



(11) **EP 1 533 675 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.08.2008 Patentblatt 2008/34

(51) Int Cl.:
G05D 16/18 (2006.01) F15B 21/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04027393.0**

(22) Anmeldetag: **18.11.2004**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases für einen pneumatischen Regler eines Gas-Druckregelgerätes**

Method and device for heating the control gas for a pneumatic regulator of a gas pressure regulator

Procédé et dispositif pour chauffer le gaz de commande pour un régulateur pneumatique d'un appareil de régulation de pression de gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **19.11.2003 DE 10354178**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.05.2005 Patentblatt 2005/21

(73) Patentinhaber: **RMG Regel + Messtechnik GmbH
34123 Kassel-Bettenhausen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Fischer, Rudolf
34132 Kassel (DE)**
• **Pflügler, Karl-Heinz
34323 Malsfeld (DE)**

(74) Vertreter: **Walther, Walther & Hinz GbR
Heimradstrasse 2
34130 Kassel (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 639 893 DE-C- 950 285
US-A- 4 245 665

EP 1 533 675 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erwärmung des Steuergases für einen pneumatischen Regler eines Gas-Druckregelgerätes sowie eine Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases in der Eingangsdruckleitung zu einem pneumatischen Regler eines Gas-Druckregelgerätes, insbesondere zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens.

[0002] Aus der DE 950 295 ist bekannt, eine Kühleinrichtung mittels eines Ranque-Rohres zu betreiben. Hierbei wird der Wärmegasstrom aus dem Ranque-Rohr einer Heizung zugeführt, danach wird der erwärmte Luftstrom in ein Düsenverdichtersystem zur Bildung eines kalten Luftstrom entspannt, dieser kalte Luftstrom dem Ranque-Rohr zugeführt und von dort wird der Kaltluftstrom an einen Kühler übergeben. Die US-A-4245665 zeigt einen Wärmetauscher, der nach dem Gegenstromprinzip arbeitet.

[0003] Häufig werden in Gas-Druckregelanlagen Gas-Druckregelgeräte eingesetzt, die mit Hilfsenergie arbeiten, denen also ein pneumatischer Regler zugeordnet ist. Im Regler erfolgt eine zu dem Hauptstellglied korrelierende Gasentspannung und damit auch die entsprechende Temperaturabsenkung. Anders als beim Stellgerät sind allerdings in Regler relativ kleine Düsen und Strömungskanäle vorhanden, die eine deutlich höhere Anfälligkeit bezüglich des Verstopfens durch Methankristalle (Hydrate) aufgrund von Vereisung aufweisen, als das Stellgerät selbst. Die Gefahr der Vereisung besteht dann, wenn aufgrund der Entspannung eines Gases sich aufgrund des Joule-Thomson-Effekts die Temperatur des Gases stark absenkt. Hierbei gilt, dass mit einer Druckabsenkung von 1 bar eine Temperaturabsenkung um ca. 0,4 K verbunden ist. Unterschreitet die Gastemperatur hinter dem Entspannungsorgan den Taupunkt des Gases, können sich Methankristalle bilden, die die Funktion insbesondere des Reglers stören. Es besteht allerdings nicht nur die Gefahr der bereits zuvor genannten Verstopfung der Düsen bzw. der Strömungskanäle im Regler, vielmehr bewirkt eine starke Abkühlung des Gases, und damit der Bauteile, auch einen negativen Einfluss auf das Elastizitätsverhalten der Vergleichermembranen. Dies ist gleichbedeutend mit unerwünschten größeren Regelabweichungen.

[0004] Um den oben genannten Nachteilen zu begegnen, wird vielfach in die Eingangsdruckleitung der Reglers ein elektrischer Vorwärmer integriert, der den zum Regler führenden Gasstrom aufheizt. Die elektrische Vorwärmung des Steuergases in der Eingangsdruckleitung des Reglers stellt die Funktionstüchtigkeit des Reglers sicher. Allerdings ist dieses Verfahren energieaufwändig und damit teuer.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der die Vorwärmung des Gasstromes zum Regelgerät hin auf preiswertere Weise bewerkstelligt werden kann.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend dem Verfahren dadurch gelöst, dass nach dem Ranque-Hilsch-Effekt ein in eine zylindrische Wirbelkammer tangential einströmendes Gas insbesondere mit überkritischem Druckgefälle sich in zwei Gasströme unterschiedlicher Temperatur aufteilt, wobei der wärmere der beiden Gasströme durch einen Wärmetauscher das Steuergas für den pneumatischen Regler erwärmt. Überkritisch bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der absolute Gasdruck vor dem Einlass in die Wirbelkammer etwa doppelt so hoch ist, wie der absolute Druck hinter der Wirbelkammer.

[0007] Die Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases in der Eingangsdruckleitung zu dem pneumatischen Regler eines Gas-Druckregelgerätes, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens zeichnet sich erfindungsgemäß durch ein Gehäuse mit einer zylindrischen Wirbelkammer mit einem Einlass zum tangentialen Einströmen des Eingangsdruckgases mit einem Druckgefälle aus, und mindestens einem Auslass für das Warm- und mindestens einem weiteren Auslass für das Kaltgas, sowie einem die Wirbelkammer unter Bildung eines Spaltraumes umgebenden Wärmetauschers, wobei der Spaltraum mindestens eine Eingangsöffnung für die Zuführung eines Steuergasstromes und mindestens eine Ausgangsöffnung für das durch den Wärmetauscher erwärmte Steuergas für den pneumatischen Regler aufweist, wobei der Spaltraum durch den Warmgasstrom in der Wirbelkammer erwärmt wird. Vorteilhaft ist das Druckgefälle überkritisch. Der sogenannte Ranque-Effekt entsteht in einem Wirbelrohr bzw. in einem Hilsch-Rohr. In einem Rohr, in das durch eine Düse tangential Luft oder ein anderes Gas unter einem Druck von einigen bar geblasen wird, entsteht ein Wirbel um die Rohrachse, der im Kern kalt und außen warm ist. Das kalte Gas lässt man neben der Düse über eine Blende abströmen; der warme Anteil entströmt dem anderen Ende des Rohres. Durch die Ausnutzung des Ranque-Effektes unter Verwendung des Hilsch-Rohres lässt sich somit ein warmer Gasstrom erzeugen, der dem Regler über die Eingangsdruckleitung zugeführt wird, und der im Regler zuverlässig die Bildung von Methan-Kristallen verhindert und darüber hinaus den Regler auf Betriebstemperatur hält.

[0008] Weitere vorteilhafte Merkmale und Varianten sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0009] Im Einzelnen ist vorgesehen, dass der Einlass zum tangentialen Einströmen des Gases im Kopfbereich, also am oberen Ende der zylindrischen Wirbelkammer angeordnet ist, wobei der Warmgasauslass im Fußbereich, das heißt am entgegengesetzten Ende zu dem Einlass des Eingangsdruckgases in der Wirbelkammer vorgesehen ist. Hierbei ist weiterhin vorgesehen, dass sich der Kaltgasauslass in der Stirnseite der zylindrischen Wirbelkammer befindet, die am entgegengesetzten Ende zu dem Warmgasauslass angeordnet ist. Hierbei ist weiterhin vorgesehen, dass sich der Kaltgasauslass zentrisch in der Stirnseite der zylindrischen Wirbelkammer befindet, um das mittig in der Wirbelkammer aufsteigen-

de Kaltgas abströmen zu können.

[0010] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist der Warmgasauslass durch eine Drossel in seinem Querschnitt veränderbar, wobei eine Korrelation zwischen dem eingeführten Gasvolumen und dem durch den Kaltgasauslass und dem Warmgasauslass abgegebenen Volumenstrom besteht. Entsprechend ist auch der Einlass für das Eingangsdruckgas in die Wirbelkammer veränderlich.

[0011] Im Einzelnen weist diese Drossel einen mit der Spitze mittig in die Wirbelkammer ragenden Konus auf, wobei der Konus nicht nur der Veränderung des Querschnitts dient, sondern darüber hinaus auch die Aufteilung des Gasstromes in den Kalt- und den Warmgasstrom beeinflusst. Auch die Blende auf der Kaltgasseite ist veränderlich, um unterschiedliche in die Wirbelkammer einströmende Gasmengen verarbeiten zu können.

[0012] Wie bereits an anderer Stelle erörtert, besitzt der Spalraum mindestens eine Eingangsöffnung und mindestens eine Ausgangsöffnung für das Steuergas für den pneumatischen Regler. Wesentlich ist, dass die Eingangs- und die Ausgangsöffnung für das Steuergas jeweils an den entgegengesetzten Enden der zylindrischen Wirbelkammer angeordnet sind, um eine möglichst große Fläche des Wärmetauschers durch das erwärmte Gas überstreichen zu lassen und um das Temperaturgefälle in der Wirbelkammer optimal auszunutzen, da die Temperatur des Gases im Bereich des Warmgasauslasses am höchsten ist.

[0013] Gegenstand der Erfindung ist ebenfalls die Steuerung der Zufuhr von erwärmtem Steuergas zum Regler. Insofern ist insbesondere in der Leitung zu dem Einlass in die Wirbelkammer ein Ventil angeordnet. Vorteilhaft ist, wenn durch das Ventil der Einlass für das Eingangsdruckgas in die Wirbelkammer geöffnet wird, bevor der pneumatische Regler Steuergas anfordert. Das heißt, dass die Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases einen gewissen Vorlauf erhält, um den Regler von Beginn an mit Warmgas zu versorgen.

[0014] Nach einer ersten Variante ist vorgesehen, dass in der Leitung zu dem Einlass in die Wirbelkammer ein Absperrventil angeordnet ist. Dieses Absperrventil wird händisch betätigt, das heißt, dass immer dann, wenn der Regler aktiviert wird, das Absperrventil geöffnet wird.

[0015] In einer anderen zweiten Variante ist in der Leitung zu dem Einlass in die Wirbelkammer ein pneumatisches Steuerventil angeschlossen. Um eben jenen Vorlauf der Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases zu gewährleisten, ist der Sollwert zum Öffnen des Steuerventils höher, als der Sollwert des Druckes des pneumatischen Reglers der Gas-Druckregelanlage.

[0016] Nach einer weiteren dritten Variante ist in der Leitung zu dem Einlass in die Wirbelkammer ein Schaltventil angeordnet. Dieses Schaltventil wird bei beginnender Änderung des Stelldrucks des pneumatischen Reglers angesteuert. Das heißt, dass das Schaltventil so ausgelegt ist, dass es durch den Stelldruck geöffnet wird, bevor das Gas-Druckregelgerät durch den pneumati-

schen Regler in Betrieb genommen wird. Dies hat den Vorteil, dass die Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases automatisch mit ihrer Tätigkeit beginnt, und dass Sollwertänderungen an dem pneumatischen Regler keine Nachjustierung des Sollwertes an dem vorgeschalteten Steuerventil erforderlich machen, wie dies bei der Variante zwei der Fall ist, so dass der Schließdruck der Anlage ausschließlich vom pneumatischen Regler bestimmt wird.

[0017] Vorteilhaft ist weiterhin, wenn das Gehäuse zweiteilig mit einem Gehäusekopf und einem Gehäuserumpf ausgebildet ist, wobei Gehäusekopf und Gehäuserumpf thermisch getrennt sind, um eine Abkühlung des Rumpfes durch den Kopf, der die Kaltgasabströmleitung aufweist, zu verhindern. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei vereisendem Rumpf die Funktion der Vorrichtung nicht gewährleistet ist.

[0018] Weiterhin ist vorteilhaft, wenn das durch den Warmgasauslass abströmende Gas noch zur Erwärmung des Gehäuserumpfes verwendet wird. Hierbei weist der Gehäuserumpf einen sich axial erstreckenden zweiten Spalraum auf, der in etwa halbkreisförmig im Gehäuserumpf angeordnet ist. Am unteren Ende ist er mit dem Warmgasauslass verbunden, am oberen Ende mündet er in eine Leitung, die zur Kaltgasleitung führt.

[0019] Weiterhin ist vorgesehen, dass auch das dem Schaltventil zugeführte Eingangsgas durch das Gehäuse erwärmt wird, da es auch im Schaltventil zu einer Gasspannung mit der Gefahr der Vereisung kommt. Einer solchen Vereisung wird vorgebeugt, wenn dem Schaltventil erwärmtes Gas zugeführt wird.

[0020] Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung nachstehend beispielhaft näher erläutert.

- 35 Fig. 1 veranschaulicht das Grundprinzip eines Wirbelrohres bzw. einer Wirbelkammer;
- Fig. 2 zeigt die Vorrichtung zur Erwärmung des Gases in der Kopplung mit einem pneumatischen Regler und einem der Vorrichtung vorgeschalteten Absperrventil,
- 40 Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung gemäß Fig. 1, wobei der Vorrichtung selbst ein pneumatisches Steuerventil vorgeschaltet ist;
- Fig. 4 zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 2 mit einem der Vorrichtung vorgeschalteten Schaltventil.;
- 45 Fig. 5 zeigt die Einzelheit "X" aus Fig. 2 in einer Draufsicht;
- Fig. 6 zeigt eine Vorrichtung entsprechend Fig. 2, bei der das Gehäuse einen zweiten Spalraum aufweist;
- 50 Fig. 7 zeigt einen Schnitt gemäß der Linie VII - VII aus Fig. 6;
- Fig. 8 zeigt eine Vorrichtung entsprechend Fig. 4, bei der das Gas mit dem Eingangsdruck für das Schaltventil durch das Gehäuse vorgewärmt wird.
- 55

[0021] Figur 1 zeigt das Grundprinzip eines Wirbelroh-

res bzw. auch Hilsch-Rohr genannt; hierbei ist die tangentiale Einströmung des Gases gekennzeichnet durch den Pfeil 1 in die zylindrische Wirbelkammer 30 erkennbar, wobei sich der tangential einströmende Gasstrom in einen äußeren Gasstrom, gekennzeichnet durch die Pfeile 3, und einen inneren aufsteigenden Gasstrom, gekennzeichnet durch die Pfeile 4, aufteilt. Der aufsteigende innere kalte Gasstrom, gekennzeichnet durch die Pfeile 4, wird aus dem Wirbelrohr 2, entsprechend dem Pfeil 5 herausgeführt, wohingegen der Warmgasanteil aus dem Wirbelrohr entsprechend dem Pfeil 6 herausgeführt wird. Der mit 51 bezeichnete Kegel fördert die Aufteilung des eingeführten tangentialen Gasstromes in den Kaltgas- und den Warmgasstrom.

[0022] Die in den Figuren 2 bis 4 gezeigten Darstellungen zeigen sowohl die Vorrichtung 10 zur Erwärmung des Steuergases, als auch den pneumatischen Regler 15 und das Stellgerät 40 als Bestandteil der Gas-Druckregelanlage.

[0023] Die in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Schaltungen unterscheiden sich im Wesentlichen nur durch die Anordnung eines Absperrventils in der Eingangsdruckleitung (Fig. 2), eines Steuerventils (Fig. 3) oder eines Schaltventils in der Eingangsdruckleitung (Fig. 4).

[0024] Bei der Darstellung gemäß den Figuren 2 bis 8 ist darüber hinaus erkennbar, dass der Gehäuseumpf 11b vom Gehäuskopf 11a durch einen Luftspalt 11c oder eine andere Isolierung thermisch getrennt ist. Dies deshalb, weil durch die Kaltgasabströmleitung 27 dem Gehäuse sehr viel Wärme entzogen wird. Um nun zu verhindern, dass der Wärmeabgang sich auf den Gehäuseumpf überträgt, ist die thermische Trennung beispielsweise in Form eines Luftspaltes 11c vorgesehen.

[0025] Gemäß Fig. 2 ist eine Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases mit einem vorgeschalteten Absperrventil 25 gezeigt. Von der Hauptleitung 20 zweigt eine Leitung 21 ab, die sich aufspaltet in die sogenannte Eingangsdruckleitung 22 und die Steuergaszuströmleitung 23. In der Eingangsdruckleitung 22 befindet sich das Absperrventil 25, mit Hilfe dessen das Volumen des Gasstroms in die zylindrische Wirbelkammer 30 des Gehäuses 11 gesteuert wird. Der in die zylindrische Wirbelkammer 30 durch die Eingangsdruckleitung 22 tangential einströmende Gasstrom teilt sich entsprechend der Beschreibung zu Fig. 1 in einen mittig aufsteigenden Kaltgasstrom 4 und einen konzentrisch abgeführten Warmgasstrom 5 auf. Der Kaltgasstrom 4 wird durch den Kaltgasauslass 27a und die Kaltgasabströmleitung 27 der Hauptleitung 20 hinter dem Stellgerät 40 zugeführt. Die Ausbildung bzw. auch Anordnung der beiden Einlässe 22a der Eingangsdruckleitung 22 in die zylindrische Wirbelkammer 30 ergibt sich aus der Fig. 5 als Einzelheit "X" zu der Fig. 2. Dort ist erkennbar, dass die Einlässe 22a jeweils derart angeordnet sind, dass das Gas tangential in die zylindrische Wirbelkammer 30 einströmt.

[0026] Am unteren Ende, d. h. im Fußbereich der zylindrischen Wirbelkammer 30 befindet sich die insgesamt mit 50 bezeichnete Drossel. Die Drossel 50 umfasst ei-

nen verstellbaren Kegel 51, der in Zusammenarbeit mit dem zylindrischen Mantel 32 der Wirbelkammer 30 einen Spalt 52 bildet, durch den das konzentrisch geführte Warmgas durch den Auslass 35a durch die Warmgasabströmleitung 35 wiederum der Hauptleitung 20 nach dem Stellgerät 40 zugeführt wird.

[0027] Die Wirbelkammer 30 wird radial durch den zylindrischen Mantel 32 gebildet; dieser zylindrische Mantel 32 in Verbindung mit dem Spaltraum 33 ist Teil des Wärmetauschers 34. Durch die Eingangsöffnung 23a erfolgt durch die Steuergaszuströmleitung 23 die Zuführung des Steuergases in den Spaltraum 33. Die Wandung 32 des Wärmetauschers 34 wird durch den Warmgasstrom 5 erwärmt. Das durch die Leitung 23 in den Spaltraum 33 einströmende Steuergas wird im Spaltraum 33 durch den Warmgasstrom 5 in der Wirbelkammer erwärmt und wird letztthin durch die Ausgangsöffnung 37a durch die Steuergasabströmleitung 37 dem Regler 15 zugeführt. Im Regler 15 findet eine Aufspaltung des durch die Steuergasabströmleitung 37 zugeführten erwärmten Steuergases insofern statt, als ein Teil des Gasstromes durch die Stelldruckleitung 41 dem Stellgerät 40 zugeführt wird, wobei der übrige Teil des dem Regler 15 zugeführten Steuergases durch die Abströmleitung 42 der Hauptleitung 20 hinter dem Stellgerät 40 zugeführt wird. Der Regler 15 selbst ist durch eine Messleitung 43 mit der Hauptleitung 20 hinter dem Stellgerät 40 verbunden.

[0028] Die Funktionsweise der Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases ist nun derart, dass vor Inbetriebnahme des Reglers das Absperrventil 25 geöffnet wird, mit der Folge, dass der Regler 15 mit warmen Steuergas versorgt wird, um so bei Arbeit des Stellgerätes und mithin einer Gasentspannung eine Bildung von Methankristallen im Regler 15 zu verhindern.

Um eine Vereisung auch in der Kaltgasabströmleitung 27 zu verhindern, ist nach einem Merkmal der Erfindung die Warmgasleitung 35 als doppeltes Rohr um die Kaltgasabströmleitung geführt, um die Kaltgasabströmleitung von außen zu erwärmen.

[0029] Die Schaltung gemäß Fig. 3 unterscheidet sich im Wesentlichen von der gemäß Fig. 2 lediglich durch die Vorschaltung eines Steuerventils 60 in die Eingangsdruckleitung 22. In den Fig. 2 und 3 dargestellte gleiche Gegenstände tragen auch die gleichen Bezugszeichen.

[0030] Die Funktionsweise der Schaltung gemäß Fig. 3 ist nun wie folgt:

[0031] Das der Vorrichtung 10 zur Erwärmung des Steuergases vorgeschaltete Steuerventil 60 ist auf einen Sollwert eingestellt, der geringfügig höher ist, als der Sollwert des pneumatischen Reglers 15. Sobald der Ausgangsdruck auf den Sollwert dieses Steuerventils 60 abgesunken ist, öffnet sich das darin integrierte Ventil 67 und nimmt die Vorrichtung 10 in Betrieb. Wenn jetzt der Ausgangsdruck weiter absinkt und den pneumatische Regler 15 in Funktion nimmt, wird dieser mit dem durch die Leitung 37 dem Regler zugeführten aufgeheizten Steuergas versorgt. Das vorgeschaltete Steuerventil 60

ist jetzt voll geöffnet; der vor dem Druckminderer 60 in der Leitung 21 anstehende Eingangsdruck wird in voller Höhe in die zylindrische Wirbelkammer 30 geleitet. Bei völligem Außerbetriebgehen der Druckregelanlage läuft das System auf einen Schließdruck, der vom vorgeschalteten Steuerventil 60 bestimmt wird.

[0032] Die Darstellung der Schaltung gemäß Fig. 4 unterscheidet sich von der gemäß Fig. 2 bzw. 3 dadurch, dass der Vorrichtung 10 zur Erwärmung des Steuergases das Schaltventil 70 vorgeschaltet ist. Auch in Bezug auf die Darstellung gemäß Fig. 4 gilt, dass gleiche Gegenstände gleiche Bezugszeichen wie in den Fig. 2 und 3 aufweisen.

[0033] Wie bereits erläutert, ist der Vorrichtung 10 das Schaltventil 70 vorgeschaltet. Dieses Schaltventil 70 wird von einer beginnenden Stelldruckänderung des pneumatischen Reglers 15 durch den Druck in der Stelldruckleitung 41 angesteuert. Der Antrieb 71 des Schaltventils 70 wird auf der Schließseite 72 vom Ausgangsdruck in der Hauptleitung 20 hinter dem Stellgerät 40 und von der Kraft der Schließfeder 73 beaufschlagt. Die Öffnungsseite 74 des Antriebes 71 des Schaltventils 70 steht durch die Stelldruckleitung 41 mit dem pneumatischen Regler 15 in Verbindung. Ist das Gasdruckregelgerät außer Betrieb, wird der Druck in der Stelldruckleitung 41 gleich dem Ausgangsdruck, d. h. dem Druck in der Hauptleitung 20 hinter dem Stellgerät 40. Das Stellglied 76 im Schaltventil 70 wird durch die Kraft der Schließfeder 73 geschlossen. Beginnender Stelldruckaufbau öffnet das Stellglied 76 im Schaltventil 70 und nimmt die Vorrichtung zur Erwärmung des Steuergases in Funktion. Dabei ist das Schaltventil 70 so ausgelegt, dass es durch den Stelldruck geöffnet wird, bevor das eigentliche Gas-Druckregelgerät über den pneumatischen Regler 15 in Betrieb genommen wird.

[0034] In der Hauptleitung 20 nach dem Stellgerät 40 wird das entspannte Gas eine Temperatur erreichen, die sich aus dem Joule-Thomson-Effekt ergibt. Die Messung des Ausgangsdruckes für den pneumatischen Regler 15 erfolgt über die Leitung 43. Um am Messpunkt 27 demzufolge keine Vereisung eintreten zu lassen, wird das vom Regler 15 durch die Leitung 42 abströmende Steuergas durch diese Messleitung 43 abgeführt.

[0035] Die Figuren 6 und 7 zeigen eine Ausführungsform gemäß Figur 2, bei der das aus dem Auslass 35a austretende Warmgas noch zur Erwärmung des Gehäuserumpfes 11 b Verwendung findet. Das heißt, die gemäß Figur 2 im Fußbereich angeordnete Warmgasleitung 35 befindet sich bei der Ausführungsform gemäß den Figuren 6 und 7 unmittelbar unter dem Gehäusekopf 11a als Warmgasleitung 35b. Zur Erwärmung des Gehäuserumpfes als Verbindung zwischen Auslass 35a und der Warmgasleitung 35b ist ein sich axial erstreckender zweiter Spaltraum 12 vorgesehen, der sich über einen Teil der Mantelfläche des Gehäuserumpfes 11b erstreckt. Das heißt, der Spaltraum ist in etwa halbkreisförmig getroffen, so dass eine möglichst große Oberfläche zur Wärmeabgabe besteht (Figur 7). Es hat sich her-

ausgestellt, dass hierdurch auch die Vereisung des Gehäuses 11, und hier insbesondere des Gehäuserumpfes 11b, vermieden werden kann.

[0036] Bei der Ausführungsform gemäß Figur 8 wird das dem Schaltventil 70 durch die Leitung 21 zugeführte Gas in dem Gehäuse der Wirbelkammer 30 erwärmt. Hierzu wird das Gas mit dem Eingangsdruck in der Leitung 23 in die Leitung 26 abgezweigt, durch den Gehäuserumpf 11b geführt, um dann zum Schaltventil 70 zu gelangen, wie dies bereits im Zusammenhang mit Figur 4 beschrieben wurde. Hintergrund hierfür ist, dass das ankommende Gas im Schaltventil entspannt, und es dort infolgedessen zu einer Vereisung kommen kann. Dem wirkt die Zuführung erwärmten Gases entgegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erwärmung des Steuergases für einen pneumatischen Regler (15) eines Gas-Druckregelgerätes, wobei nach dem Ranque-Effekt ein in einer zylindrischen Wirbelkammer (30) tangential einströmendes Gas mit Druckgefälle sich in zwei Gasströme (4, 5) unterschiedlicher Temperatur aufteilt, wobei der wärmere (5) der beiden Gasströme durch einen Wärmetauscher (34) das Steuergas für den pneumatischen Regler (15) erwärmt.
2. Vorrichtung (10) zur Erwärmung des Steuergases in der Eingangsdruckleitung zu einem pneumatischen Regler (15) eines Gas-Druckregelgerätes, umfassend ein Gehäuse (11) mit einer zylindrischen Wirbelkammer (30) mit einem Einlass (22a) zum tangentialen Einströmen des Eingangsdruckgases mit einem überkritischen Druckgefälle und mindestens einem Auslass (35a) für das Warm- und mindestens einem weiteren Auslass (27a) für das Kaltgas, sowie einem die Wirbelkammer (30) unter Bildung eines Spaltraumes (33) umgebenden Wärmetauschers (34), wobei der Spaltraum (33) mindestens eine Eingangsöffnung (23a) für die Zuführung eines Steuergasstromes und mindestens eine Ausgangsöffnung (37a) für das durch den Wärmetauscher (34) erwärmte Steuergas für den pneumatischen Regler (15) aufweist, wobei der Spaltraum durch den Warmgasstrom in der Wirbelkammer erwärmt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlass (22a) zum tangentialen Einströmen des Gases im Kopfbereich der zylindrischen Wirbelkammer (30) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Warmgasauslass (35a) im Fußbereich, das heißt am entgegengesetzten Ende zu dem Einlass des Eingangsdruckgases in der Wirbelkammer

- (30) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kaltgasauslass (27a) in der Stirnseite der zylindrischen Wirbelkammer (30) angeordnet ist, die sich am entgegengesetzten Ende zu dem Warmgasauslass (35a) befindet.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kaltgasauslass (27a) zentrisch in der Stirnseite der zylindrischen Wirbelkammer (30) angeordnet ist.
 7. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ein- und die Ausgangsöffnung (23a, 37a) für das Steuergas jeweils an dem entgegengesetzten Ende der zylindrischen Wirbelkammer (30) angeordnet sind.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Warmgasauslass (35a) durch eine Drossel (50) in seinem Querschnitt veränderlich ist.
 9. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Einlass (22a) für das Eingangsdruckgas in seinem Querschnitt veränderlich ist.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drossel (50) einen in die Wirbelkammer (30) ragenden Konus (51) aufweist.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Eingangsdruckleitung (22) zu dem Einlass (22a) in die Wirbelkammer (30) ein Ventil (25, 60, 70) angeordnet ist.
 12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch das Ventil (25, 60, 70) der Einlass für das Eingangsdruckgas in die Wirbelkammer (30) geöffnet wird, bevor der pneumatische Regler (15) Steuergas anfordert.
 13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Leitung (22) zu dem Einlass (22a) in die Wirbelkammer (30) ein Absperrventil (25) angeordnet ist.
 14. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
- dass** in der Leitung (22) zu dem Einlass (22a) in die Wirbelkammer (30) ein pneumatisches Steuerventil (60) vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Solldruck zum Öffnen des Steuerventils (60) höher ist, als der Solldruck des pneumatischen Reglers (15).
 16. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Leitung (22) zu dem Einlass (22a) in die Wirbelkammer (30) ein Schaltventil (70) vorgesehen ist.
 17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schaltventil (70) so ausgelegt ist, dass es durch den Stelldruck geöffnet wird, bevor der pneumatische Regler (15) das Gas-Druckregelgerät in Betrieb nimmt.
 18. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass von dem Regler (15) durch einen Abströmleitung (42) das Steuergas in die Hauptleitung (20) hinter dem Stellgerät (40) eingeführt wird, wobei die Messung des Ausgangsdruckes hinter dem Stellgerät (40) an einem Messpunkt (27) der Abströmleitung (42) in der Hauptleitung (20) erfolgt, um am Messpunkt (27) keine funktionsstörende Vereisung eintreten zu lassen.
 19. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kaltgasabströmleitung (27) von der Warmgasabströmleitung (35) umgeben ist, um eine Vereisung der Kaltgasabströmleitung zu verhindern.
 20. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kaltgasauslass (27a) in seinem Querschnitt veränderbar ist.
 21. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) konzentrisch um das Wirbelrohr (30) angeordnet ist.
 22. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (11) einen Gehäusekopf (11a) und einen Gehäuserumpf (11 b) umfasst, wobei der Gehäusekopf (11a) vom Gehäuserumpf (11 b) thermisch getrennt ist (Pfeil 11c).
 23. Vorrichtung nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Gehäuseumpf (11 b) einen sich axial erstreckenden zweiten Spaltraum (12) aufweist, der einerseits mit dem Auslass (35a) für das Warmgas verbunden ist, wobei der Spaltraum (12) andererseits im Gehäuseumpf (11 b) unterhalb des Kopfes (11 a) durch eine Leitung (35b) mit der Kaltgasabströmleitung (27) verbunden ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Spaltraum (12) sich über einen Teil der Mantelfläche des Gehäuseumpfes (11 b) erstreckt.
25. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der dem Schaltventil (70) durch die Leitung (21) zugeführte Gasstrom in dem Gehäuse (11) der Wirbelkammer (30) erwärmt wird.

Claims

1. A method of heating the control gas for a pneumatic regulator (15) of a gas pressure regulator, a gas with a pressure gradient flowing tangentially into a cylindrical swirl chamber (30) dividing after the Ranque-Hilsch effect into two gas flow paths (4, 5) having different temperatures, the hotter gas flow path (5) heating the control gas for the pneumatic regulator (15) through a heat exchanger (34).
2. An apparatus (10) for heating the control gas in the input pressure line leading to a pneumatic regulator (15) of a gas pressure regulator, said apparatus including a housing (11) with a cylindrical swirl chamber (30) with an inlet (22a) for the input pressure gas to tangentially flow in with a supercritical pressure gradient and with at least one outlet (35a) for the hot gas and with at least one additional outlet (27a) for the cold gas, as well as with a heat exchanger (34) surrounding the swirl chamber (30) and forming a gap (33), said gap (33) comprising at least one inlet port (23a) for supplying a control gas flow and at least one outlet port (37a) for the control gas for the pneumatic regulator (15) heated by the heat exchanger (34), said gap being heated by the hot gas flow path in the swirl chamber.
3. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the inlet (22a) for the tangential gas inflow is arranged in the top region of the cylindrical swirl chamber (30).
4. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the hot gas outlet (35a) is provided in the bottom region, meaning at the end opposite the inlet of the input pressure gas into the swirl chamber (30).
5. The apparatus as set forth in claim 4,
characterized in
that the cold gas outlet (27a) is disposed in the front side of the cylindrical swirl chamber (30) which is located at the end opposite the hot gas outlet (35a).
6. The apparatus as set forth in claim 5,
characterized in
that the cold gas outlet (27a) is disposed in the center of the front side of the cylindrical swirl chamber (30).
7. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the inlet and the outlet ports (23a, 37a) for the control gas are disposed at opposite ends of the cylindrical swirl chamber (30).
8. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the cross section of the hot gas outlet (35a) may be varied by a throttle (50).
9. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the cross section of the inlet (22a) for the input pressure gas may be varied.
10. The apparatus as set forth in claim 8,
characterized in
that the throttle (50) comprises a cone (51) projecting into the swirl chamber (30).
11. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that a valve (25, 60, 70) is disposed in the input pressure line (22) leading to the inlet (22a) in the swirl chamber (30).
12. The apparatus as set forth in claim 11,
characterized in
that the inlet for the input pressure gas in the swirl chamber (30) is caused to open by the valve (25, 60, 70) before the pneumatic regulator (15) requires control gas.
13. The apparatus as set forth in claim 11 or 12,
characterized in
that a shut-off valve (25) is disposed in the line (22) leading to the inlet (22a) into the swirl chamber (30).
14. The apparatus as set forth in claim 11 or 12,
characterized in
that a pneumatic control valve (60) is provided in the line (22) leading to the inlet (22a) into the swirl chamber (30).

15. The apparatus as set forth in claim 14,
characterized in
that the nominal pressure for opening the control valve (60) is higher than the nominal pressure of the pneumatic regulator (15).
16. The apparatus as set forth in claim 11 or 12,
characterized in
that a sequential valve (70) is provided in the line (22) leading to the inlet (22a) into the swirl chamber (30).
17. The apparatus as set forth in claim 16,
characterized in
that the sequential valve (70) is designed in such a manner that it is caused to open through the set pressure before the pneumatic regulator (15) puts the gas pressure regulator into operation.
18. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the control gas is fed from the regulator (15), via a flow-off line (42), into the main line (20) behind the actuator device (40), the measurement of the output pressure behind the actuator device (40) occurring at a point of measurement (27) of the flow-off line (42) in the main line (20) in order to prevent function disturbing icing from occurring at the point of measurement (27).
19. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the cold gas flow-off line (27) is surrounded by the hot gas flow-off line (35) in order to prevent icing of the cold gas flow-off line.
20. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the cold gas outlet (27a) is variable in cross section.
21. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the heat exchanger (34) is disposed concentrically about the swirl tube (30).
22. The apparatus as set forth in claim 2,
characterized in
that the housing (11) includes a housing top (11 a) and a housing body (11 b), the housing top (11 a) being thermally separated from the housing body (11 b) (arrow 11c).
23. The apparatus as set forth in claim 22,
characterized in
that the housing body (11 b) comprises an axially extending second gap (12) which on one side is connected to the outlet (35a) for the hot gas, the gap

(12) being on the other side connected to the cold gas flow-off line (27) in the housing body (11 b) beneath the housing top (11a) via a line (35b).

- 5 24. The apparatus as set forth in claim 23,
characterized in
that the gap (12) extends over part of the outer surface of the housing body (11 b).
- 10 25. The apparatus as set forth in claim 11,
characterized in
that the gas flow supplied to the sequential valve (70) through the line (21) is heated in the housing (11) of the swirl chamber (30).

Revendications

- 20 1. Procédé de chauffage du gaz de commande pour un régulateur pneumatique (15) d'un appareil de régulation de la pression d'un gaz, dans lequel un gaz pénétrant tangentielllement dans une chambre de turbulence cylindrique (30) suivant l'effet de Ranque avec un gradient de pression se divise en deux flux gazeux (4, 5) de différentes températures, le plus chaud (5) des deux flux gazeux chauffant le gaz de commande pour le régulateur pneumatique (15) par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur (34).
- 25 2. Dispositif (10) de chauffage du gaz de commande dans la conduite de pression d'entrée menant à un régulateur pneumatique (15) d'un appareil de régulation de la pression d'un gaz, du type comprenant un boîtier (11) avec une chambre de turbulence cylindrique (30) ayant une admission (22a) permettant l'admission tangentielle du gaz ayant une pression d'entrée avec un gradient de pression hypercritique et au moins une sortie (35a) pour le gaz chaud et au moins une sortie supplémentaire (27a) pour le gaz froid, ainsi qu'un échangeur de chaleur (34) entourant la chambre de turbulence (30) à distance de manière à former un espace en forme de fente (33), cet espace en forme de fente (33) ayant au moins un orifice d'admission (23a) pour l'acheminement d'un flux de gaz de commande et au moins un orifice de sortie (37a) pour le gaz de commande pour le régulateur pneumatique (15) chauffé par l'échangeur de chaleur (34), l'espace en forme de fente étant réchauffé par le flux de gaz chaud dans la chambre de turbulence.
- 30 3. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que l'admission (22a) permettant l'injection tangentielle du gaz est disposée dans la partie formant tête de la chambre de turbulence cylindrique (30).
- 35 4. Dispositif selon la revendication 2,
- 40
- 45
- 50
- 55

caractérisé en ce

que la sortie de gaz chaud (35a) est prévue dans la partie formant la base, c'est-à-dire à l'extrémité située en regard de l'admission du gaz à la pression d'entrée débouchant dans la chambre de turbulence (30).

5. Dispositif selon la revendication 4,
caractérisé en ce
que la sortie de gaz froid (27a) est disposée dans la face frontale de la chambre de turbulence cylindrique (30) qui se trouve à l'extrémité située en regard de la sortie de gaz chaud (35a). 5
6. Dispositif selon la revendication 5,
caractérisé en ce
que la sortie de gaz froid (27a) est disposée au centre de la face frontale de la chambre de turbulence cylindrique (30). 10
7. Dispositif selon la revendication 5,
caractérisé en ce
que l'orifice d'admission et l'orifice de sortie (23a, 37a) pour le gaz de commande sont disposés à des extrémités opposées de la chambre de turbulence cylindrique (30). 15
8. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que la section de la sortie de gaz chaud (35a) peut être variée par un papillon (50). 20
9. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que la section de l'admission (22a) pour le gaz à la pression d'entrée est variable. 25
10. Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce
que le papillon (50) comporte un cône (51) faisant saillie dans la chambre de turbulence (30). 30
11. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
qu'une vanne, un clapet ou un robinet (25, 60, 70) est disposé dans la conduite de pression d'entrée (22) menant à l'admission (22a) débouchant dans la chambre de turbulence (30). 35
12. Dispositif selon la revendication 11,
caractérisé en ce
que l'admission pour le gaz à la pression d'entrée débouchant dans la chambre de turbulence (30) est ouverte par la vanne, le clapet ou le robinet (25, 60, 70) avant que le régulateur pneumatique (15) ne demande du gaz de commande. 40
13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, 45

caractérisé en ce

qu'un robinet d'arrêt (25) est disposé dans la conduite (22) menant à l'admission (22a) débouchant dans la chambre de turbulence (30).

14. Dispositif selon la revendication 11 ou 12,
caractérisé en ce
qu'un clapet pilote pneumatique (60) est prévu dans la conduite (22) menant à l'admission (22a) débouchant dans la chambre de turbulence (30). 50
15. Dispositif selon la revendication 14,
caractérisé en ce
que la pression nominale destinée à ouvrir le clapet pilote (60) est supérieure à la pression nominale du régulateur pneumatique (15). 55
16. Dispositif selon la revendication 11 ou 12,
caractérisé en ce
qu'une vanne séquentielle (70) est prévue dans la conduite (22) menant à l'admission (22a) débouchant dans la chambre de turbulence (30).
17. Dispositif selon la revendication 16,
caractérisé en ce
que la vanne séquentielle (70) est conçue de manière à s'ouvrir sous l'action de la pression de réglage avant que le régulateur pneumatique (15) ne mette en service l'appareil de régulation de la pression d'un gaz.
18. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que, partant du régulateur (15), le gaz de commande est véhiculé dans une conduite d'écoulement (42) et est introduit dans la conduite principale (20) montée en aval de l'actionneur (40), la pression de sortie en aval de l'actionneur (40) étant mesurée à un point de mesure (27) de la conduite d'écoulement (42) dans la conduite principale (20) afin d'empêcher le givrage au point de mesure (27), ce givrage étant susceptible de perturber le fonctionnement.
19. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que la conduite d'écoulement du gaz froid (27) est entourée de la conduite d'écoulement du gaz chaud (35) afin d'éviter le givrage de la conduite d'écoulement du gaz froid.
20. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que la section de la sortie de gaz froid (27a) est variable.
21. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que l'échangeur de chaleur (34) est disposé con-

centriquement au tube vortex (30).

- 22.** Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce
que le boîtier (11) comprend une tête (11a) de boîtier 5
 et un corps (11 b) de boîtier, la tête (11 a) de boîtier
 étant thermiquement isolée du corps (11 b) du boîtier
 (flèche 11 c).
- 23.** Dispositif selon la revendication 22, 10
caractérisé en ce
que le corps (11 b) du boîtier comporte un deuxième
 espace en forme de fente (12) qui s'étend axialement
 et qui est relié d'une part à la sortie (35a) pour le gaz 15
 chaud, l'espace en forme de fente (12) étant d'autre
 part relié à la conduite d'écoulement du gaz froid
 (27) dans le corps (11 b) du boîtier en dessous de
 la tête (11 a) par l'intermédiaire d'une conduite (35b).
- 24.** Dispositif selon la revendication 23, 20
caractérisé en ce
que l'espace en forme de fente (12) s'étend sur une
 partie de la surface extérieure du corps (11 b) du
 boîtier. 25
- 25.** Dispositif selon la revendication 11,
caractérisé en ce
que le flux gazeux acheminé dans la conduite (21)
 vers la vanne séquentielle (70) est réchauffé dans
 le boîtier (11) de la chambre de turbulence (30). 30

35

40

45

50

55

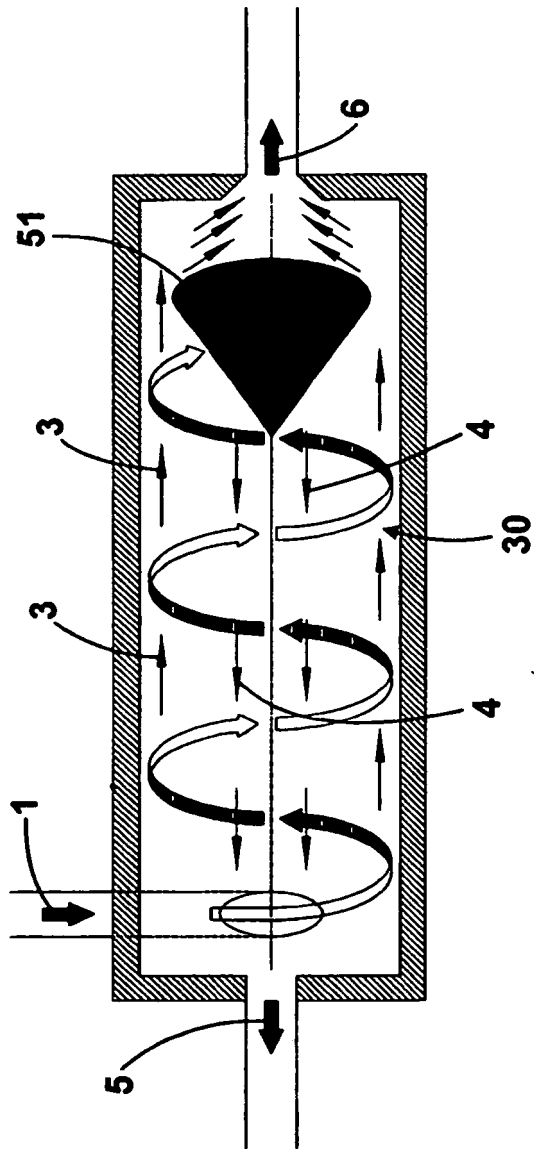
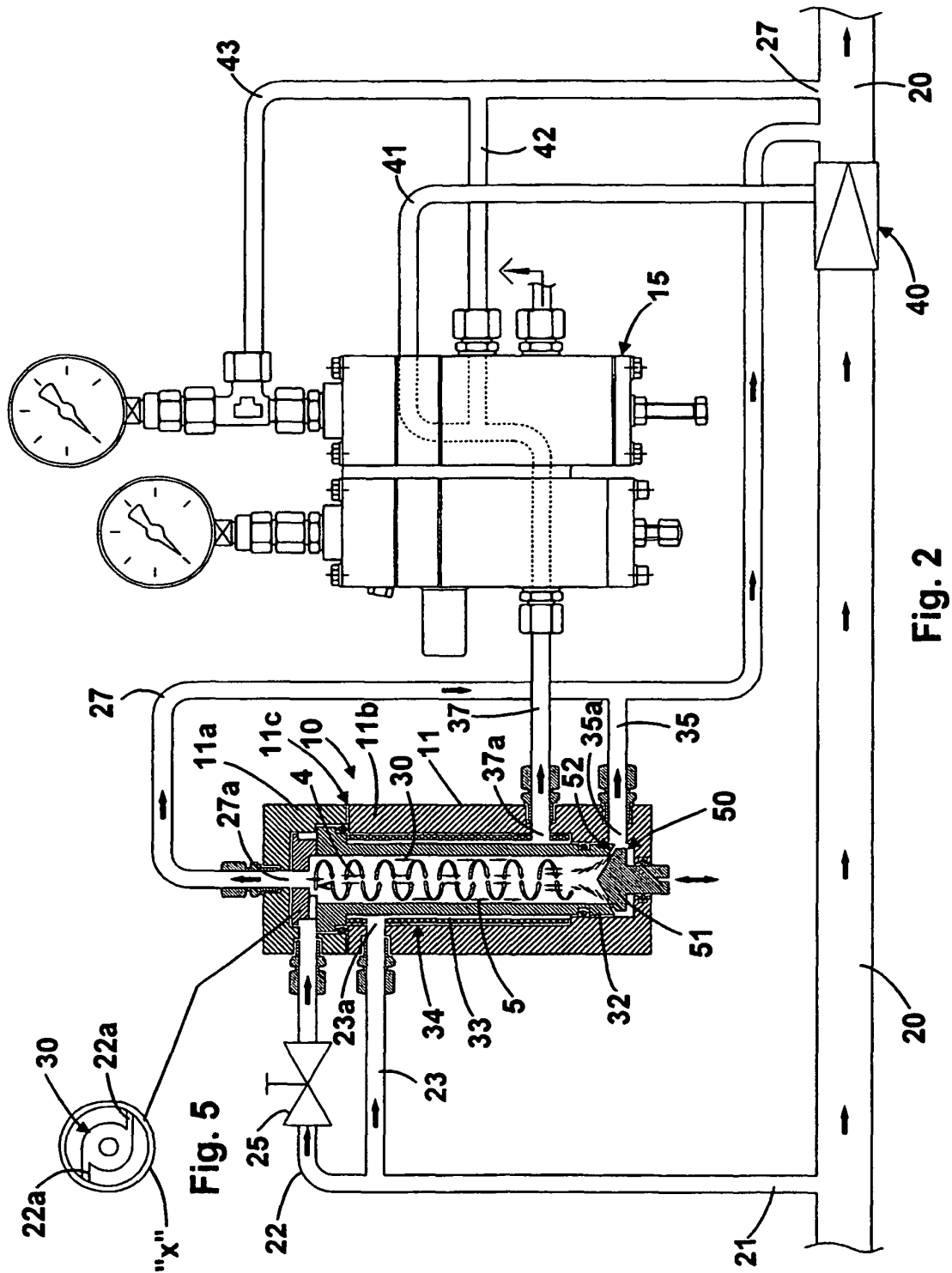


Fig. 1



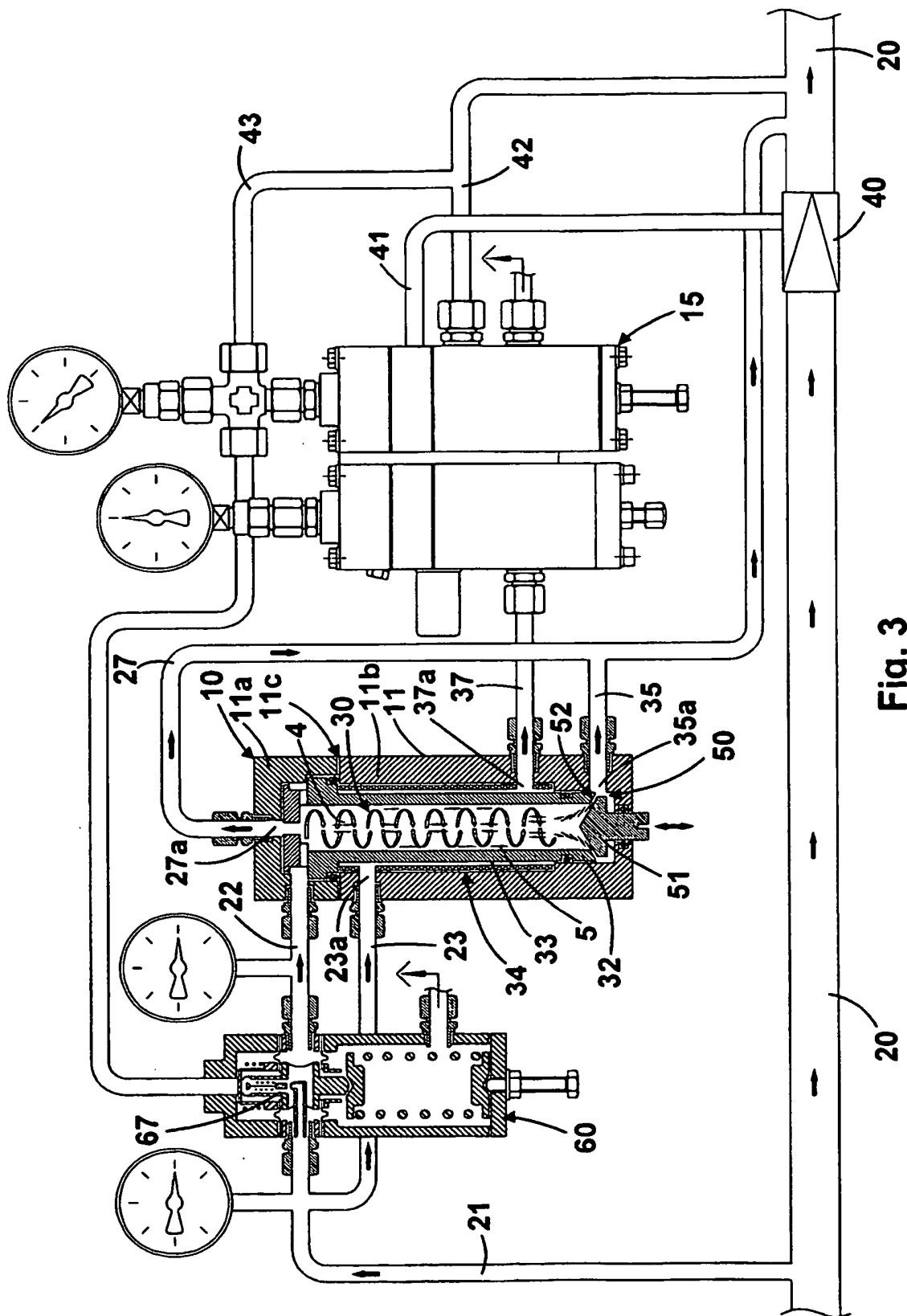


Fig. 3

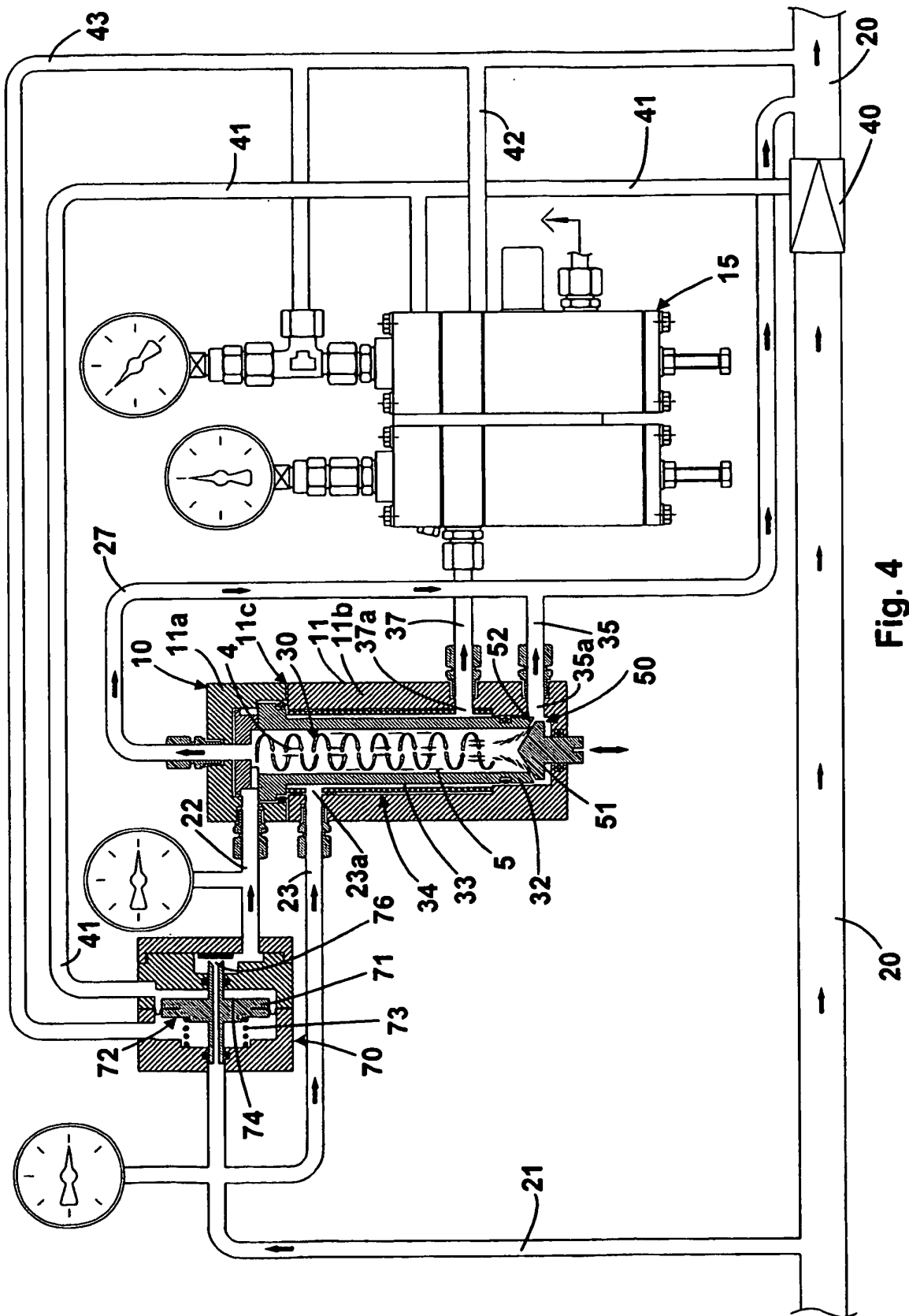
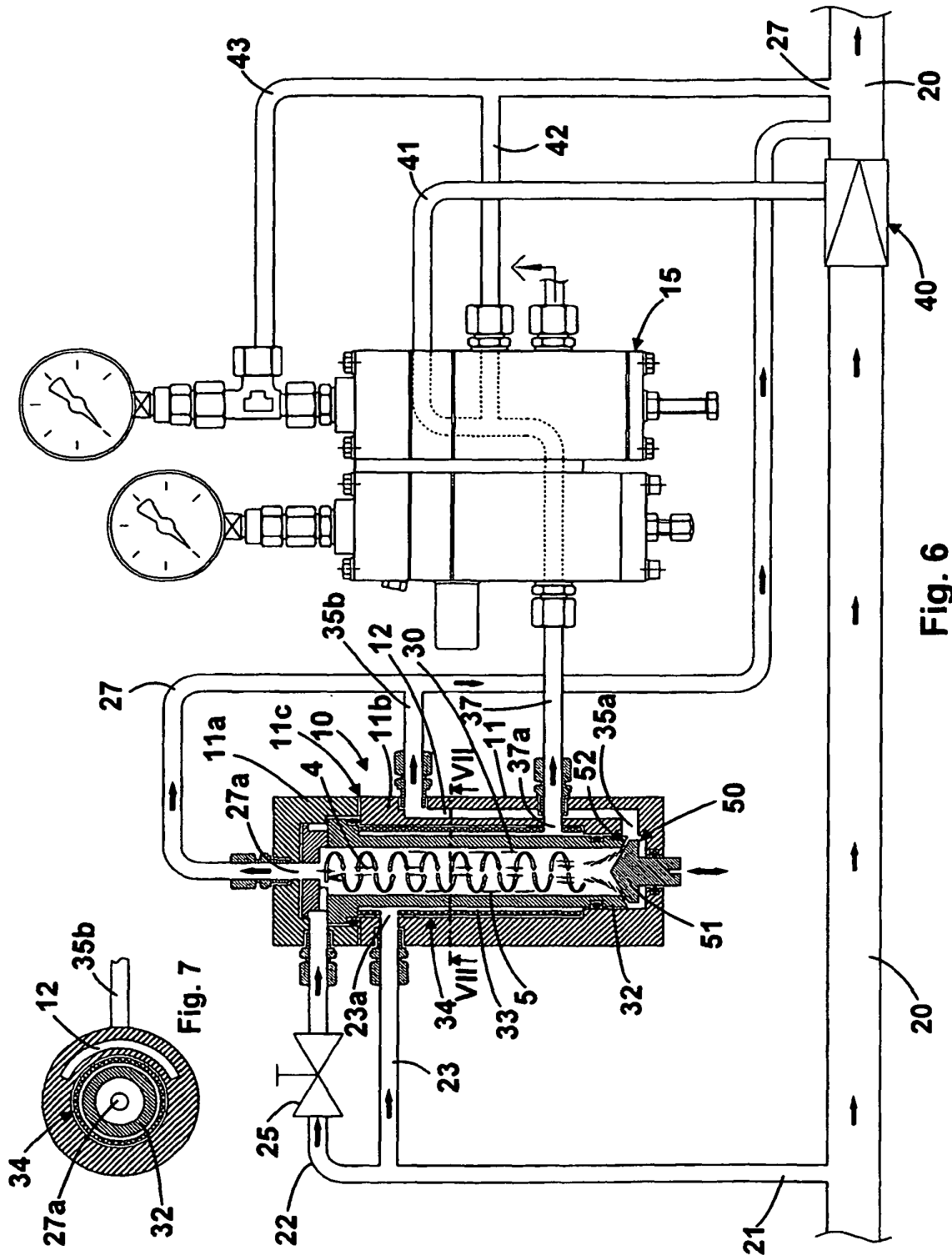


Fig. 4



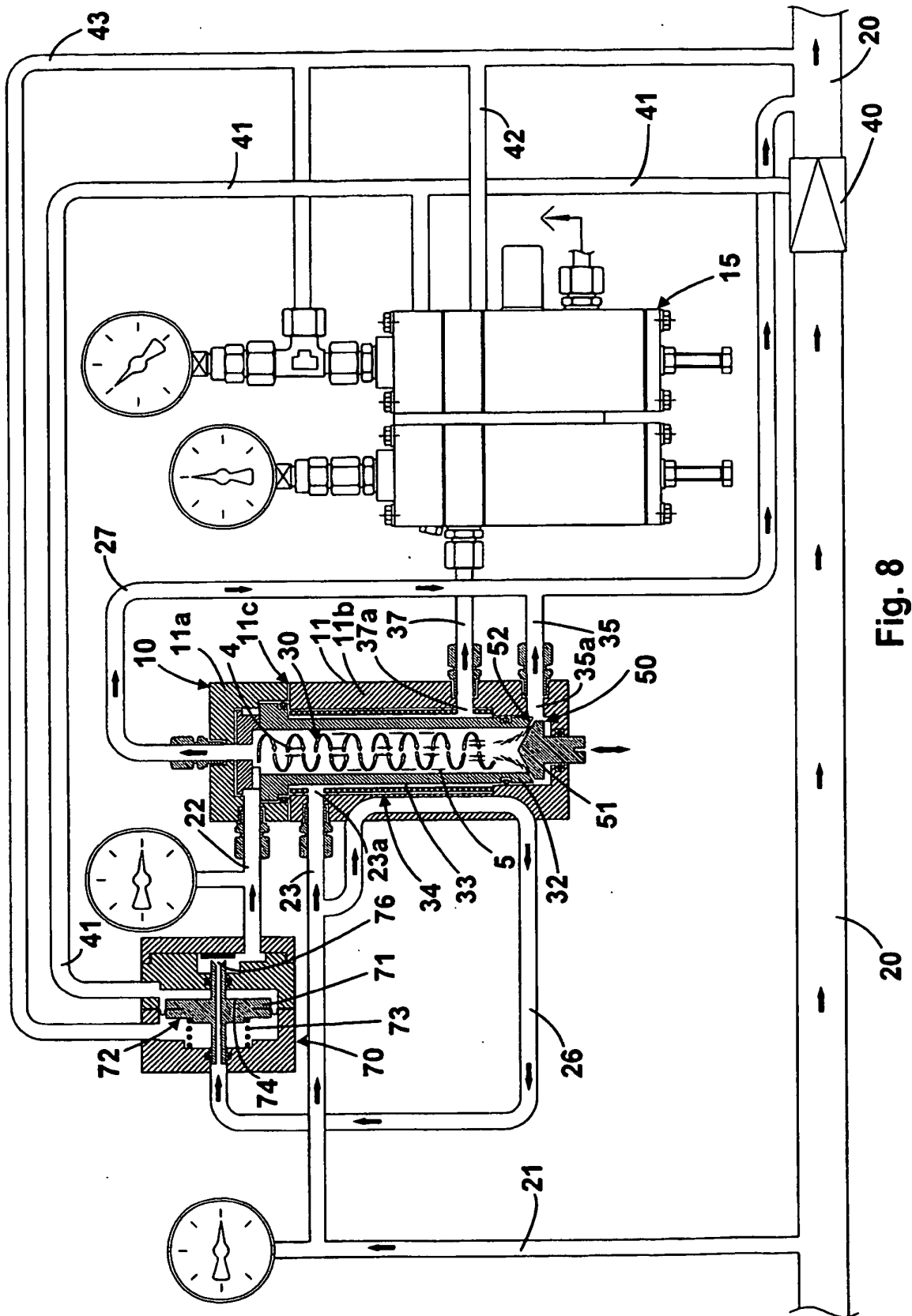


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 950295 [0002]
- US 4245665 A [0002]