

(19)



(11)

**EP 2 670 981 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**22.10.2014 Patentblatt 2014/43**

(51) Int Cl.:  
**F04B 17/04<sup>(2006.01)</sup> F04B 43/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **11808666.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/074323**

(22) Anmeldetag: **30.12.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/104001 (09.08.2012 Gazette 2012/32)**

(54) **MEMBRANPUMPE SOWIE ABGASNACHBEHANDLUNGSSYSTEM MIT EINER MEMBRANPUMPE**

DIAPHRAGM PUMP, AND EXHAUST-GAS AFTERTREATMENT SYSTEM HAVING A DIAPHRAGM PUMP

POMPE À MEMBRANE AINSI QUE SYSTÈME DE POST-TRAITEMENT D'EFFLUENTS GAZEUX À L'AIDE D'UNE POMPE À MEMBRANE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **01.02.2011 DE 102011003461**

(72) Erfinder: **HAEBERER, Rainer**  
**75015 Bretten (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.12.2013 Patentblatt 2013/50**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102004 011 123 DE-A1-102005 003 583**  
**DE-A1-102008 054 686**

**EP 2 670 981 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Membranpumpe zum Fördern einer Flüssigkeit, insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmediums, wie beispielsweise eine wässrige Harnstofflösung, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Abgasnachbehandlungssystem mit einer solchen Membranpumpe.

### Stand der Technik

**[0002]** Membranpumpen, insbesondere in Abgasnachbehandlungssystemen einsetzbare Membranpumpen, sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt. Aus der DE 10 2008 043 309 A1 geht eine Membranpumpe mit einem mehrteiligen Pumpengehäuse hervor, deren Arbeitsmembran zwischen zwei Gehäuseteilen eingespannt und über einen Exzenter und ein Pleuel von einem Elektromotor axial betätigbar ist. Zur Fixierung der Arbeitsmembran sind die Gehäuseteile axial miteinander verspannt.

**[0003]** Eine weitere Membranpumpe geht aus der als nächstliegender Stand der Technik angesehenen Offenlegungsschrift DE 10 2005 003 583 A1 hervor. Die Arbeitsmembran wird hier nicht über einen Exzenterpleuel, sondern einen Kolben betätigt, welcher mit einem Anker eines Elektromagneten wirkverbunden ist. Bei Bestromung einer Spulenordnung des Elektromagneten wird der Anker in Richtung der Spulenordnung gezogen, wobei die Arbeitsmembran über den mit dem Anker verbundenen Kolben mit einer Druckkraft beaufschlagt wird. Die Druckkraft bewirkt eine Ausdehnung der Membran in den Pumpenarbeitsraum, d.h. eine Verdichtung des hierin befindlichen Mediums, das in der Folge über ein Auslassventil ausgetragen wird. Wird die Bestromung der Spulenordnung beendet, gewährleistet eine am Anker abgestützte Feder die Rückstellung von Anker und Kolben. Die Arbeitsmembran zieht sich zusammen und bewirkt einen Unterdruck im Pumpenarbeitsraum, so dass frisches Medium angesaugt wird. Um die Arbeitsmembran mit einer Druckkraft zu beaufschlagen, ist der Kolben durch die Spulenordnung geführt. Dies erfordert die Einhaltung kleiner Form- und Lagertoleranzen bei der Fertigung des Kolbens und/oder des Ankers. Ferner ist der Führungsbereich des Kolbens und/oder des Ankers einem erhöhten Verschleiß durch Reibung ausgesetzt. Aufgrund der Länge des Kolbens kann dieser zudem verkanten, wodurch sich die Reibungskräfte und damit der Verschleiß erhöhen.

**[0004]** Aus der DE 10 2004 011 123 A1 geht eine weitere Membranpumpe mit einem Hubmagneten als Antrieb hervor, bei welcher die Arbeitsmembran direkt mit einem als Hohlzylinder ausgeführten Anker des Hubmagneten verbunden ist. Ein Kolben zur Betätigung der Arbeitsmembran ist somit verzichtbar. Zur Führung des Ankers ist dieser in einem hülsenförmigen Gleitlager aufgenommen. Die Hubbewegung des Ankers wird durch

das Gehäuse des Elektromagneten begrenzt, was beim Anschlagen des Ankers am Gehäuse zu einer unerwünschten Geräuscentwicklung führen kann.

**[0005]** In der DE 10 2008 054 686 A1 wird eine Membranpumpe mit einem Elektromagneten zur Betätigung der Arbeitsmembran vorgeschlagen, bei welcher ein elastisches Element zugleich einen mit dem Elektromagneten zusammenwirkenden Flachanker und eine Rückstellfeder ausbildet. Zur Verbindung mit der Arbeitsmembran ist das elastische Element von dem Kunststoff der Arbeitsmembran umspritzt. Eine radiale Führung des Ankers kann somit entfallen, wodurch sich der Verschleiß im Bereich der bewegten Bauteile verringert. Aufgrund der Ausbildung als Flachanker wird zudem eine kompakte Anordnung geschaffen, welche nur einen geringen Bauraum erfordert.

**[0006]** Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine kompakte, geräusch- und reibungsarm über einen Elektromagneten betätigbare Membranpumpe bereitzustellen, welche zudem einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch eine Membranpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

### Offenbarung der Erfindung

**[0008]** Die vorgeschlagene Membranpumpe zum Fördern einer Flüssigkeit, insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmediums, wie beispielsweise eine wässrige Harnstofflösung, umfasst einen Arbeitsraum, welcher von einer Arbeitsmembran begrenzt wird und welcher über ein erstes Ventil mit einem Zulauf und über ein zweites Ventil mit einem Auslass verbindbar ist. Ferner umfasst die Membranpumpe einen Elektromagneten, der eine Spulenordnung und einen mit der Spulenordnung zusammenwirkenden und mit der Arbeitsmembran wirkverbundenen Anker umfasst. Erfindungsgemäß sind die Ventile in einer Ventilplatte ausgebildet, welche zwischen der Spulenordnung und dem Anker angeordnet ist. Vorzugsweise begrenzt die Ventilplatte gemeinsam mit der Arbeitsmembran den Arbeitsraum, so dass auch die Anordnung dieser Pumpenbestandteile zwischen der Spulenordnung und dem Anker erfolgt. Die wesentlichen Elemente der Pumpe sind somit in den Elektromagneten integriert. Auf diese Weise entsteht eine sehr kompakte Pumpenanordnung, die zudem - aufgrund der Trennung von Anker und Spulenordnung - geräusch- und reibungsarm betreibbar ist. Die fehlende radiale Führung des Ankers hat ferner einen verminderten Verschleiß zur Folge. Darüber hinaus müssen keine Form- und Lagertoleranzen definiert werden. Die Wirkverbindung des Ankers mit der Arbeitsmembran gewährleistet eine direkte Krafteinleitung und damit einen hohen Wirkungsgrad der Pumpe. Vorzugsweise ist der Anker kraft- und/oder formschlüssig mit der Arbeitsmembran, bei-

spielsweise über eine Schraubverbindung, wirkverbunden. Alternativ kann auch eine Klemm- oder Rastverbindung vorgesehen sein. Die Enden der Arbeitsmembran sind ferner an der Ventilplatte fixiert. Zur Fixierung kann beispielsweise ein Ring eingesetzt werden, der in eine entsprechende Aufnahmenut an der Ventilplatte eingreift.

**[0009]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ventilplatte zumindest teilweise in ein Gehäuse des Elektromagneten oder in den Anker eingelassen. Dadurch kann eine noch kompaktere Bauform bewirkt werden. Zudem ist die eingelassene Ventilplatte zugleich lagefixiert.

**[0010]** Gemäß einer Weiterbildung weisen die Ventilplatte und/oder die Arbeitsmembran Dämpfungsrillen auf, die vorzugsweise umlaufend angeordnet sind. Bei einem kreisförmigen Grundriss des Arbeitsraumes sind die Dämpfungsrillen bevorzugt in konzentrisch zueinander liegenden Kreisen angeordnet. Die Dämpfungsrillen bewirken eine Dämpfung der Bewegung des Ankers, da zum Druckaufbau im Arbeitsraum des Medium aus den Dämpfungsrillen verdrängt werden muss.

**[0011]** Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Ventilplatte zumindest teilweise einseitig oder beidseitig von wenigstens einer weiteren Platte abgedeckt wird, welche vorzugsweise aus einem nicht magnetischen Werkstoff besteht. Die Ventilplatte und die wenigstens eine weitere Platte bilden zusammen einen Ventilkopf aus, wobei die einzelnen Platten vorzugsweise über Laserschweißen miteinander verbunden sind. Die Ausbildung der wenigstens einen weiteren Platte aus einem nicht magnetischen Werkstoff verhindert ein magnetisches Kleben des Ankers am Magnetgehäuse, wenn die Bestromung der Spulenordnung beendet wird. Die wenigstens eine weitere Platte ist vorzugsweise mit dem Gehäuse des Elektromagneten verschweißt.

**[0012]** Der getrennt von der Spulenordnung angeordnete Anker wird vorteilhafterweise in radialer Richtung durch wenigstens eine Feder geführt. Die Feder dient der Rückstellung des Ankers nach Beendigung der Bestromung der Spulenordnung. Die Feder kann beispielsweise als Schraubendruckfeder ausgebildet sein und einerseits an der Ventilplatte oder an der die Ventilplatte zumindest teilweise abdeckenden weiteren Platte sowie andererseits am Anker abgestützt sein. Um eine radiale Führung des Ankers zu gewährleisten, greift die Feder bevorzugt in eine umlaufende Nut des Ankers ein. Erfolgt die Rückstellung des Ankers über mehrere Druckfedern, die über den Umfang des Ankers gleichmäßig verteilt angeordnet sind, tauchen diese bevorzugt jeweils in eine topfförmige Ausnehmung des Ankers ein. Bei Anordnung mehrerer Federn beträgt die Anzahl mindestens drei, vorzugsweise vier oder mehr. Bevorzugt sind die mehreren Federn in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet. Zur radialen Lagefixierung der Federn an der Ventilplatte bzw. der weiteren Platte ist an der jeweiligen Platte bevorzugt eine Erhebung, beispielsweise in Form eines Pins, ausgebildet, um welche das Federende

gelegt werden kann. Durch die beidseitige Führung der Feder bzw. Federn ist auch eine ausreichende Führung des Ankers sichergestellt. Um eine Dämpfung der Bewegung des Ankers zu bewirken, kann die Feder bzw. können die Federn auch progressiv ausgelegt sein.

**[0013]** Weiterhin bevorzugt bildet der Anker wenigstens einen topfförmigen Aufnahmeraum zur wenigsten teilweisen Aufnahme der Ventilplatte und/oder einer Feder aus. Ein zentral angeordneter topfförmiger Aufnahmeraum kann beispielsweise zur Aufnahme der Ventilplatte dienen. Durch eine entsprechende Formgebung der Ankerplatte wird zudem die Arbeitsmembran während des Druckaufbaus im Arbeitsraum gestützt, was sich günstig auf die Lebensdauer der Arbeitsmembran auswirkt. Alternativ oder ergänzend können weitere topfförmige Aufnahmeräume über den Umfang verteilt angeordnet sein, welche der zumindest teilweisen Aufnahme der Rückstellfedern dienen.

**[0014]** Die topfförmigen Aufnahmeräume können in eine flache Ankerplatte durch ein formgebendes Verfahren eingearbeitet sein. Vorzugsweise ist der Anker ein Stanz-/Biegeteil, das besonders einfach und kostengünstig herstellbar ist.

**[0015]** Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Elektromagnet ein Gleichstrommagnet ist. Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass der Elektromagnet eine Spule mit zwei Innendurchmessern umfasst. Dadurch kann eine möglichst hohe Windungszahl erreicht werden.

**[0016]** Aufgrund der vorstehend genannten Vorteile einer erfindungsgemäßen Membranpumpe ist eine solche insbesondere zur Verwendung in einem Abgasnachbehandlungssystem zum Fördern eines Abgasnachbehandlungsmediums, insbesondere einer wässrigen Harnstofflösung, geeignet. Denn die Membranpumpe verhindert, dass der Elektromagnet in Kontakt mit dem zu fördernden Medium gelangt, so dass dieser vor Korrosion geschützt ist. Des Weiteren wird daher ein Abgasnachbehandlungssystem mit einer erfindungsgemäßen Membranpumpe zum Fördern eines Abgasnachbehandlungsmediums, insbesondere einer wässrigen Harnstofflösung, vorgeschlagen. Neben dem bereits genannten Vorteil wirken sich ferner der geräusch- und reibungsarme Betrieb der Pumpe, als auch die kompakte Bauform als vorteilhaft für das Abgasnachbehandlungssystem aus.

**[0017]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine aus dem Stand der Technik bekannte Membranpumpe,
- Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Membranpumpe,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Ventilanordnung,

- Fig. 4 eine Untersicht auf die Ventilplatte der Membranpumpe der Fig. 2,
- Fig. 5a, b Teilschnitte durch das Gehäuse der Membranpumpe der Fig. 2,
- Fig. 6a einen Teilschnitt durch die Ventilplatte der Fig. 4,
- Fig. 6b einen Schnitt durch die Arbeitsmembran der Membranpumpe der Fig. 2,
- Fig. 7 einen schematischen Schnitt durch eine weitere erfindungsgemäße Membranpumpe,
- Fig. 8 eine Draufsicht auf den Anker der Membranpumpe der Fig. 7 und
- Fig. 9 einen Teilschnitt durch den Anker der Membranpumpe der Fig. 7.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0018]** Anhand des schematischen Schnitts durch eine aus dem Stand der Technik bekannte Membranpumpe sollen die bereits eingangs genannten Nachteile einer solchen Pumpe noch einmal deutlich gemacht werden. Die vorliegend dargestellte Pumpe weist einen Arbeitsraum 1 auf, welcher von einer Arbeitsmembran 2, sowie einer Ventilplatte 10 begrenzt wird. Die Ventilplatte 10 nimmt ein erstes Ventil zur Verbindung des Arbeitsraums 1 mit einem Zulauf 4 sowie ein zweites Ventil 5 zur Verbindung des Arbeitsraums 1 mit einem Auslass 6 auf. Die Ventilplatte 10 ist an einem plattenförmigen Stützelement befestigt, das auf der der Ventilplatte 10 abgewandten Seite einen Elektromagneten 7 als Antrieb der Pumpe trägt. Der Elektromagnet 7 umfasst eine Spulenordnung 8 sowie einen mit der Spulenordnung 8 zusammenwirkenden Anker 9, welcher auf der der Ventilplatte 10 abgewandten Seite des Elektromagneten 7 angeordnet ist. Zur Betätigung der Arbeitsmembran 2 weist der Anker 9 einen Ankerbolzen 19 auf, welcher durch die Spulenordnung 8 hindurchgeführt und über Führungen 18 axial verschieblich gelagert ist. Bei Bestromung der Spulenordnung 8 des Elektromagneten 7 wird der Anker 9 in Richtung der Spulenordnung 8 gezogen und der Ankerbolzen 19 mitgeführt. Der Ankerbolzen 19 beaufschlagt dabei die Arbeitsmembran 2 mit einer Druckkraft, welche zu einer Volumenverkleinerung des Arbeitsraums 1 und damit zu einer Druckerhöhung führt, so dass das Ventil 5 öffnet und das im Arbeitsraum 1 vorhandene Medium über den Auslass 6 abströmen kann. Wird die Bestromung der Spulenordnung 8 beendet, bewirkt die Federkraft einer am Anker 9 abgestützten Feder 15 die Rückstellung desselben, wobei auch der Ankerbolzen 19 zurückgestellt wird. Die Rückstellung des Ankerbolzens 19 ermöglicht eine Volumen-

vergrößerung des Arbeitsraums 1, welche einen Unterdruck im Arbeitsraum 1 bewirkt. Dies führt dazu, dass frisches Medium über den Zulauf 4 und das Ventil 3 in den Arbeitsraum 1 angesaugt wird. Als nachteilig erweist sich die Baulänge des Ankerbolzens 19, da dieser bei Ausführung der Axialbewegung leicht verkanten kann. Zudem werden die Kontaktflächen im Bereich der Führungen 18 aufgrund Reibung einem erhöhten Verschleiß unterzogen, was die Lebensdauer der Pumpe vermindert. Zudem schlägt der Anker 9 am Elektromagneten 7 an, wenn die Spulenordnung 8 bestromt und der Anker 9 in Richtung der Spulenordnung 8 bewegt wird, was zu einer unerwünschten Geräuschentwicklung führt.

**[0019]** Die vorstehenden Nachteile werden durch die in den nachfolgenden Figuren dargestellten Ausführungsformen erfindungsgemäßer Membranpumpen behoben oder zumindest deutlich verringert.

**[0020]** Eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Membranpumpe ist in der Fig. 2 dargestellt. Der Antrieb erfolgt über einen Elektromagneten 7, welcher eine Spulenordnung 8 sowie einen Anker 9 umfasst. Die Spulenordnung 8 ist in einem Gehäuse 11 aufgenommen, das zum Anker 9 hin von einer Ventilplatte 10 verschlossen wird. Die Ventilplatte 10 nimmt ein erstes in Verbindung mit einem Zulauf 4 stehendes Ventil 3 sowie ein zweites mit einem Auslass 6 in Verbindung stehendes Ventil 5 auf, wobei die beiden Ventile 3, 5 (siehe Fig. 3) sowie der Zulauf 4 und der Auslass 6 jeweils in einer gemeinsamen Radialebene angeordnet sind. Die Ventilplatte 10 ist vorliegend aus mehreren Platten zusammengesetzt, um die Ausbildung der Ventile 3, 5 zu vereinfachen. Ferner wird die Ventilplatte 10 von einer weiteren Platte 13 abgedeckt, welche aus einem nicht magnetischen Werkstoff besteht und mit der Ventilplatte 10 über eine umlaufende Schweißnaht 20 verbunden ist. Die weitere Platte 13 weist zudem eine Erhebung 23 auf, welche der Führung einer Feder 15 zur Rückstellung des Ankers 9 dient. Das andere Ende der Feder 15, welche vorliegend als Schraubendruckfeder ausgebildet ist, taucht in einen Aufnahmeraum 17 des Ankers 9 ein, welcher als umlaufende Nut auf der der Spulenordnung 8 zugewandten Seite des Ankers 9 ausgebildet ist. Ein weiterer Aufnahmeraum 16 des Ankers 9 dient der Aufnahme der Arbeitsmembran 2, wenn sich der Anker 9 in Richtung der Spulenordnung 8 bewegt. Die topfförmige Ausbildung des Aufnahmeraums 16 stützt die Arbeitsmembran 2 während des Druckaufbaus. Dadurch wird die Lebensdauer der Arbeitsmembran 2 verlängert. Die Wirkverbindung der Arbeitsmembran 2 mit dem Anker 9 erfolgt vorliegend über eine Schraubverbindung. Im Bereich der Schraubverbindung weist die Arbeitsmembran 2 einen Dämpfungskegel in Form einer Materialverdickung auf, mittels dessen die Bewegung des Ankers 9 abgebremst werden kann, bevor der Anker 9 an der Ventilplatte 10 anschlägt. Ein weiterer Anschlag 21 begrenzt den Hub des Ankers 9 in Rückstellrichtung. Die Enden der Arbeitsmembran 2 sind über einen Ring 25 an der Ventilplatte 10 fixiert, der in eine entsprechende Aufnah-

me an der Ventilplatte 10 eingreift. Über den Ring 25 kann die Arbeitsmembran 2 gespannt werden.

**[0021]** Die in der Fig. 2 dargestellte Membranpumpe zeichnet sich durch ein sehr geringes Totvolumen aus. Nahezu das gesamte Volumen des Arbeitsraums 1 wird durch die Arbeitsmembran 2 verdrängt, wodurch der hohe Wirkungsgrad der Pumpe weiter gesteigert wird. Zudem ist die Fördermenge mit einer hohen Genauigkeit bestimmbar.

**[0022]** Durch die Integration der Pumpenelemente in den Elektromagneten 7 kann zudem der Bauraum erheblich reduziert werden. Hierzu trägt bei, dass die Ventilplatte 10, wie in der Fig. 2 dargestellt, in das Gehäuse 11 des Elektromagneten 7 eingelassen ist. Das Gehäuse 11 weist hierzu eine Ausnehmung 22 auf (siehe Figuren 5a und 5b), welche korrespondierend zur Form der Ventilplatte 10 ausgebildet ist (siehe Fig. 4). Die in das Gehäuse 11 eingelassene Ventilplatte wird zudem durch die weitere Platte 13, die vorliegend als Ringscheibe ausgebildet ist, in der Ausnehmung 22 fixiert. Hierzu ist die Ringscheibe bzw. die weitere Platte 13 über eine Schweißnaht 20 mit der Ventilplatte 10 sowie dem Gehäuse 11 verschweißt. Die Ringscheibe kann eine Stärke von weniger als 0,2mm aufweisen.

**[0023]** Eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Membranpumpe ist in der Fig. 7 dargestellt. Diese unterscheidet sich von der der Fig. 2 dadurch, dass die wesentlichen Pumpenelemente, nämlich die Arbeitsmembran und die Ventile 3, 5 innerhalb des Aufnahmeraums 16 des Ankers 9 angeordnet sind. Die als Polfläche dienende Oberseite des Gehäuses 11 des Elektromagneten 7 kann demnach planeben ausgebildet sein, was die Herstellung des Elektromagneten 7 vereinfacht. Zur Ausbildung des Aufnahmeraums 16 sowie weiterer Aufnahmeräume 17 für mehrere Rückstellfedern 15 ist der Anker 9 als Stanz-/Biegeteil ausgeführt. Dadurch können die Herstellungskosten weiter verringert werden. Auf eine Platte 13 wird verzichtet, stattdessen ist eine Platte 14 aus einem nicht magnetischen Werkstoff zwischen der Ventilplatte 10 und dem Gehäuse 11 angeordnet. Der Magnetfluss 24 über das Gehäuse 11 in den Anker 9 bleibt weiterhin sichergestellt. Zur Führung der an der Platte 14 abgestützten Federn 15 weist die Platte 14 Erhebungen 23 auf, welche angeformt (siehe Fig. 9) oder nachträglich aufgebracht sein können (siehe Fig. 7). Wie der Fig. 8 zu entnehmen ist, weist der Anker 9 neben den Aufnahmeräumen 16, 17 eine Ausnehmung 22 auf, in welche die Ventilplatte 10 eingelassen ist.

**[0024]** Die Funktionsweisen der Membranpumpen der Figuren 2 und 7 unterscheiden sich kaum. Wird die Spulenordnung 8 bestromt, bewegt sich der Anker 9 in Richtung der Spulenordnung 8. Die Arbeitsmembran 2 wird dabei in den Arbeitsraum 1 hineinbewegt, wodurch sich das Volumen des Arbeitsraums 1 verkleinert. Dies führt zu einem Druckanstieg im Arbeitsraum 1, welcher zum Öffnen des Ventils 5 führt, über welches das im Arbeitsraum 1 vorhandene Medium in den Auslass 6 gelangt. Wird die Bestromung der Spulenordnung 8 be-

endet, bewirkt die Federkraft der Feder bzw. Federn 15, dass der Anker 9 in seine Ausgangslage zurückgestellt wird. Gleiches gilt für die Arbeitsmembran 2, so dass aufgrund der Volumenvergrößerung des Arbeitsraums 1 ein Unterdruck entsteht, welcher zum Öffnen des Ventils 3 und damit zum Ansaugen frischen Mediums führt.

**[0025]** Der Anker 9, der über die Arbeitsmembran 2 und die wenigstens eine Feder 15 radial zum Elektromagneten 7 geführt wird, hat zwei Endanschläge, nämlich die Ventilplatte 10 bzw. die hierauf angebrachte weitere Platte 13 bzw. 14 sowie den Anschlag 21. Prinzipbedingt erfährt der Anker 9 keine radialen Kräfte, weshalb eine radiale Führung des Ankers 9 entbehrlich ist. Eine gewisse radiale Führung erfährt der Anker 9 jedoch über die wenigstens eine Feder 15.

**[0026]** Beide beschriebenen bevorzugten Ausführungsvarianten weisen den Vorteil auf, dass eine unerwünschte Geräuschentwicklung verhindert oder zumindest deutlich reduziert wird. Ein geräuschvolles Aufschlagen des Ankers 9 wird beispielsweise dadurch verhindert, dass die Arbeitsmembran 2 einen Dämpfungskegel aufweist (siehe Figuren 2 und 7). Alternativ oder ergänzend kann die Arbeitsmembran 2 auch mit Dämpfungsrillen 12 versehen sein, welche eine zusätzliche Dämpfung dadurch bewirken, dass vor dem Aufschlagen das Medium aus den Rillen 12 verdrängt werden muss (siehe Fig. 6b). Die Dämpfungsrillen 12 bestehen bevorzugt aus dem gleichen Material wie die Arbeitsmembran, wobei es sich weiterhin bevorzugt um eine Elastomermembran handelt. Alternativ oder ergänzend kann auch die Ventilplatte 10 mit Dämpfungsrillen 12 ausgestattet sein (siehe Fig. 6a).

## Patentansprüche

1. Membranpumpe zum Fördern einer Flüssigkeit, insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmediums, wie beispielsweise eine wässrige Harnstofflösung, umfassend einen Arbeitsraum (1), welcher von einer Arbeitsmembran (2) begrenzt wird und welcher über ein erstes Ventil (3) mit einem Zulauf (4) und über ein zweites Ventil (5) mit einem Auslass (6) verbindbar ist, sowie einen Elektromagneten (7), der eine Spulenordnung (8) und einen mit der Spulenordnung (8) zusammenwirkenden und mit der Arbeitsmembran (2) wirkverbundenen Anker (9) umfasst,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventile (3, 5) in einer Ventilplatte (10) ausgebildet sind, welche zwischen der Spulenordnung (8) und dem Anker (9) angeordnet ist.
2. Membranpumpe nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilplatte (10) zumindest teilweise in ein Gehäuse (11) des Elektromagneten (7) oder in den Anker (9) eingelassen ist.

3. Membranpumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilplatte (10) und/oder die Arbeitsmembran (2) Dämpfungsrillen (12) aufweisen, die vorzugsweise umlaufend angeordnet sind. 5
4. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilplatte (10) zumindest teilweise einseitig oder beidseitig von wenigstens einer weiteren Platte (13, 14) abgedeckt wird, welche vorzugsweise aus einem nicht magnetischen Werkstoff besteht und/oder mit dem Gehäuse (11) des Elektromagneten (7) verschweißt ist. 10
5. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (9) in radialer Richtung durch wenigstens eine Feder (15) geführt wird, welche der Rückstellung des Ankers (9) nach Beendigung der Bestromung der Spulenanordnung (8) dient. 20
6. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Feder (15) zur Rückstellung des Ankers (9) progressiv ausgelegt ist. 25
7. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (9) wenigstens einen topfförmigen Aufnahmeraum (16, 17) zur wenigstens teilweisen Aufnahme der Ventilplatte (10) und/oder einer Feder (15) ausbildet. 30
8. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (9) ein Stanz-/Biegeteil ist. 40
9. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromagnet (7) ein Gleichstrommagnet ist und/oder eine Spule (8) mit zwei Innendurchmessern umfasst. 45
10. Abgasnachbehandlungssystem mit einer Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Fördern eines Abgasnachbehandlungsmediums, insbesondere einer wässrigen Harnstofflösung. 50

#### Claims

1. Diaphragm pump for delivering a liquid, in particular an exhaust-gas aftertreatment medium such as, for

example, an aqueous urea solution, comprising a working chamber (1), which is delimited by a working diaphragm (2) and which can be connected by means of a first valve (3) to an inlet (4) and by means of a second valve (5) to an outlet (6), and an electromagnet (7), which comprises a coil arrangement (8) and an armature (9), the armature interacting with the coil arrangement (8) and being operatively connected to the working diaphragm (2),  
**characterized in that** the valves (3, 5) are formed in a valve plate (10) which is arranged between the coil arrangement (8) and the armature (9).

2. Diaphragm pump according to Claim 1,  
**characterized in that** the valve plate (10) is at least partially let into a housing (11) of the electromagnet (7) or into the armature (9).
3. Diaphragm pump according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the valve plate (10) and/or the working diaphragm (2) have/has damping channels (12) which are preferably arranged in encircling fashion.
4. Diaphragm pump according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the valve plate (10) is covered at least partially on one side or both sides by at least one further plate (13, 14), which is preferably composed of a non-magnetic material and/or welded to the housing (11) of the electromagnet (7).
5. Diaphragm pump according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the armature (9) is guided in the radial direction by at least one spring (15) which serves for generating the restoring movement of the armature (9) after the energization of the coil arrangement (8) is ended.
6. Diaphragm pump according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the at least one spring (15) for the restoring movement of the armature (9) has a progressive characteristic.
7. Diaphragm pump according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the armature (9) forms at least one pot-shaped accommodating space (16, 17) for at least partially accommodating the valve plate (10) and/or a spring (15).
8. Diaphragm pump according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the armature (9) is a punched/bent part.

9. Diaphragm pump according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the electromagnet (7) is a direct-current magnet and/or comprises a coil (8) with two inner diameters.

5

10. Exhaust-gas aftertreatment system having a diaphragm pump according to one of the preceding claims for delivering an exhaust-gas aftertreatment medium, in particular an aqueous urea solution.

10

## Revendications

1. Pompe à membrane pour refouler un liquide, en particulier un milieu de post-traitement de gaz d'échappement, par exemple une solution d'urée aqueuse, comprenant un espace de travail (1) qui est limité par une membrane de travail (2) et qui peut être connecté par le biais d'une première soupape (3) à une entrée (4) et par le biais d'une deuxième soupape (5) à une sortie (6), ainsi qu'un électroaimant (7) qui comprend un agencement de bobine (8) et une armature (9) coopérant avec l'agencement de bobine (8) et en liaison fonctionnelle avec la membrane de travail (2), **caractérisée en ce que** les soupapes (3, 5) sont réalisées dans une plaque de soupape (10) qui est disposée entre l'agencement de bobine (8) et l'armature (9).

15

20

25

30

2. Pompe à membrane selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la plaque de soupape (10) est incorporée au moins en partie dans un boîtier (11) de l'électroaimant (7) ou dans l'armature (9).

35

3. Pompe à membrane selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la plaque de soupape (10) et/ou la membrane de travail (2) présentent des rainures d'amortissement (12) qui sont disposées de préférence de manière périphérique.

40

4. Pompe à membrane selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisée en ce que** la plaque de soupape (10) est recouverte au moins en partie d'un côté ou des deux côtés par au moins une plaque supplémentaire (13, 14) qui se compose de préférence d'un matériau non magnétique et/ou qui est soudée au boîtier (11) de l'électroaimant (7).

45

50

5. Pompe à membrane selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisée en ce que** l'armature (9) est guidée dans la direction radiale par au moins un ressort (15) qui sert au rappel de l'armature (9) à la fin de l'alimentation électrique de l'agencement de bobine (8).

55

6. Pompe à membrane selon l'une quelconque des re-

vendications précédentes,

**caractérisée en ce que** l'au moins un ressort (15) est conçu pour le rappel de l'armature (9) de manière progressive.

7. Pompe à membrane selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisée en ce que** l'armature (9) constitue au moins un espace de réception en forme de pot (16, 17) pour recevoir au moins en partie la plaque de soupape (10) et/ou un ressort (15).

8. Pompe à membrane selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisée en ce que** l'armature (9) est une pièce estampée/cintrée.

9. Pompe à membrane selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisée en ce que** l'électroaimant (7) est un aimant à courant continu et/ou comprend une bobine (8) avec deux diamètres intérieurs.

10. Système de post-traitement de gaz d'échappement comprenant une pompe à membrane selon l'une quelconque des revendications précédentes pour refouler un milieu de post-traitement de gaz d'échappement, en particulier une solution d'urée aqueuse.

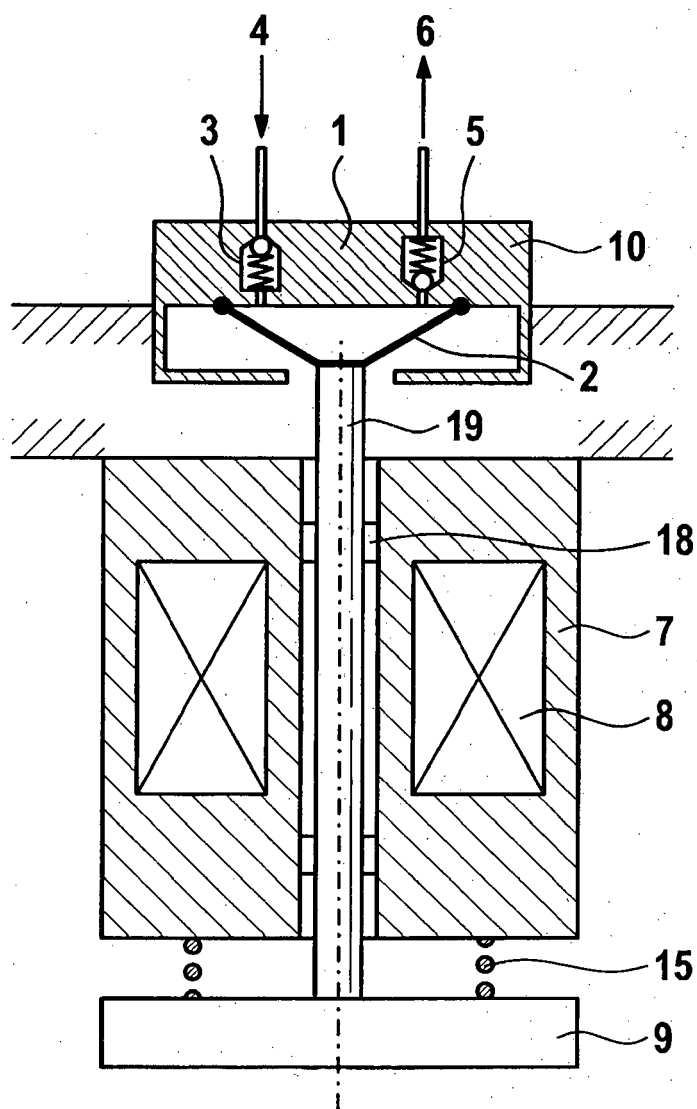


FIG. 1

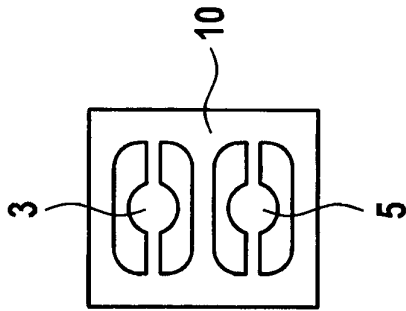
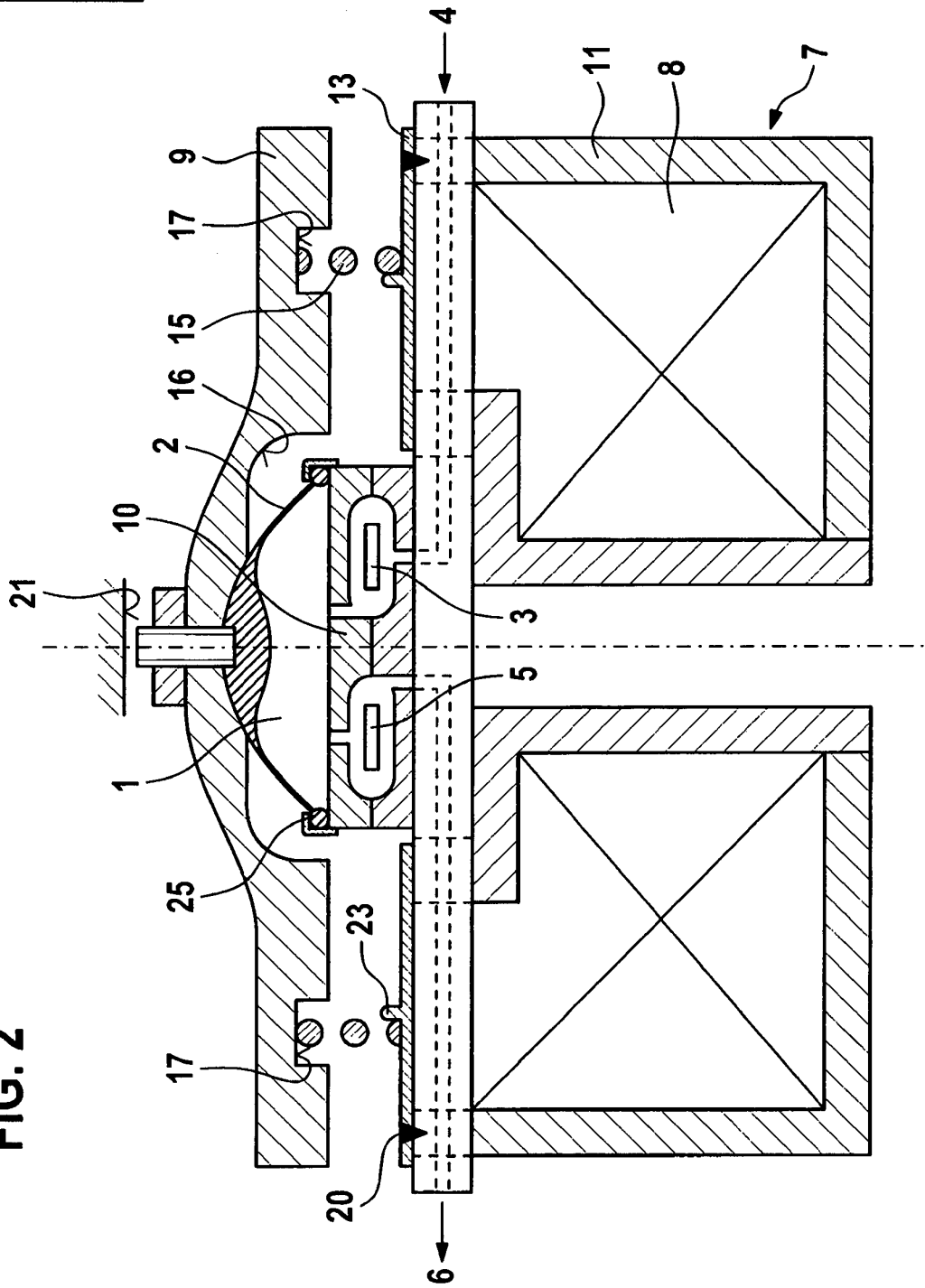
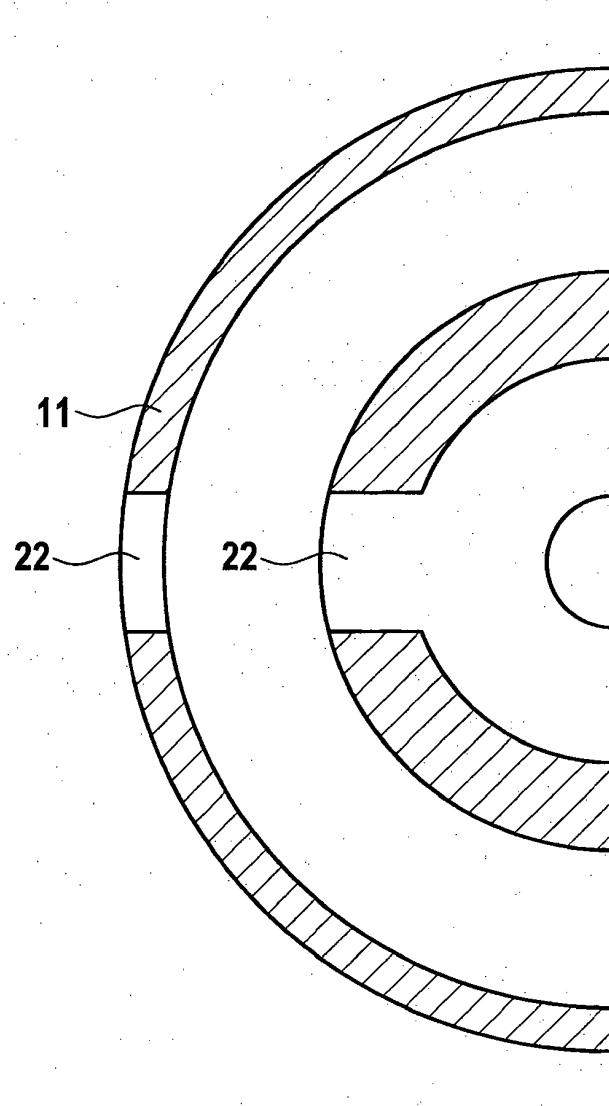


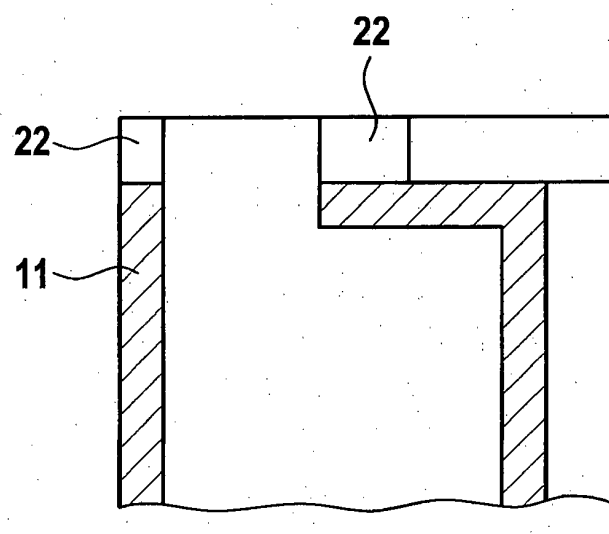
FIG. 3

FIG. 2





**FIG. 5a**



**FIG. 5b**

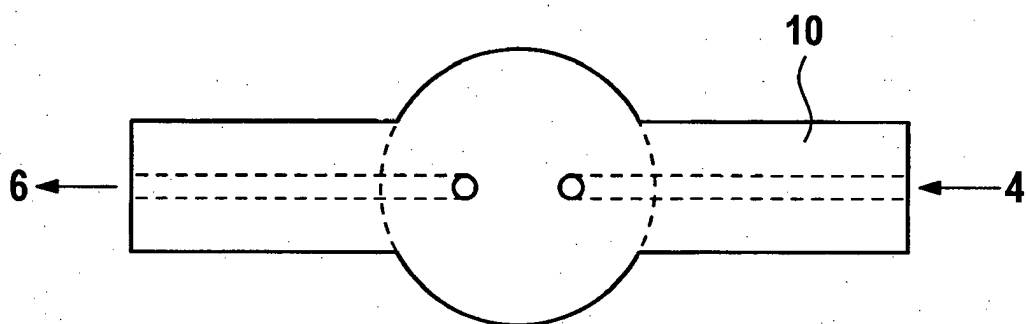


FIG. 4

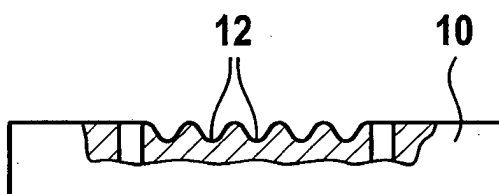


FIG. 6a

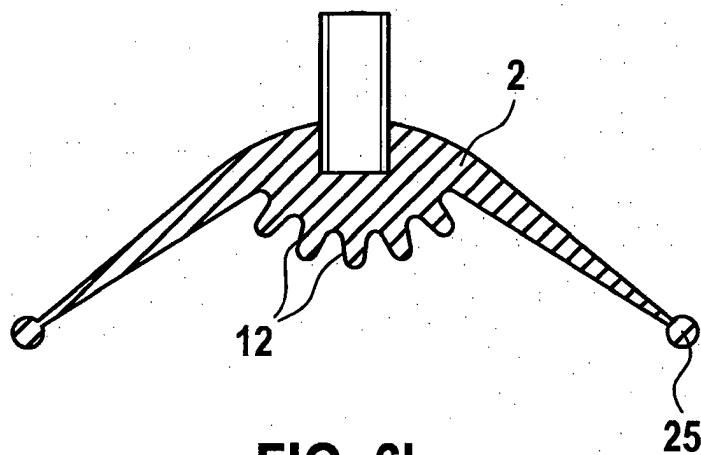


FIG. 6b

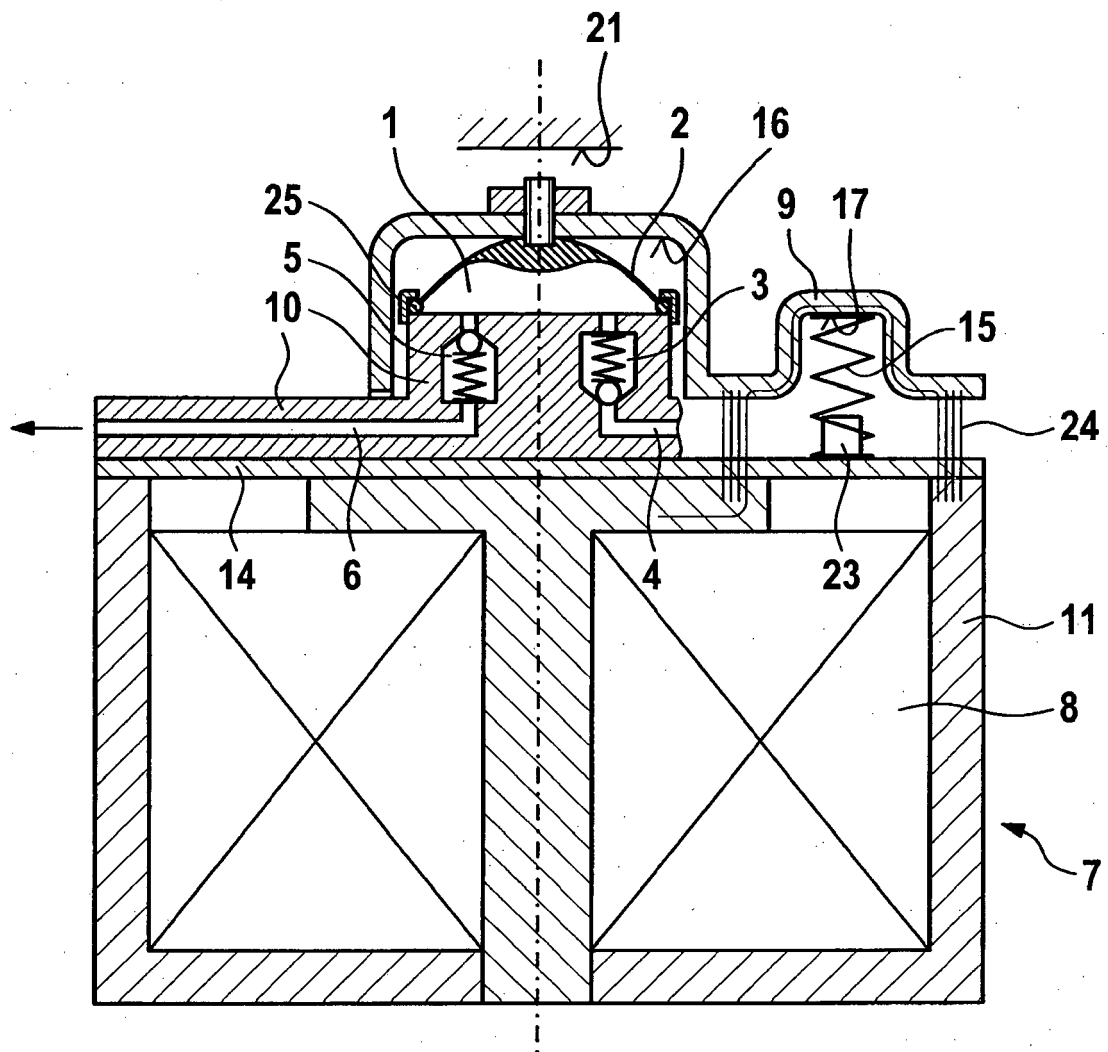


FIG. 7

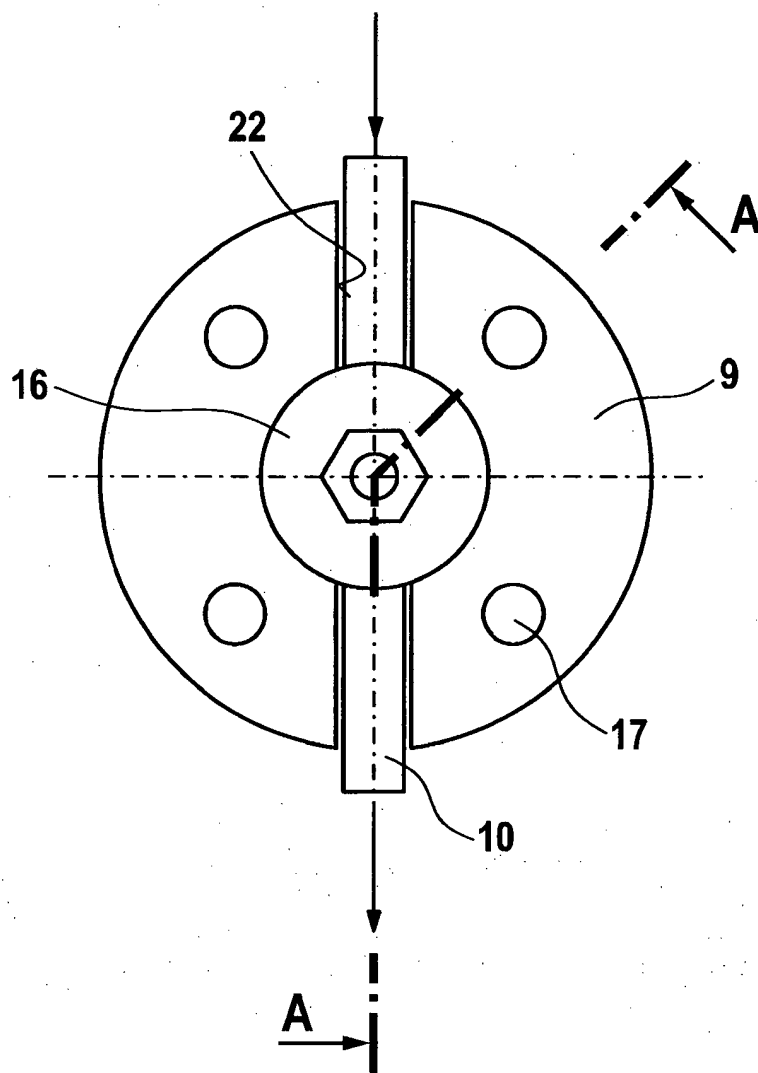


FIG. 8

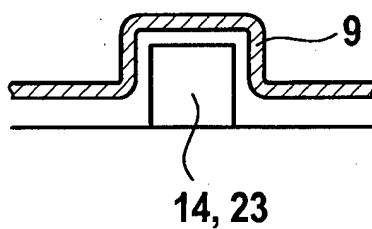


FIG. 9

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102008043309 A1 **[0002]**
- DE 102005003583 A1 **[0003]**
- DE 102004011123 A1 **[0004]**
- DE 102008054686 A1 **[0005]**