



(10) **DE 10 2020 117 471 A1** 2022.01.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 117 471.3**  
(22) Anmeldetag: **02.07.2020**  
(43) Offenlegungstag: **05.01.2022**

(51) Int Cl.: **F25B 30/02** (2006.01)  
**F25B 29/00** (2006.01)  
**B60H 1/00** (2006.01)  
**B60H 1/32** (2006.01)  
**B60K 11/02** (2006.01)  
**H01M 10/625** (2014.01)

(71) Anmelder:  
**Hanon Systems, Daejeon, KR**

(74) Vertreter:  
**Sperling, Fischer & Heyner Patentanwälte, 01277  
Dresden, DE**

(72) Erfinder:  
**Durrani, Navid, Dipl.-Ing., 50170 Kerpen, DE; Haas,  
Tobias, Dipl.-Ing., 50858 Köln, DE; Wainwright, Ian  
Charles, Chelmsford, Essex, GB**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 062 176	A1
DE	10 2010 061 005	A1
DE	10 2016 100 971	A1
DE	10 2019 109 796	A1

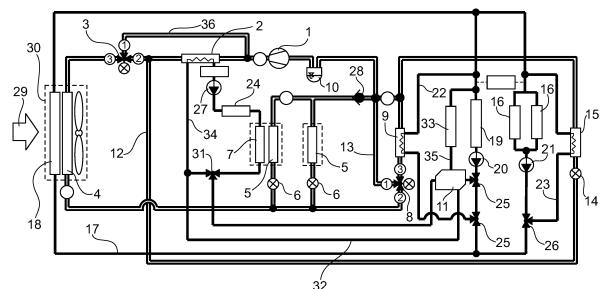
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Wärmepumpenanordnung mit indirekter Batterieerwärmung für batteriebetriebene Kraftfahrzeuge und Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpenanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wärmepumpenanordnung und Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpenanordnung.

Die Wärmepumpenanordnung weist einen Kältemittelkreislauf und einen Kühlmittelkreislauf auf, wobei der Kühlmittelkreislauf zur indirekten Batterieerwärmung ausgestaltet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Wärmepumpenanordnung mit indirekter Batterieerwärmung für batteriebetriebene Kraftfahrzeuge.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpenanordnung in ausgewählten Betriebsmodi.

Das Einsatzgebiet der Erfindung liegt auf dem Gebiet von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, die als Energiespeicher in aller Regel Hochvoltbatterien (HV-Batterien) für die Energieversorgung des Antriebsstranges des Fahrzeuges nutzen.

Dabei spielt eine effiziente Wärmeversorgung des Fahrzeuges in Kombination mit einem optimalen Wärmemanagement der Batterie und des elektrischen Antriebsstranges eine wichtige Rolle.

Elektrische batteriebetriebene Fahrzeuge erzeugen relativ wenig Abwärme und somit besteht bei derartigen Fahrzeugen regelmäßig das Bedürfnis, Wärme für die Beheizung der Fahrzeugkabine effizient zu erzeugen und in ausreichender Menge und angemessenem Temperaturniveau zur Verfügung zu stellen.

**[0003]** Im Stand der Technik sind für diese Konstellation Kältemittelkreisläufe für Kälteanlagen- und Wärmepumpenschaltungen bekannt, die speziell auf batteriebetriebene Fahrzeuge zugeschnitten sind.

**[0004]** Allerdings sind diese Systeme häufig sehr komplex und nur selten in der Lage, die Bedürfnisse und Anforderungen der Fahrzeuginsassen nach einer angemessenen Wärmeversorgung über die Klimaanlage des Fahrzeuges mit der in den verschiedenen Betriebszuständen jeweils optimal erforderlichen Kühlung oder auch Erwärmung der Batterie und des elektrischen Antriebsstranges zu kombinieren.

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Wärmepumpenanordnung für batteriebetriebene Fahrzeuge zur Verfügung zu stellen, welche eine erhöhte Effizienz der Wärmepumpe für die Versorgung der Klimaanlage mit Wärme für die Fahrgastzelle des Kraftfahrzeuges kombiniert mit der Möglichkeit einer optimalen Wärmeversorgung der Batterie, was neben einer effizienten Kühlung auch eine in bestimmten Betriebszuständen erforderliche Beheizung beinhaltet.

**[0006]** Die Aufgabe wird durch eine Wärmepumpenanordnung und Verfahren mit den Merkmalen gemäß der selbstständigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Wärmepumpenanordnung mit indirekter Batterieer-

wärmung für batteriebetriebene Kraftfahrzeuge durch eine nachfolgend charakterisierte Schaltungsanordnung gelöst.

**[0008]** Die Wärmepumpenanordnung weist einen Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter, einem Heizkondensator, einem 3/2-Wege-Expansionsventil, einem Außenwärmeübertrager, mindestens einem Verdampfer mit zugeordnetem Expansionsorgan sowie einem parallel zum Verdampfer angeordneten zweiten 3/2-Wege-Expansionsventil und einen Batteriechiller auf. Dabei zweigt zwischen dem Heizkondensator und dem 3/2-Wege-Expansionsventil ein Bypass mit einem Expansionsorgan und einem Antriebsstrangchiller ab.

Weiterhin weist die Wärmepumpenanordnung einen Kühlmittelkreislauf mit einem Kühlmittelkühler und einem Batteriewärmeübertrager mit zugeordneter Kühlmittelpumpe sowie mindestens einem parallel zum Batteriewärmeübertrager angeordneten Antriebsstrangkühler mit zugeordneter Kühlmittelpumpe auf.

**[0009]** Dabei sind auf der Kühlmittelseite jeweils eine Batterietemperierschleife mit dem Batteriewärmeübertrager, der Kühlmittelpumpe, einem 3/2-Wege-Ventil und einem Batteriechiller sowie eine Elektroantriebskühlschleife mit dem Antriebsstrangkühler, der Kühlmittelpumpe, einem 3/2-Wege-Ventil und dem Antriebsstrangchiller derart ausgebildet, dass die Batterietemperierschleife und die Elektroantriebskühlschleife unabhängig voneinander und unabhängig vom Kühlmittelkreislauf als separate Kreisläufe betreibbar sind. Weiterhin weist die Wärmepumpenanordnung einen Heizkreislauf auf, der aus dem Heizkondensator, einer Kühlmittelpumpe, einer Heizeinrichtung sowie einem Heizungswärmeübertrager gebildet ist und der eine indirekte Batterieheizschleife aufweist. Die indirekte Batterieheizschleife ist über ein 3/2-Wege-Ventil in den Heizkreislauf schaltbar und weist einen indirekten Wärmeübertrager auf, der Wärme aus der Batterieheizschleife in einen Kühlmittelkreislauf beziehungsweise einen Wärmeträgerkreislauf überträgt, welcher als sekundärer Bypasskreislauf bezeichnet und als Teil des Kühlmittelkreislaufes mit dem Batteriewärmeübertrager, der Kühlmittelpumpe, dem 3/2-Wege-Ventil und dem Wärmeübertrager ausgebildet ist. Der indirekte Wärmeübertrager koppelt die Batterieheizschleife des Heizkreislaufes mit dem sekundären Bypasskreislauf, so dass Wärme vom Heizkondensator aus dem Kältemittelkreislauf über den Heizkreislauf und die indirekte Batterieheizschleife im indirekten Wärmeübertrager auf den sekundären Bypasskreislauf und schließlich an den Batteriewärmeübertrager übertragen werden kann. Alternativ oder ergänzend kann Wärme aus der Heizeinrichtung über den Heizkreislauf und die indirekte Batterieheizschleife im indirekten Wärmeübertrager

auf den sekundären Bypasskreislauf und schließlich an den Batteriewärmeübertrager übertragen werden.

**[0010]** Besonders vorteilhaft sind die 3/2-Wege-Expansionsventile mit einer Expansionsfunktion und einer Bypass-Funktion ausgebildet.

**[0011]** Vorteilhaft ist weiterhin ein Heizkondensatorbypass als Verbindung des Hochdruckausgangs des Verdichters mit dem 3/2-Wege-Expansionsventil im Kältemittelkreislauf angeordnet. Über den Heizkondensatorbypass kann das Kältemittel aus dem Verdichter am Heizkondensator vorbei zum Außenwärmeübertrager geleitet werden.

**[0012]** Ein Kältemittelsammler ist bevorzugt vor dem Verdichter im Kältemittelkreislauf angeordnet, wobei sich die Positionsangaben auf die Strömungsrichtung des betreffenden Fluids beziehen.

**[0013]** Im sekundären Bypasskreislauf ist vorteilhaft ein Batterieelektronikkühler angeordnet, um neben der Batterie selbst auch die Steuerungs- und Regelungskomponenten der Batterie optimal zu temperieren und damit zu kühlen oder gegebenenfalls zu beheizen.

**[0014]** Der Außenwärmeübertrager und der Kühlmittelkühler sind bevorzugt in einer Kühlereinheit zusammengefasst, wobei der Außenwärmeübertrager in Strömungsrichtung der Umgebungsluft hinter dem Kühlmittelkühler angeordnet ist.

**[0015]** Weiterhin ist vorteilhaft ein Bypass parallel zum Batteriechiller im Kältemittelkreislauf angeordnet.

**[0016]** Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung zum aktiven Kühlen der Fahrzeugkabine dadurch gelöst, dass das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensatorbypass und das 3/2-Wege-Expansionsventil zum als Kondensator arbeitenden Außenwärmeübertrager strömt und nachfolgend im Expansionsorgan expandiert und im Verdampfer verdampft wird. Der Batteriewärmeübertrager wird von Kühlmittel durchströmt und dabei wird die Batterietemperierschleife und der sekundäre Bypasskreislauf parallel betrieben. Der Kühlmittelkreislauf wird mit dem Kühlmittelkühler und dem Antriebsstrangkühler zur passiven Kühlung des Antriebsstranges weiterhin betrieben.

**[0017]** Vorteilhaft wird ein Verfahren zum Betrieb der Wärmepumpenanordnung zum aktiven Kühlen der Fahrzeugbatterie dadurch ausgebildet, dass das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensatorbypass und das erste 3/2-Wege-Expansionsventil zum als Kondensator arbeitenden Außenwärmeübertrager strömt und nachfolgend im zweiten

3/2-Wege-Expansionsventil expandiert und im Batteriechiller verdampft. Die Batterietemperierschleife mit dem Batteriechiller, dem Batteriewärmeübertrager und parallel dem Batterieelektronikkühler sind im sekundären Bypasskreislauf geschaltet. Der Kühlmittelkreislauf wird mit dem Kühlmittelkühler und dem Antriebsstrangkühler zur passiven Kühlung des Antriebsstranges betrieben.

Das Betreiben des Kältemittelkreislaufes zur Bereitstellung von Kälte in den Verdampfern wird als aktive Kühlung bezeichnet. Als Verdampfer fungieren im Kältemittelkreislauf neben den Verdampfern der Klimaanlage auch der Batteriechiller und der Antriebsstrangchiller.

**[0018]** Vorteilhaft wird der Kühlmittelkreislauf mit dem Kühlmittelkühler und dem Batteriewärmeübertrager sowie parallel dazu der Antriebsstrangkühler zur passiven Kühlung der Fahrzeugbatterie betrieben, wobei der sekundäre Bypasskreislauf mit dem Batterieelektronikkühler parallel betrieben wird.

**[0019]** Der Kühlmittelkreislauf wird bevorzugt mit dem Kühlmittelkühler und dem Antriebsstrangkühler zur passiven Kühlung des Antriebsstranges betrieben, wobei die Batterietemperierschleife mit dem Batteriewärmeübertrager und der sekundäre Bypasskreislauf mit dem Batterieelektronikkühler zueinander parallel und unabhängig vom Kühlmittelkreislauf betrieben werden.

**[0020]** Nach einer Ausgestaltung des Verfahrens zum Reheat-Modus der Fahrzeugkabine wird das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensator und das 3/2-Wege-Expansionsventil zum als Kondensator oder als Verdampfer arbeitenden Außenwärmeübertrager geführt und nachfolgend im Expansionsorgan expandiert und im Verdampfer verdampft. Die Batterietemperierschleife und der sekundäre Bypasskreislauf werden parallel betrieben. Die Elektroantriebskühlschleife mit dem Antriebsstrangkühler sowie der Heizkreislauf mit dem Heizkondensator werden ebenfalls in diesem Modus betrieben.

**[0021]** Unter dem Reheat-Modus einer Fahrzeugklimaanlage ist Luftbehandlung zu verstehen, bei welcher die Luft zunächst gekühlt und entfeuchtet und nachfolgend auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird. Somit ist in der Klimaanlage sowohl eine Kühlung der Luft als auch eine Heizung der Luft erforderlich.

**[0022]** Im Verfahren zum Reheat-Modus der Fahrzeugkabine wird bevorzugt eine Heizeinrichtung zusätzlich im Heizkreislauf betrieben.

**[0023]** Im Reheat-Modus der Fahrzeugkabine wird bevorzugt ein Teilstrom des Kältemittels nach dem Heizkondensator über den Bypass geführt und im Expansionsorgan expandiert und im Antriebsstrang-

chiller verdampft, um zusätzlich Abwärme der Antriebsstrangkomponenten aufzunehmen.

**[0024]** Wiederum zum Reheat der Fahrzeugkabine wird bevorzugt das Mitteldruckniveau im Außenwärmeübertrager derart eingestellt, dass die Temperatur des Kältemittels im Außenwärmeübertrager der Temperatur der Umgebungsluft entspricht.

**[0025]** Zur Heizung der Fahrzeugkabine mit Abwärme des Antriebsstranges wird bevorzugt das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensator und den Bypass geleitet und nachfolgend im Expansionsorgan expandiert und im Antriebsstrangchiller verdampft. Der Batteriewärmeübertrager wird von Kühlmittel durchströmt und die Batterietemperierschleife und der sekundäre Bypasskreislauf werden parallel betrieben. Die Elektroantriebskühlschleife mit dem Antriebsstrangkühler sowie der Heizkreislauf mit dem Heizkondensator und dem Heizungswärmeübertrager werden ebenso betrieben.

**[0026]** Zur Heizung der Kabine mit Umgebungswärme wird das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensator zum 3/2-Wege-Expansionsventil geleitet und expandiert und im Außenwärmeübertrager verdampft. Der Batteriewärmeübertrager wird von Kühlmittel durchströmt und dabei werden die Batterietemperierschleife und der sekundäre Bypasskreislauf parallel betrieben. Die Elektroantriebskühlschleife mit dem Antriebsstrangkühler sowie der Heizkreislauf mit dem Heizkondensator und dem Heizungswärmeübertrager werden ebenso betrieben.

**[0027]** Zur indirekten Heizung der Batterie wird der Heizkreislauf mit der Heizeinrichtung auf die gewünschte Temperatur erwärmt und der Wärmeträger des Heizkreislaufes über das 3/2-Wege-Ventil und die indirekte Batterieheizschleife zum indirekten Wärmeübertrager geführt. Der Heizkondensator und der Heizungswärmeübertrager sind dabei funktionslos. Der sekundäre Bypasskreislauf nimmt Wärme im indirekten Wärmeübertrager auf und gibt diese an den Batteriewärmeübertrager ab. Die Elektroantriebskühlschleife wird mit dem Antriebsstrangkühler separat betrieben.

**[0028]** Zur indirekten Heizung der Batterie mit Abwärme des Antriebsstranges strömt das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensator und den Bypass. Nachfolgend gelangt das Kältemittel in das Expansionsorgan, wird expandiert und im Antriebsstrangchiller schließlich verdampft. Entsprechend wird die Elektroantriebskühlschleife betrieben, wobei die Abwärme im Antriebsstrangchiller zur Verdampfung des Kältemittels genutzt wird. Der Heizkreislauf und die indirekte Batterieheizschleife werden betrieben und transportieren die Kondensations-

wärme über den indirekten Wärmeübertrager zum Batteriewärmeübertrager. Die Heizeinrichtung im Heizkreislauf wird in diesem Modus nicht betrieben.

**[0029]** Zur indirekten Heizung der Batterie mit Umgebungswärme wird das Kältemittel nach dem Verdichter über den Heizkondensator zum 3/2-Wege-Expansionsventil geleitet und dabei expandiert und im Außenwärmeübertrager verdampft.

**[0030]** Nachfolgend strömt das Kältemittel über das 3/2-Wege-Expansionsventil im Bypass zum Batteriechiller zum Verdichter, wobei die Heizeinrichtung nicht betrieben wird. Der Heizkreislauf und die indirekte Batterieheizschleife werden betrieben und transportieren die Kondensationswärme aus dem Heizkondensator über den indirekten Wärmeübertrager zum Batteriewärmeübertrager.

**[0031]** Unter einer indirekten Heizung der Batterie soll verstanden werden, dass Wärme beziehungsweise Abwärme zur Erwärmung der Batterie aus verschiedenen Quellen und Kühlmittel- beziehungsweise Wärmeträger- oder Kältemittelkreisläufen über einen oder mehrere Wärmeübertrager einfach oder mehrfach indirekt auf die Batterie übertragen wird.

**[0032]** Im Sinne der Erfindung ist unter einem Heizungswärmeübertrager ein Wärmeübertrager zu verstehen, der innerhalb der Klimaanlage des Kraftfahrzeuges Wärme an den Luftstrom der Klimaanlage für die Beheizung der Fahrzeugkabine abgibt. Ein Heizkondensator koppelt thermisch als Wärmeübertrager einen Kältemittelkreislauf und einen Kühlmittelkreislauf. Innerhalb des Kältemittelkreislaufes erfüllt der Heizkondensator die Funktion des Kondensators und die Kondensationswärme wird an den Kühlmittelkreislauf abgegeben. Der Kühlmittelkreislauf wird gemäß seiner Funktion als Heizkreislauf bezeichnet. Als Außenwärmeübertrager ist ein Wärmeübertrager vorgesehen, der im Wärmepumpenbetrieb der Anordnung als Radiator Wärme aus der Umgebungsluft aufnimmt oder im Kälteanlagenbetrieb Wärme an die Umgebungsluft abgibt.

**[0033]** Ein Batteriechiller ist ein Wärmeübertrager, der auf einer Seite in den Kältemittelkreislauf und auf der anderen Seite in den Kühlmittelkreislauf eingebunden ist, wobei der Batteriechiller auf der Kühlmittelseite den Batteriewärmeübertrager mit Kälte versorgt und Wärme auf der Kältemittelseite abgibt.

**[0034]** Der Kältemittelsammler wird auch als Akkumulatormittel bezeichnet und kann gegebenenfalls auch als Abscheider für flüssiges Kältemittel vor dem Verdichter ausgeführt und betrieben werden.

**[0035]** Unter einem Bypass ist eine Kältemittelleitung zu verstehen, welche eine Komponente des Kältemittelkreislaufes umgeht oder einen Teil des Kältemittelmassenstromes parallel zu der betreffenden Komponente leitet.

**[0036]** Der Kühlmittelkreislauf des Fahrzeuges ist mit dem Kältemittelkreislauf thermisch über die Chiller gekoppelt und enthält in der Regel ein Wasser-Glykol-Gemisch, welches je nach Betriebszustand des gesamten Systems als Kühlmittel oder auch als Wärmeträger fungiert.

**[0037]** Der Kühlmittelkühler ist ein Radiator, der Wärme an die Umgebungsluft abgibt. Der Batterie-wärmeübertrager nimmt im Kühlmittelkreislauf Abwärme von der Batterie auf und führt sie ab, um eine optimale Betriebsweise der Batterie zu ermöglichen. Auch der Antriebsstrangkühler nimmt Wärme von den Komponenten des Antriebsstranges zur Kühlung desselben auf. Komponenten des Antriebsstranges sind beispielsweise elektronische Abwärme produzierende Komponenten sowie der elektromotorische Antrieb selbst.

**[0038]** Das Thermomanagementsystem beinhaltet ein vollwertiges Wärmepumpensystem, mit dem Wärme aus der Umgebungsluft und Abwärme aus den elektrischen Antriebsstrangkomponenten gewonnen werden kann.

**[0039]** Auf der Kältemittelseite kann die Kondensationswärme sowohl vom wassergekühlten Heizkondensator in den A/C-Kühlmittelkreislauf als auch vom Außenwärmeübertrager an die Umgebungsluft abgegeben werden. Die Verwendung eines 3/2-Wege-Kältemittelventils mit Expansionsfunktion zwischen dem Heizkondensator, der auch als wassergekühlter Kondensator bezeichnet wird, und dem Außenwärmeübertrager ermöglicht es, den wassergekühlten Kondensator auf der Kältemittelseite entweder mit einem Bypass zu umgehen oder das Druckniveau zwischen dem wassergekühlten Kondensator und dem Außenwärmeübertrager zu verändern beziehungsweise zu expandieren. Durch das Einstellen dieses sogenannten Mitteldruckniveaus kann der Außenwärmeübertrager entweder als Kondensator zur Wärmeabgabe an die Umgebung oder als Verdampfer zur Wärmeaufnahme aus der Umgebungsluft verwendet werden.

**[0040]** Die Batterietemperierschleife und die Elektroantriebskühlschleife dienen zur Aufnahme der Abwärme von HV-Batterie und den elektrischen Antriebskomponenten. Diese beiden Kühlmittelkreisläufe können entweder zusammengeführt oder vollständig voneinander getrennt werden, je nachdem, ob die Wärme an die Umgebungsluft abgegeben oder zurückgewonnen werden soll.

**[0041]** Das System verwendet einen Batteriechiller, mit dem die Batterie aktiv gekühlt werden kann und einen Antriebsstrangchiller, der dazu dient die Abwärme aus den elektrischen und elektronischen Antriebskomponenten aufzunehmen und diese dem Kältemittelkreislauf als Verdampfungswärme zur Verfügung zu stellen. Im kombinierten Wärmepumpenmodus, was der kombinierten Nutzung der Umgebungsluft sowie der Abwärme von elektrischen Antriebsstrangkomponenten als Wärmequelle entspricht, wird der Kältemittelmassenstrom zwischen dem Außenwärmeübertrager und dem Antriebsstrangchiller parallel aufgeteilt. Eine parallele Durchströmung der beiden Komponenten führt zu einer Verringerung des Druckverlustes auf der Saugseite des Kältemittelkreislaufes. Im reinen Wasserwärmepumpenbetrieb wird das Kältemittel nach dem wassergekühlten Kondensator am Außenwärmeübertrager vorbei direkt zum Antriebsstrangchiller geleitet. Auf diese Weise kann die Abwärme aus den elektrischen und elektronischen Antriebskomponenten auf einem höheren Temperaturniveau aufgenommen werden, welches deutlich über der Umgebungstemperatur liegen kann. Dadurch kann das System mit einem höheren Saugdruck betrieben werden, was gleichzeitig zu einer höheren Leistung und Effizienz führt.

**[0042]** Durch Verwendung eines 3/2-Wege-Kühlmittelventils am Austritt des Heizregisters kann der Kühlmittelstrom durch einen indirekten Kühlmittel-Kühlmittel-Wärmeübertrager umgeleitet werden. Dieser Wärmeübertrager dient zur Wärmeübertragung von der indirekten Batterieheizschleife des Heizkreislaufes in den sekundären Bypasskreislauf, wobei im Betriebsmodus der Wärmeübertragung in die Batterietemperierschleife die Batterie erwärmt wird. Auf diese Weise kann der HV-PTC der Heizeinrichtung zum Aufheizen der Batterie verwendet werden. In diesem Fall kann aber auch die überschüssige Kondensationswärme aus dem Kältemittelkreislauf über den Heizkreislauf in die Batterietemperierschleife eingespeist werden, um dort entweder als Verdampfungswärme im Batteriechiller oder als Wärmequelle zum Heizen der Batterie verwendet zu werden. Der indirekte Wärmeübertrager ist in einer Bypassleitung, dem sekundären Bypasskreislauf, zum Batteriechiller angebracht, sodass bei der aktiven Batteriekühlung diese Komponente nicht mit dem Hauptkühlmittelvolumenstrom beaufschlagt wird, die zum Kühlen der Batterie zwischen dem Batteriechiller und dem Batterie-wärmeübertrager der HV-Batterie zirkuliert. Auf diese Weise verursacht der indirekte Wärmeübertrager keinen zusätzlichen Druckverlust im Batteriekühlmodus.

**[0043]** Besonders vorteilhaft ist, dass mit der angegebenen Anlage bis zu fünfzehn verschiedene Betriebsmodi eingestellt werden können. Dabei werden vier verschiedene Betriebsmodi zur Kühlung bei Umgebungstemperaturen zwischen 25 °C und 50 °C

als Fahrzeugkabinenkühlung, aktive Batteriekühlung, passive Batteriekühlung und Antriebsstrangkühlung realisiert.

**[0044]** Im Entfeuchtungs- und Reheat-Modus bei Umgebungstemperaturen von 0 °C bis 25 °C werden fünf Betriebsmodi zur Fahrzeugkabinenluft Entfeuchtung und Fahrzeugkabinen-Reheat-Schaltung realisiert.

Als dritter Hauptbetriebsmodus der Heizung bei Temperaturen zwischen -18 °C und 0 °C werden sechs Betriebsmodi realisiert, die in die Gruppen der Fahrzeugkabinenheizung und der Batterieheizung untergliedert werden können.

**[0045]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile von Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

**Fig. 1:** Kälteanlagen- und Wärmepumpenschaltung,

**Fig. 2:** Fahrzeugkabinenkühlung,

**Fig. 3:** Aktive Batteriekühlung,

**Fig. 4:** Passive Batteriekühlung,

**Fig. 5:** Antriebsstrangkühlung,

**Fig. 6:** Fahrzeugkabinenentfeuchtung,

**Fig. 7:** Fahrzeugkabinen-Reheat,

**Fig. 8:** Fahrzeugkabinen-Reheat mit Antriebsstrangabwärme,

**Fig. 9:** Fahrzeugkabinen-Reheat mit Heizeinrichtung oder Kälteanlagenabwärme,

**Fig. 10:** Fahrzeugkabinenheizung mit Heizeinrichtung,

**Fig. 11:** Fahrzeugkabinenheizung mit Antriebsstrangabwärme,

**Fig. 12:** Fahrzeugkabinenheizung,

**Fig. 13:** Batterieheizung mit Heizeinrichtung,

**Fig. 14:** Batterieheizung mit Antriebsstrangabwärme,

**Fig. 15:** Batterieheizung mit Umgebungswärme und

**Fig. 16:** Kälteanlagen-schaltung mit erhöhter Kühlkapazität.

**[0046]** In **Fig. 1** ist die Kälteanlagen- und Wärmepumpenschaltung einer Wärmepumpenanordnung mit indirekter Batterieerwärmung für batteriebetriebene Kraftfahrzeuge als Prinzipschaltbild dargestellt. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus einem Kältemittelkreislauf, welcher mit einem Kühlmittelkreis-

lauf über verschiedene indirekte Wärmeübertrager thermisch gekoppelt ist.

**[0047]** Der Kältemittelkreislauf besteht in seiner Grundform aus einem Verdichter 1 sowie einem Heizkondensator 2, der auch wassergekühlter Kondensator 2 genannt wird. Nachfolgend ist auf der Kältemittelseite ein 3/2-Wege-Expansionsventil 3 sowie ein Außenwärmeübertrager 4 angeordnet. Weiterhin sind im Kältemittelkreislauf nach dem Außenwärmeübertrager 4 ein Verdampfer 5 sowie ein Batteriechiller 9 parallel angeordnet, wonach das Kältemittel über einen Akkumulator 10 dem Verdichter 1 wieder zugeführt wird. In der Darstellung gemäß **Fig. 1** sind zwei Verdampfer 5 parallel geschaltet, welche beispielsweise als ein Verdampfer 5 für den Frontbereich und ein Verdampfer 5 für den Heckbereich der Klimaanlage eines Fahrzeuges ausgestaltet sind. Den Verdampfern 5 zugeordnet ist jeweils das zugehörige Expansionsorgan 6, wobei dem Batteriechiller 9 ein 3/2-Wege-Expansionsventil 8 zugeordnet ist. Das 3/2-Wege-Expansionsventil 8 weist einen Ausgang zum Bypass 13 auf, welcher geschaltet wird, um den Batteriechiller 9 zu umgehen und das Kältemittel direkt zum Kältemittelsammler 10 zu führen.

**[0048]** Der Kältemittelkreislauf weist weiterhin einen Heizkondensatorbypass 36 auf, welcher unmittelbar nach dem Verdichter 1 den wassergekühlten Kondensator 2 parallel umgeht und im 3/2-Wege-Expansionsventil 3 wieder in den Kältemittelkreislauf eingebunden ist.

**[0049]** Weiterhin weist der Kältemittelkreislauf einen Bypass 12 auf, welcher nach dem Heizkondensator 2 abzweigt und Kältemittel über das Expansionsorgan 14 zum zugeordneten Antriebsstrangchiller 15 leitet, wonach das Kältemittel über den Kältemittelsammler 10, der auch als Akkumulator bezeichnet wird, dem Verdichter 1 zugeführt wird.

**[0050]** Der Kältemittelkreislauf ist thermisch gekoppelt mit einem A/C-Kühlmittelkreislauf sowie einem Batterie Kühlmittelkreislauf und einem E-Antriebsstrangkühlkreislauf. Der A/C-Kühlmittelkreislauf besteht aus einem Heizkreislauf 34, welcher kühlmittelseitig vom Heizkondensator 2 über eine Kühlmittelpumpe 27 und eine Heizeinrichtung 24 zum Heizungswärmeübertrager 7 geführt ist. Weiterhin enthält der Heizkreislauf 34 eine indirekte Batterieheizschleife 32, welche nach dem Heizungswärmeübertrager 7 über ein 3/2-Wege-Ventil 31 hin zum indirekten Wärmeübertrager 11 geführt und als Schleife des Heizkreislaufes ausgestaltet ist. Die Batterie kühl-schleife und die E-Antriebsstrangkühlschleife sind Teile des Kühlmittelkreislaufes 17, welcher zunächst aus dem Kühlmittelkühler 18 besteht, in welchem Umgebungsluft 29 Wärme aufnimmt oder abgibt.

**[0051]** Der Kühlmittelkühler 18 ist gemeinsam mit dem Außenwärmeübertrager 4 in der Kühleereinheit 30 eines Kraftfahrzeuges untergebracht. Der Kühlmittelkreislauf 17 verzweigt sich parallel zur Kühlung des Batteriewärmeübertragers 19 sowie zur Kühlung des Antriebsstrangkühlers 16. Die Batterietemperierschleife 22 enthält den Batteriewärmeübertrager 19 und weist zwei 3/2-Wege-Ventile 25 sowie den Batteriechiller 9 auf. Diese Kühlmittelschleife wird angetrieben durch die Kühlmittelpumpe 20. Weiterhin ist in der Batteriekuhlschleife ein sekundärer Bypasskreislauf 35 vorgesehen, welcher über ein 3/2-Wege-Ventil 25 ausgekoppelt ist und über den indirekten Wärmeübertrager 11 und den Batterieelektronikkühler 33 sowie den Batteriewärmeübertrager 19 führt.

**[0052]** Der indirekte Wärmeübertrager 11 koppelt thermisch die indirekte Batterieheizschleife 32 mit dem sekundären Bypasskreislauf 35. Über den indirekten Wärmeübertrager 11 wird Wärme vom Heizkreislauf 34 aus dem Heizkondensator 2 über die indirekte Batterieheizschleife 32 auf den sekundären Bypasskreislauf 35 übertragen, welcher die Wärme schließlich an den Batteriewärmeübertrager 19 abgibt.

**[0053]** Die Antriebsstrangkühler 16 sind kühlmitteleitig eingebunden in die Elektroantriebskühlschleife 23, welche über den Antriebsstrangchiller 15 aktiv kühlbar ist. Es sind gemäß **Fig. 1** zwei Antriebsstrangkühler 16 für den Front- und für den Heckbereich vorgesehen, wobei eine Kühlmittelpumpe 21 das Kühlmittel fördert. Die Elektroantriebskühlschleife 23 zweigt nach der Kühlmittelpumpe 21 über das 3/2-Wege-Ventil 26 aus dem Kühlmittelkreislauf 17 ab.

**[0054]** Mit der in **Fig. 1** dargestellten Kälteanlagen- und Wärmepumpenverschaltung sind diverse Verfahren des Thermomanagements eines modernen batterieelektrischen Fahrzeuges betreibbar. Nachfolgend werden in den **Fig. 2** bis **Fig. 16** verschiedene Varianten der Verfahren der Kälte- oder Wärmeversorgung dargestellt und erläutert.

**[0055]** In **Fig. 2** ist der Modus der Fahrzeugkabinenkühlung dargestellt. Dazu wird der Verdichter 1 betrieben und das Kältemittel verdichtet, welches dann über den Heizkondensatorbypass 36 und das 3/2-Wege-Expansionsventil 3 zum Außenwärmeübertrager 4 gelangt, dort unter Wärmeabgabe kondensiert und schließlich in den Expansionsorganen 6 entspannt und in den zugehörigen Verdampfern 5 unter Wärmeaufnahme aus der Fahrzeugkabinenluft verdampft. Der Kreislauf schließt sich nach Durchlaufen der Rückschlagklappe 28 zum Kältemittelsammler 10 und zum Verdichter 1 hin.

**[0056]** Beispielhaft sind in **Fig. 2** zwei Verdampfer 5, die parallel geschaltet sind, dargestellt, wobei es sich einmal um den Frontverdampfer und einmal um den Heckverdampfer einer modernen Mehrzonenklimaanlage handelt. Der Kühlmittelkreislauf 17 führt nach Wärmeaufnahme des Kühlmittels in den Antriebsstrangkühlern 16 über die Kühlmittelpumpe 21 zum Kühlmittelkühler 18, der als Radiator die Wärme an die Umgebungsluft 29 abgibt. Das abgekühlte Kühlmittel gelangt danach zu den Antriebsstrangkühlern 16; der Kreislauf ist geschlossen. Unabhängig vom Kühlmittelkreislauf 17 ist eine Batteriekuhlschleife 22 mit dem Batteriewärmeübertrager 19, der Kühlmittelpumpe 20 sowie parallel dem indirekten Wärmeübertrager 11 und dem Batterieelektronikkühler 33 ausgeführt. Parallel dazu strömt das Kühlmittel über den auf der Kältemittelseite nicht betriebenen Batteriechiller 9 und gemeinsam mit dem Teilstrang aus dem indirekten Wärmeübertrager 11 über den Batteriewärmeübertrager 19. Die Batteriekuhlschleife 22 ist parallel mit dem sekundären Bypasskreislauf 35 gekoppelt und diese sind unabhängig vom Kühlmittelkreislauf 17 betreibbar.

**[0057]** In diesem Modus wird zusammengefasst die in die Kabine einströmende Luft durch die beiden parallel angeordneten Verdampfer 5 für den Front- und Heckbereich in der Klimaanlage des Fahrzeuges gekühlt.

**[0058]** Hierbei wird das Kältemittel um den wassergekühlten Kondensator 2 herum geleitet. Der Anschluss 1 nach 3 des 3/2-Wege-Expansionsventils 3 zwischen dem wassergekühlten Kondensator 2 und dem Außenwärmeübertrager 4 ist vollständig geöffnet, sodass das Kältemittel ohne nennenswerten Druckverlust vom Verdichter 1 in den Außenwärmeübertrager 4 strömt. Im Außenwärmeübertrager 4 wird die Kondensationswärme des Kältemittels an die Umgebungsluft 29 abgegeben. Das Kältemittel wird in die parallel angeordneten Verdampfer 5 entspannt, um die in die Kabine einströmende Luft zu kühlen.

**[0059]** In **Fig. 3** ist die aktive Batteriekuhlung dargestellt. Dabei sind im Unterschied zu **Fig. 2** die Verdampfer 5 nicht durchströmt und stattdessen wird der Batteriechiller 9 mit zugehörigem 3/2-Wege-Expansionsventil 8 mit flüssigem Kältemittel zur Verdampfung versorgt. Nachfolgend wird der Kältemitteldampf über den Kältemittelsammler 10 zum Verdichter 1 geführt. Die im Batteriechiller 9 zur Verfügung gestellte Kälte wird über die Batteriekuhlschleife 22 zum Batteriewärmeübertrager 19 transportiert und dieser damit gekühlt. Parallel dazu wird der Batterieelektronikkühler 33 gleichfalls mit Kälte versorgt. Die Antriebsstrangkühler 16 werden im Kühlmittelkreislauf 17 betrieben, die Kühlmittelpumpe 21 fördert das Kühlmittel zur indirekten Kühlung über den Kühlmittelkühler 18, wobei die Umge-

Umgebungsluft 29 die Wärme der Antriebsstrangkomponenten aufnimmt.

**[0060]** In diesem Modus wird zusammengefasst die HV-Batterie durch die Abgabe von Wärme an das Kältemittel aktiv gekühlt. Hierbei wird das Kältemittel um den wassergekühlten Kondensator 2 im Heizkondensatorbypass 36 herumgeleitet. Der Anschluss 1 nach 3 des 3/2-Wege-Expansionsventils 3 zwischen dem wassergekühlten Kondensator 2 und dem Außenwärmeübertrager 4 ist vollständig geöffnet, sodass das Kältemittel ohne nennenswerten Druckverlust vom Verdichter 1 in den Außenwärmeübertrager 4 strömt. Im Außenwärmeübertrager 4 wird die Kondensationswärme des Kältemittels an die Umgebungsluft 29 abgegeben. Das Kältemittel wird in den Batteriechiller 9 entspannt, um das durch den Chiller fließende Kühlmittel zu kühlen.

**[0061]** Die im sekundären Bypasskreislauf 35 um die HV-Batterie integrierte Batterieelektronik wird ebenfalls durch das aus dem Batteriewärmeübertrager 19 austretende Kühlmittel gekühlt. Der Durchfluss durch den sekundären Bypasskreislauf 35 wird über das erste 3/2-Wege-Ventil 25 nach dem Batteriewärmeübertrager 19 geregelt, sodass der Hauptvolumenstrom durch den Batteriechiller 9 und ein Nebenvolumenstrom durch den Batterieelektronikkühler 33 fließt.

**[0062]** In **Fig. 4** wird die passive Batterie Kühlung dargestellt. Dabei wird der Kühlmittelkreislauf 17 mit dem Kühlmittelkühler 18 betrieben und das Kühlmittel wird parallel über den Batteriewärmeübertrager 19 sowie den Batterieelektronikkühler 33 sowie über die Antriebsstrangkühler 16 geführt. Die Parallelstränge werden gemäß **Fig. 4** von den Kühlmittelpumpen 20 und 21 betrieben.

**[0063]** In diesem Modus wird die HV-Batterie durch die Abgabe von Wärme an die Umgebungsluft 29 passiv gekühlt. Hierbei wird die Abwärme der HV-Batterie zusammen mit der Abwärme des elektrischen Antriebsstranges über den Kühlmittelkühler 18, der seinem Temperaturniveau nach als Niedertemperaturkühler einzustufen ist, an die Umgebungsluft 29 abgegeben. Die im sekundären Bypasskreislauf 35 um die HV-Batterie integrierte Batterieelektronik wird durch das aus dem Batteriewärmeübertrager 19 austretende Kühlmittel gekühlt. Der Durchfluss durch den sekundären Bypasskreislauf 35 wird über das erste 3/2-Wege-Ventil 25 nach dem Batteriewärmeübertrager 19 geregelt, sodass der Hauptvolumenstrom durch den Batteriewärmeübertrager 19 und ein Nebenvolumenstrom durch den Batterieelektronikkühler 33 fließt.

**[0064]** In **Fig. 5** wird die Antriebsstrangkühlung gezeigt, wobei im Unterschied zu **Fig. 4** der Batteriewärmeübertrager 19 über die Batterie kühlungs Schleife 22

und den sekundären Bypasskreislauf 35 unabhängig von dem Kühlmittelkreislauf 17 betrieben werden. In dem Kühlmittelkreislauf 17 sind ausschließlich die Antriebsstrangkühler 16 eingebunden, welche passiv über die Umgebungsluft 29 durch Wärmeabgabe im Kühlmittelkühler 18 gekühlt werden.

In diesem Modus wird zusammengefasst der elektrische Antriebsstrang gekühlt, indem das Kühlmittel zwischen den elektrischen und elektronischen Antriebskomponenten und dem Kühlmittelkühler 18 zirkuliert. Dabei wird die Abwärme vom Kühlmittel aufgenommen und an die Umgebungsluft 29 abgegeben.

**[0065]** In **Fig. 6** ist die Fahrzeugkabinenentfeuchtung dargestellt. Dazu wird der Kältemittelkreislauf zur Entfeuchtung der Fahrzeugkabinenluft betrieben. Der Verdichter 1 verdichtet dazu das Kältemittel, welches nachfolgend über den Heizkondensatorbypass 36 und das 3/2-Wege-Expansionsventil 3 zum Außenwärmeübertrager 4 geführt wird und dort Wärme an die Umgebungsluft 29 abgibt. Das kondensierte Kältemittel wird schließlich im Expansionsorgan 6 des Verdampfers 5 entspannt und nachfolgend im Verdampfer 5 verdampft. Die Feuchtigkeit der Fahrzeugkabinenluft wird dabei am Verdampfer niedergeschlagen und aus der Luft somit entfernt. Das Kältemittelgas gelangt über den Kältemittelsammler 10 wieder zum Verdampfer 1. Der Kühlmittelkreislauf 17 sowie die Batterie kühlungs Schleife 22 und der sekundäre Bypasskreislauf 35 sind wie in **Fig. 5** beschrieben in diesem Modus aktiv.

**[0066]** In **Fig. 7** ist der Reheat-Modus für die Fahrzeugkabine dargestellt. Im Reheat-Modus wird für die Fahrzeugkabine sowohl Wärme als auch Kälte bereitgestellt und die Luft für die Fahrzeugkabine wird zunächst entfeuchtet und nachfolgend auf die gewünschte Temperatur erwärmt. Dazu wird das Kältemittel im Verdichter 1 über den Heizkondensator 2 geleitet, wo es Wärme an den Heizkreislauf 34 abgibt, welcher das Kühlmittel, welches in diesem Modus als Wärmeträger fungiert, über den Heizungswärmeübertrager 7 leitet, wo die Wärme an die Luft für die Fahrzeugkabine abgegeben wird. Das Kältemittel gelangt nach dem Heizkondensator 2 zum Außenwärmeübertrager 4 und nach Entspannung im Expansionsorgan 6 zum Verdampfer 5, in welchem die Wärme zur Entfeuchtung der Luft aufgenommen wird. Die Batterie kühlungs Schleife 22 und der sekundäre Bypasskreislauf 35 werden für den Batteriewärmeübertrager 19 betrieben und unabhängig davon wird die Elektroantriebs kühlungs Schleife 23 mit den Antriebsstrangkühlern 16 betrieben.

**[0067]** In diesem Modus wird zusammengefasst die in die Kabine einströmende Luft zuerst entfeuchtet und dann auf eine gewünschte Temperatur erwärmt. Die Luft wird beim Durchströmen des Verdampfers 5 entfeuchtet. Nach dem Verdampfer 5 wird die Luft



erwärmt, während sie durch den Heizungswärmeübertrager 7 strömt.

**[0068]** Dabei fließt das Kältemittel auf der Hochdruckseite über den wassergekühlten Kondensator 2. Der Anschluss 2 nach 3 des 3/2-Wege-Expansionsventils 3 zwischen dem Heizkondensator 2 und dem Außenwärmeübertrager 5 wird geregelt, um die für den Reheat-Fall erforderliche Wärme in den Kühlmittelkreislauf einzustellen beziehungsweise die überschüssige Kondensationswärme des Kältemittels an die Umgebungsluft 29 abzugeben. Dies kann beispielsweise durch das Einstellen des Druckniveaus im Außenwärmeübertrager 4 erfolgen. Abhängig von der Umgebungstemperatur und der jeweils erforderlichen Heiz- beziehungsweise Kühlleistung kann der Außenwärmeübertrager 4 entweder als Kondensator zur Abgabe von Kondensationswärme an die Umgebung oder als Verdampfer zur Aufnahme von Verdampfungswärme aus der Umgebungsluft 29 betrieben werden.

**[0069]** In **Fig. 8** wird der Reheat-Betrieb für die Fahrzeugkabine in einem erweiterten Modus betrieben, wonach die Kälteanlagen-schaltung über den Bypass 12 mit einem Teilstrom erweitert wird zum Antriebsstrangchiller 15 mit zugeordnetem Expansionsorgan 14. Damit wird der Antriebsstrangchiller 15 aktiv gekühlt und das Kühlmittel der Elektroantriebskühlschleife 23 kühlt die Antriebsstrangkühler 16. Zusätzlich zum zuvor in **Fig. 7** beschriebenen Betriebsmodus kann das Expansionsorgan 14 am Einlass des Antriebsstrangchillers 15 geöffnet werden, um bei fehlender Verdampfungswärme zusätzlich die Abwärme der elektrischen Antriebskomponenten aufzunehmen. Hierbei wird der Kältemittelstrom nach der Wärmeabgabe im wassergekühlten Kondensator 2 parallel zwischen dem Außenwärmeübertrager 4 und dem Antriebsstrangchiller 15 aufgeteilt.

**[0070]** **Fig. 9** zeigt die Reheat-Schaltung gemäß **Fig. 7**, wobei zusätzlich eine Kühlmittelheizung als Heizeinrichtung 24 im Heizkreislauf 34 eingesetzt wird, um das Kühlmittel zusätzlich auf eine gewünschte Soll-Temperatur zu erwärmen.

**[0071]** In diesem Modus wird die in die Kabine einströmende Luft zuerst entfeuchtet und dann auf eine gewünschte Temperatur erwärmt. Die Luft wird beim Durchströmen des Verdampfers 5 entfeuchtet. Nach dem Verdampfer 5 wird die Luft erwärmt, während sie durch den Heizungswärmeübertrager 7 strömt.

**[0072]** Dabei fließt das Kältemittel auf der Hochdruckseite über den wassergekühlten Kondensator 2. Der Anschluss 2 nach 3 des 3/2-Wege-Expansionsventils 3 zwischen dem Heizkondensator 2 und dem Außenwärmeübertrager 4 wird geregelt. Dabei wird das Mitteldruckniveau im Außenwärmeüber-

trager 4 so eingestellt, dass die Temperatur des Kältemittels im Außenwärmeübertrager 4 der Umgebungstemperatur entspricht. Aufgrund der fehlenden Temperaturdifferenz findet kein Wärmeübergang zwischen dem Kältemittel und der Umgebungsluft 29 statt. Auf diese Weise wird weder Wärme an die Umgebungsluft 29 abgegeben noch dieser Wärme entzogen.

**[0073]** **Fig. 10** zeigt eine Schaltung für eine Fahrzeugkabinenheizung. Dabei wird die Fahrzeugkabine rein elektrisch geheizt.

**[0074]** In diesem Modus wird die in die Kabine einströmende Luft über den Heizungswärmeübertrager 7 erwärmt, indem das durch den Heizungswärmeübertrager 7 strömende Kühlmittel direkt von der Heizeinrichtung 24 erwärmt wird. Auf diese Weise wird die zum Aufheizen der Kabine benötigte Heizleistung rein elektrisch von der Heizeinrichtung 24 bereitgestellt.

**[0075]** Mit Hilfe der Heizeinrichtung 24 wird der Heizkreislauf 34 mit der Kühlmittelpumpe 27 und dem Heizungswärmeübertrager 7 zur Erwärmung der Fahrzeugkabinenluft betrieben. Der Batteriewärmeübertrager 19 und die Antriebsstrangkühler 16 werden parallel unabhängig voneinander in ihren Kühlmittelschleifen betrieben, ohne dass der Außenwärmeübertrager 4 aktiv ist.

**[0076]** In **Fig. 11** ist ein Verfahren zur Fahrzeugkabinenheizung unter Nutzung der Abwärme der Antriebsstrangkomponenten gezeigt. Dabei sind der Verdichter 1 und der Heizkondensator 2 über den Bypass 12 zum Expansionsorgan 14 und dem Antriebsstrangchiller 15 zum Kältemittelsammler 10 geschaltet. Die Kondensationswärme wird im Heizkondensator 2 an den Heizkreislauf 34 abgegeben und über diesen im Heizungswärmeübertrager 7 an die Fahrzeugkabinenluft abgegeben. Der Batteriewärmeübertrager 19 und die Antriebsstrangkühler 16 werden, wie im Modus gemäß **Fig. 11**, **Fig. 10**, **Fig. 9** und **Fig. 7**, parallel und unabhängig voneinander betrieben.

**[0077]** In diesem Modus wird zusammengefasst die in die Kabine einströmende Luft über den Heizungswärmeübertrager 7 erwärmt, indem die Kondensationswärme des Kältemittels an das durch den Heizungswärmeübertrager 7 strömende Kühlmittel abgegeben wird.

**[0078]** Nach der Wärmeabgabe im wassergekühlten Kondensator 2 fließt das Kältemittel über den Antriebsstrangchiller 15 zurück zum Verdichter 1. Auf diese Weise wird die Abwärme des elektrischen Antriebsstranges als Wärmequelle für das Wärmepumpensystem genutzt. Damit wird eine Wasser-Wärmepumpenfunktionalität genutzt.

**[0079]** In **Fig. 12** ist die Fahrzeugkabinenheizung dargestellt, wobei keine aktive Batteriekühlung mit dem Kältemittelkreislauf erfolgt. Das Kältemittel wird im Verdichter 1 verdichtet, im Heizkondensator 2 zumindest teilweise kondensiert, nachfolgend über das 3/2-Wege-Expansionsventil 3 zum Außenwärmeübertrager 4 geführt. Das Kältemittel wird nach dem Heizkondensator 2 im 3/2-Wege-Expansionsventil 3 entspannt und nimmt im Außenwärmeübertrager 4 Wärme aus der Umgebungsluft 29 auf und gelangt anschließend über das 3/2-Wege-Expansionsventil 8 in Bypass-Stellung über den Bypass 13 zum Kältemittelsammler 10 und schließlich zum Verdichter 1. Auch hierbei werden der Batteriewärmeübertrager 19 und die Antriebsstrangkühler 16 separat im Kreislauf gefahren.

**[0080]** In diesem Modus wird zusammengefasst die in die Kabine einströmende Luft über den Heizwärmeübertrager 7 erwärmt, indem die Kondensationswärme des Kältemittels an das durch den Heizwärmeübertrager 7 strömende Kühlmittel abgegeben wird.

**[0081]** Nach der Wärmeabgabe im wassergekühlten Kondensator 2 fließt das Kältemittel weiter durch das 3/2-Wege-Expansionsventil 3. Der Anschluss 2 nach 3 des 3/2-Wege-Expansionsventils 3 zwischen dem wassergekühlten Kondensator 2 und dem Außenwärmeübertrager 4 wird so geregelt, dass im Außenwärmeübertrager 4 die für den Wärmepumpenbetrieb erforderliche Verdampfungsleistung des Kältemittels aus der Umgebungsluft 29 aufgenommen werden kann. Das Kältemittel fließt weiter über den Bypass 13 zum Batteriechiller 9 zurück zum Verdichter 1. Damit wird eine Luft-Wärmepumpenfunktionalität genutzt.

**[0082]** Im kombinierten Wärmepumpenbetrieb werden die Modi nach **Fig. 11** und **Fig. 12** gleichzeitig ausgeführt.

**[0083]** In **Fig. 13** ist die Batterieerwärmung mittels der Heizeinrichtung 24 dargestellt. Die Heizeinrichtung 24 innerhalb des Heizkreislaufes 34 erwärmt das Kühlmittel, welches hier als Wärmeträger fungiert, und über das 3/2-Wege-Ventil 31 gelangt der Wärmeträger über die indirekte Batterieheizschleife 32 in den indirekten Wärmeübertrager 11, wo die Wärme an den sekundären Bypasskreislauf 35 und schließlich an den Batteriewärmeübertrager 19 abgegeben wird. Der sekundäre Bypasskreislauf 35 wird mit dem Batteriewärmeübertrager 19 über die Kühlmittelpumpe 20 und das erste 3/2-Wege-Ventil 25 zum indirekten Wärmeübertrager 11 und den Batterieelektronikkühler 33 im Kreislauf geführt und gekühlt.

**[0084]** Die Elektroantriebskühlschleife 23 wird in diesem Betriebsmodus unabhängig davon betrieben.

**[0085]** Im diesem Modus wird zusammengefasst das 3/2-Wege-Ventil 31 am Austritt des Heizwärmeübertragers 7 so geschaltet, dass das Kühlmittel durch den indirekten Wärmeübertrager 11 strömen kann. Der indirekte Wärmeübertrager 11 ist seiner Funktion nach ein Kühlmittel-Kühlmittel-Wärmeübertrager, der Wärme aus der indirekten Batterieheizschleife 32 auf den sekundären Bypasskreislauf 35 überträgt. Zuvor wird das durch den indirekten Wärmeübertrager 11 fließende Kühlmittel mithilfe der Heizeinrichtung 24 auf eine gewünschte Temperatur erwärmt.

**[0086]** Im indirekten Wärmeübertrager 11 wird die für das Heizen der Batterie erforderliche Wärme vom A/C-Kühlmittelkreislauf an den Batteriekühlmittelkreislauf übertragen. Im Batteriekühlmittelkreislauf fließt das Kühlmittel ausschließlich über den kleineren sekundären Bypasskreislauf 35 durch die integrierte Elektronik und den Batteriewärmeübertrager 19.

**[0087]** In **Fig. 14** ist die Batterieheizung wiederum über den Heizkreislauf 34 und die indirekte Batterieheizschleife 32 geschaltet, wobei anstelle der Heizeinrichtung 24 der Kältemittelkreislauf betrieben und über den Heizkondensator 2 die Kondensationswärme in den Heizkreislauf 34 eingespeist wird. Das Kältemittel wird im Verdichter 1 verdichtet, im Heizkondensator 2 kondensiert und über den Bypass 12 zum Expansionsorgan 14 des Antriebsstrangchillers 15 geführt. Der Antriebsstrangchiller 15 nimmt die Abwärme der Antriebsstrangkühler 16 auf und stellt diese über den Kältemittelsammler 10 und den Verdichter 1 dann über den Heizkondensator 2 dem Batteriewärmeübertrager 19, wie vorangehend beschrieben, zur Verfügung.

**[0088]** Im diesem Modus wird zusammengefasst das 3/2-Wege-Ventil 31 am Austritt des Heizwärmeübertragers 7 so geschaltet, dass das Kühlmittel durch den indirekten Kühlmittel-Kühlmittel-Wärmeübertrager 11 strömen kann. Zuvor wird das durch den indirekten Kühlmittel-Kühlmittel-Wärmeübertrager 11 fließende Kühlmittel mithilfe der Kondensationswärme des Kältemittels auf eine gewünschte Temperatur erwärmt.

**[0089]** Nach der Wärmeabgabe im wassergekühlten Kondensator 2 fließt das Kältemittel über den Antriebsstrangchiller 15 zurück zum Verdichter 1. Auf diese Weise wird die Abwärme des elektrischen Antriebsstrangs als Wärmequelle für das Wärmepumpensystem genutzt. Damit wird eine Wasser-Wärmepumpenfunktionalität genutzt.

**[0090]** Schließlich ist in **Fig. 15** eine Batterieheizung unter zusätzlicher Nutzung der Umgebungswärme der Umgebungsluft 29 dargestellt. Im Verdichter 1 wird das Kältemittel verdichtet, im Heizkondensator

2 kondensiert und nachfolgend im 3/2-Wege-Expansionsventil 3 expandiert. Im Außenwärmeübertrager 4 nimmt das Kältemittel unter Verdampfung Wärme aus der Umgebungsluft 29 auf. Das verdampfte Kältemittel gelangt über das 3/2-Wege-Expansionsventil 8 und dessen Bypass-Ausgang über den Bypass 13 zum Kältemittelsammler 10 und zum Verdichter 1. Der sekundäre Bypasskreislauf 35 mit dem Batterie-wärmeübertrager 19 wird über den indirekten Wärmeübertrager 11 mit Wärme versorgt. Diese wurde über den Heizkondensator 2 in den Heizkreislauf 34 eingespeist und gelangt über die indirekte Batterieheizschleife 32 zum indirekten Wärmeübertrager 11. Die Antriebsstrangkühler 16 sind in der Elektroantriebskühlschleife 23 unabhängig davon im Kreislauf geschaltet.

**[0091]** Im diesem Modus wird zusammengefasst das 3/2-Wege-Ventil am Austritt des Heizungswärmeübertragers 7 so geschaltet, dass das Kühlmittel durch den indirekten Kühlmittel-Kühlmittel-Wärmeübertrager 11 strömen kann. Zuvor wird das durch den indirekten Kühlmittel-Kühlmittel-Wärmeübertrager 11 fließende Kühlmittel mithilfe der Kondensationswärme des Kältemittels auf eine gewünschte Temperatur erwärmt.

**[0092]** Nach der Wärmeabgabe im wassergekühlten Kondensator 2 fließt das Kältemittel weiter durch das 3/2-Wege-Expansionsventil 3. Der Anschluss 2 nach 3 des 3/2-Wege-Expansionsventils 3 zwischen dem wassergekühltem Kondensator 2 und dem Außenwärmeübertrager 4 wird so geregelt, dass im Außenwärmeübertrager 4 die für den Wärmepumpenbetrieb erforderliche Verdampfungsleistung des Kältemittels aus der Umgebungsluft aufgenommen werden kann. Das Kältemittel fließt weiter über den Bypass 13 zum Batteriechillers 9 zurück zum Verdichter 1. Damit wird eine Luft-Wärmepumpenfunktionalität genutzt.

**[0093]** Die Kälteanlagenschaltung gemäß **Fig. 16** ist eine vereinfachte Version der Kälteanlagen- und Wärmepumpenschaltung gemäß **Fig. 1**, welche hauptsächlich für die Bereitstellung von höheren Kälteleistungen bei heißen Umgebungstemperaturen konzipiert ist. Anstelle eines Außenwärmeübertragers in der Schaltung gemäß **Fig. 1** ist ein A/C-Kondensator 37 mit aktiver Unterkühlstrecke sowie ein Sammler vorgesehen. Der A/C-Kondensator 37 ist als Wärmeübertrager zur Abgabe von Kondensationswärme an die Umgebungsluft 29 konzipiert und erreicht eine höhere Leistung als ein Außenwärmeübertrager unter gleichen Randbedingungen. Gleichzeitig ist aber die Funktionalität der Luftwärmepumpe - Aufnahme von Wärme aus der Umgebungsluft - durch den A/C-Kondensator 37 nicht mehr gegeben. Im Heizbetrieb kann die Kälteanlagenschaltung deshalb nur auf die Abwärme der elektrischen und elektronischen Antriebskomponenten aus dem Kühlmittel-

telkreislauf 17 als Verdampfungswärme für das Kältemittel zurückgreifen. Aufgrund der fehlenden Luftwärmepumpenfunktionalität wird der Kältemittelbypass um den Batteriechiller ebenfalls nicht mehr benötigt.

**[0094]** Aufgrund der reduzierten Funktionalität ist die Kälteanlagenschaltung weniger komplex und benötigt im Vergleich zur Kälteanlagen- und Wärmepumpenschaltung nach **Fig. 1** auch weniger Komponenten.

#### Bezugszeichenliste

1	Verdichter
2	Heizkondensator, wassergekühlter Kondensator
3	3/2-Wege-Expansionsventil
4	Außenwärmeübertrager
5	Verdampfer
6	Expansionsorgan
7	Heizungswärmeübertrager
8	3/2-Wege-Expansionsventil
9	Batteriechiller
10	Kältemittelsammler, Akkumulator
11	Indirekter Wärmeübertrager
12	Bypass
13	Bypass
14	Expansionsorgan
15	Antriebsstrangchiller
16	Antriebsstrangkühler
17	Kühlmittelkreislauf
18	Kühlmittelkühler
19	Batteriewärmeübertrager
20	Kühlmittelpumpe Batterietemperierschleife
21	Kühlmittelpumpe Elektroantriebskühlschleife
22	Batterietemperierschleife
23	Elektroantriebskühlschleife
24	Heizeinrichtung
25	3/2-Wege-Ventil
26	3/2-Wege-Ventil
27	Kühlmittelpumpe Heizkreislauf und Batterieheizschleife
28	Rückschlagklappe

29	Umgebungsluft
30	Kühlereinheit
31	3/2-Wege-Ventil
32	Indirekte Batterieheizschleife
33	Batterieelektronikkühler
34	Heizkreislauf
35	sekundärer Bypasskreislauf
36	Heizkondensatorbypass
37	A/C-Kondensator mit aktiver Unterkühlstrecke

### Patentansprüche

1. Wärmepumpenanordnung mit indirekter Batterieerwärmung für batteriebetriebene Kraftfahrzeuge,

- aufweisend einen Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter (1), einem Heizkondensator (2), einem 3/2-Wege-Expansionsventil (3), einem Außenwärmeübertrager (4), mindestens einem Verdampfer (5) mit zugeordnetem Expansionsorgan (6) sowie einem parallel zum Verdampfer (5) angeordnetem 3/2-Wege-Expansionsventil (8) und einem Batteriechiller (9), wobei

- zwischen dem Heizkondensator (2) und dem 3/2-Wege-Expansionsventil (3) ein Bypass (12) mit einem Expansionsorgan (14) und einem Antriebsstrangchiller (15) angeordnet ist und

- aufweisend einen Kühlmittelkreislauf (17) mit einem Kühlmittelkühler (18) und einem Batteriewärmeübertrager (19) mit zugeordneter Kühlmittelpumpe (20) sowie mindestens einem parallel zum Batteriewärmeübertrager (19) angeordneten Antriebsstrangkühler (16) mit zugeordneter Kühlmittelpumpe (21), wobei

- eine Batterietemperierschleife (22) mit dem Batteriewärmeübertrager (19), der Kühlmittelpumpe (20), einem 3/2-Wege-Ventil (25) und dem Batteriechiller (9) auf der Kühlmittelseite und

- eine Elektroantriebskühlschleife (23) mit dem Antriebsstrangkühler (16), der Kühlmittelpumpe (21), einem 3/2-Wege-Ventil (26) und dem Antriebsstrangchiller (15) auf der Kühlmittelseite derart ausgebildet sind, dass

- die Batterietemperierschleife (22) und die Elektroantriebskühlschleife (23) unabhängig voneinander und unabhängig vom Kühlmittelkreislauf (17) als separate Kreisläufe betreibbar sind und

- aufweisend einen Heizkreislauf (34) mit dem Heizkondensator (2), einer Kühlmittelpumpe (27), einer Heizeinrichtung (24), einen Heizungswärmeübertrager (7) sowie eine über ein 3/2-Wege-Ventil (31) schaltbare indirekte Batterieheizschleife (32) mit einem indirekten Wärmeübertrager (11) und

- aufweisend einen sekundären Bypasskreislauf (35) als Teil des Kühlmittelkreislaufes (17) mit dem Bat-

teriewärmeübertrager (19), der Kühlmittelpumpe (20), dem 3/2-Wege-Ventil (25) und dem indirekten Wärmeübertrager (11).

2. Wärmepumpenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 3/2-Wege-Expansionsventile (3, 8) mit einer Expansionsfunktion und einer Bypassfunktion ausgebildet sind.

3. Wärmepumpenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Heizkondensatorbypass (36) als Verbindung des Hochdruckausgangs des Verdichters (1) mit dem 3/2-Wege-Expansionsventil (3) im Kältemittelkreislauf angeordnet ist.

4. Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Kältemittelsammler (10) vor dem Verdichter (1) im Kältemittelkreislauf angeordnet ist.

5. Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im sekundären Bypasskreislauf (35) ein Batterieelektronikkühler (33) angeordnet ist.

6. Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außenwärmeübertrager (4) und der Kühlmittelkühler (18) in einer Kühlereinheit (30) zusammengefasst ausgebildet sind, wobei der Außenwärmeübertrager (4) in Strömungsrichtung der Umgebungsluft (29) hinter dem Kühlmittelkühler (18) angeordnet ist.

7. Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Bypass (13) parallel zum Batteriechiller (9) im Kältemittelkreislauf angeordnet ist.

8. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum aktiven Kühlen der Fahrzeugkabine, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemittel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensatorbypass (36) und das 3/2-Wege-Expansionsventil (3) zum als Kondensator arbeitenden Außenwärmeübertrager (4) strömt und nachfolgend im Expansionsorgan (6) expandiert und im Verdampfer (5) verdampft wird, wobei der Batteriewärmeübertrager (19) von Kühlmittel durchströmt und dabei die Batterietemperierschleife (22) und der sekundäre Bypasskreislauf (35) parallel betrieben werden und der Kühlmittelkreislauf (17) mit dem Kühlmittelkühler (18) und dem Antriebsstrangkühler (16) zur passiven Kühlung des Antriebsstranges betrieben wird.

9. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum aktiven Kühlen der Fahrzeugbatterie, **dadurch**

**gekennzeichnet**, dass das Kältemittel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensatorbypass (36) und das 3/2-Wege-Expansionsventil (3) zum als Kondensator arbeitenden Außenwärmeübertrager (4) strömt und nachfolgend im 3/2-Wege-Expansionsventil (8) expandiert und im Batteriechiller (9) verdampft wird, wobei die Batterietemperierschleife (22) mit dem Batteriechiller (9), dem Batteriewärmeübertrager (19) und parallel dem Batterieelektronikkühler (33) im sekundären Bypasskreislauf (35) geschaltet sind und der Kühlmittelkreislauf (17) mit dem Kühlmittelkühler (18) und dem Antriebsstrangkühler (16) zur passiven Kühlung des Antriebsstranges betrieben wird.

10. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum passiven Kühlen der Fahrzeugbatterie, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlmittelkreislauf (17) mit dem Kühlmittelkühler (18) und dem Batteriewärmeübertrager (19) sowie parallel dazu der Antriebsstrangkühler (16) zur passiven Kühlung betrieben wird, wobei der sekundäre Bypasskreislauf (35) mit dem Batterieelektronikkühler (33) parallel betrieben wird.

11. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum passiven Kühlen des Antriebsstranges, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlmittelkreislauf (17) mit dem Kühlmittelkühler (18) und dem Antriebsstrangkühler (16) zur passiven Kühlung betrieben wird, wobei die Batterietemperierschleife (22) mit dem Batteriewärmeübertrager (19) und der sekundäre Bypasskreislauf (35) mit dem Batterieelektronikkühler (33) zueinander parallel und unabhängig vom Kühlmittelkreislauf (17) betrieben werden.

12. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Reheat der Fahrzeugkabine, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemittel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensator (2) und das 3/2-Wege-Expansionsventil (3) zum als Kondensator oder als Verdampfer arbeitenden Außenwärmeübertrager (4) strömt und nachfolgend im Expansionsorgan (6) expandiert und im Verdampfer (5) verdampft wird, wobei der Batteriewärmeübertrager (19) von Kühlmittel durchströmt und dabei die Batterietemperierschleife (22) und der sekundäre Bypasskreislauf (35) parallel betrieben werden und die Elektroantriebskühlschleife (23) mit dem Antriebsstrangkühler (16) sowie der Heizkreislauf (34) mit dem Heizkondensator (2) und dem Heizungswärmeübertrager (7) betrieben wird.

13. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach Anspruch 12 zum Reheat der Fahrzeugkabine, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine

Heizeinrichtung (24) zusätzlich im Heizkreislauf (34) betrieben wird.

14. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach Anspruch 12 oder 13 zum Reheat der Fahrzeugkabine, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teilstrom des Kältemittels nach dem Heizkondensator (2) über den Bypass (12) strömt und im Expansionsorgan (14) expandiert und im Antriebsstrangchiller (15) verdampft wird, um zusätzlich Abwärme der Antriebsstrangkomponenten aufzunehmen.

15. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach Anspruch 12 oder 13 zum Reheat der Fahrzeugkabine, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mitteldruckniveau im Außenwärmeübertrager (4) derart eingestellt wird, dass die Temperatur des Kältemittels im Außenwärmeübertrager (4) der Temperatur der Umgebungsluft (29) entspricht.

16. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Heizung der Fahrzeugkabine mit Abwärme des Antriebsstranges, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemittel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensator (2) und den Bypass (12) strömt und nachfolgend im Expansionsorgan (14) expandiert und im Antriebsstrangchiller (15) verdampft wird, wobei der Batteriewärmeübertrager (19) von Kühlmittel durchströmt und dabei die Batterietemperierschleife (22) und der sekundäre Bypasskreislauf (35) parallel betrieben werden und die Elektroantriebskühlschleife (23) mit dem Antriebsstrangkühler (16) sowie der Heizkreislauf (34) mit dem Heizkondensator (2) und dem Heizungswärmeübertrager (7) betrieben werden.

17. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Heizung der Fahrzeugkabine mit Umgebungswärme, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemittel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensator (2) zum 3/2-Wege-Expansionsventil (3) strömt und expandiert und im Außenwärmeübertrager (4) verdampft wird, wobei der Batteriewärmeübertrager (19) von Kühlmittel durchströmt und dabei die Batterietemperierschleife (22) und der sekundäre Bypasskreislauf (35) parallel betrieben werden und die Elektroantriebskühlschleife (23) mit dem Antriebsstrangkühler (16) sowie der Heizkreislauf (34) mit dem Heizkondensator (2) und dem Heizungswärmeübertrager (7) betrieben werden.

18. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur indirekten Heizung der Batterie, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Heizkreislauf (34) mit der Heizeinrichtung (24) auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird und über das 3/2-Wege-Ventil (31)

zum indirekten Wärmeübertrager (11) geschaltet ist, wobei der Heizkondensator (2) und der Heizungs-wärmeübertrager (7) funktionslos sind und der sekundäre Bypasskreislauf (35) mit dem Batterie-wärmeübertrager (19) und dem indirekten Wärme-übertrager (11) geschaltet ist und die Elektroant-riebskühlschleife (23) mit dem Antriebsstrangkühler (16) betrieben werden.

19. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpen-anordnung nach Anspruch 18 zur indirekten Hei-zung der Batterie mit Abwärme des Antriebsstran-ges, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemit-tel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensa-tor (2) und den Bypass (12) strömt und nachfolgend im Expansionsorgan (14) expandiert und im Antriebsstrangchiller (15) verdampft wird, wobei die Heizeinrichtung (24) nicht betrieben wird.

20. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpen-anordnung nach Anspruch 18 zur indirekten Hei-zung der Batterie mit Umgebungswärme, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kältemittel nach dem Verdichter (1) über den Heizkondensator (2) zum 3/2-Wege-Expansionsventil (3) strömt und expan-dierte und im Außenwärmeübertrager (4) verdampft wird und nachfolgend über das 3/2-Wege-Expan-sionsventil (8) zum Verdichter (1) strömt, wobei die Heizeinrichtung (24) nicht betrieben wird.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

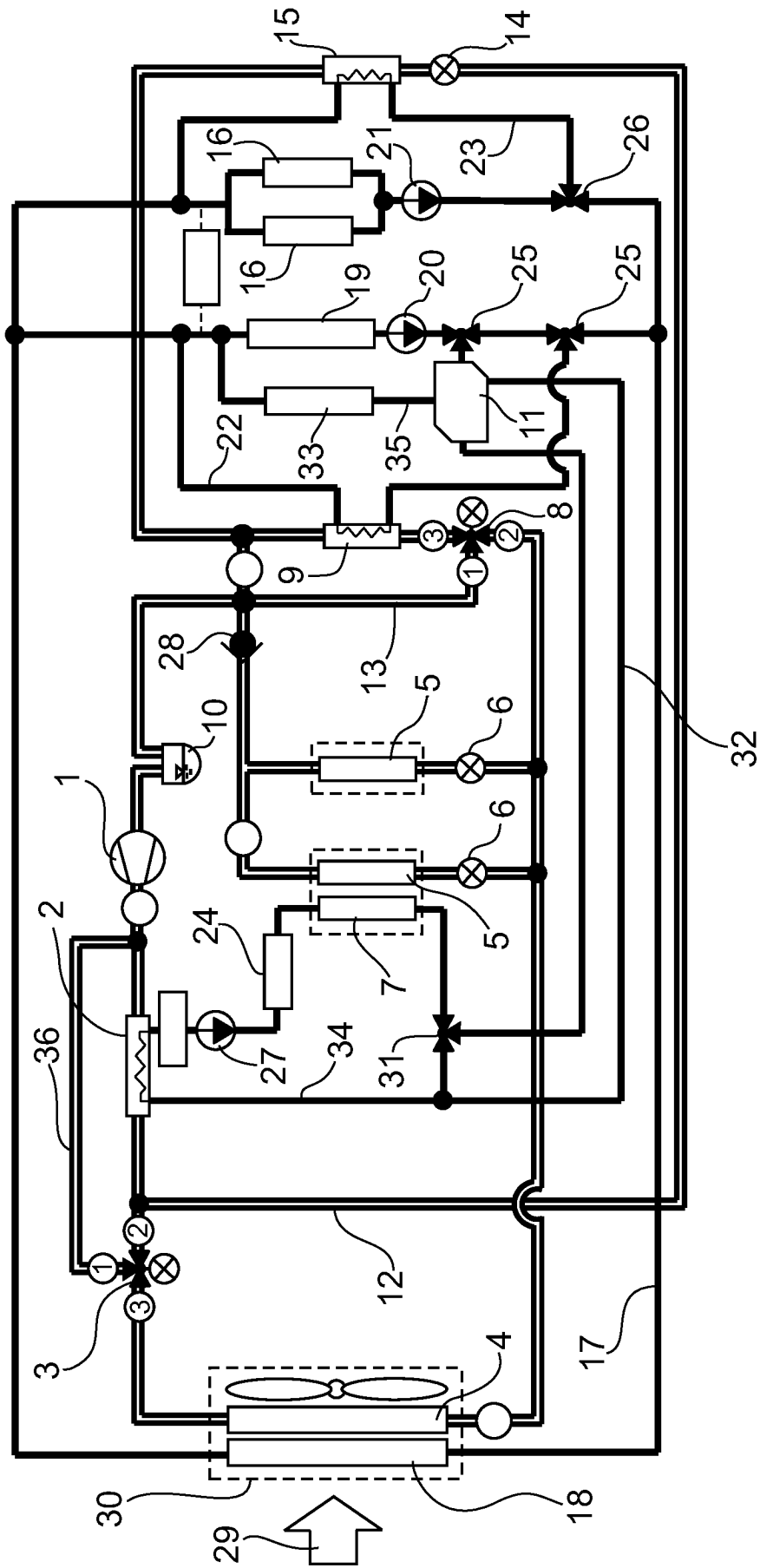


Fig. 1

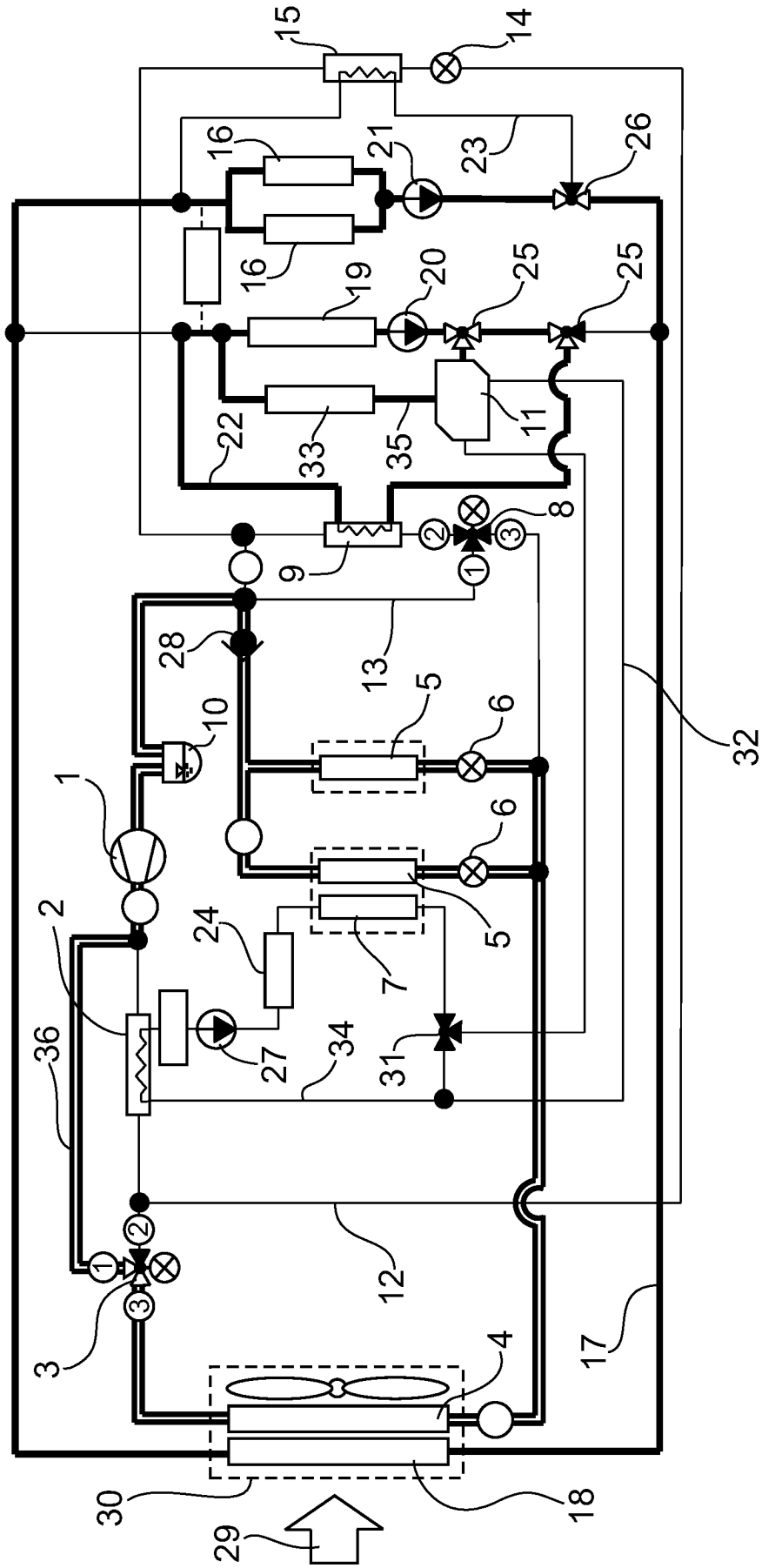


Fig. 2



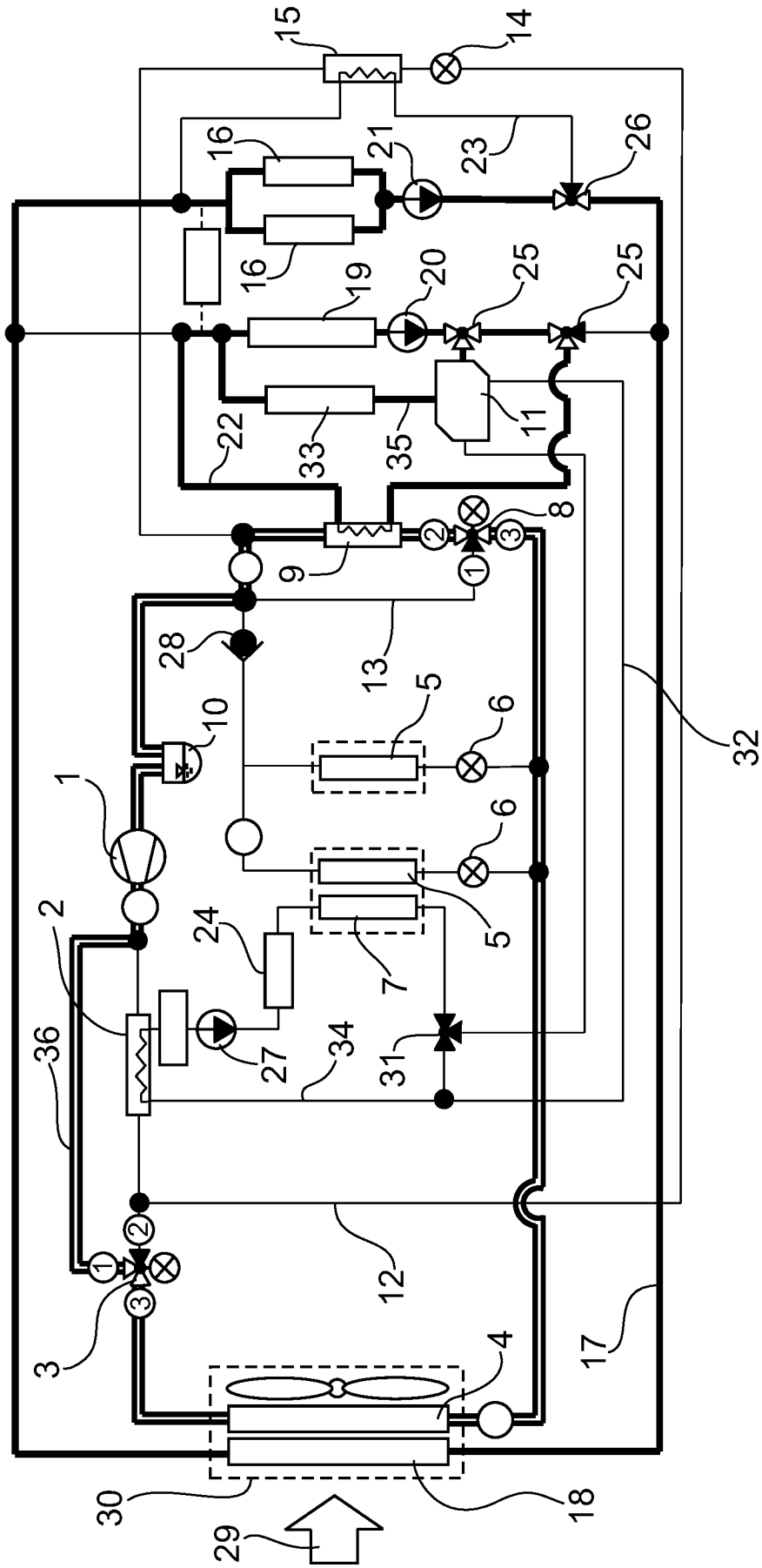


Fig. 3

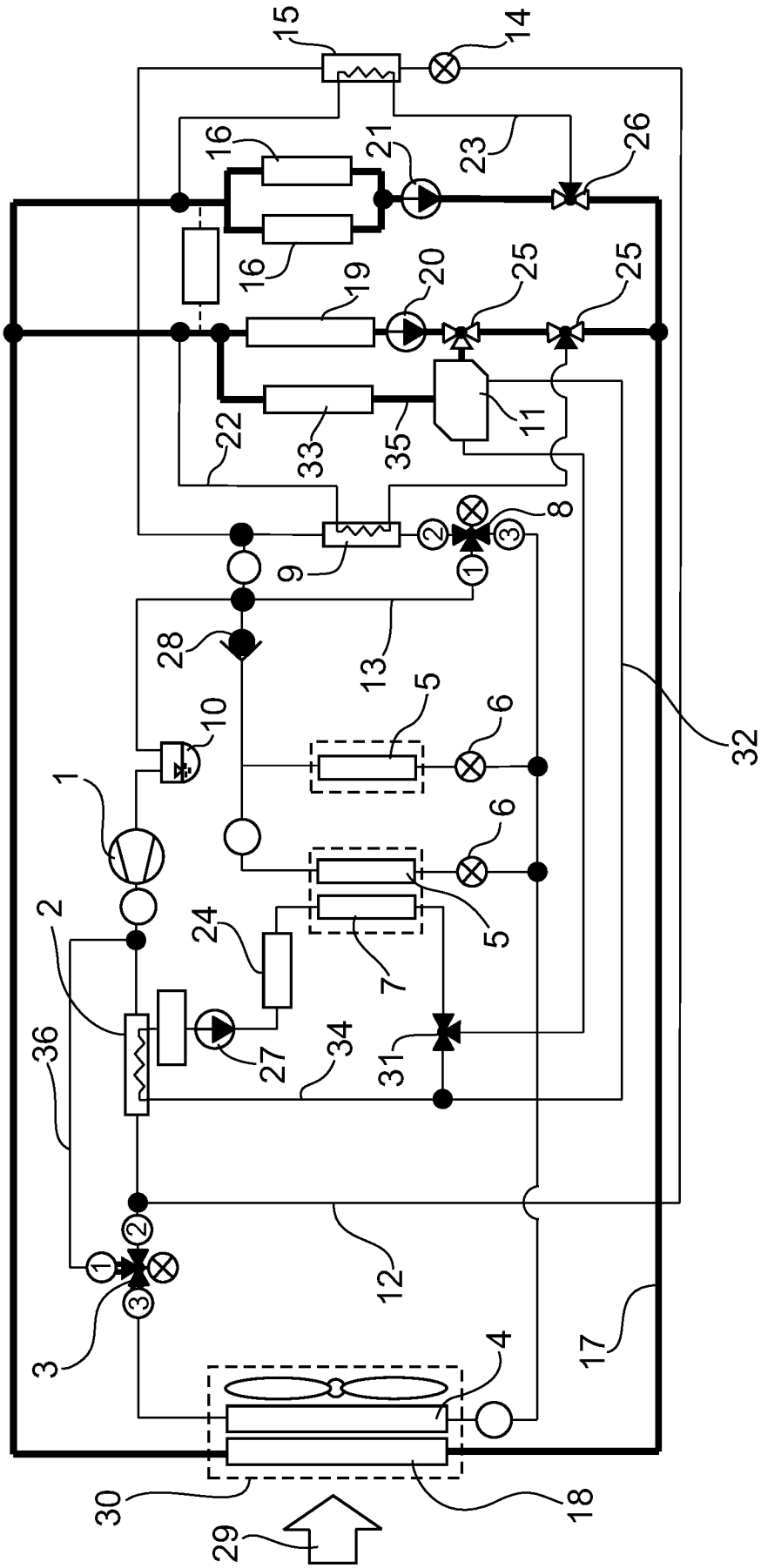


Fig. 4

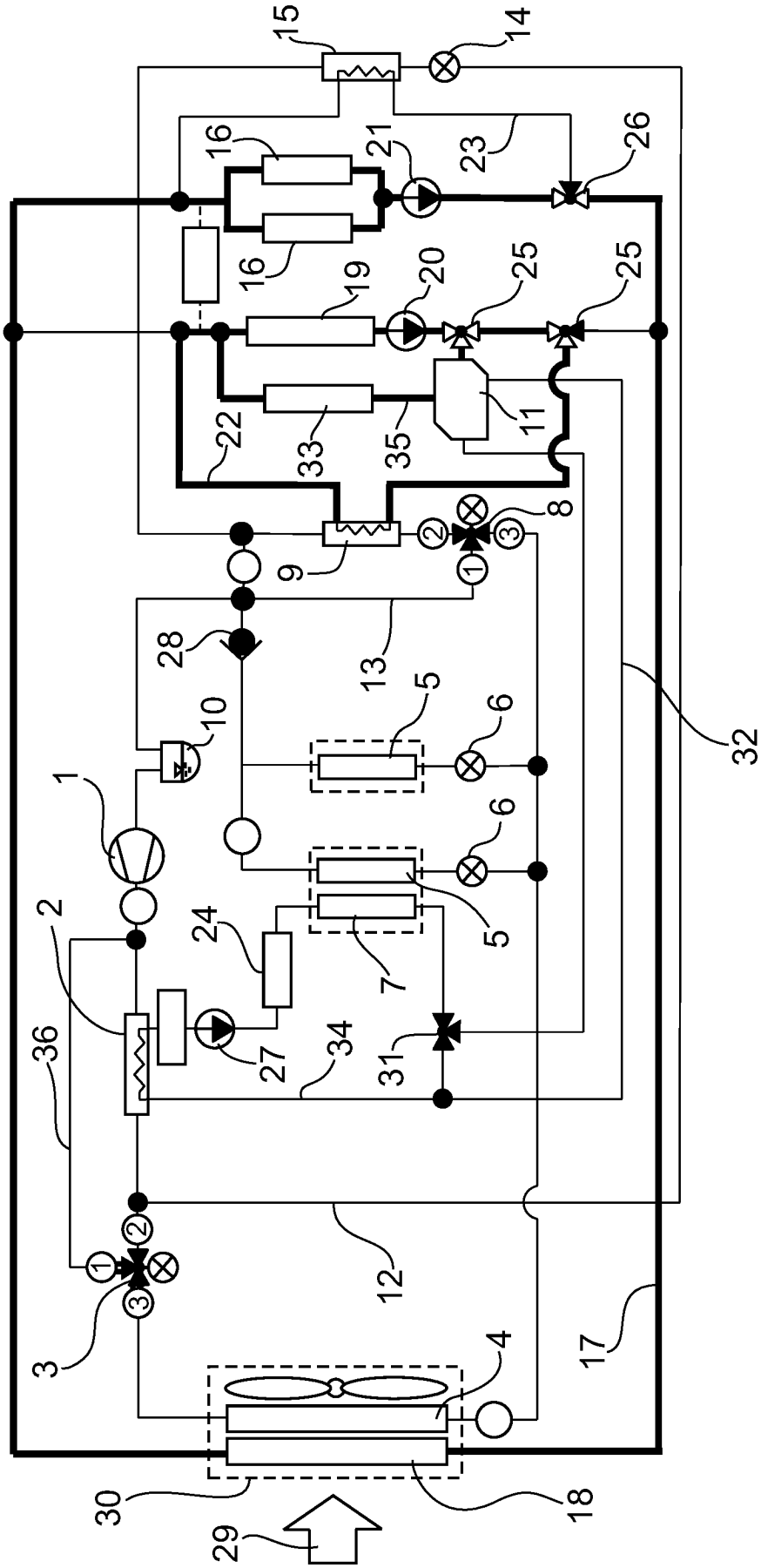


Fig. 5

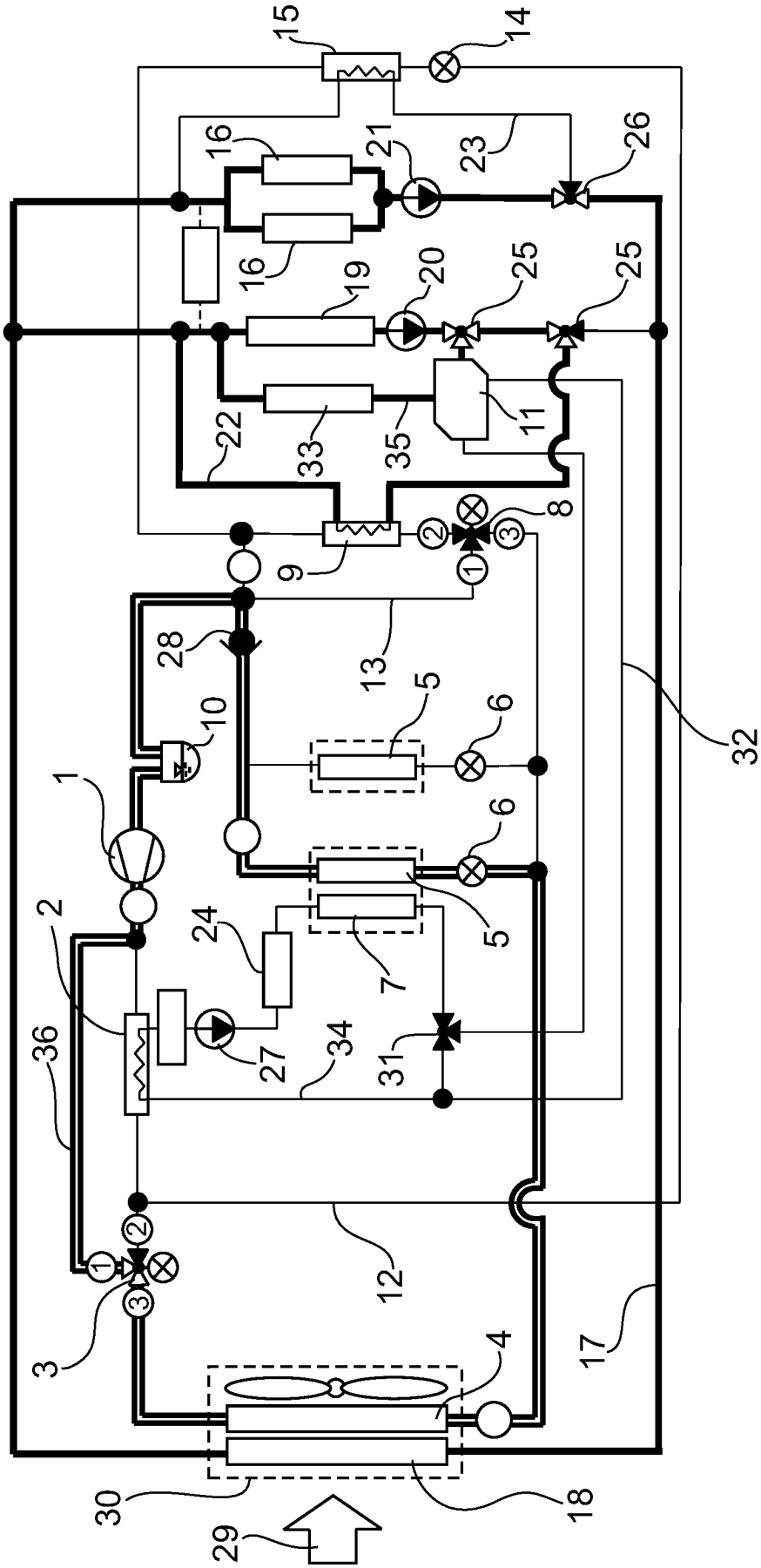


Fig. 6

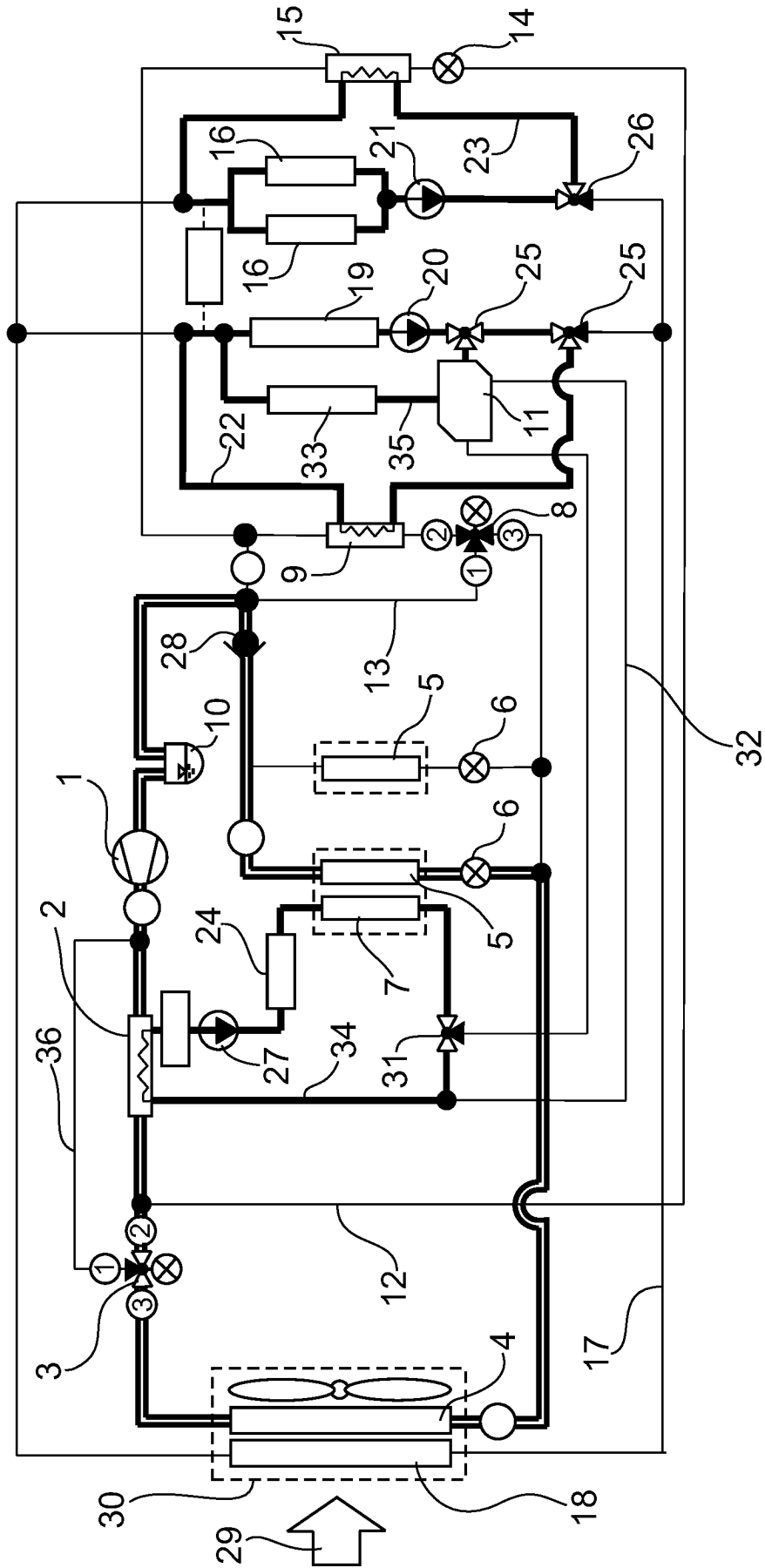


Fig. 7

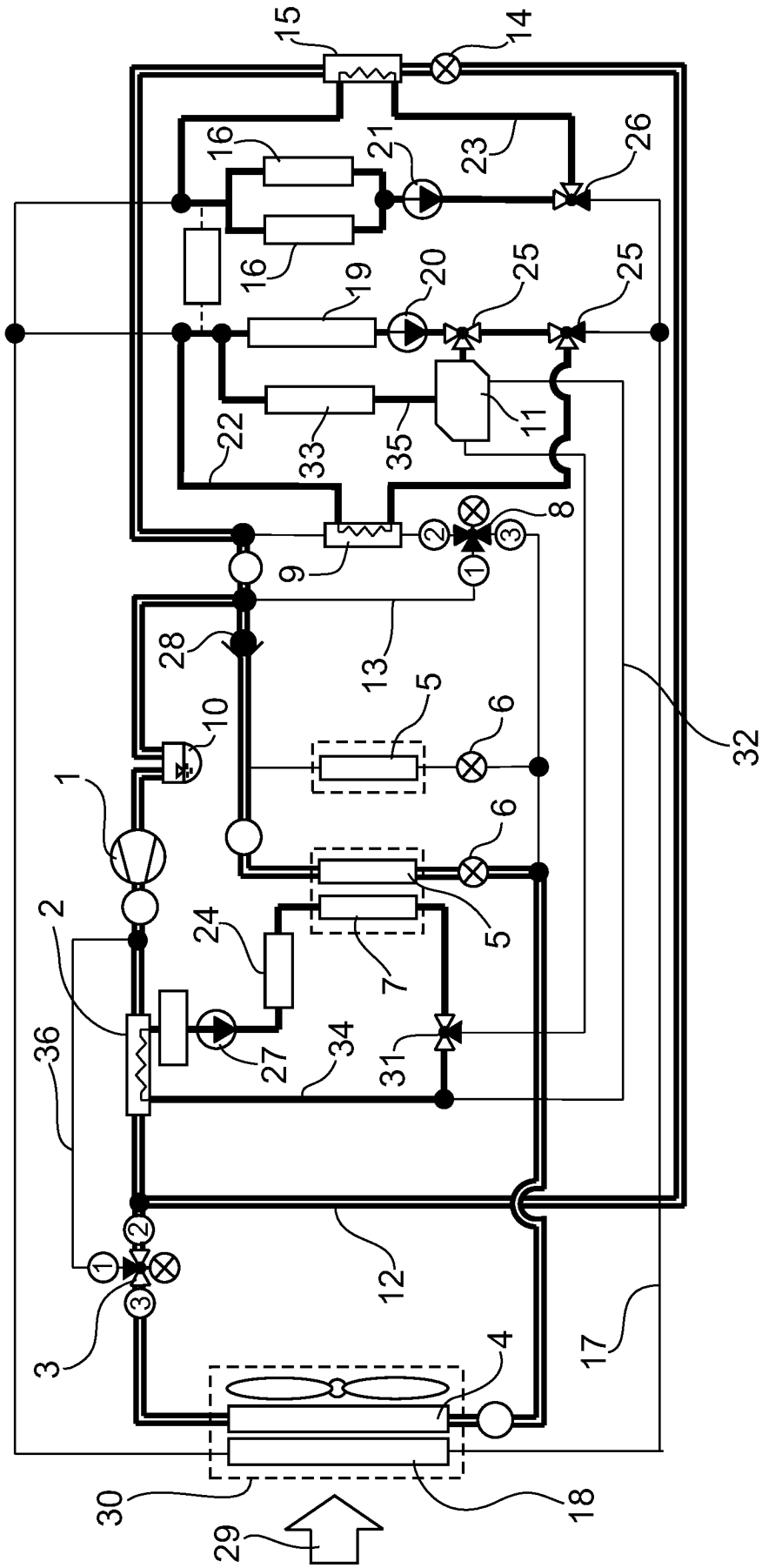


Fig. 8

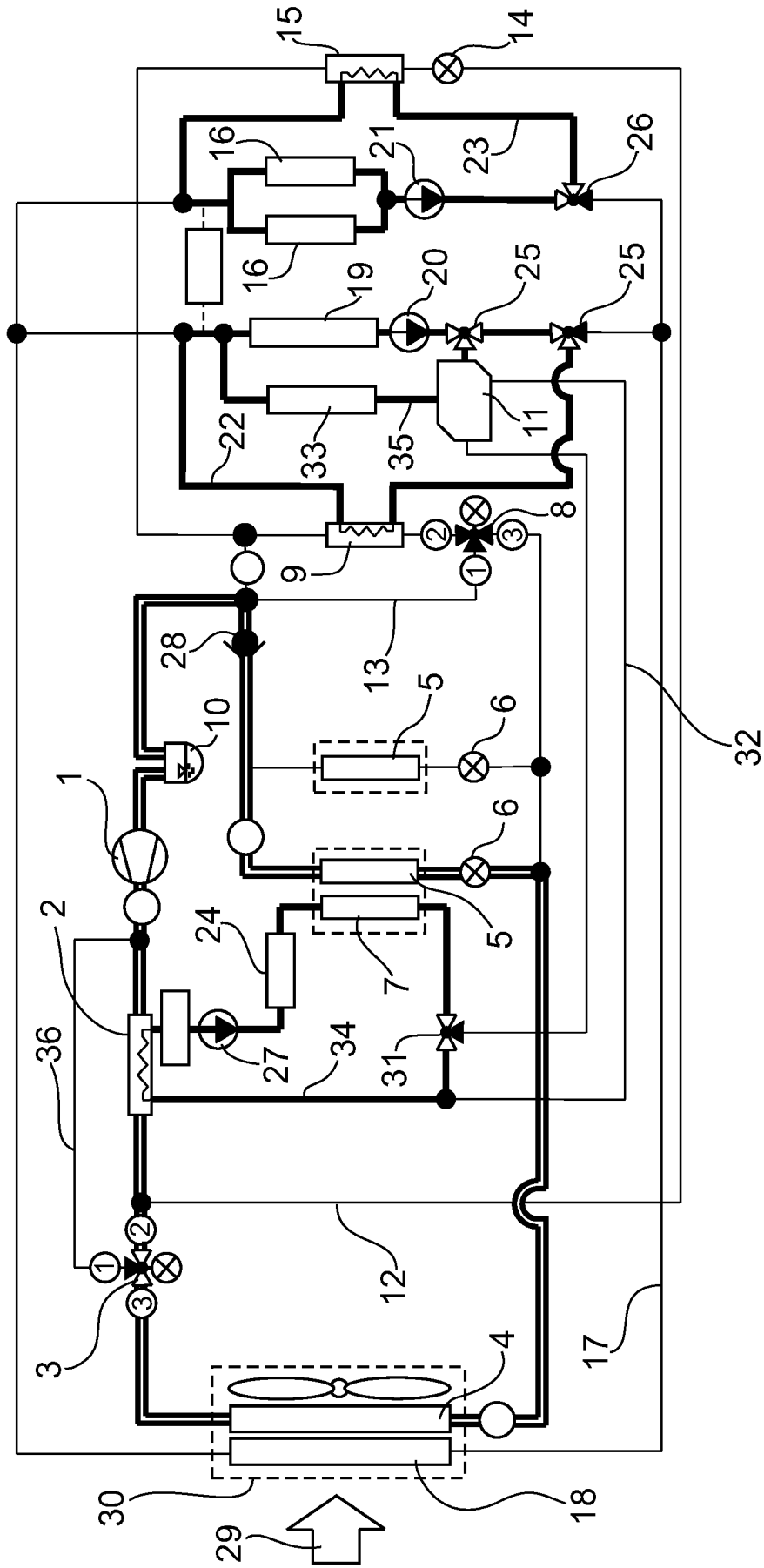


Fig. 9

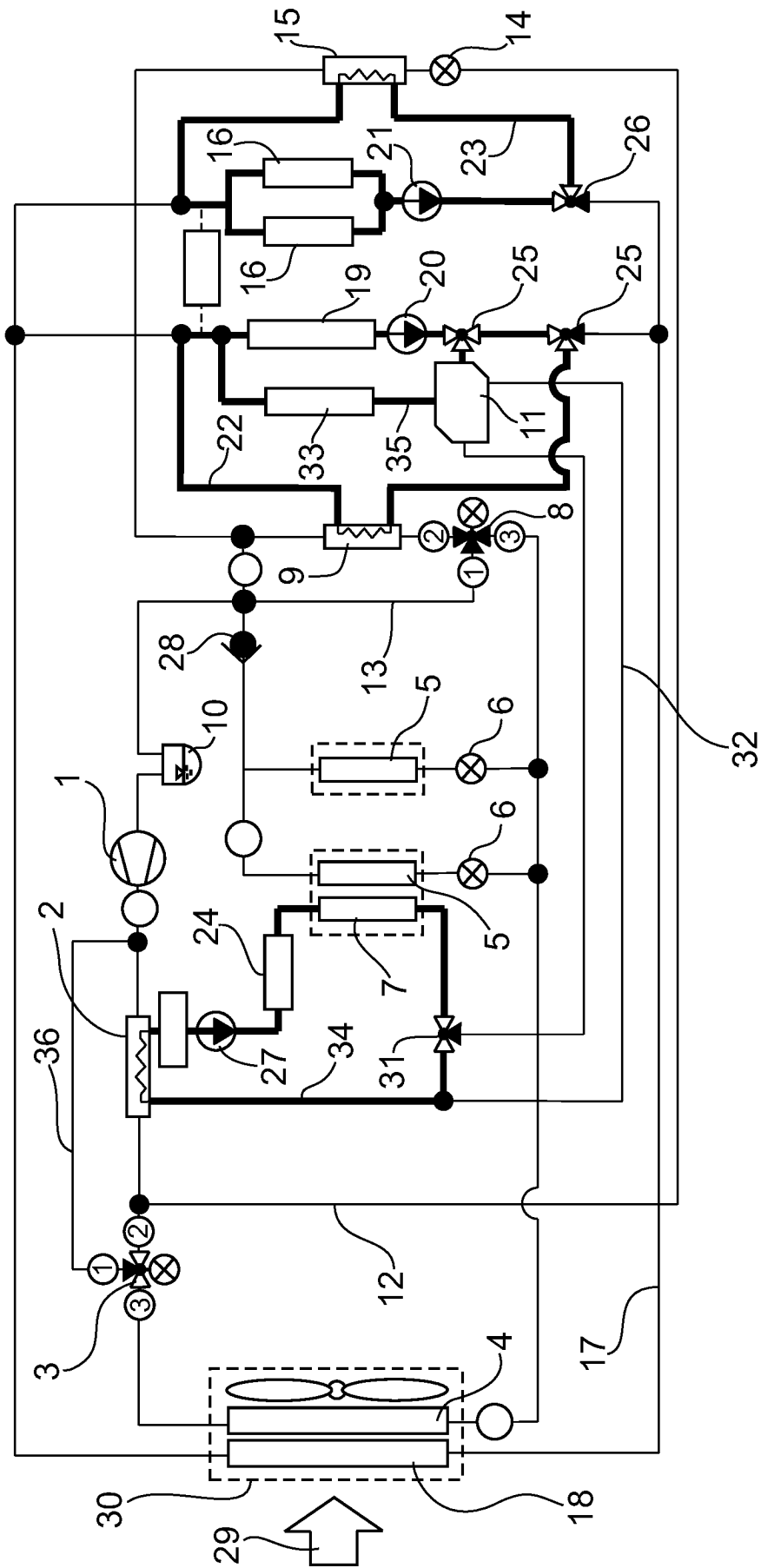


Fig. 10



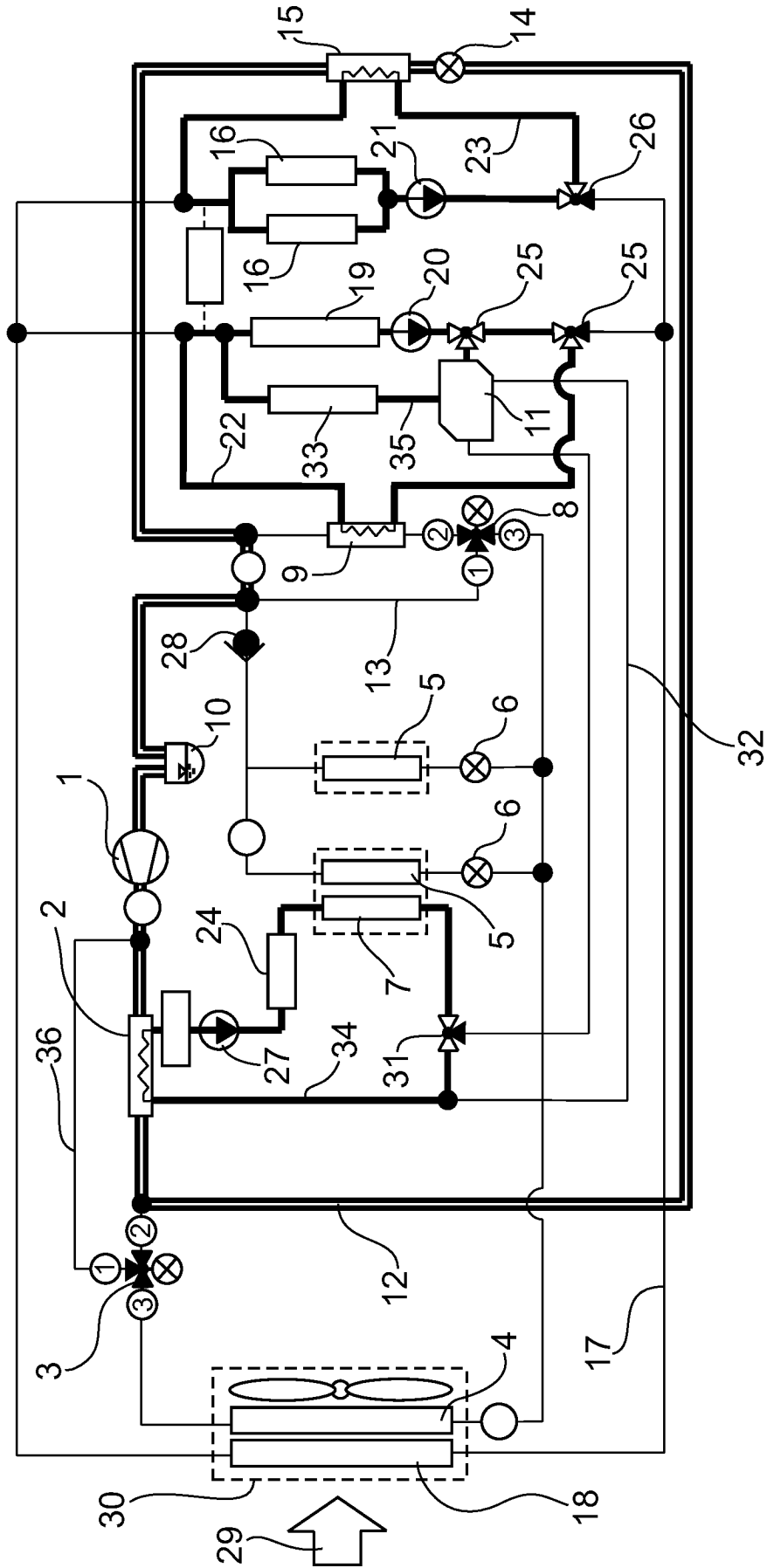


Fig. 11

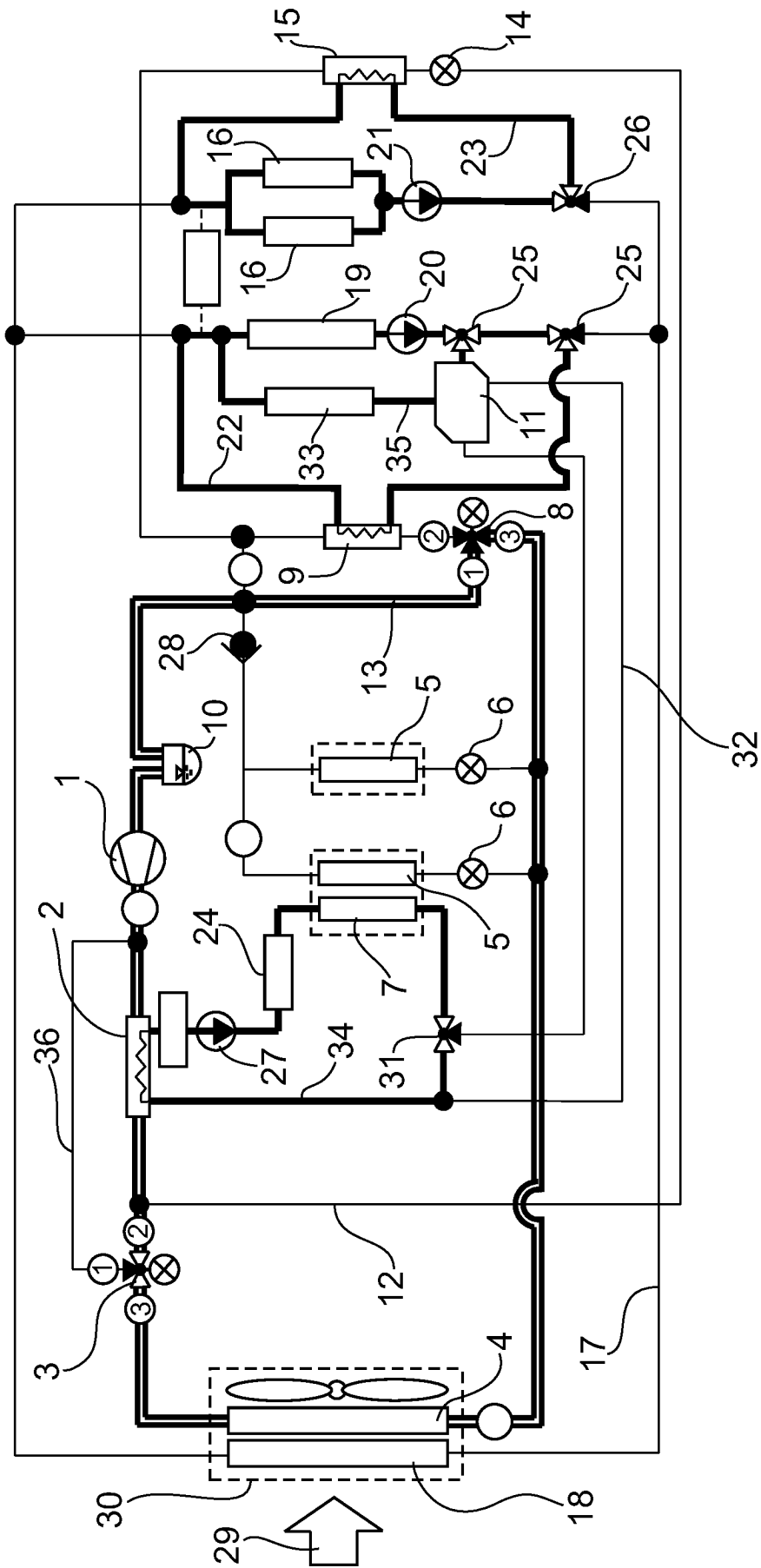


Fig. 12

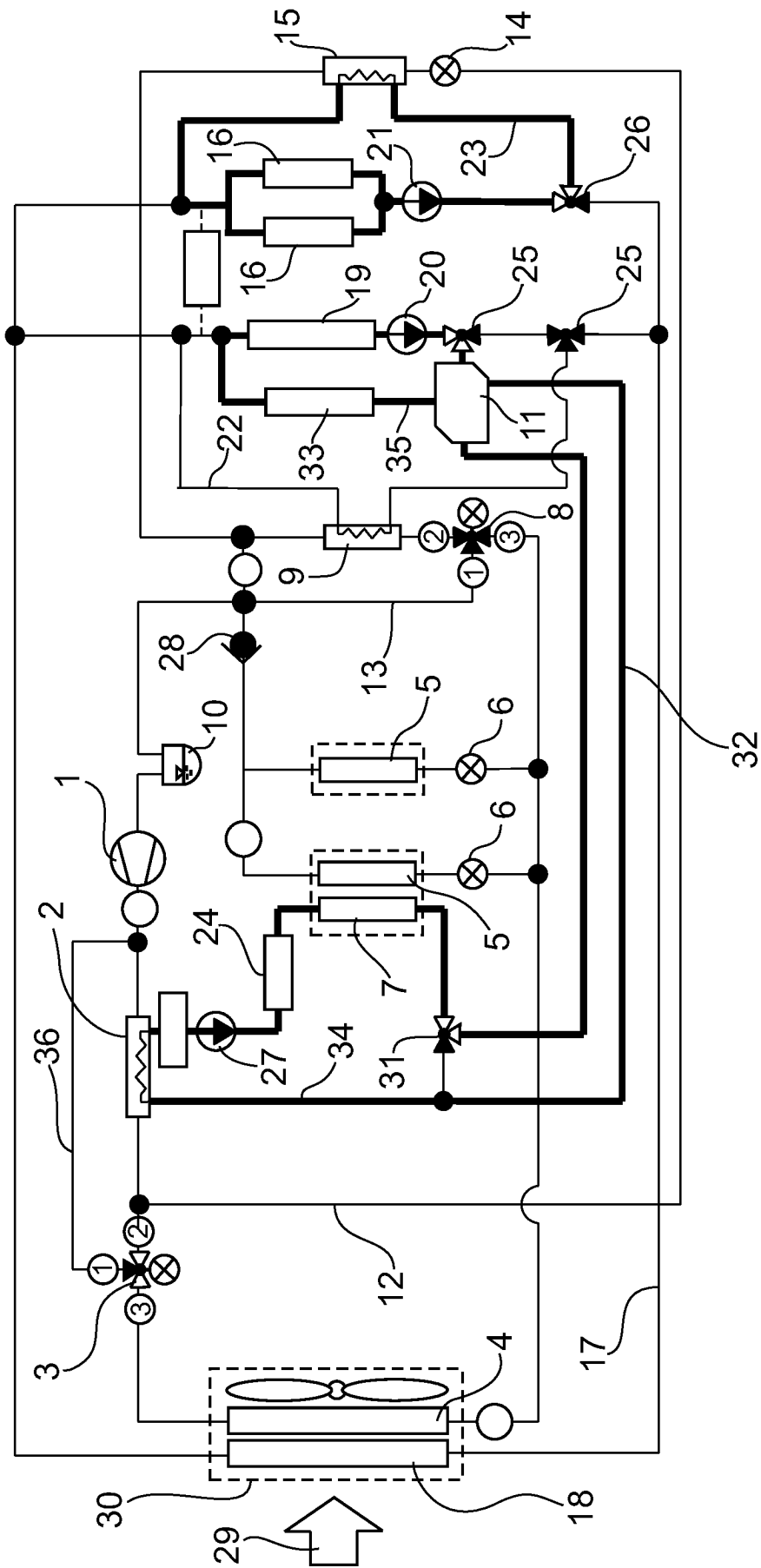


Fig. 13

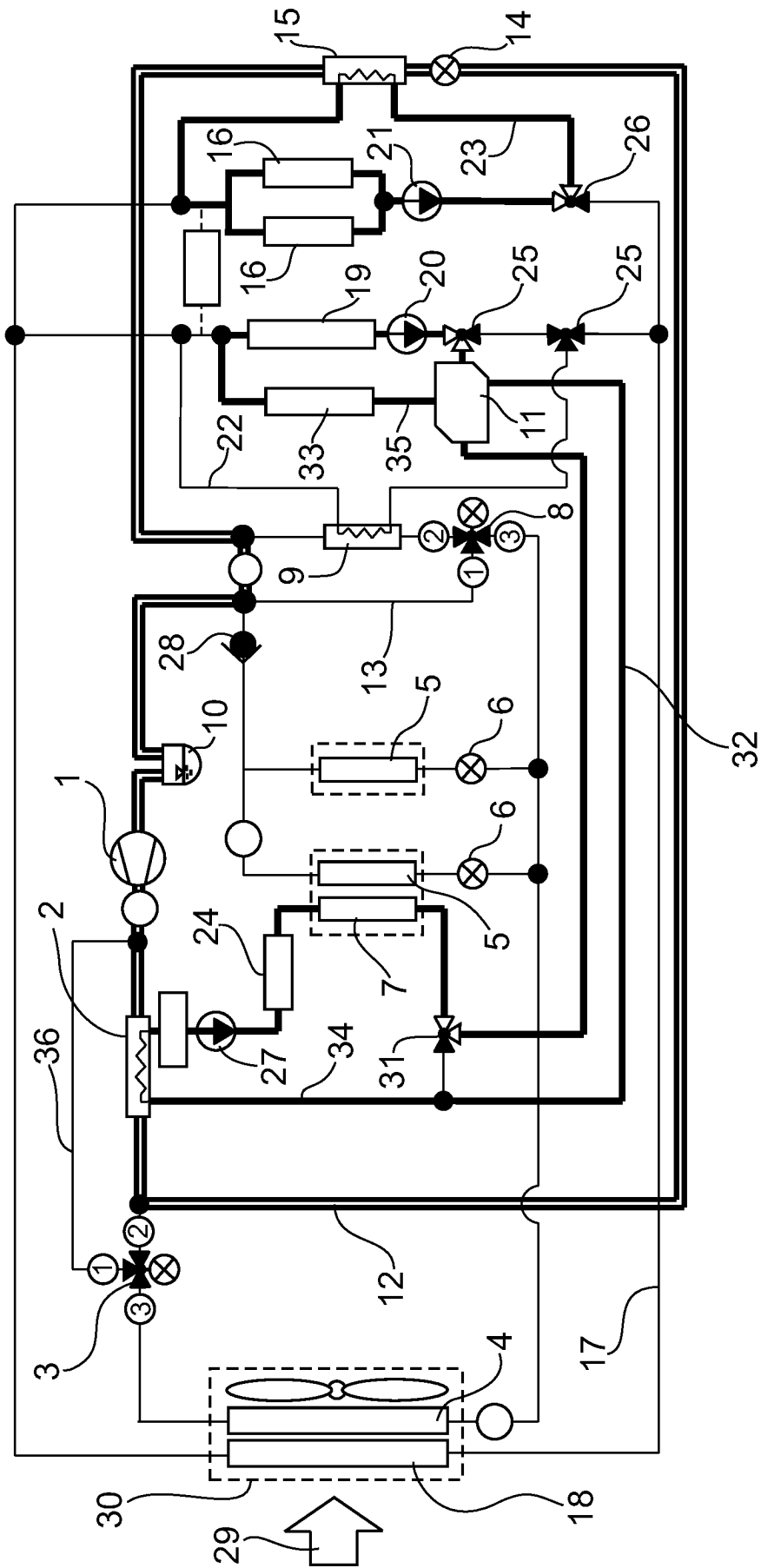


Fig. 14

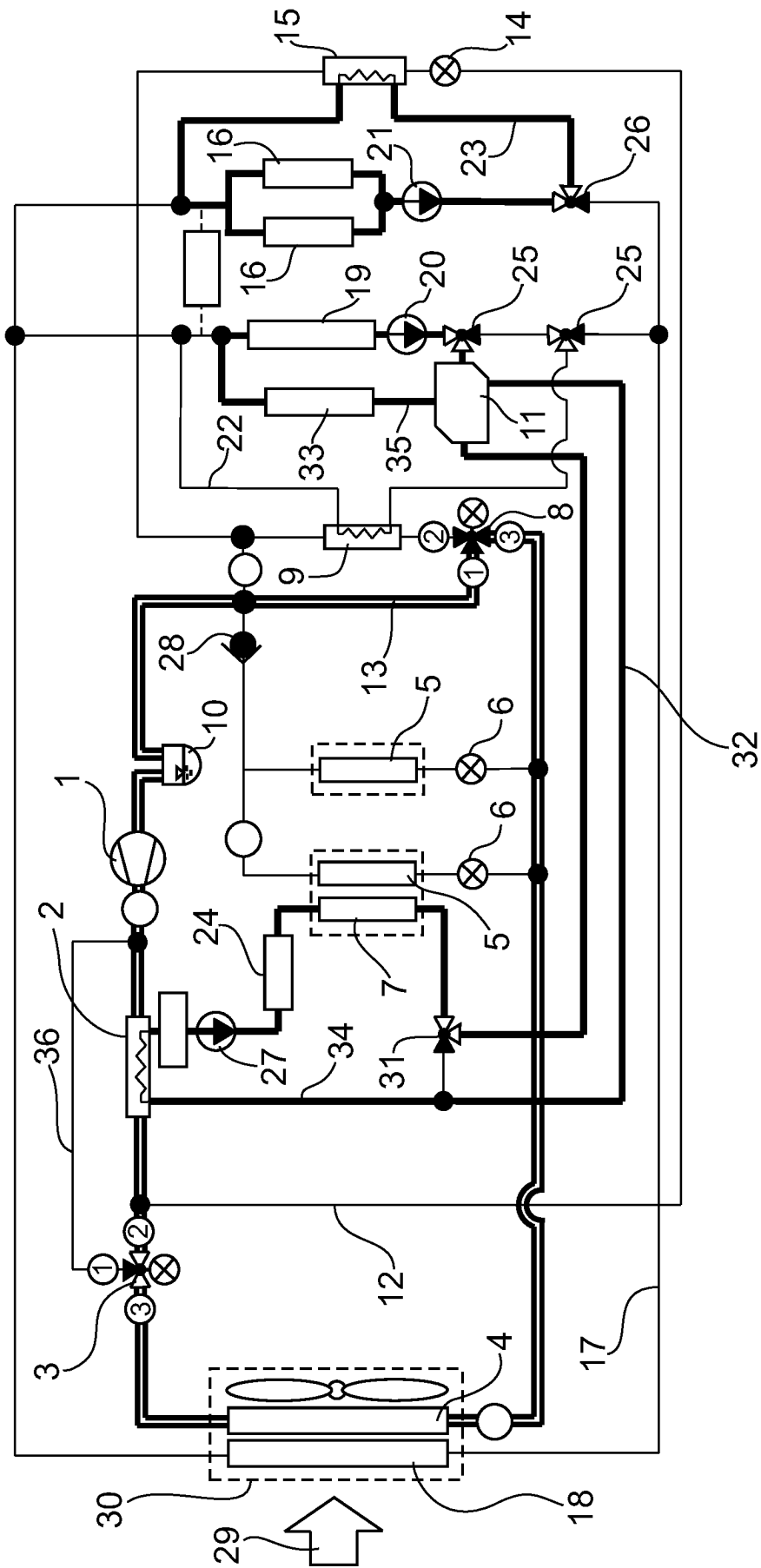


Fig. 15

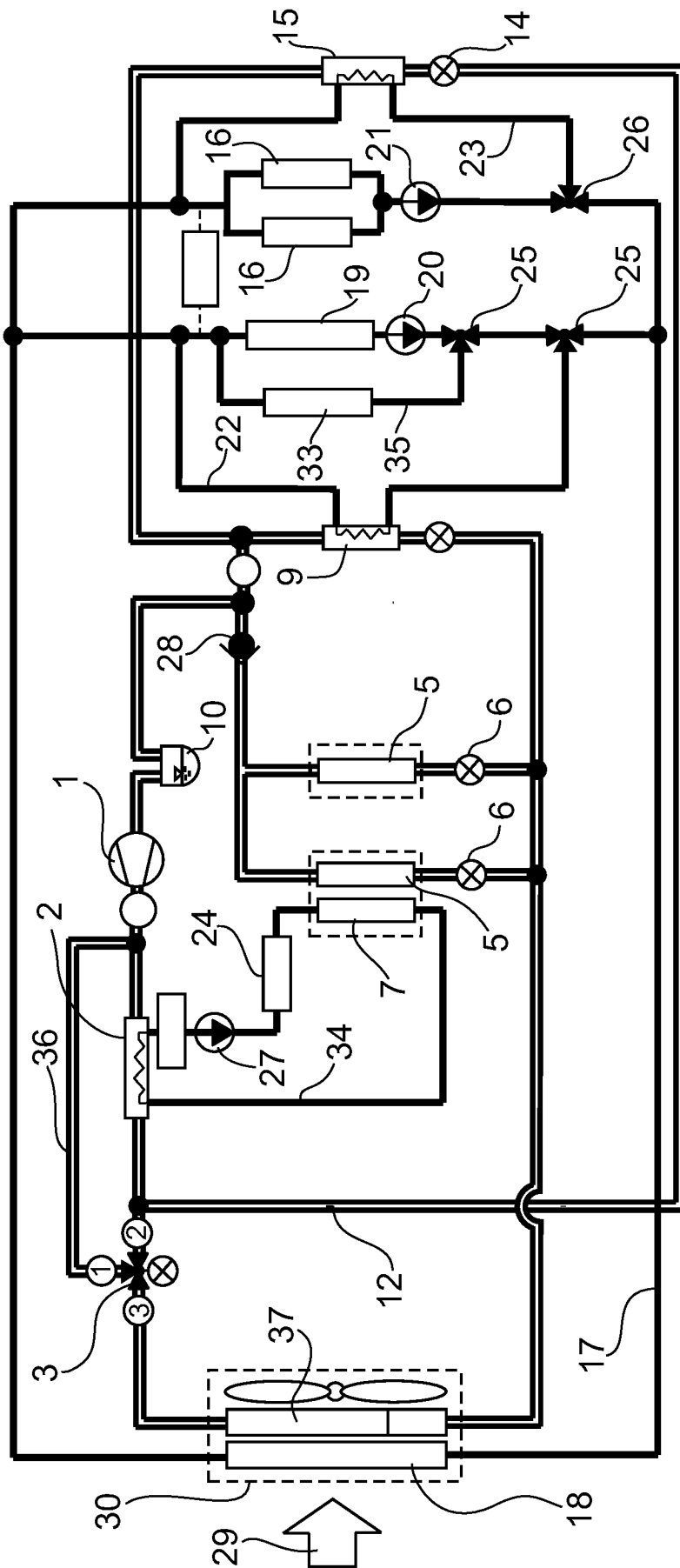


Fig. 16