

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 688 955 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95108418.5**

(51) Int. Cl.⁶: **F04D 29/04**

(22) Anmeldetag: **01.06.95**

(30) Priorität: **23.06.94 DE 4421888**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.95 Patentblatt 95/52

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK FR GB

(71) Anmelder: **KSB Aktiengesellschaft**
Johann-Klein-Strasse 9
D-67227 Frankenthal (DE)

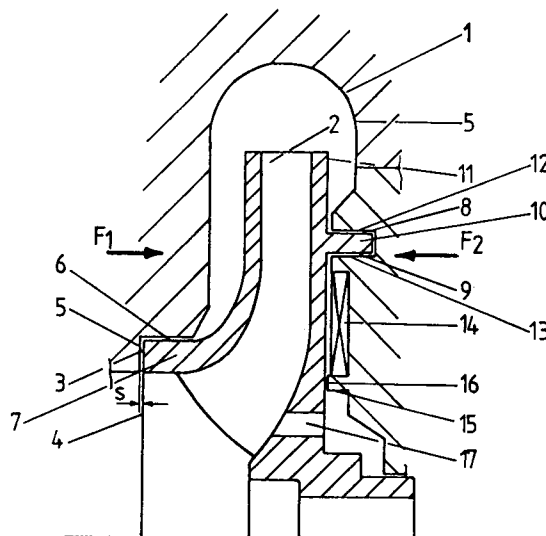
(72) Erfinder: **Metzinger, Wolfgang**
Am Zipser Berg 29
D-91257 Pegnitz (DE)

(54) Einrichtung zum Axialschubausgleich bei Kreiselpumpen

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum vollständigen Ausgleich des Axialschubes bei Kreiselpumpen, insbesondere bei Kreiselpumpen mit einer spezifischen Drehzahl von mehr als 15 min^{-1} .

Zur Erreichung einer stabilen Gleichgewichtslage des Läufers werden mehrere auf der Saug- und der Druckseite des Laufrades angeordnete Elemente, wie Dichtspalte (3,16), Gehäuserippen (14), Entlastungsbohrungen (17) und ein veränderlicher Axialspalt so aufeinander abgestimmt, daß sich starke, entgegengesetzt wirkende Kraftkomponenten ergeben, die bei einer Auslenkung aus der Gleichgewichtslage zu hohen Rückstellkräften führen.

Fig.1



EP 0 688 955 A1

Für den hydraulischen Axialschubausgleich bei Kreiselpumpen stehen sehr unterschiedliche Maßnahmen und Elemente zur Verfügung. Eine wesentliche Gemeinsamkeit der Mehrzahl der hierfür verwendeten Einrichtungen besteht darin, daß sie für die Bewerkstellung des hydraulischen Ausgleichs einer in einem Drosselspalt erzeugten Druckdifferenz bedürfen. Da die durch einen Drosselspalt zu erzielende Druckdifferenz aber proportional der Förderhöhe der Kreiselpumpe ist, kann es bei kleineren Förderhöhen, beispielsweise im Überlastbereich der Kreiselpumpe, zu einem Versagen der Ausgleichseinrichtung, also zu einem Anstreifen des Laufrades an einem feststehenden Teil der Kreiselpumpe kommen. Um dies zu verhindern, sah man noch ein Axiallager vor, das den von der hydraulisch wirkenden Ausgleichseinrichtung nicht bewältigten Restschub aufzunehmen vermochte.

Durch die DE 40 26 905 A1 ist eine Einrichtung zum vollständigen Ausgleich des Axialschubes bei Kreiselpumpen bekannt, die neben einem in herkömmlicher Weise arbeitenden hydraulischen Axialschubausgleich ein zweites, ebenfalls hydraulisch wirkendes Ausgleichssystem besitzt. Dieses zweite System stützt sich auf Mittel, die eine Druckerhöhung im druckseitigen Seitenraum des Laufrades bei einer unter einen vorgegebenen Wert absinkenden Förderhöhe bewirken. Da es somit nicht auf die Pumpenförderhöhe als Wirkparameter angewiesen ist, kann es auch bei kleinen Förderhöhen selbständig einen vollständigen Ausgleich der Axialkräfte erreichen.

Auch die vorliegende Erfindung bezweckt einen vollständigen hydraulischen Ausgleich des Axialschubes. Sie geht allerdings einen anderen Weg als die oben geschilderte Einrichtung.

Genau gesagt, handelt es sich bei der Erfindung um eine Einrichtung zum vollständigen Ausgleich des Axialschubes bei Kreiselpumpen, insbesondere bei Kreiselpumpen mit einer spezifischen Drehzahl von mehr als 15 min^{-1} , wobei folgende miteinander im Wirkzusammenhang stehende Merkmale am Laufrad und der das Laufrad umgebenden Gehäusewand der Kreiselpumpe vorhanden sind:

- a) ein zwischen dem Laufradhals und der Gehäusewand gebildeter veränderlicher Dichtspalt;
- b) mehrere auf der Druckseite des Laufrades angeordnete radial verlaufende Häuserrippen;
- c) ein oder mehrere, auf größerem Durchmesser als die Häuserrippen angeordnete radiale Dichtspalte, die zwischen kreisringförmig und konzentrisch zur Laufradachse verlaufenden Absätzen gebildet werden, welche an der druckseitigen Deckscheibe des Laufrades und der Gehäusewand angeordnet sind;
- d) mehrere in Nähe der Laufradnabe angeordnete Entlastungsbohrungen;

e) ein auf einem zwischen den Häuserrippen und den Entlastungsbohrungen gelegenen, konzentrisch zur Laufradachse verlaufenden Kreisring angeordneter veränderlicher Axialspalt zwischen der druckseitigen Deckscheibe des Laufrades und der Gehäusewand, wobei der Axialspalt zwischen einem an der Deckscheibe oder der Gehäusewand angeordneten Absatz und der ebenen oder ebenfalls mit einem Absatz versehenen Gegenfläche gebildet wird.

Der veränderliche, Regelverhalten besitzende Dichtspalt wird gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung durch einen Axialspalt zwischen der saugseitigen Stirnfläche des Laufrades und der Gehäusewand gebildet. Empfehlenswert, aber nicht Bedingung, ist ein zusätzlicher, zwischen dem Laufradhals und der Gehäusewand gebildeter Radialspalt, so daß beide Spalte zusammen einen Winkelspalt formen.

Eine hierzu alternative Ausgestaltung sieht einen als Diagonalspalt ausgebildeten veränderlichen Dichtspalt vor.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind die Häuserrippen und die diesen jeweils nächstgelegenen Absätze an der Gehäusewand unmittelbar aneinander angrenzend gestaltet.

Die Einzelmerkmale der Erfindung sind zwar grundsätzlich bekannt. Allerdings wurden sie bisher in anderen Kombinationen als der erfindungsgemäßen eingesetzt, wobei jeweils noch ein zumindest als Notlager dienendes Axiallager erforderlich war. Die Erfindung macht ein Axiallager entbehrlich, weil der Läufer, also die aus dem Laufrad, der Welle und dem Rotor des antreibenden Elektromotors gebildete Einheit, axial berührungsfrei fixiert ist und bei einer Auslenkung aus dieser so eingenommenen Gleichgewichtslage durch hohe Rückstellkräfte wieder in seine axialkraftfreie Ursprungslage zurückgebracht wird.

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele soll dies näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Kreiselpumpengehäuse mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Axialschubausgleich, in

Fig. 2 einen der Fig. 1 entsprechenden Ausschnitt aus einer Variante des erfindungsgemäßen Axialschubausgleichs, in

Fig. 3 ein Diagramm, welches das Zusammenwirken der am Laufrad der Fig. 1 angreifenden Kräfte zeigt, in

Fig. 4 ein entsprechendes Diagramm für die Ausführung der Fig. 2, und in

Fig. 5 einen der Fig. 1 entsprechenden Ausschnitt einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Bei der mit einem Gehäuse 1 und einem Laufrad 2 ausgestatteten Kreispumpe der Fig. 1 wirken verschiedene saug- und druckseitig platzierte Elemente zur Erreichung eines vollständigen Axialschubausgleichs zusammen.

Auf der Saugseite befindet sich ein winkelförmiger Dichtspalt, der aus einem veränderlichen Axialspalt 3 zwischen der Stirnfläche 4 des Laufrades 2 und der dieser gegenüberliegenden Gehäusewand 5 und einem Radialspalt 6 unveränderlicher Weite zwischen dem Laufradhals 7 und der diesen umschließenden Gehäusewand 5 gebildet wird.

Auf der Druckseite sind mehrere, auf unterschiedlichen Durchmessern angeordnete Elemente vorgesehen. In einer vom größeren zum kleineren Durchmesser reichenden Reihenfolge sind dies: Radiale Dichtspalte 8 und 9, die zwischen einem kreisringförmig und konzentrisch zur Achse des Laufrades 2 verlaufenden Absatz 10 an der druckseitigen Deckscheibe 11 des Laufrades 2 und Absätzen 12 und 13 an der gegenüberliegenden Gehäusewand 5 gebildet werden; mehrere radial verlaufende, gleichmäßig über den Umfang verteilte Häuserrippen 14, welche radial begrenzt werden durch den auf größerem Durchmesser angeordneten Absatz 13 und einen auf kleinerem Durchmesser vorgesehenen Absatz 15; ein veränderlicher Axialspalt 16, der zwischen dem Absatz 15 und der druckseitigen Deckscheibe 11 gebildet wird.

Schließlich sind noch mehrere Entlastungsbohrungen 17 vorgesehen, die in der Nähe der Nabe des Laufrades 2 angeordnet sind.

Die in der Fig. 2 dargestellte Variante stimmt im wesentlichen mit der Ausführung der Fig. 1 überein, einen Unterschied bildet allein der saugseitige Dichtspalt, der bei der Einrichtung der Fig. 2 als Diagonalspalt 18 gestaltet ist. Der Vorteil des Diagonalspaltes 18 gegenüber dem aus Axialspalt 3 und Radialspalt 6 bestehenden Winkelspalt liegt in seinem besseren Regelverhalten, wie sich auch anhand der Diagramme der Figuren 3 und 4 erkennen läßt. Der Nachteil liegt in der aufwendigeren Fertigung eines Diagonalspaltes.

Die bereits angesprochenen Figuren 3 und 4 zeigen die dem axialen Bewegungsweg s des Laufrades 2 zugeordneten variablen Kräfte, wobei die Kraft F_2 auf die Druckseite und die Kraft F_1 auf die Saugseite des Laufrades 2 wirkt. Der axiale Bewegungsweg s wird begrenzt durch eine Anlage der Stirnfläche 4 an der Gehäusewand 5 ($s = 0$) und einer Anlage der druckseitigen Deckscheibe 11 am Absatz 15 ($s_{\max}$). Der maximale Bewegungsweg $s_{\max}$ sollte zwischen 0,8 und 1,2 mm betragen.

Durch eine die verschiedenen Einflußparameter berücksichtigende Abstimmung der Elemente des Axialschubausgleichs aufeinander, also Lage und

Spiel der Dichtspalte 3, 6, 8, 9, 16, 18 sowie Lage und Größe der Häuserrippen 14 und der Entlastungsbohrungen 17, stellt sich eine stabile Gleichgewichtslage des Läufers ein. Hierdurch wird der Läufer während der Rotation axial berührungsfrei fixiert. Bei einer Auslenkung aus der Gleichgewichtslage sorgen relativ hohe Rückstellkräfte dafür, daß der Läufer wieder in seine axialkraftfreie Ursprungslage zurückkehrt.

Ursächlich hierfür ist, daß die axial wirkende Kraftkomponente auf die saugseitige Laufraddeckwand über der Spaltweite stark degressiv verläuft, während die entgegengesetzt wirkende Kraftkomponente auf die druckseitige Laufraddeckwand einen progressiven Verlauf besitzt.

Mit dem Grad der Steilheit der den Diagrammen entnehmbaren Kurve des Kraftverlaufs steigern sich bei einer Auslenkung aus der axialkraftfreien Gleichgewichtslage des Läufers die wirksam werdenden Rückstellkräfte. Daher ist es, wie auch die Fig. 4 belegt, der saugseitige Diagonalspalt 18 der Kombination aus Axialspalt 3 und Radialspalt 6 in seinem auf den Axialschubausgleich wirkenden Regelverhalten überlegen.

In der Fig. 5 ist eine Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung dargestellt, bei welcher die im Merkmal 1 c des Anspruches 1 genannten Absätze 19 bis 21 so angeordnet sind, daß diagonale Dichtspalte 22, 23 zwischen ihnen gebildet werden. Auf ein Diagramm der am Laufrad 2 angreifender Kräfte F_1 und F_2 wurde bei dieser Ausführung verzichtet.

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann auch mit einer Kombination von radialen (8, 9) und diagonalen (22, 23) Dichtspalten verwirklicht werden. Ebenso können jeweils mehr als zwei solcher Dichtspalte (8, 9; 22, 23) auf der Druckseite des Laufrades (2) vorgesehen werden.

Die Häuserrippen 14 der Ausführungsbeispiele sind durch Ausfräsen der freien Räume zwischen den Rippen entstanden. Hierdurch wurden gleichzeitig die den freien Raum begrenzenden Flächen der Absätze 13 und 15 geschaffen. Es ist zu erwähnen, daß sich durch das Ausfräsen mit einem Fingerfräser jeweils ein bogenförmiger Übergang der Häuserrippen 14 zu den Wänden der Absätze 13, 15 ergibt. In einem für kurze Häuserrippen geltenden Grenzfall kann die Außenkontur einer Rippe auf beiden Seiten halbkreisförmig konkav sein. Dies hat auf das Regelverhalten der Häuserrippen keinen negativen Einfluß.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum vollständigen Ausgleich des Axialschubes bei Kreispumpen, insbesondere bei Kreispumpen mit einer spezifischen Drehzahl von mehr als 15 min^{-1} , wobei folgen-

de miteinander im Wirkzusammenhang stehende Merkmale am Laufrad (2) und der das Laufrad (2) umgebenden Gehäusewand (5) der Kreislaspumpe vorhanden sind:

angrenzen.

- a) ein zwischen dem Laufradhals (7) und der Gehäusewand (5) gebildeter veränderlicher Dichtspalt (3, 6; 18); 5
 - b) mehrere auf der Druckseite des Laufrades (2) angeordnete radial verlaufende Gehäuserippen (14); 10
 - c) ein oder mehrere, auf größerem Durchmesser als die Gehäuserippen (14) angeordnete radiale und/oder diagonale Dichtspalte (8, 9; 22, 23), die zwischen kreisringförmig und konzentrisch zur Laufradachse verlaufenden Absätzen (10, 12, 13; 19, 20, 21) gebildet werden, welche an der druckseitigen Deckscheibe (11) des Laufrades (2) und der Gehäusewand (5) angeordnet sind; 15
 - d) mehrere in Nähe der Laufradnabe angeordnete Entlastungsbohrungen (17); 20
 - e) ein auf einem zwischen den Gehäuserippen (14) und den Entlastungsbohrungen (17) gelegenen, konzentrisch zur Laufradachse verlaufenden Kreisring angeordneter veränderlicher Axialspalt (16) zwischen der druckseitigen Deckscheibe (11) des Laufrades (2) und der Gehäusewand (5), wobei der Axialspalt (16) zwischen einem an der Deckscheibe (11) oder der Gehäusewand (5) angeordneten Absatz (15) und der ebenen oder ebenfalls mit einem Absatz versehenen Gegenfläche gebildet wird. 25
2. Einrichtung nach Anspruch 1, bei der der zwischen dem Laufradhals (7) und der Gehäusewand (5) gebildete veränderliche Dichtspalt aus einem Axialspalt (3) zwischen der saugseitigen Stirnfläche (4) des Laufrades (2) und dem Gehäuse (1) besteht. 35
3. Einrichtung nach Anspruch 2, bei welcher dem Axialspalt (3) ein zwischen dem Laufradhals (7) und der Gehäusewand (5) gebildeter Radialspalt (6) zugeordnet ist. 40
4. Einrichtung nach Anspruch 1, bei der der zwischen dem Laufradhals (4) und der Gehäusewand (5) gebildete veränderliche Dichtspalt als Diagonalspalt (18) gestaltet ist. 45
5. Einrichtung nach Anspruch 1, bei der die Gehäuserippen (14), der auf größerem Durchmesser als die Gehäuserippen (14) an der Gehäusewand (5) angeordnete Absatz (13) und/oder ein auf kleinerem Durchmesser als die Gehäuserippen (14) an der Gehäusewand (5) angeordneter Absatz (15) unmittelbar aneinander 50

Fig.1

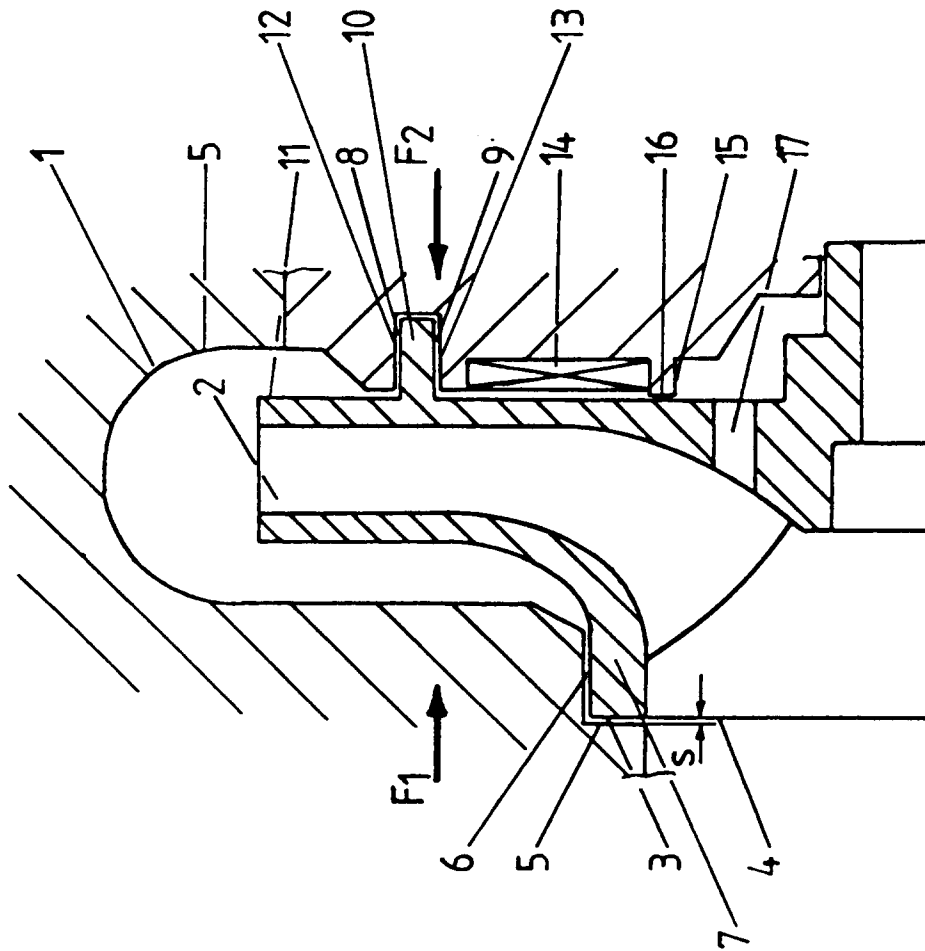
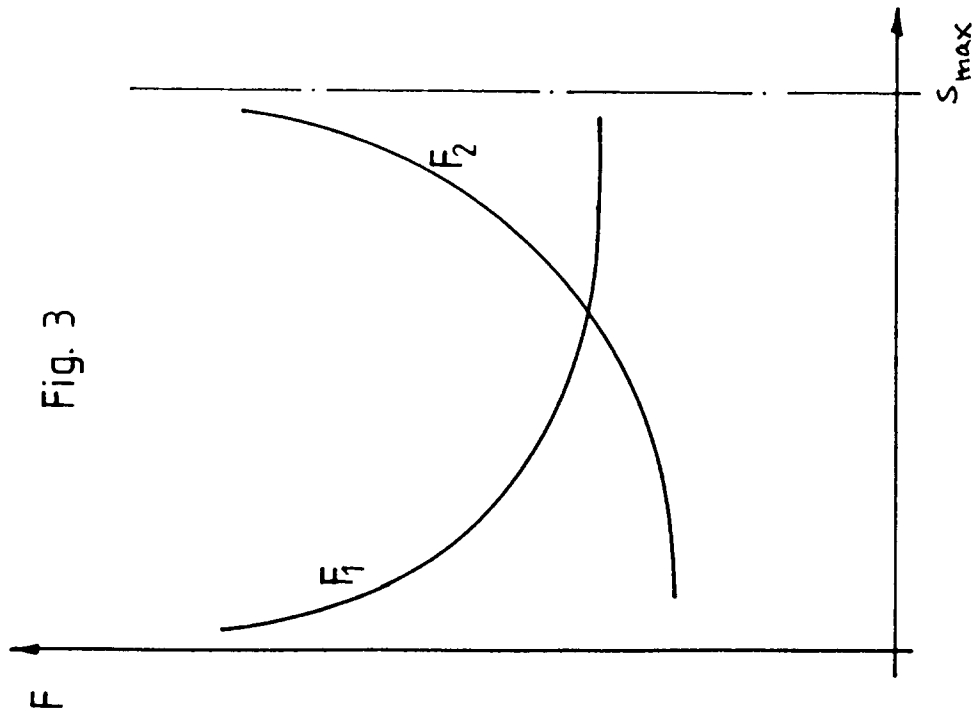


Fig. 3



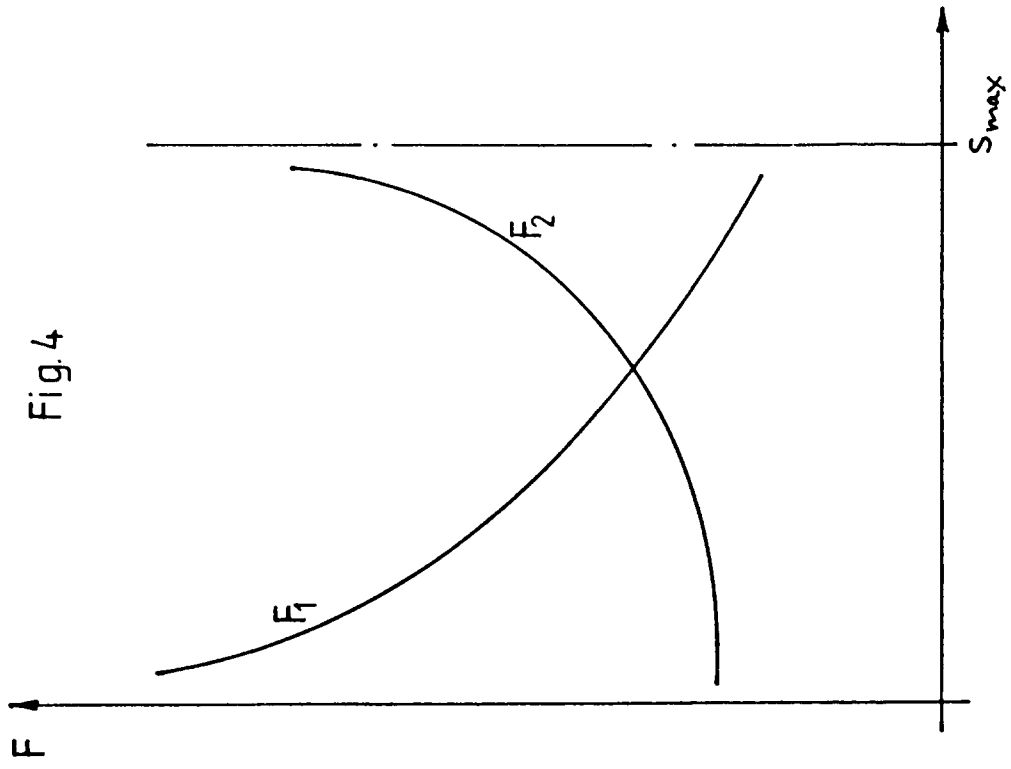
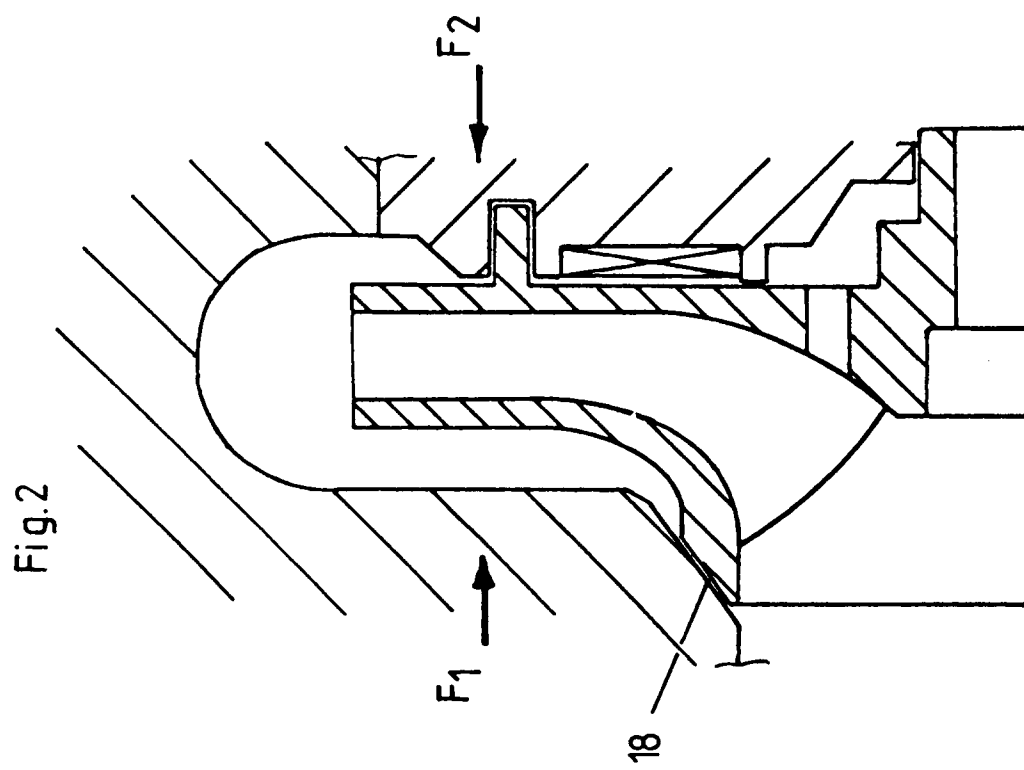
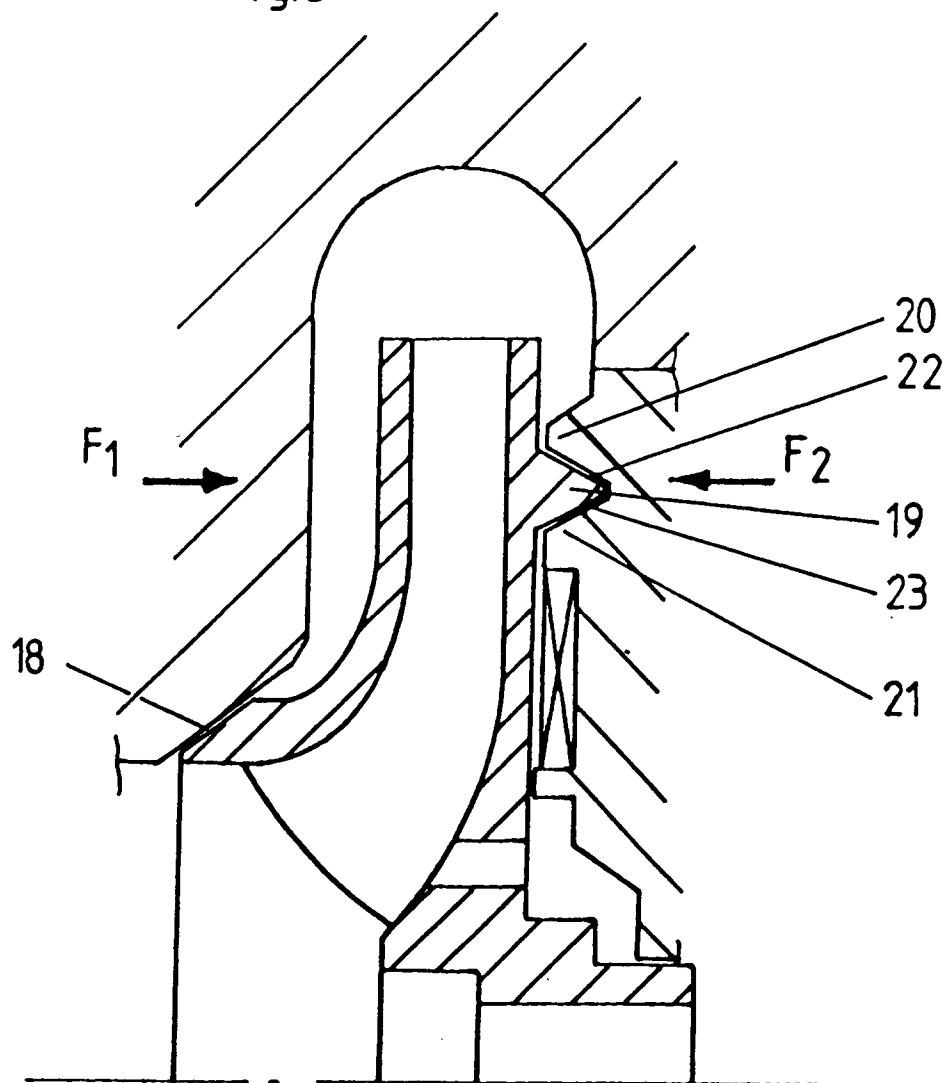


Fig.5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 8418

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	'centrifugal pump lexicon' 1975 , KLEIN,SCHANZLIN & BECKER * Seite 14 - Seite 18 * ---	1	F04D29/04
A	FR-A-518 914 (GUÉRIN) * Abbildungen 1,2 * ---	1	
A	FR-A-413 135 (FARCOT) * Abbildung 1 * ---	1,4	
A	FR-A-500 808 (BEAUDREY) * Seite 1, Zeile 22 - Zeile 57; Abbildung 1 * ---	1	
D,A	DE-A-40 26 905 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG) 27.Februar 1992 -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22.August 1995	Prüfer Zidi, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	