

(19)



(11)

EP 3 295 014 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

(51) Int Cl.:
F02M 26/24 ^(2016.01) **F02M 26/28** ^(2016.01)
F02M 26/30 ^(2016.01) **F02M 26/32** ^(2016.01)
F02M 26/73 ^(2016.01) **F01P 3/20** ^(2006.01)
F01P 5/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16721157.2**

(22) Anmeldetag: **06.05.2016**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/060143

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/180717 (17.11.2016 Gazette 2016/46)

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ABGASRÜCKFÜHRUNG

DEVICE AND METHOD FOR EXHAUST GAS RECIRCULATION

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE RECIRCULATION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

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

(30) Priorität: **09.05.2015 DE 102015006100**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(73) Patentinhaber: **Motorenfabrik Hatz GmbH & Co. KG**
94095 Ruhstorf/Rott (DE)

(72) Erfinder:
• **WINTER, Tobias**
94081 Fürstenzell (DE)

- **THIERFELDER, Simon**
94474 Vilshofen (DE)
- **EDER, Erich**
94152 Neuhaus/Inn (DE)
- **STIEGLBAUER, Thomas**
84371 Triftern (DE)

(74) Vertreter: **Grättinger Möhring von Poschinger**
Patentanwälte Partnerschaft
Wittelsbacherstrasse 2b
82319 Starnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 378 104 DE-A1- 10 232 515
DE-A1-102011 001 461

EP 3 295 014 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abgasrückführung (AGR), insbesondere bei Dieselmotoren gemäß Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Sie betrifft ferner ein Verfahren zur Abgasrückführung (AGR), insbesondere bei Dieselmotoren gemäß Patentanspruch 11.

[0003] Bekannte Ausführungsformen der Abgasrückführung (AGR) leiten innerhalb einer AGR-Strecke einen vom Motor abgasseitig abgezweigten Abgasstrang zur Rückführung in den Frischluftpfad des Motors. Sie umfassen eine an das Kühlsystem des Motors angeschlossene Kühlvorrichtung als Abgas-/Kühlmittel-Wärmetauscher, sowie ein AGR-Ventil, dessen Aufgabe darin besteht, die rückgeführte Abgasmenge in Anpassung an die Kennfelddaten des Motors zu regeln. Hierzu wird beispielhaft auf DE 10 2010 014 845 A1 verwiesen. In EP 2 378 104 A1 und DE 10 2011 001 461 A1 sind weitere ähnliche Ausführungsbeispiele beschrieben.

[0004] Einerseits geht es bei Dieselmotoren darum, die Abgasrückführung (AGR) zur NOx-Reduktion zu nutzen. Dem Motor soll dabei auf seiner Frischluftseite möglichst kaltes Abgas zugeführt werden, um zu dem genannten Zweck die Prozessstemperatur möglichst niedrig zu halten. Daher ist nach einer bekannten Ausführungsform vorgesehen, das AGR-Ventil auf der kalten Seite des Wärmetauschers anzuordnen, was jedoch den Nachteil mit sich bringt, dass das AGR-Ventil bei Betriebspunkten unter dem Kondensationspunkt des Abgases zur Versottung neigt.

[0005] Bei einer anderen bekannten Ausführungsform ist das AGR-Ventil deshalb auf der heißen Seite des Wärmetauschers angeordnet, wodurch es allerdings thermisch hoch belastet wird und daher nur die begrenzte Lebensdauer, ähnlich einem Verschleißbauteil, erreicht.

[0006] Hinzu kommt als weitere Problematik die sogenannte Kühleralterung (Fouling) des Wärmetauschers durch Oberflächenablagerungen, die zu einer Verschlechterung des Wärmeübergangs in der Kühlstrecke führen, was sich nachteilig auf die Wirkungsweise der AGR-Strecke auswirkt.

[0007] Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die genannten Nachteile vermeidet, insbesondere das AGR-Ventil zu Gunsten einer längeren Lebensdauer thermisch entlastet, und damit den Anforderungen einer effizienten AGR-Rückführung für robuste und langlebige Industriedieselmotoren genügt.

[0008] Erfindungsgemäß wird dieses Ziel mit einer Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 und weiteren Ausgestaltungen sowie einem Verfahren gemäß Anspruch 10

und weiteren Ausgestaltungen erreicht.

[0009] Dadurch, dass nach dem Erfindungsvorschlag die Kühlvorrichtung in einen AG-Vorkühler und einen diesem nachgeschalteten AG-Hauptkühler geteilt wird, be-

steht die Möglichkeit, dass AGR-Ventil zwischen AG-Vor- und AG-Hauptkühler anzuordnen, wobei dort ein Ventilgehäuse zur Aufnahme des AGR-Ventils vorgesehen ist.

[0010] Dabei ist die Kühlung sowohl des Ventilgehäuses, in welchem das AGR-Ventil aufgenommen ist, als auch eine Innenkühlung des AGR-Ventils unproblematisch, indem ein Kühlmittelanschluss zum AG-Vorkühler dem Ventilgehäuse des AGR-Ventils zugeordnet ist. Auf diese Weise erfolgt über das gekühlte Ventilgehäuse eine Außenkühlung des AGR-Ventils, dessen elektrische Einbauteile noch an eine gesonderte Innenkühlung angeschlossen sein können.

[0011] Außerdem kann über den Kühlmittelanschluss des Ventilgehäuses der AG-Vorkühler mit Kühlmittel versorgt werden.

[0012] Das abgezweigte Abgas wird zuerst im AG-Vorkühler und nach seinem Durchtritt durch das AGR-Ventil im AG-Hauptkühler abgekühlt, so dass eine die NOx-Reduktion fördernde Mischtemperatur auf der Frischluftseite des Motors erreicht wird. Dadurch, dass der AG-Hauptkühler dem AGR-Ventil nachgeschaltet ist besteht keine Gefahr einer Versottung des AGR-Ventils durch niedrige Temperaturen des rückgeführten Abgases.

[0013] Durch die erfindungsgemäße Reihenschaltung von AG-Vorkühler und AG-Hauptkühler wird ferner dem Einfluss der nachteiligen Kühleralterung entgegengewirkt, da ein Abfall der Kühlwirkung des AG-Vorkühlers durch den nachgeschalteten AG-Hauptkühler kompensiert wird. Im Falle einer ansteigenden Eintrittstemperaturdifferenz auf Seiten des AG-Vorkühlers ergibt sich nämlich auch eine höhere Eintrittstemperaturdifferenz auf Seiten des AG-Hauptkühlers, der damit den Abfall der Kühlwirkung des AG-Vorkühlers etwa ausgleicht. Durch die Aufrechterhaltung der Mischtemperatur auf der Frischluftseite des Motors entfällt damit die nachteilige Fouling-Problematik, d.h. Ablagerungen im AG-Kühlsystem führen in gewissen Grenzen nicht zu einer Erhöhung der Abgastemperatur nach dem AG-Hauptkühler, selbst wenn im AG-Vorkühler eine gewisse Verschlechterung des Wärmeübergangs durch Kühleralterung hinzunehmen wäre.

[0014] Sowohl der AG-Vorkühler als auch der AG-Hauptkühler können vorteilhaft als Gussteile ausgebildet sein, entweder in einteiliger oder mehrteiliger Form.

[0015] Dabei kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der AG-Vorkühler und das Ventilgehäuse als einteiliges Bauteil ausgebildet sind.

[0016] Eine Herstellungsvereinfachung ergibt sich durch die weitere Variante, dass der AG-Vorkühler und/oder der AG-Hauptkühler jeweils ein mehrteiliges Gehäuse aufweisen. Damit verbindet sich die vorteilhafte Möglichkeit, dass in die Kühlergehäuse jeweils ein vorgefertigtes Wärmetauscher-Einsatzteil eingebaut werden kann und dass auf diese Weise der AG-Vorkühler und der AG-Hauptkühler mit gleichen Wärmetauscher-Einsatzteilen ausgestattet werden können. Als Wärmetauscher-Einsatzteile für das Abgas kommen bevorzugt

handelsübliche Rohrbündel-Wärmetauscher in Frage.

[0017] In diesem Zusammenhang kann die Variante vorteilhaft sein, dass jeweils ein an das Ventilgehäuse anschließender Gehäuseteil des Vorkühlers und/oder des Hauptkühlers einteilig mit dem Ventilgehäuse ausgebildet ist; dadurch können zwei gesonderte Bauteile eingespart werden und es entfallen Dichtflansche mit Verschraubungsteilen.

[0018] Bei einer ersten Ausführungsvariante wird das Motorkühlwasser für das AGR-System dem Motorkühlwasserkreislauf entnommen und vorteilhaft zuerst dem Ventilgehäuse zugeführt. In diesem wird es in mehrere Kühlwasserpfade geteilt. Einer davon durchläuft den AG-Vorkühler und danach den AG-Hauptkühler; ein weiterer strömt durch das Ventilgehäuse und kühlt dabei das AGR-Ventil von außen, wonach er dem Motorkühlsystem zugeführt wird; ein weiterer Kühlwasserpfad durchströmt das Innere des AGR-Ventils, wo es dessen elektrische Komponenten kühlt.

[0019] Letztlich münden alle Kühlwasserpfade wieder über Schlauchleitungen in das Motorkühlwasser des Motors. Ein Teilstrom kann z.B. über den Ölkühler geleitet und dann zurück zum Motorkühler fließen.

[0020] Neben den bekannten Rohrbündelwärmetauscher-Elementen eignen sich grundsätzlich auch Wärmetauscher mit gegossenen Kammern zur Leitung des Abgasstroms, wobei die Kammern außenseitig von Kühlwasser umströmt werden. Dabei lässt sich auf einfache Weise eine Verbesserung des Wärmeübergangs dadurch erzielen, dass die inneren Gussoberflächen der Wärmetauscher ein- oder beidseitig verhältnismäßig rau ausgebildet sind, so dass gas- wie auch wasserseitig Strömungsturbulenzen entstehen.

[0021] Bei einer weiteren Ausführungsvariante wird ein erster Kühlwasserpfad in den AG-Vorkühler geleitet und gelangt von dort direkt in den AG-Hauptkühler; das Ventilgehäuse wird hier durch einen gesonderten Kühlwasserpfad für die Gehäusekühlung und die Innenkühlung des AGR-Ventils versorgt.

[0022] Zur Verwirklichung vorstehender Ausführungsvarianten wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass ein Kühlmittelanschluss den Kühlmittelzufluss zum Ventilgehäuse bildet, dass der AG-Vorkühler an das Ventilgehäuse angeschlossen und mit einem Kühlmittelabfluss zum AG-Hauptkühler versehen ist.

[0023] Ferner wird vorgeschlagen, dass das Ventilgehäuse mit weiteren Kühlmittelabflüssen zum Motorkühlsystem und/oder anderen motorseitigen Wärmetauschern versehen ist.

[0024] Schließlich wird vorgeschlagen, dass der AG-Vorkühler zur Leitung des Kühlmittels getrennte, in Längsrichtung des AG-Vorkühlers erstreckte Kühlkanäle zur Kühlung des Abgases im Gegenstrom aufweist.

[0025] Nach einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Kühlmittelanschluss den Kühlmittelzufluss zum AG-Vorkühler bildet, dessen Kühlmittelabfluss direkt mit dem AG-Hauptkühler verbunden ist, dessen Kühlmittelabfluss wiederum mit dem Motorkühlsys-

tem verbunden ist.

[0026] Nach einem insbesondere bei Dieselmotoren vorteilhaften Verfahren zur Abgasrückführung ist vorgesehen, dass das aus dem Abgasstrang des Motors abgezweigte Abgas innerhalb einer AGR-Strecke in Serie zuerst durch einen AG-Vorkühler dann zur Bemessung der AG-Rückführrate und deren Verteilung durch ein AGR-Ventil und schließlich durch einen AG-Hauptkühler geschickt wird.

[0027] Das Kühlmittel wird jeweils aus dem Kühlsystem des Motors abgezweigt; das dabei abgezweigte Kühlwasser wird in Serie zuerst durch den AG-Vorkühler, danach durch den AG-Hauptkühler geleitet. Wenigstens eine Teilmenge des abgezweigten Kühlwassers wird durch ein das AGR-Ventil aufnehmendes Ventilgehäuse und/oder durch das Innere des AGR-Ventils geleitet und ggf. an außerhalb der AGR-Strecke vorhandene motorseitige Wärmetauscher abgezweigt.

[0028] Das durch den AG-Vorkühler geleitete Kühlwasser wird dort auf eine Temperatur deutlich über dem Kondensationspunkt des Abgases abgekühlt. Das Abgas gelangt somit durch das AGR-Ventil, ohne dass dieses thermisch überlastet oder durch Kondensation gefährdet wird. Dabei wird das aus dem Abgaskrümmern des Motors mit 550 bis 600°C abgezweigte Abgas im AG-Vorkühler um ca. 200 bis 250°C abgekühlt. Das im AG-Hauptkühler abgekühlte Abgas verlässt die AGR-Strecke mit einer Austrittstemperatur von nicht mehr als etwa 100°C.

[0029] Durch die erfindungsgemäße Reihenschaltung von AG-Vorkühler und AG-Hauptkühler und der Anordnung des AGR-Ventils zwischen den beiden Kühlern wird das AGR-Ventil einerseits thermisch entlastet; andererseits ist die Abgastemperatur im AGR-Ventil noch deutlich über der Kondensationstemperatur des Abgases, so dass es im AGR-Ventil zu keiner Versottung kommt wie dies bei bekannten AGR-Strecken mit eingangs angeordneten AGR-Ventilen zu beobachten ist.

[0030] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine AGR-Strecke mit jeweils einteilig ausgebildeten AG-Vorkühler und AG-Hauptkühler,

Fig. 2 eine räumliche Darstellung einer Ausführungsform gemäß Fig. 1 in perspektivischer Außenansicht,

Fig. 3 die Ausführungsform gemäß Fig. 2, teilweise geschnitten,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer AGR-Strecke mit jeweils in geteilter Form ausgebildeten AG-Vorkühler und AG-Hauptkühler,

Fig. 5 eine räumliche Darstellung einer Ausführungsform gemäß Fig. 4 in perspektivischer Außenansicht

und.

Fig. 6 in schematischer Darstellung eine Ausführungsvariante zu Fig. 4

[0031] Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine AGR-Strecke nach einem Abgaskrümmmer 1, aus welchem das Motorabgas 7 über das (nicht gezeigte) Abgassystem nach Außen abgeleitet wird. Der Abgaskrümmmer 1 besitzt eine Abzweigung 2, über welche ein Abgasteilstrom 7a einem AG-Vorkühler 3 zugeführt, danach in einem AGR-Ventilgehäuse 4 um 90 Grad umgelenkt und über einen nachgeschalteten AG-Hauptkühler 5 als abgekühlter Abgasteilstrom 7b dem (nicht gezeichneten) Ansaugkrümmer des Motors zugeführt wird.

[0032] Der AG-Vorkühler 3 ist als einteiliges Gussteil zusammen mit dem AGR-Ventilgehäuse 4 ausgebildet und über eine Flanschverbindung 4b mit dem ebenfalls als Gussteil ausgebildeten AG-Hauptkühler 5 dichtend verbunden. Der AG-Hauptkühler 5 ist ebenfalls einteilig ausgebildet; er endet mit einem Flansch 5b zur Verbindung mit dem nicht gezeigten Ansaugkrümmer des Motors.

[0033] Mit dunklen Pfeilen sind verschiedenen Kühlpfade eingezeichnet, welche alle vom Kühlsystem des Motors versorgt werden, wobei die Ausgangstemperatur des (nicht gezeichneten) Motorölkühlers etwa der Eingangstemperatur der verschiedenen Kühlpfade entspricht.

[0034] Gemäß Fig. 1 gelangt ein erster Kühlpfad 8 über einen Kühlmittelanschluss 18 in das Innere des Ventilgehäuses 4. Dort kommt es zur Aufteilung des Kühlpfads 8 in einen ersten Kühlpfad 8a, welcher den Vorkühler 3 durchläuft und über dessen Kühlmittelaustritt 11 an den AG-Hauptkühler 5 weitergeleitet wird. Durch den Kühlmiteleintritt 12 des AG-Hauptkühlers 5 gelangt das im Vorkühler 3 erwärmte Kühlwasser über dessen Kühlmittelaustritt 13 gemäß Pfeil 8b wieder zurück in das Kühlsystem des Motors.

[0035] Der abgezweigte Abgasstrom 7a, dessen Eingangstemperatur in den Vorkühler 3 ca. 550 bis 600°C beträgt, wird im AG-Vorkühler 3 um ca. 250 bis 300°C abgekühlt, um dann als Abgasstrom 7b mit einer Temperatur $\leq 100^\circ\text{C}$ aus dem AG-Hauptkühler 5 auszutreten, bevor es dem Ansaugkrümmer des Motors zugeführt wird.

[0036] Aus dem Kühlpfad 8 wird im Inneren des AGR-Ventilgehäuses 4 ein Teilstrom 8c abgezweigt, welcher der Kühlung des Ventilgehäuses 4 dient. In dessen Inneren befindet sich ein Kühlmantel 22 (vgl. Fig. 3) zur Kühlung einer Sitzkonsole 23 für die Aufnahme eines Ventilkörpers des AGR-Ventils 6. Durch einen Kühlmittelaustritt 19 wird der Kühlwasserteilstrom 8c wieder dem Kühlsystem des Motors zugeführt.

[0037] Ferner wird im Inneren des Ventilgehäuses 4 ein weiterer Teilstrom 8d abgezweigt, der das Innere des AGR-Ventils 6 zwecks Kühlung der dort vorhandenen elektrischen Einbauteile durchströmt und über einen Kühlmittelaustritt 20 mit dem Kühlsystem des Motors ver-

bunden ist.

[0038] Figur 2 zeigt in vereinfachter räumlicher Darstellung eine Ausführungsform nach dem Prinzip der Fig. 1. Gleiche Bauteile sind dort mit den Bezugszeichen gemäß Fig. 1 bezeichnet. Zusätzlich ist eine Schlauchverbindung 21 zwischen dem AG-Vorkühler 3 und dem AG-Hauptkühler 5 eingezeichnet. Die beiden AG-Kühler 3, 5 schließen, wie in Fig. 1 erkennbar unter einem Winkel von 90 Grad aneinander an, wobei das Winkelstück durch das Ventilgehäuse 4 gebildet ist. AG-Vorkühler 3 ist mit dem das Winkelstück bildenden Ventilgehäuse 4 einteilig verbunden, vorteilhaft als einteiliges Gussteil ausgebildet.

[0039] Figur 3 lässt weitere Details zu Fig. 2 erkennen, nämlich den bereits erwähnten Kühlmantel 22 des Ventilgehäuses 4, welcher zur Kühlung der Sitzkonsole 23 dient, in welcher der Ventilkörper 24 des AGR-Ventils 6 aufgenommen ist.

[0040] Über Bohrungen 26 im Ventilkörper 24 ist das Kühlmittel mit dem Inneren des AGR-Ventils 6 zwecks Kühlung der dort untergebrachten elektrischen Einbauten verbunden. Diese Einbauten dienen der Betätigung eines Ventilstößels 25, der in Fig. 3 in seiner Verschlussstellung gegenüber einem Ventilsitz 27 gezeichnet ist und je nach Durchgangsöffnung den Gasstrom 7a regelt.

[0041] Figur 4 zeigt in schematischer Draufsicht eine Ausführungsform mit geteilter Ausführung des AG-Vorkühlers 3, des AG-Hauptkühlers 5 sowie gesonderter Ausführung des Ventilgehäuses 4. Abgesehen von der geteilten Ausführung des AG-Vorkühlers 3 in zwei Gehäusehälften 3a und 3b sowie des AG-Hauptkühlers 5 in zwei Gehäusehälften 5a und 5b unterscheidet sich die Fig. 4 von der Fig. 1 durch einen direkten Anschluss eines vom Motorkühlsystem abgezweigten Kühlmittelpfads 9 an einen Kühlmittelanschluss 10 des Gehäuseteils 3a des AG-Vorkühlers 3. Der Kühlmittelpfad 9 durchströmt den AG-Vorkühler 3 und kühlt dabei einen Wärmetauschereinsatz 14, der beispielsweise aus einem vorgefertigten Rohrsystem für die Durchleitung des Abgasteilstroms 7a besteht. Der AG-Hauptkühler ist mit einem ähnlichen Rohrsystem 15 ausgestattet, durch welches der Abgasteilstrom 7a hindurch strömt und aus dem AG-Hauptkühler 5 als Abgasteilstrom 7b zur Weiterleitung in den Frischluftkrümmer des Motors austritt. Im Übrigen sind in Fig. 4 gezeigte und mit Fig. 1 gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Dies gilt auch für die räumliche Darstellung gemäß Fig. 5, welche der Ausführungsform gemäß Fig. 4 entspricht.

[0042] Fig. 5 zeigt in vereinfachter Form eine räumliche Darstellung der Ausführungsform nach Fig. 4. Gleiche Bauteile sind dort mit den Bezugszeichen gemäß Fig. 4 bezeichnet. Zusätzlich sind Angussaugen 30 gezeigt, die entweder als Anschluss für eine Schlauchverbindung vorgesehen sind oder mit einem Verschlussdeckel versehen werden. Angegossene Befestigungsaugen 28, 29 sind als Befestigungspunkte für weitere Bauteile vorgesehen.

[0043] Fig. 6 zeigt eine Variante zu Fig. 4, wobei die

Gehäuseteile 3b und 5a aus Kostengründen einstückig mit dem AGR-Ventilgehäuse 4 gegossen werden, wodurch zwei Einzelgussteile und zwei Flanschdichtungen wegfallen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Abgasrückführung (AGR), insbesondere bei Dieselmotoren, aus dem Abgasstrang in den Frischluftpfad des Motors, wobei innerhalb einer AGR-Strecke eine an das Kühlsystem des Motors angeschlossene Kühlvorrichtung als Abgas(AG)-Kühlmittel-Wärmetauscher vorgesehen ist, dem ein an ein Kühlmittel angeschlossenes AGR-Ventil (6) zur Bemessung der AG-Rückführrate zugeordnet ist, und wobei die Kühlvorrichtung einen AG-Vorkühler (3) und einen diesem nachgeschalteten AG-Hauptkühler (5) umfasst,
dadurch gekennzeichnet,
dass das AGR-Ventil (6) in ein zwischen AG-Vor- und AG-Hauptkühler angeordnetes Ventilgehäuse (4) eingesetzt ist,
dass das Ventilgehäuse (4) zur Aussenkühlung des AGR-Ventils (6) an einen gesonderten Kühlpfad (8c) angeschlossen ist, und
dass ein weiterer Kühlpfad (8d) zur Kühlung der elektrischen Komponenten im Inneren des AGR-Ventils (6) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der AG-Vorkühler (3) und das Ventilgehäuse (4) als einteiliges Bauteil ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der AG-Vorkühler (3) und/oder der AG-Hauptkühler (5) jeweils ein mehrteiliges Gehäuse (3a, 3b; 5a, 5b) aufweisen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeweils ein an das Ventilgehäuse (4) anschließender Gehäuseteil (3b; 5a) des Vorkühlers (3) und/oder des Hauptkühlers (5) einteilig mit dem Ventilgehäuse (4) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass in den Gehäusen (3a, 3b; 5a, 5b) jeweils ein Wärmetauscher-Einsatzteil in Art eines AG-Rohrbündels (14, 15) eingebaut ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Kühlmittelanschluss (18) den Kühlmittelzufluss zum Ventilgehäuse (4) bildet, dass der AG-Vor-

kühler (3) an das Ventilgehäuse (4) angeschlossen und mit einem Kühlmittelabfluß (11) zum AG-Hauptkühler (5) versehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventilgehäuse (4) mit weiteren Kühlmittelabflüssen (19) zum Motorkühlsystem und/oder anderen motorseitigen Wärmetauschern versehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der AG-Vorkühler (3) zur Leitung des Kühlmittels getrennte, in Längsrichtung des AG-Vorkühlers (3) erstreckte Kühlkanäle zur AG-Kühlung aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Kühlmittelanschluss (10) den Kühlmittelzufluss zum AG-Vorkühler (3) bildet, dessen Kühlmittelabfluss (11) direkt mit dem AG-Hauptkühler (5) verbunden ist, dessen Kühlmittelabfluss (13) wiederum mit dem Motorkühlsystem verbunden ist.
10. Verfahren zur Abgasrückführung (AGR) insbesondere bei Dieselmotoren, wobei das aus dem Abgasstrang des Motors abgezweigte Abgas (AG) innerhalb einer AGR-Strecke in Serie zuerst durch einen AG-Vorkühler (3) dann zur Bemessung der AG-Rückführrate und deren Verteilung durch ein AGR-Ventil (6) und schließlich durch einen AG-Hauptkühler (5) geschickt wird, wobei als Kühlmittel aus dem Kühlsystem des Motors abgezweigtes Kühlwasser in Serie zuerst durch den AG-Vorkühler (3), danach durch den AG-Hauptkühler (5) geleitet wird, und wobei wenigstens eine Teilmenge des abgezweigten Kühlwassers zur Aussenkühlung des AGR-Ventils (6) durch ein das AGR-Ventil (6) aufnehmendes Ventilgehäuse (4), welches zwischen dem AG-Vorkühler und dem AG-Hauptkühler angeordnet ist, und zusätzlich durch das Innere des AGR-Ventils (6) geleitet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die abgezweigte Teilmenge des Kühlwassers an außerhalb der AGR-Strecke vorhandene motorseitige Wärmetauscher abgezweigt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Abgas aus dem Abgaskrümmern (1) des Motors abgezweigt und im AG-Vorkühler (3) etwa um 250 bis 300°C abgekühlt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Abgas in der AGR-Strecke auf eine Austrittstemperatur < 100°C abgekühlt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das aus dem Kühlsystem des Motors abgezweigte Kühlwasser druckseitig hinter der Kühlwasserpumpe des Motors entnommen wird.

Claims

1. A device for exhaust-gas recirculation (EGR), in particular for diesel engines, from the exhaust-gas train into the fresh-air path of the engine, wherein a cooling device connected to the cooling system of the engine is provided within an EGR section as an exhaust-gas (EG)/coolant heat exchanger, with which an EGR valve (6) being connected to a coolant is associated for proportioning the EG recirculation rate, and wherein:

the cooling device comprises an EG pre-cooler (3) and an EG main cooler (5) that follows it, **characterized in that** the EGR valve (6) is installed in a valve housing (4) disposed between the EG pre-cooler and the EG main cooler, that the valve housing (4) is connected with a separate cooling path (8c) for external cooling of the EGR valve (6) and that a further cooling path (8d) is provided for cooling the electrical components in the interior of the EGR valve (6).

2. The device of claim 1, **characterized in that** the EG pre-cooler (3) and the valve housing (4) are configured as a one-part component.
3. The device of claim 1, **characterized in that** the EG pre-cooler (3) and/or the EG main cooler (5) each have a multi-part housing (3a, 3b; 5a, 5b).
4. The device of claim 3, **characterized in that** a housing part (3b; 5a) of the pre-cooler (3) and/or of the main cooler (5) that follows the valve housing (4), in each instance, is configured in one piece with the valve housing (4).
5. The device of claim 4, **characterized in that** a heat exchanger insert part in the manner of an EG pipe bundle (14, 15) is installed in the housings (3a, 3b; 5a, 5b), in each instance.
6. The device of claim 1, **characterized in that** a coolant connector (18) forms the coolant inflow to the valve housing (4), that the EG pre-cooler (3) is connected with the valve housing (4) and provided with a coolant drain (11) to the EG main cooler (5).

7. The device of claim 6, **characterized in that** the valve housing (4) is provided with further coolant drains (19) to the engine cooling system and/or other heat exchangers on the engine side.

8. The device of claim 7, **characterized in that** the EG pre-cooler (3) has separate cooling channels for EG cooling, for conducting the coolant, which channels extend in the longitudinal direction of the EG pre-cooler (3).

9. The device according to claim 1, wherein a coolant connector (10) forms the coolant inflow to the EG pre-cooler (3), the coolant drain (11) of which is directly connected with the EG main cooler (5), the coolant drain (13) of which, in turn, is connected with the engine cooling system.

10. A method for exhaust-gas recirculation (EGR), wherein

the exhaust gas (EG) branched off from the exhaust-gas train of the engine, within an EGR section, is sent, in series, first through an EG pre-cooler (3), then, for proportioning of the EG recirculation rate and its distribution, through an EGR valve (6), and finally through an EG main cooler (5),

wherein the cooling water branched off from the cooling system of the engine, as a coolant, is conducted in series first through the EG pre-cooler (3), afterward through the EG main cooler (5), and

wherein at least one partial amount of the branched-off cooling water is conducted for external cooling of the EGR valve (6) through a valve housing (4) that accommodates the EGR valve (6) and that is disposed between the EG pre-cooler and the EG main cooler and additionally through the interior of the EGR valve (6).

11. The method of claim 10, **characterized in that** the branched-off partial amount of the cooling water is branched off to heat exchangers on the engine side, which are present outside of the EGR section.

12. The method of claim 10, **characterized in that** the exhaust gas is branched off from the exhaust-gas manifold (1) of the engine and cooled by about 250 to 300 °C in the EG pre-cooler (3).

13. The method of claim 12, **characterized in that** the exhaust gas is cooled to an exit temperature < 100 °C in the EGR section.

14. The method of claim 10, **characterized in that** the cooling water branched off from the cooling system of the engine is withdrawn on the pressure side, be-

hind the cooling-water pump of the engine.

Revendications

1. Dispositif de réintroduction de gaz d'échappement (AGR), notamment sur les moteurs diesel, à partir de la ligne des gaz d'échappement dans le trajet d'air frais du moteur, dans lequel à l'intérieur d'une voie de réintroduction de gaz d'échappement un dispositif de refroidissement raccordé au système de refroidissement du moteur est prévu comme échangeur thermique fluide de refroidissement-gaz d'échappement (AG), auquel est coordonnée une soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6) raccordée au fluide de refroidissement pour mesurer le taux de réintroduction de gaz d'échappement, et dans lequel le dispositif de refroidissement comprend un pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3) et un refroidisseur principal de gaz d'échappement (5) branché en amont de ce dernier, **caractérisé en ce que** la soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6) est insérée dans un logement de soupape (4) disposé entre le pré-refroidisseur de gaz d'échappement et le refroidisseur principal des gaz d'échappement, **en ce que** le logement de soupape (4) est raccordé à des fins de refroidissement extérieur de la soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6) à un trajet de refroidissement particulier (8c), et **en ce que** un trajet de refroidissement supplémentaire (8d) est prévu afin de refroidir les composants électriques à l'intérieur de la soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3) et le logement de soupape (4) sont configurés comme un composant en un seul tenant.
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3) et/ou le refroidisseur principal des gaz d'échappement (5) présentent respectivement un boîtier en plusieurs parties (3a,3b ; 5a,5b).
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** respectivement une partie de boîtier (3b ; 5a) du pré-refroidisseur (3) rattaché au logement de soupape (4) du pré-refroidisseur (3) et/ou du refroidisseur principal (5) est configuré en un seul tenant avec le logement de soupape (4).
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** dans les logements (3a, 3b ; 5a, 5b) respectivement un insert d'échangeur thermique conçu comme un faisceau de tubes de gaz d'échappement (14,15) est intégré.
6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** un raccord de fluide de refroidissement (18) forme l'alimentation en fluide de refroidissement du logement de soupape (4), **en ce que** le pré-refroidisseur (3) des gaz d'échappement est raccordé au logement de soupape (4) et est pourvu d'une évacuation de fluide de refroidissement (11) allant vers le refroidisseur principal des gaz d'échappement (5).
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le logement de soupape (4) est pourvu de plusieurs évacuations de fluide de refroidissement (19) allant vers le système de refroidissement du moteur et/ou d'autres échangeurs thermiques du côté du moteur.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3) présente pour le guidage du fluide de refroidissement des canaux de refroidissement séparé allant vers le refroidissement de gaz d'échappement, s'étendant dans la direction longitudinale du pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3).
9. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** un raccord de fluide de refroidissement (10) forme l'alimentation en fluide de refroidissement du pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3), dont l'évacuation de fluide de refroidissement (11) est directement relié avec le refroidisseur principal des gaz d'échappement (5), dont l'évaluation de fluide de refroidissement (13) est à son tour relié avec le système de refroidissement du moteur.
10. Procédé de réintroduction des gaz d'échappement (AGR), notamment sur des moteurs diesel, dans lequel le gaz d'échappement (AG) qui dévie de la ligne de gaz d'échappement du moteur est envoyé à l'intérieur d'une voie de réintroduction de gaz d'échappement en série tout d'abord à travers un pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3) puis pour mesurer le taux de réintroduction de gaz d'échappement et sa répartition à travers une soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6) et finalement à travers un refroidisseur principal des gaz d'échappement (5), dans lesquels comme fluide de refroidissement de l'eau de refroidissement déviée à partir du système de refroidissement moteur est déviée en série tout d'abord à travers le pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3), ensuite à travers le refroidisseur principal des gaz d'échappement (5) et dans lequel au moins une quantité partielle de l'eau de refroidissement déviée pour le refroidissement extérieur de la soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6) est guidée à travers un logement de soupape (4) renfermant la soupape de réintroduction de gaz d'échappement (6), qui est disposée

entre le pré-refroidisseur de réintroduction de gaz d'échappement et le refroidisseur principal de réintroduction de gaz d'échappement, et en outre à travers l'intérieur de la soupape de l'introduction de gaz d'échappement (6).

5

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la quantité partielle déviée de l'eau de refroidissement est déviée sur l'échangeur thermique du côté du moteur présent à l'extérieur de la voie de réintroduction de gaz d'échappement. 10
12. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le gaz d'échappement est dévié à partir du collecteur d'échappement du moteur (1) et est refroidi dans le pré-refroidisseur de gaz d'échappement (3) approximativement à 250 à 300 °C. 15
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le gaz d'échappement dans la voie de réintroduction de gaz d'échappement est refroidi à une température de sortie <100 °C. 20
14. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'eau de refroidissement déviée du système de refroidissement du moteur est prélevée du côté de pression à l'arrière de la pompe d'eau froide du moteur. 25

30

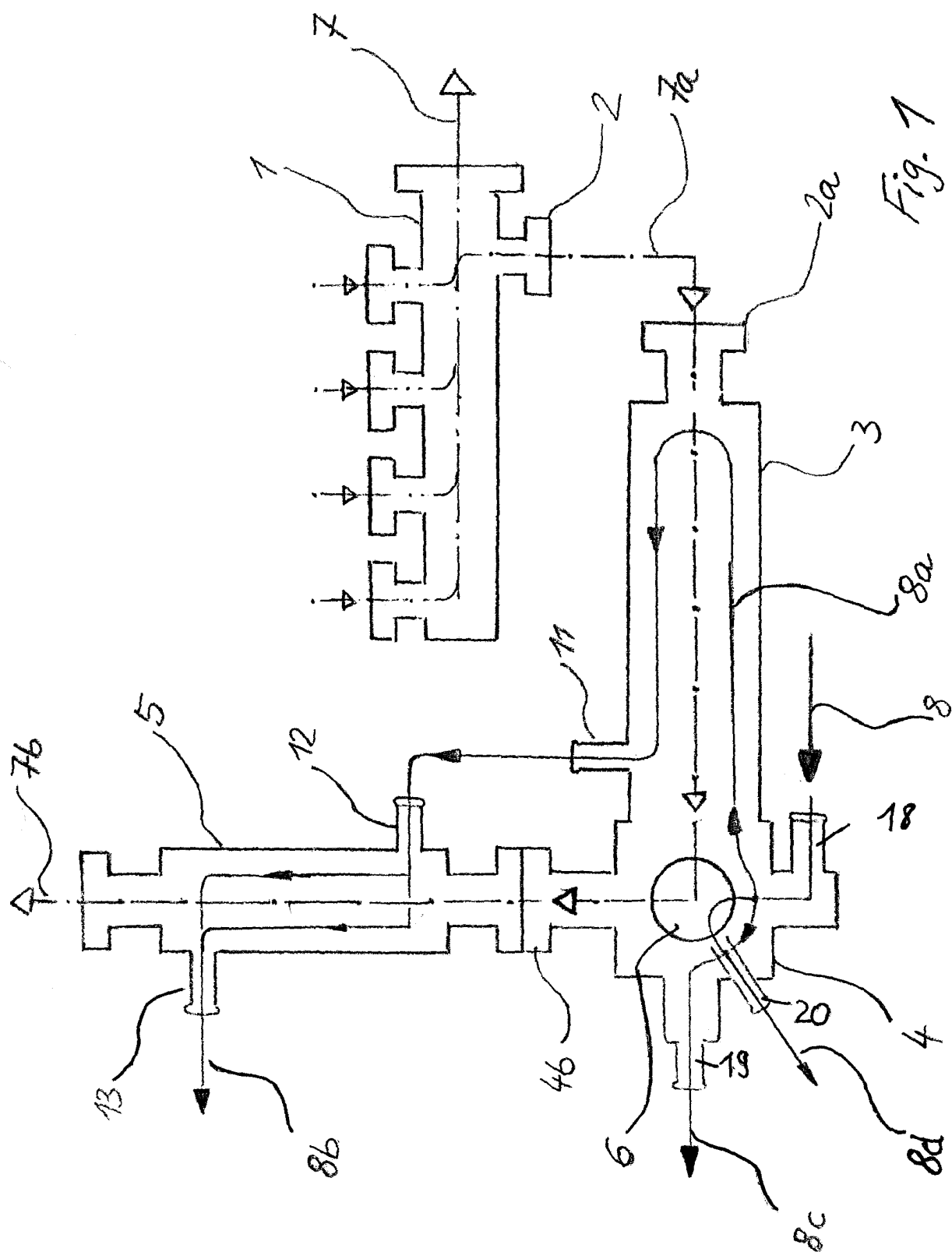
35

40

45

50

55



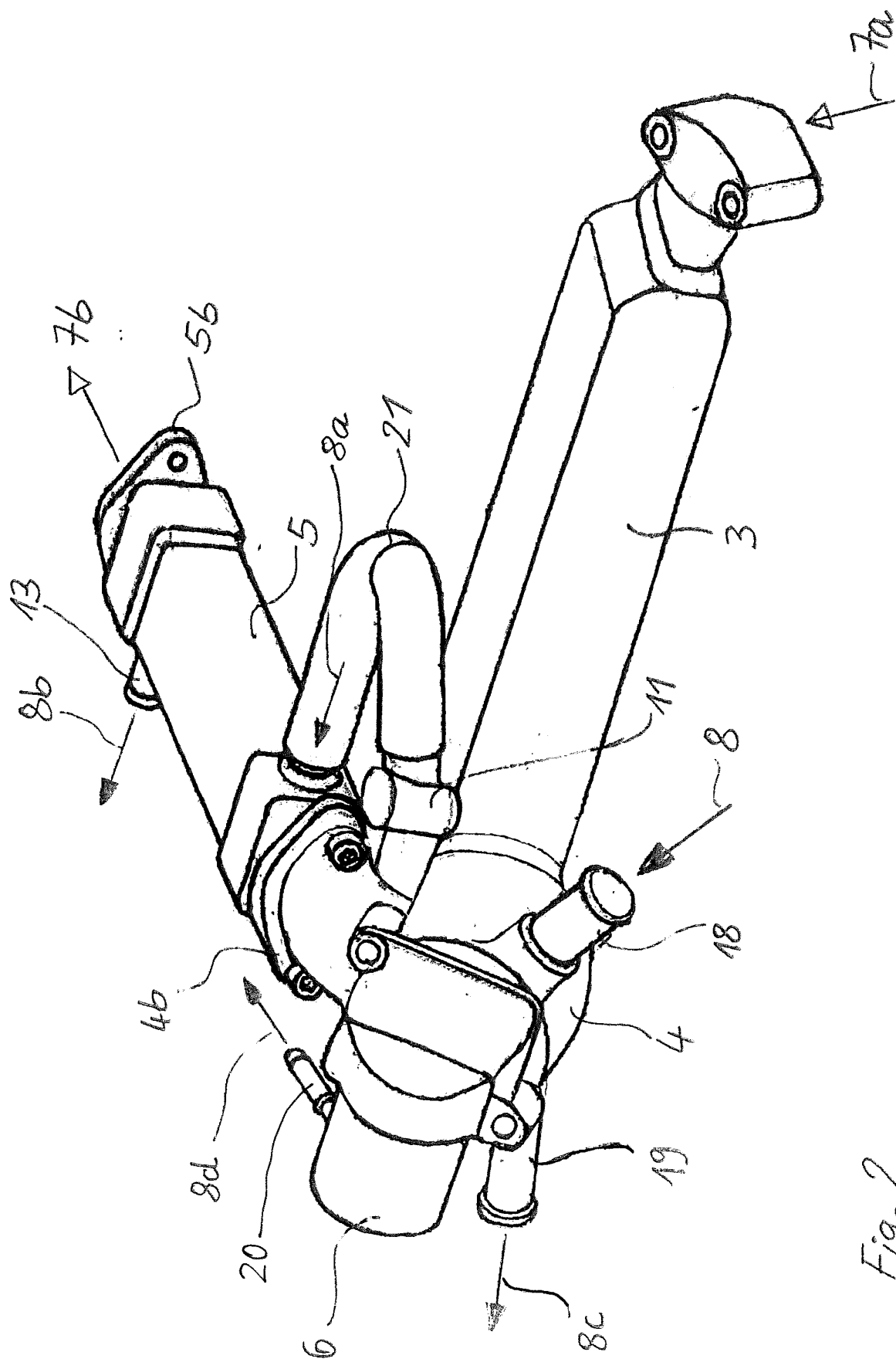


Fig. 2

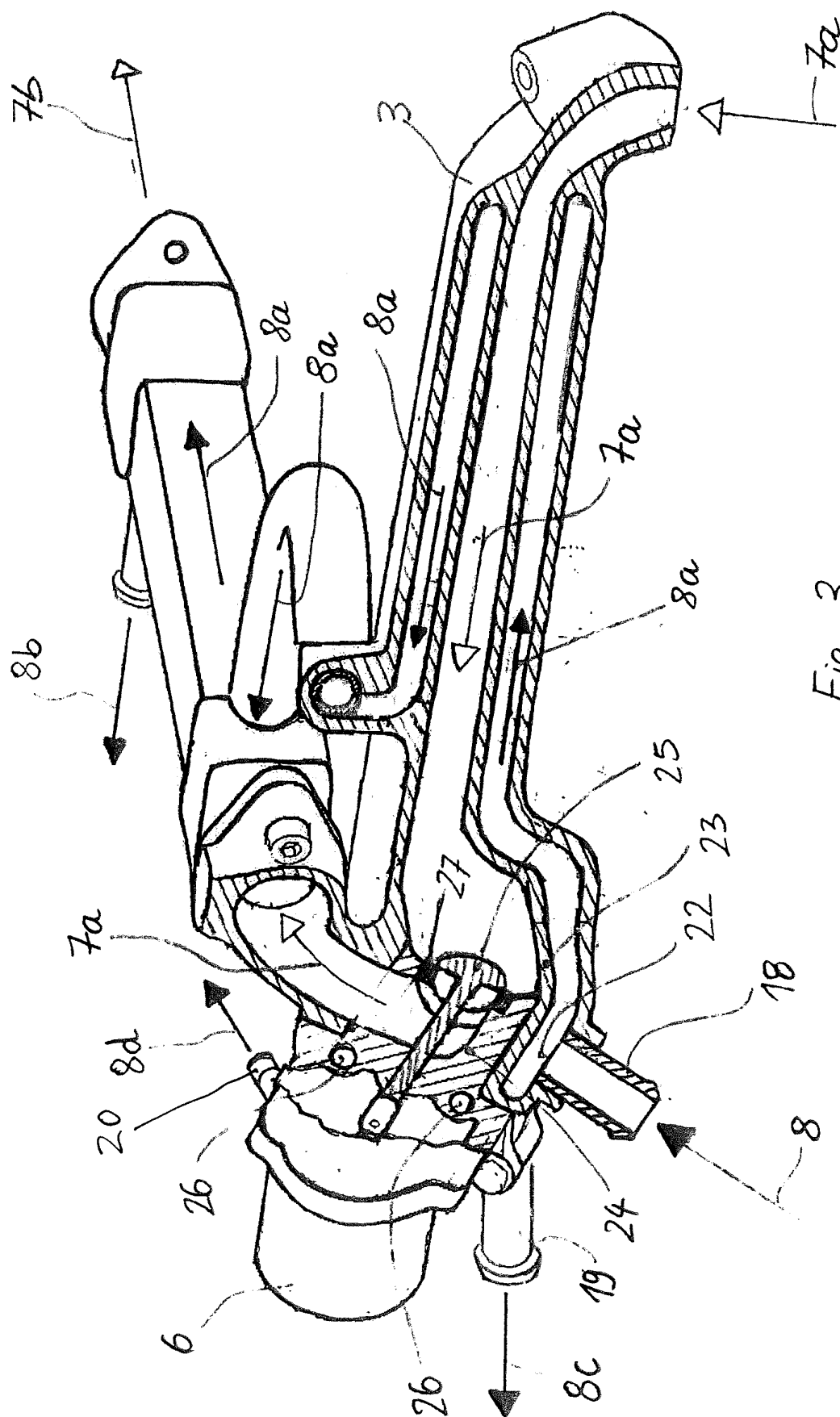
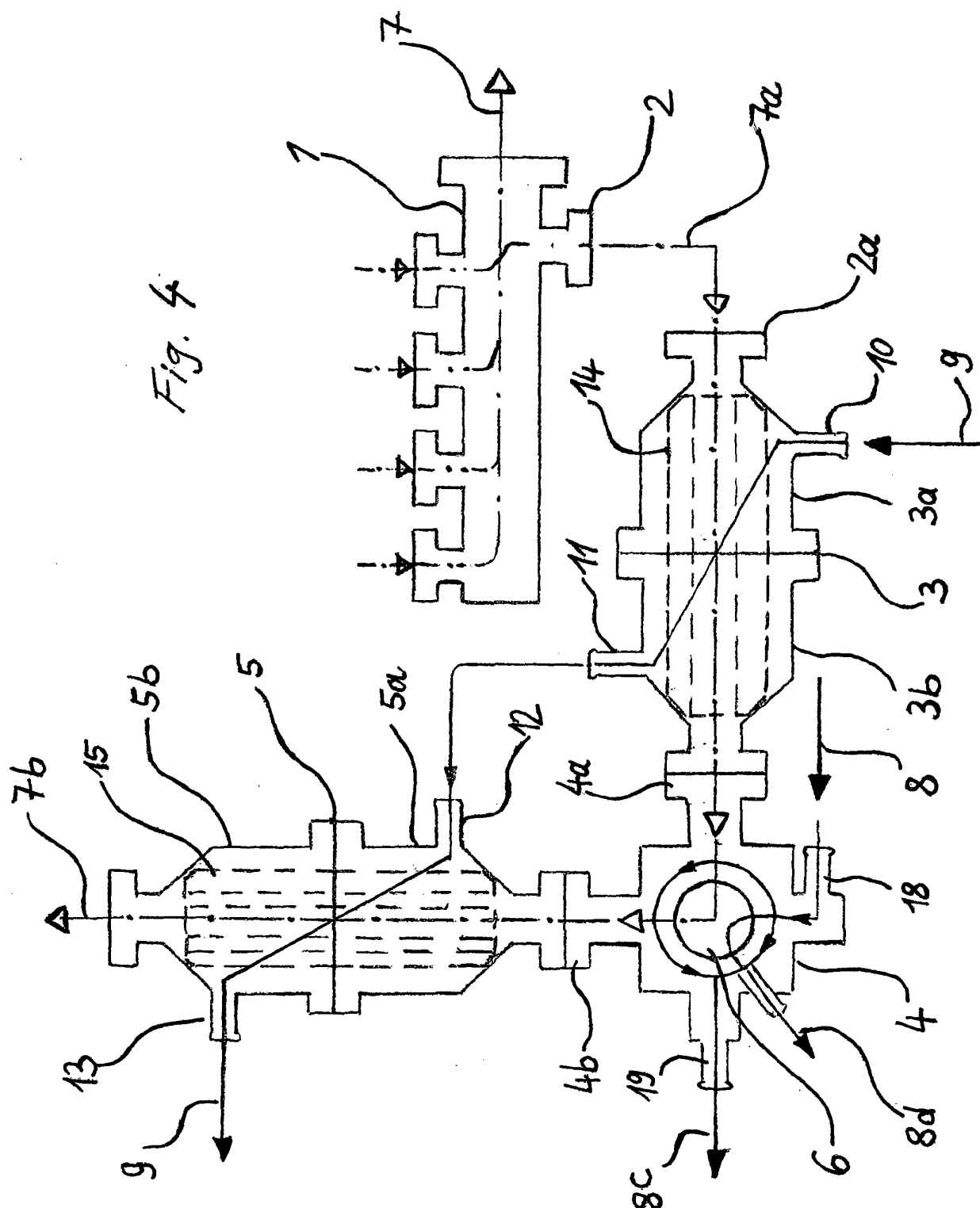


Fig. 3



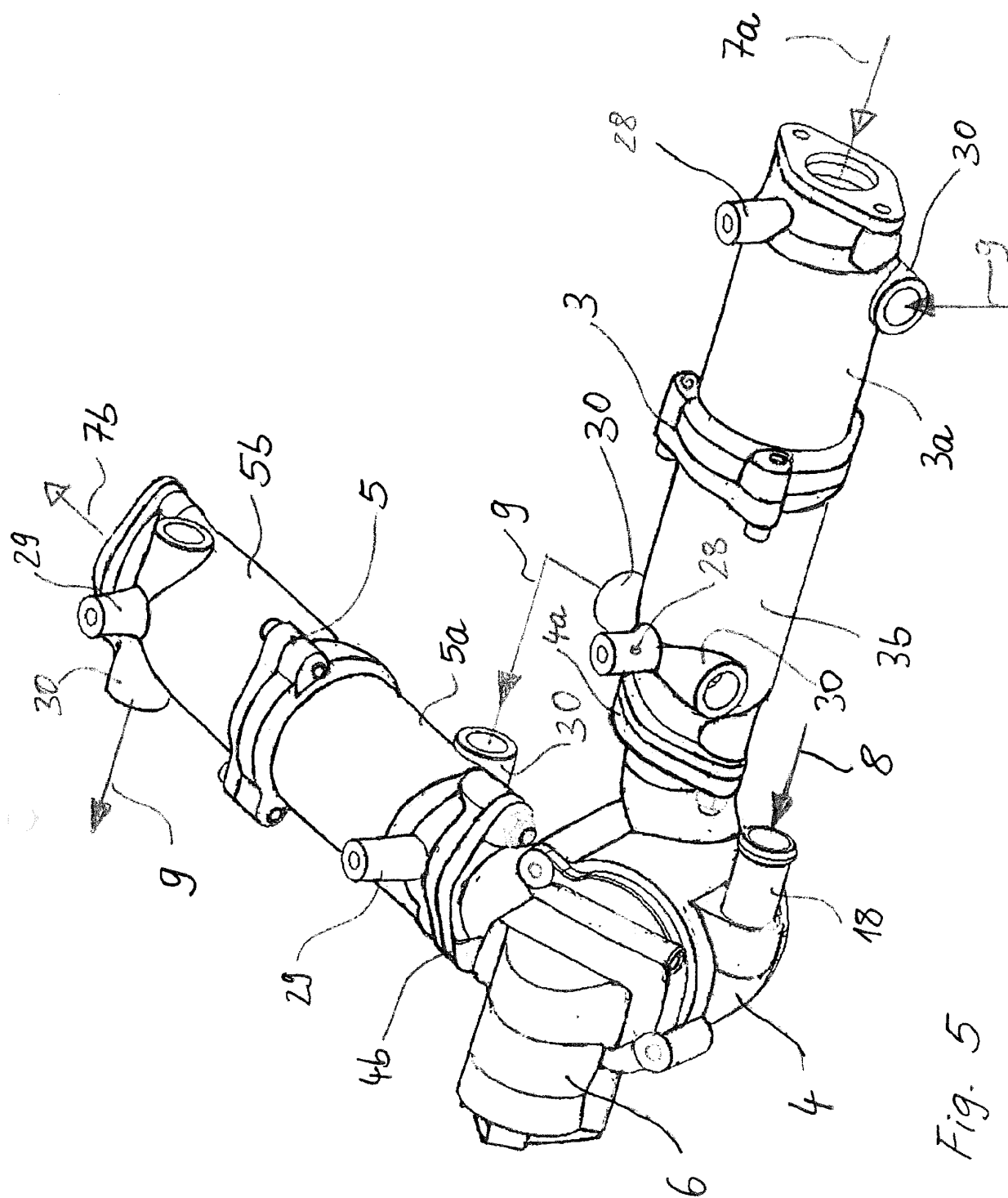
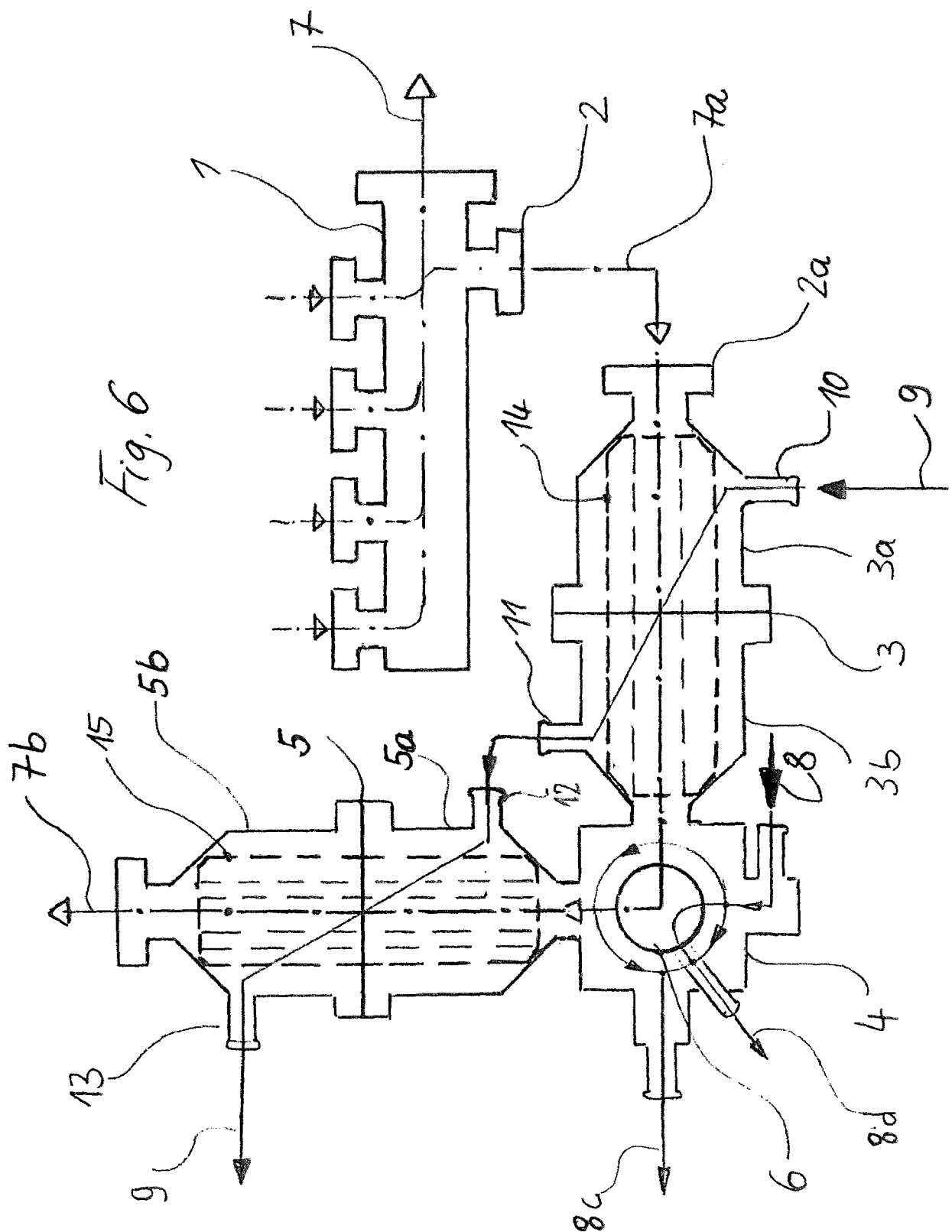


Fig. 5



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 102010014845 A1 [0003]
- EP 2378104 A1 [0003]
- DE 102011001461 A1 [0003]