



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 60 2004 006 301 T2 2007.12.27

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 692 397 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 60 2004 006 301.0

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/SE2004/001503

(96) Europäisches Aktenzeichen: 04 793 806.3

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2005/038260

(86) PCT-Anmeldetag: 20.10.2004

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 28.04.2005

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 23.08.2006

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 02.05.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 27.12.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: F04D 7/04 (2006.01)

F04D 29/44 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0302752 20.10.2003 SE

(73) Patentinhaber:

ITT Mfg. Enterprises, Inc., Wilmington, Del., US

(74) Vertreter:

Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, TR

(72) Erfinder:

LINDSKOG, Martin, S-131 41 NACKA, SE

(54) Bezeichnung: ZENTRIFUGALPUMPE

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 eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****TECHNISCHES GEBIET**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Pumpe des rotationsdynamischen Typs, die mindestens ein Laufrad aufweist, das in einem Pumpengehäuse angeordnet ist, und die von einem Elektromotor angetrieben wird.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Pumpen der vorstehend genannten Art lassen sich grob in zwei Klassen einteilen: Zentrifugalpumpen und Axialpumpen.

**[0003]** Die Zentrifugalpumpe besitzt ein Laufrad bestehend aus einer Nabe und mindestens einer Abdeckscheibe mit einer Anzahl von an der Nabe angeordneten Schaufeln, wobei es sich hierbei um ein sogenanntes offenes Laufrad handelt. Ein sogenanntes geschlossenes Laufrad ist mit zwei Abdeckscheiben und dazwischen angeordneten Schaufeln ausgebildet. Die Flüssigkeit wird in beiden Fällen in Axialrichtung im Zentrum des Laufrads angesaugt und verlässt das Laufrad an der Peripherie in erster Linie in Tangentialrichtung.

**[0004]** Die Axialpumpe unterscheidet sich von der vorstehend genannten Zentrifugalpumpe dadurch, dass die Flüssigkeit die Pumpe in erster Linie in Axialrichtung verlässt. Diese Umlenkung erfolgt mit Hilfe einer Anzahl von Führungsschienen, die strömungsabwärts in dem Pumpengehäuse angeordnet sind. Die Führungsschienen dienen normalerweise auch als Abstützelemente in der Konstruktion des Pumpengehäuses.

**[0005]** Beim Pumpen von verunreinigten Flüssigkeiten, wie z.B. Abwasser, Wasser in Minen, an Baustellen usw., wird der Pumpvorgang häufig durch die Verschmutzungen beeinträchtigt. Dies kann ein Zusetzen der Pumpenlaufräder und der Pumpengehäuse verursachen und häufig auch zu einem beträchtlichen Verschleißproblem führen.

**[0006]** Beim Pumpen von Abwasser, das längliche Gegenstände, wie z.B. Fetzen, enthalten kann, gibt es verschiedene Verfahren zum Lösen des Problems. Ein offenes Pumpenlaufrad mit nur einer Abdeckscheibe ist dann bevorzugt, doch selbst dann können noch Maßnahmen von außen erforderlich sein. Eine solche Maßnahme kann darin bestehen, das Pumpenlaufrad in bestimmten Intervallen rückwärts laufen zu lassen. Eine weitere besteht in der Anordnung von irgendeiner Art von Schneideeinrichtung vor dem Zugang. Die US 5 516 261 offenbart ein offenes Pumpenlaufrad zum Pumpen von Abwasser, bei dem der Boden des Pumpengehäuses mit einer spiralförmig ausgebildeten Nut versehen ist, die Verunrei-

nigungen in Richtung auf die Peripherie nach außen führt, wo diese weniger Schaden hervorrufen können.

**[0007]** Bei Pumpvorgängen, bei denen große Hubhöhen erforderlich sind, wie z.B. in Minen, werden geschlossene Pumpenlaufräder verwendet, d.h. solche mit zwei Abdeckscheiben sowie mit einer oberen und einer unteren sowie zwischengeordneten Schaufeln. Derartige Schaufeln weisen bei großen Druckhöhen allgemein gesagt eine höhere Effizienz auf als offene Laufräder. Andererseits haben geschlossene Laufräder eine geringere Durchführung, wobei dies ein höheres Risiko für ein Zusetzen bedeutet.

**[0008]** Die Verunreinigungen, die bei Pumpvorgängen in Minen vorhanden sind, beinhalten häufig Elemente aus Material mit hohen Abriebegenschaften, so dass das Material sowohl des Pumpenlaufrads als auch des Pumpengehäuses hohen Belastungen ausgesetzt ist. Diese Probleme lassen sich zum Teil durch eine spezielle Oberflächenbehandlung oder durch Härtung der verschiedenen Komponenten lösen, doch selbstverständlich ist es erwünscht, dass die Abrieb verursachenden Partikel das Pumpengehäuse schnellstmöglich verlassen, um unnötigen Verschleiß zu vermeiden. Weiterhin ist die Geometrie der Teile, die für die Pumpfunktion wichtig sind, zum Reduzieren von Verschleiß von zentraler Bedeutung.

**KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

**[0009]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung einer Lösung hinsichtlich des Verschleißproblems durch eine bestimmte Ausbildung des Bodens des Pumpengehäuses.

**[0010]** Gemäß einem Hauptgesichtspunkt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung gelöst, wie sie im Anspruch 1 angegeben ist.

**[0011]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0012]** Gemäß einem Hauptgesichtspunkt zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Zentrifugalpumpe zum Pumpen von Flüssigkeiten, die Verunreinigungen in erster Linie in Form von festen Stoffen enthalten, wobei die Pumpe eine Antriebseinheit und eine Hydraulikeinheit aufweist, wobei die Hydraulikeinheit ein Pumpengehäuse und ein Pumpenlaufrad aufweist, das im Inneren des Gehäuses drehbar angeordnet ist, wobei das Pumpenlaufrad eine obere und eine untere Abdeckscheibe und eine Anzahl zwischengeordneter Schaufeln aufweist, wobei eine Bodenwand des Pumpengehäuses, die eine zentrale Einlassöffnung aufweist, mit wenigstens einer vorzugsweise spiralförmig verlaufenden, ein Zurückströmen unterbindenden Einrichtung auf der der unteren Abdeckscheibe gegenüberliegenden Seite ausgebildet

ist, die sich in teilweisen oder in vollständigen Windungen um die Einlassöffnung herum erstreckt.

**[0013]** Die ein Zurückströmen unterbindende Einrichtung kann in Form von Nuten und/oder Rippen in bzw. auf der Bodenwand ausgebildet sein.

**[0014]** Ferner bildet ein in Richtung auf den Einlass weisender Wandbereich der ein Zurückströmen unterbindenden Einrichtung mit der Ebene der Bodenwand einen Winkel, der vorzugsweise im Bereich von 85 bis 95 Grad liegen sollte.

**[0015]** Die ein Zurückströmen unterbindende Einrichtung gemäß der Erfindung bewirkt ein Unterbinden des Rückstroms, der Verunreinigungen enthält, und ein Eintreten von diesem in den Raum zwischen dem Laufrad und der Bodenwand, so dass ein Erreichen des Spalts durch die Verunreinigungen, wie z.B. Abrieb verursachende Partikel, in großem Umfang verhindert ist oder die Menge zumindest stark reduziert ist. Der größte Teil der Partikel tritt in die Nuten oder den Raum zwischen den Rippen ein, und aufgrund der spiralförmigen Formgebung werden die Partikel zu der Peripherie der Bodenplatte befördert und durch den Auslass ausgeleitet.

**[0016]** Man hat festgestellt, dass die Distanz zwischen der oberen Oberfläche der Rippen oder dem Plateau zwischen den Nuten sowie der unteren Abdeckscheibe in dem angegebenen Bereich liegen sollte. Eine zu große Distanz führt nicht zu der Entstehung der gewünschten Wirkung, und ein zu schmaler Spalt erhöht die Geschwindigkeit des Rückstroms, wodurch die Wirkung beeinträchtigt wird.

**[0017]** Ferner hat es sich gezeigt, dass eine ziemlich steile rückwärtige Oberfläche eine gesteigerte Wirkung hat, indem möglicherweise eine größere Störung in dem Rückstrom erzeugt wird.

**[0018]** Diese und weitere Gesichtspunkte und Vorteile der vorliegenden Erfindung erschließen sich aus der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung sowie aus den Begleitzzeichnungen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0019]** In der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung der Erfindung wird auf die Begleitzzeichnungen Bezug genommen; in diesen zeigen:

**[0020]** [Fig. 1](#) einen Axialschnitt durch eine erfundungsgemäße Pumpe,

**[0021]** [Fig. 2](#) ein Detail des markierten Bereichs der [Fig. 1](#),

**[0022]** [Fig. 3](#) eine Modifizierung des Details der [Fig. 2](#), und

**[0023]** [Fig. 4](#) eine Darstellung des Bodens des Pumpengehäuses, gesehen von oben.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0024]** Die in [Fig. 1](#) dargestellte Pumpe weist eine Antriebswelle **10** auf, die mit einem Elektromotor (nicht gezeigt) zum Betreiben der Pumpe verbunden ist. An dem unteren Ende der Welle ist ein Pumpenlaufrad **12** angebracht, das eine obere **14** und eine untere Abdeckscheibe **16**, Schaufeln **18** sowie rückwärtige Schaufeln **19** aufweist. Die vorstehend genannten Komponenten sind in einem Pumpengehäuse **20** angebracht, das eine Bodenwand **22**, einen Einlass **24** und einen Auslass **26** aufweist. Das Pumpenlaufrad **12** ist in dem Pumpengehäuse **20** derart angebracht, dass ein Spalt **28** zwischen der Umfangsfläche der unteren Abdeckscheibe **16** und einer inneren Seitenwand des Pumpengehäuses **20** vorhanden ist, ein Raum **29** zwischen der unteren Scheibe und der Bodenwand vorhanden ist sowie ein Spalt **30** zwischen einer unteren Oberfläche der unteren Abdeckscheibe **16** und einer oberen Oberfläche der Bodenwand **22** vorhanden ist.

**[0025]** Entsprechend den Prinzipien einer Zentrifugalpumpe wird die Flüssigkeit durch den Einlass **24** axial eingesaugt und sie verlässt die Pumpe durch den Auslass **26** gemäß den Strömungspfeilen A, B und C. Da der Druck am Auslass viel höher ist als am Einlass, kommt es stets dazu, dass ein gewisser Strom D durch den Spalt **28** zurückströmt und in den Raum **29** zwischen der unteren Abdeckscheibe **16** und dem Boden **22** des Pumpengehäuses strömt. Ein Teil dieses Stroms E strömt durch den Spalt **30** zurück zu dem Einlass, während ein Teil des Stroms F an der Unterseite der Abdeckscheibe **16** in Form einer sogenannten Grenzflächenströmung wieder nach außen geleitet wird. Eine Grenzflächenströmung ist auch entlang der Bodenwand vorhanden, ist jedoch nach innen gerichtet.

**[0026]** Der Rückstrom D erzeugt Verluste und führt auch dazu, dass Verunreinigungen, Abrieb hervorruhende Partikel und dergleichen sich unter der Abdeckscheibe ansammeln, da Partikel mit einer bestimmten Größe den Spalt **30** nicht passieren können. Dieses Ansammeln von Partikeln führt dann zu Verschleiß gegenüber dem Boden des Pumpengehäuses während des Betriebs der Pumpe. In den Spalt **30** eintretende Partikel wirken wie Schleifpartikel, die an den Oberflächen des Spalts starken Verschleiß hervorrufen. Dies kann in kurzer Zeit zu einer beträchtlichen Beeinträchtigung der Pumpenkapazität führen, da der Spalt durch Verschleiß größer wird.

**[0027]** Damit gewährleistet werden kann, dass in den Raum **29** zwischen der unteren Abdeckscheibe und der Bodenwand eingetretene, Abrieb hervorruhende Partikel nach außen in Richtung auf die Peripherie befördert werden, um weiter in Richtung auf den Pumpenauslass transportiert zu werden, ist die Bodenwand des Pumpengehäuses, die der unteren Oberfläche der unteren Abdeckscheibe des Laufrads gegenüberliegt, mit einer oder mehreren angestellten, eine Strömung unterbindenden Einrichtungen ausgebildet, die bei dem Ausführungsbeispiel in Form von spiraligen Nuten **32** dargestellt sind, die durch Rippen getrennt sind. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel verlaufen die Nuten in mehreren Windungen spiralig um die Einlassöffnung **24**. Die eine Strömung unterbindenden Einrichtungen sind derart angestellt, dass die radiale Distanz  $r$  von dem Zentrum in Rotationsrichtung  $R_d$  des Laufrads größer wird, wie dies in [Fig. 4](#) zu sehen ist.

**[0028]** Die Nuten haben Einfluss auf die Hauptströmung  $D$  und die in der Strömung enthaltenen Partikel, und zwar in einer derartigen Weise, dass das in den Raum eintretende Wasservolumen aufgrund der Rotation des Laufrads in Tangentialrichtung bewegt wird, wobei das Wasservolumen die angestellten, eine Strömung unterbindenden Einrichtungen entlangbewegt wird. Dieser Vorgang führt dazu, dass die Partikel in dem Wasser in den Nuten zwischen den Rippen in Rotationsrichtung bewegt werden und die Verunreinigungen aufgrund der angestellten, vorzugsweise spiraligen Formgebung der Nuten die Nuten entlangbefördert werden und durch den Auslass nach außen befördert werden oder zumindest an einem Ansammeln in dem Spalt gehindert werden. Aufgrund der vorliegenden Erfindung wird die radiale Komponente der Grenzflächenströmung entlang der Bodenwand unterbunden, so dass diese mehr in Tangentialrichtung gerichtet ist und auf diese Weise auch eine Bewegung des Teils des Wasservolumens in dem Boden der Nuten in Richtung der angestellten, ein Zurückströmen unterbindenden Einrichtungen unterbunden ist.

**[0029]** Bei Versuchen gab es verschiedene Faktoren, die den Prozess in dem Spalt scheinbar unterbinden, durch die auch das Ausmaß des Wasservolumens in den Nuten unterbunden wird. Zum Beispiel hat scheinbar die Distanz  $d$ , [Fig. 2](#), zwischen der unteren Oberfläche der unteren Abdeckscheibe und den oberen Oberflächen der Rippen zwischen den Nuten scheinbar einen Einfluss. Tests haben ein gutes Resultat bei dem Prozess gezeigt, wenn die Distanz  $d$  in dem Bereich von  $1/3$  bis  $2/3$  der Distanz zwischen dem Boden der Nuten und der unteren Oberfläche der unteren Abdeckscheibe liegt, wobei dies jedoch nicht als die Erfindung einschränkend zu verstehen ist. Zum Beispiel könnte die Distanz auch kleiner sein, wenn die Toleranzen des Laufrads und der Bodenwand enger sind oder wenn die Bodenwand

oder zumindest die Rippen aus einem federnd nachgiebigen Material, wie z.B. Gummi, hergestellt sind, das im Gebrauch eine gewisse Berührung zwischen den Teilen zulässt. Die Tiefe der Nuten und die Distanz zwischen den Rippen und somit das Volumen in den Nuten müssen berücksichtigt werden, damit der Prozess vorzugsweise auf das gesamte Wasservolumen Einfluss nimmt.

**[0030]** Der Anstellwinkel  $\alpha$  der spiraligen Rippen hat ebenfalls Einfluss beim Unterbinden der Strömungsrichtung und beim Transport von Partikeln in die Nuten. Es sollte im Prinzip möglich sein, gerade Kanten der eine Strömung unterbindenden Einrichtung mit einem Winkel zu der Radialrichtung zu haben, obwohl diese Ausbildung für den Transport von Partikeln in Richtung auf die Peripherie des Laufrads nicht optimal ist.

**[0031]** Die rückwärtigen Oberflächen der Rippen haben ebenfalls Einfluss auf den Prozess, und Tests haben gezeigt, dass ein Winkel  $\beta$  zwischen der rückwärtigen Oberfläche und einer zu dem Boden des Pumpengehäuses parallelen Ebene vorzugsweise im Bereich von  $85$  bis  $95$  Grad liegen sollte, s. [Fig. 2](#). Für einige Arten von Laufrädern jedoch, wie z.B. solchen mit konischer Formgebung und einer entsprechenden Formgebung der Bodenwand, s. [Fig. 3](#), lässt sich dieser Bereich nicht erzielen, zumindest nicht mit einer Metallguss-Bodenwand. Tests haben jedoch ein zufriedenstellendes Resultat bei einer Ausbildung gemäß [Fig. 3](#) gezeigt. Wenn die Bodenwand gemäß [Fig. 3](#) oder zumindest die eine Strömung unterbindende Einrichtung aus einem federnd nachgiebigen Material hergestellt ist, könnten die Rippen mit einem Winkel gemäß dem vorstehend genannten Bereich gegossen werden.

**[0032]** Mit der richtigen Ausbildung der Rippen und der Nuten lässt sich ein Trennungseffekt erzielen, der zu weniger und kleineren Partikeln im Vergleich zu der restlichen Flüssigkeit führt, wobei dies wiederum weniger Verschleiß bedeutet. In Anbetracht des Vorstehenden kann es sich bei der eine Strömung unterbindenden Einrichtung entweder um Nuten, die in die Bodenplatte spanend eingebracht oder durch Gießen gebildet sind, oder um Rippen handeln, die an der Bodenplatte angebracht oder durch Gießen gebildet sind. Je nach Ausbildung der Bodenplatte können die Rippen oder Nuten unterschiedlich ausgebildet sein. Die in der Zeichnung dargestellte Bodenplatte ist mit einer integralen, ein Zurückströmen unterbindenden Einrichtung ausgebildet, doch selbstverständlich könnte die ein Zurückströmen unterbindende Einrichtung auch als separates Teil ausgebildet sein, das in einer geeigneten Weise an der Bodenwand angebracht ist. Zum Steigern des Effekts kann die untere Abdeckscheibe mit rückwärtigen Schaufeln ausgebildet sein, die in Richtung auf die Bodenwand gedreht sind, die die Nuten/Rippen enthält. Solche rückwärti-

gen Schaufeln stellen jedoch einen gewissen Energieverlust dar und werden daher nur unter besonders schwierigen Bedingungen eingesetzt.

**[0033]** Es versteht sich, dass das vorstehend beschriebene und in den Zeichnungen dargestellte Ausführungsbeispiel als nicht einschränkendes Beispiel der Erfindung zu betrachten ist und dass dieses im Umfang der Patentansprüche in verschiedenartigster Weise modifiziert werden kann.

### Patentansprüche

1. Zentrifugalpumpe zum Pumpen von Flüssigkeiten, die Verunreinigungen in erster Linie in Form von festen Stoffen enthalten, wobei die Pumpe eine Antriebseinheit und eine Hydraulikeinheit aufweist, wobei die Hydraulikeinheit ein Pumpengehäuse (**20**) und ein Pumpenlaufrad (**12**) aufweist, das im Inneren des Gehäuses drehbar angeordnet ist, wobei das Pumpenlaufrad (**12**) eine obere (**14**) und eine untere (**16**) Abdeckscheibe und eine Anzahl zwischengeordneter Schaufeln (**18**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bodenwand (**22**) des Pumpengehäuses, die eine zentrale Einlassöffnung (**24**) aufweist, mit wenigstens einer spiraling verlaufenden, ein Zurückströmen unterbindenden Einrichtung (**32, 34**) auf der unteren Abdeckscheibe gegenüberliegenden Seite ausgebildet ist, die sich in teilweisen oder in vollständigen Windungen um die Einlassöffnung herum erstreckt.

2. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ein Zurückströmen unterbindende Einrichtung in Form von Nuten (**32**) in der Bodenwand ausgebildet ist.

3. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ein Zurückströmen unterbindende Einrichtung in Form von Rippen (**34**) auf der Bodenwand gebildet ist.

4. Zentrifugalpumpe nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein in Richtung auf den Einlass weisender Wandbereich der ein Zurückströmen unterbindenden Einrichtung mit der Ebene der Bodenwand einen Winkel ( $\beta$ ) bildet, der im Bereich von 85 bis 95 Grad liegt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

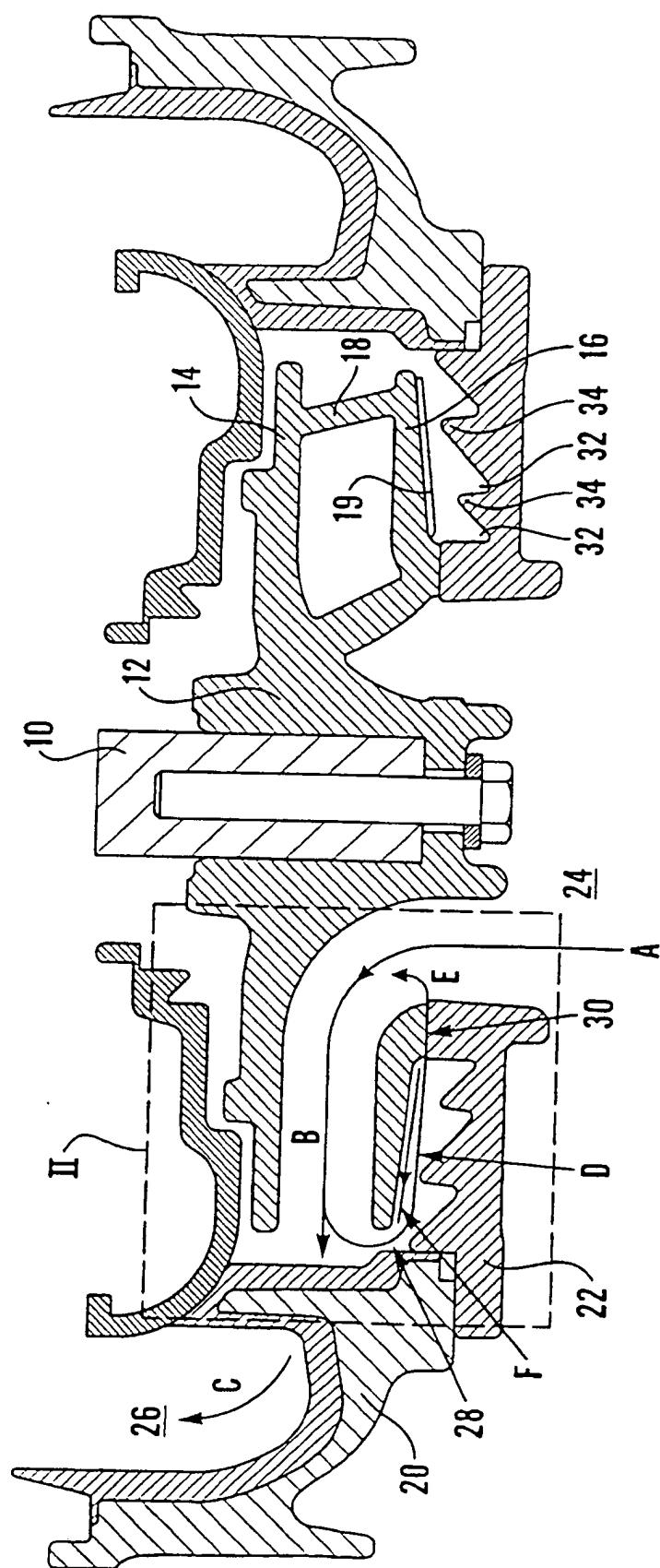


Fig. 1

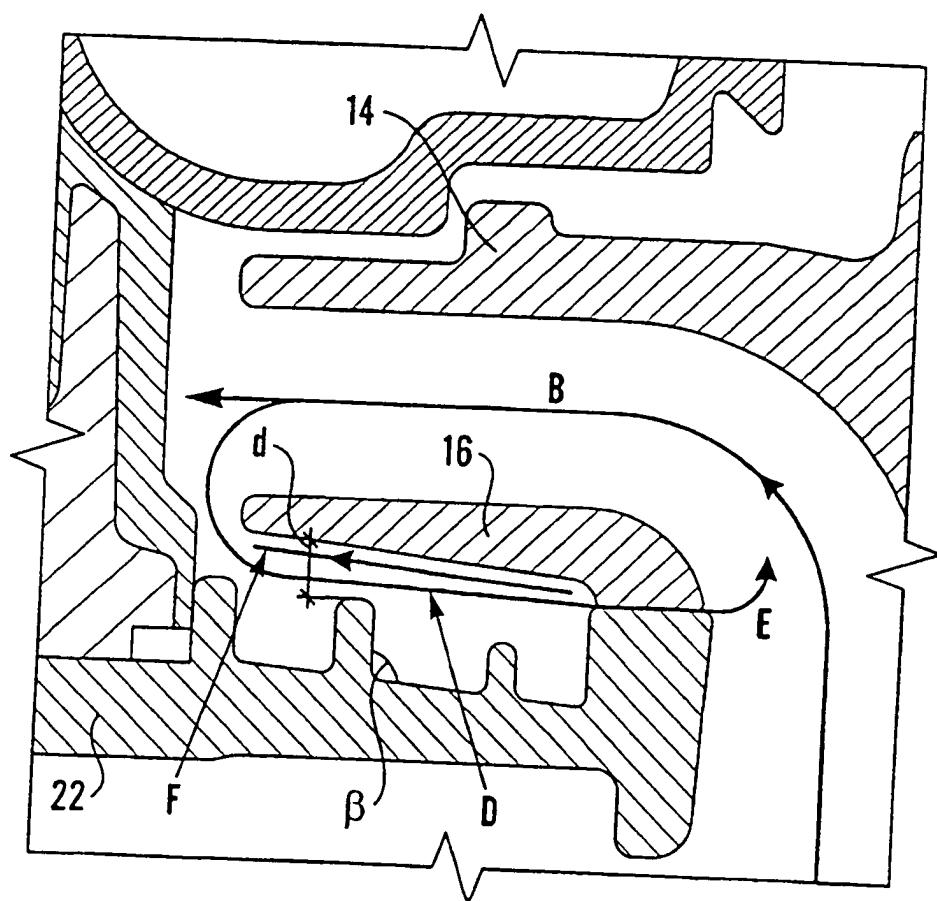


Fig.2

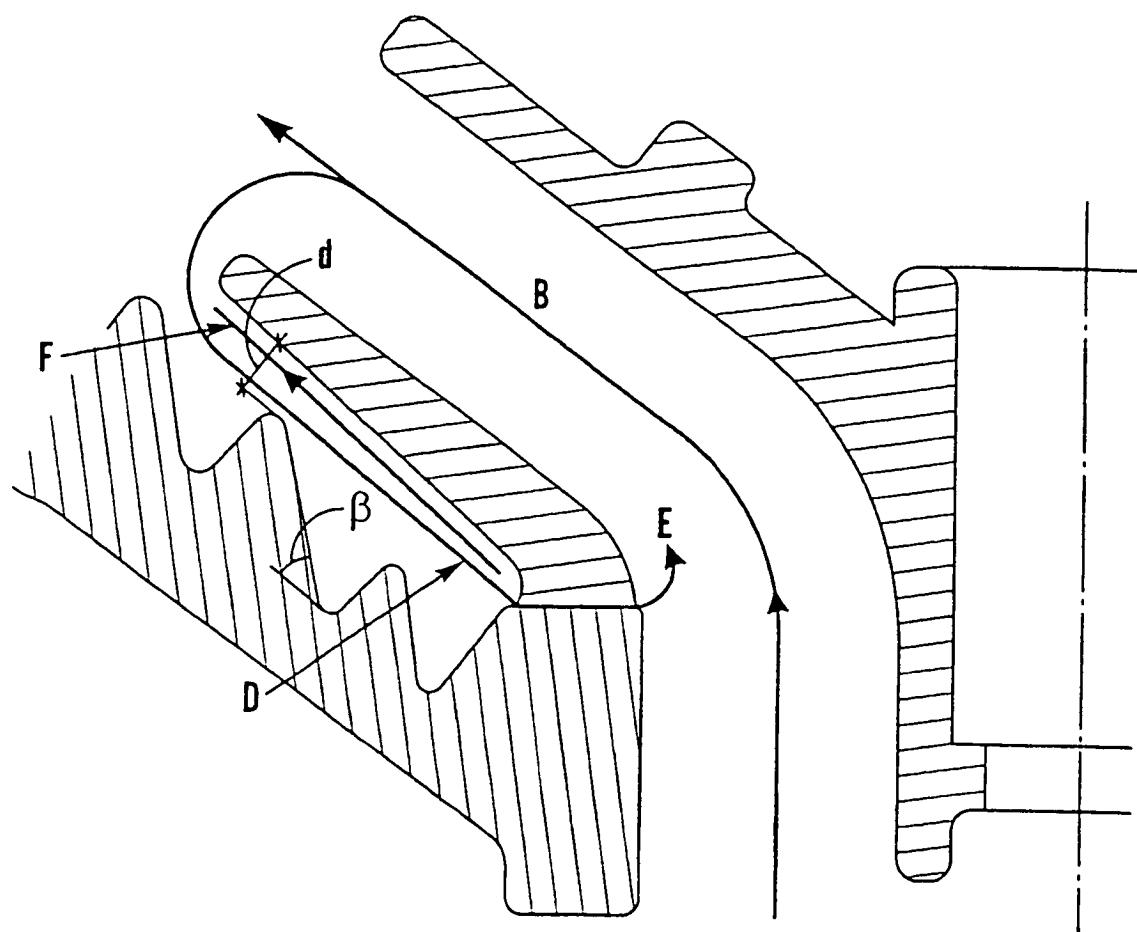


Fig.3

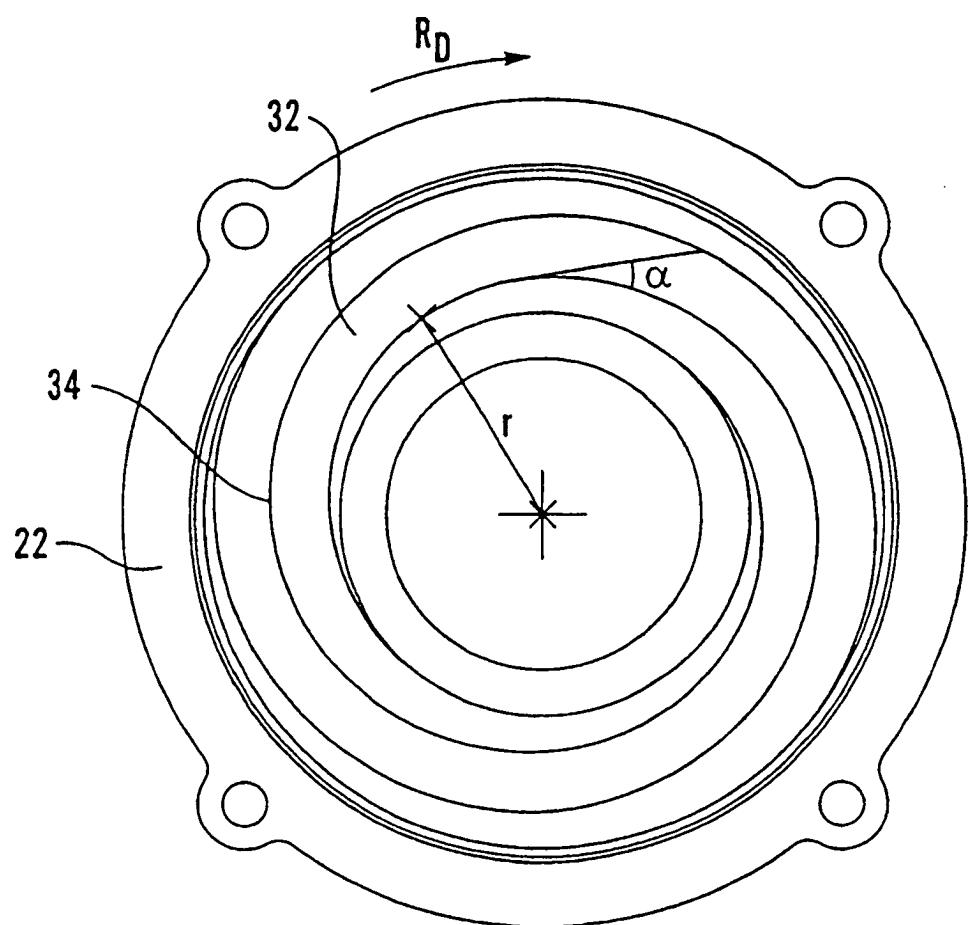


Fig.4