



(10) **DE 10 2014 224 979 A1** 2016.06.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 224 979.1**

(22) Anmeldetag: **05.12.2014**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2016**

(51) Int Cl.: **F16K 31/12 (2006.01)**

F16K 11/04 (2006.01)

F02G 5/02 (2006.01)

F02M 47/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

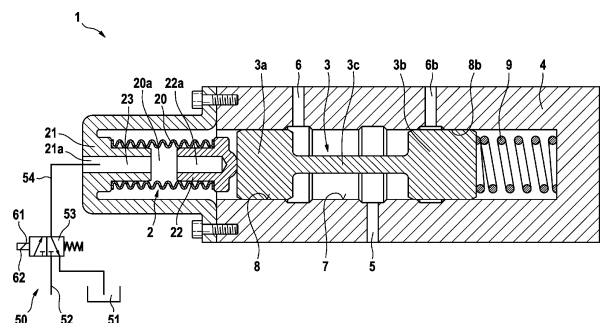
(72) Erfinder:
Glazewski, Tadeusz, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ventil mit Metallbalg-Zylinder-Einheit**

(57) Zusammenfassung: Ventil (1) mit einem Ventilgehäuse (4) und einem längsbeweglich in dem Ventilgehäuse (4) angeordneten Schließkörper (3), wobei in dem Ventilgehäuse (4) zumindest ein Einlasskanal (5) und zumindest ein Auslasskanal (6) angeordnet sind. Der Schließkörper (3) wirkt durch seine Längsbewegung mit einem am Ventilgehäuse (4) ausgebildeten Ventilsitz (8) zusammen und öffnet und schließt dadurch zumindest eine hydraulische Verbindung zwischen dem zumindest einen Einlasskanal (5) und dem zumindest einen Auslasskanal (6). Der Schließkörper (3) ist durch eine Metallbalg-Zylinder-Einheit (2) antreibbar, wobei die Metallbalg-Zylinder-Einheit (2) einen längsveränderbaren Metallbalg (20) und einen volumenveränderbaren Arbeitsraum (23) aufweist und wobei der Metallbalg (20) den Arbeitsraum (23) dichtend begrenzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil mit einer Metallbalg-Zylinder-Einheit, wobei das Ventil durch die Metallbalg-Zylinder-Einheit angetrieben wird. Das erfindungsgemäße Ventil kann beispielsweise in einem Abwärmerückgewinnungssystem einer Brennkraftmaschine verwendet werden.

Stand der Technik

[0002] Ventile sind in vielfältigen Ausführungen aus dem Stand der Technik bekannt. Ein bekanntes Ventil umfasst ein Ventilgehäuse und einen längsbeweglich in dem Ventilgehäuse angeordneten Schließkörper. In dem Ventilgehäuse sind zumindest ein Einlasskanal und zumindest ein Auslasskanal angeordnet. Der Schließkörper wirkt durch seine Längsbewegung mit einem am Ventilgehäuse ausgebildeten Ventilsitz zusammen und öffnet und schließt dadurch zumindest eine hydraulische Verbindung zwischen dem zumindest einen Einlasskanal und dem zumindest einen Auslasskanal. Ein derartiges Ventil ist beispielsweise als Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor aus der Offenlegungsschrift DE102011004640 A1 bekannt.

[0003] Weiterhin ist aus der Offenlegungsschrift DE102013114769 A1 bekannt, dass derartige Ventile in einem Abwärmerückgewinnungssystem für eine Brennkraftmaschine als Ein- bzw. Auslassventile für eine im Abwärmerückgewinnungssystem angeordnete Expansionsmaschine eingesetzt werden können.

[0004] Aus der Veröffentlichungsschrift DE112012004058 A1 ist ferner ein elektromagnetisch ansteuerbares Ventil bekannt, das als Bypassventil in einem Abwärmerückgewinnungssystem angeordnet ist.

[0005] Aufgrund der Wirkweisen der bekannten Ventile sind Auf- und Zu-Stellungen schnell und robust ansteuerbar, Zwischen-Stellungen wie beispielsweise Drossel-Stellungen sind jedoch nicht mehr schnell und robust ansteuerbar.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Ventil, welches mit einer Metallbalg-Zylinder-Einheit antreibbar ist, weist demgegenüber den Vorteil auf, dass sämtliche Ventil-Stellungen schnell und robust ansteuerbar sind. Dadurch können die Durchflüsse durch das Ventil quantitativ sehr gut gesteuert werden und auch etwaige Drosselfunktionen des Ventils sehr gut realisiert und verwendet werden.

[0007] Dazu umfasst das Ventil ein Ventilgehäuse und einen längsbeweglich in dem Ventilgehäuse angeordneten Schließkörper. In dem Ventilgehäuse

sind zumindest ein Einlasskanal und zumindest ein Auslasskanal angeordnet. Der Schließkörper wirkt durch seine Längsbewegung mit einem im Ventilgehäuse ausgebildeten Ventilsitz zusammen und öffnet und schließt dadurch zumindest eine hydraulische Verbindung zwischen dem zumindest einen Einlasskanal und dem zumindest einen Auslasskanal. Der Schließkörper ist durch eine Metallbalg-Zylinder-Einheit antreibbar. Die Metallbalg-Zylinder-Einheit weist einen längenveränderbaren Metallbalg auf, wobei der Metallbalg einen volumenveränderbaren Arbeitsraum dichtend begrenzt. Dadurch ist der Metallbalg zum einen Bestandteil des Antriebs des Ventils, zum anderen dichtet er aber auch den Arbeitsraum zur Umgebung ab.

[0008] Vorteilhafterweise ist der Schließkörper von der Metallbalg-Zylinder-Einheit entgegen der Federkraft einer Ventilfeeder antreibbar. Die Ventilfeeder kann dadurch den Schließkörper auf einfache Weise zurück in seine Ausgangsposition drücken.

[0009] Aufgrund der Ansteuerung durch die Metallbalg-Zylinder-Einheit ist das erfindungsgemäße Ventil sehr robust in allen möglichen Ventil-Stellungen ansteuerbar. Durch den Druck im Arbeitsraum der Metallbalg-Zylinder-Einheit wird der Schließkörper verschoben und somit eine bestimmte Ventil-Stellung erreicht. Vorteilhafterweise ist der Schließkörper dabei zwischen der Metallbalg-Zylinder-Einheit und einer Ventilfeeder verspannt.

[0010] In einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Metallbalg-Zylinder-Einheit einen ersten Zylinder, wobei der erste Zylinder verschiebbar zum Ventilgehäuse angeordnet ist. Dadurch kann die Metallbalg-Zylinder-Einheit gedehnt bzw. gestaucht werden, indem der Metallbalg gedehnt bzw. gestaucht wird; es tritt dann eine Relativverschiebung zwischen erstem Zylinder und Ventilgehäuse auf. Der Schließkörper des Ventils wird somit auf einfache und zuverlässige Weise durch die sich dehnende bzw. stauchende Metallbalg-Zylinder-Einheit angetrieben. Der erste Zylinder muss dabei nicht zwangsweise zylindrisch geformt sein, sondern kann beispielsweise auch kegelförmig ausgeführt sein.

[0011] Vorteilhafterweise umfasst die Metallbalg-Zylinder-Einheit einen zweiten Zylinder, wobei der zweite Zylinder fest mit dem Ventilgehäuse verbunden, insbesondere verschraubt ist. Dadurch ist der zweite Zylinder zum Ventilgehäuse fixiert und lediglich der erste Zylinder muss verschiebbar geführt sein. Der zweite Zylinder muss dabei nicht im Ganzen zylindrisch geformt sein, lediglich sein mit dem Metallbalg verbundener Teil weist vorteilhafterweise eine zylindrische oder auch kegelförmige Form auf.

[0012] In einer Ausführung des erfindungsgemäßen Ventils wirkt der erste Zylinder mit dem Schließkörper

zusammen. Dadurch erfolgt eine direkte Kraftübertragung vom ersten Zylinder auf den Schließkörper. Etwaige Montagetoleranzen zwischen erstem Zylinder und Schließkörper können ausgeglichen werden, indem der Kontakt zwischen erstem Zylinder und Schließkörper reibschlüssig ausgeführt ist.

[0013] In einer anderen Ausführung des erfindungsgemäßen Ventils sind der erste Zylinder und der Schließkörper einteilig ausgeführt. Dadurch wird die Bauteilanzahl des Ventils reduziert, und das Ventil kann dementsprechend günstiger hergestellt werden.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Ventils ist im zweiten Zylinder eine Zylinderbohrung ausgebildet. Im Inneren des Metallbalgs ist zwischen dem ersten Zylinder und dem zweiten Zylinder ein volumenveränderbares Zusatzvolumen ausgebildet, welches zusammen mit der Zylinderbohrung den Arbeitsraum bildet. Dadurch kann der Arbeitsraum auf einfache Art und Weise durch die Zylinderbohrung befüllt bzw. entleert werden.

[0015] In einer alternativen Ausführung ist im ersten Zylinder eine Sacklochbohrung ausgebildet und im zweiten Zylinder eine Zylinderbohrung. Im Inneren des Metallbalgs ist zwischen dem ersten Zylinder und dem zweiten Zylinder ein volumenveränderbares Zusatzvolumen ausgebildet. Die Sacklochbohrung bildet zusammen mit der Zylinderbohrung und dem Zusatzvolumen den Arbeitsraum. Dadurch wird zum einen der Arbeitsraum vergrößert, so dass der Druckanstieg innerhalb der Metallbalg-Zylinder-Einheit besser gesteuert werden kann. Zum anderen wird durch die Sacklochbohrung die bewegte Masse des ersten Zylinders reduziert und somit seine Trägheit; sämtliche Ventil-Stellungen können damit ohne Nachschwingungen zuverlässig und schnell angesteuert werden.

[0016] In einer Weiterbildung des Ventils ist der Arbeitsraum von einer Steuereinheit mit einem Arbeitsfluid befüllbar, wobei die Zylinderbohrung durch eine Anschlussleitung mit der Steuereinheit verbunden ist. Das Arbeitsfluid kann so auf einfache Weise durch die Zylinderbohrung in den Arbeitsraum gefördert werden bzw. aus diesem entleert werden. Vorzugsweise füllt bzw. entleert die Steuereinheit den Arbeitsraum in Abhängigkeit unterschiedlicher physikalischer Größen, beispielsweise eines Drucks und/oder einer Temperatur im Einlasskanal. Als Arbeitsfluid kann dabei sowohl eine Flüssigkeit als auch Gas verwendet werden.

[0017] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Ventils umfasst der Schließkörper einen ersten Schließzylinder und einen zweiten Schließzylinder. Der erste Schließzylinder wirkt mit dem Ventilsitz zusammen, und der zweite Schließzylinder wirkt mit einem im Ventilgehäuse ausgebildeten weiteren Ventilsitz

zusammen. Durch den weiteren Ventilsitz wird die Funktionalität des Ventils erweitert.

[0018] Vorteilhafterweise ist im Ventilgehäuse ein weiterer Auslasskanal angeordnet, wobei der zweite Schließzylinder mit dem weiteren Ventilsitz zusammenwirkt und dadurch eine weitere hydraulische Verbindung zwischen dem Einlasskanal und dem weiteren Auslasskanal öffnet und schließt. Dadurch hat das Ventil drei Anschlüsse und mindestens zwei Ventil-Stellungen. Beispielsweise kann durch diese Ausführung ein 3/2-Wegeventil abgebildet werden.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführung ist in einer ersten Ventilstellung des Ventils die erste hydraulische Verbindung geöffnet und die zweite hydraulische Verbindung geschlossen ist und in einer zweiten Ventilstellung des Ventils die erste hydraulische Verbindung geschlossen und die zweite hydraulische Verbindung geöffnet. Dadurch ist gewährleistet, dass in den beiden End-Stellungen des Ventils die erste hydraulische Verbindung bzw. die zweite hydraulische Verbindung geschlossen ist, während die jeweils andere hydraulische Verbindung geöffnet ist. Somit kann das Ventil beispielsweise sehr gut als Bypass-Ventil eingesetzt werden.

[0020] In einer vorteilhaften Weiterbildung sind in einer dritten Ventilstellung des Ventils die erste hydraulische Verbindung und die zweite hydraulische Verbindung geöffnet. Dadurch kann beispielsweise ein 3/3-Wegeventil abgebildet werden. Die zuverlässige und schnelle Ansteuerung von Ventil-Stellungen eignet sich besonders gut für Ventile, welche eine Vielzahl von Ventil-Stellungen haben. Der Massenstrom eines Fluids vom Einlasskanal zum Auslasskanal bzw. zum weiteren Auslasskanal kann dadurch beliebig aufgeteilt werden.

[0021] In einer anderen vorteilhaften Weiterbildung sind in einer dritten Ventilstellung des Ventils die erste hydraulische Verbindung und die zweite hydraulische Verbindung geschlossen. Dadurch können sowohl der Auslasskanal als auch der weitere Auslasskanal verschlossen werden. Das Ventil erfüllt in dieser Ventil-Stellung die Funktion von zwei Sperrventilen.

[0022] In einer vorteilhaften Ausführung ist das erfindungsgemäße Ventil in einem Abwärmerückgewinnungssystem einer Brennkraftmaschine angeordnet. Das Abwärmerückgewinnungssystem umfasst einen ein Arbeitsmedium führenden Kreislauf, wobei der Kreislauf in Flussrichtung des Arbeitsmediums einen Sammelbehälter, eine Pumpe, einen Verdampfer, ein Bypass-Ventil, eine Expansionsmaschine und einen Kondensator umfasst. Parallel zur Expansionsmaschine ist eine Bypassleitung angeordnet, wobei das Bypass-Ventil den Massenstrom des Arbeitsmediums zur Expansionsmaschine und zur Bypasslei-

tion steuert. Das Bypass-Ventil ist das erfindungsgemäße Ventil. Dadurch kann der Massenstrom des Arbeitsmediums beliebig zwischen der Expansionsmaschine und der Bypassleitung aufgeteilt werden. Dies kann beispielsweise in Abhängigkeit des Verdampfungsgrads des Arbeitsmediums oder der Temperatur des Arbeitsmediums erfolgen.

[0023] In einer anderen vorteilhaften Ausführung ist das erfindungsgemäße Ventil in einem weiteren Abwärmerückgewinnungssystem einer Brennkraftmaschine angeordnet. Das weitere Abwärmerückgewinnungssystem weist einen ein Arbeitsmedium führenden Kreislauf auf, wobei der Kreislauf in Flussrichtung des Arbeitsmediums einen Sammelbehälter, eine Pumpe, ein Verteilerventil, zwei Verdampfer in Parallelschaltung, eine Expansionsmaschine und einen Kondensator umfasst. Das Verteilerventil steuert die Massenströme des Arbeitsmediums zu den zwei Verdampfern. Das Verteilerventil ist das erfindungsgemäße Ventil. Dadurch kann in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit der zwei Verdampfer der Massenstrom des Arbeitsmediums auf die zwei Verdampfer optimal aufgeteilt werden. Auch bei sich schnell ändernden Betriebssituationen der Brennkraftmaschine können somit nahezu beliebige Ventil-Stellungen des Ventils schnell angesteuert werden.

Zeichnungen

[0024] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventils, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventils, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

[0026] Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventils, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

[0027] Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Ventils, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind.

[0028] Fig. 5 zeigt ein ähnliches Ausführungsbeispiel des Ventils wie die Fig. 4, jedoch zusätzlich mit einer Ansteuerung der Metallbalg-Zylinder-Einheit, wobei die Ansteuerung nur schematisch dargestellt ist.

[0029] Fig. 6 zeigt schematisch das erfindungsgemäße Ventil innerhalb eines Abwärmerückgewinnungssystems.

[0030] Fig. 7 zeigt schematisch das erfindungsgemäße Ventil innerhalb eines weiteren Abwärmerückgewinnungssystems.

Beschreibung

[0031] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventils **1**, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind. Das Ventil **1** umfasst eine Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** und ein Ventilgehäuse **4**, wobei in dem Ventilgehäuse **4** ein Einlasskanal **5** und ein Auslasskanal **6** ausgebildet sind. Weiterhin ist in dem Ventilgehäuse **4** eine Gehäusebohrung **7** ausgebildet, in die der Einlasskanal **5** und der Auslasskanal **6** münden. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist das Ventilgehäuse **4** zweiteilig ausgeführt, mit einem ersten Gehäuseteil **4a** und einem zweiten Gehäuseteil **4b**, die miteinander verschraubt sind.

[0032] Die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** umfasst einen ersten Zylinder **22**, einen zweiten Zylinder **21** und einen Metallbalg **20**. Der erste Zylinder **22** und der zweite Zylinder **21** sind in axialer Richtung zueinander verschiebbar angeordnet und mechanisch durch den Metallbalg **20** miteinander verbunden und durch diesen nach außen abgedichtet. Der erste Zylinder **22** ist längsbeweglich in der Gehäusebohrung **7** angeordnet. Der zweite Zylinder **21** ist starr zum Ventilgehäuse **4** angeordnet.

[0033] Im zweiten Zylinder **21** ist eine Zylinderbohrung **21a** ausgebildet und im ersten Zylinder **22** eine Sacklochbohrung **22a**. Zusätzlich zur Sacklochbohrung **22a** können im ersten Zylinder **22** weitere Bohrungen ausgebildet sein, um beispielsweise weitere Ventile **1** in Reihe zu schalten. Der Metallbalg **20** ist den ersten Zylinder **22** und den zweiten Zylinder **21** zumindest teilweise umgebend angeordnet, so dass das Innere des Metallbalgs **20** hydraulisch mit der Zylinderbohrung **21a** und Sacklochbohrung **22a** verbunden ist und sich dadurch ein Arbeitsraum **23** ausbildet. Der Arbeitsraum **23** umfasst somit die Zylinderbohrung **21a**, die Sacklochbohrung **22a** und ein im Inneren des Metallbalgs **20** ausgebildetes Zusatzvolumen **20a**, welches aufgrund der Dehnbarkeit des Metallbalgs **20** variabel ist. Vorzugsweise ist der Metallbalg **20** aus einem gut verformbaren dünnen Metall gefertigt.

[0034] In einer zur Fig. 1 alternativen Ausführungsform kann der Metallbalg **20** auch teilweise innerhalb der Sacklochbohrung **22a** angeordnet sein, so dass ein Druckanstieg im Arbeitsraum **23** die Dichtwirkung zwischen Metallbalg **20** und erstem Zylinder **22** unterstützt, indem die Flächenpressung zwischen Metallbalg **20** und erstem Zylinder **22** erhöht wird.

[0035] Am ersten Zylinder **22** ist ein Schließkörper **3** angeordnet, beispielsweise angeschraubt oder aufge-

presst. Der Schließkörper **3** wirkt durch die Längsbewegung des ersten Zylinders **22** mit einem am Ventilgehäuse **4** ausgebildeten Ventilsitz **8** zusammen und öffnet und schließt dadurch eine hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6**. Der Schließkörper **3** wird von einer in der Gehäusebohrung **7** angeordneten Ventildfeder **9** gegen den Ventilsitz **8** gedrückt. Bei Befüllung des Arbeitsraums **23** dehnt sich die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** entgegen der Federkraft der Ventildfeder **9** aus und der Schließkörper **3** wird vom Ventilsitz **8** abgehoben. Bei Entleerung des Arbeitsraums **23** wird die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** durch die Federkraft der Ventildfeder **9** zusammengestaucht und der Schließkörper **3** wird gegen den Ventilsitz **8** gedrückt. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** ist das Zusammenwirken von Schließkörper **3** und Ventilsitz **8** dabei als Tellerventil ausgeführt.

[0036] In alternativen Ausführungsformen weist der erste Zylinder **22** keine Sacklochbohrung **22a** auf, so dass der Arbeitsraum **23** nur die Zylinderbohrung **21a** und das Zusatzvolumen **20a** umfasst. Dies verringert zwar das Volumen des Arbeitsraums **23**, gleichzeitig werden jedoch die Fertigungskosten für den ersten Zylinder **22** gesenkt. Auch die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele können jeweils alternativ ohne Sacklochbohrung **22a** ausgeführt werden.

[0037] **Fig. 2** zeigt einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventils **1**, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zum Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** eingegangen.

[0038] In dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** ist der zweite Zylinder **21** mit dem Ventilgehäuse **4** verschraubt. Der erste Zylinder **22** und der nadelförmige Schließkörper **3** sind einteilig ausgeführt. Der Ventilsitz **8** ist den Einlasskanal **5** ringförmig umgebend angeordnet. Die Ventildfeder **9** ist zwischen dem ersten Zylinder **22** und dem Ventilgehäuse **4** verspannt und wirkt im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** öffnend auf den Schließkörper **3**.

[0039] **Fig. 3** zeigt einen Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ventils **1**, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind. Auch hier wird im Folgenden nur auf die Unterschiede zu dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** eingegangen.

[0040] In diesem Ausführungsbeispiel ist der Schließkörper **3** mit dem ersten Zylinder **22** einteilig ausgeführt. Dazu ist der erste Zylinder **22** längsbeweglich in der Gehäusebohrung **7** angeordnet, wobei die Gehäusebohrung **7** auch den Ventilsitz **8** darstellt. Das Ventil **1** ist somit als Schieberventil ausgeführt. Die Ventildfeder **9** ist zwischen erstem Zylinder **22** und Ventilgehäuse **4** verspannt und wirkt öff-

nend auf die hydraulische Verbindung zwischen dem Einlasskanal **5** und dem Auslasskanal **6**. In alternativen Ausführungsformen kann die Ventildfeder **9** jedoch auch schließend wirken.

[0041] **Fig. 4** zeigt einen Längsschnitt einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Ventils **1**, wobei nur die wesentlichen Bereiche dargestellt sind. Das Ventil **1** der **Fig. 4** ist als Schieberventil mit zwei Auslasskanälen **6, 6b** ausgeführt. Dazu münden der Auslasskanal **6** und ein weiterer Auslasskanal **6b** in die Gehäusebohrung **7**. Der Schließkörper **3** umfasst einen ersten Schließzylinder **3a**, einen zweiten Schließzylinder **3b** und einen Verbindungsbolzen **3c** zum Verbinden der beiden Schließzylinder **3a, 3b**. Dabei können der erste Schließzylinder **3a**, der zweite Schließzylinder **3b** und der Verbindungsbolzen **3c** einteilig aber auch mehrteilig ausgeführt sein.

[0042] Der erste Schließzylinder **3a** wirkt mit dem ersten Zylinder **22** der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** zusammen. Alternativ können der erste Schließzylinder **3a** und der erste Zylinder **22** auch einteilig ausgeführt werden. Der zweite Zylinder **21** ist fest mit dem Ventilgehäuse **4** verschraubt.

[0043] Am Ventilgehäuse **4** sind der Ventilsitz **8** und ein weiterer Ventilsitz **8b** ausgebildet, wobei der Ventilsitz **8** den Auslasskanal **6** umgibt und der weitere Ventilsitz **8b** den weiteren Auslasskanal **6b**. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** sind der Ventilsitz **8** und der weitere Ventilsitz **8b** als Teilbereiche der Gehäusebohrung **7** ausgebildet. Der erste Schließzylinder **3a** wirkt mit dem Ventilsitz **8** zusammen und der zweite Schließzylinder **3b** mit dem weiteren Ventilsitz **8b**.

[0044] Die **Fig. 5** zeigt ein ähnliches Ausführungsbeispiel des Ventils **1** wie die **Fig. 4**, jedoch zusätzlich mit einer Ansteuerung der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2**, wobei die Ansteuerung nur schematisch dargestellt ist. Die Ansteuerung des Ventils **1** erfolgt durch eine Steuereinheit **50**. Die Steuereinheit **50** umfasst ein Steuerventil **53**, zwei elektrische Anschlüsse **61, 62**, einen Niederdruckspeicher **51**, eine Druckversorgung **52** und eine Anschlussleitung **54**.

[0045] Die Anschlussleitung **54** führt vom Steuerventil **53** zu der Zylinderbohrung **21a** der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2**. Über das Steuerventil **53** ist die Anschlussleitung **54** schaltbar entweder mit dem Niederdruckspeicher **51** oder mit der Druckversorgung **52** hydraulisch oder pneumatisch gekoppelt. Der Niederdruckspeicher **51** bzw. die Druckversorgung **52** können dabei beispielsweise mit einem Hydrauliköl oder mit Luft gefüllt sein; dementsprechend erfolgt die Ansteuerung der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** entweder hydraulisch oder pneumatisch. Die Ansteuerung des Steuerventils **53** erfolgt elektrisch durch die beiden elektrischen Anschlüsse **61, 62** und wird vor-

zugsweise von einem nicht dargestellten Steuergerät ausgeführt.

[0046] Fig. 6 zeigt das erfindungsgemäße Ventil **1** innerhalb eines Abwärmerückgewinnungssystems **100** als Bypass-Ventil. Das Abwärmerückgewinnungssystem **100** weist einen ein Arbeitsmedium führenden Kreislauf **100a** auf, der in Flussrichtung des Arbeitsmediums einen Sammelbehälter **101**, eine Pumpe **102**, einen Verdampfer **103**, das Ventil **1** als Bypass-Ventil, eine Expansionsmaschine **104** und einen Kondensator **105** umfasst. Flüssiges Arbeitsmedium wird durch die Pumpe **102** aus dem Sammelbehälter **101** in den Verdampfer **103** gefördert und dort durch die Wärmeenergie eines Abgases einer Brennkraftmaschine verdampft. Das verdampfte Arbeitsmedium wird anschließend in der Expansionsmaschine unter Abgabe mechanischer Energie, beispielsweise an einen nicht dargestellten Generator oder an ein nicht dargestelltes Getriebe, entspannt. Anschließend wird das Arbeitsmedium im Kondensator **105** wieder verflüssigt und in den Sammelbehälter **101** zurückgeführt.

[0047] Erfindungsgemäß wird das Ventil **1** als ein Bypassventil für die Expansionsmaschine **104** verwendet. Dazu ist eine Bypassleitung **106** parallel zur Expansionsmaschine **104** angeordnet. Je nach Betriebszustand der Brennkraftmaschine und daraus resultierender Größen, beispielsweise Temperaturen des Arbeitsmediums, wird das Arbeitsmedium der Expansionsmaschine **104** zugeführt oder durch die Bypassleitung **106** an der Expansionsmaschine vorbeigeführt. Beispielfhaft ist ein Temperatursensor **107** vor dem Kondensator **105** angeordnet. Der Temperatursensor **107** ermittelt die Temperatur des Arbeitsmediums vor dem Kondensator **105** und übermittelt ein entsprechendes Signal an ein Steuergerät **108**. Das Steuergerät **108** steuert in Abhängigkeit verschiedener Daten, wie beispielsweise der Temperatur des Arbeitsmediums vor dem Kondensator **105**, über die beiden elektrischen Anschlüsse **61**, **62** die Steuereinheit **50** an. Die Steuereinheit **50** ist über die Anschlussleitung **54** mit dem Ventil **1** verbunden. Das Ventil **1** wird so geschaltet, dass das Arbeitsmedium entweder durch die Expansionsmaschine **104** geführt wird, oder durch die Bypassleitung **106**. Ist das Ventil **1** als 3/3-Wegeventil ausgebildet, dann kann der Massenstrom des Arbeitsmediums auch aufgeteilt werden, so dass ein Teil des Arbeitsmediums der Expansionsmaschine **104** zugeführt wird und ein weiterer Teil der Bypassleitung **106**.

[0048] Fig. 7 zeigt das erfindungsgemäße Ventil **1** innerhalb eines alternativen weiteren Abwärmerückgewinnungssystems **100'** als Verteilerventil **1**. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 6 umfasst der Kreislauf **100a'** dieses weiteren Abwärmerückgewinnungssystems **100'** einen ersten Verdampfer **103a** und einen zweiten Verdampfer **103b** in Par-

allelschaltung; beispielsweise kann der erste Verdampfer **103a** an eine Abgasleitung der Brennkraftmaschine und der zweite Verdampfer **103b** an eine Abgasrückführleitung der Brennkraftmaschine angeschlossen sein.

[0049] Das erfindungsgemäße Ventil **1** ist als 3/3-Wegeventil ausgebildet und vor den beiden Verdampfern **103a**, **103b** angeordnet, so dass es den Massenstrom des Arbeitsmediums zu den beiden Verdampfern **103a**, **103b** aufteilt. Beispielfhaft sind ein erster Drucksensor **111** nach dem ersten Verdampfer **103a** und ein zweiter Drucksensor **112** nach dem zweiten Verdampfer **103b** angeordnet, die als Steuergrößen innerhalb des Abwärmerückgewinnungssystems **100'** verwendet werden können. Die Signale der beiden Drucksensoren **111**, **112** werden dem Steuergerät **108'** zugeführt, welches aus diesen Daten eine Ansteuerung für die Steuereinheit **50** ermittelt und die Steuereinheit **50** entsprechend ansteuert, so dass das Ventil **1** den Massenstrom des Arbeitsmediums optimal auf die beiden Verdampfer **103a**, **103b** aufteilt.

[0050] Die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Ventils **1** ist wie folgt:

Das Ventil **1** wird durch die Steuereinheit **50** angesteuert. Das heißt: das Steuerventil **53** verbindet die Zylinderbohrung **21a** der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** entweder mit dem Niederdruckspeicher **51** oder mit der Druckversorgung **52**. Der Niederdruckspeicher **51** ist mit unter Atmosphärendruck stehendem Arbeitsfluid – beispielsweise Hydrauliköl oder Luft – gefüllt. Die Druckversorgung **52** dagegen weist unter Arbeitsdruck – beispielsweise 1,5 bar bis 15 bar – stehendes Arbeitsfluid auf.

[0051] Ist die Zylinderbohrung **21a** mit dem Niederdruckspeicher **51** verbunden, so steht auch der Arbeitsraum **23** der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** unter dem Druckniveau des Niederdruckspeichers **51**, und der Schließkörper **3** wird von der Ventillfeder **9** in eine erste Ventilstellung in Richtung der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** gedrückt, so dass der Metallbalg **20** gestaucht wird.

[0052] Ist die Zylinderbohrung **21a** mit der Druckversorgung **52** verbunden, so steht auch der Arbeitsraum **23** der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** unter dem Druckniveau der Druckversorgung **52**. Der Schließkörper **3** wird so durch den Druck des Arbeitsfluids auf den ersten Zylinder **22** entgegen der Federkraft der Ventillfeder **9** in eine zweite Ventilstellung von der Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** weggedrückt, so dass der Metallbalg **20** gedehnt wird.

[0053] Je nach Ausführungsform des Ventils **1** haben die erste und die zweite Ventilstellung unterschiedliche Funktionen:

– Ausführungsform der Fig. 1:

- Erste Ventilstellung: Der Schließkörper **3** wird durch die Ventilfeeder **9** gegen den Ventilsitz **8** gedrückt und verschließt dadurch die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6**.
- Zweite Ventilstellung: Der Schließkörper **3** wird durch die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** vom Ventilsitz **8** weggedrückt und öffnet dadurch die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6**.

– Ausführungsformen der Fig. 2 und Fig. 3:

- Erste Ventilstellung: Der Schließkörper **3** wird durch die Ventilfeeder **9** vom Ventilsitz **8** weggedrückt bzw. weggeschoben und öffnet dadurch die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6**.
- Zweite Ventilstellung: Der Schließkörper **3** wird durch die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** gegen den Ventilsitz **8** gedrückt bzw. über den Ventilsitz **8** geschoben und schließt dadurch die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6**.

– Ausführungsformen der Fig. 4 und Fig. 5 als 3/2-Wegeventil:

- Erste Ventilstellung: Der erste Schließzylinder **3a** wird durch die Ventilfeeder **9** vom Ventilsitz **8** weggeschoben und gleichzeitig der zweite Schließzylinder **3b** über den weiteren Ventilsitz **8b** geschoben. Dadurch wird die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6** geöffnet und eine weitere hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum weiteren Auslasskanal **6b** geschlossen.
- Zweite Ventilstellung: Der zweite Schließzylinder **3b** wird durch die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** über den Ventilsitz **8** geschoben und gleichzeitig der zweite Schließzylinder **3b** vom weiteren Ventilsitz **8b** weggeschoben. Dadurch wird die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6** geschlossen und die weitere hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum weiteren Auslasskanal **6b** geöffnet.

– Ausführungsformen der Fig. 4 und Fig. 5 als 3/3-Wegeventil: Diese Ausführungsformen weisen zusätzlich zu den oben beschriebenen Ausführungsformen eine dritte Ventilstellung auf:

- Erste Ventilstellung: wie oben beim 3/2-Wegeventil.
- Zweite Ventilstellung: wie oben beim 3/2-Wegeventil.
- Dritte Ventilstellung: Die dritte Ventilstellung ist eine Zwischenstellung zwischen der ersten und

zweiten Ventilstellung, das heißt der Arbeitsraum **23** der Metallbalg-Zylinder-Einheit steht unter einem Druckniveau, welches zwischen dem Druckniveau des Niederdruckspeichers **51** und dem Druckniveau der Druckversorgung **52** liegt; dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, indem dem Arbeitsraum **23** nur kurzzeitig unter Druck stehendes Arbeitsfluid aus der Druckversorgung **52** zugeführt wird, oder indem das Steuerventil **53** einen weiteren Anschluss zu einem Zwischendruckspeicher aufweist. In der dritten Ventilstellung ist sowohl die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6** als auch die weitere hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum weiteren Auslasskanal **6b** geöffnet.

[0054] Bei allen gezeigten Ausführungsformen des Ventils **1** verschiebt die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** bei Befüllung des Arbeitsraums **23** den Schließkörper **3** entgegen der Federkraft der Ventilfeeder **9**. Alternativ zur Ventilfeeder **9** können jedoch auch Ausführungen mit einer Membran oder einem Kompressionsvolumen verwendet werden, welche den Schließkörper **3** bei Entleerung des Arbeitsraums **23** wieder zurückschieben, so dass die Metallbalg-Zylinder-Einheit **2** gestaucht wird.

[0055] Die Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Ventils **1** der Fig. 4 und Fig. 5 als 3/3-Wegeventil eignen sich sehr gut für die Verwendung innerhalb eines Abwärmerückgewinnungssystems **100, 100'** einer Brennkraftmaschine, wie in den Fig. 6 und Fig. 7 dargestellt. Dabei kann die dritte Ventilstellung so gestaltet sein, dass sowohl die hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum Auslasskanal **6** als auch die weitere hydraulische Verbindung vom Einlasskanal **5** zum weiteren Auslasskanal **6b** entweder geöffnet oder geschlossen sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102011004640 A1 [0002]
- DE 102013114769 A1 [0003]
- DE 112012004058 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Ventil (1) mit einem Ventilgehäuse (4) und einem längsbeweglich in dem Ventilgehäuse (4) angeordneten Schließkörper (3), wobei in dem Ventilgehäuse (4) zumindest ein Einlasskanal (5) und zumindest ein Auslasskanal (6) angeordnet sind, wobei der Schließkörper (3) durch seine Längsbewegung mit einem im Ventilgehäuse (4) ausgebildeten Ventilsitz (8) zusammenwirkt und dadurch zumindest eine hydraulische Verbindung zwischen dem zumindest einen Einlasskanal (5) und dem zumindest einen Auslasskanal (6) öffnet und schließt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schließkörper (3) durch eine Metallbalg-Zylinder-Einheit (2) antreibbar ist, wobei die Metallbalg-Zylinder-Einheit (2) einen längenveränderbaren Metallbalg (20) aufweist, wobei der Metallbalg (20) einen volumenveränderbaren Arbeitsraum (23) dichtend begrenzt.

2. Ventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metallbalg-Zylinder-Einheit (2) einen ersten Zylinder (22) umfasst, wobei der erste Zylinder (22) verschiebbar zum Ventilgehäuse (4) angeordnet ist.

3. Ventil (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metallbalg-Zylinder-Einheit (2) einen zweiten Zylinder (21) umfasst, wobei der zweite Zylinder (21) fest mit dem Ventilgehäuse (4) verbunden, insbesondere verschraubt ist.

4. Ventil (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Zylinder (22) mit dem Schließkörper (3) zusammenwirkt.

5. Ventil (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Zylinder (22) und der Schließkörper (3) einteilig ausgeführt sind.

6. Ventil (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im zweiten Zylinder (21) eine Zylinderbohrung (21a) ausgebildet ist und dass im Inneren des Metallbalgs (20) zwischen dem ersten Zylinder (22) und dem zweiten Zylinder (21) ein volumenveränderbares Zusatzvolumen (20a) ausgebildet ist, welches zusammen mit der Zylinderbohrung (21a) den Arbeitsraum (23) bildet.

7. Ventil (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im ersten Zylinder (22) eine Sacklochbohrung (22a) ausgebildet ist, dass im zweiten Zylinder (21) eine Zylinderbohrung (21a) ausgebildet ist und dass im Inneren des Metallbalgs (20) zwischen dem ersten Zylinder (22) und dem zweiten Zylinder (21) ein volumenveränderbares Zusatzvolumen (20a) ausgebildet ist, wobei die Sacklochbohrung (22a) zusammen mit der Zylinderbohrung (21a) und dem Zusatzvolumen (20a) den Arbeitsraum (23) bildet.

8. Ventil (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitsraum (23) von einer Steuereinheit (50) mit einem Arbeitsfluid befüllbar ist, wobei die Zylinderbohrung (21a) durch eine Anschlussleitung (54) mit der Steuereinheit (50) verbunden ist.

9. Ventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schließkörper (3) einen ersten Schließzylinder (3a) und einen zweiten Schließzylinder (3b) umfasst, wobei der erste Schließzylinder (3a) mit dem Ventilsitz (8) zusammenwirkt, und wobei der zweite Schließzylinder (3b) mit einem im Ventilgehäuse (4) ausgebildeten weiteren Ventilsitz (8b) zusammenwirkt.

10. Ventil (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Ventilgehäuse (4) ein weiterer Auslasskanal (6b) angeordnet ist, wobei der zweite Schließzylinder (3b) mit dem weiteren Ventilsitz (8b) zusammenwirkt und dadurch eine weitere hydraulische Verbindung zwischen dem Einlasskanal (5) und dem weiteren Auslasskanal (6b) öffnet und schließt.

11. Ventil (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer ersten Ventilstellung des Ventils (1) die erste hydraulische Verbindung geöffnet und die zweite hydraulische Verbindung geschlossen ist und dass in einer zweiten Ventilstellung des Ventils (1) die erste hydraulische Verbindung geschlossen und die zweite hydraulische Verbindung geöffnet ist.

12. Ventil (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer dritten Ventilstellung des Ventils (1) die erste hydraulische Verbindung und die zweite hydraulische Verbindung geöffnet sind.

13. Ventil (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer dritten Ventilstellung des Ventils (1) die erste hydraulische Verbindung und die zweite hydraulische Verbindung geschlossen sind.

14. Abwärmerückgewinnungssystem (100) mit einem ein Arbeitsmedium führenden Kreislauf (100a), wobei der Kreislauf (100a) in Flussrichtung des Arbeitsmediums einen Sammelbehälter (101), eine Pumpe (102), einen Verdampfer (103), ein Bypass-Ventil (1), eine Expansionsmaschine (104) und einen Kondensator (105) umfasst, wobei parallel zur Expansionsmaschine (104) eine Bypassleitung (106) angeordnet ist und wobei das Bypass-Ventil (1) den Massenstrom des Arbeitsmediums zur Expansionsmaschine (104) und zur Bypassleitung (106) steuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bypass-Ventil (1) ein Ventil (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13 ist.

15. Abwärmerückgewinnungssystem (**100'**) mit einem ein Arbeitsmedium führenden Kreislauf (**100a'**), wobei der Kreislauf (**100a'**) in Flussrichtung des Arbeitsmediums einen Sammelbehälter (**101'**), eine Pumpe (**102'**), ein Verteilerventil (**1**), zwei Verdampfer (**103a**, **103b**) in Parallelschaltung, eine Expansionsmaschine (**104'**) und einen Kondensator (**105'**) umfasst, wobei das Verteilerventil (**1**) die Massenströme des Arbeitsmediums zu den zwei Verdampfern (**103a**, **103b**) steuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verteilerventil (**1**) ein Ventil (**1**) nach einem der Ansprüche 10 bis 13 ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

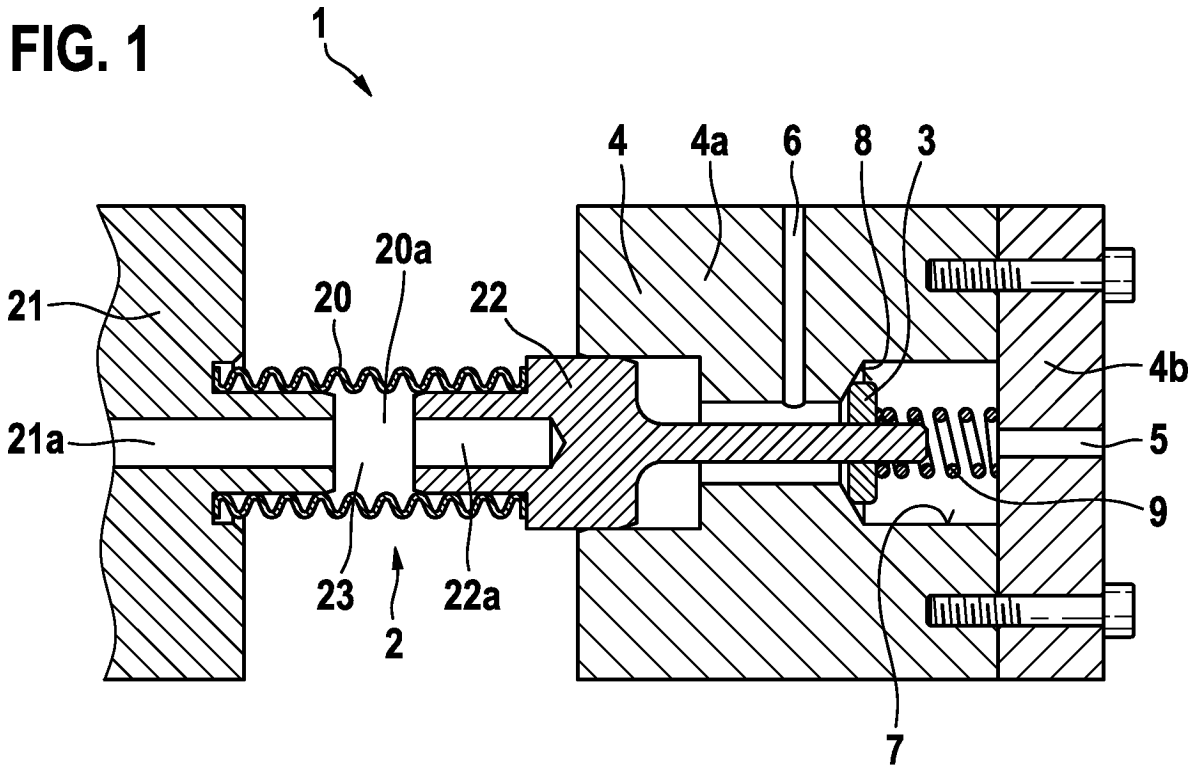


FIG. 2

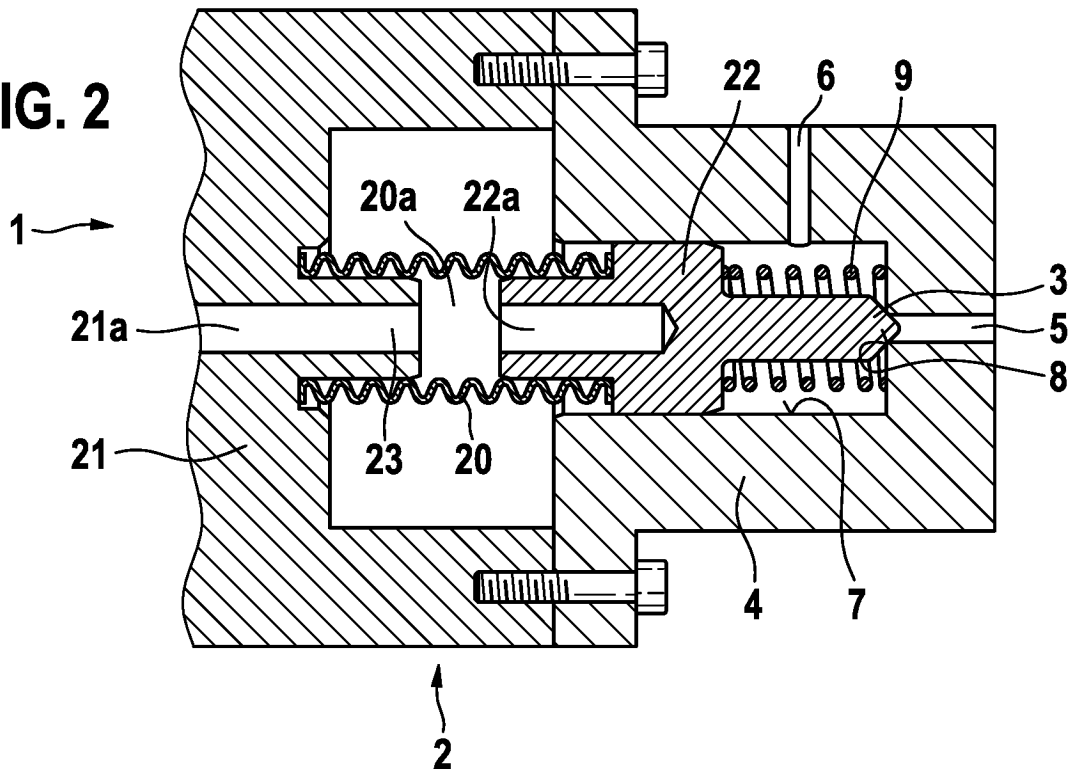
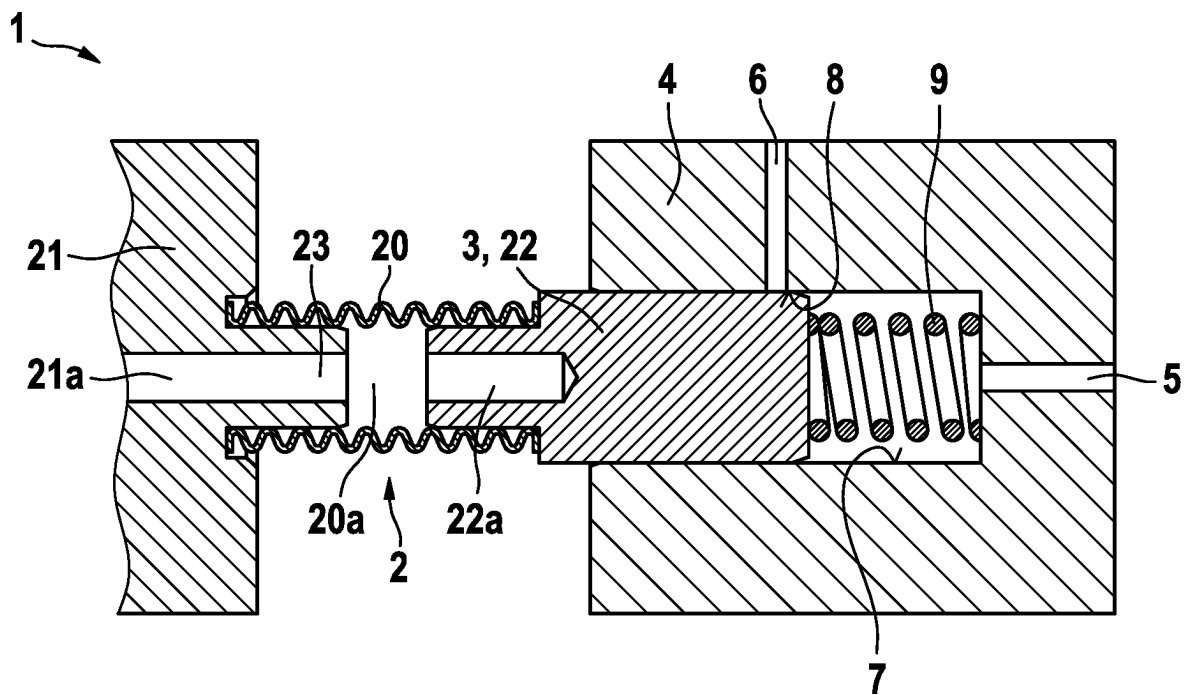


FIG. 3



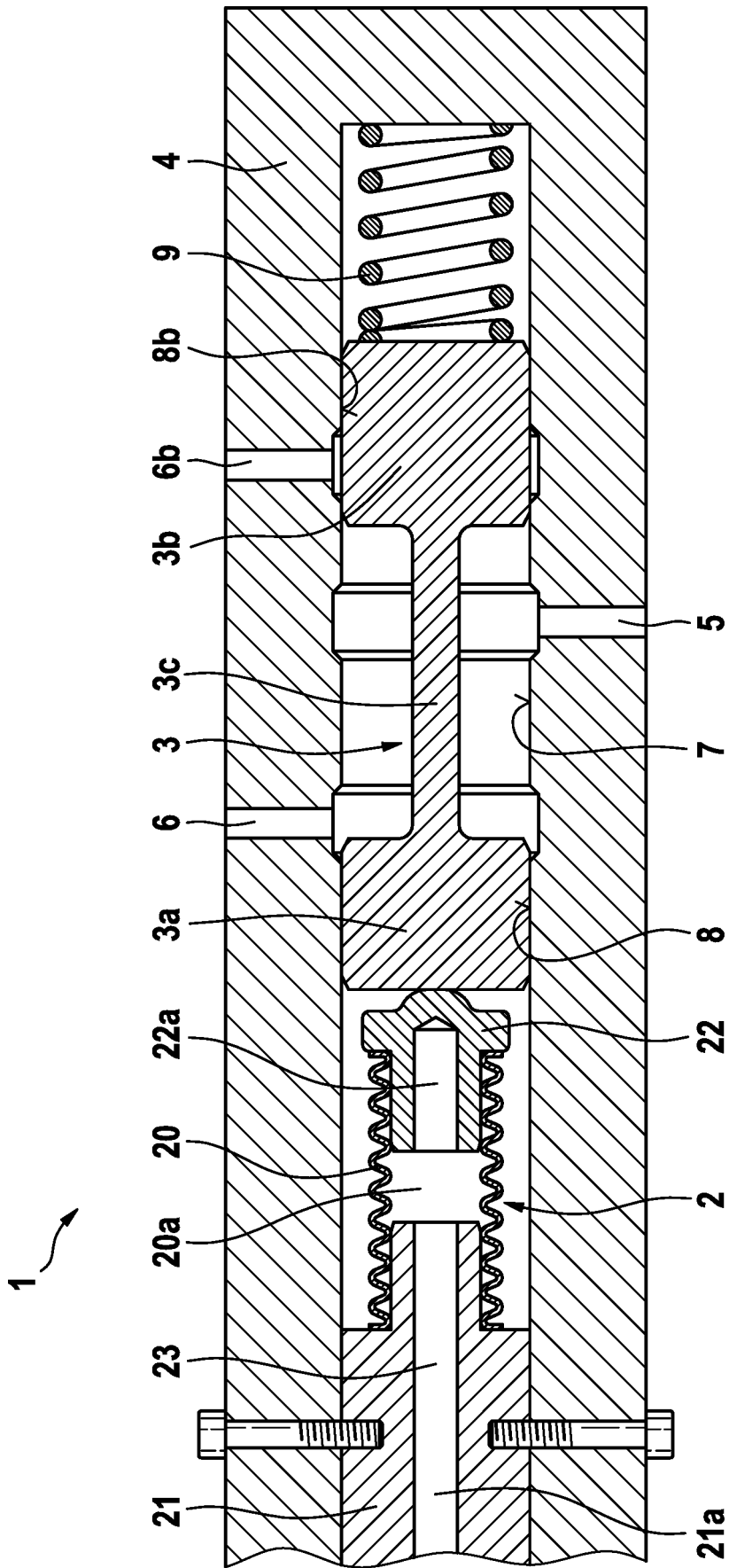


FIG. 4

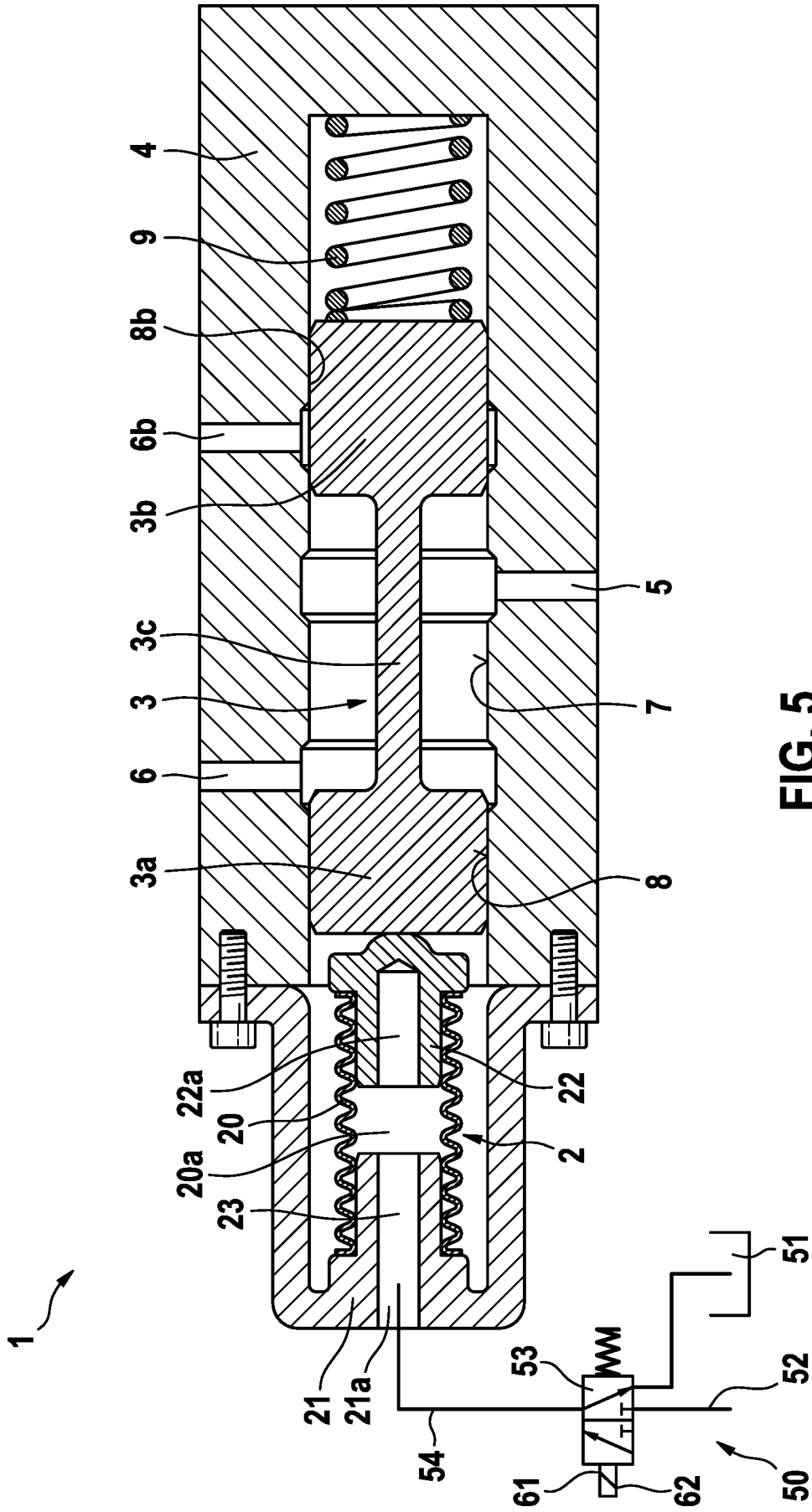


FIG. 5

FIG. 6

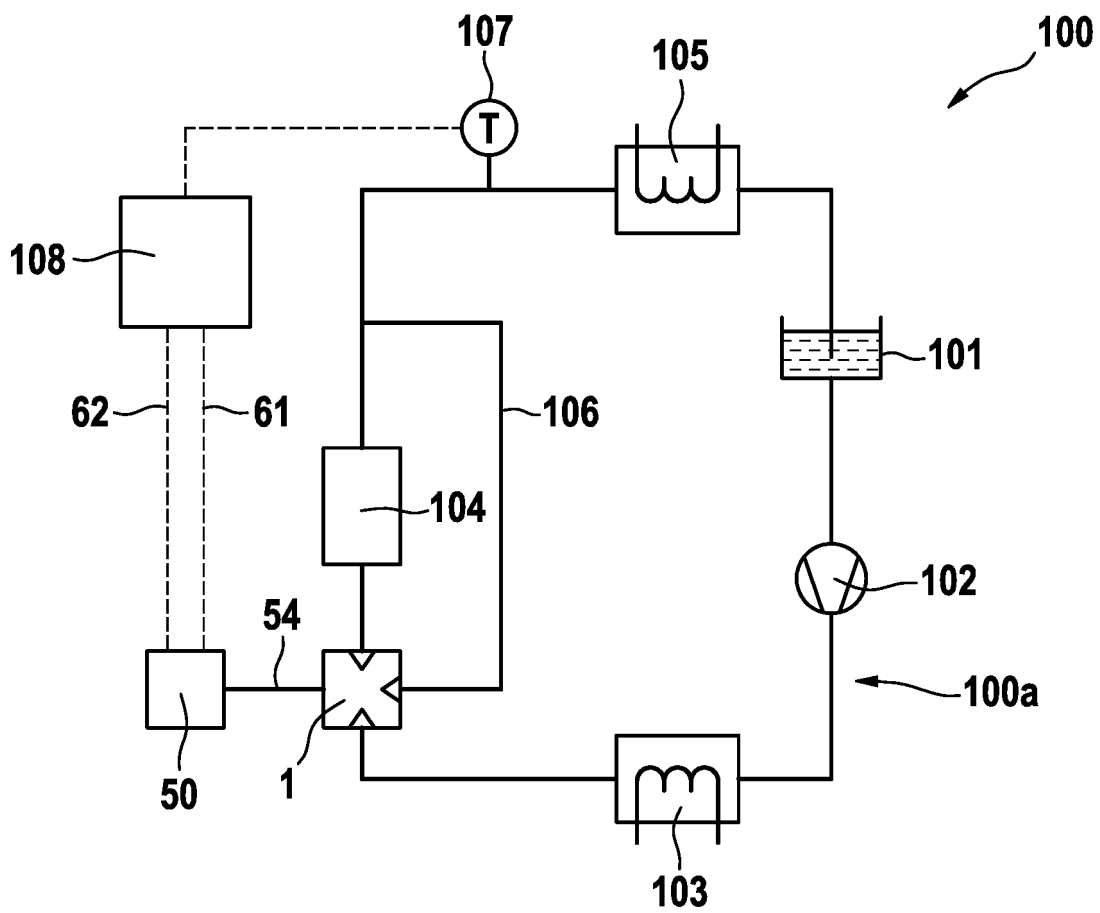


FIG. 7

