



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 039 657 A1** 2009.02.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 039 657.2**

(22) Anmeldetag: **22.08.2007**

(43) Offenlegungstag: **26.02.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60H 1/00** (2006.01)
F25B 37/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Behr GmbH & Co. KG, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Burk, Roland, Dipl.-Phys., 70469 Stuttgart, DE;
Zwittig, Eberhard, Dipl.-Ing., 73269 Hochdorf, DE;
Gorges, Roger, Dipl.-Chem., 70193 Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 102 02 979 C1

EP 00 26 257 A2

DE 36 25 707 A1

DE10 2005 032266 A1

DE10 2006 059504 A1

DE 198 18 807 A1

EP 00 42 160 A2

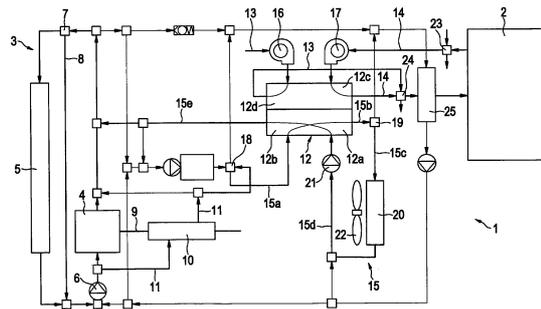
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren und Anordnung einer Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren in einem Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren eines Raumes mittels einer Sorptionseinrichtung (12), welche einen Adsorber/Desorber- sowie einen Verdampfer/Kondensator-Bereich (12a, 12b, 12c, 12d) aufweist und von drei Fluidströmen (13, 14, 15) durchsetzt wird, wobei der erste Fluidstrom (13) der Abfuhr von Kondensationswärme, der zweite Fluidstrom (14) der Zufuhr von Verdampfungswärme sowie der Klimatisierung des Raumes (2) und der dritte Fluidstrom (15) der Zu- und Abfuhr von Sorptionswärmen dient. Es wird vorgeschlagen, dass der dritte Fluidstrom (15) ein Flüssigkeitsstrom ist.

Die Erfindung betrifft auch die Anordnung einer solchen Vorrichtung in einem Kraftfahrzeug, welche eine Brennkraftmaschine (4), einen Kühlkreislauf (3) zum Kühlen der Brennkraftmaschine und einen Innenraum, insbesondere eine Fahrerkabine (2), aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine Anordnung einer Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren in einem Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 6.

[0002] Eine gattungsgemäße Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren eines Raumes, insbesondere eines Fahrzeuginnenraumes wurde durch die DE 198 18 807 A1 der Anmelderin bekannt. Die Vorrichtung umfasst eine Sorptionseinrichtung, auch Adsorptions-Wärmepumpe oder Adsorptions-Kältemaschine genannt, welche einen Adsorber/Desorber sowie einen Verdampfer/Kondensator-Bereich aufweist. Die bekannte Sorptionseinrichtung wird von drei Luftströmen durchsetzt, nämlich einem ersten Kühlluftstrom zur Abfuhr der Kondensationswärme in die Umgebung, einem zweiten Umluft/Kaltluftstrom, auch Nutzluftstrom genannt, welcher der Klimatisierung des Fahrzeuginnenraumes dient, sowie einem weiteren Kühlluft/Heißluft-Strom, welcher der Abfuhr der Adsorptionswärme, der Aufnahme von Wärme in einer Heizvorrichtung und der Zufuhr der Desorptionswärme dient. Letzterer Kühlluft/Heißluftstrom durchströmt somit zunächst den Adsorberbereich, danach die Heizvorrichtung, anschließend den Desorberbereich und wird als Fortluftstrom in die Umgebung abgeführt. Die bekannte Adsorptionskältemaschine weist noch Potenziale im Hinblick auf ihre Integration in ein Kraftfahrzeug auf.

[0003] Eine Weiterentwicklung der bekannten Sorptionseinrichtung wurde durch die WO 2007/068481 A1 und die DE 10 2006 059 504 A1 der Anmelderin bekannt.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art hinsichtlich der Ausnutzung vorhandener Energien zu verbessern und somit effizienter zu machen. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung eine derartige Vorrichtung in ein Kraftfahrzeug zu integrieren, insbesondere mit den im Kraftfahrzeug vorhandenen Energieträgerkreisläufen zu vernetzen, sodass eine effiziente und kostengünstige Klimatisierung, insbesondere auch bei Stillstand des Fahrzeuges erreicht wird.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird zunächst durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 5.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch die Merkmale des Patentanspruches 6 gelöst, wobei sich vorteilhafte Ausgestaltungen aus den Unteransprüchen 7 bis 25 ergeben.

[0007] Mit der Erfindung wird der Vorteil erreicht, dass eine an sich bekannte Sorptionseinrichtung, d. h. eine Adsorptionskältemaschine mit den im Kraftfahrzeug vorhandenen Systemen, insbesondere den vorhandenen Fluidkreisläufen vernetzt werden kann, mit der Folge, dass dadurch zusätzliche Energien für die Klimatisierung, insbesondere auch im Standbetrieb (bei Stillstand des Kraftfahrzeuges) gewonnen werden können. Die erfindungsgemäße Sorptionseinrichtung und ihre Anordnung im Kraftfahrzeug erlauben eine effizientere Heizung und Klimatisierung des Fahrzeuginnenraums, insbesondere einer Fahrerkabine bei einem Nutzfahrzeug in allen möglichen Betriebszuständen wie Heizen und/oder Klimatisieren während der Fahrt und während des Stillstandes des Kraftfahrzeuges. Weitere Vorteile ergeben sich aus der anschließenden Beschreibung von einzelnen Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0008] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

[0009] [Fig. 1](#) eine erfindungsgemäße Anordnung zur Klimatisierung eines Fahrzeuges im Betriebsmodus: Klimatisierung während der Fahrt,

[0010] [Fig. 2](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Entfeuchtung während der Fahrt,

[0011] [Fig. 3](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Heizung während der Fahrt,

[0012] [Fig. 4](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Standklimatisierung,

[0013] [Fig. 5a](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Entfeuchtung im Standbetrieb bei kühlem Wetter,

[0014] [Fig. 5b](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Entfeuchtung im Standbetrieb bei warmer Wetter,

[0015] [Fig. 6a](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Standheizung ohne Motorvorwärmung,

[0016] [Fig. 6b](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Standheizung mit Motorvorwärmung,

[0017] [Fig. 6c](#) die Anordnung gemäß [Fig. 1](#) im Betriebsmodus: Standheizung durch Wärmepumpenbetrieb,

[0018] [Fig. 7a](#), b, c verschiedene Abgaswärmeübertrager mit integriertem Latent-Wärmespeicher,

[0019] [Fig. 8](#) eine weitere Ausführung für einen Abgaswärmeübertrager mit integriertem Latent-Wärmespeicher,

[0020] [Fig. 9](#) eine weitere Ausführungsform eines Abgaswärmeübertragers mit integriertem Latent-Wärmespeicher,

[0021] [Fig. 10](#) eine Anordnung gemäß [Fig. 1](#), jedoch mit zusätzlichem Wärmespeicher im Betriebsmodus: Klimatisierung während der

[0022] [Fig. 11](#) die Anordnung gemäß [Fig. 10](#) im Betriebsmodus: Standklimatisierung,

[0023] [Fig. 12](#) die Anordnung gemäß [Fig. 10](#) im Betriebsmodus: Entfeuchtung während der Fahrt,

[0024] [Fig. 13a](#) die Anordnung gemäß [Fig. 10](#) im Betriebsmodus: Entfeuchtung im Stand, erste Ausführung,

[0025] [Fig. 13b](#) die Anordnung gemäß [Fig. 10](#) im Betriebsmodus: Entfeuchtung im Stand, zweite Ausführung,

[0026] [Fig. 14](#) die Anordnung gemäß [Fig. 10](#) im Betriebsmodus: Standheizung,

[0027] [Fig. 15](#) die Anordnung gemäß [Fig. 10](#) im Betriebsmodus: Heizung während der Fahrt,

[0028] [Fig. 16](#) einen Adsorptionswärmespeicher,

[0029] [Fig. 17a](#) eine Anordnung zur Klimatisierung mit Adsorptionswärmespeicher im Betriebsmodus: Standheizung und

[0030] [Fig. 17b](#) die Anordnung gemäß [Fig. 17a](#) im Betriebsmodus: Heizung während der Fahrt.

[0031] [Fig. 1](#) zeigt in einer schematischen Darstellung eine Schaltungsanordnung **1** zur Heizung und/oder Klimatisierung eines Kraftfahrzeuges, vorzugsweise eines Nutzfahrzeuges, von dem lediglich eine Fahrerkabine **2** dargestellt ist. Die Schaltungsanordnung **1** umfasst einen Kühlmittelkreislauf **3** zur Kühlung einer Brennkraftmaschine **4** mittels eines von Umgebungsluft beaufschlagten Kühlmittelkühlers **5**. Das Kühlmittel, vorzugsweise ein Wasser-Glykol-Gemisch, wird durch eine Kühlmittelpumpe **6** umgewälzt und über ein Thermostatventil **7** derart gesteuert, dass es über den Kühler **5** und/oder durch einen Kurzschluss **8** strömt. Ein derartiger Kühlmittelkreislauf **3**, im Folgenden auch Kühlkreislauf genannt, ist bekannt. Die Brennkraftmaschine **4** ist mit einer gekühlten Abgasrückführung ausgestattet, von der eine Abgasleitung **9**, ein Abgaswärmeübertrager **10** und eine Kühlmittelleitung **11**, welche aus dem Kühlkreislauf **3** abgezweigt ist, dargestellt sind. Das Abgas der Brennkraftmaschine **4** gibt somit Abgaswärme an das Kühlmittel ab, welches dadurch aufgeheizt wird. Die Schaltungsanordnung **1** umfasst ferner eine als Adsorptions-Wärmepumpe **12** ausgebil-

dete Sorptionseinrichtung auf, welche hier nur schematisch dargestellt und beispielsweise aus der eingangs genannten DE 198 18 807 A1 der Anmelderin bekannt ist und für die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung **1** Verwendung finden kann. Eine weiterentwickelte Adsorptions-Wärmepumpe wurde durch die eingangs genannte DE 10 2006 059 504 A1 der Anmelderin bekannt, welche ebenfalls für die Schaltungsanordnung **1** Verwendung finden kann. Beide vorgenannten Offenlegungsschriften der Anmelderin werden mit ihrem gesamten Offenbarungsgehalt in den Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung einbezogen. Die Adsorptions-Wärmepumpe **12**, auch Adsorptionskältemaschine genannt, weist einen Adsorbierbereich **12a**, einen Desorbierbereich **12b**, einen Verdampferbereich **12c** und einen Kondensatorbereich **12d** auf. Als Stoffpaarung für das Sorptionsmaterial und das Arbeitsmaterial können Zeolith oder Silicagel, jeweils in Verbindung mit Wasser Verwendung finden. Aufgrund des vorgenannten Standes der Technik wird hier auf eine ausführliche Beschreibung der Adsorptions-Wärmepumpe **12** verzichtet. Gegenstand der Erfindung ist vielmehr die Einbindung der Adsorptions-Wärmepumpe **12** in die im Kraftfahrzeug vorliegenden Systeme und Kreisläufe. Die Adsorptions-Wärmepumpe **12** wird von drei Fluidströmen durchsetzt, nämlich einem ersten Fluidstrom **13** zur Abfuhr von Kondensationswärme, einem zweiten Fluidstrom **14** zur Zufuhr von Verdampfungswärme sowie zur Klimatisierung der Fahrerkabine **2** und einem dritten Fluidstrom **15**, welcher der Zu- und Abfuhr von Sorptionswärmen, d. h. einerseits der Kühlung des Adsorbierbereiches **12a** und andererseits der Erwärmung des Desorbierbereiches **12b** dient. Der erste Fluidstrom **13** ist ein Luftstrom, welcher über ein erstes Gebläse **16** aus der Umgebung angesaugt und dem Kondensatorbereich **12d** zugeführt wird. Der zweite Fluidstrom **14** ist ebenfalls ein Luftstrom, wird über ein zweites Gebläse **17** gefördert und dem Verdampferbereich **12c** zugeführt. Der dritte Fluidstrom **15** ist ein Flüssigkeitsstrom, d. h. beispielsweise ein Thermoölstrom oder ein Kühlmittelstrom, welcher über ein Mischerventil **18** mittelbar dem Kühlkreislauf **3** über die Kühlmittelleitung **11** zur Kühlung des Abgaskühlers **10** entnommen wird. Im dritten Fluidstrom **15**, welcher – in Strömungsrichtung gesehen – in Abschnitte **15a** bis **15d** unterteilt ist, sind ein Umschaltventil **19**, ein als Rückkühler **20** ausgebildeter Wärmeübertrager sowie eine Pumpe **21** angeordnet, welche den dritten Fluidstrom **15** umwälzt. Der Rückkühler **20** wird von Umgebungsluft beaufschlagt, welche durch ein Gebläse **22** gefördert wird. Im zweiten Fluidstrom **14** ist zwischen dem Gebläse **17** und der Fahrerkabine **2** eine Luftumschaltklappe **23** angeordnet, welche eine Frischluft- oder Umluftansaugung ermöglicht. Im zweiten Fluidstrom **14** sind zwischen dem Verdampferbereich **12c** und der Fahrerkabine **2** eine Mehrwegeklappe **24** sowie ein Heizkörper **25** angeordnet, welcher primärseitig von Kühlmittel durchströmt wird.

[0032] Die Darstellung in [Fig. 1](#) zeigt die Klimaanlage in einem Betriebsmodus: „Klimatisierung während der Fahrt“. Dabei sind die Symbole für die aktiven Komponenten dunkel angelegt und die aktiven Leitungsabschnitte der Schaltungsanordnung fett eingezeichnet. Die inaktiven Komponenten sind durch leere, nicht ausgefüllte Symbole dargestellt. Im Betriebsmodus „Klimatisierung während der Fahrt“ läuft die Brennkraftmaschine **4** und wirkt somit als Wärmequelle, welche ihre Wärme über die Abgasleitung **9** und den Abgaswärmeübertrager **10** an das Kühlmittel abgibt. Über die Kühlmittelleitung **11** und das Mischerventil **18** gelangt das erwärmte Kühlmittel in den dritten Fluidstrom **15** und über den ersten Leitungsabschnitt **15a** in den Desorberbereich **12b**, beispielsweise mit einer Eintrittstemperatur von etwa 120° oder etwa 130° Celsius. Dabei wird dem Desorberbereich **12b** die für die Desorption erforderliche Wärme zugeführt. Über den zweiten Leitungsabschnitt **15b** gelangt das auf ca. 70° abgekühlte Kühlmittel, das Umschaltventil **19** und den dritten Leitungsabschnitt **15c** in den Rückkühler **20**, wo das Kühlmittel weiter abgekühlt wird. Es tritt dann über den Leitungsabschnitt **15d** und die Pumpe **21** in den Adsorberbereich **12a** bei einer Temperatur von beispielsweise etwa 30° ein und verlässt die Sorptionseinrichtung **12** über den Leitungsabschnitt **15e** bei einer Temperatur von beispielsweise etwa 80° bis 100°. Danach wird das Kühlmittel wieder dem Kühlkreislauf **3** zugeführt. Der zweite Fluidstrom **14**, auch als Nutzluftstrom bezeichnet, wird im Verdampferbereich **12c** abgekühlt und gelangt über die Mehrwegklappe **24** und den nicht aktiven Heizkörper **25** in die Fahrerkabine **2**. Dabei kann entsprechend der Stellung der Frischluft/Umluftklappe **23** entweder Frischluft von außen oder Umluft aus der Fahrerkabine **2** angesaugt werden. Der erste Fluidstrom **13** wird – im Betriebsmodus „Klimatisierung“ – über die Mehrwegklappe **24** ins Freie geleitet.

[0033] [Fig. 2](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** im Betriebsmodus: „Entfeuchtung während der Fahrt“. Für gleiche Teile werden die gleichen Bezugszahlen wie in [Fig. 1](#) verwendet, wobei wiederum die fett ausgezogenen Linien aktive Leitungsabschnitte und die ausgefüllten Symbole aktive Komponenten darstellen. Der Heizkörper **25** ist über einen Heizkreislauf **26** an den Kühlkreislauf **3** über eine Parallelschaltung angeschlossen, wobei das Kühlmittel über eine Pumpe **27** durch den Heizkörper **25** gefördert wird. Im dargestellten Betriebsmodus „Entfeuchtung während der Fahrt“ wird der Nutzluftstrom **14** im Verdampferbereich **12c** gekühlt, gleichzeitig entfeuchtet und strömt anschließend über den aktiven Heizkörper **25** als entfeuchteter und temperierter Luftstrom in die Fahrerkabine **2**.

[0034] [Fig. 3](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Heizung während der Fahrt“. Der Heizkreislauf **26** ist aktiviert, d. h. die Pumpe **27**

zieht durch die Brennkraftmaschine **4** aufgeheiztes Kühlmittel durch den Heizkörper **25**. Zusätzlich gelangt Abgaswärme über den Abgaswärmeübertrager **10**, die Kühlmittelleitung **11**, das Mischerventil **18** und einen Leitungsabschnitt **28** in den Heizkreislauf **26**. Der Nutzluftstrom **14** (Umluft oder Frischluft) durchströmt den inaktiven Verdampferbereich **12c** und wird anschließend im Heizkörper **25** erwärmt. Die Heizung während der Fahrt erfolgt hier konventionell.

[0035] [Fig. 4](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Standklimatisierung“, d. h. bei stehendem Fahrzeug und stehendem Motor (Brennkraftmaschine **4**). Für diesen Betriebsmodus kommt eine zusätzliche Heizvorrichtung, hier als Brennstoffheizung **29** ausgebildet, ein so genannter Brennstoffzuheizer, zum Einsatz. Die Brennstoffheizung **29** bzw. der Brennstoffzuheizer umfasst eine Kombination aus einem Brenner mit Brennkammer und einem Wärmeübertrager, welcher sekundärseitig von den heißen Abgasen des Brenners beaufschlagt und primärseitig vom Kühlmittel durchströmt wird. Das durch den Brennstoffzuheizer **29** erwärmte Kühlmittel wird durch eine Pumpe **30** umgewälzt und über das Mischerventil **18** in den dritten Fluidstrom **15** eingespeist. Die Wärmeenergie des Brennstoffzuheizers **29** wird somit für den Betrieb der Absorptions-Wärmepumpe **12** verwendet. Die Klimatisierung der Fahrerkabine **2** erfolgt dann analog der Klimatisierung während der Fahrt, wie für [Fig. 1](#) beschrieben. Es erfolgt also lediglich ein Austausch der Wärmequellen.

[0036] [Fig. 5a](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Luftentfeuchtung im Standbetrieb, geregelt bei kühlem Wetter“. Dieser Betriebsmodus wird bevorzugt dann gefahren, wenn die Entfernung von Feuchtigkeit aus dem Fahrzeuginnenraum, also der Fahrerkabine **2** bei kühlerem Klima, z. B. zur Beschlagsfreihaltung der Scheibeninnenflächen im Vordergrund steht. Hierfür wird ein mehr oder weniger großer Teil der Brennerwärme des Brennstoffzuheizers **29** dazu benutzt, um die Adsorptions-Wärmepumpe **12** als Lufttrockner zu betreiben. Die Adsorptionswärme wird dabei über das Ventil **19** und einen Leitungsabschnitt **31** dem Heizkreislauf **26** stromaufwärts vom Heizkörper **25** zugeführt. Damit kann der aus dem Verdampferbereich **12c** austretende, gekühlte und getrocknete Luftstrom **14** (zweiter Fluidstrom) im Heizkörper **25** wiedererwärmt werden. Die Kondensationswärme kann zusätzlich – was nicht dargestellt ist – dem Luftstrom in die Fahrerkabine **2** zugeführt werden. Dadurch kommen die gesamte Brennerleistung der Brennstoffheizung **29** und zusätzlich die latente Kondensationswärme der auskondensierten Luftfeuchtigkeit dem Innenraum der Fahrerkabine **2** zu Gute. Als Stellglied für die Regelung des Entfeuchtungsgrades fungiert das Mischerventil **18**, durch welches die Massenstrom- und damit die Wärmestromaufteilung zwischen Heizkörper **25**

(über den Leitungsabschnitt **28** und den Heizkreislauf **26**) und Adsorptions-Wärmepumpe **12** bedarfsgerecht gesteuert werden kann.

[0037] [Fig. 5b](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Luftentfeuchtung im Standbetrieb, geregelt bei warmem Wetter“. Bei diesem Betriebsmodus steht die Innenraumkühlung der Fahrerkabine **2** stärker im Vordergrund. Die Brennerwärme der Brennstoffheizung **29** wird über das Mischerventil **18** einerseits der Adsorptions-Wärmepumpe **12** und andererseits dem Heizkreislauf **26** zugeführt. Der aus dem Desorberbereich **12b** austretende Kühlmittelstrom wird über das Umschaltventil **19**, den umluftbeaufschlagten Rückkühler **20** und die aktivierte Pumpe **21** dem Adsorptionsbereich **12a** zugeführt. Durch diese Rückkühlung des Kühlmittelstromes wird eine niedrigere Adsorptionstemperatur erzielt und die Kälteleistung der Adsorptions-Wärmepumpe **12** noch gesteigert. Dieser Betriebsmodus führt dann durch Annäherung an die andere Grenzlage des Mischerventils **18** zum reinen Standklimatisierungsbetrieb ohne Nachheizung durch den Heizkörper **25**, wie es in [Fig. 4](#) dargestellt ist.

[0038] [Fig. 6a](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Standheizung ohne Motorvorwärmung“. Hierbei wird die Brennerwärme des Brennstoffzuheizers **29** über das Mischerventil **18** und den Leitungsabschnitt **28** dem Heizkreislauf **26** zugeführt, welcher über ein optional auch als Thermostatventil ausführbares 3/2-Wege-Umschaltventil **32** auf kurzem Wege direkt zum Brennstoffzuheizer **29** zurückgeführt wird. Der Kühlkreislauf **3** der Brennkraftmaschine **4** wird dabei nicht vorgewärmt.

[0039] [Fig. 6b](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Standheizung mit Motorvorwärmung“. Dieser Betriebsmodus entspricht dem Betriebsmodus gemäß [Fig. 6a](#) mit dem Unterschied, dass der Rücklauf des Heizkreislaufes **26** über die Kühlmittelpumpe **6** der Brennkraftmaschine **4** zugeführt und danach über das Umschaltventil **32** wieder zum Brennstoffzuheizer **29** zurückgeführt wird. Die Brennkraftmaschine **4** wird somit in den Heizungsrücklauf **26** einbezogen und damit vorgewärmt, womit ein besserer Start der Brennkraftmaschine **4** ermöglicht wird.

[0040] [Fig. 6c](#) zeigt die Schaltungsanordnung **1** für den Betriebsmodus: „Standheizung durch Wärmepumpenbetrieb“. Bei diesem alternativen Betriebsmodus wird der dritte Fluidstrom **15** nach Austritt aus der Adsorptions-Wärmepumpe **12** über das Umschaltventil **19** dem Heizkreislauf **26** (Vorlauf) oberhalb des Heizkörpers **25** zugeführt. Anschließend wird ein Teil des Rücklaufes des Heizkreislaufes **26** über den Leitungsabschnitt **15d** und die Pumpe **21** wiederum der Adsorptions-Wärmepumpe **12**, d. h. dem Adsorbierbereich **12a** zugeführt. Dieser Betriebsmo-

odus besitzt vor allem ökonomische Vorteile, da zusätzlich Umweltwärme für Heizzwecke verwendet wird. Die gesamte Brennerwärme des Brennstoffzuheizers **29** wird hierbei der Adsorptions-Wärmepumpe **12** zugeführt. Diese entzieht der über den Verdampferteil **12c** geführten Umgebungsluft (zweiter Fluidstrom **14**) Wärme und hebt sie im Kondensatorbereich **12d** auf ein höheres für Heizzwecke ausreichendes Temperaturniveau an. Zusätzlich wird die gesamte Brennerwärme in Form der Adsorptionswärme über den dritten Fluidstrom **15** dem Heizkörper **25** zugeführt. Durch optionale Anpassung der benötigten Massenströme kann dadurch ein verbrauchsoptimiertes Heizsystem zur Verfügung gestellt werden, dass je nach Heizleistungszahl der Adsorptions-Wärmepumpe **12** eine höhere Heizleistung erbringt als von dem Brennstoffheizer **29** bereitgestellt werden kann. Dieser Betriebsmodus vermeidet auch zu hohe Vorlauftemperaturen des Heizkörpers **25**, erfordert aber eventuell einen größeren Heizkörper **25** und/oder eine größere Luftmenge, um die gleiche Leistung bei geringer treibender Temperaturdifferenz zu übertragen.

[0041] Alternativ zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen, bei welchen der erste und der zweite Fluidstrom **13**, **14** Luftströme sind, können beide Fluidströme auch als flüssige Fluidströme ausgebildet werden. Dabei wäre zur Übertragung der Kälteleistung an die der Fahrerkabine **2** zuzuführende Luft ein zusätzlicher Wärmeübertrager, ein so genannter Kühlkörper notwendig. Der erste flüssige Kühlmittelstrom kann dann vorteilhafterweise dem Rückkühler **20** zur Abfuhr der Kondensationsleistung zugeführt werden.

[0042] [Fig. 7a](#), [Fig. 7b](#), [Fig. 7c](#) zeigen verschiedene Ausführungsformen von Latent-Wärmespeichern, welche bei einer weiteren energiesparenden, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung anstelle des zuvor beschriebenen Brennstoffzuheizers vorgesehen sind. Der Latent-Wärmespeicher kann Überschusswärme, vorzugsweise aus dem Abgas der Brennkraftmaschine während der Fahrt durch Verwendung eines geeigneten Phasenwechselmaterials latent abspeichern. Bekannte Latentmaterialien sind Paraffine oder besonders bevorzugt Zuckeralkohole wie beispielsweise Erythriol, D-Mannitol oder Galactitol. Die Schmelztemperaturen dieser Stoffe liegen über 100° Celsius bei attraktiven volumenbezogenen Schmelzwärmen. Weiterhin kommen prinzipiell auch eutektische Mischungen von Salzhydraten in Frage, von denen jedoch nur wenige Schmelztemperaturen von über 100° Celsius besitzen. Die Verwendung eines Latent-Wärmespeichers ist besonders dann vorteilhaft, wenn die volumetrische Schmelzwärme, multipliziert mit dem Wärmeverhältnis der Adsorptions-Wärmepumpe größer ist, als die volumetrische Schmelzwärme eines Latent-Kältespeichers nach dem Stand der Technik. Bei der Verwendung von

Wasser als latentem Kältespeichermedium (Stand der Technik) wären das ca. 305 kJ pro Liter. Die Verwendung von Galactitol mit seiner volumetrischen Schmelzwärme von ca. 520 kJ pro Liter wäre also aus Bauraumgründen dann vorzuziehen, wenn das Wärmeverhältnis der Adsorptions-Wärmepumpe über 0,58 liegt.

[0043] Ein weiterer Vorteil der latenten Wärmespeicherung gegenüber einer latenten Kältespeicherung nach dem Stand der Technik liegt darin, dass besonders bei schweren Langstrecken-Nutzfahrzeugen das Überangebot an Abwärme aus dem Abgas zur Wiederbeladung des Wärmespeichers wesentlich größer ist als das Überangebot an Kälteleistung in warmen Klimazonen. Zusätzlich sind die nutzbaren treibenden Temperaturdifferenzen zur Wiederbeladung eines Latent-Wärmespeichers durch die Verwendung von Abgas als Wärmequelle deutlich größer als bei einem Latentkältespeicher.

[0044] [Fig. 7a](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Kombination eines Abgaswärmeübertragers und eines Latent-Wärmespeichers, d. h. einen kombinierten Wärmeübertrager/Latent-Wärmespeichers **33**, im Folgenden auch kurz Wärmespeicher **33** genannt. Zwischen einem Abgaskanal **34** und einem Kühlmittelkanal **35**, in welchem auch ein anderes Wärmeträgerfluid strömen kann, ist ein Latentmedium **36** angeordnet, welches von Wärmeleitstrukturen **37**, z. B. oberflächenvergrößerten Rippen durchsetzt wird. Das durch den Kanal **34** strömende Abgas, dargestellt durch einen Pfeil A, gibt somit seine Wärme über die Wärmeleitstrukturen **37** an das Latentmedium **36** ab, welches die Wärme speichert und an das den Kanal **35** durchströmende Kühlmittel, dargestellt durch einen Pfeil K, oder ein anderes Wärmeträgerfluid abgibt. Beide Kanäle **34**, **35** sind wärmeleitend durch die Wärmeleitstruktur in Form der Rippen **37** verbunden. Das Latentmedium **36** zwischen den Rippen **37** nimmt eine Zwischentemperatur zwischen den beiden strömenden Medien, Abgas und Kühlmittel, an. Liegt diese Zwischentemperatur über der Schmelztemperatur des Latentmediums, so wird dieses aufgeschmolzen und nimmt dadurch Überschusswärme auf. Liegt die Temperatur (z. B. bei abgestelltem Fahrzeug) unter der Schmelztemperatur, wird die gespeicherte Wärme über die Rippen **37** an das den Kanal **35** durchsetzenden Wärmeträgerfluid abgegeben, wodurch das Latentmedium **36**, z. B. ein Paraffin wieder erstarrt. Die Rippen **37** stellen also einen großflächigen Wärmekontakt zwischen zwei strömenden Medien, hier Abgas und Kühlmittel, und einem stationären Medium, dem Speichermedium, her. Dieser gute Wärmekontakt kann auch dadurch hergestellt oder verbessert werden, dass das Latent-speichermedium – wie aus dem Stand der Technik bekannt – in eine an sich schon sehr wärmeleitende Trägerstruktur (beispielsweise eine expandierte Graftstruktur) eingebettet wird. Unter Umständen kann

dann auf eine Berippung auch verzichtet werden.

[0045] [Fig. 7b](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines kombinierten Wärmeübertrager/Latent-Wärmespeichers **38** mit einem Abgasrohr **39**, welches von Abgasen der Brennkraftmaschine durchströmt wird. Das Abgasrohr **39** ist von einem koaxial angeordneten Ringkanal **40** umgeben, durch welchen Kühlmittel strömt. Zwischen Abgasrohr **39** und Ringkanal **40** ist eine rippenförmig ausgebildete Wärmeleitstruktur **41** angeordnet. Der Ringkanal **40** und das Speichermedium **42** sind von einer Isolierung **43** umgeben, um Wärmeverluste durch Abgabe von Wärme an die Umgebung zu vermeiden.

[0046] [Fig. 7c](#) zeigt eine abgewandelte Ausführungsform für einen kombinierten Wärmeübertrager/Latent-Wärmespeicher **44**, wobei das Abgasrohr **39** von einer Rohrschlange, einem spiralförmig gewickelten Strömungskanal **45**, welcher in das Latent-speichermedium **42** eingebettet ist, umgeben ist. Der spiralförmige Strömungskanal **45** wird vorzugsweise von Kühlmittel als Wärmeträgerfluid durchströmt. Auch hier ist eine Isolierung **43** vorgesehen.

[0047] [Fig. 8](#) zeigt einen Abgaswärmeübertrager **46** und einen Latent-Wärmespeicher **47**, welche nicht miteinander integriert, sondern räumlich voneinander getrennt, jedoch durch eine Leitung **48**, welche ein Wärmeträgerfluid transportiert, miteinander verbunden sind. Der Abgaswärmeübertrager **46** umfasst ein von Abgas durchströmbares Rohr **49** (Abgasrohr), in welchem eine Rohrwendel **50** angeordnet ist, welche von dem Wärmeträgerfluid durchströmt und vom Abgas umströmt wird. Das Wärmeträgerfluid, vorzugsweise das Kühlmittel des Kühlkreislaufes, wird somit durch das Abgas erwärmt und transportiert diese Wärme über die Leitung **48** in den Latent-Wärmespeicher **47**, welcher vorzugsweise mit einer Schüttung von verkapseltem Speichermedium **51**, z. B. einem Paraffin (Phasenwechselmaterial), gefüllt ist. Zwischen den Kapseln des Phasenwechselmaterials **51** bestehen Hohlräume, welche von dem Wärmeträgerfluid durchströmt werden, welches somit seine Wärme an das Phasenwechselmaterial **51** abgibt.

[0048] [Fig. 9](#) zeigt ein gegenüber [Fig. 8](#) abgewandeltes Ausführungsbeispiel, wobei für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Ein Abgaswärmeübertrager **52** weist ein von Abgas durchströmtes Rohr **49** auf, welches von einem spiralförmig um das Abgasrohr **49** gewickelten Flachrohr, einem Flachrohr-Mantel **54**, umgeben ist, welcher von einem über die Leitung **48** zugeführten Wärmeträgerfluid durchströmt wird. Das erwärmte Wärmeträgerfluid, vorzugsweise das Kühlmittel des Kühlkreislaufes, strömt durch die Leitung **48** in einen Latent-Wärmespeicher **53**, der mit Phasenwechselmaterial **51** gefüllt ist. Der Latent-Wärmespeicher **53** weist eine allseitige Wärmeisolierung **55** auf, um Wärmeverlust-

te zu vermeiden und um somit die Speicherfähigkeit zu verlängern.

[0049] Der Abgaswärmeübertrager kann auch als konventioneller Abgaswärmeübertrager ausgebildet sein, welcher beispielsweise ein Bündel von in Rohrböden aufgenommenen Abgasrohren aufweist, welche von einem in einem Gehäuse geführten Kühlmittel umströmt werden.

[0050] In den folgenden [Fig. 10](#) bis [Fig. 15](#) ist eine vorteilhafte Integration des zuvor beschriebenen Wärmespeichers in die im Kraftfahrzeug vorhandenen Fluidkreisläufe dargestellt. Dabei werden für gleiche Teile der oben beschriebenen Schaltungsanordnung **1** gleiche Bezugszeichen verwendet. In den nachfolgenden Schaltungsanordnungen gemäß [Fig. 10](#) bis [Fig. 15](#) sind die flüssigen Fluidkreisläufe vom Motorkühl- und Heizkreislauf vollkommen getrennt – daraus ergibt sich der Vorteil, dass der Kreislauf für die Sorptionseinrichtung mit einem anderen Fluid gefüllt werden kann, das vorzugsweise für ein höheres Temperaturniveau ausgelegt ist, z. B. kann dies eine Glykol/Wasser-Mischung mit einem höheren Glykolanteil oder ein Thermoöl sein. In den nachfolgenden Schaltungsanordnungen ist die Sorptionseinrichtung bei allen Betriebszuständen in Betrieb und übernimmt im Heizbetrieb die Funktion einer Wärmepumpe. Dies ist erforderlich, um Siedezustände im Abgaswärmeübertrager zu vermeiden, hat aber den Vorteil, dass der Exergieinhalt des höher temperierten Fluids dazu verwendet wird, um zusätzliche Umweltwärme auf ein für Heizzwecke ausreichendes Temperaturniveau zu heben, was bei Fahrzeugen mit geringem Heizleistungsangebot im Kühlmittel vorteilhaft ist. Vor allem im Standbetrieb vergrößert sich die verwertbare Wärmemenge des Wärmespeichers entsprechend der durch die Wärmepumpe erzielten Heizleistungszahl.

[0051] [Fig. 10](#) zeigt eine Schaltungsanordnung **56** für den Betriebsmodus: „Klimatisierung während der Fahrt“. Die Schaltungsanordnung **56** entspricht teilweise der oben beschriebenen Schaltungsanordnung **1**, weshalb im Folgenden für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Die Sorptionseinrichtung **12** wird von drei Fluidströmen durchsetzt, nämlich dem ersten Fluidstrom **13**, einem Luftstrom zur Abfuhr der Kondensationswärme, einem dem zweiten Fluidstrom **14**, dem so genannten Nutzlufstrom, sowie dem dritten Fluidstrom, der hier wegen seiner geänderten Strömungsführung mit **57** bezeichnet ist. Durch den dritten Fluidstrom **57** werden die Sorptionswärmen zu- und abgeführt. In dem dritten Fluidstrom **57** sind – abweichend gegenüber der Schaltungsanordnung **1** – ein Wärmespeicher **58**, der Abgaswärmeübertrager **10**, als wesentliches Steuerorgan ein 4/2-Wegeventil **59** sowie zwei Rückschlagventile **60**, **61** angeordnet. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass der dritte Fluidstrom bzw. Fluidkreis-

lauf **57** vollständig vom Kühlkreislauf **3** und vom Heizkreislauf **26**, also vom Kühlmittelkreislauf getrennt ist. Diese Trennung ermöglicht – wie oben ausgeführt – für den dritten Fluidkreislauf **57** ein anderes Fluid, vorzugsweise für ein höheres Temperaturniveau zu wählen. Im dargestellten Betriebsmodus: „Klimatisierung während der Fahrt“ ist der Heizkörper **25** kühlmittelseitig nicht beaufschlagt, die Pumpe **27** ist inaktiv; alternativ kann der Heizkörper **25** luftseitig umgangen werden (luftseitig geregelte Heizung nach dem Stand der Technik). Das 4/2-Wegeventil **59**, im Folgenden auch Mehrwegeventil **59** genannt, steht im Belademodus, d. h. der Wärmespeicher **58** wird oder kann geladen werden. Bei Nutzkraftfahrzeugen kann davon ausgegangen werden, dass der Wärmespeicher **58** durch regelmäßigen Betrieb des Fahrmotors nicht ganz ausgekühlt ist, sodass auch bei weitgehend entladenen Wärmespeicher **58** und ausreichend hoher Phasenwechseltemperatur des Speichermediums sehr schnell eine zum Betrieb der Sorptionseinrichtung **12** ausreichend hohe Desorptionstemperatur erzielt wird. Während des Desorptionsprozesses wird das Kühlmittel (dritter Fluidstrom) auf ein Temperaturniveau zwischen 50°C und 80°C abgekühlt. Nach Austritt des Kühlmittels aus der Sorptionseinrichtung **12** tritt das Kühlmittel in den mit Frischluft beaufschlagten Rückkühler **20** ein und wird dort bis nahe an die Umgebungstemperatur abgekühlt, um anschließend über die Pumpe **21** wieder der Sorptionseinrichtung **12** zugeführt zu werden. Durch Aufnahme von Adsorptionswärme und sensibler Wärme einer internen Wärmerekuperation wird das Kühlmittel auf Temperaturen zwischen 70°C und 100°C aufgeheizt, mit dem das Kühlmittel dann wieder in den Abgaswärmeübertrager **10** eintritt. Die Strömungsrichtung des Kühlmittels im dritten Fluidkreislauf **57** ist durch entsprechende Pfeile dargestellt – diese Strömungsrichtung entspricht wie oben erwähnt – dem Belademodus für den Wärmespeicher **58**.

[0052] [Fig. 11](#) zeigt die Schaltungsanordnung **56** für den Betriebsmodus: „Standklimatisierung“ – dabei befindet sich der Wärmespeicher **58** infolge Verdrehung des Mehrwegeventils **59** im Endlademodus, d. h. die Strömungsrichtung im dritten Fluidkreislauf **57** hat sich – wie die Pfeile zeigen – umgekehrt. Der Wärmespeicher **58** wird somit in entgegengesetzter Richtung durchströmt, wobei der Abgaswärmeübertrager **10** umgangen wird. Diese Beschaltung des Wärmespeichers **58** bewirkt, dass die Kapazität des Speichers **58** zu einem sehr hohen Grad genutzt werden kann und die Verluste über zusätzliche Komponenten minimiert werden. Die Umkehr der Strömungsrichtung durch den Wärmespeicher **50** wird also durch das 4/2-Wegeventil **59** in Verbindung mit den beiden Rückschlagventilen **60**, **61** ermöglicht.

[0053] [Fig. 12](#) zeigt die Schaltungsanordnung **56** im Betriebsmodus: „Entfeuchtung während der Fahrt“.

Dieser Betriebsmodus unterscheidet sich von dem Betriebsmodus: „Klimatisierung während der Fahrt“ gemäß [Fig. 10](#) lediglich dadurch, dass der Heizkreislauf **26** über die Pumpe **27** aktiviert ist und der Heizkörper **25** von Kühlmittel durchströmt wird. Im Allgemeinen steht genügend Wärme aus dem Kühlmittel zur Verfügung, sodass der im Verdampferbereich **12c** abgekühlte und getrocknete Nutzluftstrom **14** im Heizkörper **25** wiedererwärmt werden kann. Sollte nicht genügend Wärme aus dem Kühlmittel zur Verfügung stehen, kann zusätzlich, wie beim nachfolgend beschriebenen Betriebsmodus erläutert, durch den Rückkühler **20** erwärmte Umgebungsluft der Fahrerkabine **2** zugeführt werden.

[0054] [Fig. 13a](#) zeigt die Schaltungsanordnung **56** in einer ersten Variante für den Betriebsmodus: „Entfeuchtung im Stand“. Da keine Wärme aus dem Kühlkreislauf **3** der Brennkraftmaschine **4** zur Verfügung steht, werden vorzugsweise alle Wärmeströme der Sorptionseinrichtung **12** verwendet. Der Wärmespeicher **58** wird – aufgrund der Stellung des Mehrwegeventils **59** – im Endlademodus betrieben. Die über die Frischluft/Umluftklappe **23** angesaugte Umluft wird als Nutzluftstrom **14** zunächst dem Verdampferbereich **12c** der Sorptionseinrichtung **12** zugeführt, dort abgekühlt und dabei getrocknet. Die Kaltluft wird nachfolgend als Fluidstrom **13** – aufgrund entsprechender Stellung der Mehrwegeklappe **24** – dem Kondensatorbereich **12d** und/oder dem Rückkühler **20**, was nicht dargestellt ist, zugeführt, sodass die entfeuchtete Luft wieder erwärmt wird. Durch Variation der aus dem Verdampferbereich **12c** benutzten Luftmenge kann dieser Betriebsmodus in einen reinen Standheizbetrieb überführt werden.

[0055] [Fig. 13b](#) zeigt eine zweite Variante für den Betriebsmodus: „Entfeuchtung im Stand“. Hier ist dargestellt, dass die Luftströme **13**, **14**, welche aus dem Kondensatorbereich **12d** bzw. aus dem Verdampferbereich **12c** mit unterschiedlichen Temperaturen austreten, gemischt werden können.

[0056] [Fig. 14](#) zeigt die Schaltungsanordnung **56** für den Betriebsmodus: „Standheizung“. Für diesen Betriebsmodus wird die Sorptionseinrichtung **12** in einem klassischen Wärmepumpenprozess betrieben. Dabei wird die Exergie des Wärmespeichers **58** (Hochtemperatur-Wärmequelle) dazu benutzt, den Wärmeinhalt der Fortluft aus der Fahrerkabine **2** in Form eines Umluftbetriebes zu nutzen und über den Kondensatorbereich **12d** und den Rückkühler **20** der Sorptionseinrichtung **12** auf ein für Heizzwecke ausreichendes Temperaturniveau anzuheben. Fortluft aus der Fahrerkabine **2** gelangt über die Frischluft/Umluftklappe **23** als zweiter Fluidstrom **14** in den Verdampferbereich **12c** und wird danach über die Mehrwegeklappe **24** ins Freie geleitet. Die im Kondensatorbereich **12d** erwärmte Luft (erster Fluidstrom **13**) wird über die Mehrwegeklappe **24** als

Warmluft in die Fahrerkabine **2** geleitet. Durch eine Luftklappe **62** kann auch mindestens ein Teil der vom Rückkühler **20** erwärmten Luft in die Fahrerkabine **2** geleitet werden. Durch die Nutzung der Abluftwärme kann die als Adsorptions-Wärmepumpe arbeitende Sorptionseinrichtung **12** mit kleinem Temperaturhub und damit großer Heizleistungszahl arbeiten, wodurch der Exergieinhalt des Hochtemperatur-Wärmespeichers **58** zur Streckung der Nutzzeit optimal genutzt wird.

[0057] [Fig. 15](#) zeigt die Schaltungsanordnung **56** im Betriebsmodus: „Heizung während der Fahrt“. Dieser Betriebsmodus unterscheidet sich gegenüber dem Betriebsmodus: „Standheizung“ gemäß [Fig. 14](#) zunächst dadurch, dass Heizleistung aus dem Heizkörper **25** zur Verfügung steht, da die Brennkraftmaschine **4** Wärme über den Heizkreislauf **26** liefert. Durch Umstellung des Mehrwegeventils **59** wird der Abgaswärmeübertrager **10** zur Vermeidung von Siedezuständen vom Kühlmittel durchströmt, welches anschließend in den Wärmespeicher **58** eintritt (entsprechend der Pfeilrichtung). Die Sorptionseinrichtung **12** arbeitet in diesem Betriebsmodus als Wärmepumpe analog zum Betriebsmodus: „Standheizung“. Dies bedeutet, dass die dem Heizkörper **25** zugeführte Luft (erster Fluidstrom **13**) bereits durch den Kondensatorbereich **12d** vorgewärmt wurde. Grundsätzlich ist es also möglich, auch den konventionellen Heizkörper **25** bei ausreichender Dimensionierung der Sorptionseinrichtung **12** entfallen zu lassen (dies ist jedoch nicht dargestellt).

[0058] [Fig. 16](#) zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung – alternativ zu dem oben beschriebenen Latent-Wärmespeicher – einen kombinierten Abgaswärmeübertrager/Adsorptionswärmespeicher **63**. Der Abgaswärmeübertrager ist als Abgasrohr **64** mit spiralförmig auf der Außenseite angeordneten Rippen **65** ausgebildet. Zwischen den Rippen ist eine ebenfalls spiralförmig ausgebildete, berippte Rohrschlange **66** angeordnet, in welcher zur Auskoppelung von Adsorptionswärme ein Wärmeträgerfluid, vorzugsweise das Kühlmittel strömt, welches über Leitungsabschnitte **67** zu- und abgeführt wird. Die Rippen **65** und die berippte Rohrschlange **66** bilden Zwischenräume, welche mit einer Schüttung aus Zeolithkugeln **68** oder -granulat ausgefüllt sind. Alternativ zu dem hier dargestellten kombinierten Abgaswärmeübertrager/Adsorptionswärmespeicher **63** können – wie dies in den nachfolgenden [Fig. 17a](#), [Fig. 17b](#) dargestellt ist – Wärmeübertrager und Wärmespeicher räumlich voneinander getrennt werden. Die Zeolith-Schüttung **68** ist in einem nicht näher dargestellten gasdicht verschlossenen Behälter **69** angeordnet, welcher lediglich einen Kanal **70** für die Zuleitung von Wasserdampf aufweist. Der Kanal **70** ist am anderen Ende mit einer Verdampfer/Kondensator-Einheit **71** verbunden, welche einen Wärmeübertrager **72** mit einem Vorlauf **72a** und ei-

nem Rücklauf **72b** sowie eine Wasservorlage **73** aufweist. Im Kanal **70** kann ein Absperrventil **74** (als Option) angeordnet sein, durch welches die Verbindung zwischen dem Behälter **69** und der Verdampfer/Kondensator-Einheit **71** unterbrochen oder geöffnet werden kann.

[0059] Die kombinierte Wärmeübertrager/Wärmespeicher-Vorrichtung **63** arbeitet wie folgt: Das über das Abgasrohr **64** strömende Abgas erwärmt über die Rippen **65** das Adsorbens Zeolith, wodurch Wasserdampf ausgetrieben wird (Desorption). Über den Kanal **70** gelangt bei geöffnetem Absperrventil **74** der Wasserdampf in die Einheit **71**, wo er kondensiert – das Kondensat sammelt sich am Boden der Einheit **71** als Wasservorlage **73**. Die frei werdende Kondensationswärme wird über den Rücklauf **72b** des Wärmeübertragers **72** abgeführt. Nach der Kondensationsphase wird das Wasser unter Wärmezufuhr über den Vorlauf **72a** verdampft und als Wasserdampf über den Kanal **70** dem Adsorbens Zeolith zugeführt. Infolge der Adsorption des Wasserdampfes durch das Adsorbens **68** wird Adsorptionswärme frei, welche über das Kühlmittel in der Rohrschlange **66** abgeführt wird.

[0060] [Fig. 17a](#) und [Fig. 17b](#) zeigen die Einbindung bzw. Verschaltung eines Adsorptions-Wärmespeichers, der vom Abgaswärmeübertrager getrennt ist, in ein Krafffahrzeug. [Fig. 17a](#) zeigt eine Schaltungsanordnung **75**, die auf den zuvor beschriebenen Schaltungsanordnungen **56**, **1** basiert, wobei für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Die Schaltungsanordnung **75** gemäß [Fig. 17a](#) zeigt den Betriebsmodus: „Standheizung“, wobei eine Entladung des Adsorptions-Wärmespeichers stattfindet. Der dritte Fluidstrom, hier mit der Bezugszahl **76** bezeichnet und in seiner Strömungsrichtung durch Pfeile gekennzeichnet, tritt zweimal in die Sorptionseinrichtung **12** ein, nämlich das erste Mal in den Desorberbereich **12b** und das zweite Mal in den Adsorberbereich **12a**. In den dritten Fluidkreislauf **76** sind folgende zusätzlichen Komponenten eingeschaltet: ein Adsorptionswärmespeicher **77** mit kühlmittelführender Rohrschlange **78**, ein weiteres 4/2-Wegeventil **79**, auch Mehrwegeventil **79** genannt, ein Kondensator/Verdampfer-Wärmeübertrager **80**, kurz Wasserverdampfer **80** genannt, welcher über einen Dampfkanal **81** mit dem Adsorbens des Adsorptions-Wärmespeichers **77** verbunden ist. Der Adsorptions-Wärmespeicher **77** mit Rohrschlange **78** sowie der Wasserverdampfer **80** mit Dampfkanal **81** entsprechen funktionell dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 16](#).

[0061] Im dargestellten Betriebsmodus strömt das Kühlmittel aufgrund der Stellung des Mehrwegeventils **79** durch den Rückkühler **20** und anschließend durch den Wasserverdampfer **80**, wodurch eine Verdampfung bewirkt wird. Der Wasserdampf gelangt über den Kanal **81** in den Adsorptions-Wärmespei-

cher **77**, wo infolge der Adsorption des Wasserdampfes durch das Adsorbens Adsorptionswärme frei wird, welche über die Rohrschlange **78** an das Kühlmittel abgegeben wird, d. h. der Adsorptions-Wärmespeicher **77** wird entladen. Die freigewordene Adsorptionswärme wird aufgrund der Stellung des Mehrwegeventils **59** dem Desorptionsbereich **12b** der Sorptionseinrichtung **12** zugeleitet. Die Beheizung der Fahrerkabine **2** erfolgt über den im Kondensatorbereich **12d** aufgeheizten ersten Luftstrom **13**, welcher über die Umschaltklappe **24** – bei inaktivem Heizkörper **25** – als Warmluft in die Fahrerkabine **2** gelangt.

[0062] [Fig. 17b](#) zeigt die Schaltungsanordnung **75** für den Betriebsmodus: „Heizung während der Fahrt“, wobei eine Beladung des Adsorptions-Wärmespeichers stattfindet. Aufgrund der veränderten Stellung der beiden Mehrwegeventile **59**, **79** wird der Adsorptions-Wärmespeicher **77** in umgekehrter Richtung vom Kühlmittel des dritten Fluidkreislaufes **76** durchströmt. Der Abgaswärmeübertrager **10** ist jetzt in den dritten Fluidkreislauf **76** einbezogen, so dass das Kühlmittel durch Abgaswärme erwärmt wird, die dem Adsorptions-Wärmespeicher **77** als Desorptionswärme zugeführt wird. Dabei wird das an das Adsorbens Zeolith gebundene Wasser bei hohem Dampfdruck desorbiert, gelangt als Wasserdampf über den Dampfkanal **81** in den Kondensator/Verdampfer-Wärmeübertrager **80**, wo eine Kondensation des Wasserdampfes stattfindet. Durch Schließen eines Absperrventils in der Dampfleitung **81** (vgl. [Fig. 16](#), Bezugsziffer **74**) kann der beladene Zustand des Wärmespeichers **77** verlustlos über eine beliebige Zeitdauer aufrechterhalten werden. Im Extremfall kann die Zeolith-Schüttung im Wärmespeicher **77** dabei sogar vollkommen auskühlen, weshalb eine thermische Isolierung nicht notwendig ist.

[0063] Im Entladungsfall wird das Absperrventil im Dampfkanal **81** geöffnet, wodurch Wasserdampf vom Verdampfer **80** in die Zeolith-Schüttung strömt und diese durch Freisetzung der Adsorptionswärme stark erhitzt. Diese Wärme kann durch die kühlmitteldurchströmte Rohrschlange **78** ausgekoppelt und der kontinuierlich arbeitenden Sorptionseinrichtung **12** zugeführt werden. Der sich abkühlende Wasserverdampfer **80** entzieht dem Kühlmittel nach dem Rückkühler **20** die benötigte Verdampfungswärme. Durch die weitere Abkühlung des Kühlmittels im Wasserverdampfer **80** werden die Kälteleistung und die Leistungszahl der kontinuierlich arbeitenden Sorptionseinrichtung **12** erhöht. Diese Schaltung entspricht damit einer Kaskadenschaltung von zwei Adsorptionskältemaschinen.

[0064] In weiteren nicht dargestellten Ausführungsformen können auch andere Wärmequellen in das System zum Antrieb der Sorptionseinrichtung (Adsorptions-Wärmepumpe, Adsorptionskältemaschine)

eingebunden werden. Insbesondere sind das stromerzeugende Komponenten wie Mikro-Gasturbinen- oder Brennstoffzellen-Hilfsaggregate, insbesondere Hilfsaggregate mit Hochtemperatur-Brennstoffzellen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 19818807 A1 [[0002](#), [0031](#)]
- WO 2007/068481 A1 [[0003](#)]
- DE 102006059504 A1 [[0003](#), [0031](#)]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren eines Raumes mittels einer Sorptionseinrichtung (12), welche einen Adsorber/Desorber- sowie einen Verdampfer/Kondensator-Bereich (12a, 12b, 12c, 12d) aufweist und von drei Fluidströmen (13, 14, 15) durchsetzt wird, wobei der erste Fluidstrom (13) der Abfuhr von Kondensationswärme, der zweite Fluidstrom (14) der Zufuhr von Verdampfungswärme sowie der Klimatisierung des Raumes (2) und der dritte Fluidstrom (15) der Zu- und Abfuhr von Sorptionswärmen dient, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Fluidstrom (15) ein Flüssigkeitsstrom ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer des ersten und zweiten Fluidstroms (13, 14) ein Luftstrom ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer des ersten und zweiten Fluidstroms (13, 14) ein Flüssigkeitsstrom ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Fluidstrom (15, 57, 76) ein Gemisch aus Wasser und Glykol enthält.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Fluidstrom (15, 57, 76) ein Thermoöl enthält.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem dritten Fluidstrom (15, 57, 76) Wärme aus mindestens einer Wärmequelle zuführbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem dritten Fluidstrom (15, 57, 76) Wärme durch mindestens eine Wärmesenke entziehbar ist.
8. Anordnung einer Vorrichtung zum Heizen und/oder Klimatisieren in einem Kraftfahrzeug, welches eine Brennkraftmaschine (4), einen Kühlkreislauf (3) zum Kühlen der Brennkraftmaschine und einen Innenraum, insbesondere eine Fahrerkabine (2) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Fluidstrom (15) an den Kühlkreislauf (3) anschließbar ist.
10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (4) als Wärmequelle dient.
11. Anordnung nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein in den Kühlkreislauf (3) eingebundener Abgaswärmeübertrager (10) als Wärmequelle dient.
12. Anordnung nach Anspruch 8, 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine von der Brennkraftmaschine (4) unabhängige Heizvorrichtung, insbesondere eine Brennstoffheizung (29) als Wärmequelle dient.
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein von Umgebungsluft beaufschlagter Wärmeübertrager (20) zur Rückkühlung des dritten Fluidstromes (15, 57, 76) als Wärmesenke dient.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein von Umgebungsluft beaufschlagter Wärmeübertrager (25) zur Beheizung des Innenraumes (2) als Wärmesenke dient.
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Sorptionseinrichtung (12) ein Wärmespeicher (33, 38, 44, 51, 58) zugeordnet ist.
16. Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher als Hochtemperaturwärmespeicher (33, 38, 44, 51, 58) ausgebildet ist.
17. Anordnung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher als Latent-Wärmespeicher (33, 38, 44, 51) ausgebildet ist.
18. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass als Latentmedium Zuckeralkohole, insbesondere Erythriol, D-Mannitol oder Galactitol verwendet sind.
19. Anordnung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher als Sorptionswärmespeicher (63, 77) ausgebildet ist.
20. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Sorptionswärmespeicher (63, 77) mit Zeolith (68) als sorptivem Speichermedium betreibbar ist.
21. Anordnung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Sorptionswärmespeicher (63, 77) mit Wasser als Arbeitsmittel betreibbar ist.
22. Anordnung nach Anspruch 11 und einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (33, 38, 44, 51, 58) thermisch mit dem Abgaswärmeübertrager (10, 34, 39, 46, 52) ver-

bunden und mit Abgaswärme beladbar ist.

23. Anordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (**25**) zur Beheizung vom ersten und/oder zweiten Fluidstrom (**13, 14**) durchströmbar ist.

24. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass in dem dritten Fluidstrom (**15, 57, 76**) Umschaltmittel (**18, 19, 32, 59, 79**) zur wahlweisen Durchströmung der Wärmequellen (**4, 10, 29, 58, 77**) und/oder Wärmesenken (**20, 80**) angeordnet sind.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochtemperatur-Wärmespeicher (**58, 77**) zur Be- und Entladung in entgegengesetzten Richtungen durchströmbar ist.

26. Anordnung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass im dritten Fluidstrom (**57, 76**) Umschaltmittel (**59, 79**) zum Wechsel der Durchströmungsrichtung vorgesehen sind.

27. Anordnung nach Anspruch 11 und einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**33, 38, 44**) in den Abgaswärmeübertrager (**34, 39**) integriert ist.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

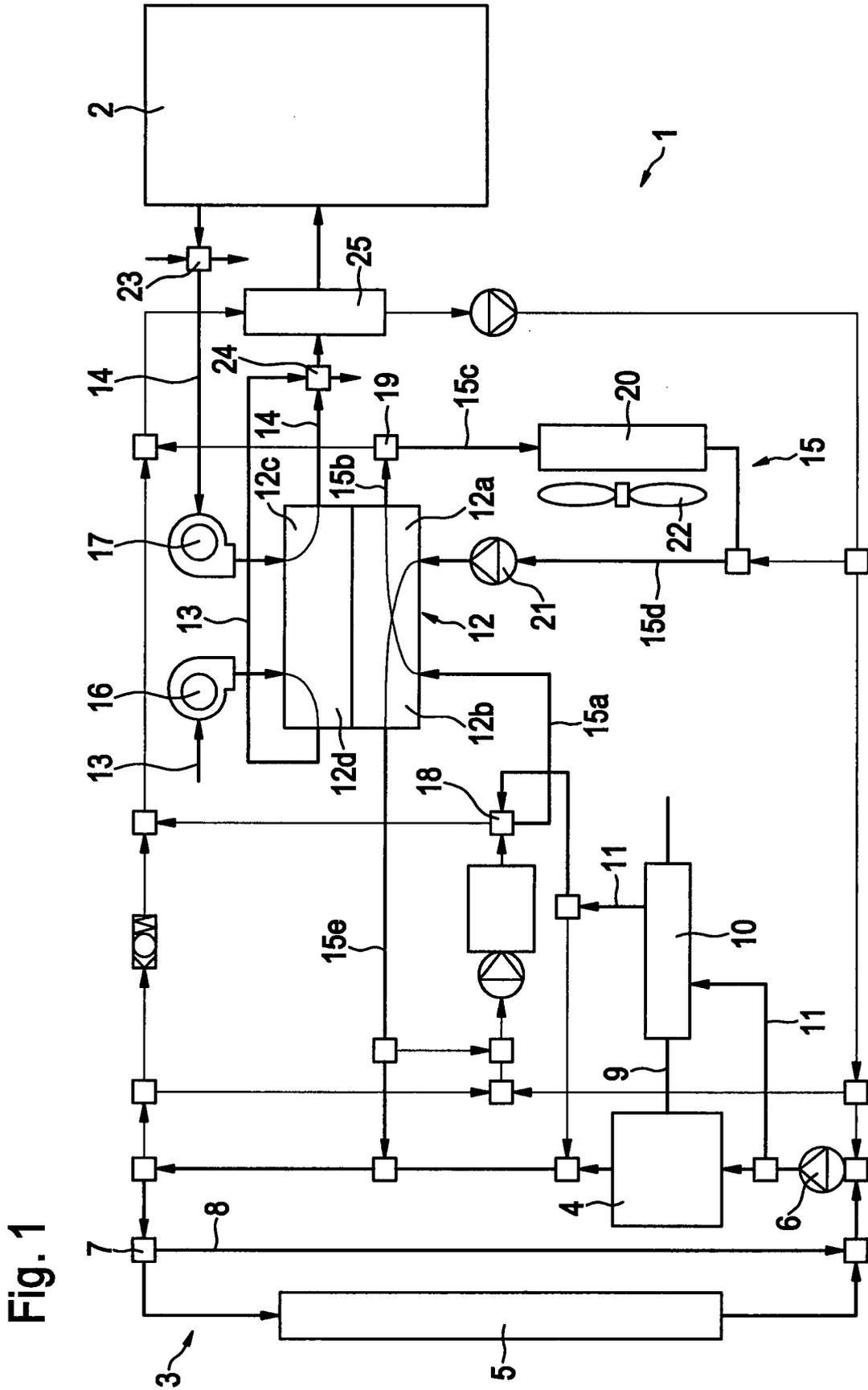


Fig. 1

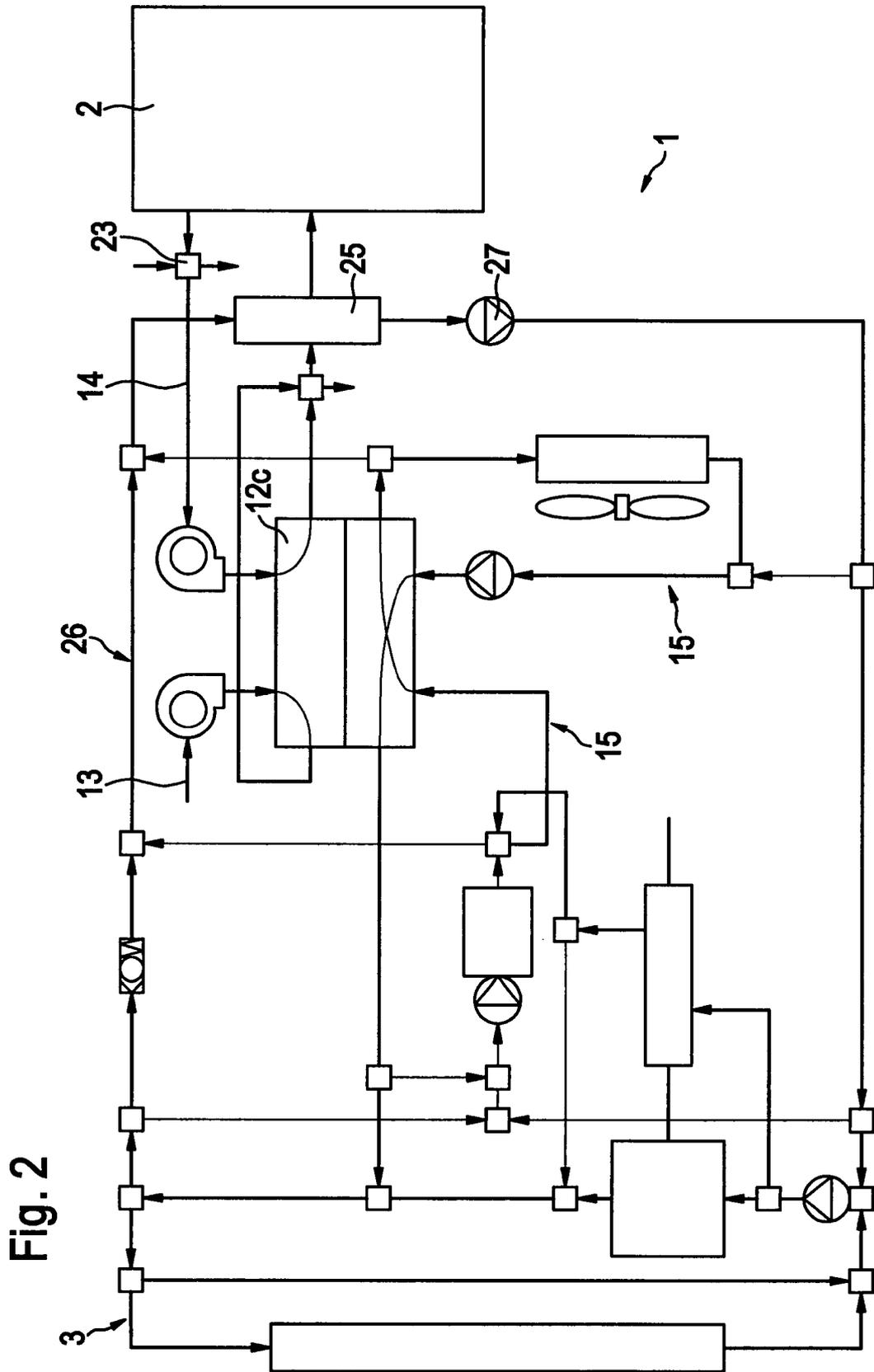


Fig. 2

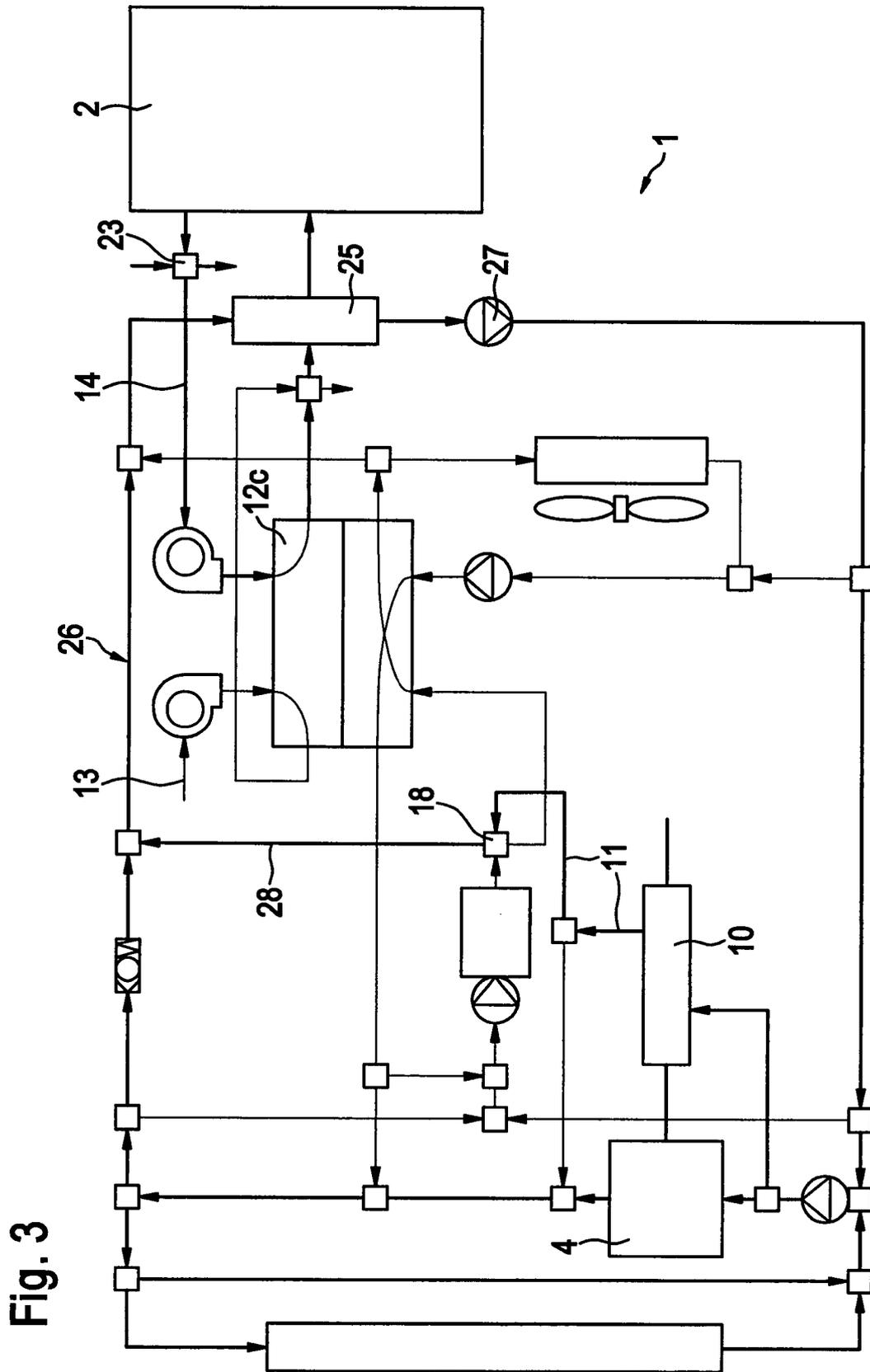


Fig. 3

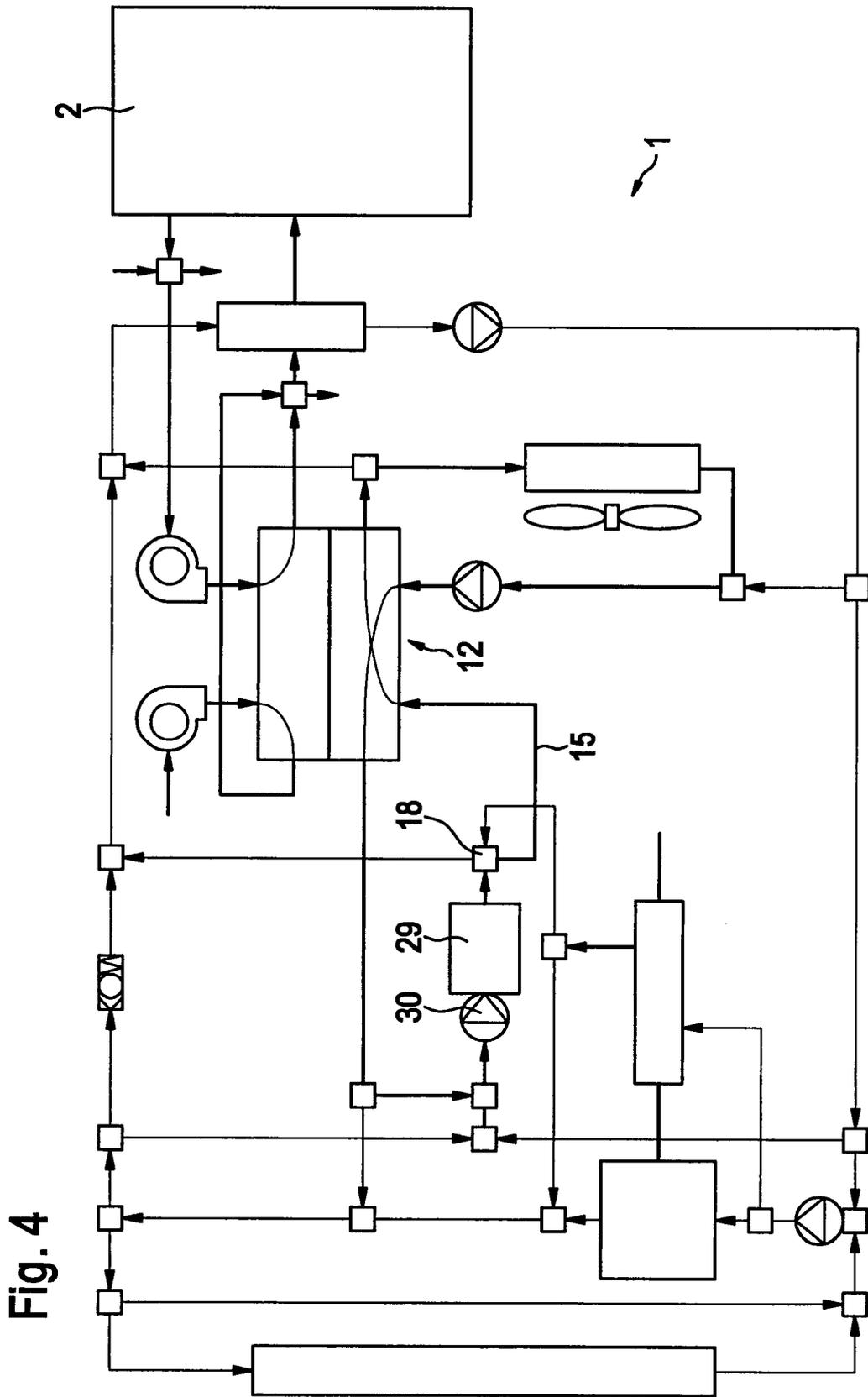


Fig. 4

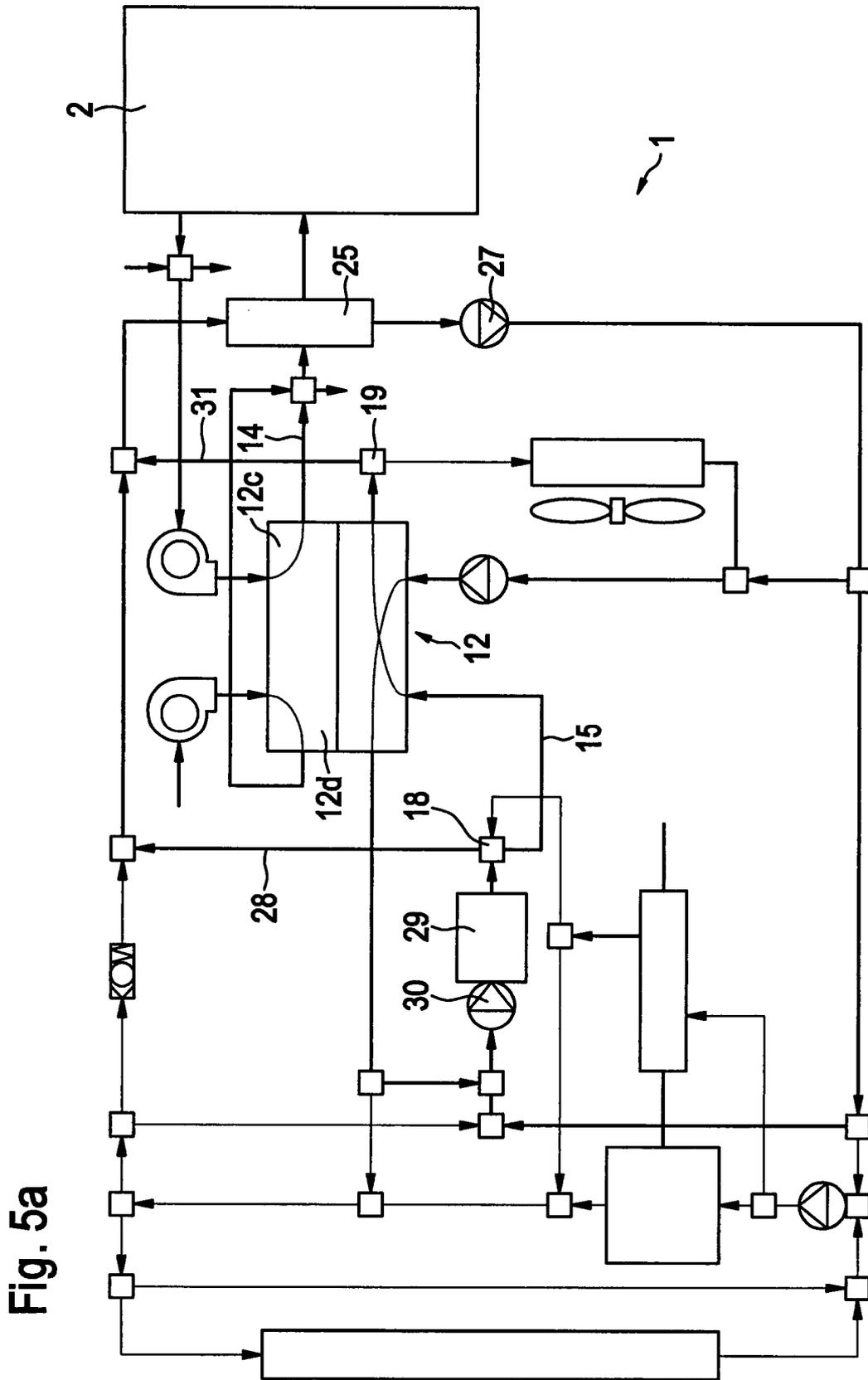


Fig. 5a

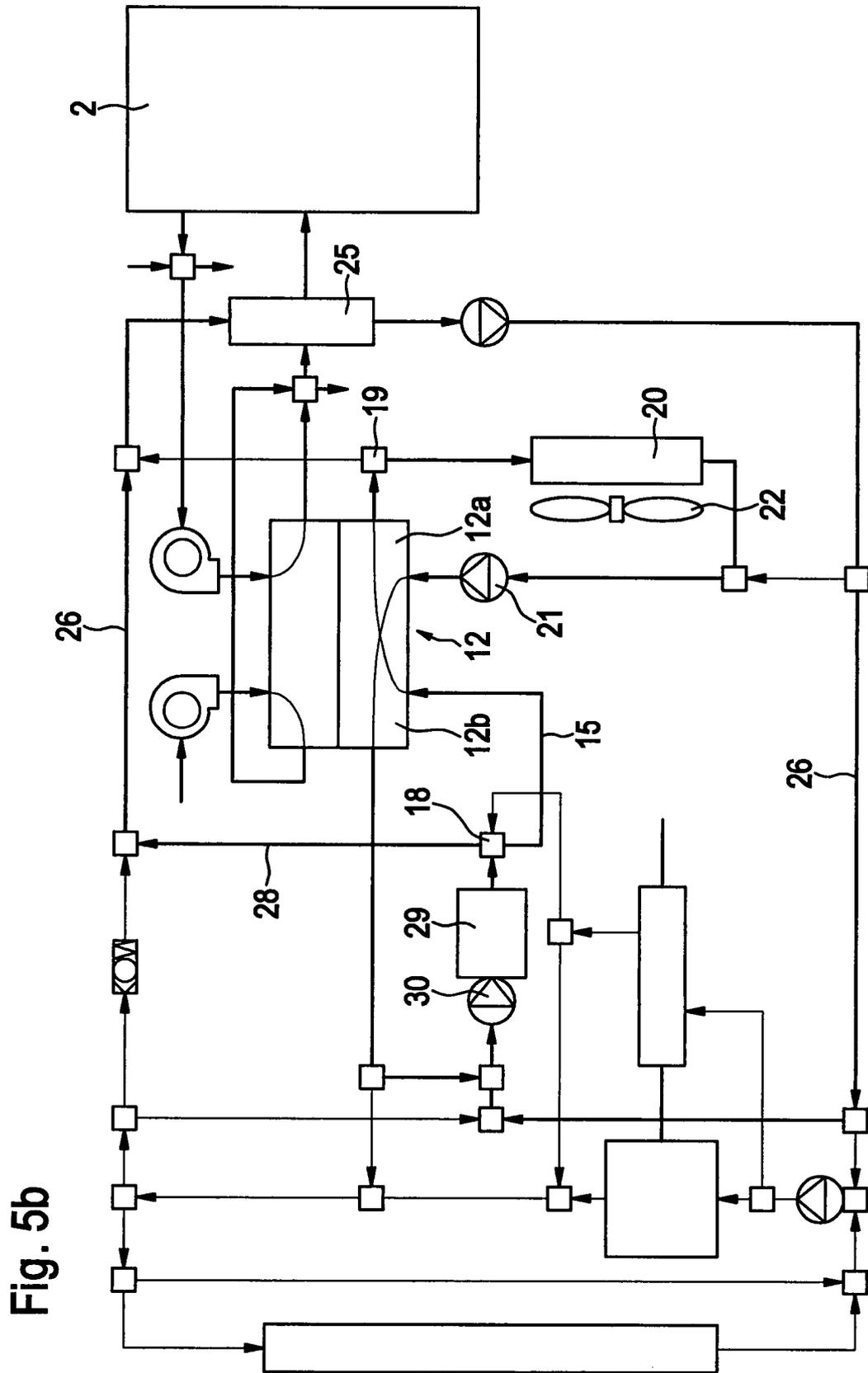


Fig. 5b

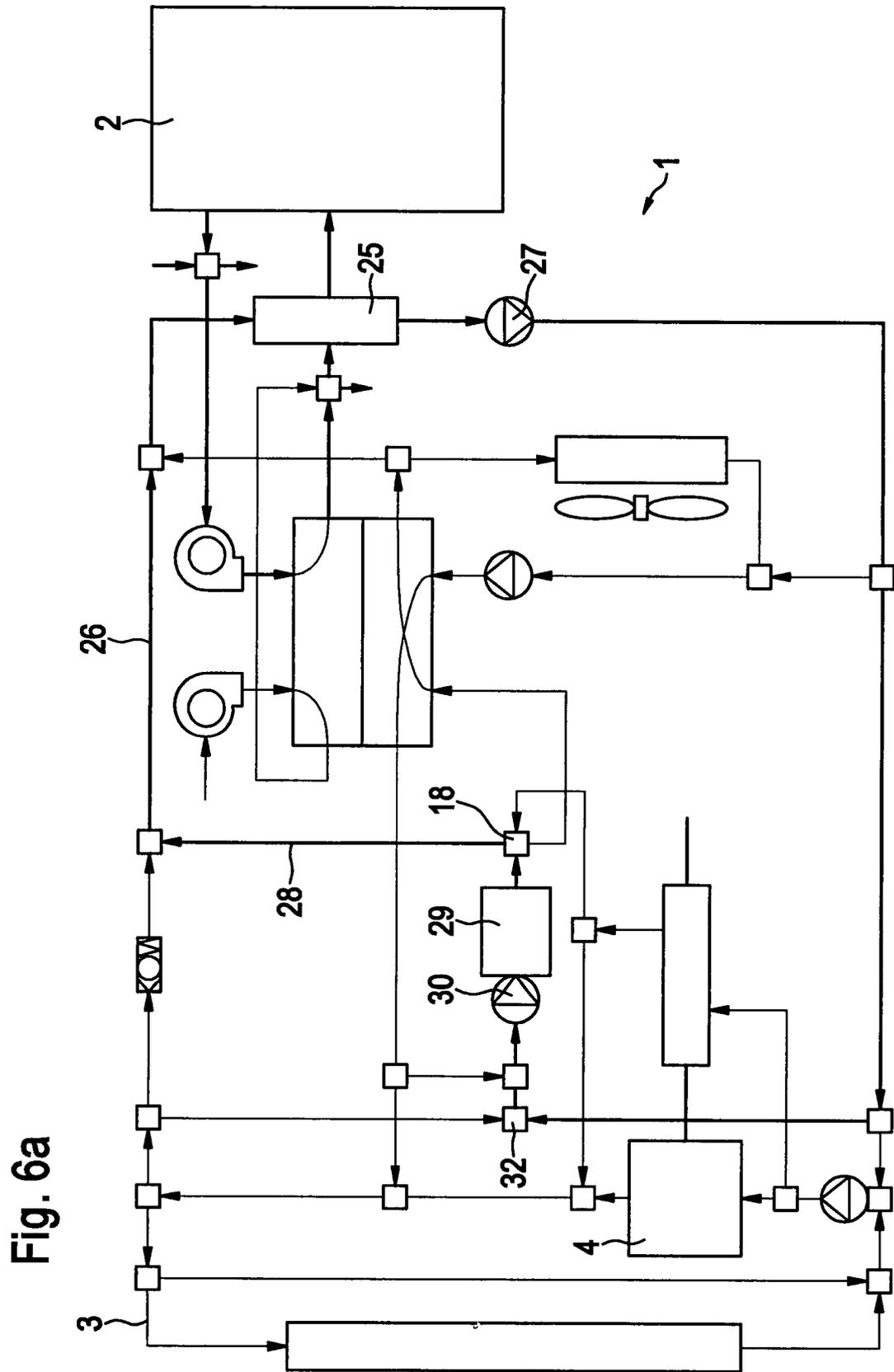


Fig. 6a

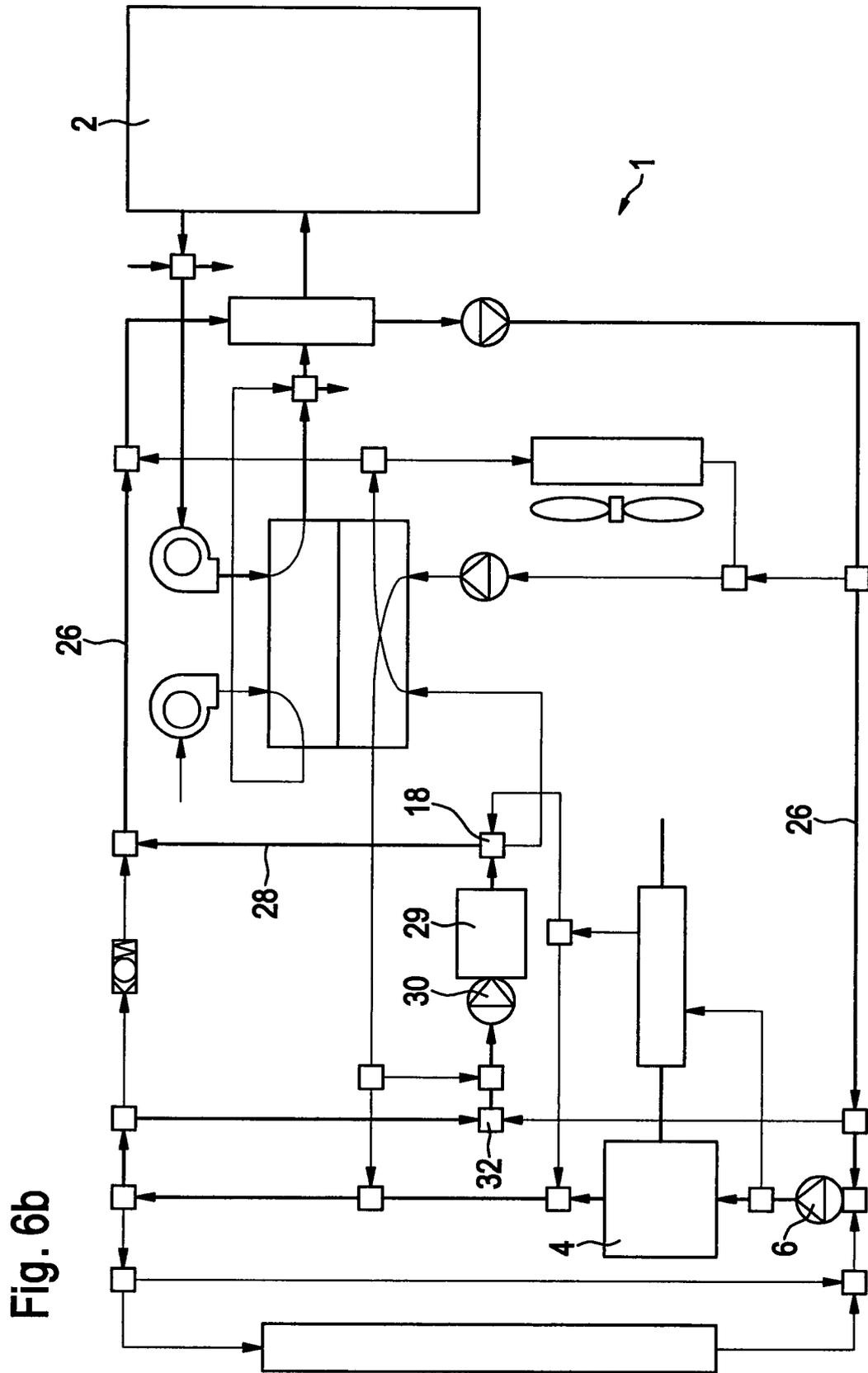


Fig. 6b

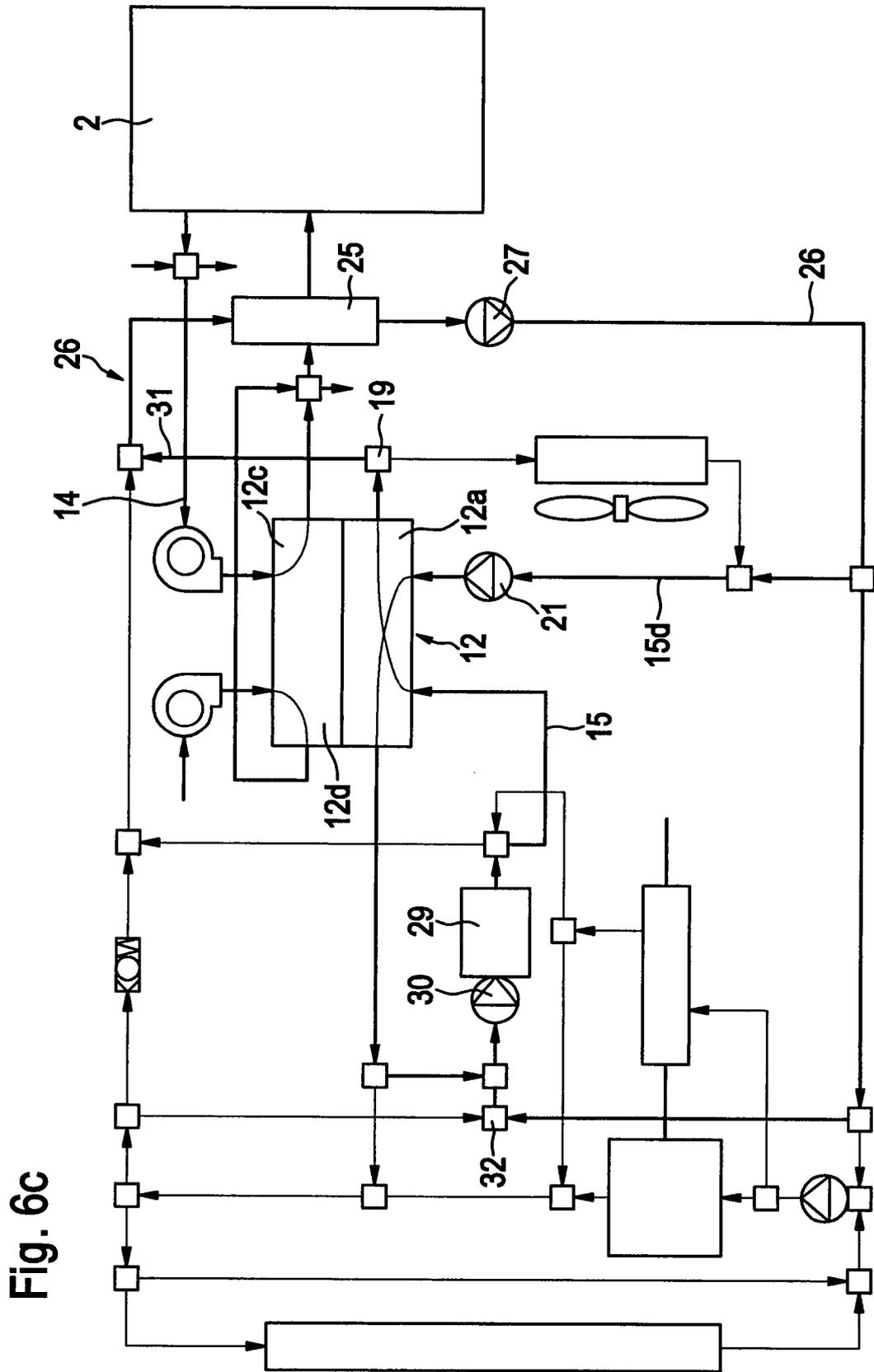


Fig. 6c

Fig. 7a

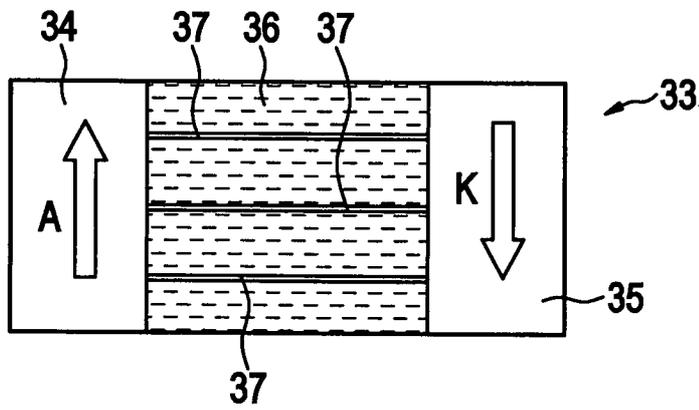


Fig. 7b

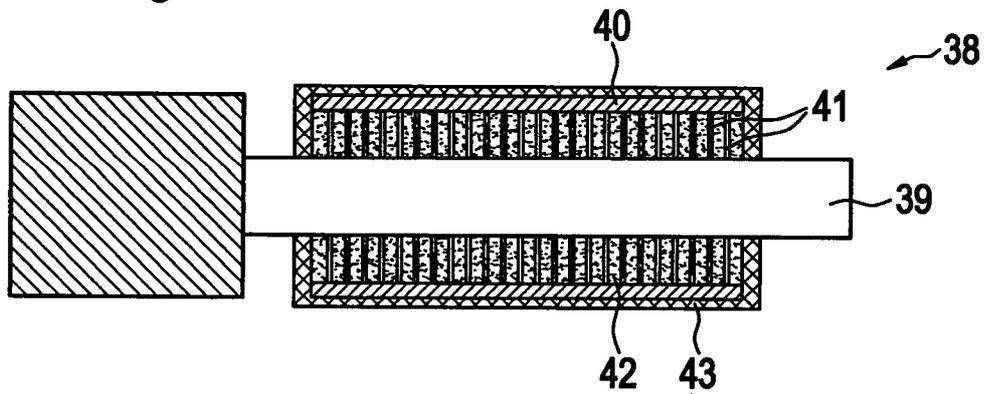


Fig. 7c

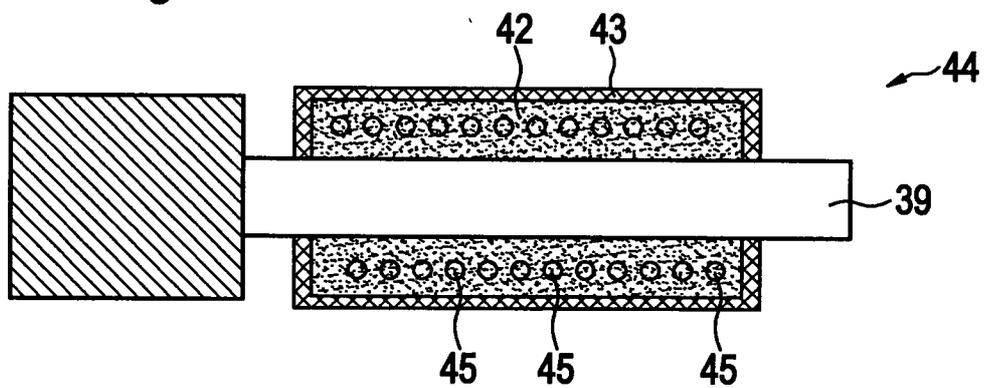


Fig. 8

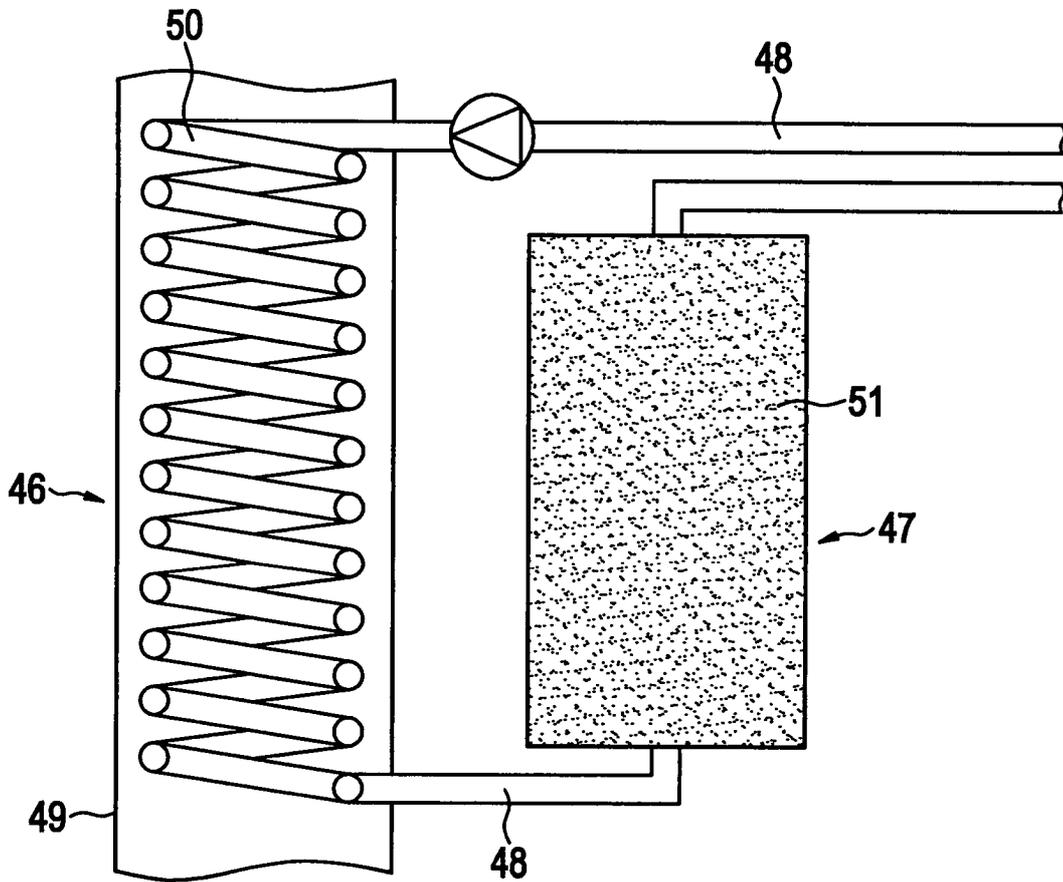
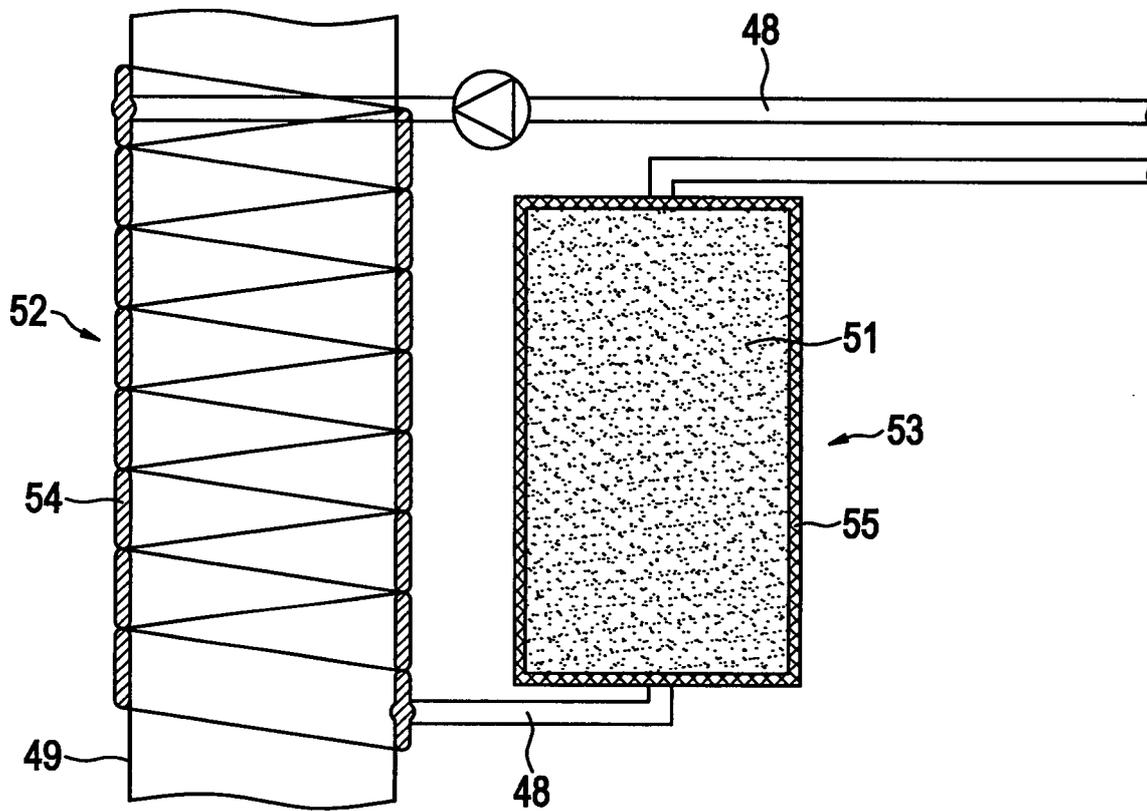


Fig. 9



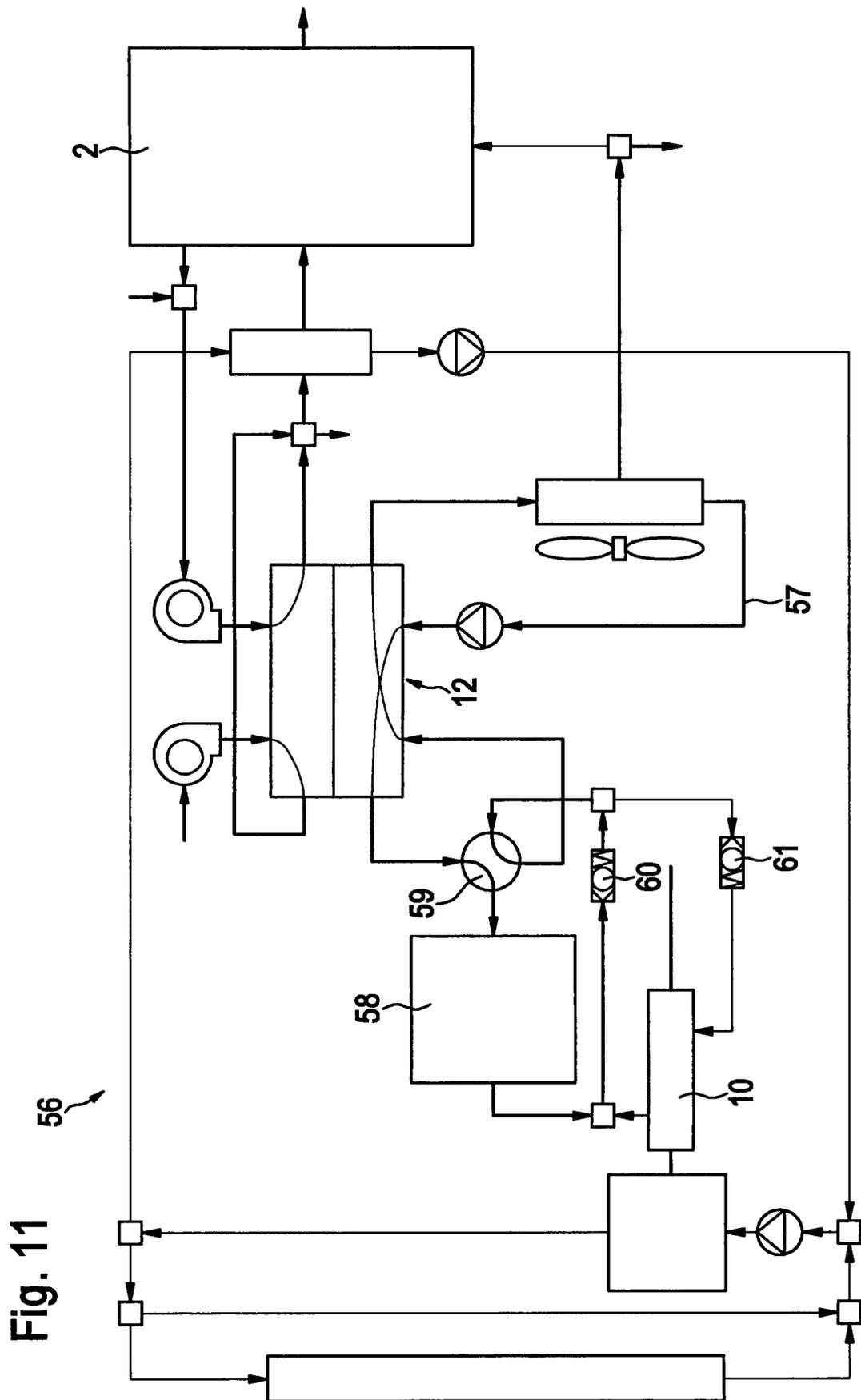


Fig. 11

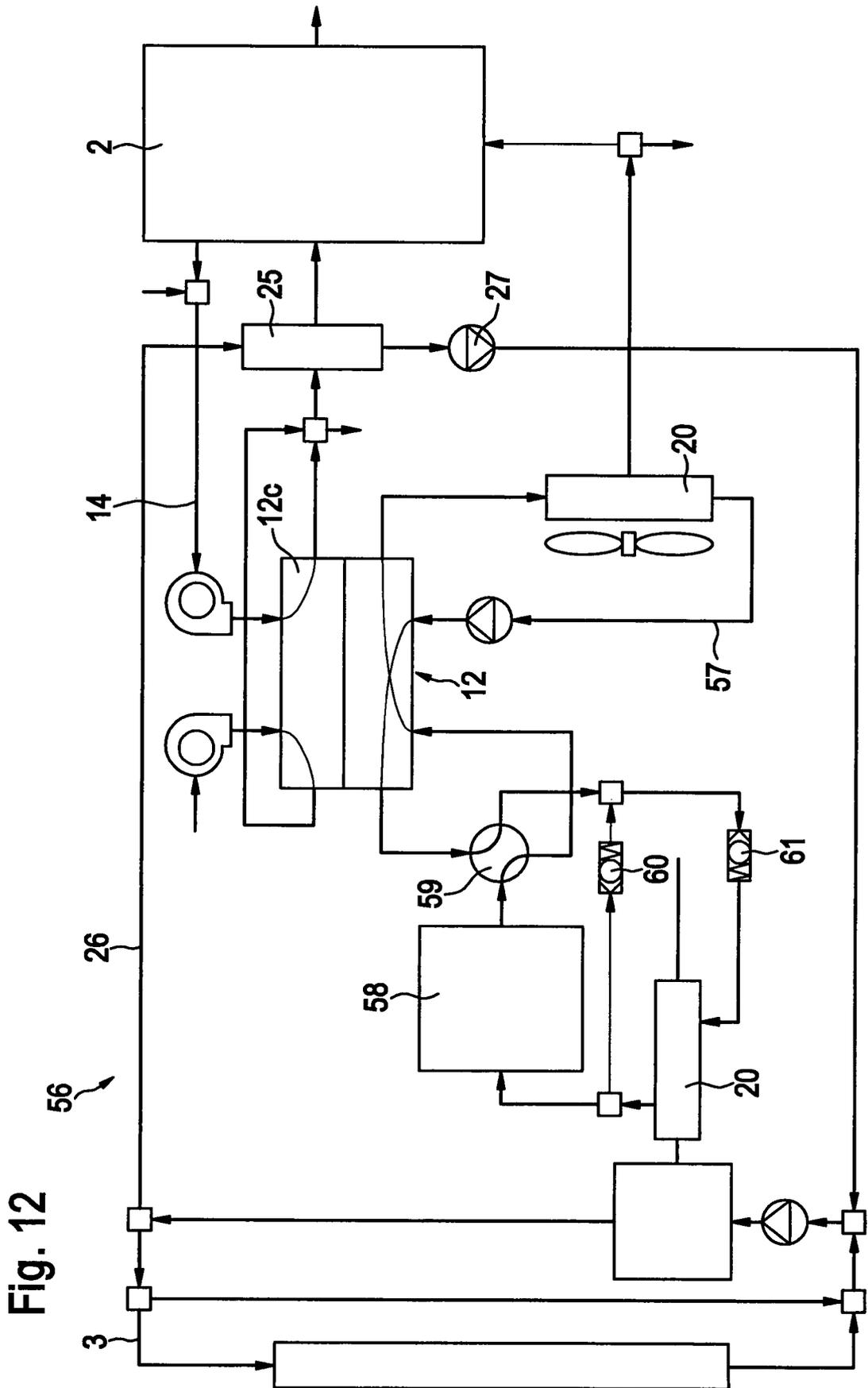


Fig. 12

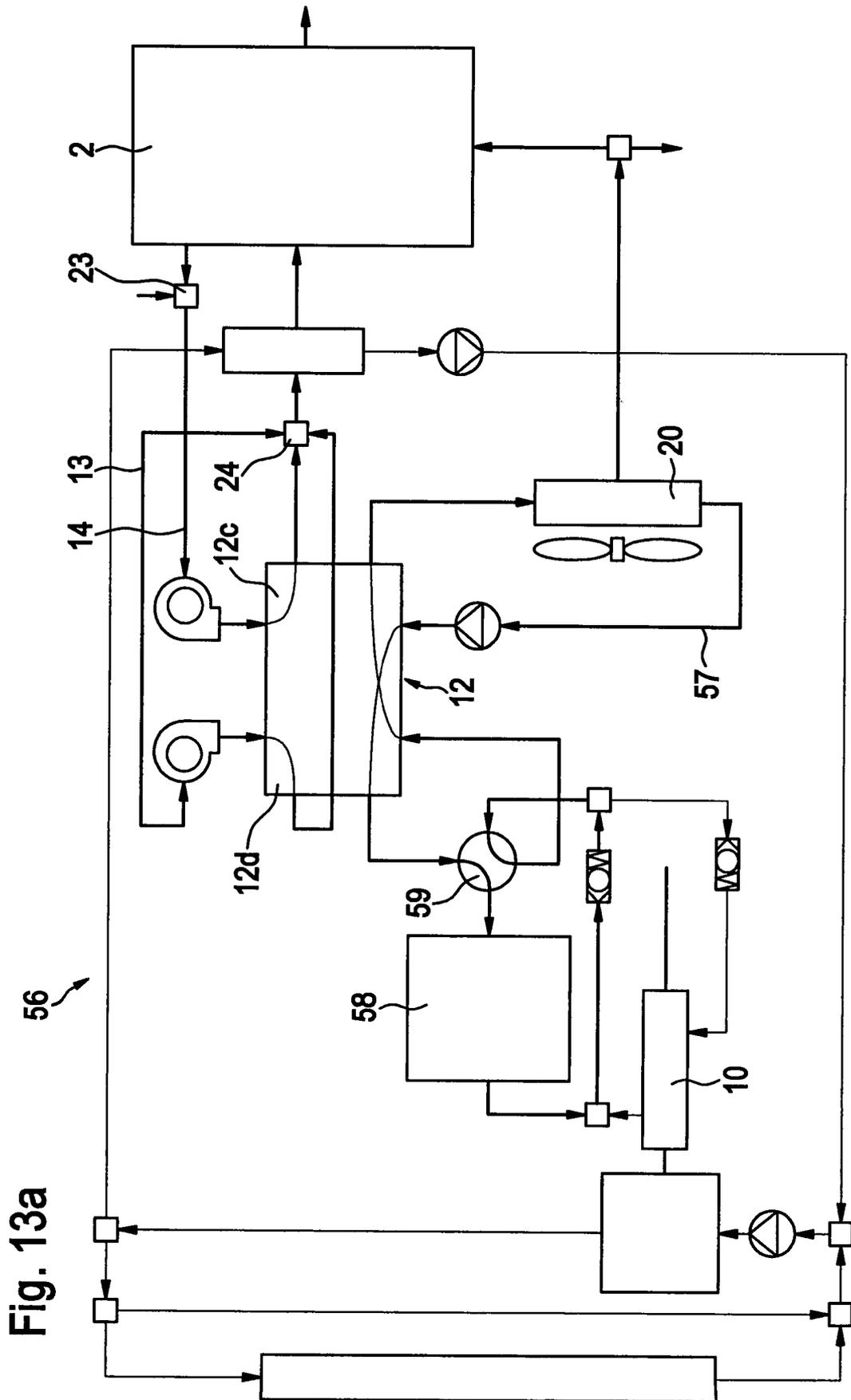


Fig. 13a

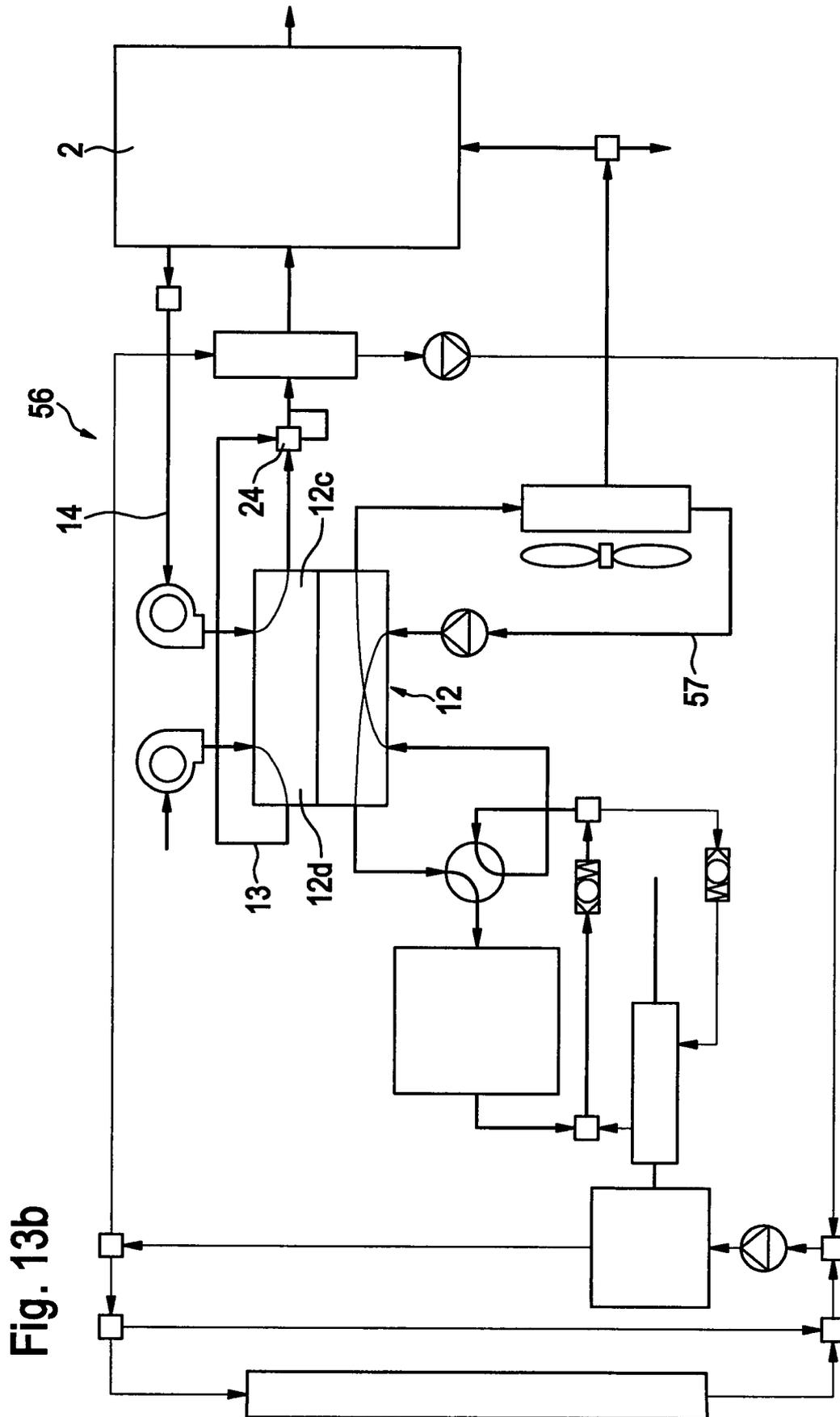


Fig. 13b

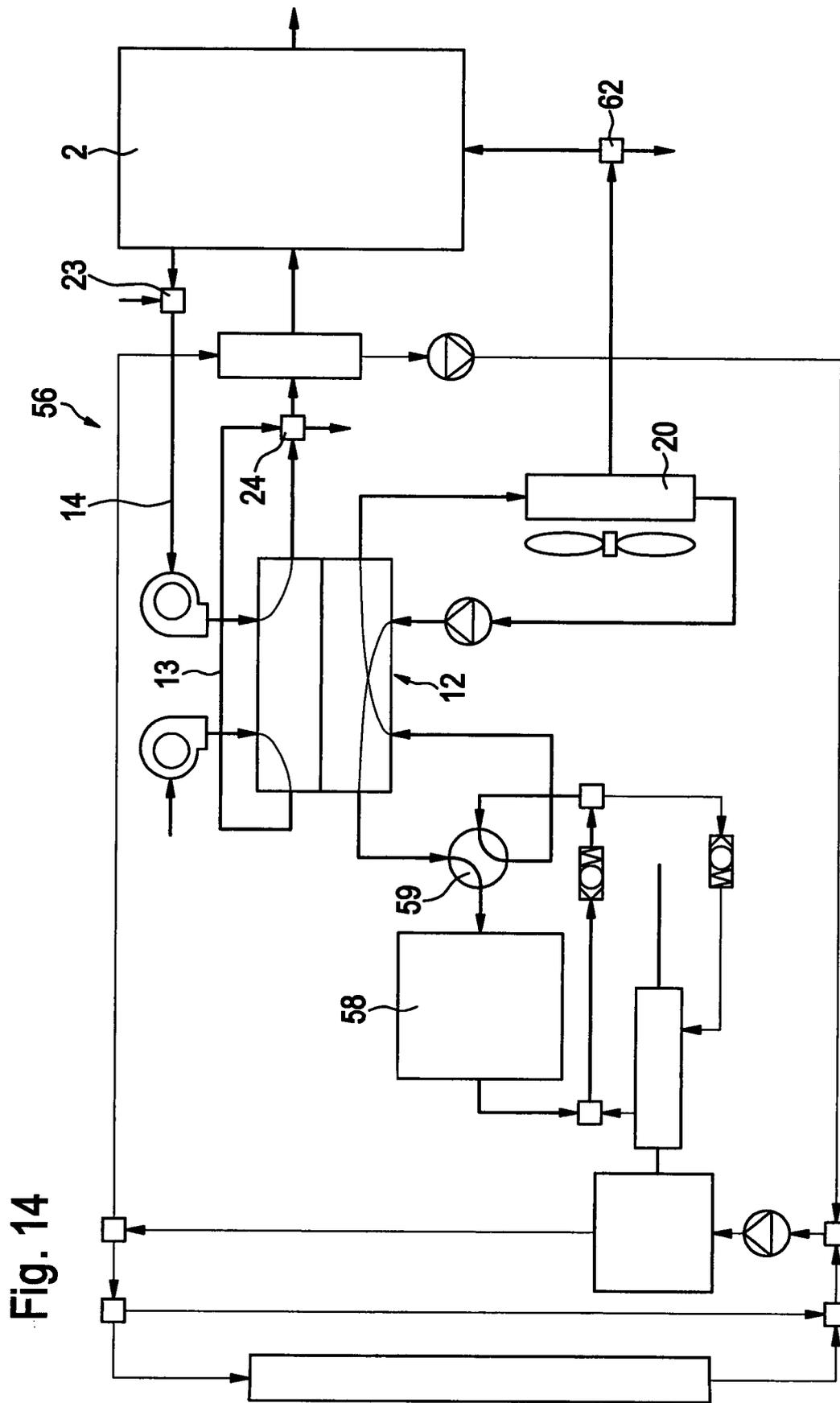


Fig. 14

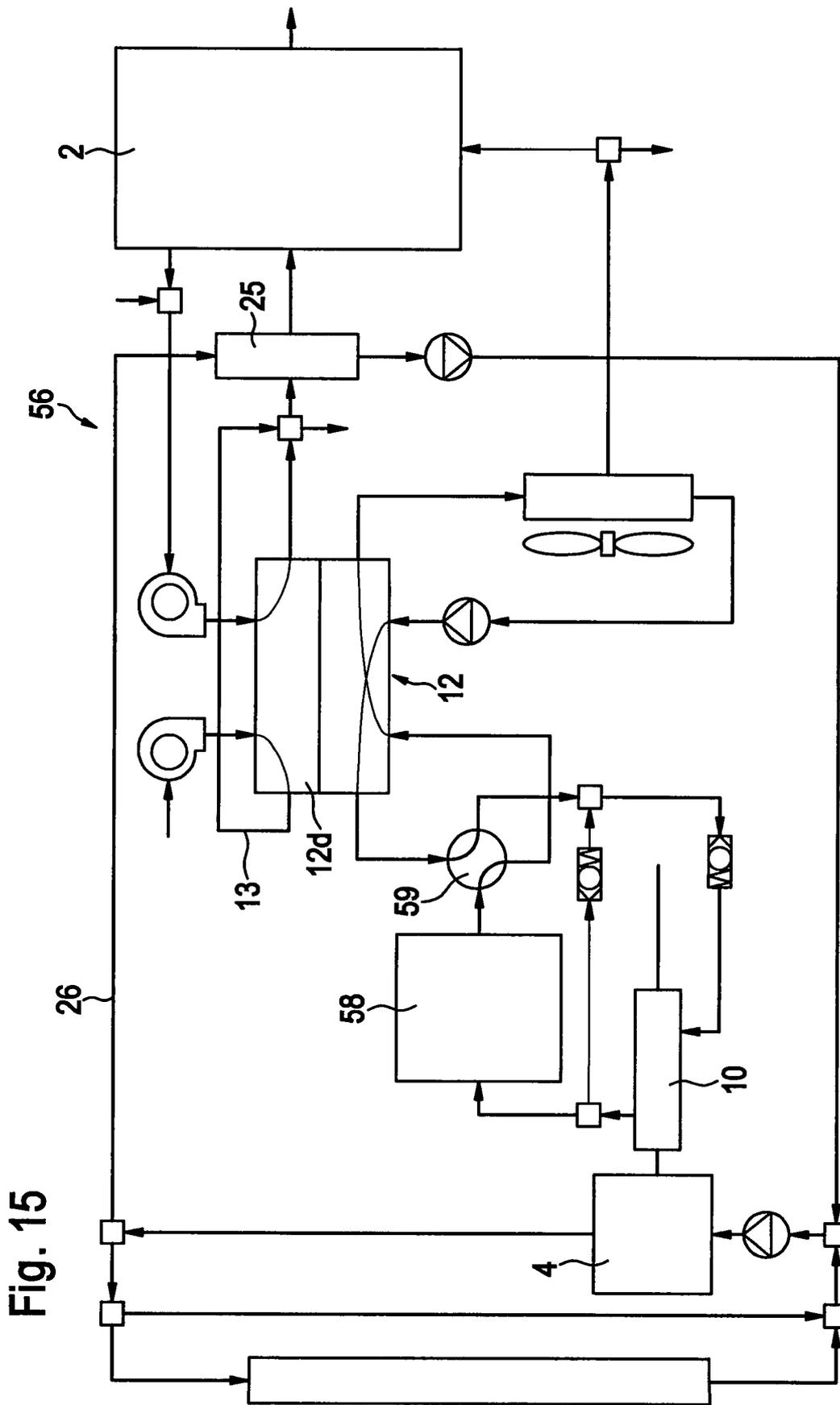
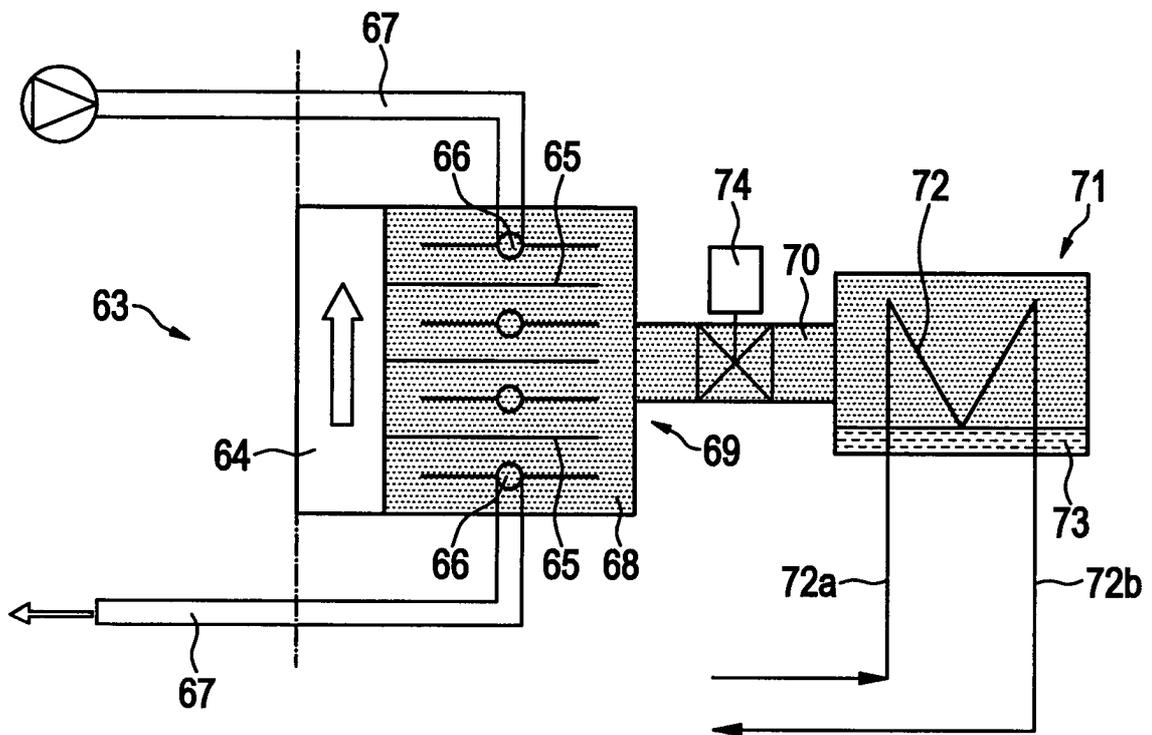


Fig. 15

Fig. 16



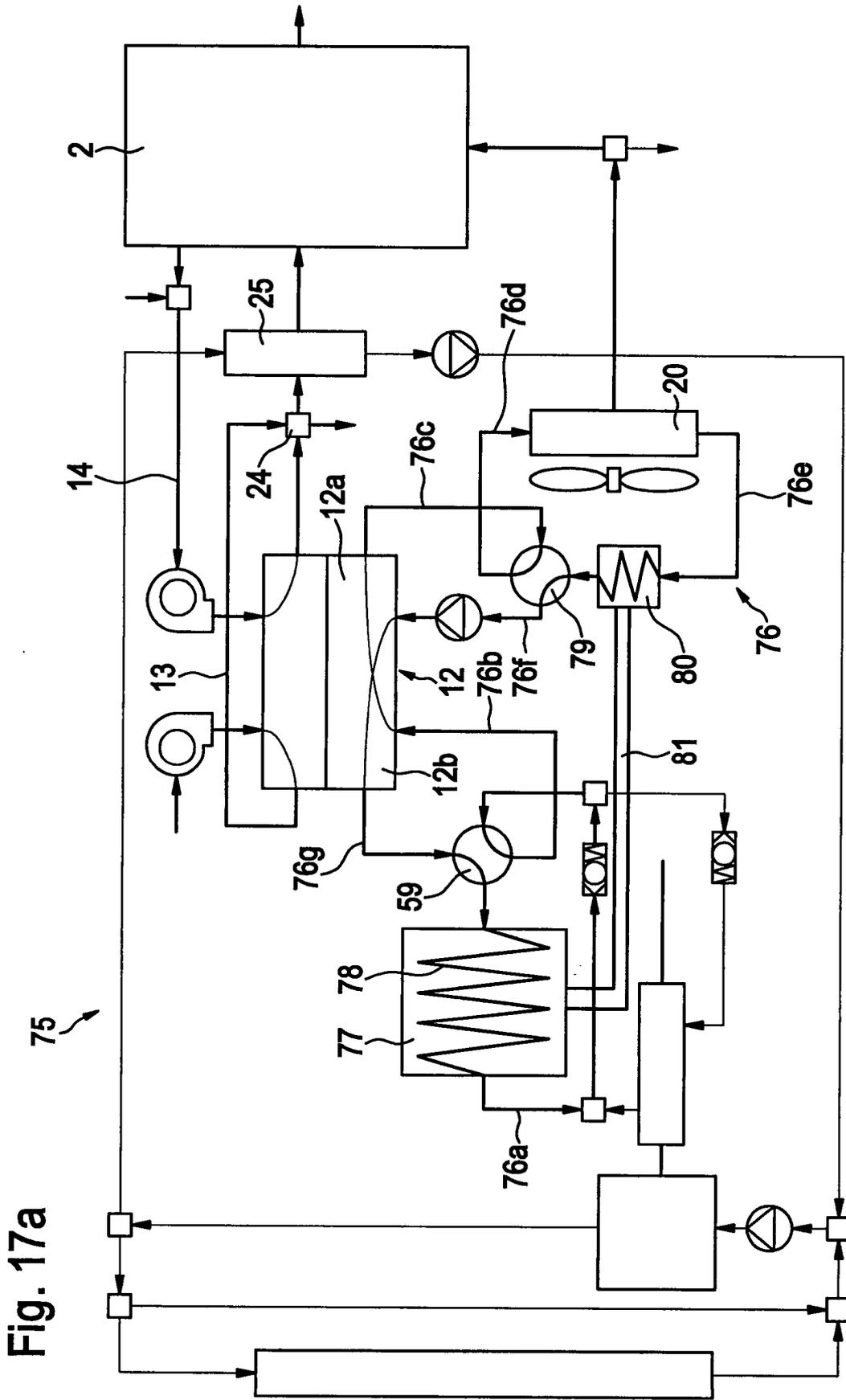


Fig. 17a

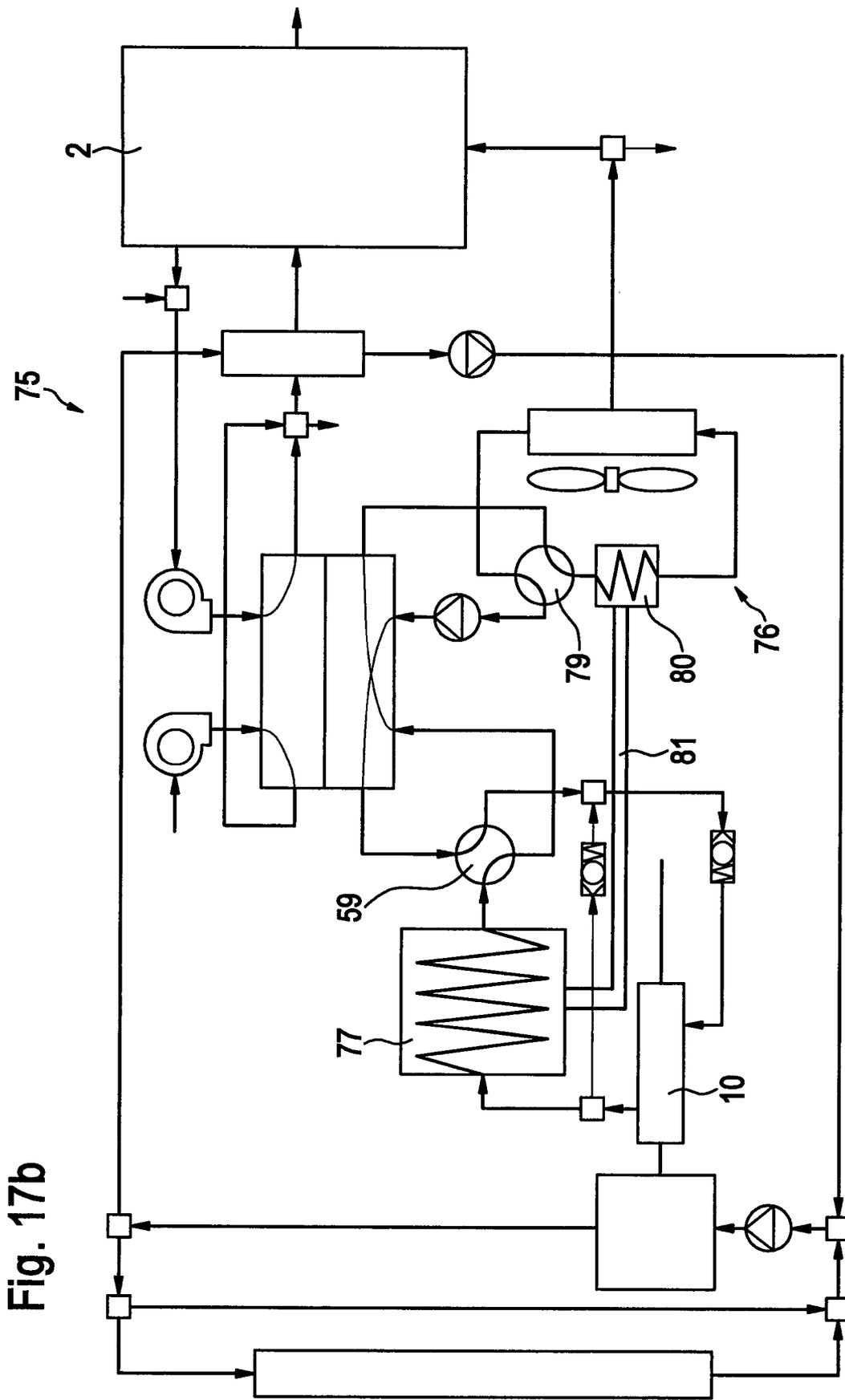


Fig. 17b