



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 577 556 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2005 Patentblatt 2005/38

(51) Int Cl.7: **F04C 15/00**, F01C 21/10,
F04C 15/04, F01C 21/08

(21) Anmeldenummer: **05005552.4**

(22) Anmeldetag: **15.03.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Ammon, Dieter Dr.**
71686 Remseck (DE)
• **Schirle, Thomas**
70736 Fellbach (DE)

(30) Priorität: **18.03.2004 DE 102004013230**

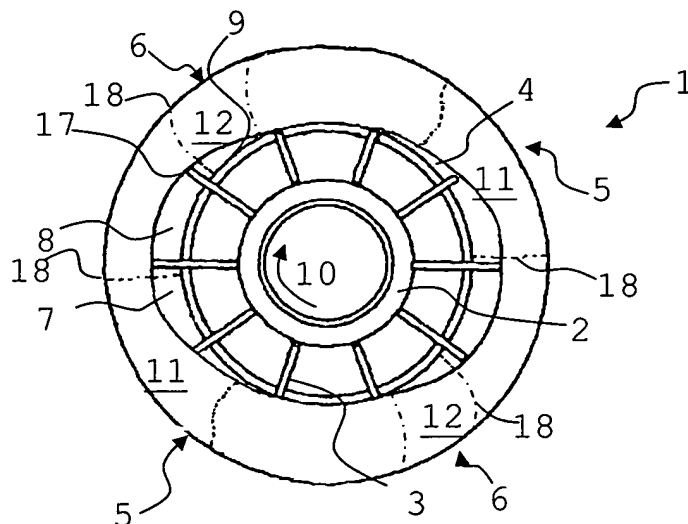
(54) **Flügelzellenpumpe**

(57) 2.1 Es wird eine Flügelzellenpumpe vorgeschlagen, mit einem Rotor (2) und Flügel (3) sowie mit einer Saug-, Förder- und Druckkammer (7,8,9), wobei das Volumen in der Förderkammer (8) vor-

derkammer (8) und in einer Druckkammer (6) einen gleich hohen Druck einstellt.

2.3. Anwendung in Kraftfahrzeugen, insbesondere Personenkraftwagen.

2.2. Erfindungsgemäß ist bei der Flügelzellenpumpe eine Vorrichtung (13) vorgesehen, die in der För-



Figur 1

EP 1 577 556 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Flügelzellenpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der Offenlegungsschrift DE 198 29 726 A1 ist eine Flügelzellenpumpe bekannt, die eine verringerte Geräuschentwicklung infolge Druckpulsation ermöglicht. Um einen flachen Druckanstieg von der Saug- zur Druckseite zu ermöglichen sind Überströmkänäle in Form von Fasen vorgesehen, die eine Rückströmung des Hydraulikfluids von der Druckseite in eine Förderkammer ermöglicht. Damit ist ein Drucksprung zwischen Förderkammer und Druckseite abgeschwächt, wodurch Druckpulsationen, insbesondere bei einem hohen Luftanteil im Öl, reduziert sind.

[0003] Die Patentschrift DE 196 26 211 C2 beschreibt eine Flügelzellenpumpe, deren Konturring derart ausgestaltet ist, dass das Hydraulikfluid infolge einer Verringerung des Volumens der Förderkammer vorkomprimierbar ist. Ein Drucksprung zwischen Förderkammer und Druckseite der Pumpe ist damit zumindest für einen Betriebspunkt eliminierbar.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Flügelzellenpumpe mit einer Vorkomprimierung in der Förderkammer bereitzustellen, die über einen weiten Arbeitsbereich der Pumpe das Geräuschverhalten verbessert.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Flügelzellenpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße Flügelzellenpumpe weist eine Vorrichtung auf, die in einer Förderkammer und in einer Druckkammer einen gleich hohen Druck einstellt. Ist beispielsweise der Druck in der Vorkompressionskammer höher als in der Druckkammer, so senkt die Vorrichtung den Druck in der Vorkompressionskammer auf das Niveau des Druckes in der Druckkammer ab. Bei der Einkopplung des Volumens der Förderkammer in den Druckbereich treten somit keine Druckschwingungen auf, wodurch eine Geräuschentwicklung vermieden ist. In vorteilhafter Weise vermeidet die Vorrichtung die Geräuschentwicklung auch bei wechselnden Drücken im Druckbereich, die von einem Arbeitsdruck eines zu versorgenden Systems bestimmt sind.

[0007] In Ausgestaltung der Erfindung entspricht der erzielbare Vorkompressionsdruck einem maximalen Arbeitsdruck eines zu versorgenden Systems. Ist die Förderkammer so ausgelegt, dass der durch die Vorkompression erreichbare Druck dem maximalen Arbeitsdruck des zu versorgenden Systems entspricht, so ist in vorteilhafter Weise über den gesamten Arbeitsbereich des zu versorgenden Systems Druckgleichheit in der Förder- und Druckkammer in Verbindung bei gleichzeitig geringer Geräuschentwicklung gewährleistet.

[0008] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein Ventil, das den Druck in der Förderkammer durch eine Verbindung mit dem Saugbereich absenkt. Liegt der Druck in der Förderkammer

über dem Druck in der Druckkammer, so regelt das Ventil Hydraulikfluid in die Ansaugkammer ab. Das Ventil weist einen Schieber und eine Feder auf. Das Druckbegrenzungsventil muss eine hohe Dynamik aufweisen, daher ist ein Schieber des Druckbegrenzungsventils vorzugsweise in Aluminium auszuführen. Da die Volumenströme über das Ventil sehr gering sind ist der Schieber dementsprechend klein dimensionierbar.

[0009] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Vorrichtung die Förderkammer begrenzende Flügel, die mit einem Unterflügeldruck beaufschlagbar sind. Liegt der vorkomprimierte Druck der Förderkammer über dem Druck der Druckkammer, so strömt zwischen einem Konturring und einem Flügel das Hydraulikfluid von der Förderkammer in die Ansaug- und/oder Druckkammer. Dazu ist ein Unterflügeldruck, der die Anpressung der Flügel an den Konturring bestimmt, so einzustellen, dass sich der Druck in der Förderkammer auf das Niveau in der Druckkammer absenkt. Sobald die aus dem Unterflügeldruck resultierende Kraft auf eine Stirnseite des zwischen Förder- und Ansaugkammer positionierten Flügels kleiner ist als die aus dem Druck in der Ansaug- und Förderkammer resultierende Kraft auf der gegenüberliegenden Stirnseite des Flügels, hebt der Flügel vom Konturring ab und eine Reduktion des Förderkammerdruckes ist durch ein Überströmen des Hydraulikfluids von der Förder- in die Ansaugkammer ermöglicht. Nach dem gleichen Prinzip erfolgt ein Abbau des Druckes in der Förderkammer durch Überströmen des Hydraulikfluids von der Förder- in die Druckkammer. Sobald die aus dem Unterflügeldruck resultierende Kraft auf eine Stirnseite des zwischen Förder- und Druckkammer positionierten Flügels kleiner ist als die aus dem Druck in der Förder- und Druckkammer resultierende Kraft auf der gegenüberliegenden Stirnseite des Flügels, hebt der Flügel vom Konturring ab und ein Druckausgleich zwischen den Kammern ist ermöglicht.

In vorteilhafter Weise ist durch diese Ausführung eine erfindungsgemäße Vorrichtung kostengünstig darstellbar.

[0010] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist die Vorrichtung einen relativ zu der Ansaug- und Drucktasche verdrehbaren Konturring auf, wodurch der Druck in der Förderkammer auf einen gleich hohen Druck wie in dem Druckbereich einstellbar ist. Über die Verdrehung des Konturrings relativ zur Ansaug- und Drucktasche ist die Höhe der Vorkompression des Hydraulikfluids in der Förderkammer bestimmbar. Die Flügel der Flügelzellenpumpe überstreichen den Innenradius des Konturrings. Eine Förderkammer transportiert das Hydraulikfluid von der Ansaug- zur Drucktasche, wobei die Förderkammer im Bereich eines konstruktiv bestimmbaren Drehwinkels sowohl von der Ansaug- und der Drucktasche getrennt ist. Verringert sich in dem von dem Drehwinkel bestimmten Bereich der Radius des Konturrings, so erfolgt aufgrund einer Volumenverkleinerung der Förderkammer eine Vorkompression, ist die-

ser Radius konstant bleibt das Volumen und das Druckniveau in der Förderkammer konstant. Erfindungsgemäß verdreht sich der Konturring derart, dass sich in der Förderkammer ein gleich hoher Druck wie in der Druckkammer einstellt. Dadurch sind bei der Einkopplung der Förder- in die Druckkammer wirkungsvoll Druckschwankungen vermieden.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Konturring über ein Kolben-Zylinderaggregat verdrehbar. Ein Kolben-Zylinderaggregat verdreht den Konturring gegenüber der Ansaug- und Drucktasche. Das Kolben-Zylinderaggregat stützt sich am Konturring und an dem Gehäuse der Ansaug- und Drucktasche ab. Durch Druckbeaufschlagung des Kolben-Zylinderaggregates ist eine schnelle Verdrehung des Konturringes realisierbar.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung verdreht sich der Konturring aufgrund der Druckunterschiede in der Saug- und der Druckkammer. Der Konturring ist drehbar gelagert. Im Saug- und Druckbereich stellen sich jeweils unterschiedlich hohe Drücke ein. Die Drücke im Saug- und Druckbereich sowie die Drücke in der Förderkammer wirken auf die diese Bereiche begrenzenden Flächen des Konturringes. Sind beispielsweise die wirksamen Flächen, auf die der Druck in Umfangsrichtung wirkt, gleich groß und ist der Druck in der Druckkammer deutlich höher als in der Saugkammer, so wirkt auf den Konturring eine Kraft, die zur Verdrehung des Konturringes gegenüber der Saug- und Drucktasche nutzbar ist. Da die in Umfangsrichtung wirksame Fläche der Förderkammer, die mit dem Druck in der Förderkammer beaufschlagt ist, gegenüber den wirksamen Flächen im Saug- und Druckbereich sehr klein ist, kann diese Kraftkomponente weitgehend vernachlässigt werden. In vorteilhafter Weise, ist mit dieser Vorrichtung die Förderkammer ohne ein zusätzliches Stellelement verdrehbar.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Feder vorgesehen, die den Konturring in einer definierten Lage positioniert. Die Feder ist beispielsweise als Schraubenfeder, Blattfeder, Tellerfeder oder als Luftfeder ausführbar. Die Feder stützt sich am Konturring und an dem Gehäuse der Ansaug- und Drucktasche ab, die Federkraft ist einer den Konturring verdrehenden Kraft, beispielsweise einer Kraft des Kolben-Zylinderaggregates, entgegengesetzt. Über die Federkennlinie ist der Verdrehwinkel des Konturringes beeinflussbar.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Kolben-Zylinderaggregat mit einer Regelvorrichtung verbunden. Die Regelvorrichtung weist ein in einem Gehäuse angeordneten Schieber und eine Feder auf. Die Regelvorrichtung steuert das Kolben-Zylinderaggregat derart an, dass sich in der Förderkammer das gleiche Druckniveau wie in der Druckkammer einstellt. Die Regelvorrichtung leitet von dem Druck in der Drucktasche den Druck für das Kolben-Zylinderaggregat ab. Dabei ist die Höhe des Druckes in Abhängigkeit der Differenz des Druckes in der Förder- und der Druckkammer ge-

regelt. Von dem Schieber abgeregeltes Hydraulikfluid ist zur Vermeidung von Hydraulikverlusten und Kavitation erneut der Ansaugtasche zugesteuert.

[0015] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist die Flügelzellenpumpe zwei Saug-, Förder- und Druckkammern auf. In vorteilhafter Weise ist durch diese Anordnung eine kompakte Flügelzellenpumpe mit hoher Fördermenge darstellbar.

[0016] Weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Darstellung einer Flügelzellenpumpe,

Fig. 2 eine Darstellung eines Teilbereiches eines abgewickelten Konturringes der Flügelzellenpumpe aus Fig. 1 mit einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 3 eine Darstellung eines Teilbereiches eines abgewickelten Konturringes der Flügelzellenpumpe aus Fig. 1 mit einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 4 eine Darstellung eines Teilbereiches eines abgewickelten Konturringes einer Flügelzellenpumpe aus Fig. 1 mit einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 5 eine Darstellung eines Teilbereiches eines abgewickelten Konturringes einer Flügelzellenpumpe aus Fig. 1 mit einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 6 eine Abwandlung der Vorrichtung aus Fig. 5

Fig. 7 eine Abwandlung der Vorrichtung aus Fig. 6 und

Fig. 8 eine Anordnung zur Verstärkung des Flügelanpressdruckes.

[0017] Gleiche Bauteile in den Figuren 1 bis 8 sind im folgenden mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0018] Flügelzellenpumpen kommen in verschiedensten Anwendungen wie z.B. Lenkungssystemen, Bremssystemen, aktiven Fahrwerkssystemen oder Getrieben aufgrund der kompakten und kostengünstigen Bauweise zum Einsatz. In Fig. 1 ist beispielhaft der Aufbau einer zweihubigen Flügelzellenpumpe 1 dargestellt.

Ein Rotor 2 mit radial verschieblichen Flügeln 3 ist innerhalb eines Konturrings 4 angeordnet. Die Flügelzellenpumpe 1 weist zwei Ansaugbereiche 5 und zwei Druckbereiche 6 auf, die jeweils nicht dargestellte Saug- und Druckkanäle, Ansaug- und Drucktaschen 11, 12 und Ansaug-, Druckkammern 7, 8 umfassen. Zwei nicht gezeigte Seitenplatten dichten von den Flügeln 3 und dem Konturring 4 gebildeten Kammern 7, 8, 9 axial ab. In diesen Seitenplatten sind die Ansaugtaschen 11 und Drucktaschen 12, die mit den Saug- und Druckkanälen verbunden sind, eingearbeitet. Eine Welle dreht den Rotor 2 mit den Flügeln 3 in Drehrichtung 10. Die Funktion der Flügelzellenpumpe 1 ist im folgenden anhand einer Hubseite beschrieben. Durch die Vergrößerung des Volumens der Kammer 7 saugt die Flügelzellenpumpe 1 Hydraulikfluid an. Eine Förderkammer 8 fördert das angesaugte Hydraulikfluidvolumen Richtung Druckbereich 6, die Förderkammer 8 steht dann weder mit dem Saug- noch mit dem Druckbereich 5, 6 in Verbindung. Sobald die Hinterkante 17 des in Drehrichtung 10 liegenden Flügels 3 der Förderkammer 8 die Drucktaschen 12 erreicht, ist das Hydraulikfluidvolumen in den Druckbereich 6 eingekoppelt. In der Druckkammer 9 verringert sich das Volumen, wodurch das Hydraulikfluid über die Drucktasche 12 in einen Druckkanal förderbar ist.

Ist der Druck im Druckbereich 6 deutlich höher als in der Förderkammer 8, so treten in der Phase der Einkopplung Druckschwingungen auf, die eine erhöhte Geräuschabstrahlung der Flügelzellenpumpe 1 verursachen. Insbesondere wenn die Förderkammer 8 aufgrund von Luft einschlüssen nicht vollständig mit Hydraulikfluid gefüllt ist, erfolgt bei der Einkopplung in Verbindung mit einer entsprechenden hohen Druckdifferenz zwischen Förder- und Druckkammer 8, 9 eine spontane Komprimierung des Förderkammervolumens 8. Daraus resultieren störende Förderstrom- und Druckschwankungen. In vorteilhafter Weise ist eine derartig spontane Komprimierung vermieden, indem sichergestellt ist, dass die Drücke im Druckbereich 6 bzw. in der Druckkammer 9 und in der Förderkammer 8 einen annähernd gleich großen Wert annehmen.

[0019] Fig. 2 zeigt eine Flügelzellenpumpe 1, die eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 13 aufweist. Der Umfang des Konturrings 4, die Flügel 3 und die Ansaug- und Drucktasche 11, 12 sind in dem Diagramm in einer Abwicklung gezeigt, hiermit ist über einen Verdrehwinkel ϕ das Volumen der Kammern 7, 8, 9 darstellbar. Die im realen Bauteil in den Seitenplatten angeordneten Taschen 11, 12 sind wie auch in den nachfolgenden Figuren in schematisierter Darstellung zu den Kammern 7, 8, 9 angeordnet. Die Radialänderungen des Konturrings 4 sind zum besseren Verständnis überhöht dargestellt. Analog zu Fig. 1 vergrößert die Kammer 7 und die in Drehrichtung 10 vorgelagerte Kammer das Volumen, wodurch Hydraulikfluid in die Kammern strömt. Der Ansaugvorgang ist abgeschlossen, sobald bei weiterdrehendem Rotor 2 das Volumen der Kammer 7 nicht mehr mit der Ansaugta-

sche 11 in Verbindung steht. In der Förderkammer 8 erfährt das Hydraulikfluid eine Vorkompression, die auf den maximalen Arbeitsdruck des zu versorgenden Systems abzustimmen ist. Dazu ist der Konturring 4 derart ausgebildet, dass sich das Volumen in der Förderkammer 8 verringert. Diese Ausführung ermöglicht, dass bei der Einkopplung der Förderkammer 8 in den Druckbereich 6 keine Druckpulsation auftritt. Versorgt die Flügelzellenpumpe 1 ein System mit schwankendem Arbeitsdruck, so senkt eine Vorrichtung 13 den Druck in der Förderkammer 8 auf das Niveau der Druckkammer 9 ab. Die Vorrichtung 13 in Form eines Überdruckventils umfasst einen in einem Gehäuse 16 angeordneten Kolben 14 und eine Feder 15. Eine erste Stirnfläche 25 des Kolbens 14 ist mit dem Druck der Förderkammer 8 beaufschlagt, auf eine zweite Stirnfläche 26 wirkt der Druck der Druckkammer 9 und die Kraft der Feder 15. Aufgrund des Druckes in der Förderkammer 8 wirkt auf den Kolben eine erste Kraftkomponente, aufgrund des Druckes in der Druckkammer 9 resultiert eine zweite Kraftkomponente. Ist die erste Kraftkomponente größer als die zweite Kraftkomponente zuzüglich Federkraft, verschiebt sich der Kolben 14 nach rechts in Richtung Feder 15. Dadurch ist die Förderkammer 8 mit der Ansaugtasche 11 verbunden, wodurch sich der Druck in der Förderkammer soweit abbaut, bis die zweite Kraftkomponente und die Federkraft größer als die erste Kraftkomponente ist und der Kolben 14 sich wieder nach links verschiebt.

Die Feder 15 hat die Aufgabe, den Kolben in einer definierten Position zu halten. Die Federkraft ist sehr gering, daher nehmen die Drücke in den Kammern 8, 9 nahezu gleich hohe Werte an. Die Vorrichtung 13 senkt erfindungsgemäß bei Bedarf den Druck in der Kammer 8 auf das in der Kammer 9 anstehende Druckniveau ab. Durch Druckpulsationen verursachte Geräusche sind auch bei schwankenden Drücken in der Drucktasche 12 bzw. im Druckkanal 6 wirkungsvoll vermeidbar.

[0020] In einer zur Fig. 2 vereinfachten, nicht dargestellten Ausführungsform ist die Drucktasche 12 lediglich über eine Leitung ohne Zwischenschaltung der Vorrichtung 13 mit der Fördertasche 8 verbunden. Damit entfällt auch die Verbindung zwischen der Vorrichtung 13 und der Ansaugtasche 11. Ist beispielsweise der Druck in der Drucktasche 12 höher als in der Förderkammer 8, so kann Hydraulikfluid von der Drucktasche 12 über die Leitung in die Förderkammer 8 überströmen und damit den Druckunterschied und die damit verbundene Schwingungen reduzieren. Die Länge und der Querschnitt der Leitung sowie das über die Lage der Steuerkanten 18 bestimmte Überstromvolumen sind auf eine effiziente Schwingungsreduzierung zu optimieren.

[0021] In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 13 dargestellt, die einen gleich hohen Druck in der Vorkompressionskammer 8 und in der Druckkammer 9 einstellt. Die Vorrichtung 13 umfasst ein Kolben-Zylinderaggregat 20, eine

Feder 21, eine Regelvorrichtung 22 und einen verdrehbaren Konturring 4. Das Kolben-Zylinderaggregat 20 ist mit dem Konturring 4 verbunden. Durch Druckbeaufschlagung des Kolben-Zylinderaggregates 20 ist der Konturring 4 gegenüber der Ansaug- und Drucktasche 11, 12 verdrehbar. Durch die Verdrehung in oder entgegen der Pfeilrichtung 27 ist die Höhe der Vorkomprimierung des Hydraulikfluids einstellbar. Beispielsweise nimmt die Vorkomprimierung zu, wenn sich der Konturring 4 in Figur 3 entgegen der Pfeilrichtung 27 bewegt. Eine Feder 21 sorgt für eine definierte Lagepositionierung des Konturrings 4 und liefert eine Rückstellkraft. Die Feder 21 ist zwischen dem Gehäuse der Ansaug- und Drucktaschen 11,12 anordenbar, alternativ kann diese auch in dem Kolben-Zylinderaggregat 20 angeordnet sein. Um Temperaturschwankungen auszugleichen, kann die Feder 21 auch temperatursensitiv, d.h. als Bimetallfeder oder als Feder mit Formgedächtnis ausgeführt sein. Gleichermaßen sind auch verschiedene Federn in einer Parallel-oder Hintereinanderschaltung miteinander kombinierbar. Eine Regelvorrichtung 22 bestimmt den Betätigungsdruck für das Kolben-Zylinderaggregat 20. Die Regelvorrichtung 22 weist einen Schieber 23 und eine Feder 24, die in einem Gehäuse 25 angeordnet sind, auf. Als Vorsteuerdruck ist dem Schieber 23 auf einer ersten Stirnfläche 25 der Druck aus der Drucktasche 12 aufgeschaltet, einer zweiten Stirnfläche 26 ist der Druck der Förderkammer 8 und die Kraft der Feder 24 aufgeschaltet.

[0022] Im folgenden ist die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung 13 beschrieben. Ist beispielsweise der Arbeitsdruck des zu versorgenden Systems niedrig, so soll in der Förderkammer 8 keine Vorkomprimierung erfolgen. Die Feder 24 schiebt den Schieber 23 in eine Stellung, in der die Leitung zum Kolben-Zylinderaggregat mit dem Saugbereich 11 verbunden ist, so dass die Feder 21 den Konturring 4 in Pfeilrichtung 27 verdrehen kann. Der Konturring 4 ist so ausgeführt, dass sich in dieser Stellung das Volumen der Förderkammer 8 nicht ändert. Sobald aufgrund einer Erhöhung des Arbeitsdrucks die Kraft an der ersten Stirnfläche 25 größer ist als die Federkraft und die Druckkraft auf der zweiten Stirnfläche 26, bewegt sich der Schieber 23 und versperrt die Verbindung zur Saugseite.

[0023] Gleichzeitig ist eine Verbindung hergestellt zwischen dem Druck in der Drucktasche 12 und dem Kolben-Zylinderaggregat 20. Aufgrund des Druckbeaufschlagung des Kolben-Zylinderaggregates 20 verdreht sich der Konturring 4 um einen Winkel $\Delta\varphi$ entgegen der Pfeilrichtung 27 in die Position 4', so dass eine Erhöhung der Vorkomprimierung des Fördervolumens stattfindet. Der Konturring 4 verdreht sich soweit bzw. der Druck in der Förderkammer 8 steigt soweit an, bis die Druck- und Federkraft auf der zweiten Stirnfläche 26 den Schieber 23 wieder zurückbewegt, so dass die Verbindung zum Kolben-Zylinderaggregat 20 wieder unterbrochen ist. Der Schieber 23 regelt ständig ein Gleichgewicht der auf der ersten und zweiten Stirnseite 25,26

wirkenden Kräfte ein. Bei einer sehr kleinen Federkraft ist damit näherungsweise auf beiden Stirnseiten 25,26 ein gleich hoher Druck eingeregelt. In vorteilhafter Weise folgt auch für die Förderkammer 8 und die Druckkammer 9 ein gleich hoher Druck, wodurch eine Druckpulsation und eine damit verbundene Geräuscentwicklung auch bei schwankenden Arbeitsdrücken wirkungsvoll vermieden ist.

[0024] In Fig. 4 ist eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 13 dargestellt. Die Vorrichtung 13 umfasst eine Feder 21 und einen um einen Winkel $\Delta\varphi$ verdrehbaren Konturring 4. Der Konturring 4 ist an der Feder 21 abgestützt, die mit dem Gehäuse der Ansaug- und Drucktaschen 11,12 verbunden ist. Der Konturring 4 ist damit gegen die Kraft der Feder 21 relativ zu der Ansaug- und Drucktasche 11,12 verdrehbar. Im Gegensatz zu der Ausführung in Fig. 3 ist kein Kolben-Zylinderaggregat 20 vorgesehen. Die den Konturring 4 verdrehende Kraft resultiert direkt aus den Drücken in der Ansaug-, Förder- und Druckkammer 7,8,9. Eine auf den Konturring 4 wirkende Kraft ist nach folgender Gleichung bestimmbar:

$$F_k = -A_7 \cdot p_7 + p_8 \cdot A_8 + p_9 \cdot A_9$$

[0025] Dabei ist:

- P7 Druck in der Ansaugkammer 7,
- A7 die in Umfangsrichtung wirksame Druckfläche am Konturring 4, auf den der Ansaugdruck p_7 wirkt,
- P8 Druck in der Förderkammer 8,
- A8 die in Umfangsrichtung wirksame Druckfläche am Konturring 4 in der Förderkammer 8,
- P9 Druck in der Druckkammer 9 und
- A9 die in Umfangsrichtung wirksame Druckfläche am Konturring 4 in der Druckkammer 9.

[0026] Die Flächen A7 bis A9 errechnen sich jeweils aus der wirksamen Kammerhöhe multipliziert mit einer nicht dargestellten Kammertiefe. Ist der Arbeitsdruck eines zu versorgenden Systems gering, so schiebt die Feder 21 den Konturring 4 in eine Position, die keine Vorkompression in der Förderkammer 8 ermöglicht. In dieser Position hat die Fläche A8 den Wert Null, die Flächen A7 und A9 sind gleich groß. Die aus der Differenz der Drücke p_7 und p_9 resultierende Kraft F_k ist von der Feder 21 abgestützt.

[0027] Steigt der Systemarbeitsdruck an, so steigt die Kraft F_k durch den steigenden Druck p_9 an und der Konturring 4 verdreht sich um einen Winkel $\Delta\varphi$. In dieser Position ist der Konturring mit 4' bezeichnet. Die Verdrehung bewirkt, dass sich die Förderkammer 8 um ein Volumen 8' vergrößert. In der Förderkammer 8 erfährt das Hydraulikfluid eine Vorkompression, da sich das Volumen der Förderkammer 8 bis zur Einkopplung in die Drucktasche 12 um das Volumen 8' verringert. Aufgrund

einer geringen Kompressibilität des Hydraulikfluids, beispielsweise Öl mit $3 \cdot 10^{-5}$ /bar, ist das erforderliche Kompressionsvolumen 8' klein. Dieses liegt bei verlustfreier Rechnung für einen Einkopplungsdruck von 135bar unter 1% des Volumens der Förderkammer 8. Bei einer Verdrehung des Konturrings 4 um einen Winkel $\Delta\phi$ verändern sich daher die Flächen A7 und A8 nur geringfügig, so dass diese Veränderung auf die Kraft Fk eine untergeordnete Rolle spielt.

[0028] Das System ist derart abstimmbar, dass der Druck in der Förderkammer 8 bei der Einkopplung exakt dem Systemarbeitsdruck entspricht und störende Geräusche in Verbindung mit Druckpulsationen selbst bei wechselnden Systemarbeitsdrücken, d.h. schwankenden Drücken im Druckbereich 6, vermeidbar sind. Die Abstimmung erfolgt im wesentlichen über die Gestaltung des Konturrings 4 und der Feder 21. Zur Darstellung einer geeigneten Federkennlinie sind auch mehrere Federn parallel und/oder hintereinander schaltbar.

[0029] In einem modifizierten, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist zur Einstellung des Vorkompressionsdruckes in der Förderkammer 8 die Saugtasche 11 und/oder die Drucktasche 12 gegenüber dem Konturring verdrehbar. Beispielsweise verdrehen sich die Seitenplatten über eine geeignete Vorrichtung derart, dass sich in der Förderkammer und der Druckkammer ein gleich hoher Druck einstellt. Gleichmaßen ist in der Saugtasche 11 und/oder Drucktasche 12 beispielsweise ein verschiebliches Element vorsehbar, das eine Verschiebung der in Fig. 1,2 gezeigten Steuerkannten 18 ermöglicht. Über eine Verstellung der Steuerkannten 18 ist die Höhe der Vorkompression einstellbar, so dass bei der Einkopplung der Förderkammer 8 in die Druckkammer 9 keine Druckstöße auftreten.

[0030] In Figur 5 ist eine Flügelzellenpumpe gezeigt, bei der die Vorrichtung 13 einen Flügel 3 und eine Drosseleinrichtung zur Ansteuerung des Unterflügeldruckes umfasst. Ein Flügel 3 ist in gezeigter Position mit 3' bezeichnet. Die Einstellung des Druckes in der Förderkammer 8 auf die Höhe des Druckes in der Druckkammer ist durch ein Überströmen der Hydraulikflüssigkeit zwischen Flügel 3' und Konturring 4 ermöglicht. Die Flügel 3 sind mit einem Unterflügeldruck in Höhe des Druckes in der Druckkammer 9 beaufschlagt. Dazu ist der Druck aus in einer Seitenplatte angeordneten Drucktasche 12 über einen nicht gezeigten Kanal in der Seitenplatte in den Unterflügelbereich 36 geleitet. Der Druck steht zwischen dem drehenden Rotor 2 und einem stehenden, mit dem Konturring 4 und der Seitenplatte verbundenen Statorring 33 an. Der mit dem Bezugszeichen 3' bezeichnete Flügel grenzt die Saug- und Förderkammer 7,8 voneinander ab. Auf die mit dem Konturring 4 in Berührung stehende Stirnfläche des Flügels 3' wirkt aufgrund der Formgebung des Flügels auf einer Hälfte der Stirnfläche der Druck in der Ansaugkammer 7 und auf der anderen Hälfte der Druck der Förderkammer 8. Da der Ansaugdruck einen kleinen Wert aufweist, ist die daraus resultierende Kraftkomponente auf den Flügel 3'

vernachlässigbar. Über eine Drosseleinrichtung mit den Drosseln 28,29,30 ist der Unterflügelseite des Flügels 3' ein Druck zugestellt, der halb so groß ist wie der Druck in der Druckkammer 9. Damit hebt der Flügel 3' vom Konturring 4 ab, sobald der vorkomprimierte Druck in der Förderkammer 8 den Druck in der Druckkammer 9 übersteigt. Das über die Drossel 3 abströmende Hydraulikfluid fließt über eine Rückflussleitung 31 in die Ansaugtasche 11 zurück.

Hydraulikflüssigkeit strömt solange von der Förder- in die Ansaugkammer 8,7 bis Druckgleichheit in der Förder- und Druckkammer 7,9 erreicht ist.

[0031] Die Drosseleinrichtung ist so aufgebaut, dass vom Unterflügeldruck der Flügel 3 ein Hydraulikvolumenstrom abzweigt und über die erste und zweite Drossel 28,29 in den Unterflügelbereich des Flügels 3' strömt. Aus diesem Bereich strömt der Hydraulikvolumenstrom über die dritte Drossel 30 in eine Leitung, die mit der Ansaugtasche 11 verbunden ist. Sind die Strömungswiderstände der Drosseln 28,29 doppelt so groß wie der Strömungswiderstand der Drossel 30, so stellt sich im Unterflügelbereich des Flügels 3' ein Druck ein, der halb so groß ist wie der Druck in der Druckkammer 9.

[0032] Durch Veränderung der Strömungswiderstände der Drosseln 28,29,30 sind selbstverständlich auch andere Unterflügeldrücke einstellbar. Beispielsweise ist damit ein Vorkompressionsdruck in der Förderkammer 8 einstellbar, der unter- oder über dem Druckniveau in der Druckkammer 9 liegt. Ferner sind auch Druckverluste, die aufgrund von Leckagen auftreten, durch Änderung des Unterflügeldrucks am Flügel 3' kompensierbar.

[0033] In der Fig. 6 ist eine Vorrichtung gezeigt, die auf eine Drosseleinrichtung verzichtet. Die mit dem Konturring 4 in Berührung stehende Stirnseite ist so ausgestaltet, dass beispielsweise auf die Stirnseite des Flügels 3' der Druck der Förderkammer 8 einwirkt. Im gesamten Unterflügelbereich 36 steht der Druck der Druckkammer 9 an. Damit hebt der Flügel 3' vom Konturring 4 ab, sobald der vorkomprimierte Druck in der Förderkammer 8 den Druck in der Druckkammer 9 übersteigt, womit eine Einstellung des Druckes in der Förderkammer 8 auf die Höhe des Druckes in der Druckkammer 9 erfolgt.

[0034] Die Flügel der in Fig. 7 gezeigten Variante sind derart gestaltet, dass auf die mit dem Konturring 4 in Berührung stehende Stirnseite des Flügels 3" eine aus dem in der Förderkammer 8 anstehenden Druck resultierende Kraft wirkt. Der mit dem Bezugszeichen 3" bezeichnete Flügel 3 grenzt die Förder- und Druckkammer 8,9 voneinander ab. Der Unterflügelbereich 36 ist mit dem Druck aus der Druckkammer 9 beaufschlagt. Steigt der Druck in der Förderkammer 8 über den Druck in der Druckkammer 9 an, so hebt der Flügel 3" von dem Konturring 4 ab, so dass sich in der Förder- und Druckkammer wieder ein Druck gleicher Höhe einstellen kann.

[0035] In Figur 8 ist eine Anordnung zur Verstärkung des Flügelanpressdruckes dargestellt. Die Fläche 35, an der der Druck der Druckkammer 9 ansteht, ist über

die Anordnung eines Verstärkungskolbens 34 vergrößert. Damit ist die Kraft erhöht, mit der die Flügel 3 gegen den Konturring 4 angepresst sind. Der Raum auf der gegenüberliegenden Seite des Verstärkungskolbens ist mit der Ansaugtasche 11 verbunden, so dass sich auf dieser Seite keine Gegenkraft aufbaut. Die Anordnung ist beispielsweise einsetzbar, wenn sich aufgrund von Leckagen in der Förderkammer 8 und/oder Druckkammer 9 ein nicht ausreichend hoher Druck aufbauen lässt.

In einer modifizierten Ausführungsform

[0036] Die vorab beschriebenen Vorrichtungen 13 zur Einstellung eines Druckes gleicher Höhe in der Förder- und Druckkammer 8,9 sind selbstverständlich auch untereinander kombinierbar. Sämtliche Vorrichtungen sind in einhubigen und/oder geregelten Flügelzellenpumpen 1 einsetzbar.

Bezugszeichenliste:

[0037]

- | | |
|----|---|
| 1 | Flügelzellenpumpe |
| 2 | Rotor |
| 3 | Flügel |
| 3' | Saug- und Förderkammer abgrenzender Flügel |
| 3" | Förder- und Druckkammer abgrenzender Flügel |
| 4 | Konturring |
| 4' | Verdreher Konturring |
| 5 | Ansaugbereich |
| 6 | Druckbereich |
| 7 | Ansaugkammer |
| 8 | Förderkammer |
| 8' | Vorkompressionsvolumen |
| 9 | Druckkammer |
| 10 | Drehrichtung |
| 11 | Ansaugtasche |
| 12 | Drucktasche |
| 13 | Vorrichtung |
| 14 | Kolben |
| 15 | Feder |
| 16 | Gehäuse |
| 17 | Hinterkante Flügel |
| 18 | Steuerkanten Saug- Drucktasche |
| 19 | |
| 20 | Kolben-Zylinderaggregat |
| 21 | Feder |
| 22 | Regelvorrichtung |
| 23 | Schieber |
| 24 | Feder |
| 25 | Erste Stirnfläche |
| 26 | Zweite Stirnfläche |
| 27 | Pfeilrichtung |
| 28 | Erste Drossel |
| 29 | Zweite Drossel |
| 30 | Dritte Drossel |

- | | |
|------|---|
| 31 | Rückflussleitung in Ansaugtasche |
| 32 | |
| 33 | Statorring |
| 34 | Verstärkungskolben |
| 5 35 | Mit Druckkammerdruck beaufschlagte Kolbenfläche |
| 36 | Unterflügelbereich |

10 Patentansprüche

1. Flügelzellenpumpe, mit

- einem Rotor (2) und Flügel (3) sowie mit
- einer Saug-, Förder- und Druckkammer (7,8,9), wobei
- das Volumen in der Förderkammer (8) vorkomprimierbar ist

dadurch gekennzeichnet, dass die Flügelzellenpumpe (1) eine Vorrichtung (13) aufweist, die in der Förderkammer (8) und in einer Druckkammer (6) einen gleich hohen Druck einstellt.

2. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass der erzielbare Vorkompressionsdruck in der Förderkammer (8) einem maximalen Arbeitsdruck eines zu versorgenden Systems entspricht.

3. Flügelzellenpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (13) ein Ventil umfasst, das den Druck in der Förderkammer (8) durch eine Verbindung mit dem Saugbereich (5) absenkt.

4. Flügelzellenpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung die Förderkammer begrenzende Flügel (3',3"), die mit einem Unterflügeldruck beaufschlagbar sind, umfasst.

5. Flügelzellenpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (13) einen relativ zu der Ansaug- und Drucktasche (11,12) verdrehbaren Konturring (4) aufweist, wodurch der Druck in der Förderkammer (8) auf den gleichen Druck wie in dem Druckbereich (9) einstellbar ist.

6. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Konturring (4) über ein Kolben-Zylinderaggregat (20) verdrehbar ist.

7. Flügelzellenpumpe nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich der Konturring (4) aufgrund der Druckunterschiede in der Saug-, Förder- und Druckkammer (7,8,9) verdreht. 5
8. Flügelzellenpumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass 10
eine Feder (21) den Konturring (4) in einer definierten Lage positioniert.
9. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass 15
das Kolben-Zylinderaggregat (20) mit einer Regelungsvorrichtung (22) verbunden ist.
10. Flügelzellenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, 20
dadurch gekennzeichnet, dass
die Flügelzellenpumpe (1) zwei Saug-, Förder- und Druckkammern (7,8,9) aufweist.

25

30

35

40

45

50

55

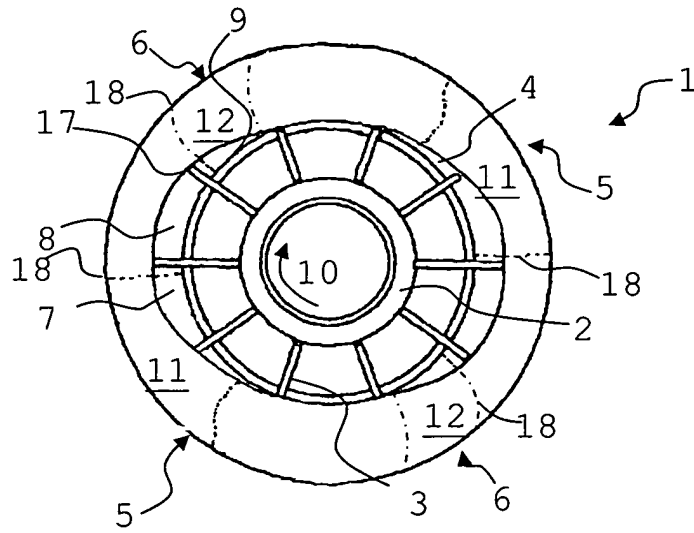


Figure 1

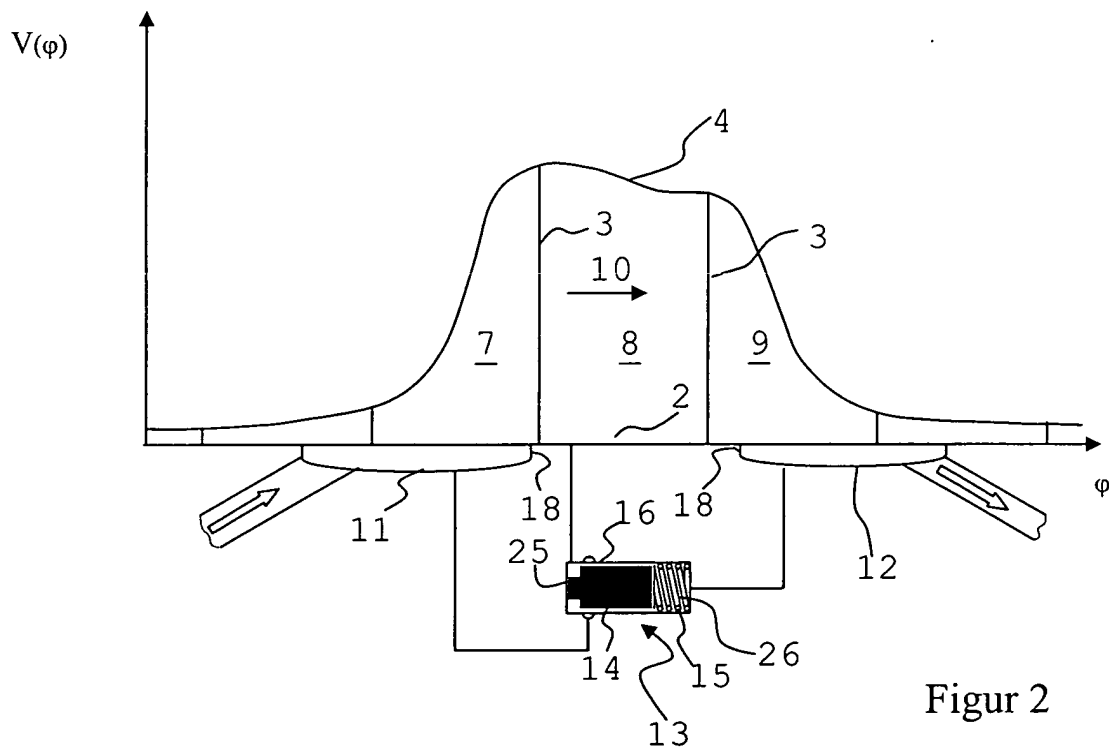
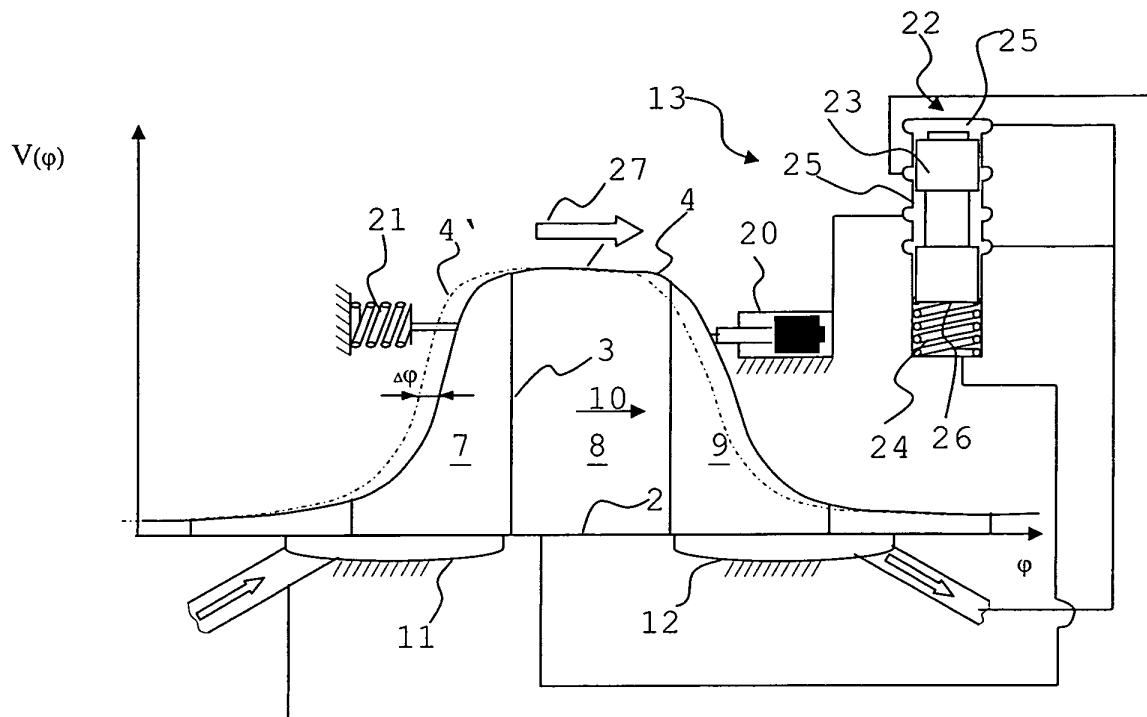
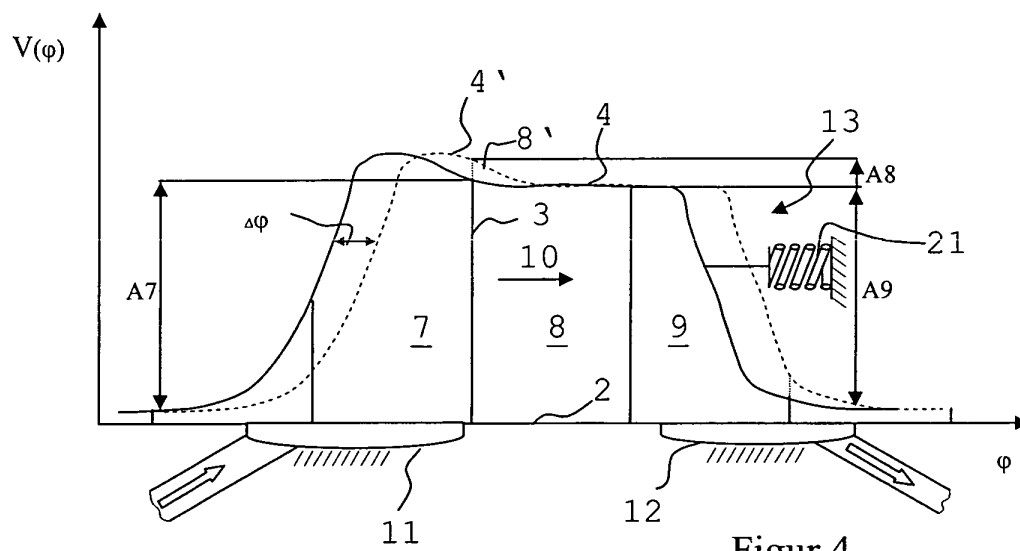


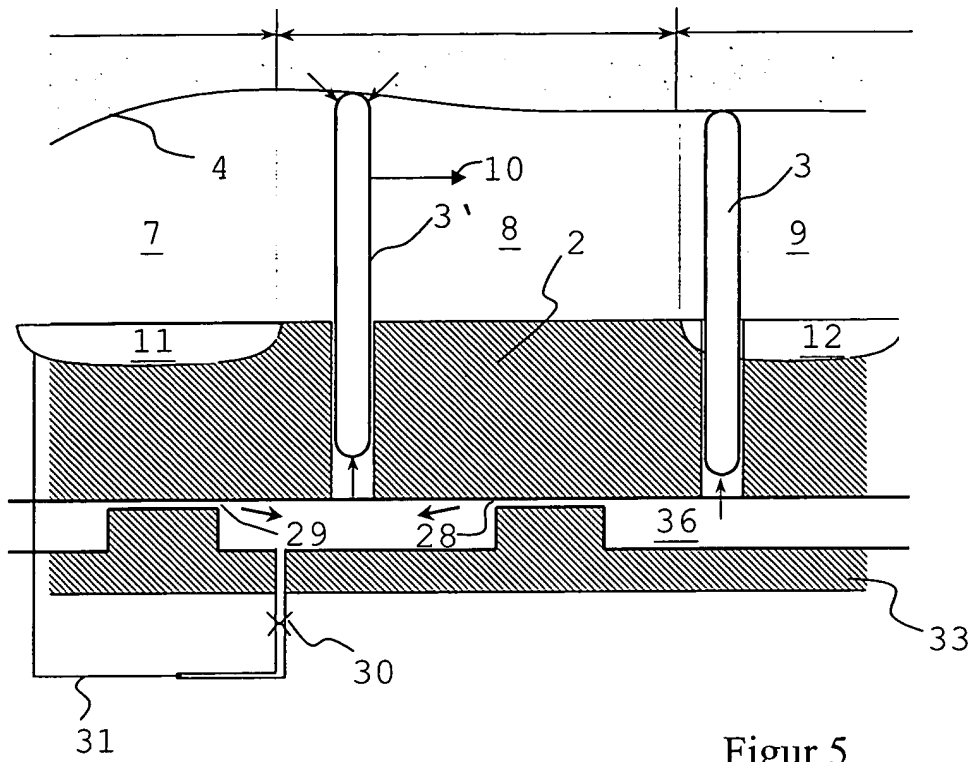
Figure 2



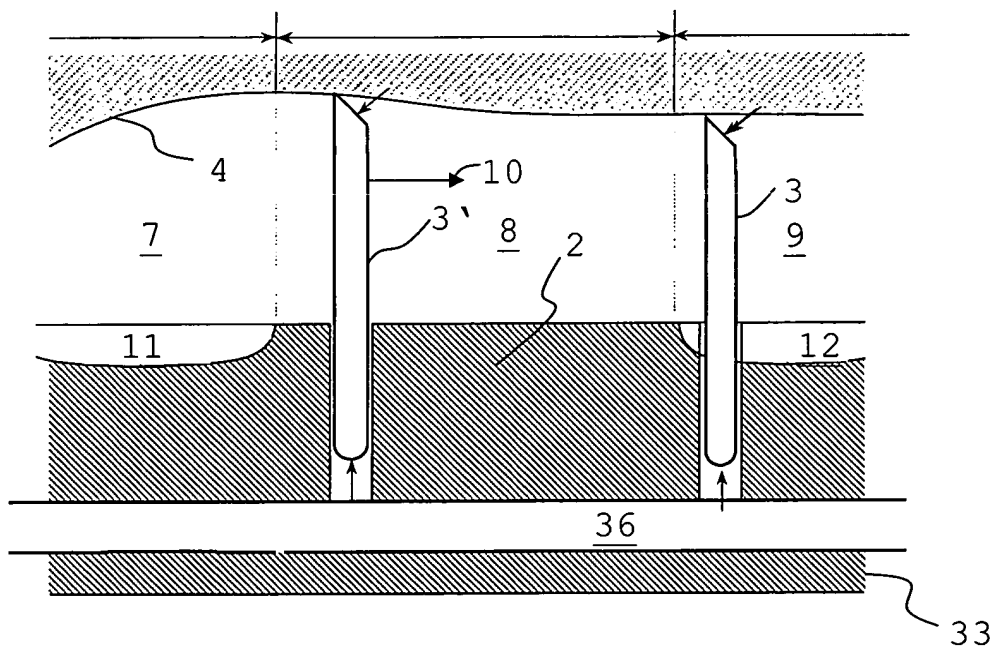
Figur 3



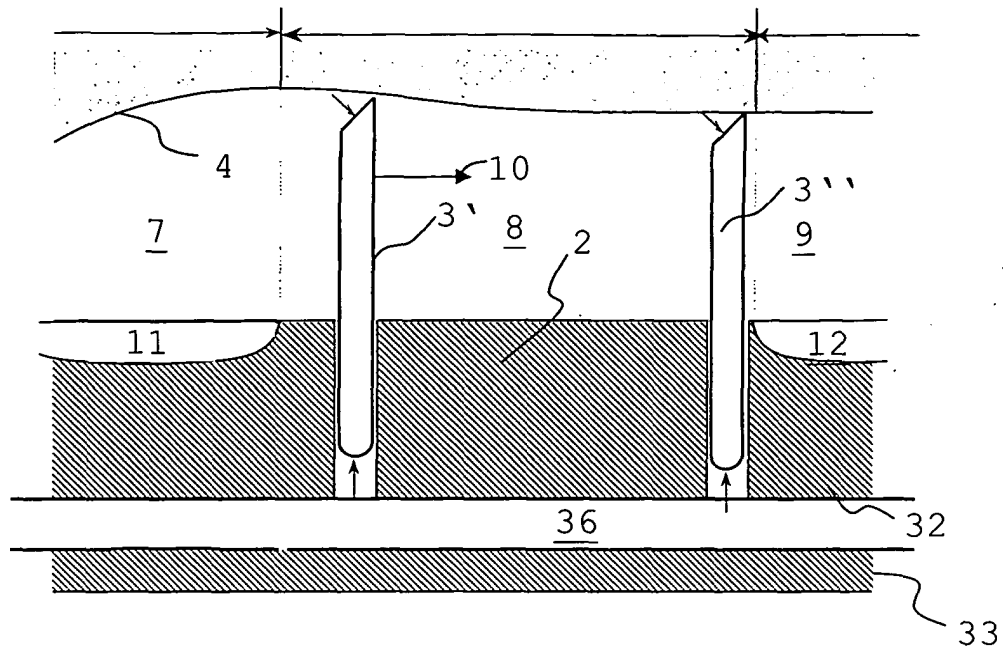
Figur 4



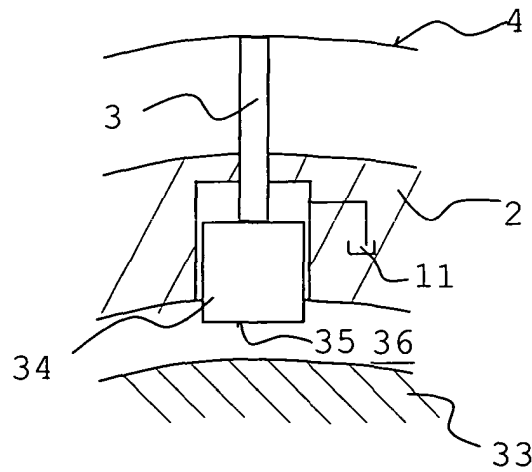
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8