



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 175 563 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.12.2003 Patentblatt 2003/49**
- (21) Anmeldenummer: **00931084.8**
- (22) Anmeldetag: **28.04.2000**
- (51) Int Cl.7: **F04B 45/04, F04B 43/00**
- (86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP00/03857**
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 00/066891 (09.11.2000 Gazette 2000/45)**

### (54) MEMBRANPUMPE MIT EINER DURCH DIE MEMBRANE GESTEUERTEINLASSÖFFNUNG

MEMBRANE PUMP COMPRISING AN INLET OPENING THAT IS CONTROLLED BY THE MEMBRANE

POMPE A MEMBRANE COMPORTANT UN ORIFICE D'ADMISSION REGLE PAR LA MEMBRANE

- |   |   |
|---|---|
| (84) Benannte Vertragsstaaten:<br><b>AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE</b> | • <b>SEIBOLD, Oswald</b><br>D-80997 München (DE)  |
| (30) Priorität: <b>30.04.1999 DE 19919908</b>   | (74) Vertreter: <b>Körber, Martin, Dipl.-Phys. et al</b><br><b>Mitscherlich &amp; Partner</b><br><b>Patentanwälte</b><br><b>Sonnenstrasse 33</b><br><b>80331 München (DE)</b> |
| (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br><b>30.01.2002 Patentblatt 2002/05</b>                 | (56) Entgegenhaltungen:<br><b>DE-A- 2 802 900</b> <b>DE-A- 4 119 228</b><br><b>FR-A- 1 149 743</b> <b>GB-A- 2 006 323</b><br><b>US-A- 2 605 957</b> <b>US-A- 3 947 156</b>    |
| (73) Patentinhaber: <b>ASF Thomas Industries GmbH</b><br><b>82178 Puchheim (DE)</b>               |   |
| (72) Erfinder:<br>• <b>RINNINGER, Gerhard</b><br><b>D-87666 Pforzen (DE)</b>                      |   |

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einer Membranpumpe nach der Gattung des Hauptanspruchs.

**[0002]** Aus dem Gebrauchsmuster G 9406216 ist eine Membranpumpe nach der Gattung des Anspruchs 1 bekannt. Die aus diesem Gebrauchsmuster hervorgehende Membranpumpe weist eine von einem Kurbelantrieb betätigbare Membran auf, die an einem äußeren Membrankreisring an einem Pumpenkörper eines Pumpengehäuses befestigt ist. Neben dem äußeren Membrankreisring weist die Membran einen Membrankern auf, der über einen elastisch verformbaren Membranring mit dem äußeren Membrankreisring verbunden ist. Die Membran schließt mit einer an dem Pumpenkörper ausgebildeten Pumpenkörperfläche einen Pumpraum (Schöpfraum) ein. In dem Pumpenkörper sind ein Einlaßkanal und ein Auslaßkanal ausgebildet, die an einer Einlaßöffnung und einer Auslaßöffnung in die Pumpenkörperfläche münden. Der Einlaßkanal und der Auslaßkanal sind außerhalb des Pumpenkörpers vorzugsweise mit Strömungsrichtungsventilen verbunden, wodurch eine Strömungsrichtung durch den Einlaßkanal und den Auslaßkanal vorgegeben ist. Bei einem Ansaughub des Kurbelantriebs wird ein Pumpmedium durch den Einlaßkanal in den Pumpraum befördert und bei einem sich anschließenden Ausstoßhub des Kurbelantriebs wird das Pumpmedium über den Auslaßkanal aus dem Pumpraum verdrängt.

**[0003]** Nachteilig bei der aus dem Gebrauchsmuster G 9406216 bekannten Membranpumpe ist, daß während des Ausstoßhubes ein Teil des in dem Pumpraum befindlichen Pumpmediums in den Einlaßkanal zurückgedrückt bzw. hineinkomprimiert wird. Insbesondere bei einem kompressiblen Druckmittel verschlechtert sich daher der Wirkungsgrad der Membranpumpe erheblich. Ein weiterer Nachteil ist, daß die Auslaßöffnung in Abhängigkeit von der Hubstellung des Kurbelantriebs gedrosselt ist, wobei die Drosselung vor Erreichen der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs zunimmt, so daß am Ende des Ausstoßhubes das hochkomprimierte Pumpmedium zunehmend schlechter entweichen kann.

**[0004]** Zusammenfassend läßt sich bei der bekannten Membranpumpe eine dem Kompressionsverhältnis der Membranpumpe entsprechende Pumpmediummenge nicht vollständig über die Auslaßöffnung aus dem Pumpraum ausstoßen. Außerdem eignet sich die bekannte Membranpumpe nur eingeschränkt für komprimierbare Pumpmedium wie z.B. Gase.

**[0005]** Die US 3,947,156 offenbart eine Membranpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0006]** Ausgehend von dieser bekannten Membranpumpe liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Membranpumpe vorzuschlagen, die ein möglichst großes Verdichtungsverhältnis des im Pumpraum befindlichen Pumpmediums erlaubt und ein zuverlässiges Verschließen der Einlaßöffnung durch den

Membranring ermöglicht.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Membranpumpe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0008]** Durch die in dem Randbereich der Einlaßöffnung ausgebildete umlaufende Steuerkante, an der der elastisch verformbare Membranring die Einlaßöffnung verschließt, wird die Einlaßöffnung zuverlässig und allseitig geschlossen.

**[0009]** Vorteilhaft ist es, daß der Mittelpunkt der Einlaßöffnung zumindest annähernd in der Drehebene der Kurbel des Kurbelantriebs liegt. Dadurch wird die Einlaßöffnung des Einlaßkanals besonders frühzeitig geschlossen.

**[0010]** In vorteilhafter Weise verschließt der elastisch verformbare Membranring die Einlaßöffnung bei einer Kurbeldrehstellung des Kurbelantriebs, die bis zu 90° vor der oberen Totpunktage liegt. Dadurch wird ab einer maximalen Auslenkung der Membran der Membranpumpe eine Abdichtung erreicht.

**[0011]** In vorteilhafter Weise schließt der elastisch verformbare Membranring die Einlaßöffnung bei einer Kurbeldrehstellung des Kurbelantriebs, die 20° bis 90° vor der oberen Totpunktage liegt. Dadurch wird die Abdichtung der Einlaßöffnung des Einlaßkanals ab einer maximalen Auslenkung der Membran der Membranpumpe erreicht, wobei bei einer verschlossenen Einlaßöffnung des Einlaßkanals ein Teil der Kurbeldrehung zur Verfügung steht, um eine stärkere Komprimierung des Pumpmediums zu erreichen.

**[0012]** Vorteilhaft ist es, wenn das Einlaßventil eine Ventilplatte aufweist, die die Einlaßöffnung überdeckt. Indem die Ventilplatte unmittelbar an der Einlaßöffnung des Einlaßkanals angeordnet ist kann das Totvolumen des Einlaßkanals weiter verringert werden. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Mittelachse des Einlaßkanals senkrecht zu der Pumpenkörperfläche orientiert ist. Dadurch wird die bauliche Ausgestaltung des Richtungsventils und das Einbringen der Ventilplatte in den Einlaßkanal vereinfacht.

**[0013]** In vorteilhafter Weise ist die Auslaßöffnung des Auslaßkanals in einem Bereich der Pumpenkörperfläche angeordnet, dem sich die Membran zuletzt nähert und der von der Membran frühestens bei der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs erreicht ist. Dadurch wird erreicht, daß das Pumpmedium aus dem Pumpraum möglichst ungedrosselt in den Auslaßkanal gepumpt werden kann. Außerdem wird erreicht, daß die Auslaßöffnung des Auslaßkanals nicht bereits vor dem Erreichen der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs verschlossen ist.

**[0014]** Vorteilhaft ist es, daß der Mittelpunkt der Auslaßöffnung des Auslaßkanals in einem inneren Bereich der Pumpenkörperfläche angeordnet ist, der dem Membrankern der Membran gegenüberliegt. Da bei der Kurbelbewegung des Kurbelantriebs das Pumpmedium

bedingt durch die Bewegung des Membrankerns zuletzt aus einem über dem Membrankern der Membran angeordneten Bereich des Pumpraums ausgepumpt wird, ist die Auslaßöffnung des Auslaßkanals dadurch besonders günstig angeordnet.

**[0015]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen axialen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Membranpumpe in der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs;

Figur 2 das Ausführungsbeispiel bei einer Kurbeldrehstellung, die 50° nach der oberen Totpunktlage liegt;

Figur 3 das Ausführungsbeispiel in der unteren Totpunktlage; und

Figur 4 das Ausführungsbeispiel bei einer Drehkurbelstellung des Kurbelantriebs, der 50° vor der oberen Totpunktlage liegt.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0016]** Figur 1 zeigt in einer auszugsweisen Schnittdarstellung eine erfindungsgemäße Membranpumpe 1. Die Membranpumpe 1 kann insbesondere als Vakuumpumpe oder als Druckpumpe zum Fördern von Pumpmedien, z.B. Flüssigkeiten und Gasen, eingesetzt werden. Die erfindungsgemäße Membranpumpe 1 eignet sich jedoch auch für andere Anwendungsfälle.

**[0017]** Die Membranpumpe 1 weist einen Pumpenkörper 2 auf, der mit einem Gehäuseelement 3 verbunden ist. Der Pumpenkörper 2 weist einen Einlaßkanal 4 auf, der in diesem Ausführungsbeispiel durch gestufte Bohrungen 5a, 5b, 5c und eine Schrägbohrung 6 ausgebildet ist. Eine Mittelachse 7 der Schrägbohrung 6 des Einlaßkanals 4 ist dabei senkrecht zu einer an dem Pumpenkörper 2 ausgebildeten Pumpenkörperfläche 8 orientiert. Der Einlaßkanal 4 mündet an einer Einlaßöffnung 9 in die Pumpenkörperfläche 8. Die Einlaßöffnung 9 ist in einem äußeren Bereich des Pumpraums, d.h. in der Nähe der Einspannung der Membran im Pumpenkörper 2 angeordnet. Weiterhin liegt der Mittelpunkt der Einlaßöffnung 9 vorteilhafterweise in der Dreh- bzw. Schwenkebene der Kurbel 31 des Kurbelantriebs 32. Es ist anzumerken, daß die Schwenkebene der Kurbel 31 mit der Schnittebene der Figur 1 übereinstimmt. Durch die Anordnung der Einlaßöffnung in einem äußeren Bereich des Pumpraums und in der Schwenkebene der Kurbel 31 wird ein frühzeitiges Verschließen der Einlaßöffnung 9 beim Ausstoßen des Pumpmediums aus dem Pumpraum durch die Membran erzielt. Das Pumpmedium wird ab dem frühzeitigen Verschließen der Einlaßöffnung 9 nicht mehr über den Einlaßkanal 4 in den Pumpraum gefördert. Der Einlaßkanal ist ab diesem Zeitpunkt nicht mehr als Schadraum wirksam. Hier-

durch wird daher eine Verbesserung und Optimierung des Pumpvorgangs erreicht.

**[0018]** Im Bereich der Einlaßöffnung 9, d.h. zum Pumpraum hin gerichtet, ist ein Richtungs- bzw. Einlaßventil 5 angeordnet. Das Einlaßventil besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel aus einer Ventilplatte 10, die im Bereich der Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 zur Bildung des Richtungsventils bzw. Einlaßventils angeordnet ist. Im Bereich der Einlaßöffnung 9 weist die Schrägbohrung 6 des Pumpenkörpers 2 zum Pumpraum hin gerichtet eine umlaufende Tasche auf, die einen größeren Durchmesser als die Schrägbohrung 6 hat. Die Ventilplatte 10 stützt sich an einer zwischen der Schrägbohrung 6 und der Tasche gebildeten umlaufenden Kante 10 ab. Die Ventilplatte 10 fluchtet im wesentlichen mit der Pumpenkörperfläche 8, jedenfalls während sie von der Membrane verschlossen wird, wobei sich zwischen der umlaufenden Nut in der Schrägbohrung 6 und der Pumpenkörperfläche 8 eine Steuerkante 35 ergibt. Mit 15 anderen Worten ist in dem Randbereich der Einlaßöffnung 9 eine umlaufende und geringfügig über die Ventilplatte 10 hinausragende Steuerkante 35 ausgebildet, an der die Membran die Einlaßöffnung 9 verschließt. Die umlaufende Steuerkante 35 gewährleistet in vorteilhafter Weise, daß das Einlaßventil mit der Ventilplatte 10 beim Auslaßhub sicher und zuverlässig allseitig verschlossen wird. Die Anordnung des Einlaßventils mit der Ventilplatte 10 direkt im Bereich der Einlaßöffnung 9 und das unmittelbare Verschließen des Einlaßventils 20 durch die Membran beim Auslaßhub verringert den Schadraum beim Auslaßhub weiter und trägt damit zu einer weiteren Steigerung der Effizienz und Zuverlässigkeit der Pumpe bei.

**[0019]** In dem Pumpenkörper 2 ist an einem Gewinde 35 ein Auslaßelement 16 eingeschraubt, das gestufte Bohrungen 18a bis 18d aufweist, die zusammen mit einer Auslaßaussparung 19 einen Auslaßkanal 17 bilden. Das Auslaßelement 16 kann auch eingesteckt und durch Schrauben befestigt sein. Der Auslaßkanal 17 mündet in einer Auslaßöffnung 20 in die Pumpenkörperfläche 8. Zwischen der Auslaßaussparung 19 und der Bohrung 18d ist mittels einer Ventilplatte 21 ein Richtungsventil gebildet. Das Auslaßventil mit der Ventilplatte 21 ist im Bereich der Auslaßaussparung 19 zum Pumpraum hin gerichtet angeordnet, wodurch eine weitere Verbesserung der Pumpwirkung erzielt wird. Die Auslaßöffnung 20 ist vom Rand des Pumpraums zur Mitte hin versetzt dergestalt angeordnet, daß die Auslaßöffnung 20 beim Auslaßhub möglichst spät verschlossen wird. Mit anderen Worten ist die Auslaßöffnung 20 in einem Bereich angeordnet, der von der Membran am Ende des Auslaßhubs zuletzt überdeckt wird.

**[0020]** Sowohl das Einlaßventil mit der Ventilplatte 10 als auch das Auslaßventil mit der Ventilplatte 21 sind vorteilhafterweise als frei bewegliche Ventile ausgebildet, die bei möglichst geringen Druckdifferenzen schalten, um keine Kompressionsverluste und damit eine indirekte Schadraumvergrößerung hervorzurufen. Die

Ventile sind nicht durch eine Einspannung oder Anbindung in irgendeiner Richtung vorgespannt, wodurch zusätzliche Kräfte zum Schalten der Ventile nötig wären, sondern frei beweglich ausgebildet. Damit die Ventile jedoch nach dem Abheben von ihrem Ventilsitz, d.h. nach dem Öffnen, bei Beendigung des Strömungsvorganges wieder möglichst spannungsfrei auf ihren jeweiligen Sitz zurückgeführt werden, ist eine entsprechend ausgebildete Ventilhalteeinrichtung vorgesehen. Dabei ist sowohl beim Einlaßventil als auch beim Auslaßventil wichtig, daß die Einspannung der Ventilplatten 10 bzw. 21 spannungsfrei sind, d.h. in der Nähe der geschlossenen Ventilstellung ist das Ventil möglichst spannungsfrei, so daß geringe Druckdifferenzen zum Schließen bzw. auch zum Öffnen ausreichen. Bei Auslenkung, bei Öffnen des Ventils entstehen im Ventil Spannungen, durch die es in Richtung zur Schließstellung vorgespannt wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind hierzu für das Einlaßventil zwei Bolzen mit einem dünnen Rückhaltebund zu beiden Seiten der Einlaßöffnung 9 vorgesehen. Das Einlaßventil hat längliche bzw. ovale Befestigungsbohrungen, durch die die Bolzen ragen. Beim Öffnen des Ventils ist die Ventilplatte damit entlang der Bohrungen beweglich und ermöglicht ein Ausbiegen nach innen in den Pumpraum hinein. Ähnliches wird beim Auslaßventil durch die Bohrung 18d im Auslaßelement 16 erreicht. Die Bohrung 18d ist eine vorzugsweise umlaufende Nut, die im Auslaßelement 16 zum Sitz der Ventilplatte 21 hin gerichtet ausgebildet ist und der Ventilplatte 21 eine freie Öffnungsbewegung vom Pumpraum weg ermöglicht.

**[0021]** Die Membrane weist einen Membrankern 25, einen elastisch verformbaren Membranring 26 und einen äußeren Membrankreisring 27 auf, wobei die Membrane 24 an dem äußeren Membrankreisring 27 zwischen dem Pumpenkörper 2 und dem Gehäuseelement 3 befestigt ist. Die Membrane ist im nicht eingespannten Zustand im wesentlichen flach und wird dergestalt zwischen dem Pumpenkörper 2 und dem Gehäuseelement 3 eingespannt, daß die Membrane in Richtung zur Pumpenkörperfläche 8 vorgespannt ist. Hierzu wird die Membran tangential-globular eingespannt, wie in den Figuren 1 bis 4 zu erkennen ist. Hierzu wird die konkav Pumpenkörperfläche 8 auch in den Bereich der Einspannung des Membrankreisrings 27 weitergeführt, so daß die Membrane zumindest im äußeren Bereich, d.h. im Bereich des Membrankreisrings 27 an den Randbereichen der konkaven Pumpenkörperfläche 8 anliegt. Hierdurch wird auch ein zuverlässiges Verschließen des Einlaßventils durch die Membrane gewährleistet. Die tangential-globulare Einspannung der Membrane vermeidet den bei bekannten Pumpen üblicherweise im Bereich der Membraneinspannung vorhandenen flachen ringförmigen Schadraum, der aus einer ungenügenden Flexibilität der Membrane und dem Druckaufbau in der Pumpe beim Auslaßvorgang und darausfolgend der Ausbeulung der Membrane weg von der Pumpenkammer herröhrt. Die erfindungsgemäße

Membranpumpe ist so konzipiert, daß das Verdichtungsverhältnis, d.h. das Verhältnis von maximalen zu minimalen Pumpraumvolumen optimiert ist. Da das Verdichtungsverhältnis insbesondere von dem minimal erreichbaren Pumpraumvolumen abhängig ist und daher dadurch bestimmt wird, wie gut die elastische Membrane den Pumpraum abschließen kann, wird durch die oben beschriebenen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Membranpumpe diesbezüglich eine Optimierung erreicht. Weiterhin werden durch die Anordnung und Ausgestaltung des Einlaßventils und des Auslaßventils die Volumina in den Strömungskanälen minimiert, so daß sich eine stark verbesserte Pumpwirkung ergibt. In dem Membrankern 25 der Membrane 24 ist ein Formkern 28 einvulkanisiert, der einen tellerförmigen Abschnitt 29 und einen zylinderförmigen Abschnitt 30 aufweist. Über eine Verbindungseinrichtung 31 ist der zylinderförmige Abschnitt 30 des Formkerns 28 mit einer Kurbel 31 eines Kurbelantriebs 32 verbunden.

**[0022]** Wie oben erwähnt ist in dem Randbereich der Einlaßöffnung 9 eine umlaufende Steuerkante 35 ausgebildet, an der der elastisch verformbare Membranring 26 die Einlaßöffnung 9 verschließt.

**[0023]** In den Figuren 2 bis 4 ist das Ausführungsbeispiel der Membranpumpe aus Figur 1 bei unterschiedlichen Kurbeldrehstellungen des Kurbelantriebs dargestellt. Durch die fortlaufende Betrachtung der Figuren 1 bis 4 läßt sich dadurch ein Eindruck von dem Bewegungsablauf der Membranpumpe 1 gewinnen. Dabei ist in Figur 1 die Kurbeldrehstellung der Membranpumpe in einem oberen Totpunkt, in Figur 2  $50^\circ$  nach dem oberen Totpunkt, in Figur 3 im unteren Totpunkt und in Figur 5  $50^\circ$  vor einem oberen Totpunkt dargestellt. Da in den Figuren 2 bis 4 die dargestellten Elemente mit den Elementen aus Figur 1 übereinstimmen, wird auf eine wiederholende Beschreibung verzichtet.

**[0024]** In Figur 2 ist die Kurbeldrehstellung des Kurbelantriebs 32 nach einer Drehung des Kurbelantriebs 40 32 in einer Drehrichtung 36 um  $50^\circ$  dargestellt. Dadurch wird die Achse 37 des Membrankerns 25 gegenüber der Achse 39 der konkaven Pumpenkörperfläche 8 verkippt. Dadurch hebt sich der Membrankern 25 zunächst auf der Seite der Einlaßöffnung 9 von der Pumpenkörperfläche 8 ab, wobei er im Bereich der Auslaßöffnung 20 zunächst in Kontakt mit der Pumpenkörperfläche 8 bleibt. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 bei der in Figur 2 dargestellten Kurbeldrehstellung von dem elastisch verformbaren Membranring 26 der Membrane 24 verschlossen. Der Membranring 26 und/oder die Pumpenkörperfläche 8 können auch so ausgebildet sein, daß die Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 bei der in Figur 2 gezeigten Drehkurbelstellung des Kurbelantriebs 32 bereits geöffnet ist. Im allgemeinen ist bei einer Drehkurbelstellung des Kurbelantriebs 32, die  $90^\circ$  nach der oberen Totpunktstellung liegt, die Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 geöffnet. Die Membrane 24 hebt sich durch die Dreh-

kurbelbewegung des Kurbelantriebs 32 von der Pumpenkörperfläche 8 ab, wodurch sich ein zwischen der Membrane 24 und der Pumpenkörperfläche 8 gebildeter Pumpraum 38 vergrößert und ab der Öffnung der Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 ein Pumpmedium aus dem Einlaßkanal 4 durch die Einlaßöffnung 9 in den Pumpraum 38 eingesaugt wird. Beim Einsaugen des Pumpmediums aus dem Einlaßkanal 4 in den Pumpraum 38 strömt das Pumpmedium durch das durch die Ventilplatte 10 gebildete Richtungsventil. Ebenso ist in dem Auslaßkanal 17 durch die Ventilplatte 21 ein Richtungsventil gebildet, so daß ein auf der der Auslaßöffnung 20 abgewandten Seite der Dichtplatte 21 vorhandenes Pumpmedium beim Ansaughub des Kurbelantriebs 32 nicht in den Pumpraum 38 zurückfließt.

**[0025]** In Figur 3 ist die Membranpumpe 1 bei einer unteren Totpunktstellung des Kurbelantriebs 32 dargestellt. Gegenüber der oberen Totpunktstellung in Figur 1 hat der Kurbelantrieb 32 der Membranpumpe 1 eine Drehung in Drehrichtung 36 von 180° vollzogen. In dieser Stellung ist ein zumindest annähernd maximales Volumen des Pumpraums 38 gegeben. Die Membrane 24 liegt daher nur im Bereich des äußeren Membrankreisrings 27, an dem sie mit dem Pumpenkörper 2 und dem Gehäuseelement 3 verbunden ist, an. Dadurch sind die Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 und die Auslaßöffnung 20 des Auslaßkanals 17 vollständig geöffnet,

**[0026]** An die in Figur 3 gezeigte Kurbeldrehstellung der Membranpumpe 1 schließt sich ein Ausstoßhub der Membrane 24 an, wodurch das Pumpmedium in dem Pumpraum 38 komprimiert und über die Auslaßöffnung 20 des Auslaßkanals 17 aus der Membranpumpe 1 ausgestoßen wird. Dabei wird durch die Ventilplatte 10 erreicht, daß das Pumpmedium aus dem Pumpraum 38 nicht in den Einlaßkanal 4 zurückfließt.

**[0027]** Mit zunehmenden Ausstoßhub nähert sich die Membrane 24 der Pumpenkörperfläche 8. In Figur 4 ist eine Drehkurbelstellung des Kurbelantriebs 32 dargestellt, die 50° vor der in Figur 1 dargestellten oberen Totpunktstellung des Drehkurbelantriebs 32 liegt. Dabei ist die Achse 37 gegenüber der Achse 39 der Pumpenkörperfläche 8 gekippt, wobei die Verkippung entgegengesetzt zu der Verkippung in Figur 2 erfolgt. Dadurch nähert sich die Membrane 24 zunächst der Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4, wobei in der dargestellten Drehwinkelstellung des Kurbelantriebs 32 die Einlaßöffnung 9 bereits von dem elastisch verformbaren Membranring 26 verschlossen ist. Außerdem ist der Pumpraum 38 von der Einlaßöffnung zur Auslaßöffnung 20 des Auslaßkanals 17 sich verbreiternd ausgebildet, so daß sich das Pumpmedium aus dem Pumpraum 38 bei der weiteren Drehbewegung des Kurbelantriebs 32 vorzugsweise im Bereich der Auslaßöffnung 20 des Auslaßkanals 17 sammelt, wodurch ein vollständiges Auspumpen des Pumpmediums aus dem Pumpraum 38 in den Auslaßkanal 17 erfolgt.

**[0028]** Durch das frühzeitige Schließen der Einlaßöffnung 9 des Einlaßkanals 4 mit dem Membranring 26

wird erreicht, daß ein im Einlaßkanal 4 sich an dem Pumpraum 38 anschließendes Totvolumen verschlossen wird, so daß ein im Einlaßkanal 4 vorhandenes Pumpmedium durch den weiteren Ausstoßhub des Kurbelantriebs nicht weiter komprimiert wird und der Ausstoßhub vollständig zur Komprimierung des über den Auslaßkanal 17 auszupumpenden Pumpmediums verwendet werden kann. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Ventilplatte 10 in dem Einlaßkanal 4 nahe an

der Einlaßöffnung 9 positioniert ist, da dadurch bereits vor Verschließen der Einlaßöffnung 9 mit dem Membranring 26 das Totvolumen verringert ist. Die Auslaßöffnung 20 des Auslaßkanals 17 ist in diesem Ausführungsbeispiel in einem Bereich der Pumpenkörperfläche 8 angeordnet, dem sich die Membrane 24 zuletzt nähert und der von der Membrane 24 frühestens bei der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs 32 erreicht ist. Dadurch wird erreicht, daß die Auslaßöffnung 20 erst nach dem erfolgten Ausstoßhub des Kurbelantriebs 32 verschlossen werden kann. Damit die Auslaßöffnung 20 nicht teilweise von dem Membranring 26 der Membrane 24 verschlossen ist und somit ein Pumpmediumstrom des Pumpmediums beim Auspumpen in die Auslaßöffnung 17 nicht zusätzlich gedrosselt wird ist es besonders vorteilhaft, daß der Mittelpunkt der Auslaßöffnung 20 des Auslaßkanals 17 in einem inneren Bereich der Pumpenkörperfläche 8 angeordnet ist, der dem Membrankern 25 der Membrane 24 gegenüberliegt.

**[0029]** Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt.

#### Bezugszeichenliste

35 **[0030]**

- |    |                           |
|----|---------------------------|
| 1  | Membranpumpe              |
| 2  | Pumpenkörper              |
| 3  | Gehäuseelement            |
| 40 | 4 Einlaßkanal             |
| 5  | Bohrung                   |
| 6  | Schrägbohrung             |
| 7  | Mittelachse               |
| 8  | Pumpenkörperfläche        |
| 45 | 9 Einlaßöffnung           |
| 10 | Ventilplatte              |
| 11 | Umlaufende Kante          |
| 15 | Gewinde                   |
| 16 | Auslaßelement             |
| 50 | 17 Auslaßkanal            |
| 18 | Bohrung                   |
| 19 | Auslaßaussparung          |
| 20 | Auslaßöffnung             |
| 21 | Ventilplatte              |
| 55 | 24 Membrane               |
| 25 | Membrankern               |
| 26 | Membranring               |
| 27 | Äußerer Membrankreisring. |

- 28 Formkern  
 29 Tellerförmiger Abschnitt  
 30 Zylinderförmiger Abschnitt  
 32 Kurbelantrieb  
 33 Verbindungseinrichtung  
 35 Steuerkante  
 36 Drehrichtung  
 37 Achse  
 38 Pumpraum  
 39 Achse

### Patentansprüche

1. Membranpumpe (1) mit einer von einem Kurbelantrieb (32) betätigbaren Membrane (24), die zusammen mit einer konkaven Pumpenkörperfläche (8) einen Pumpraum (38) einschließt, einem Einlaßkanal (4) und einem Auslaßkanal (17), die an einer Einlaßöffnung (9) und einer Auslaßöffnung (20) in die Pumpenkörperfläche (8) münden, wobei die Membrane (24) einen Membrankern (25) und einen elastisch verformbaren Membranring (26) aufweist, und der Membrankern (25) eine an die Pumpenkörperfläche (8) angepaßte, konvexe Oberfläche aufweist,  
 wobei

die Einlaßöffnung (9) in einem Bereich der Pumpenkörperfläche (8) angeordnet ist, dem sich die Membrane (24) bei einem Ausstoßhub des Kurbelantriebs (32) zuerst nähert, und der elastisch verformbare Membranring (26) die Einlaßöffnung (9) vor dem Erreichen der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs (32) verschließt,

#### **dadurch gekennzeichnet,**

**daß** ein Einlaßventil vorgesehen ist, das in dem Bereich der Einlaßöffnung (9) des Einlaßkanals (4) angeordnet ist, wobei in dem Randbereich der Einlaßöffnung (9) eine umlaufende Steuerkante (35) ausgebildet ist, an der der elastisch verformbare Membranring (26) das Einlaßventil verschließt.

2. Membranpumpe nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** das Einlaßventil eine Ventilplatte (10) aufweist, die die Einlaßöffnung (9) überdeckt.

3. Membranpumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Mittelpunkt der Einlaßöffnung (9) zumindest annähernd in der Drehebene der Kurbel (31) des Kurbelantriebs (32) liegt.

4. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der elastisch verformbare Membranring (26)

die Einlaßöffnung (9) bei einer Kurbeldrehstellung des Kurbelantriebs (32) verschließt, die bis zu 90° vor der oberen Totpunktlage liegt.

5. Membranpumpe nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der elastisch verformbare Membranring (26) die Einlaßöffnung (9) bei einer Kurbeldrehstellung des Kurbelantriebs (32) verschließt, die 20° bis 90° vor der oberen Totpunktlage liegt.

6. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Mittelachse (7) des Einlaßkanals (4) senkrecht zu der Pumpenkörperfläche (8) orientiert ist.

7. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Auslaßöffnung (20) des Auslaßkanals (17) in einem Bereich der Pumpenkörperfläche (8) angeordnet ist, dem sich die Membrane (24) zuletzt nähert und der von der Membrane (24) frühestens bei der oberen Totpunktstellung des Kurbelantriebs (32) erreicht ist.

8. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Mittelpunkt der Auslaßöffnung (20) des Auslaßkanals (17) in einem inneren Bereich der Pumpenkörperfläche (8) angeordnet ist, der dem Membrankern (25) der Membrane (24) gegenüberliegt.

### Claims

1. Membrane pump (1) with a membrane (24), which can be activated by a crank drive (32) and which, together with a concave surface (8) of the pump body, encloses a pump chamber (38); with an inlet channel (4) and an outlet channel (17), which open into an inlet opening (9) and an outlet opening (20) in the surface (8) of the pump body, the membrane (24) providing a membrane core (25) and a resiliently deformable membrane ring (26), and the membrane core (25) providing a convex surface adapted to the surface (8) of the pump body, wherein

the inlet opening (9) is disposed in the region of the surface (8) of the pump body, which is first approached by the membrane (24) during the expulsion stroke of the crank drive (32), and wherein

the resiliently deformable membrane ring (26) closes the inlet opening (9) before reaching the top-dead-centre position of the crank drive (32),  
**characterised in that**

an inlet valve disposed in the inlet channel (4) in the

- region of the inlet opening (9) is provided, a circumferential control edge (35) being formed in the edge region of the inlet opening (9), against which the resiliently deformable membrane ring (26) closes the inlet valve.
2. Membrane pump according to claim 1, **characterised in that** the inlet valve provides a valve plate (10), which covers the inlet opening (9).
3. Membrane pump according to claim 1 or 2, **characterised in that** the centre point of the inlet opening (9) is located at least approximately in the rotational plane of the crank (31) of the crank drive (32).
4. Membrane pump according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the resiliently deformable membrane ring (26) closes the inlet opening (9) at a rotational position of the crank drive (32), which is located up to 90° before the top-dead-centre position.
5. Membrane pump according to claim 4, **characterised in that** the resiliently deformable membrane ring (26) closes the inlet opening (9) at a rotational position of the crank drive (32), which is located 20° to 90° before the top-dead-centre position.
6. Membrane pump according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the central axis (7) of the inlet channel (4) is orientated perpendicular to the surface (8) of the pump body.
7. Membrane pump according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the outlet opening (20) of the outlet channel (17) is disposed in a region of the surface (8) of the pump body which is approached last by the membrane (24), and which is reached by the membrane (24) at the soonest at the top-dead-centre position of the crank drive (32).
8. Membrane pump according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that**, the centre point of the outlet opening (20) in the outlet channel (17) is disposed in an inner region of the surface (8) of the pump body, which is located opposite to the membrane core (25) of the membrane (24).
5. Pompe à membrane (1) avec une membrane (24) actionnable par une commande à manivelle (32) qui renferme conjointement avec une surface de corps de pompe concave (8) un espace de pompage (38), un canal d'entrée (4) et un canal de sortie (17) qui débouchent à une ouverture d'admission (9) et à une ouverture d'évacuation (20) dans la surface de corps de pompe (8), où la membrane (24) présente un noyau de membrane (25) et un anneau de membrane déformable élastiquement (26), et le noyau de membrane (25) présente une surface convexe adaptée à la surface de corps de pompe (8), où l'ouverture d'admission (9) est disposée dans une zone de la surface de corps de pompe (8) de laquelle s'approche la membrane (24) d'abord lors d'une course de sortie de la commande à manivelle (32), et l'anneau de membrane (26) élastiquement déformable ferme l'ouverture d'admission (9) avant d'atteindre la position de point mort haut de la commande à manivelle (32), **caractérisée en ce que** une soupape d'admission est prévue, qui est disposée dans la zone de l'ouverture d'admission (9) du canal d'admission (4), où est réalisée dans la zone de bord de l'ouverture d'admission (9) une arête de commande (35) s'étendant tout autour, à laquelle la bague de membrane (26) élastiquement déformable ferme la soupape d'admission.
10. Pompe à membrane selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la soupape d'admission présente une plaque de soupape (10) qui recouvre l'ouverture d'admission (9).
15. Pompe à membrane selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le centre de l'ouverture d'admission (9) se situe au moins approximativement dans le plan de rotation de la manivelle (31) de la commande à manivelle (32) .
20. Pompe à membrane selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'anneau de membrane (26) déformable élastiquement ferme l'ouverture d'admission (9) lors d'une position de rotation de manivelle de la commande à manivelle (32) qui se situe jusqu'à 90° devant la position de point mort haut.
25. Pompe à membrane selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la bague de membrane (26) élastiquement déformable ferme l'ouverture d'admission (9) lors d'une position de rotation de manivelle de la commande à manivelle (32) qui se situe à 20° jusqu'à 90° devant la position de point mort haut.
30. Pompe à membrane selon l'une des revendications
35. Pompe à membrane selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la bague de membrane (26) élastiquement déformable ferme l'ouverture d'admission (9) lors d'une position de rotation de manivelle de la commande à manivelle (32) qui se situe à 20° jusqu'à 90° devant la position de point mort haut.
40. Pompe à membrane selon l'une des revendications
45. Pompe à membrane selon l'une des revendications
50. Pompe à membrane selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la bague de membrane (26) élastiquement déformable ferme l'ouverture d'admission (9) lors d'une position de rotation de manivelle de la commande à manivelle (32) qui se situe à 20° jusqu'à 90° devant la position de point mort haut.
55. Pompe à membrane selon l'une des revendications

## Revendications

1. Pompe à membrane (1) avec une membrane (24) actionnable par une commande à manivelle (32) qui renferme conjointement avec une surface de corps de pompe concave (8) un espace de pompage (38), un canal d'entrée (4) et un canal de sortie (17) qui débouchent à une ouverture d'admission (9) et à une ouverture d'évacuation (20) dans la surface de corps de pompe (8), où la membrane (24) présente un noyau de membrane (25) et un anneau de membrane déformable élastiquement (26), et le noyau de membrane (25) présente une surface convexe adaptée à la surface de corps de pompe (8), où l'ouverture d'admission (9) est disposée dans une zone de la surface de corps de pompe (8) de laquelle s'approche la membrane (24) d'abord lors d'une course de sortie de la commande à manivelle (32), et l'anneau de membrane (26) élastiquement déformable ferme l'ouverture d'admission (9) avant d'atteindre la position de point mort haut de la commande à manivelle (32), **caractérisée en ce que** une soupape d'admission est prévue, qui est disposée dans la zone de l'ouverture d'admission (9) du canal d'admission (4), où est réalisée dans la zone de bord de l'ouverture d'admission (9) une arête de commande (35) s'étendant tout autour, à laquelle la bague de membrane (26) élastiquement déformable ferme la soupape d'admission.
2. Pompe à membrane selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la soupape d'admission présente une plaque de soupape (10) qui recouvre l'ouverture d'admission (9).
3. Pompe à membrane selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le centre de l'ouverture d'admission (9) se situe au moins approximativement dans le plan de rotation de la manivelle (31) de la commande à manivelle (32) .
4. Pompe à membrane selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'anneau de membrane (26) déformable élastiquement ferme l'ouverture d'admission (9) lors d'une position de rotation de manivelle de la commande à manivelle (32) qui se situe jusqu'à 90° devant la position de point mort haut.
5. Pompe à membrane selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la bague de membrane (26) élastiquement déformable ferme l'ouverture d'admission (9) lors d'une position de rotation de manivelle de la commande à manivelle (32) qui se situe à 20° jusqu'à 90° devant la position de point mort haut.
6. Pompe à membrane selon l'une des revendications

1 à 5, **caractérisée en ce que** l'axe médian (7) du canal d'admission (4) est orienté perpendiculairement à la surface de corps de pompe (8).

7. Pompe à membrane selon l'une des revendications 5  
1 à 6, **caractérisée en ce que** l'ouverture d'évacuation (20) du canal d'évacuation (17) est disposée dans une zone de la surface de corps de pompe (8) de laquelle la membrane (24) s'approche en dernier et qui est atteinte par la membrane (24) au plus tôt 10  
lors de la position de point mort haut de la commande à manivelle (32).
8. Pompe à membrane selon l'une des revendications 15  
1 à 7, **caractérisée en ce que** le centre de l'ouverture de sortie (20) du canal d'évacuation (17) est disposé dans une zone interne de la surface de corps de pompe (8) qui est opposée au noyau de membrane (25) de la membrane (24).

20

25

30

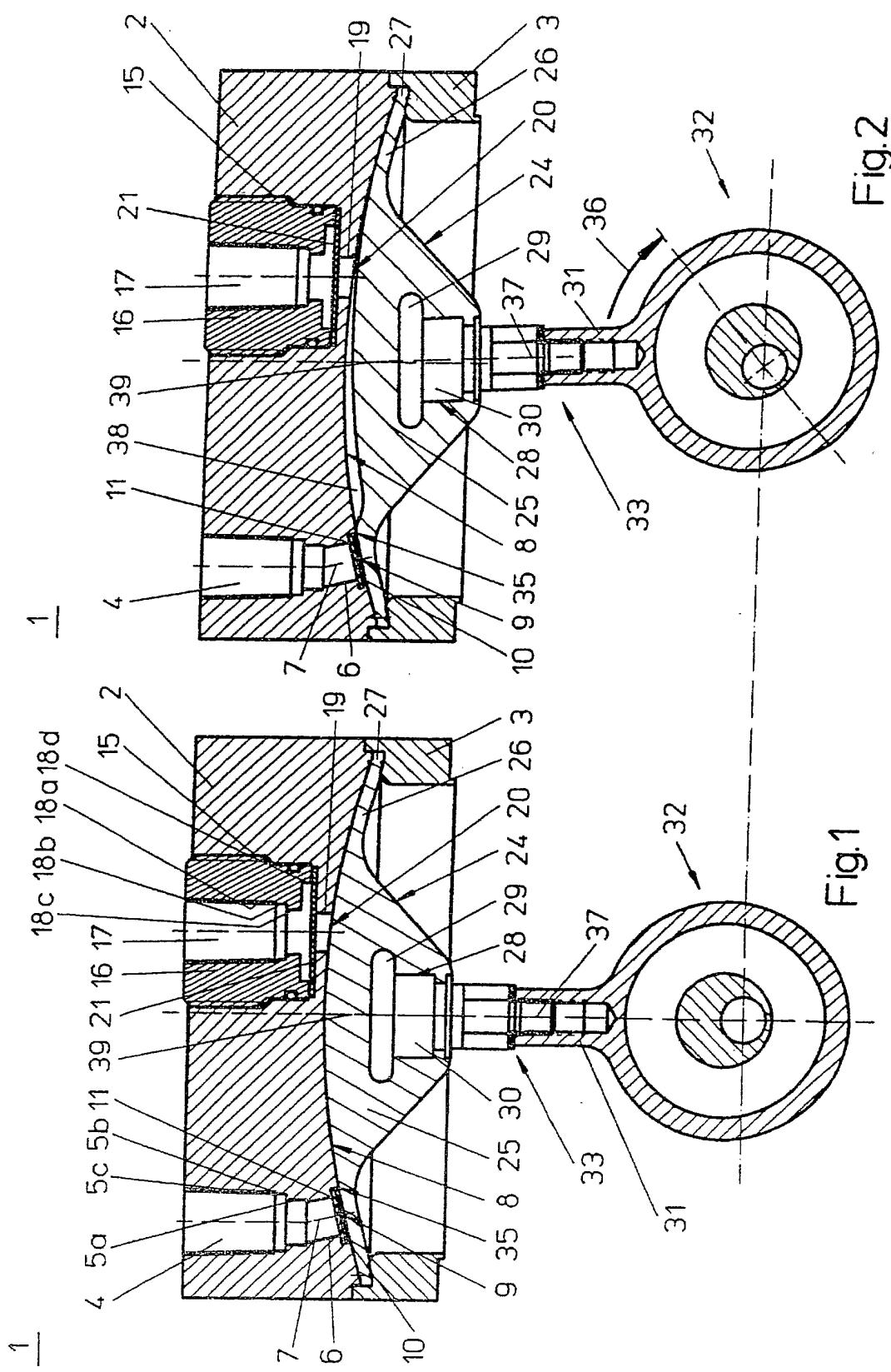
35

40

45

50

55



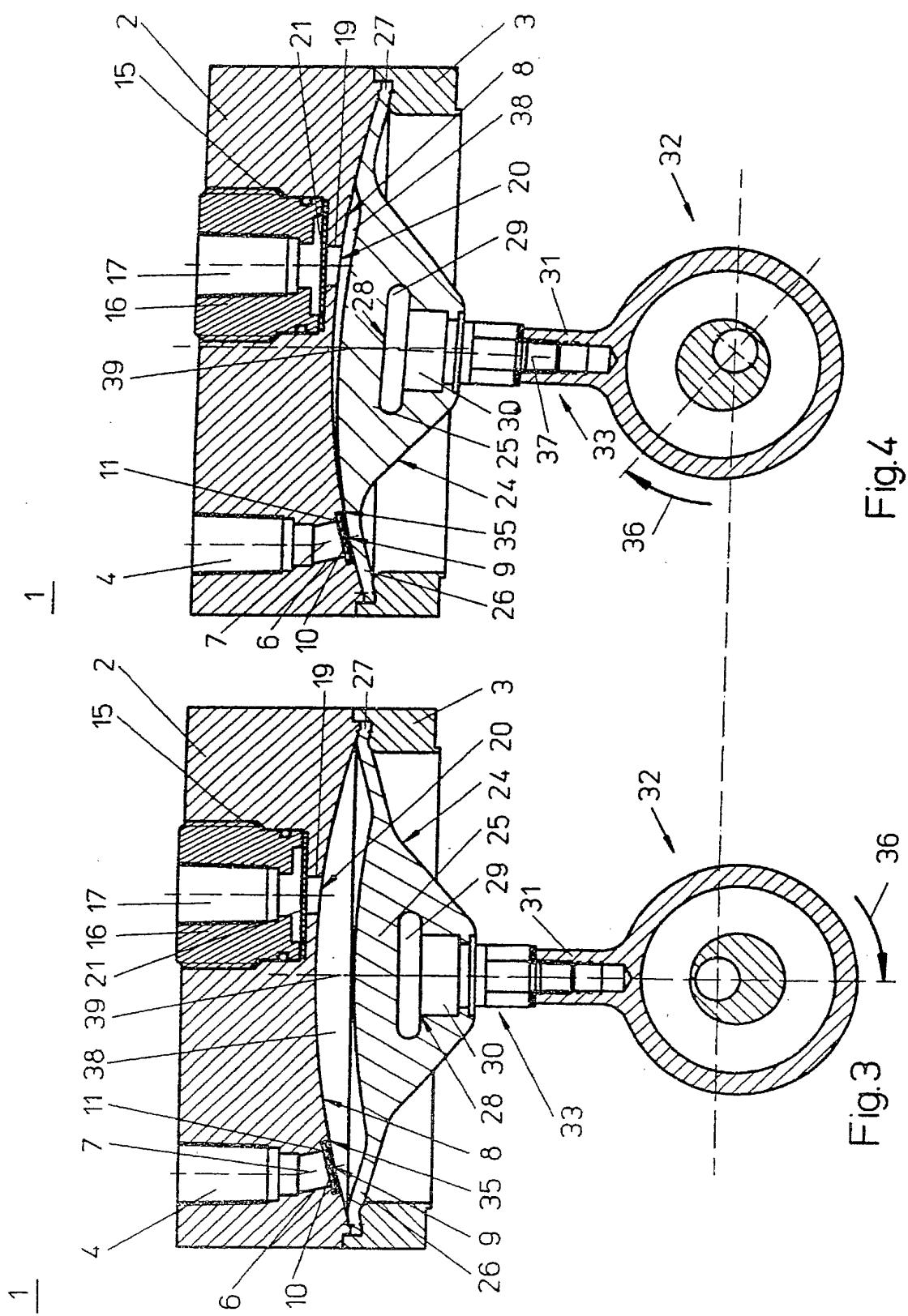


Fig.4

Fig.3