Fig. 13 und 14 zeigen eine Draufsicht auf den gehäusefesten Ring 17, welcher nach der Fig. 13 als ein geschlossener Ring, gemäß der Fig. 14 jedoch auch als ein geteilter Ring ausgebildet sein kann. Die Teilung kann hierbei so gewählt sein, daß mehrere Ringsegmente 17.2 eine Anordnung aufweisen, die gegenüber der Gehäusewand 7 einen schaufelförmigen Verlauf zeigen. Der oder die Mittelpunkte der Ringsegmente 17.2 befinden sich außerhalb des Mittelpunktes der Drehachse, aber verschoben in der zugehörigen vertikalen und/oder horizontalen Schnittebene. Die einzelnen Ringsegmente öffnen sich hierbei im Umdrehungssinne des - nicht dargestellten - Laufrades nach außen.

Somit kann eine unterschiedliche Anstellung und damit eine Beeinflussung der Strömung erlangt werden. Der Pfeil zeigt die Laufraddrehrichtung an.

Die Fig. 18 bis 20 zeigen Wandflächengestaltungen, bei denen anstelle eines vorstehenden Ringes die Wand selbst über eine Art Ausnehmung 25 verfügt, deren als Abströmkante 26 ausgebildeter Auslauf auf die gegenüberliegende rotierende Laufraddeckscheibe 5 zeigt. Je nach Betrachtungsweise kann diese Wandflächengestaltung auch als eine den Radseitenraum 13 oder 14 verengende Formgebung angesehen werden. Dieser ist dann eine die Umlenkung der partikelbehafteten wandnahen Strömung bewirkende Ausnehmung 25 nachgeordnet. Die Umlenkung der partikelbehafteten wandnahen Strömung entlang der stillstehenden Gehäusewandfläche 7 erfolgt zum Radseitenraum 13 mit darin vorherrschender höherer Rotationsbewegung. Auch hierbei können an den rotierenden Laufraddeckscheiben 5 Schaufeln 19 mit einer geringen radialen Erstreckung angebracht sein, um den ablenkenden Effekt der Partikel in einen Bereich höherer Rotationsenergie zu beschleunigen.

Am Beispiel der Fig. 18 sind die Verhältnisse näher spezifiziert. Der in Fig. 18 angegebene Winkel α sollte 30° nicht überschreiten; für das Verhältnis der Länge l zur Tiefe t_2 der Ausnehmung 25 gilt, daß es den Wert $l/t_2 = 3$ nicht unterschreiten soll. Die Tiefe t_2 sollte so bemessen sein, daß sie mindestens dem Dreifachen der örtlichen Grenzschichtdicke entspricht. Die Grenzschichtdicke ergibt sich aus den üblichen Rechengängen (z. B. nach Schlichting: Grenzschichttheorie, G. Braun, Karlsruhe 1982). Die Grenzschichtdicke ist hierbei zu einem großen Teil abhängig vom Medium, der Laufraddrehzahl, vom Radius r_1 bzw. r_1' sowie von der Breite b des Radseitenraumes 13.

Eine andere Form der Beeinflussung der wandnahen Strömung ist in den Fig. 21 bis 25 gezeigt. Zum einen können dies in eine stillstehende Wandfläche 7 eingearbeitete Nuten 27 oder vorspringende Schaufeln 28 sein, die sich in Drehrichtung des Laufrades bzw. der gegenüberliegenden rotierenden Scheibenfläche radial nach außen entwickeln. Sie führen dabei die durch die wandnahe Strömung herangeführten Partikel an der radial nach außen gerichteten Kontur der Nuten 27 oder Schaufeln 28 entlang nach außen. Für den Transport eines Partikelteilchens vom inneren Bereich des Radseitenraumes nach außen sind mehrere Umläufe innerhalb des Radseitenraumes erforderlich, bis es innerhalb einer Spirale oder einer Leiteinrichtung abgeführt werden kann.

Gemäß der Fig. 24 ist eine Art sägezahnförmige Gestaltung der stillstehenden Gehäusewandfläche 7 vorgenommen worden, wobei der flache Anstieg 29 der Kontur sich in Drehrichtung der rotierenden Wandfläche 5 erstreckt. Mit Hilfe dieser Maßnahme werden die Partikel immer wieder von der stehenden Wand abgestoßen und gelangen in Bereiche mit einer höheren örtlichen Rotationsgeschwindigkeit des Mediums, um somit nach mehreren Umläufen wieder den Radseitenraum 13 oder 14 verlassen zu können. Die Fig. 25 zeigt eine Draufsicht auf eine derartig gestaltete Wandfläche 7.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine, zur Förderung von mit festen Partikeln beladenen Medien, mit einem oder mehreren innerhalb eines Gehäuses (1) angeordneten Laufrädern (3,16,2.1,2.2), wobei die Laufräder (2.1,2.2,3,16) mit mindestens einer Radscheibe (5,6) versehen sind, zwischen Gehäuse (1) und Radscheibe (5,6) ein Radseitenraum (12,13) ausgebildet ist, und zwischen Radscheibe (5,6) und Gehäuse (1) eine Spaltdichtung (10,11,11.1,11.2) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Radseitenräume (12,13) begrenzende stillstehende Wandfläche (6,7) in Richtung einer wandnahen Strömung vor der Spaltdichtung (5,6,11.1,11.2) einen ringförmigen Vorsprung (17) aufweisen, deren Form die wandnahe Strömung entlang der stillstehenden Wandfläche (6,7) eines Radseitenraumes (12,13) in Richtung der rotierenden Radscheibe (4,6) eines Laufrades (3,2.1,2.2) und in Bereiche höherer Rotationsbewegung des Strömungsmediums leitet, wobei der Spalt (18) zwischen Vorsprung (17) und der Radscheibe mindestens 2 mm beträgt.
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den stillstehenden Gehäusewandflächen (6, 7) eine in axialer Richtung vorspringende Ringfläche oder ein Ring (17) angeordnet ist.
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß gegenüberliegend dem Endbereich der Ringfläche oder des Ringes (17) an der rotierenden Wandfläche (4, 5) mehrere kurze Schaufeln oder Nuten (19) angebracht sind.
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche oder der Ring (17) mit einem an der rotierenden Wandfläche (4, 5) auf größerem oder kleinerem Durchmesser angeordneten, beschaufelten oder genuteten Ringfläche (1) oder Ring (20) zusammenwirkt.
5. Strömungsmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche oder der Ring (17) mit einem sich in radialer Richtung erstreckenden vorspringenden Scheibenelement (23) versehen ist.

6. Strömungsmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß gegenüberliegend dem Bereich des Scheibenelementes (23) an der rotierenden Wandfläche (4, 5) mehrere kurze Schaufeln (19) oder Nuten angeordnet sind.
- 5 7. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringfläche oder der Ring (17) aus mehreren Segmenten (17.2) besteht, wobei der Mittelpunkt jedes Segmentes (17.2) außerhalb der Drehachse angeordnet ist.
8. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß am rotierenden Ring (20) angebrachte Nuten oder Schaufeln (19) schräg zur Drehachse verlaufen.
- 10 9. Strömungsmaschine, zur Förderung von mit festen Partikeln beladenen Medien, mit einem oder mehreren innerhalb eines Gehäuses (1) angeordneten Laufrädern (2.1, 2.2, 3, 16), wobei die Laufräder (2.1, 2.2, 3, 16) mit mindestens einer Radscheibe (5,6) versehen sind, zwischen Gehäuse (1) und Radscheibe (5,6) ein Radseitenraum (12,13) ausgebildet ist, und zwischen Radscheibe (5,6) und Gehäuse (1) eine Spaltdichtung (10,11,11.1,11.2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Radseitenräume (12,13) begrenzende stillstehende Wandfläche (6,7) in Richtung einer wandnahen Strömung vor der Spaltdichtung (5,6,11.1,11.2) eine ringförmige Ausnehmung (25) aufweist, deren Form die wandnahe Strömung entlang der stillstehenden Wandfläche (6,7) eines Radseitenraumes (12,13) in Richtung der rotierenden Radscheibe (4,6) eines Laufrades (2.1, 2.2, 3) und in Bereiche höherer Rotationsbewegung des Strömungsmediums leitet, wobei die Tiefe (t_2) der Ausnehmung (25) mindestens dem Dreifachen der örtlichen Grenzschichtdicke entspricht.
- 15 10. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in die stillstehende Wandfläche (6, 7) eine ringförmige Ausnehmung (25) eingeformt ist, wobei der Übergang zwischen Ausnehmung (25) und stillstehender Wandfläche (6, 7) mit einer Abströmkante (26) versehen ist.
- 25 11. Strömungsmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß gegenüber der Abströmkante (26) an der rotierenden Wandfläche (4, 5) mehrere kurze Schaufeln (19) oder Nuten angebracht sind.
- 30 12. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß an der stillstehenden Wandfläche (6, 7) mehrere Nuten (27) und/oder Schaufeln (28) angebracht sind, die sich in Drehrichtung der gegenüberliegenden rotierenden Wandfläche radial nach außen entwickeln.
- 35 13. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die stillstehende Wandfläche (6, 7) mit sich nach außen entwickelnden, eine flache Anstiegsfläche (29) aufweisenden Nuten versehen ist.

Claims

- 40 1. Turbo-machine for the delivery of media laden with solid particles, having one or more impellers (3, 16, 2.1, 2.2) arranged inside a casing (1), the impellers (2.1, 2.2, 3, 16) being provided with at least one impeller disc (4, 5), an impeller side space (12, 13) being formed between casing (1) and impeller disc (4, 5), and a gap seal (10, 11, 11.1, 11.2) being arranged between impeller disc (4, 5) and casing (1), characterized in that a stationary wall surface (6, 7) limiting the impeller side spaces (12, 13) has an annular projection (17) in the direction of a flow, close to the wall, upstream of the gap seal (10, 11, 11.1, 11.2), the shape of which projection (17) directs the flow which is close to the wall along the stationary wall surface (6, 7) of an impeller side space (12, 13) in the direction of the rotating impeller disc (4, 5) of an impeller (3, 2.1, 2.2) and into regions of greater rotational motion of the flow medium, the gap (S) between the projection (17) and the impeller disc being at least 2 mm.
- 45 2. Turbo-machine according to Claim 1, characterized in that an annular surface projecting in axial direction or a ring (17) is arranged on the stationary casing wall surfaces (6, 7).
- 50 3. Turbo-machine according to Claim 2, characterized in that, opposite the end region of the annular surface or of the ring (17), a plurality of short blades or grooves (19) are fixed on the rotating wall surface (4, 5).
- 55 4. Turbo-machine according to Claim 2, characterized in that the annular surface or the ring (17) interacts with a bladed or grooved annular surface or ring (20) arranged at the rotating wall surface (4, 5) on a larger or smaller diameter.

5. Turbo-machine according to Claims 1 to 4, characterized in that the annular surface or the ring (17) is provided with a projecting disc element (23) extending in radial direction.
6. Turbo-machine according to Claim 5, characterized in that, opposite the region of the disc element (23), a plurality of short blades (19) or grooves are arranged at the rotating wall surface (4, 5).
7. Turbo-machine according to Claim 2, characterized in that the annular surface or the ring (17) consists of a plurality of segments (17.2), the centre point of each segment (17.2) being arranged outside the axis of rotation.
8. Turbo-machine according to Claim 2, characterized in that grooves or blades (19) fixed on the rotating ring (20) run at an angle to the axis of rotation.
9. Turbo-machine for the delivery of media laden with solid particles, having one or more impellers (2.1, 2.2, 3, 16) arranged inside a casing (1), the impellers (2.1, 2.2, 3, 16) being provided with at least one impeller disc (4, 5), an impeller side space (12, 13) being formed between casing (1) and impeller disc (4, 5), and a gap seal (10, 11, 11.1, 11.2) being arranged between impeller disc (4, 5) and casing (1), characterized in that a stationary wall surface (6, 7) limiting the impeller side spaces (12, 13) has an annular recess (25) in the direction of a flow, close to the wall, upstream of the gap seal (10, 11, 11.1, 11.2), the shape of which recess (25) directs the flow which is close to the wall along the stationary wall surface (6, 7) of an impeller side space (12, 13) in the direction of the rotating impeller disc (4, 5) of an impeller (2.1, 2.2, 3) and into regions of greater rotational motion of the flow medium, the depth (t_2) of the recess (25) corresponding to at least three times the local boundary-layer thickness.
10. Turbo-machine according to Claim 9, characterized in that an annular recess (25) is formed in the stationary wall surface (6, 7), the transition between recess (25) and stationary wall surface (6, 7) being provided with a flow-off edge (26).
11. Turbo-machine according to Claim 10, characterized in that, opposite the flow-off edge (26), a plurality of short blades (19) or grooves are fixed on the rotating wall surface (4, 5).
12. Turbo-machine according to one of Claims 1 to 11, characterized in that a plurality of grooves (27) and/or blades (28) which develop radially outwards in the direction of rotation of the opposite, rotating wall surface are fixed on the stationary wall surface (6, 7).
13. Turbo-machine according to one of Claims 1 to 12, characterized in that the stationary wall surface (6, 7) is provided with outwardly developing grooves having a gently sloping surface (29).

Revendications

1. Turbomachine pour le transport de fluides chargés de particules solides, avec une ou plusieurs roues mobiles (3, 16, 2.1, 2.2) disposées à l'intérieur d'un corps (1), dans laquelle les roues mobiles (2.1, 2.2, 3, 16) sont pourvues d'au moins un disque de roue (5, 6), un espace (12, 13) latéral à la roue est formé entre le corps (1) et le disque de roue (5, 6), et une boîte à labyrinthe (10, 11, 11.1, 11.2) est disposée entre le disque de roue (5, 6) et le corps (1), caractérisée en ce que la surface de paroi fixe (6, 7) délimitant des espaces (12, 13) latéraux à la roue présente, avant la boîte à labyrinthe (5, 6, 11.1, 11.2) dans la direction d'un écoulement proche de la paroi, une saillie annulaire (17) dont la forme conduit l'écoulement proche de la paroi le long de la surface de paroi fixe (6, 7) d'un espace (12, 13) latéral à la roue en direction du disque de roue tournant (4, 6) d'une roue mobile (3, 2.1, 2.2) et dans des zones avec un mouvement de rotation plus élevé du fluide en écoulement, la fente (5) entre la saillie (17) et le disque de roue valant au moins 2 mm.
2. Turbomachine suivant la revendication 1, caractérisée en ce qu'une surface annulaire saillante en direction axiale ou un anneau (17) est disposée sur les surfaces de paroi fixe (6, 7) du corps.
3. Turbomachine suivant la revendication 2, caractérisée en ce que plusieurs aubes courtes ou des rainures (19) sont placées sur la surface de paroi tournante (4, 5) en face de la zone d'extrémité de la surface annulaire ou de l'anneau (17).
4. Turbomachine suivant la revendication 2, caractérisée en ce que la surface annulaire ou l'anneau (17) coopère

avec une surface annulaire (1) ou un anneau (20) garni(e) d'aubes ou de rainures, disposée sur la surface de paroi tournante (4, 5) à un diamètre plus grand ou plus petit.

5 5. Turbomachine suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la surface annulaire ou l'anneau (17) est pourvue d'un élément de disque en saillie (23) s'étendant en direction radiale.

6. Turbomachine suivant la revendication 5, caractérisée en ce que plusieurs aubes courtes (19) ou des rainures sont disposées sur la surface de paroi tournante (4, 5), en face de la zone de l'élément de disque (23).

10 7. Turbomachine suivant la revendication 2, caractérisée en ce que la surface annulaire ou l'anneau (17) se compose de plusieurs segments (17.2), le point milieu de chaque segment (17.2) étant disposé à l'extérieur de l'axe de rotation.

15 8. Turbomachine suivant la revendication 2, caractérisée en ce que les rainures ou les aubes (19) placées sur l'anneau tournant (20) sont orientées en oblique par rapport à l'axe de rotation.

20 9. Turbomachine pour le transport de fluides chargés de particules solides, avec une ou plusieurs roues mobiles (2.1, 2.2, 3, 16) disposées à l'intérieur d'un corps (1), dans laquelle les roues mobiles (2.1, 2.2, 3, 16) sont pourvues d'au moins un disque de roue (5, 6), un espace (12, 13) latéral à la roue est formé entre le corps (1) et le disque de roue (5, 6), et une boîte à labyrinthe (10, 11, 11.1, 11.2) est disposée entre le disque de roue (5, 6) et le corps (1), caractérisée en ce que la surface de paroi fixe (6, 7) délimitant des espaces (12, 13) latéraux à la roue présente, avant la boîte à labyrinthe (5, 6, 11.1, 11.2) dans la direction d'un écoulement proche de la paroi, une cavité annulaire (25) dont la forme conduit l'écoulement proche de la paroi le long de la surface de paroi fixe (6, 7) d'un espace (12, 13) latéral à la roue en direction du disque de roue tournant (4, 6) d'une roue mobile (2.1, 2.2, 3) et dans des zones avec un mouvement de rotation plus élevé du fluide en écoulement, la profondeur (t_2) de la cavité (25) correspondant au moins au triple de l'épaisseur locale de la couche limite.

30 10. Turbomachine suivant la revendication 9, caractérisée en ce qu'une cavité annulaire (25) est formée dans la surface de paroi fixe (6, 7), la transition entre la cavité (25) et la surface de paroi fixe (6, 7) étant pourvue d'une arête d'échappement (26).

11. Turbomachine suivant la revendication 10, caractérisée en ce que plusieurs aubes courtes (19) ou des rainures sont placées sur la surface de paroi tournante (4, 5), en face de l'arête d'échappement (26).

35 12. Turbomachine suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que plusieurs rainures (27) et ou aubes (28), qui se développent radialement vers l'extérieur, dans la direction de rotation de la surface de paroi tournante opposée, sont placées sur la surface de paroi fixe (6, 7).

40 13. Turbomachine suivant l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la surface de paroi fixe (6, 7) est pourvue de rainures se développant vers l'extérieur, qui présentent une surface plate montante (29).

Fig. 1

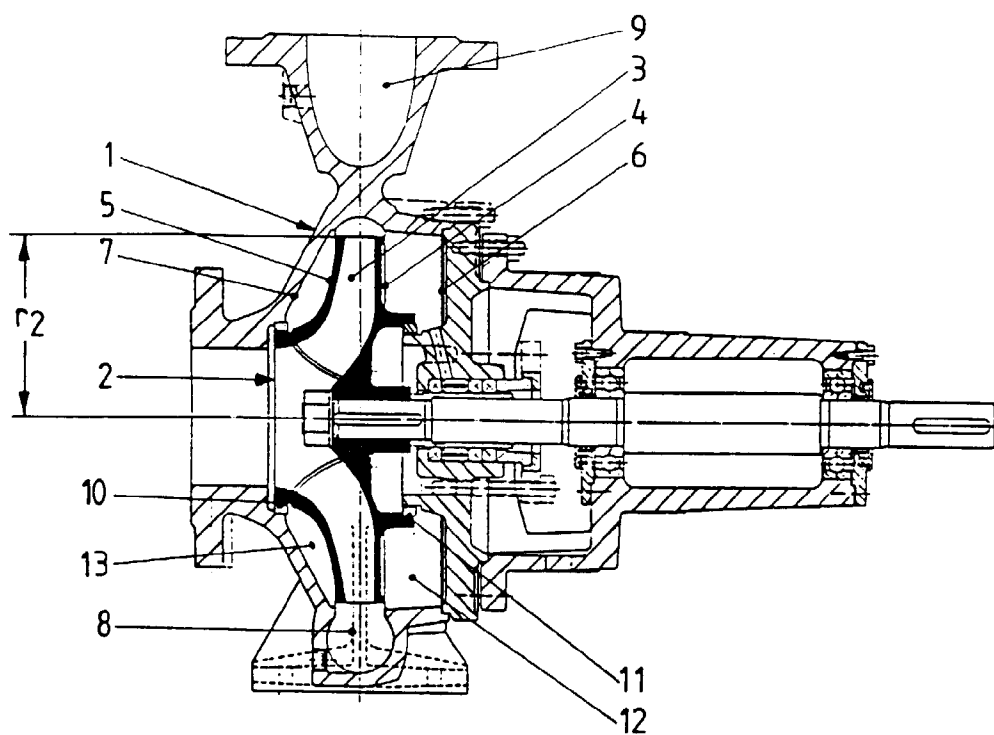
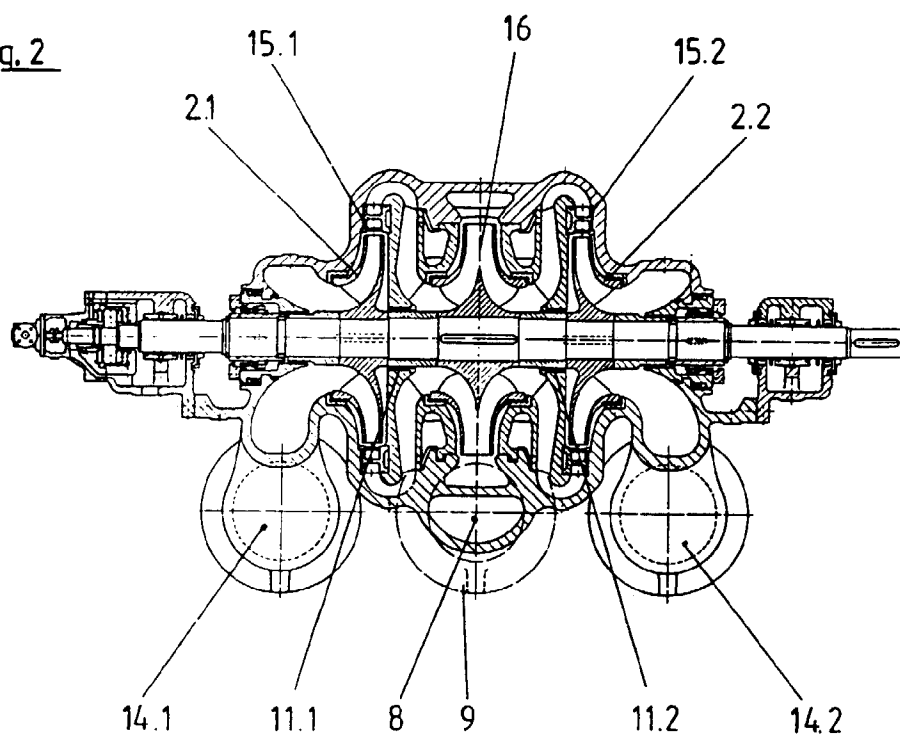


Fig. 2



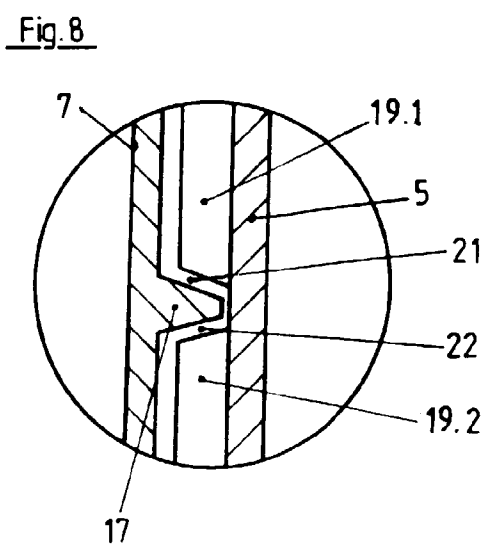
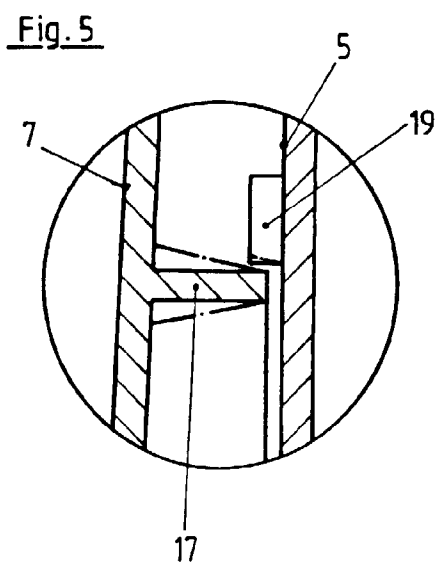
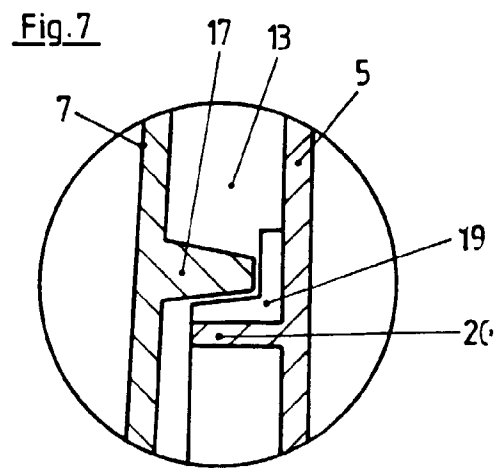
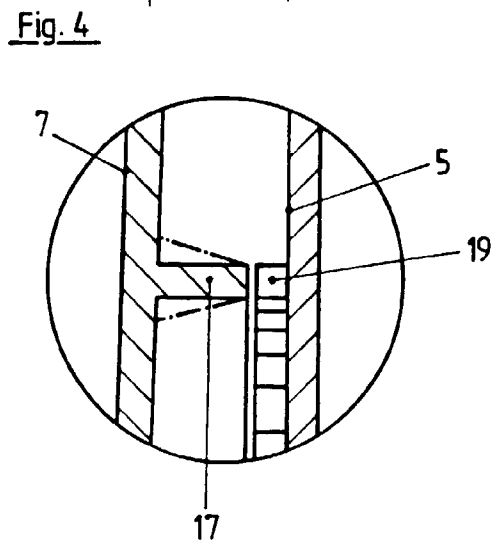
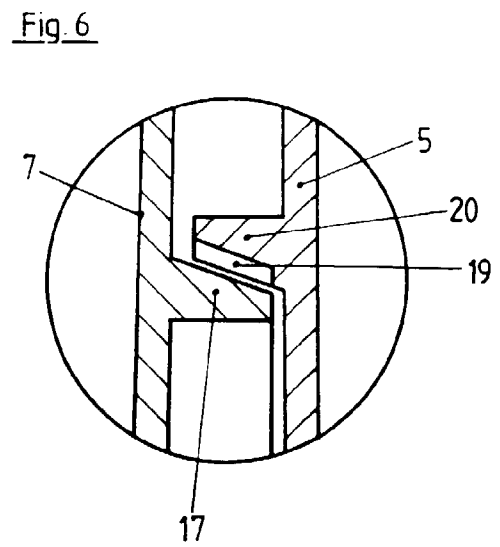
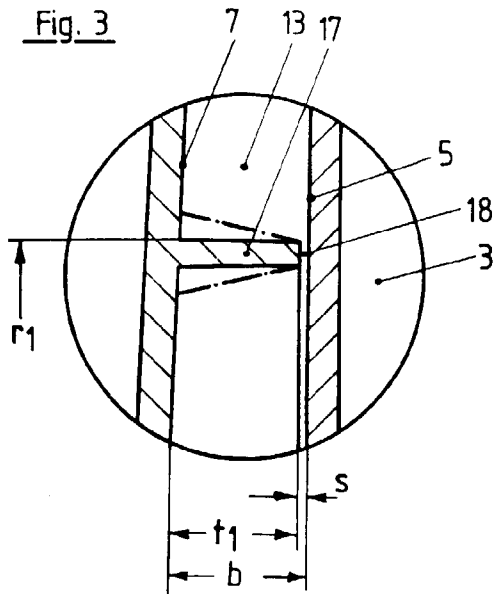


Fig. 9

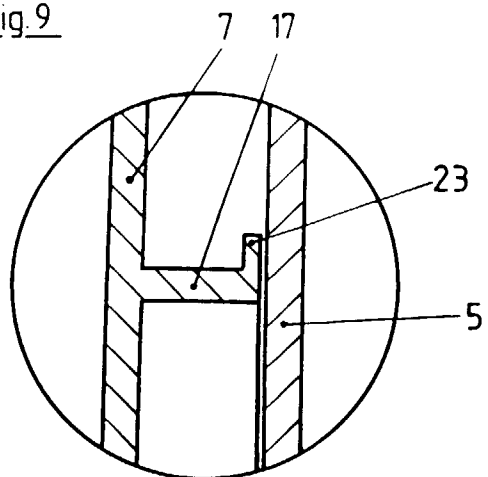


Fig. 10

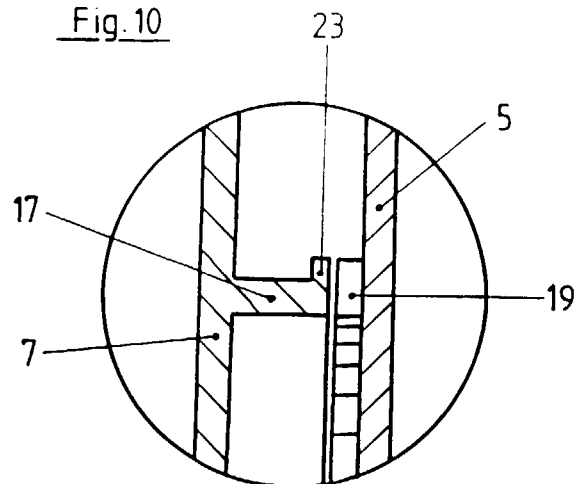


Fig. 11

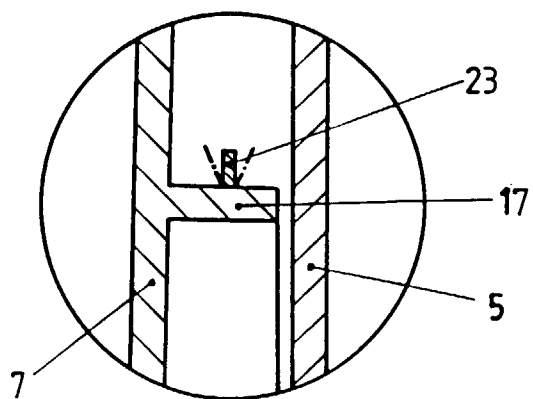


Fig. 12

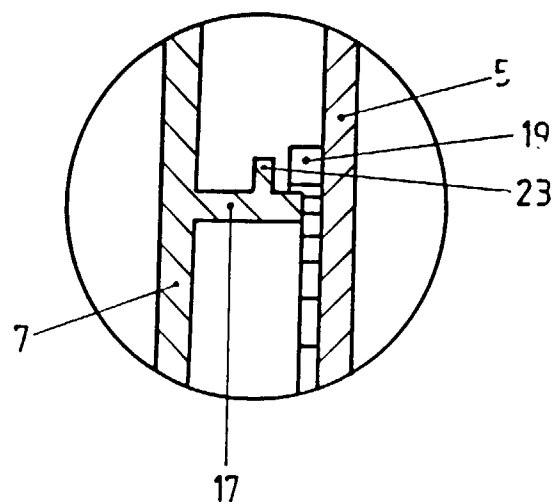


Fig. 13

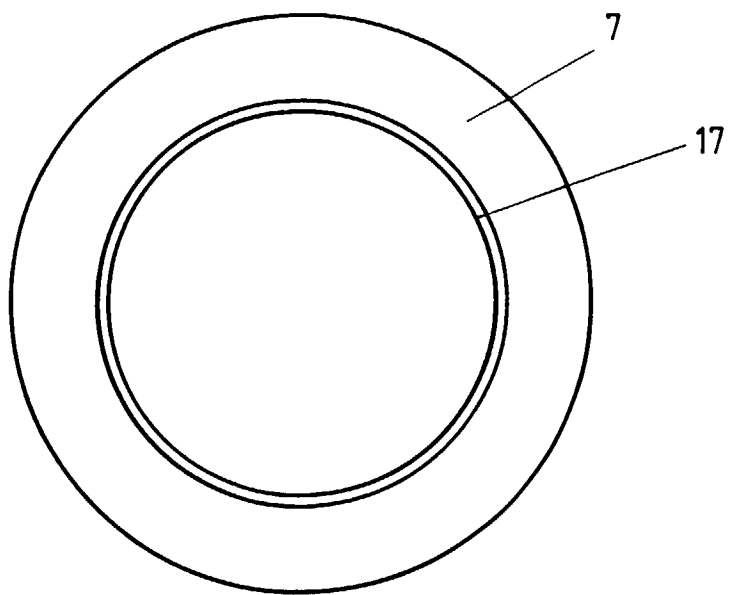


Fig. 14

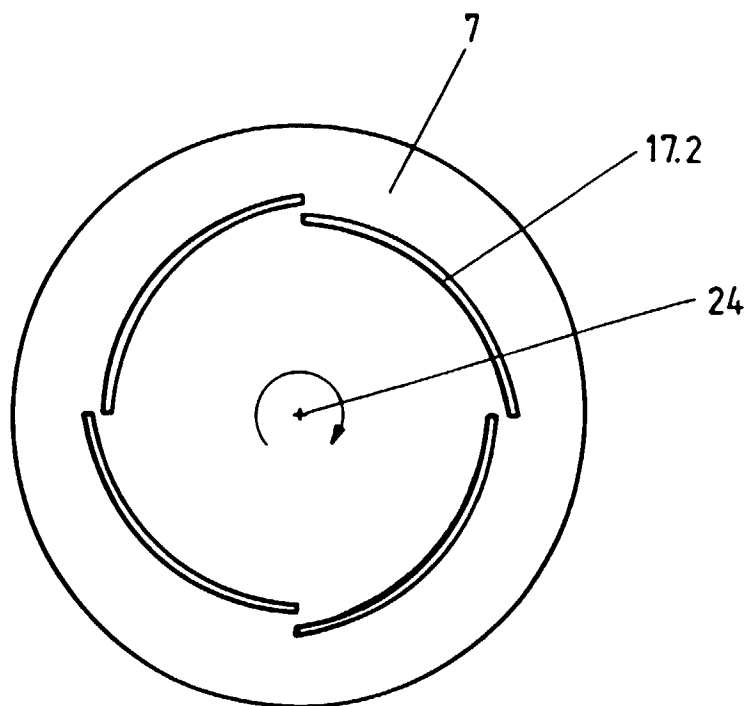


Fig. 18

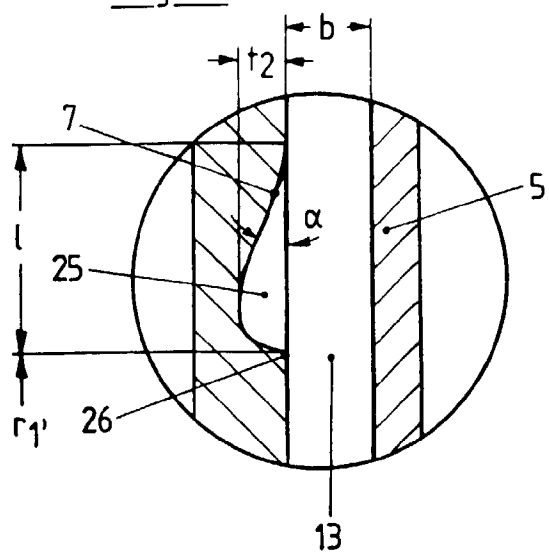


Fig. 19

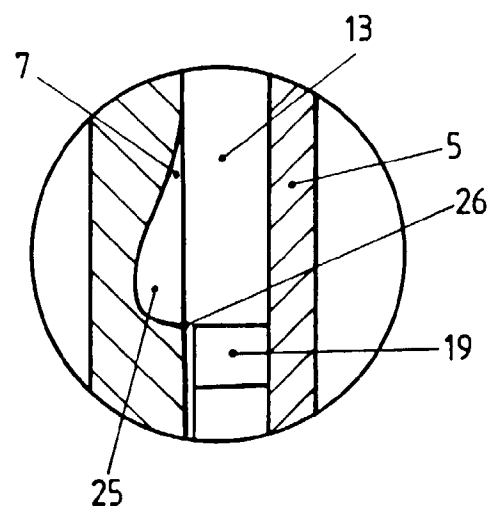


Fig. 20

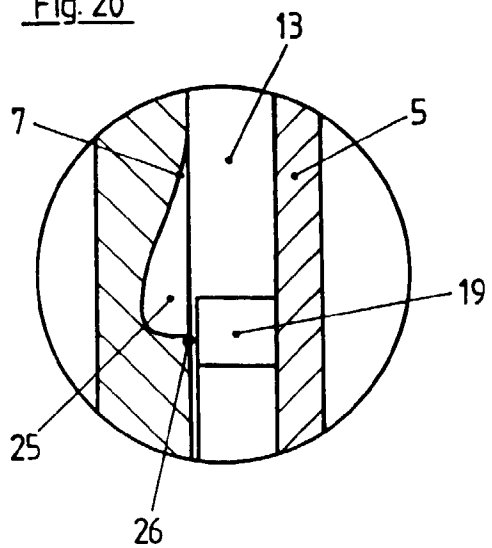


Fig. 21

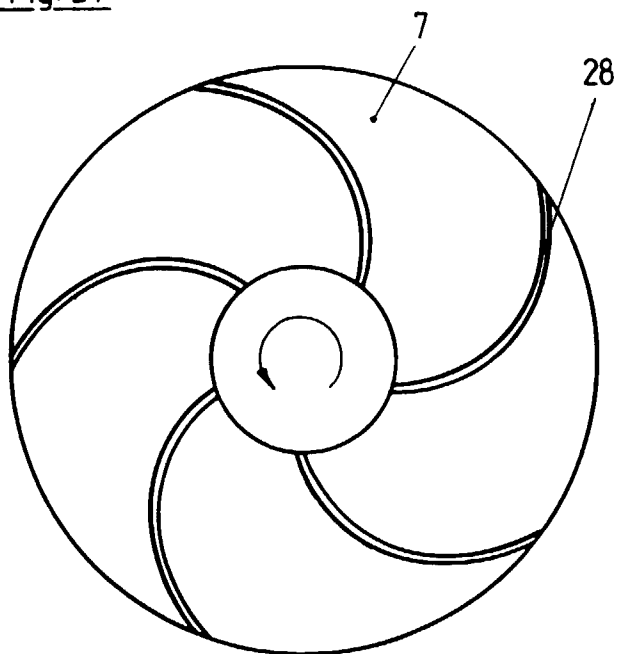


Fig. 22

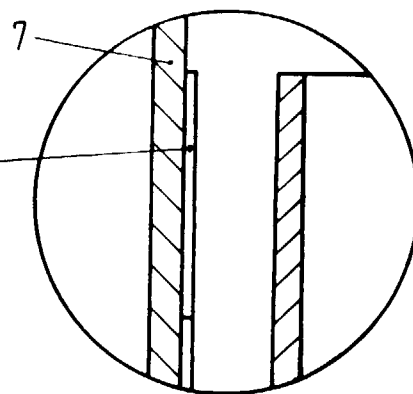


Fig. 23

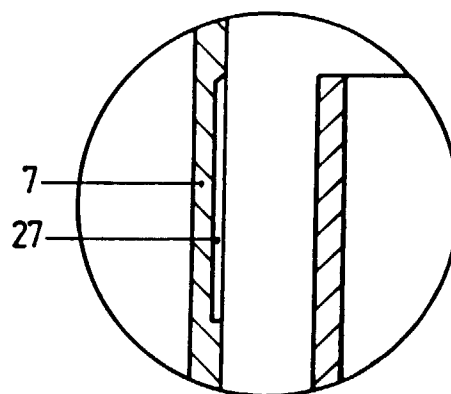


Fig. 24

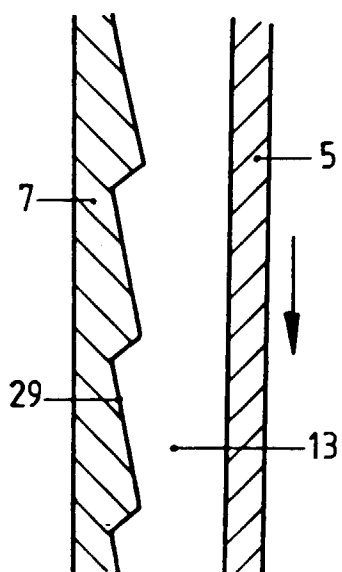


Fig. 25

