(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2015 215 477 A1** 2017.02.16

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 215 477.7**
(22) Anmeldetag: **13.08.2015**
(43) Offenlegungstag: **16.02.2017**

(51) Int Cl.: ***F04B 1/14*** (2006.01)
F04B 11/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
MAHLE International GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
BRP Renaud und Partner mbB, 70173 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Ladisch, Helge, 70188 Stuttgart, DE; Maisch, Christian, 73230 Kirchheim, DE; Eggler, Jochen, 73760 Ostfildern, DE; Senjic, Sascha, 70376 Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

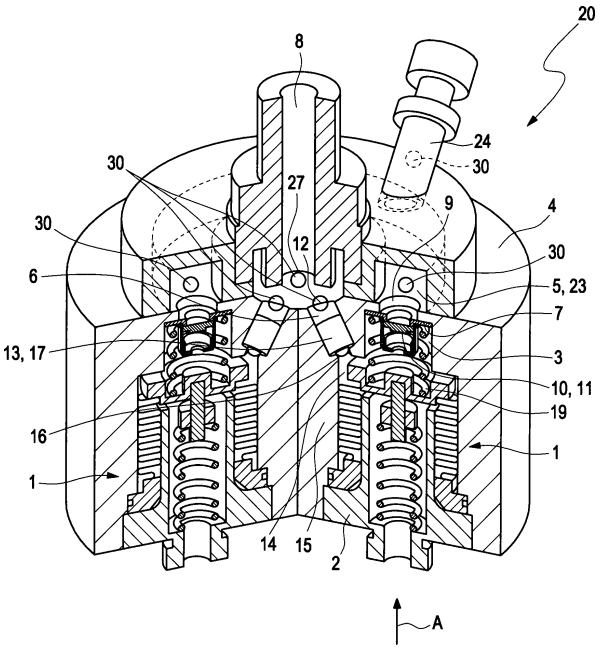
DE	**39 12 937**	**A1**
DE	**39 14 954**	**A1**
DE	**82 05 932**	**U1**
DE	**91 14 384**	**U1**
DE	**698 12 820**	**T2**
DE	**699 16 720**	**T2**
DE	**223 130**	**A**
DE	**1 989 685**	**U**
US	**7 513 240**	**B2**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Pumpvorrichtung, insbesondere Axialkolbenpumpe, für eine Abwärmenutzungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Pumpvorrichtung (1),
– mit einem mit einem Fluid befüllbaren Arbeitsraum (3), in welchem ein Kolben entlang einer axialen Richtung (A) verstellbar angeordnet ist,
– mit einer ersten Fluidleitung (5) und mit einer zweiten Fluidleitung (6) zum Ausleiten des Fluids aus dem Arbeitsraum (3), die im Bereich der zweiten Position des Kolbens (2) in den Arbeitsraum (3) mündet,
– wobei in der ersten Fluidleitung (5) und/oder in der zweiten Fluidleitung (6) wenigstens ein Druckschwankungskompensator (30) zur Minimierung von Druckschwankungen in dem durch die Pumpvorrichtung (1) strömenden Fluid angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpvorrichtung, insbesondere eine Axialkolbenpumpe, für eine Abwärmenutzungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Abwärmenutzungseinrichtungen dienen zur Energierückgewinnung aus einem Abwärmestrom einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Aus dem Stand der Technik bekannte Abwärmenutzungseinrichtungen umfassen typischerweise einen Fluidkreislauf, beispielweise einen sogenannten Clausius-Rankine-Kreislauf in welchem ein Arbeitsfluid zirkuliert. Aus der im Arbeitsmedium gespeicherten Wärme wird durch verschiedene Zustandsänderungen im Arbeitsfluid, welchen dieses beim Durchströmen des Fluidkreislaufs unterworfen wird, mechanische Energie gewonnen.

[0003] Zum Transportieren des Arbeitsfluids kommen Pumpvorrichtungen zum Einsatz, die beispielsweise in Form einer sogenannten Hub- oder Axialkolbenpumpe realisiert sein können. Eine solche Hub- bzw. Axialkolbenpumpe folgt dem Wirkprinzip einer Verdrängerpumpe, bei welcher der sogenannte Verdränger in Form eines Kolbens eine translatorische Hubbewegung innerhalb eines Arbeitsvolumens ausführt.

[0004] Als problematisch bei solchen Hubkolbenpumpen erweisen sich oftmals bei der Förderung des Arbeitsfluids im Arbeitsvolumen auftretende Kavitationseffekte. Diese führen typischerweise zu einer Minderung der innerhalb eines Hubzyklus' von der Pumpe geförderten Fluidmenge. Im Extremfall können als Folge einer solchen Kavitation sogar einzelne, mit dem Arbeitsfluid in Kontakt stehende Komponenten der Pumpvorrichtung wie beispielsweise Ventilelemente o. ä. irreversibel beschädigt werden.

[0005] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbessere Ausführungsform für eine Pumpvorrichtung zu schaffen, bei welcher die genannten Probleme nicht mehr oder allenfalls in stark eingeschränkter Form auftreten.

[0006] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0007] Grundgedanke der Erfindung ist demnach, in einer Pumpvorrichtung einen oder mehrere Druckschwankungskompensatoren vorzusehen, welche zum Druckausgleich für das von der Pumpvorrichtung geförderte Fluid dienen. Unerwünschte Druckschwankungen und, damit verbunden, Kavitation, können auf diese Weise gering gehalten oder sogar vollständig unterdrückt werden. Ein oder mehrere der hier vorgestellten, erfindungswesentlichen Druckschwankungskompensatoren können in einer oder mehreren der vom Arbeitsmedium durchströmten Fluidleitungen der Pumpvorrichtung angeordnet sein. Besagter Druckschwankungskompensator basiert dabei auf dem Wirkprinzip eines Körpers, dessen Volumen in Abhängigkeit von dem auf den Druckschwankungskompensator wirkenden Fluiddruck des Arbeitsmediums variiert. Dies geschieht derart, dass mit abnehmendem Volumen des Druckschwankungskompensators der von ihm Auf das Arbeitsfluid erzeugte Gegendruck zunimmt und umgekehrt mit zunehmendem Volumen abnimmt. Im Arbeitsmedium vorhandene Druckvariationen als Funktion der Zeit können auf diese Weise in der Art eines „Tiefpasses" signifikant „geglättet", also abgeschwächt werden. Im Ergebnis führt dies dazu, dass keine Kavitation mehr auftritt oder gegenüber Pumpvorrichtungen ohne den hier vorgestellten Druckschwankungskompensator zumindest in deutlich reduzierter Stärke auftreten. Im Ergebnis führt dies zu einer verbesserten Förderleistung und zu einer erhöhten Lebensdauer der Pumpvorrichtung.

[0008] Eine erfindungsgemäße Pumpvorrichtung umfasst einen von einem Pumpengehäuse teilweise begrenzten Arbeitsraum, der in bekannter Weise mit einem Arbeitsfluid – im Folgenden der Einfachkeit halber kurz als „Fluid" bezeichnet – befüllt werden kann. In dem das Arbeitsvolumen bildenden Arbeitsraum ist entlang einer axialen Richtung verstellbar ein Kolben angeordnet. Dieser Kolben ist entlang der axialen Richtung zwischen einer ersten Position, in welcher der Arbeitsraum ein maximales Volumen aufweist, und einer zweiten Position, in welcher der Arbeitsraum ein minimales Volumen aufweist, verstellbar. Eine erste Fluidleitung dient zum Einleiten des Fluids in den Arbeitsraum. Dabei ist die erste Fluidleitung mittels eines Durchbruchs, der an einer an einer dem Kolben gegenüberliegenden Stirnseite des Arbeitsraums im Pumpengehäuse ausgebildet ist, fluidisch mit dem Arbeitsraum verbunden. Im Bereich des Durchbruchs ist ein erstes Ventilelement zum Verschließen der ersten Fluidleitung gegen den Arbeitsraum vorgesehen. Die erste Fluidleitung verläuft wenigstens im Bereich des Durchbruchs quer zur axialen Richtung. Neben der ersten Fluidleitung umfasst die Pumpvorrichtung auch eine zweiten Fluidleitung zum Ausleiten des Fluids aus dem Arbeitsraum, die im Bereich der zweiten Position des Kolbens in den Arbeitsraum mündet. In der ersten Fluidleitung sowie, alternativ oder zusätzlich, in der zweiten Fluidleitung ist wenigstens ein Druckschwankungskompensator zur Minimierung von Druckschwankungen in dem durch die Pumpvorrichtung strömenden Fluid angeordnet.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist in einem Mündungsbereich der zweiten Fluidleitung in den Arbeitsraum ein zweites Ventilelement zum fluid-

dichten Verschließen der zweiten Fluidleitung gegen den Arbeitsraum vorhanden.

[0010] Bevorzugt ist der Druckschwankungskompensator volumen-kompressibel ausgebildet, derart, dass das Volumen des Druckschwankungskompensators in Abhängigkeit von dem auf den Druckschwankungskompensator wirkenden Fluiddruck des Fluids variiert. Auf diese Weise können die im Fluid vorhandenen Druckschwankungen besonders gut abgeschwächt oder sogar vollständig unterdrückt werden.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Druckschwankungskompensator eine membranartige ausgebildete, fluiddichte Umhüllung. Die Umhüllung schließt einen Umhüllungs-Innenraum teilweise oder vollständig ein, der wenigstens teilweise mit einem Gas befüllt ist. Dies führt zu der für den Druckausgleich notwendigen Volumen-Kompressibilität der Umhüllung.

[0012] Besonders zweckmäßig ist die membranartig ausgebildete, fluiddichte Umhüllung schlauchartig ausgebildet. Die Umhüllung besitzt eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung, die der Einlassöffnung vorzugsweise im Wesentlichen gegenüberliegt, so dass die Umhüllung als umfangsseitige Begrenzung der ersten und/oder zweiten Fluidleitung realisiert ist. Die Umhüllung ist derart in der Fluidleitung angeordnet, dass sie einen mit dem Fluid durchströmbaren inneren Kanal bildet und einen Zwischenraum zwischen dem inneren Kanal und den Leitungswänden der Fluidleitung begrenzt. In diesem Szenario ist der geschlossene Zwischenraum zwischen Umhüllung und Leitungswand der Fluidleitung mit dem Gas gefüllt.

[0013] Besonders bevorzugt besitzt die erste und/oder zweite Fluidleitung mit der darin angeordneten Umhüllung im Querschnitt senkrecht zur Strömungsrichtung des Fluids eine ringförmige Geometrie. Die Anordnung der Umhüllung ist dergestalt realisiert, dass der mit Gas befüllte Zwischenraum radial innen von der Umhüllung und radial außen von der Leitungswand der ersten bzw. zweiten Fluidleitung begrenzt ist.

[0014] Besonders bevorzugt umfasst die membranartige und fluiddichte Umhüllung ein federelastisches Umhüllungs-Material oder besteht aus einem solchen federelastischen Umhüllungs-Material. Dies ermöglicht auf einfache Weise die für den Druckausgleich erforderliche Variation des Volumens der Umhüllung.

[0015] Soll der Druckschwankungskompensator an vielen verschiedenen Stellen in der Fluidleitung/den Fluidleitungen verbaut werden, so empfiehlt es sich, den Druckschwankungskompensator in Form wenigstens einer Ausnehmung zu realisieren. Besagte wenigstens eine Ausnehmung ist in einer die erste bzw. zweite Fluidleitung begrenzenden Leitungswand angeordnet und mittels einer membranartigen Abdeckung fluiddicht verschlossen. Die Ausnehmung ist – in analoger Weise zu oben erläuterter Variante mit einer das Gas einschließenden Umhüllung – mit dem Gas befüllt.

[0016] Zur hochwirksamen Druckkompensation eignet sich auch ein Kompensator-Körper mit geschlossenen Poren, der innenseitig auf der die erste bzw. zweite Fluidleitung begrenzenden Leitungswand angeordnet werden kann.

[0017] Besonders bevorzugt kann der Kompensator-Körper plattenartig ausgebildet sein und wenigstens eine Kompensator-Platte aufweisen. Eine solche Platte ist innenseitig an der ersten bzw. zweiten Fluidleitung befestigt, so dass sich für den Druckschwankungskompensator ein besonders großer Wirkungsquerschnitt mit dem Fluid bzw. Arbeitsmedium der Pumpvorrichtung ergibt.

[0018] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann eine Vorspanneinrichtung vorgesehen sein, welche den Druckschwankungskompensator gegen den Fluiddruck des durch die Pumpvorrichtung strömenden Fluids vorspannt. Eine solche Vorspanneinrichtung mag etwa in der Art eines Federelements realisiert sein, welches in der Umhüllung bzw. in der Ausnehmung angeordnet ist und sich zur Erzeugung einer Federkraft an der Umhüllung bzw. an der die Ausnehmung verschließenden Abdeckung abstützt.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Pumpvorrichtung eine Fluid-Zuführungsleitung zum Einleiten des Fluids in die erste Fluidleitung umfassen. Etwaig bereits beim Eintritt des Fluids in die Pumpvorrichtung saugseitig auftretende Druckschwankungen im Fluid können auf diese Weise besonders wirksam abgeschwächt werden. Daher wird vorgeschlagen, in besagter Fluid-Zuführungsleitung wenigstens einen zusätzlichen Druckschwankungskompensator anzuordnen.

[0020] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung mündet Fluid-Zuführungsleitung die tangential und/oder schräg in die erste Fluidleitung. Beide Maßnahmen, für sich genommen oder in Kombination, haben zur Folge, dass das Fluid ohne eine ausgeprägte Umlenkung der Strömungsrichtung aus der Fluid-Zuführungs-leitung in die erste Fluidleitung eingeleitet werden kann. Somit lassen sich auch unerwünschte Druckverluste im Fluid beim Einleiten in die erste Fluidleitung und folglich auch die Ausbildung von Kavitation verringern.

[0021] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Pumpvorrichtung nicht nur eine ein-

zige, sondern wenigstens zwei zweite Fluidleitungen aufweisen, die alle in eine gemeinsame Fluid-Abführungsleitung münden. Bei dieser Variante ist in wenigstens einem Mündungsbereich der Fluid-Abführungsleitung ein Druckschwankungskompensator angeordnet ist. Auf diese Weise lassen sich in der Pumpvorrichtung nicht nur saugseitig, sondern auch druckseitig auftretende Druckschwankungen im Fluid signifikant verringern.

[0022] Besonders wenig Bauraum beansprucht die erfindungsgemäße Pumpvorrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, bei welcher sich die erste Fluidleitung im Bereich des Durchbruchs in einer Ebene senkrecht zur axialen Richtung erstreckt und wenigstens im Bereich des Durchbruchs gekrümmt ausgebildet ist.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die erste Fluidleitung als geschlossener ringförmiger Fluidkanal ausgebildet sein, der sich vollständig in der Ebene senkrecht zur axialen Richtung erstreckt. Eine derartige, ringförmige Geometrie der ersten Fluidleitung hat zur Folge, dass die beim Durchströmen des Fluidkanals auf das Fluid wirkende Querbeschleunigung im Mittel relativ gering gehalten werden kann. Auch diese Maßnahme hat im Ergebnis zur Folge, dass eine durch hohe Querbeschleunigungen bewirkte Druckabsenkung im Fluid weitgehend unterbleibt.

[0024] Besonders stark ausgeprägte Druckschwankungen treten in der Pumpvorrichtung saugseitig typischerweise im Übergangsbereich zwischen der ersten Fluidleitung und dem Arbeitsraum auf. Besonders bevorzugt ist daher ein Druckschwankungskompensator im Bereich des Durchbruchs angeordnet.

[0025] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ragt das erste Ventilelement wenigstens teilweise von der ersten Fluidleitung durch den Durchbruch hindurch in den Arbeitsraum hinein. Dies bedeutet, dass zwischen der ersten Fluidleitung und dem Arbeitsraum keine zusätzliche Fluidleitung vorgesehen werden muss, sondern dass das Fluid direkt aus der – vorzugsweise ringförmigen – ersten Fluidleitung in den Arbeitsraum der Pumpvorrichtung eingebracht werden kann. Auf diese Weise wird die beim Ansaugen des Fluids in den Arbeitsraum zu beschleunigende Fluidmenge minimiert, wodurch der bereits erläuterte, in diesem Fall beschleunigungsbedingte Druckabfall des Fluiddrucks nochmals verringert werden kann.

[0026] Besonders zweckmäßig ist das erste Ventilelement ein zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verstellbares Rückschlag-Ventil, welches von der geschlossenen in die geöffnete Position verstellt wird, wenn der Fluiddruck in der ersten Fluidleitung größer ist als im Arbeitsraum und die Druckdifferenz einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet. Die Verwendung eines solchen, konstruktiv einfach aufgebauten Rückschlag-Ventils führt dazu, dass Strömungsverluste im Bereich des Ventilelements weiter verringert werden können.

[0027] Zum Ausleiten des Fluids aus dem Arbeitsraum wird in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, die Pumpvorrichtung mit einer zweiten Fluidleitung zum Ausleiten des Fluids aus dem Arbeitsraum auszustatten. Diese mündet vorzugsweise im Bereich der zweiten Position des Kolbens in den Arbeitsraum. Analog zur ersten Fluidleitung ist auch in einem Mündungsbereich der zweiten Fluidleitung in den Arbeitsraum ein Ventilelement – nachfolgend als ”zweites Ventilelement” bezeichnet – zum Verschließen der zweiten Fluidleitung vorgesehen.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Mündungsbereich der zweiten Fluidleitung in einem der ersten Fluidleitung zugewandten axialen Endabschnitt des Arbeitsraums vorgesehen. Dies bedeutet, dass die beiden Fluidleitungen benachbart zueinander in den Arbeitsraum der Pumpe münden. Somit lässt sich das Auftreten der Kavitation begünstigenden Strömungsverluste auf einen räumlich begrenzten Bereich des Arbeitsraums begrenzen.

[0029] Konstruktiv besonders einfach aufgebaut und somit mit verringerten Herstellungskosten verbunden ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform, bei welcher die zweite Fluidleitung in einer den Arbeitsraum begrenzenden Umfangswand des Gehäuses in den Arbeitsraum mündet.

[0030] Experimentelle Untersuchungen und theoretische Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass ein bzgl. unerwünschter Kavitationsbildung besonders günstiges Strömungsbild im Arbeitsvolumen erzeugt werden kann, wenn die zweite Fluidleitung relativ zur axialen Richtung schräg in den Arbeitsraum mündet.

[0031] Gleiches gilt für eine Anordnung der ersten Fluidleitung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform derart, dass die erste Fluidleitung den Arbeitsraum entlang der axialen Richtung verlängert.

[0032] Analog zum ersten Ventilelement kann in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform auch das zweite Ventilelement ein zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verstellbares Rückschlag-Ventil sein. Das zweite Rückschlag-Ventil ist dann derart eingerichtet, dass es von der geschlossenen in die geöffnete Position verstellt wird, wenn der Fluiddruck im Arbeitsraum größer ist als in der zweite Fluidleitung und die Druckdifferenz einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet. Ent-

sprechend kann das zweite Rückschlag-Ventil in die geschlossene Position zurückverstellt werden, wenn die Druckdifferenz wieder unter besagten Schwellwert fällt.

[0033] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform kann eine Mündungsöffnung der zweiten Fluidleitung in den Arbeitsraum hinein bezüglich seiner axialen Position derart angeordnet sein, dass der Kolben diese in seiner zweiten Position gerade nicht verschließt.

[0034] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ragt das erste Ventilelement derart in den Arbeitsraum hinein, dass das verbleibende Volumen zwischen dem Kolben in seiner zweiten Position und dem ersten Ventilelement einen Minimalwert annimmt. Auch diese Maßnahme wirkt unerwünschten Strömungs- und Kompressionsverlusten des Fluids im Arbeitsvolumen entgegen.

[0035] Um das Einleiten von Fluid in den Arbeitsraum und die damit verbundene translatorische Bewegung von der Mündung der ersten Fluidleitung weg zu unterstützen, kann im Arbeitsraum ein federelastisches Element angeordnet werden. Dieses stützt sich vorzugsweise einenends am ersten Ventilelement und anderenends am Kolben ab und spannt somit den Kolben zur ersten Position hin vor.

[0036] Überschreitet die in einer bestimmte Anwendung gewünschte Förderleistung die von der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung tatsächlich erbringbare Förderleistung, so bietet es sich an, zur Steigerung der Förderleistung mehrere erfindungsgemäße Pumpvorrichtung miteinander in Wirkverbindung zu setzten und diese fluidisch parallel zu schalten. Die Erfindung betrifft daher auch eine Pump-Anordnung mit drei vorangehend vorgestellten, erfindungsgemäßen Pumpvorrichtungen, deren Arbeitsräume mit den Durchbrüchen zwischen Arbeitsraum und erster Fluidleitung jeweils bezüglich der axialen Richtung parallel zueinander angeordnet sind. Die Anordnung der drei Arbeitsräume mit den Durchbrüchen zwischen der ersten Fluidleitung und dem Arbeitsraum weist dabei in einem Querschnitt senkrecht zur axialen Richtung bezüglich eines vordefinierten Symmetriepunkts eine 120°-Drehsymmetrie auf. Demnach sind die drei ersten Fluidleitungen als gemeinsamer ringförmiger Fluidkanal mit dem bereits genannten Symmetriepunkt als Ringmittelpunkt des ringförmigen Fluidkanals ausgebildet. Auf diese Weise kann der für die drei Pumpvorrichtungen benötigte Bauraum gering gehalten. Der symmetrische Aufbau der drei Pumpvorrichtungen führt darüber hinaus dazu, dass auch bei dem fluidischen Zusammenschalten dreier Pumpvorrichtungen das Auftreten unerwünschter Kavitation weitgehend oder gar vollständig vermieden werden kann.

[0037] Die Erfindung betrifft schließlich eine Abwärmenutzungseinrichtung, die einen von einem Arbeitsmedium – einem Fluid – durchströmten oder durchströmbaren Fluidkreislauf umfasst. In dem Fluidkreislauf ist zum Antreiben des Arbeitsmediums eine oben vorgestellte, erfindungsgemäße Pumpvorrichtung oder eine vorangehend vorgestellte, erfindungsgemäße Pump-Anordnung mit drei Pumpvorrichtungen angeordnet.

[0038] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0039] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0040] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0041] Es zeigen, jeweils schematisch:

[0042] **Fig.** 1 in einer perspektivischen Darstellung ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Pump-Anordnung,

[0043] **Fig.** 2 eine Detaildarstellung der **Fig.** 1, in welcher der Aufbau einer Pumpvorrichtung **1** der Pumpanordnung näher dargestellt ist,

[0044] **Fig.** 3 eine Detaildarstellung der Pumpvorrichtung der **Fig.** 2 im Bereich eines Arbeitsraums **3** der Pumpvorrichtung **1**,

[0045] **Fig.** 4 ein erstes Realisierungsbeispiel des in der Pumpvorrichtung der **Fig.** 3 verbauten Druckschwankungskompensators in einem Querschnitt,

[0046] **Fig.** 5 ein zweites Realisierungsbeispiel des in der Pumpvorrichtung der **Fig.** 3 verbauten Druckschwankungskompensators in einem Querschnitt,

[0047] **Fig.** 6 den Druckschwankungskompensator der **Fig.** 5 in einem Längsschnitt,

[0048] **Fig.** 7 ein drittes Realisierungsbeispiel des in der Pumpvorrichtung der **Fig.** 3 verbauten Druckschwankungskompensators in einem Längsschnitt,

[0049] **Fig.** 8 ein viertes technisches Realisierungsbeispiel des in der Pumpvorrichtung der **Fig.** 3 ver-

bauten Druckschwankungskompensators in einem Längsschnitt,

[0050] **Fig.** 9 eine den tripod-artigen Aufbau der drei Pumpvorrichtungen der **Fig.** 1 in schematischer Form illustrierende, skizzenhafte Darstellung.

[0051] Die **Fig.** 1 illustriert in einer perspektivischen Darstellung ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Pump-Anordnung **20**. Die **Fig.** 2 zeigt eine Detaildarstellung der **Fig.** 1, in welcher der Aufbau einer Pumpvorrichtung **1** der Pumpanordnung **20** näher dargestellt ist. Die **Fig.** 3 zeigt wiederum eine Detaildarstellung der **Fig.** 2 im Bereich eines Arbeitsraums **3** der Pumpvorrichtung **1**.

[0052] Die Pump-Anordnung **20** umfasst drei jeweils als Hub- oder Axialkolbenpumpe ausgebildete Pumpvorrichtungen **1**, die zur Ausbildung der Pump-Anordnung **20** in Form einer Tripod-Anordnung realisiert sind. Dies bedeutet, dass die jeweiligen Kolben **2** der drei Pumpvorrichtungen **1** sowie die den jeweiligen Kolben **2** beherbergenden Arbeitsräume **3**, die jeweils von einem Pumpengehäuse **4** begrenzt werden, bezüglich ihrer axialen Achse parallel zueinander angeordnet sind. In jedem der drei Arbeitsräume **3** ist ein entlang einer axialen Richtung A verstellbarer Kolben **2** angeordnet. Jeder der drei Kolben **2** ist zwischen einer ersten Position, in welcher der Arbeitsraum **3** ein maximales Volumen aufweist, und einer zweiten Position, in welcher der Arbeitsraum **3** ein minimales Volumen aufweist, axial verstellbar. Zum Verstellen der drei Kolben **3** dient ein gemeinsamer Elektromotor **22**, der in einem das Pumpengehäuse **4** entgegen der axialen Richtung A verlängernden Motorgehäuse **21** angeordnet ist. Die Steuerung des Elektromotors **22** kann mit Hilfe einer elektrischen/elektronischen Steuerungseinheit **25** erfolgen, die auf einer axial vom Pumpengehäuse **4** abgewandten Seite des Motorgehäuses **22** an diesem befestigt ist.

[0053] Im Folgenden wird anhand der Darstellung der **Fig.** 2 der Aufbau einer der drei Pumpvorrichtungen **1** detailliert erläutert:
Das Pumpengehäuse **4** begrenzt zusammen mit dem Kolben **2** den Arbeitsraum **3**, der mit einem Fluid – dem Arbeitsmedium der Pumpvorrichtung **1** – befüllbar ist. Hierzu besitzt die Pumpvorrichtung **1** eine erste Fluidleitung **5**, welche mittels eines Durchbruchs **9** fluidisch mit dem Arbeitsraum **3** verbunden ist. Der Durchbruch **9** ist an einer an einer dem Kolben **2** gegenüberliegenden Stirnseite **7** des Arbeitsraums **3** im Pumpengehäuse **4** ausgebildet. Die erste Fluidleitung **5** verläuft im Bereich des Durchbruchs **9** quer zur axialen Richtung A. Dabei erstreckt sich die erste Fluidleitung **5** im Bereich des Durchbruchs **9** in besagter Ebene senkrecht zur axialen Richtung A. Im Beispiel der Figuren ist die erste Fluidleitung **5** als geschlossener ringförmiger Fluidkanal **23** ausgebildet, der sich vollständig in einer Ebene senkrecht zur axialen Richtung A erstreckt. Folglich ist die erste Fluidleitung **5** im Bereich des Durchbruchs **9** gekrümmt ausgebildet.

[0054] Im Bereich des Durchbruchs **9** ist in der ersten Fluidleitung **5** ein erstes Ventilelement **10** zum Verschließen der ersten Fluidleitung **5** vorgesehen. Das erste Ventilelement **10** ragt durch den Durchbruch **9** hindurch in den Arbeitsraum **3** hinein, und zwar vorzugsweise derart, dass das Totvolumen des Arbeitsraumes minimal wird. Im Beispiel der Figuren ist das erste Ventilelement **10** ein zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verstellbares Rückschlag-Ventil **11**. In der geschlossenen Position verschließt das erste Ventilelement **10** die erste Fluidleitung **5** gegen den Arbeitsraum **3** fluiddicht. In der geöffneten Position gibt das erste Ventilelement **10** die Fluidverbindung zwischen erster Fluidleitung **5** und dem Arbeitsraum **3** frei, so dass das Fluid von der ersten Fluidleitung **5** in den Arbeitsraum **3** eingeleitet werden kann. Das Rückschlag-Ventil **11** wird von seiner geschlossenen Position in seine geöffnete Position verstellt, wenn der Fluiddruck in der ersten Fluidleitung **5** größer ist als im Arbeitsraum **3** und die Druckdifferenz einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet. Dies geschieht durch eine Axialbewegung des Kolbens **2** vom Durchbruch **9** weg.

[0055] Entsprechend der **Fig.** 2 umfasst die Pumpvorrichtung **1** auch eine Fluid-Zuführungsleitung **24** zum Einleiten des Fluids in die erste Fluidleitung **5**. Die Fluid-Zuführungsleitung **24** mündet tangential in die als ringförmiger Fluidkanal **23** ausgebildete erste Fluidleitung **5**. Alternativ oder zusätzlich kann die Fluid-Zuführungsleitung **24** auch schräg in die erste Fluidleitung **5** münden. Dies kann insbesondere bedeuten, dass in einem Längsschnitt der Pumpvorrichtung **1** entlang der axialen Richtung A die Fluid-Zuführungsleitung **24** einen spitzen Winkel mit der Ebene senkrecht zur axialen Richtung A ausbildet, in welcher der ringförmige Fluidkanal **23** angeordnet ist. Entsprechend **Fig.** 2 verlängert die erste Fluidleitung **5** den Arbeitsraum **3** entlang der axialen Richtung A.

[0056] Zum Ausleiten des Fluids aus dem Arbeitsraum **3** ist eine zweite Fluidleitung **6** vorgesehen, die im Bereich der zweiten Position des Kolbens **2** – diese Position ist in **Fig.** 2 und auch in der Detaildarstellung der **Fig.** 3 gezeigt – in den Arbeitsraum **3** mündet. Der Mündungsbereich **12** der zweiten Fluidleitung **6** ist also – ebenso wie die stirnseitig eingeleitete erste Fluidleitung **5** – in einem der ersten Fluidleitung **5** zugewandten axialen Endabschnitt **14** des Arbeitsraums **3** angeordnet. Die zweite Fluidleitung **6** mündet in einer den Arbeitsraum **3** begrenzenden Umfangswand **15** des Pumpengehäuses **4** in den Arbeitsraum **3**. Die zweite Fluidleitung **6** mündet relativ zur axialen Richtung A schräg in den Arbeitsraum **3**. Eine Mündungsöffnung **16** der zweiten Fluidleitung **6**

ist bezüglich seiner axialen Position derart angeordnet, dass der Kolben **2** die Mündungsöffnung **16** in seiner zweiten Position gerade nicht verschließt.

[0057] Entsprechend zum Durchbruch **9** der ersten Fluidleitung **5** ist auch im Mündungsbereich **12** der zweiten Fluidleitung **6** in den Arbeitsraum **3** hinein ein zweites Ventilelement **13** zum wahlweisen fluiddichten Verschließen der zweiten Fluidleitung **6** gegenüber dem Arbeitsraum vorgesehen. Auch das zweite Ventilelement **13** ist, ebenso wie das erste Ventilelement **10**, als Rückschlagventil **17** realisiert. Im Gegensatz zum ersten Ventilelement **10** wird es jedoch von der geschlossenen in die geöffnete Position verstellt, wenn der Fluiddruck im Arbeitsraum **3** größer ist als in der zweiten Fluidleitung und die Druckdifferenz einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet. Dies geschieht, wenn der Kolben entlang der axialen Richtung A zum Durchbruch **9** hinbewegt wird.

[0058] Wie in **Fig.** 2 schematisch angedeutet, sind sowohl in der ersten Fluidleitung **5** als auch in den drei zweiten Fluidleitungen **6** (in **Fig.** 2 sind nur zwei dieser Fluidleitungen **6** erkennbar) Druckschwankungskompensatoren **30** zur Minimierung von Druckschwankungen in dem durch die Pumpvorrichtung **1** strömenden Fluid angeordnet. Wie **Fig.** 2 erkennen lässt, sind die Druckschwankungskompensatoren **30** jeweils im Bereich eines Durchbruchs **9** in der als ringförmiger Fluidkanal **23** realisierten ersten Fluidleitung **5** angeordnet. Auch in der Fluid-Zuführungsleitung **24** kann wenigstens ein zusätzlicher Druckschwankungskompensator **30** angeordnet sein.

[0059] Entsprechend **Fig.** 2 münden die zweiten Fluidleitungen **6** in eine gemeinsame Fluid-Abführungsleitung **8**. Auch im Mündungsbereich **27** der Fluid-Abführungsleitung **8**, in welchem die zweiten Fluidleitungen **6** in die Fluid-Abführungsleitung **6** münden, kann ein Druckschwankungskompensator **30** angeordnet sein. In **Fig.** 2 sind die Druckschwankungskompensatoren **30** grobschematisch jeweils in Form eines Kreises gezeigt, um ihre Position in der Pumpvorrichtung zu verdeutlichen.

[0060] **Fig.** 4 zeigt in schematischer Darstellung eine erste Realisierungsform des erfindungswesentlichen Druckschwankungskompensators **30**, wie er in der ersten Fluidleitung **5**, in der zweiten Fluidleitung **6**, im Fluid-Zuführungskanal **24** oder im Fluid-Abführungskanal **8** angeordnet sein kann. In der Darstellung der **Fig.** 4 wird angenommen, dass der Druckschwankungskompensator **30** in der ersten Fluidleitung **5** angeordnet ist. Die **Fig.** 4 zeigt die erste Fluidleitung **5** in einem Querschnitt senkrecht zur Hauptströmungsrichtung X des durch die erste Fluidleitung **5** strömenden Fluids. Die erste Fluidleitung **5** wird von wenigstens einer Leitungswand **26** begrenzt. Der Druckschwankungskompensator **30** umfasst eine membranartige ausgebildete, fluiddichte Umhüllung **31**, welche einen Umhüllungs-Innenraum **32** einschließt. Der Umhüllungs-Innenraum **32** ist mit einem Gas **33** befüllt. Als Material für die Umhüllung **31** kommt ein fluiddichtes Elastomer in Betracht. Der Druckschwankungskompensator **30** ist derart ausgebildet, dass das Volumen des Druckschwankungskompensators **30** in Abhängigkeit von dem auf den Druckschwankungskompensator **30** wirkenden Fluiddruck des Arbeitsmediums variiert. Der Druckschwankungskompensator **30** kann volumen-kompressibel ausgebildet sein.

[0061] Im Beispiel der **Fig.** 4 umschließt die Umhüllung **31** den Umhüllungs-Innenraum **32** vollständig. Dies bedeutet, dass das Gas **33** ist von dem durch die erste Fluidleitung **5** strömenden und von der Pumpvorrichtung **1** zu fördernden Fluid – in **Fig.** 4 schematisch angedeutet und mit dem Bezugszeichen **34** bezeichnet – fluidisch getrennt ist.

[0062] Der Querschnitt der **Fig.** 5 zeigt eine Variante des Beispiels der **Fig.** 4. Im Beispiel der **Fig.** 5 umhüllt die Umhüllung **31** den Umhüllungs-Innenraum **33** nicht vollständig, sondern ist als Schlauch **37** ausgebildet und besitzt endseitig eine Einlassöffnung **35** und eine der Einlassöffnung **35** gegenüberliegende Auslassöffnung **36**. Dieses Szenario ist in **Fig.** 6 wiedergegeben, die die erste Fluidleitung **5** in einem Längsschnitt entlang der Hauptdurchströmungsrichtung X zeigt. Die Umhüllung **31** bildet einen von dem Fluid **34** durchströmbaren, inneren Kanal **38** aus. Ein Zwischenraum **39** zwischen der Leitungswand **26** der ersten Fluidleitung **5** und der Umhüllung **31** ist mit dem Gas **33** befüllt. In dem in **Fig.** 5 gezeigten Querschnitt besitzt die erste Fluidleitung **5** mit der darin angeordneten Umhüllung **31** im Querschnitt eine ringförmige Geometrie. Der mit Gas **33** befüllte Zwischenraum **39** ist radial innen von der Umhüllung **31** und radial außen von der Leitungswand **26** der ersten Fluidleitung **5** begrenzt. Die membranartige Umhüllung **31** der **Fig.** 4 bis **Fig.** 6 kann ein federelastisches Umhüllungs-Material umfassen oder sogar aus einem federelastischen Umhüllungs-Material bestehen.

[0063] Die **Fig.** 7 zeigt eine weitere Variante des erfindungswesentlichen Druckschwankungskompensators **30**. Die **Fig.** 7 zeigt in analoger Weise zur **Fig.** 6 die erste Fluidleitung **5** im Längsschnitt entlang der Hauptdurchströmungsrichtung X des Fluids. Demnach umfasst der Druckschwankungskompensator **30** eine Ausnehmung **41**, die in der die erste Fluidleitung **5** begrenzenden Leitungswand **26** ausgebildet ist. Die Ausnehmung **41** ist mittels einer membranartigen Abdeckung **40**, die Teil des Druckschwankungskompensators **30** ist, fluiddicht verschlossen. Zur Ausbildung des Druckschwankungskompensators **30** ist besagte Ausnehmung **41** mit dem Gas **33** befüllt.

[0064] In der Variante der **Fig.** 8 ist der der Druckschwankungskompensator **30** als geschlossen-poriger Kompensator-Körper **42** ausgebildet, der auf der die erste Fluidleitung **5** begrenzenden Leitungswand **26** angebracht ist. Soll möglichst wenig Bauraum für den Druckschwankungskompensator **30** verlorengehen, so empfiehlt es sich, den Kompensator-Körper **42** plattenartig auszubilden. In **Fig.** 8 ist innenseitig an der Gehäusewand **26** eine solche Kompensator-Platte **43** befestigt, die als Druckschwankungskompensator **30** wirkt.

[0065] Ein verbesserter Druckausgleich mittels des Druckschwankungskompensators **30** kann erzielt werden, wenn der Druckschwankungskompensator **30** mit einer Vorspanneinrichtung ausgestattet ist, welche den Druckschwankungskompensator **30** gegen den Fluiddruck des durch die Pumpvorrichtung **1** strömenden Fluids **34** vorspannt. Eine solche Vorspanneinrichtung kann in der Art eines Federelements **44** ausgebildet sein, das wie in den **Fig.** 4, **Fig.** 5 und **Fig.** 7 grobschematisch angedeutet im Umhüllungs-Innenraum **32** bzw. in der Ausnehmung **41** angeordnet ist und sich an der Umhüllung **31** bzw. der Abdeckung **40** sowie der Leitungswand **26** abstützt.

[0066] Betrachtet man nun wieder die Darstellung der **Fig.** 2 und **Fig.** 3, so erkennt man, dass auch im Arbeitsraum **3** ein federelastisches Element **19** vorgesehen sein. Dieses stützt sich entsprechend **Fig.** 3, welches sich einendends am ersten Ventilelement **10** und anderenends am Kolben **2** ab und spannt den Kolben **2** somit zur ersten Position hin vor.

[0067] Abschließend wird anhand der **Fig.** 9 die bereits eingangs erwähnte, tripodartige Anordnung der Pumpen-Anordnung **20** erläutert. Die **Fig.** 9 zeigt hierzu den Aufbau der **Fig.** 2 in einem Querschnitt senkrecht zur axialen Richtung A in einer grobschematischen Darstellung. Die drei Arbeitsräume **3** der drei Pumpvorrichtungen **1** – in **Fig.** 4 durch gestrichelte Linien angedeutet – sind entlang der axialen Richtung A parallel zueinander angeordnet. Wie **Fig.** 9 anschaulich belegt, weist die Anordnung der drei Arbeitsräume **3** im Querschnitt senkrecht zur axialen Richtung A bezüglich eines vordefinierten Symmetriepunkts S eine 120° Drehsymmetrie auf. Dabei sind die drei ersten Fluidleitungen **5** als gemeinsamer ringförmiger Fluidkanal **23** mit dem Symmetriepunkt S als Ringmittelpunkt M ausgebildet.

[0068] Auf diese Weise kann die Ausbildung der ersten Fluidleitung **5** als ringförmiger Fluidkanal **23** dazu genutzt werden, die Arbeitsräume **3** aller drei Pumpvorrichtungen **1** auf die oben beschriebene Weise mit dem Arbeitsmedium, also dem Fluid zu versorgen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Ausbildung unerwünschter Kavitation sowohl im Fluidkanal **23** als auch in den drei Arbeitsräumen **3** weitgehend oder sogar vollständig unterbunden werden kann.

[0069] Die drei zweiten Fluidleitungen **6** münden entsprechend der **Fig.** 2 in eine gemeinsame Fluid-Abführungsleitung **8**.

Patentansprüche

1. Pumpvorrichtung (**1**), insbesondere Axialkolbenpumpe, für eine Abwärmenutzungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs,
– mit einem von einem Pumpengehäuse (**4**) teilweise begrenzten und mit einem Fluid befüllbaren Arbeitsraum (**3**), in welchem ein Kolben (**2**) zwischen einer ersten Position, in welcher der Arbeitsraum (**3**) ein maximales Volumen aufweist, und einer zweiten Position, in welcher der Arbeitsraum (**3**) ein minimales Volumen aufweist, entlang einer axialen Richtung (A) verstellbar angeordnet ist,
– mit einer ersten Fluidleitung (**5**) zum Einleiten des Fluids in den Arbeitsraum (**3**), wobei die erste Fluidleitung (**5**) mittels eines Durchbruchs (**9**), der an einer dem Kolben (**2**) gegenüberliegenden Stirnseite (**7**) des Arbeitsraums (**3**) im Pumpengehäuse (**4**) ausgebildet ist, fluidisch mit dem Arbeitsraum (**3**) verbunden ist, und wobei im Bereich des Durchbruchs (**9**) in der ersten Fluidleitung (**5**) ein erstes Ventilelement (**10**) zum fluiddichten Verschließen der ersten Fluidleitung (**5**) gegen den Arbeitsraum (**3**) vorgesehen ist, und wobei die erste Fluidleitung (**5**) wenigstens im Bereich des Durchbruchs (**9**) quer zur axialen Richtung (A) verläuft,
– mit einer zweiten Fluidleitung (**6**) zum Ausleiten des Fluids aus dem Arbeitsraum (**3**), die im Bereich der zweiten Position des Kolbens (**2**) in den Arbeitsraum (**3**) mündet,
– wobei in der ersten Fluidleitung (**5**) und/oder in der zweiten Fluidleitung (**6**) wenigstens ein Druckschwankungskompensator (**30**) zur Minimierung von Druckschwankungen in dem durch die Pumpvorrichtung (**1**) strömenden Fluid angeordnet ist.

2. Pumpvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Druckschwankungskompensator (**30**) volumen-kompressibel ausgebildet ist, derart, dass das Volumen des Druckschwankungskompensators (**30**) in Abhängigkeit von dem auf den Druckschwankungskompensator (**30**) wirkenden Fluiddruck des Fluids (**34**) variiert.

3. Pumpvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Druckschwankungskompensator (**30**) eine membranartige ausgebildete, fluiddichte Umhüllung (**31**) umfasst, welche einen Umhüllungs-Innenraum (**32**) teilweise oder vollständig einschließt, der wenigstens teilweise mit einem Gas (**33**) befüllt ist.

4. Pumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die membranartig ausgebildete, fluiddichte Umhüllung (**31**) schlauchartig mit einer Einlassöffnung (**35**) und einer Auslassöffnung (**36**) ausgebildet und in der ersten und/oder zweiten Fluidleitung (**5**, **6**) angeordnet ist, derart, dass die Umhüllung (**31**) einen mit dem Fluid (**34**) durchströmbaren inneren Kanal (**38**) bildet und ein Zwischenraum (**29**) zwischen wenigstens einer Leitungswand (**26**) der ersten und/oder zweiten Fluidleitung (**5**, **6**) und der Umhüllung (**31**) mit einem Gas (**33**) gefüllt ist.

5. Pumpvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass die erste und/oder zweite Fluidleitung (**5**, **6**) mit der darin angeordneten Umhüllung (**31**) im Querschnitt senkrecht zur Strömungsrichtung des Fluids (**34**) eine ringförmige Geometrie besitzt, derart, dass der mit Gas (**33**) befüllte Zwischenraum (**39**) radial innen von der Umhüllung (**31**) und radial außen von der Leitungswand (**26**) der ersten bzw. zweiten Fluidleitung (**5**, **6**) begrenzt ist.

6. Pumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass die membranartige und fluiddichte Umhüllung (**31**) ein federelastisches Umhüllungs-Material umfasst oder aus einem federelastischen Umhüllungs-Material besteht.

7. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Druckschwankungskompensator (**30**) eine Ausnehmung (**41**) umfasst, die in einer die erste bzw. zweite Fluidleitung (**5**, **6**) begrenzenden Leitungswand (**26**) ausgebildet ist und mittels einer membranartigen Abdeckung (**40**) verschlossen ist,
wobei die Ausnehmung (**41**) mit einem Gas (**33**) befüllt ist,

8. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Druckschwankungskompensator (**30**) einen geschlossen-porigen Kompensator-Körper (**42**) umfasst, der innenseitig auf der die erste bzw. zweite Fluidleitung (**5**, **6**) begrenzenden Leitungswand (**26**) angeordnet ist.

9. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Kompensator-Körper (**42**) plattenartig ausgebildet ist und wenigstens eine Kompensator-Platte (**43**) aufweist, die innenseitig an der ersten bzw. zweiten Fluidleitung (**5**, **6**) befestigt ist.

10. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass eine Vorspanneinrichtung vorhanden ist, welche den Druckschwankungskompensator (**30**) gegen den Fluiddruck des durch die Pumpvorrichtung (**1**) strömenden Fluids (**34**) vorspannt.

11. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
– die Pumpvorrichtung (**1**) eine Fluid-Zuführungsleitung (**24**) zum Einleiten des Fluids in die erste Fluidleitung (**5**) umfasst,
– in der Fluid-Zuführungsleitung (**24**) wenigstens ein Druckschwankungskompensator (**30**) angeordnet ist.

12. Pumpvorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
– die Fluid-Zuführungsleitung (**24**) tangential und/oder schräg in die erste Fluidleitung (**5**) mündet.

13. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens zwei zweite Fluidleitungen (**6**) vorhanden sind, die in eine gemeinsame Fluid-Abführungsleitung (**8**) münden,
wobei in wenigstens einem Mündungsbereich (**25**) der Fluid-Abführungsleitung (**8**) ein Druckschwankungskompensator (**30**) angeordnet ist.

14. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass das die erste Fluidleitung (**5**) als geschlossen ringförmiger Fluidkanal (**23**) ausgebildet ist, der sich vollständig in der Ebene senkrecht zur axialen Richtung (A) erstreckt.

15. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Druckschwankungskompensator (**30**) im Bereich des Durchbruchs (**9**) angeordnet ist.

16. Pumpvorrichtung nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die erste Fluidleitung (**5**) den Arbeitsraum (**3**) entlang der axialen Richtung (A) verlängert.

17. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass das erste Ventilelement (**5**) ein zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verstellbares Rückschlag-Ventil (**11**) ist, welches von der geschlossenen in die geöffnete Position verstellt wird, wenn der Fluiddruck in der ersten Fluidleitung (**5**) größer ist als im Arbeitsraum (**3**) und die Druckdifferenz zwischen dem Fluid im Arbeitsraum (**3**) und dem Fluid in der ersten Fluidleitung (**5**) einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet.

18. Pumpvorrichtung nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die zweite Fluidleitung (**6**) relativ zur axialen Richtung (A) schräg in den Arbeitsraum (**3**) mündet.

19. Pumpvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die zweite Fluidleitung (**6**) in einer den Arbeitsraum (**3**) umfangsbegrenzenden Umfangswand (**15**) in den Arbeitsraum (**3**) mündet.

20. Pump-Anordnung (**20**),
– mit drei Pumpvorrichtungen (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, deren Arbeitsräume (**3**) mit den Durchbrüchen (**9**) bezüglich der axialen Richtung (A) parallel zueinander angeordnet sind,
– wobei die Anordnung der drei Arbeitsräume (**3**) mit den Durchbrüchen (**9**) in einem Querschnitt senkrecht zur axialen Richtung (A) bezüglich eines vordefinierten Symmetriepunkts (S) eine 120°-Drehsymmetrie aufweist,
– wobei die drei ersten Fluidleitungen (**5**) als gemeinsamer ringförmiger Fluidkanal (**23**) mit dem Symmetriepunkt (S) als Ringmittelpunkt (M) des ringförmigen Fluidkanals (**23**) ausgebildet sind.

21. Abwärmenutzungseinrichtung, mit einem von einem Fluid durchströmten oder durchströmbaren Fluidkreislauf, in welchem zum Antreiben des Fluids eine Pumpvorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 oder eine Pump-Anordnung (**20**) nach Anspruch 12 angeordnet ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

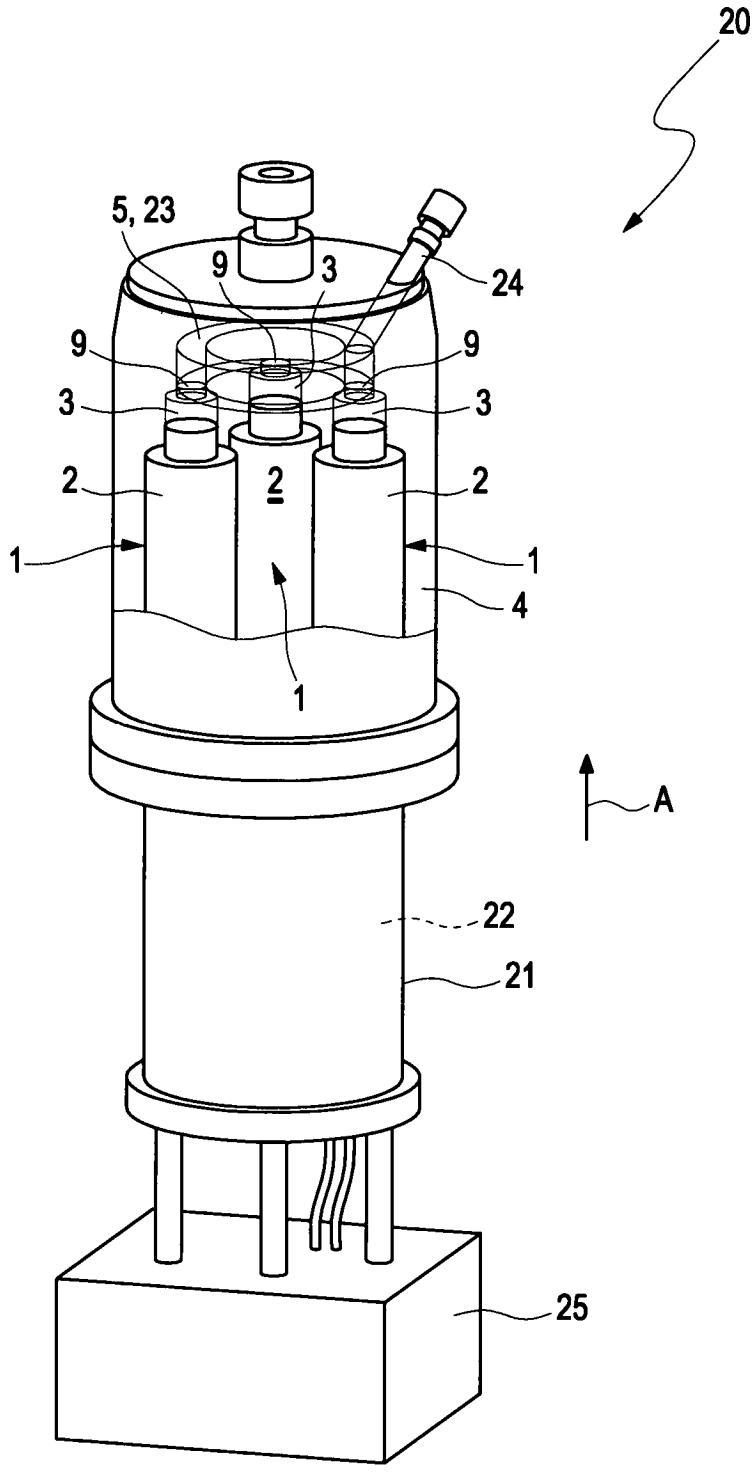


Fig. 1

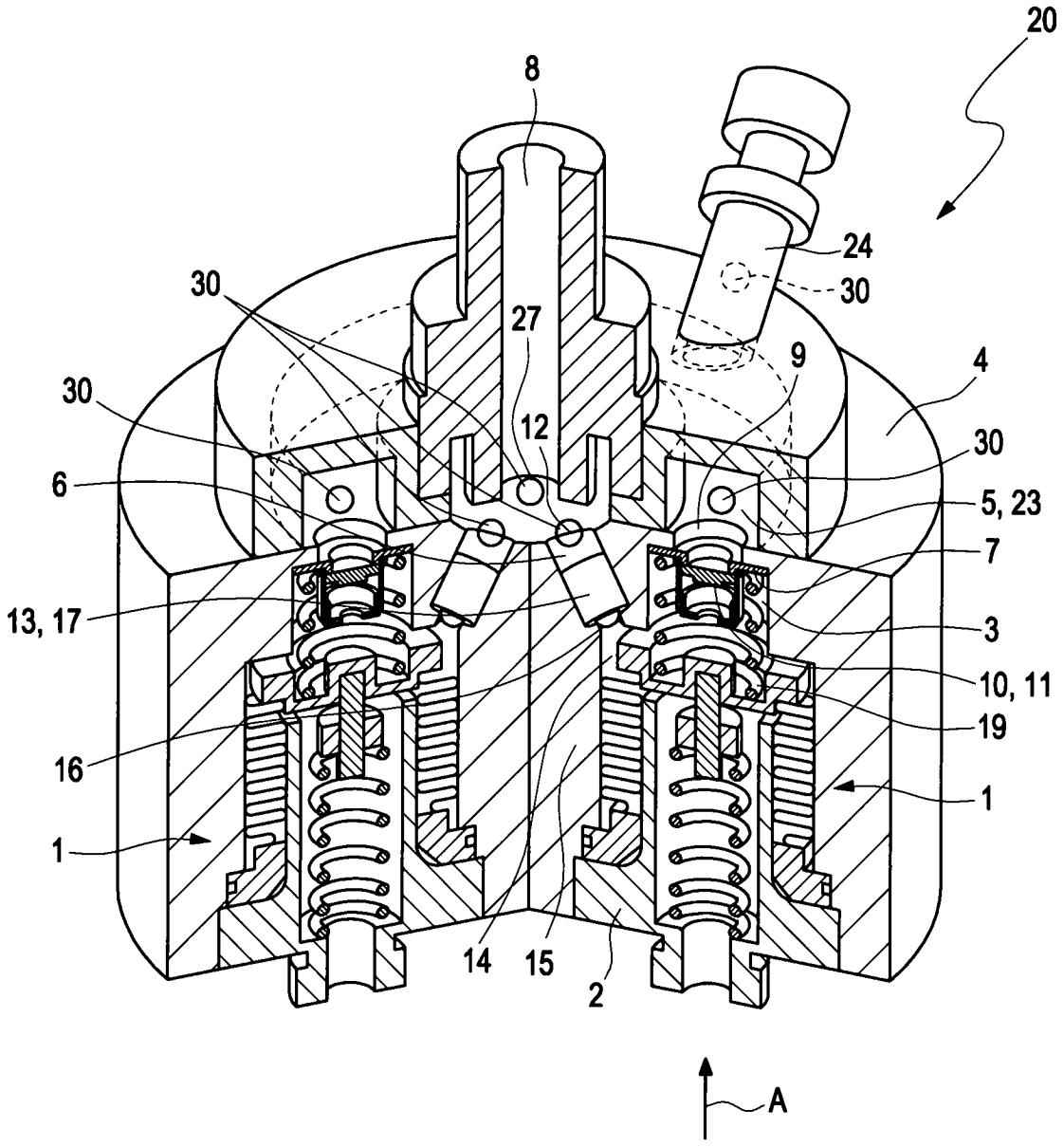


Fig. 2

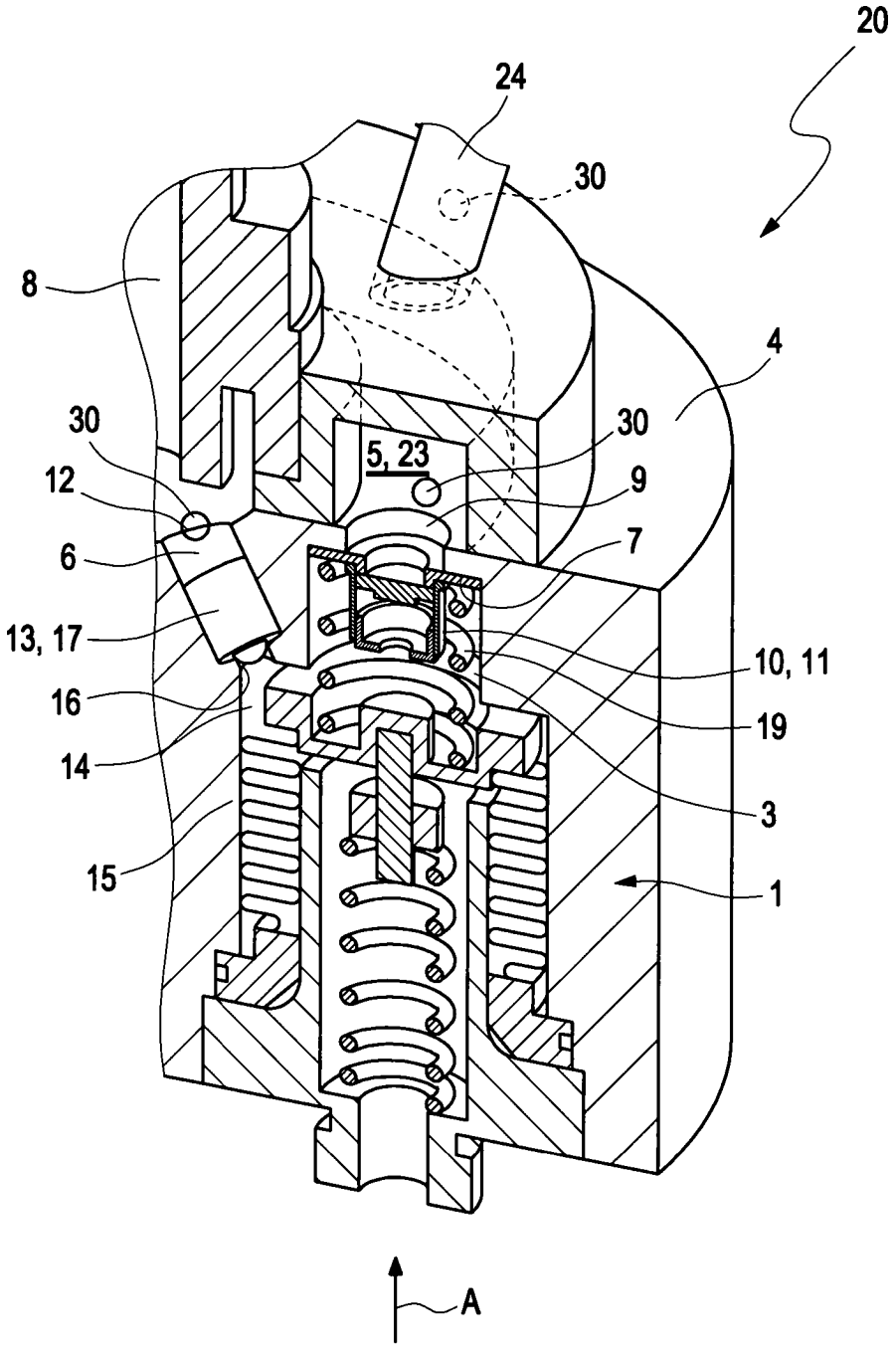


Fig. 3

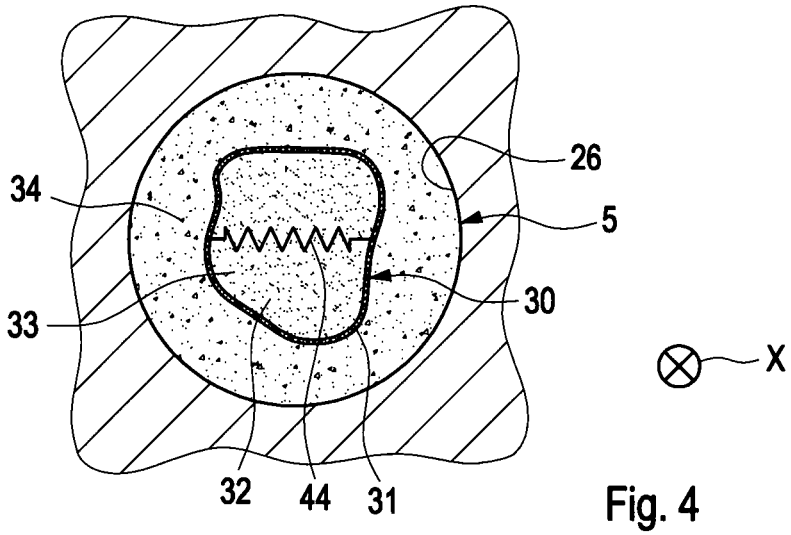


Fig. 4

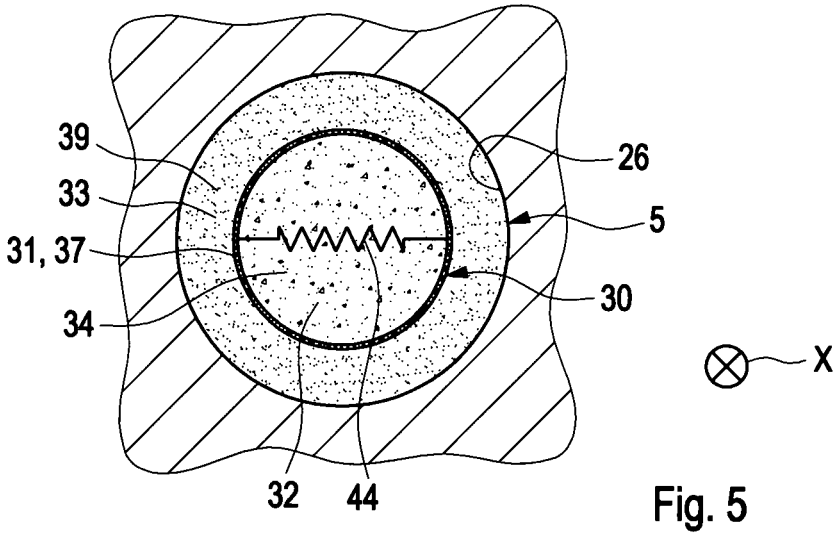


Fig. 5

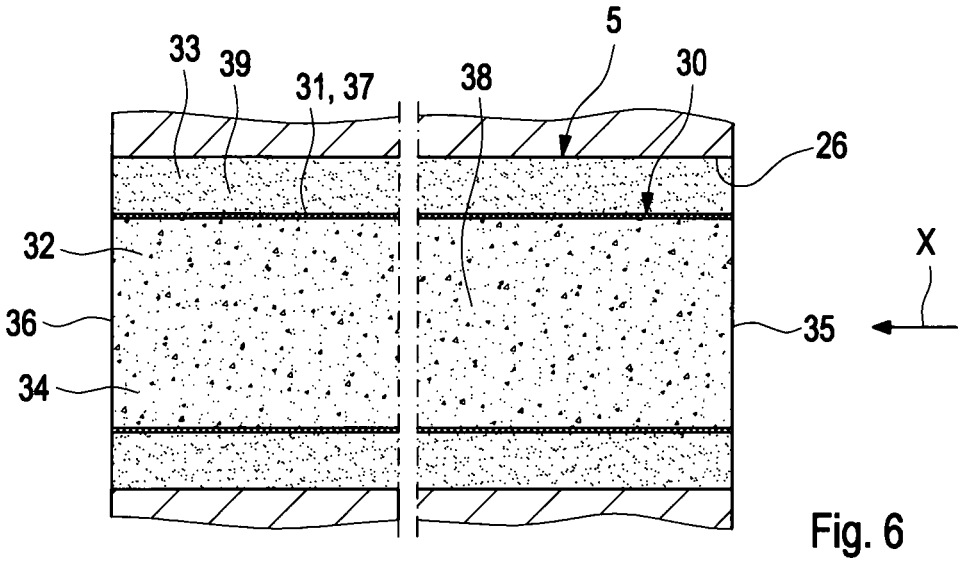


Fig. 6

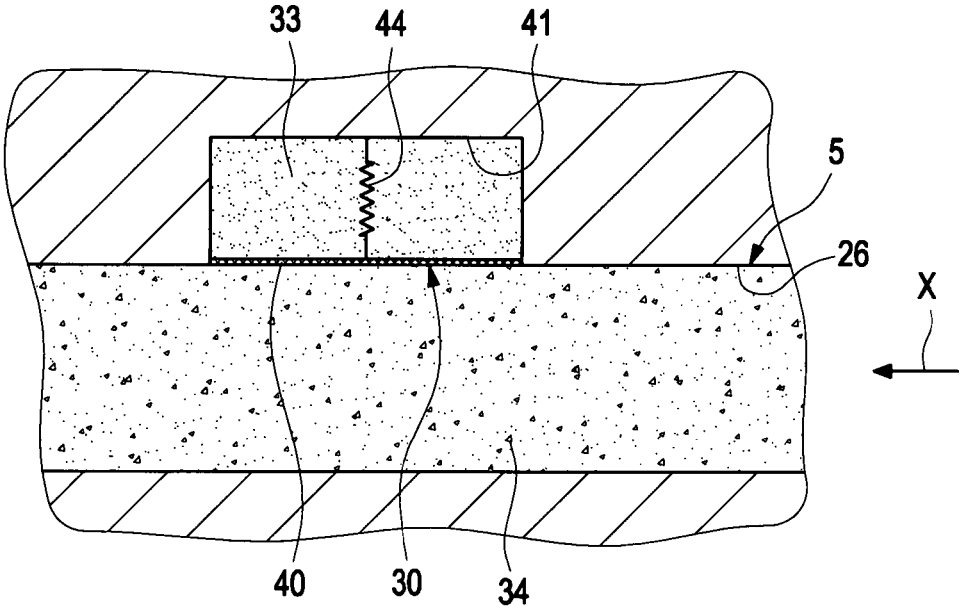


Fig. 7

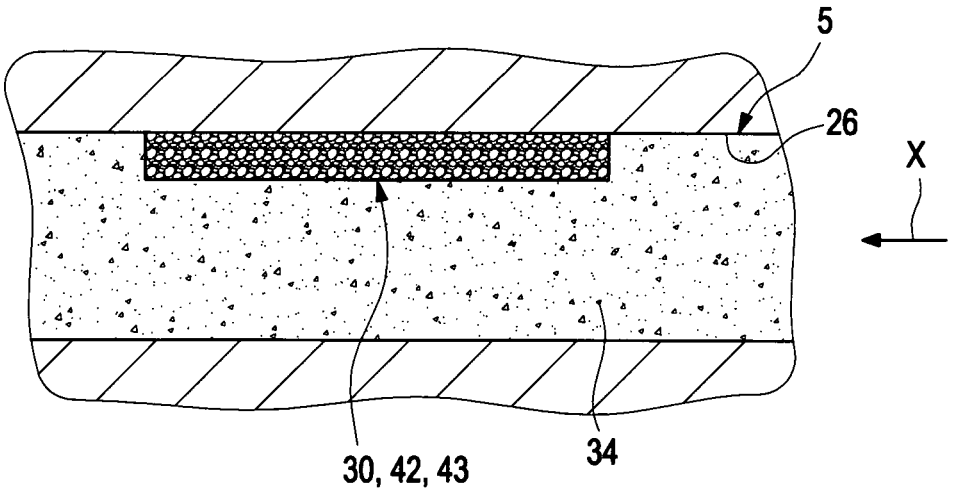


Fig. 8

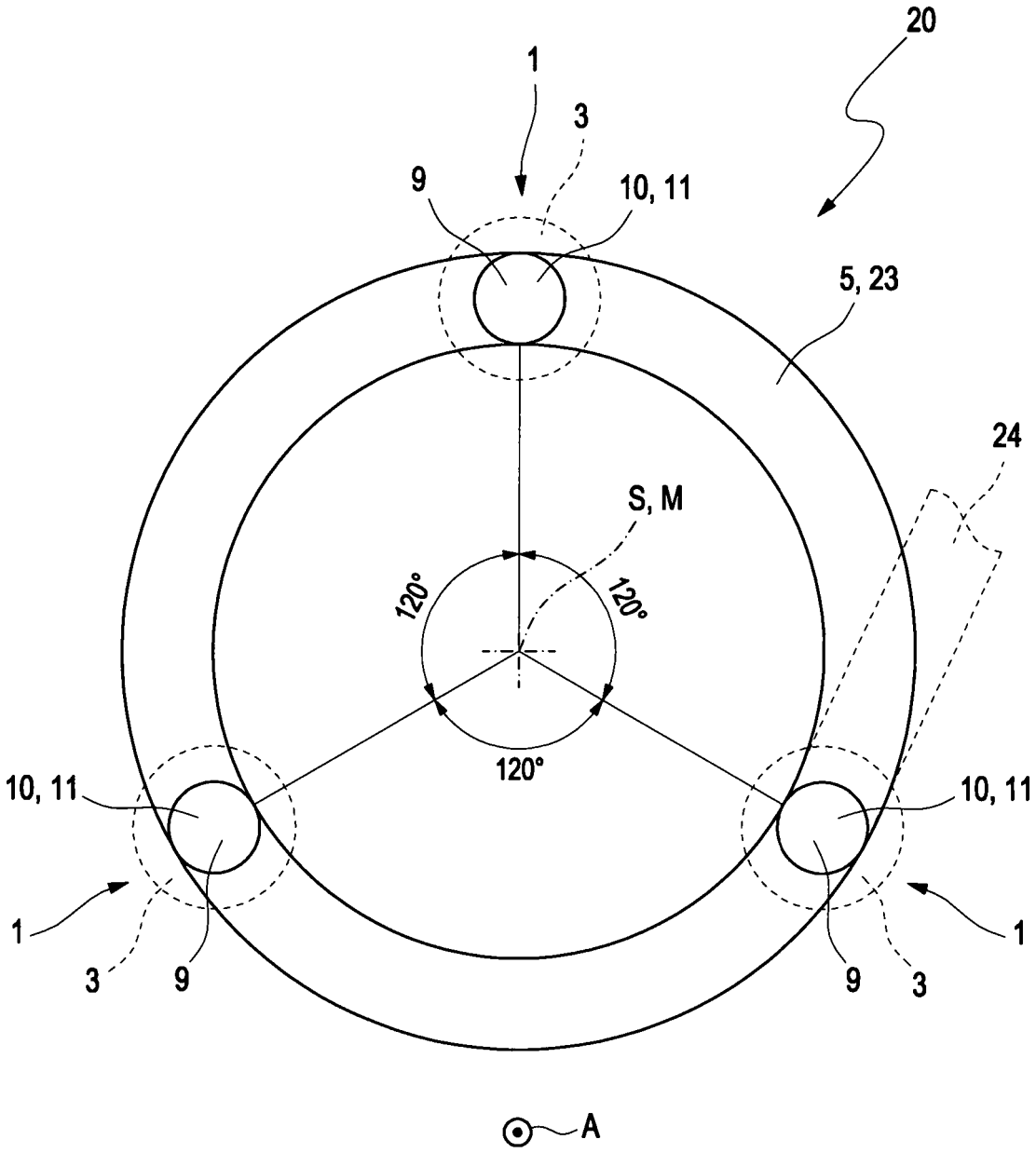


Fig. 9