



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11 640 620

21 Gesuchsnummer: 10542/78

73 Inhaber:
Danfoss A/S Fabrik automatischer Schalt- und
Regelapparate, Nordborg (DK)

22 Anmeldungsdatum: 11.10.1978

30 Priorität(en): 03.11.1977 DE 2749252

72 Erfinder:
Leif Nielsen, Nordborg (DK)
Zbigniew Ryszard Huelle, Sonderborg (DK)

24 Patent erteilt: 13.01.1984

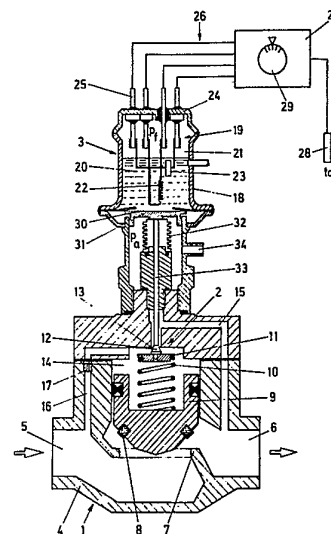
45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.01.1984

74 Vertreter:
Ernst Bosshard, Zürich

54 Ventil mit Betätigungsverrichtung für die Verstellung eines beweglichen Ventilverschlussgliedes.

57 Ein Arbeitsraum (19) enthält ein Ausdehnungsmedium (20, 21) sowie eine Heiz- bzw. Kühlvorrichtung (22). Die eine Wand (30) des Arbeitsraumes (19) ist nachgiebig ausgebildet und ist mit einem Schaft (33) verbunden. Am untern Ende des Schaftes (33) befindet sich ein Verschlussstück (12) das zusammen mit dem Sitz (13) ein Pilotventil bildet. Dieses Pilotventil befindet sich im Durchflussweg eines Bypass-Kanals (15) eines Hauptventiles (1). Dessen Kolben (9) erzeugt eine Gegenkraft auf das Verschlussstück (12).

Eine Steuereinheit (27) versorgt die Heiz- bzw. Kühlvorrichtung (22) in Abhängigkeit der rückgemeldeten Temperatur und mindestens einer weiteren Funktion mit Strom. Der Arbeitsraum (19) ist mit einem Flüssigkeits-Dampf-Gemisch gefüllt. Die Steuereinheit (27) ist derart ausgelegt und die Gegenkraft so gewählt, dass die Wand (30) unter dem Einfluss des temperaturabhängigen Dampfdruckes im Arbeitsraum (19) und der Gegenkraft eine Gleichgewichtsstellung einnimmt. Ein derartiges Ventil spricht rascher an und lässt sich besser in Regelkreise einbeziehen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Ventil mit Betätigungsvorrichtung (3) für die Verstellung eines beweglichen Ventilverschlussgliedes (8, 9; 48) mit einem Arbeitsraum (19; 55), der ein Ausdehnungsmedium (20, 21; 20b, 21b; 56, 57), eine diesem Wärme zuführende oder entziehende elektrische Heiz- bzw. Kühlvorrichtung (22; 22b; 61), einem Rückmelde-Temperaturfühler (23; 23b; 62) und einen durch das Medium verlagerbaren, durch eine Gegenkraft belasteten, beweglichen Wandabschnitt (30; 30b; 48) aufweist, und mit einer Steuereinheit (27; 65) die die Heiz- bzw. Kühlvorrichtung in Abhängigkeit von der rückgemeldeten Temperatur und wenigstens einer weiteren Funktion mit Strom versorgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitsraum (19, 19b; 55) mit einem Flüssigkeits-Dampf-Gemisch gefüllt ist und dass die Steuereinheit (27; 65) so ausgelegt und die Gegenkraft so gewählt ist, dass der Wandabschnitt (30; 30b; 48) unter dem Einfluss des temperaturabhängigen Dampfdruckes (P_1) im Arbeitsraum und der Gegenkraft Gleichgewichtsstellungen einnimmt.

2. Ventil nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der verlagerbare Wandabschnitt durch eine flache Membran (30; 30b; 48) gebildet ist.

3. Ventil nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die flache Membran (48) das Ventilverschlussglied bildet (Fig. 6).

4. Ventil nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Wandabschnitt (30; 30b) ein Verschlussstück (12; 12a; 12b) eines Pilotventils zusammenwirkt, welches im Durchflussweg eines mit einer Drossel (17) versehenen Bypass-Kanales (15) des Ventiles angeordnet ist, dessen als Kolben (9) ausgebildetes Ventilverschlussglied durch den Druckabfall an der Drossel steuerbar ist (Fig. 1, 3, 5).

5. Ventil nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkraft wenigstens teilweise durch eine den Kolben (9) belastende Feder (10) erzeugt wird (Fig. 1).

6. Ventil nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkraft durch einen das Pilotventil (2) öffnenden Druck (P_1) erzeugt wird und eine den Kolben (9) belastende Feder (10) in Richtung des Dampfdruckes wirkt (Fig. 5).

7. Ventil nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkraft zumindest teilweise durch einen Druck (P_0) erzeugt wird, der von der Stellung der flachen Membran (48) abhängig ist (Fig. 6).

Die Erfindung bezieht sich auf ein Ventil mit Betätigungsvorrichtung für die Verstellung eines beweglichen Ventilverschlussgliedes nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei einer bekannten Betätigungsvorrichtung dieser Art ist der Arbeitsraum mit einer Ausdehnungsflüssigkeit gefüllt und einseitig durch einen mit einem Ventilschaft verbundenen und durch eine Rückstellfeder belasteten Kolben abgeschlossen. Das Ventil dient der Temperaturregelung in Räumen. Die Steuereinheit versorgt einen Heizwiderstand in der Ausdehnungsflüssigkeit mit einem Strom, der von der rückgemeldeten Temperatur der Ausdehnungsflüssigkeit, der gemessenen Raumlufttemperatur und einem eingestellten Sollwert für die Raumlufttemperatur abhängt. Eine stärkere Ausdehnung der Flüssigkeit wird durch erhöhte Beheizung, eine Zusammenziehung der Flüssigkeit durch Wärmeabgabe an die Umgebungsluft erzielt.

Derartige Betätigungsvorrichtungen arbeiten verhältnismässig träge. Denn einerseits ist es zur Erzielung eines vorgegebenen Hubs des beweglichen Wandabschnitts erforderlich, eine bestimmte Menge der Ausdehnungsflüssigkeit um eine bestimmte Temperaturdifferenz zu erhitzen, was eine vorgegebene Wärmemenge erfordert; andererseits kann über den Heizwiderstand nur eine begrenzte Heizleistung zugeführt werden. Darüber hinaus

kann auf die Stellung des beweglichen Elementes nur mittels dieser Beheizung eingewirkt werden. Wegen dieser grossen Zeitkonstante ist auch, zumindest bei einfach aufgebauten Steuereinheiten, mit einem starken Überschwingen im Betrieb zu rechnen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ventil mit Betätigungsvorrichtung der eingangs beschriebenen Art anzugeben, das rascher anspricht und sich daher besser in Regelkreise einbeziehen lässt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Arbeitsraum mit einem Flüssigkeits-Dampf-Gemisch gefüllt ist und dass die Steuereinheit so ausgelegt und die Gegenkraft so gewählt ist, dass der Wandabschnitt unter dem Einfluss des temperaturabhängigen Dampfdruckes im Arbeitsraum und der Gegenkraft Gleichgewichtsstellungen einnimmt.

Eine solche Betätigungsvorrichtung kann rascher arbeiten, weil die zu beheizende oder zu kühlende Flüssigkeit lediglich einen Teil des Arbeitsraumes einnimmt, weil bereits geringere Temperaturunterschiede ausreichen, um ausreichend grosse Druckunterschiede hervorzurufen und weil in vielen Fällen die Gegenkraft so klein gehalten werden kann, dass bereits kleine Druckunterschiede im Arbeitsraum zu ausreichenden Verlagerungen des Wandabschnitts führen. Wegen der kleineren Zeitkonstante eignet sich die Betätigungsvorrichtung auch besser für den Einbau in Regelkreisen. Hinzu kommt noch, dass eine Verstellung nicht nur durch eine Druckänderung im Arbeitsraum, sondern auch durch eine Änderung der Gegenkraft möglich ist, was praktisch ohne Zeitverzögerung erfolgen kann.

Insgesamt ergibt sich ein Ventil, das durch eine Steuereinheit von Ferne einstellbar bzw. steuerbar ist.

Mit besonderem Vorteil ist der verlagerbare Wandabschnitt durch eine flache Membran gebildet. Da der Hub einer solchen Membran verhältnismässig klein ist, ändert sich im Betrieb die Grösse des mit Dampf gefüllten Teils des Arbeitsraumes nur geringfügig. Dies bedeutet, dass nur eine sehr geringe Wärmeenergie zur Verdampfung bzw. Kondensation von Dampf erforderlich ist, hierdurch wird die Ansprechgeschwindigkeit noch weiter erhöht.

Ein solch kleiner Hub ergibt sich auch, wenn eine flache Membran das Ventilverschlussglied bildet. Dies reicht in vielen Fällen aus, beispielsweise wenn ein Ventilsitz mit ausreichend grossem Durchmesser verwendet wird, der in Verbindung mit dem kleinen Hub einen genügenden Durchtrittsquerschnitt definiert.

Eine andere Möglichkeit, mit einem kleinen Hub auszukommen und dadurch die Wärmeenergie für ein Verdampfen oder Kondensieren gering zu halten, besteht darin, dass mit dem Wandabschnitt ein Verschlussstück eines Pilotventils zusammenwirkt, welches im Durchflussweg eines mit einer Drossel versehenen Bypass-Kanales des Ventiles angeordnet ist, dessen als Kolben ausgebildetes Ventilverschlussglied durch den Druckabfall an der Drossel steuerbar ist. Auf diese Weise können beispielsweise Flüssigkeitsventile mit vergleichsweise grossen Strömungsmengen gesteuert werden.

Besonders günstig ist es hierbei, wenn die Gegenkraft wenigstens teilweise durch die den Kolben belastende Feder erzeugt wird. Diese Feder bewirkt nämlich eine interne Rückführung, so dass ein stabileres Verhalten erzielt wird, ohne dass dies einen Eingriff in die Steuereinheit oder den Regelkreis erfordert.

Eine solche interne Rückführung kann man auch bei einem Ventil mit umgekehrter Charakteristik erzielen, wenn die Gegenkraft durch einen das Pilotventil öffnenden Druck erzeugt wird und die den Kolben belastende Feder in Richtung des Dampfdruckes wirkt.

Günstig sind ferner solche Ausführungsformen, bei denen die Gegenkraft zumindest teilweise durch einen Druck erzeugt wird, der von der Stellung der flachen Membran abhängig ist. Hier kann durch den Arbeitsraum eine Druckreferenz gebildet wer-

den, die einen konstanten Wert beibehält, während eine sehr rasche Regelung dadurch erfolgt, dass bei einer Änderung des von der flachen Membran abhängigen Drucks praktisch sofort eine Verstellung des beweglichen Elements erfolgt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Flüssigkeitsventil mit Betätigungsverrichtung;

Fig. 2 die Anwendung dieses Ventils bei einem mit Wasser gekühlten Kondensator;

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine andere Ausführungsform eines Flüssigkeitsventils;

Fig. 4 eine Anwendung des Ventils gemäss Fig. 3;

Fig. 5 den Querschnitt durch einen Teil eines weiteren Flüssigkeitsventils, und

Fig. 6 im Querschnitt ein Ventil mit einer weiteren Ausführungsform der Betätigungsverrichtung.

Fig. 1 zeigt ein Ventil 1, das mittels eines Pilotventils 2 gesteuert wird, das seinerseits von einer Betätigungsverrichtung 3 abhängig ist.

Das Hauptventil weist ein Gehäuse 4 mit Zuflussstutzen 5 und Abflussstutzen 6 sowie einem dazwischen liegenden Ventilsitz 7 auf. Ein Dichtungsring 8 ist mit einem Kolben 9 verbunden, wobei der Kolben durch eine Feder 10 belastet ist. Diese Feder stützt sich an einer Platte 11 ab, die mit dem Verschlussstück 12 des Pilotventils gekoppelt ist. Dieses Verschlussstück 12 arbeitet mit einem Ventilsitz 13 zusammen, der einen Druckraum 14 mit einem Auslasskanal 15 verbindet. In einem zugehörigen Einlasskanal 16 ist eine Drossel 17 angeordnet. Die Strömung über die Drossel 17 hängt von der Öffnung des Pilotventils 2 ab. Der Druckabfall an der Drossel 17 erzeugt eine Druckdifferenz, die von unten auf den Kolben 9 wirkt und diesen so weit nach oben verschiebt, bis es infolge der Zusammendrückung der Feder 10 eine Gleichgewichtsstellung gibt.

Die Betätigungsverrichtung weist in einer Kapsel 18 einen Arbeitsraum 19 auf, der zum Teil mit Flüssigkeit 20 und zum Teil mit Dampf 21 gefüllt ist. In dem Arbeitsraum befindet sich eine Heizvorrichtung 22 in der Form eines Heizwiderstandes und ein Rückmelde-Temperaturfühler 23 in der Form eines NTC-Widerstandes. Diese beiden Elemente sind über isoliert durch den Kapselboden 24 herausgeführte Stifte 25 und entsprechende Leitungen 26 mit einer Steuereinheit 27 verbunden, die die Heizvorrichtung 22 in Abhängigkeit von dem Signal des Rückmelde-Temperaturfühlers 23, dem Signal eines äusseren Temperaturfühlers 28 und einem mittels Drehknopf 29 einstellbaren Sollwert mit Strom versorgt. Der Arbeitsraum 19 ist unten durch einen verlagerbaren Wandabschnitt in der Form einer Membran 30 abgeschlossen. Diese ist am Rand eingespannt und in der Mitte durch eine Platte 31 unterstützt. Die Platte wirkt unter Zwischenschaltung einer Wellrohrabdichtung 32 auf einen Schaft 33, der das Verschlussstück 12 des Pilotventils 2 trägt. Über einen Anschluss 34 kann zusätzlich ein zusätzlicher Druck zugeführt werden.

Fig. 2 zeigt ein Anwendungsbeispiel. Hier ist das Hauptventil 1 an eine Wasserzuleitung 35 geschaltet, die sich als Rohrleitung 36 an einem Kondensator 37 fortsetzt. In eine Messtasche 38, die in dem unteren Teil des Kondensators 37 vorgesehen ist, taucht der äussere Fühler 28. Gasförmiges Kältemittel wird über die Leitung 39 in den Kondensator 37 eingeführt und flüssiges Kältemittel über die Leitung 40 abgeführt. Der Anschluss 34 steht zur Atmosphäre hin offen.

Damit ergibt sich die folgende Betriebsweise: Steigt die vom äusseren Fühler 28 gemessene Kältemitteltemperatur t_a über den mit dem Knopf 29 eingestellten Sollwert, so erfolgt eine stärkere Beheizung der Heizvorrichtung 22, die mit einer nur kleinen Zeitverzögerung zu einer Erhöhung des Druckes p_f im Arbeitsraum 19 führt. Diesem Druck steht einerseits die Kraft der Feder 10 und andererseits der in dem Anschluss 34 herrschende atmo-

sphärische Druck p_a entgegen. Infolgedessen hat das Verschlussstück 12 des Pilotventils eine Gleichgewichtsstellung, die sich bei Erhöhung des Druckes p_f im Arbeitsraum 19 nach unten verschiebt. Hierbei reichen schon ganz geringe Verlagerungen, um den Druckabfall an der Drossel 17 wesentlich zu ändern, wodurch der Kolben 9 des Hauptventils 1 eine neue Stellung einnimmt, nämlich nach oben wandert. Hierdurch wird die Feder 10 zusammengedrückt und dadurch das Verschlussstück 12 und die Membran 30 nach oben verlagert, obwohl der Druck p_f gleich geblieben ist. Diese Rückführung vermindert ein Überspringen.

Die Fig. 3 und 4 zeigen eine andere Ausführungsform der Erfindung. Hierbei wird die Steuereinheit 27 zur Einstellung und Konstanzhaltung des Fülldruckes p_f benutzt, der in diesem Fall einen Referenzdruck bildet, während über den Anschluss 34 der Kondensatordruck p_k als Steuerdruck zugeführt wird. Das Ventil gemäss Fig. 3 hat denselben Aufbau wie dasjenige der Fig. 1, weshalb auch durchgehend dieselben Bezugszeichen verwendet worden sind. Lediglich das Verschlussstück 12a des Pilotventils das mit dem Ventilsitz 13a zusammenwirkt, arbeitet gegenläufig zu dem Pilotventil der Fig. 1. Bei steigendem Druck p_f im Arbeitsraum 19 schliesst das Pilotventil, bei sinkendem Druck p_k öffnet das Pilotventil. Der Anschluss 34 ist mit dem Dampfraum 41 des Kondensators 37 über eine Leitung 42 verbunden, um den Kondensatordruck p_k unterhalb der Membran 30 wirksam zu machen. Bei dieser Sachlage entfällt der äussere Temperaturfühler 28.

Damit ergibt sich die folgende Betriebsweise: Steigt der Druck im Kondensator 37, steigt auch der Druck p_k am Anschluss 34. Hierdurch wird das Pilotventil geöffnet. Das Verschlussstück 12a verlagert sich nach oben. Eine ganz geringe Verlagerung genügt, um den Druckabfall an der Drossel 17 wesentlich zu ändern, wodurch der Kolben 9 des Hauptventils eine neue Stellung einnimmt, nämlich nach oben wandert.

Bei der Ausführungsform der Fig. 5 entspricht das Hauptventil demjenigen der Fig. 1. Es ist daher lediglich die das Pilotventil 2 verstellende Betätigungsverrichtung 3b dargestellt. In diesem Fall befindet sich der Arbeitsraum 19b unterhalb der Membran 30b, wodurch ein steigender Druck p_f das Schliessen des Pilotventils bewirkt. Die übrigen Teile entsprechen denjenigen der Fig. 1 und sind lediglich, weil sie eine andere Lage haben, mit dem Bezugszeichen b versehen. Diese Konstruktion kann, wenn der Anschluss 34b an dem Kondensator-Dampfraum 41 angeschlossen wird, in gleicher Weise wie die Ausführungsform der Fig. 3 arbeiten. Der Vorteil ist aber darin zu sehen, dass in gleicher Weise wie in Fig. 1 eine Rückführung über die Feder 10 erfolgt.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 6 ist ein Ventil 43 gezeigt, das in der Saugleitung einer Kälteanlage angeordnet werden kann, also von dampfförmigem Kältemittel durchströmt wird. Das Ventil 43 weist ein Gehäuse 44 mit einem ringförmigen Einlasskanal 45 und einem zentralen Auslasskanal 46 auf, die durch einen Ventilsitz 47 voneinander getrennt sind. Eine auch als Verschlussstück dienende Membran 48 ist zwischen einem Flansch 49 am Gehäuse und einem Flansch 50 an einer Kapsel 51 befestigt. Letztere ist oben durch einen schalenförmigen Deckel 52 abgeschlossen. Diese Kapsel 51, der Deckel 52, eine Ringscheibe 53 und ein Balg 54 bilden einen Arbeitsraum 55. Dieser ist mit einem zweiphasigen Medium das eine flüssige Phase 56 und eine Dampf-Phase 57 besitzt, gefüllt. Der Boden 58 des Balges 54 hat die Querschnittsgrösse des Ventilsitzes 47 und liegt auf der Membran 48 auf. Durch den Deckel 52 gehen drei Stifte 59. Eine Glasisolation 60 dient gleichzeitig als Dichtung. In der Flüssigkeitsphase ist als Heizvorrichtung 61 ein Heizwiderstand in der Form eines Wendels aus Widerstandsdraht und als Rückmelde-Temperaturfühler 62 ein NTC-Widerstand angeordnet. Diese Elemente sind über die drei Stifte 59 und eine gehäusefeste Verbindung 63 sowie über Leitungen 64 mit einer Steuereinheit

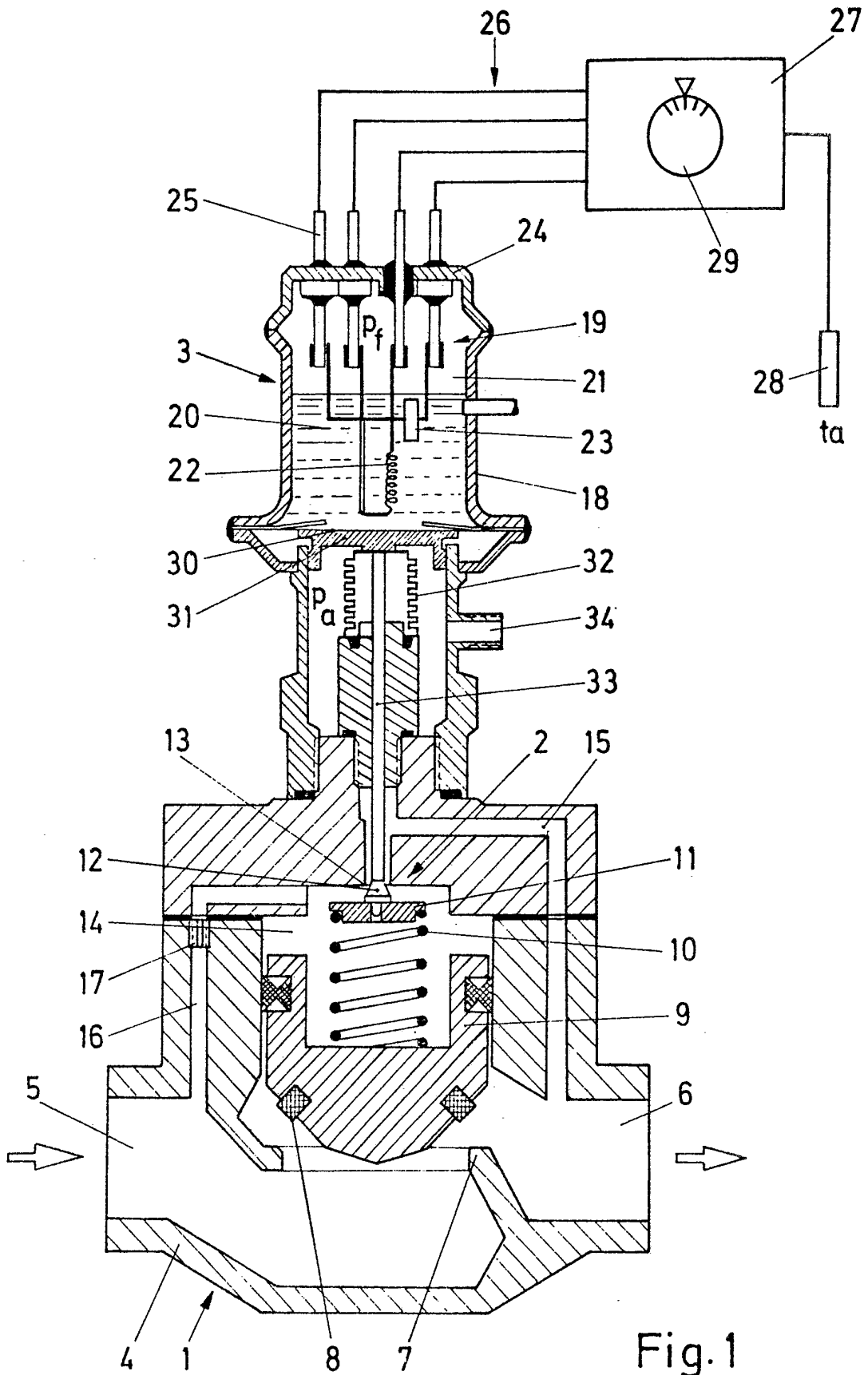
65 verbunden. Diese weist einen Drehknopf 66 zur Einstellung eines Sollwerts für den im Arbeitsraum 55 herrschenden Druck p_f auf.

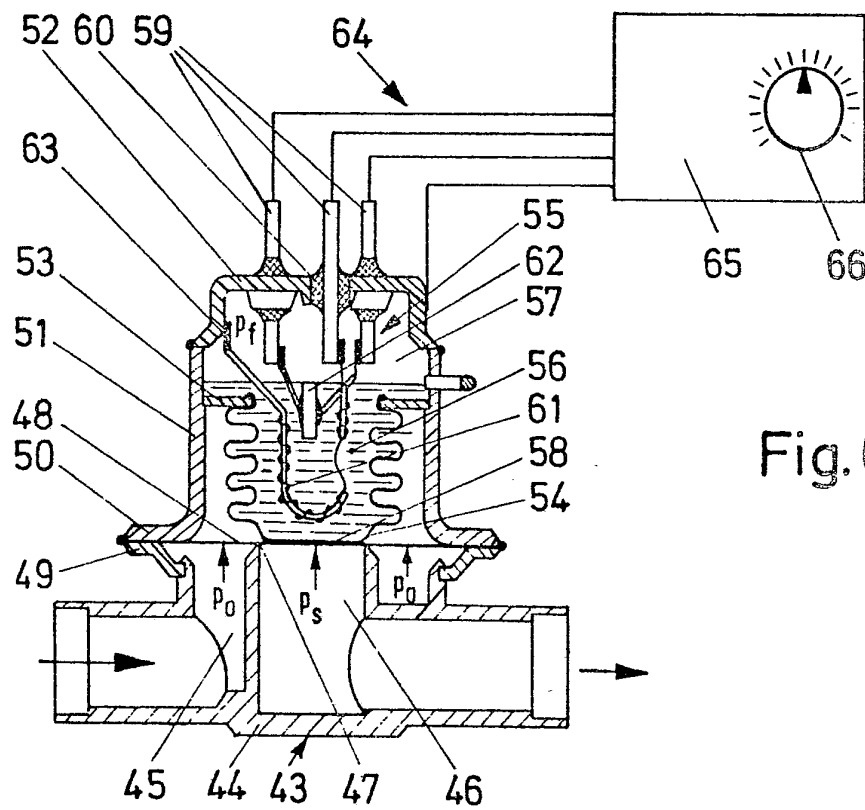
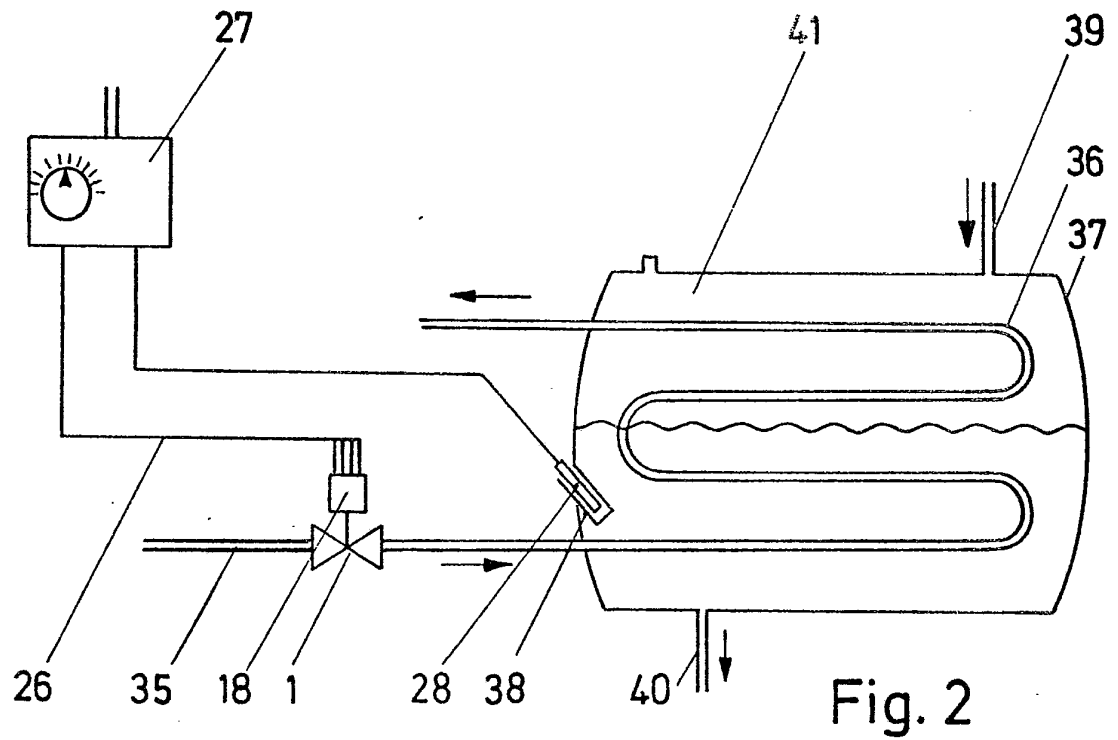
Demzufolge herrscht im Arbeitsraum 55 ein konstanter Druck p_f , der auf die durch den Boden 58 bestimmte Druckfläche wirkt. In entgegengesetzter Richtung drückt der Verdampferdruck p_o auf die äussere Ringfläche und – mit wesentlich geringerer Wirkung – der Saugdruck p_s auf die zentrische Kreisfläche der Membran 48. Hierbei stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein. Steigt der Verdampferdruck p_o , hebt sich die Membran 48 stärker vom Ventilsitz 47 ab, so dass der Verdampferdruck wieder sinkt. Auf diese Weise wird der Verdampferdruck annähernd konstant gehalten.

Das zweiphasige Füllmedium ist so gewählt, dass es beim Gleichgewichtszustand eine höhere Temperatur hat als das Kältemittel und als die Umgebungstemperatur. Wenn der Verdampferdruck erhöht werden soll, wird durch stärkere Beheizung die

Temperatur der flüssigen Phase 56 erhöht. Soll dagegen der Verdampferdruck gesenkt werden, kann die flüssige Phase 56 und die Dampfphase 57 durch Wärmeabgabe an das Kältemittel und die Umgebungstemperatur eine geringere Temperatur annehmen, so dass der Dampfdruck p_f sinkt. Der so eingestellte Dampfdruck bleibt dann immer derselbe, gleichgültig wie weit das Ventil öffnen muss, um den gewünschten Verdampferdruck aufrechtzuerhalten.

Von den dargestellten Ausführungsbeispielen kann in vielfacher Hinsicht abgewichen werden. Beispielsweise kann das Ventil der Fig. 1 auch für andere Flüssigkeiten als Wasser, z. B. Sole oder auch für Gase verwendet werden. Die Steuereinheit kann auch noch weitere Abhängigkeiten berücksichtigen. Beispielsweise kann zum Zweck einer raschen Rückführung das Verschlussstück des Hauptventils in Fig. 1 mit einem den Hub rückmeldenden Weggeber versehen sein. Als Kühlvorrichtung kommen beispielsweise Peltier-Elemente in Betracht.





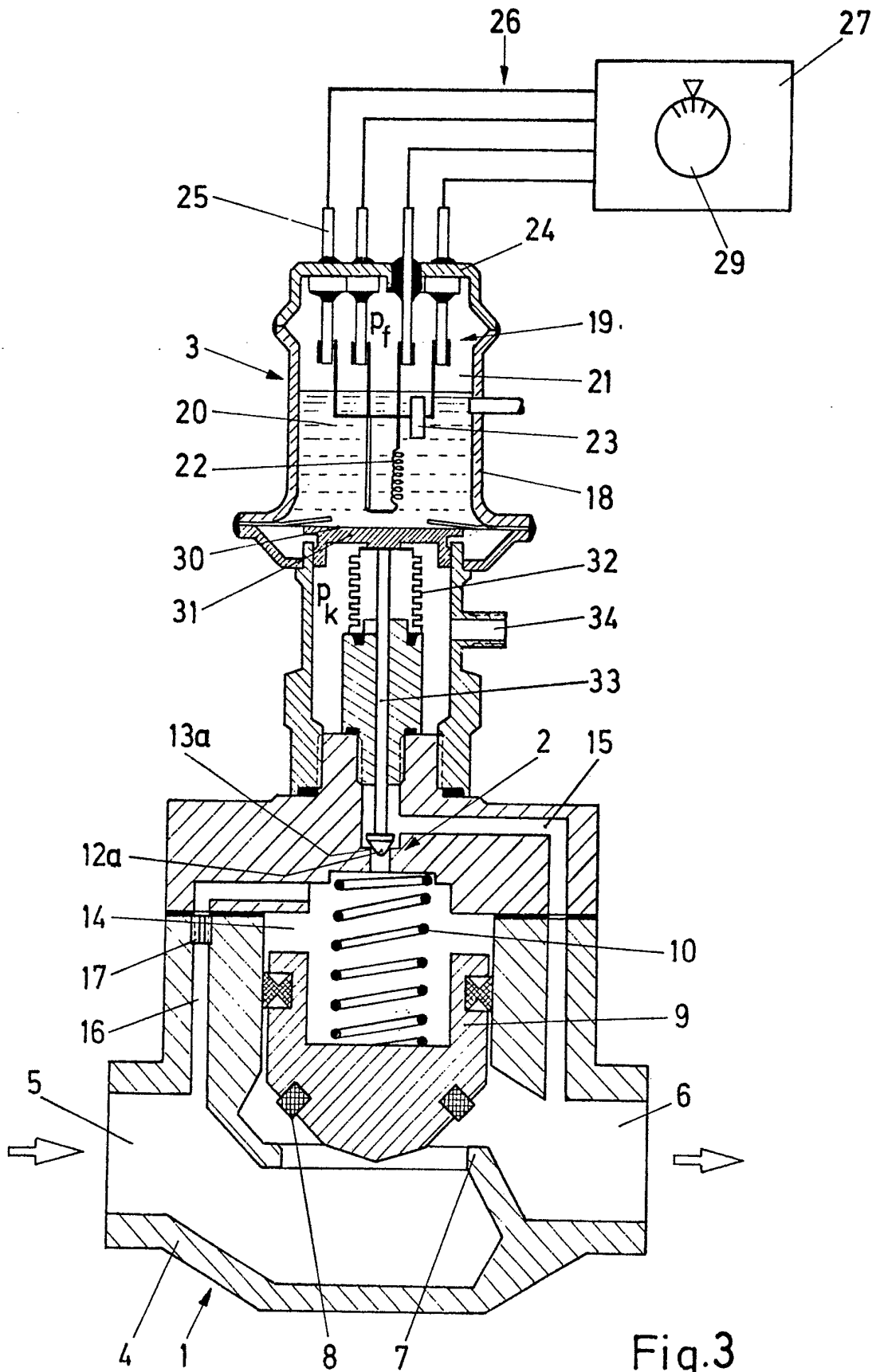


Fig.3

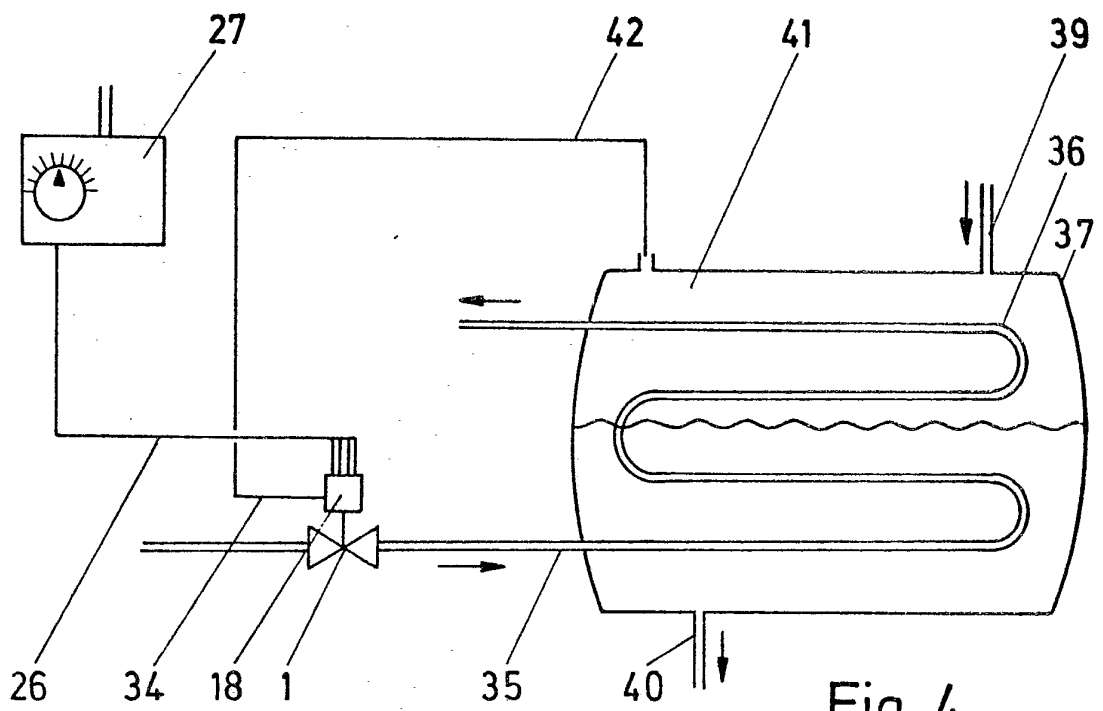


Fig. 4

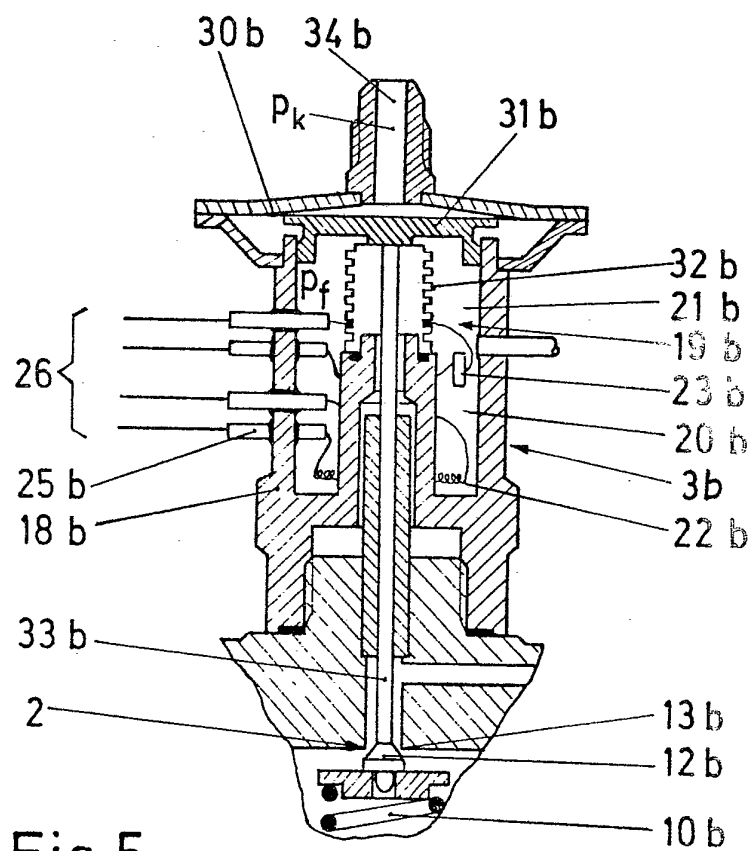


Fig. 5