(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2011 107 404 A1** 2012.01.12

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 107 404.3**
(22) Anmeldetag: **07.07.2011**
(43) Offenlegungstag: **12.01.2012**

(51) Int Cl.: ***B60H 1/32*** (2011.01)
B60H 1/00 (2011.01)

(66) Innere Priorität:
10 2010 026 594.2 08.07.2010
10 2010 035 558.5 26.08.2010

(71) Anmelder:
IPETRONIK GmbH & Co. KG, 76532, Baden-Baden, DE; Volkswagen AG, 38440, Wolfsburg, DE

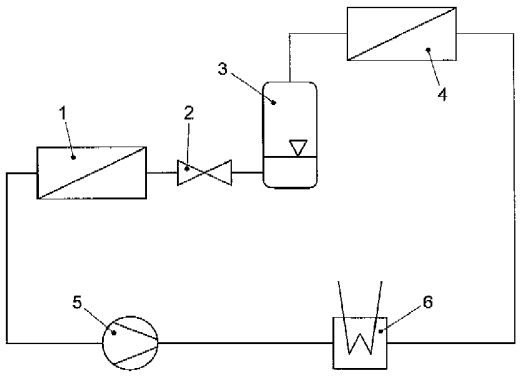
(74) Vertreter:
Reinhardt & Pohlmann Partnerschaft, 60311, Frankfurt, DE

(72) Erfinder:
Hesse, Ullrich, Dr., 71563, Affalterbach, DE;
Böttcher, Christof, 38442, Wolfsburg, DE;
Haltmeier, Thomas, 84094, Elsendorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Klimatisieren eines Innenraums eines Elektrofahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines eine Traktionsbatterie aufweisenden Elektrofahrzeugs.
Um ein verbessertes Klimatisieren des Innenraums zu ermöglichen, sind die Schritte:
– Erwärmen des Innenraums mittels eines dem Innenraum zugeordneten Wärmepumpenkreislauf
– Wandeln von elektrischer Energie der Traktionsbatterie in Wärmeenergie, und
– Zuführen der Wärmeenergie in den Wärmepumpenkreislauf mittels eines elektrischen Kältemittelzuheizers (6) vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Elektrofahrzeugs bzw. Hybridfahrzeugs sowie ein verfahrensgemäßes Elektrofahrzeug. Klimatisieren eines Innenraums eines eine Traktionsbatterie aufweisenden Elektrofahrzeugs ist bekannt. Für die Beheizung des Innenraums steht bei Elektrofahrzeugen nur im vergleichsweise geringen Umfang Abwärme zur Verfügung, so dass in der Regel die benötigte Heizleistung aus der in der Traktionsbatterie gespeicherten elektrischen Energie bereitgestellt werden muss. Dieses kann je nach Temperaturlage bei einer elektrischen Direktheizung einen vergleichsweise hohen Anteil der in der Batterie gespeicherten Energie ausmachen und damit eine Reichweite entsprechend reduzieren. Es ist bekannt, eine Wärmepumpe, zum Beispiel unter Einbeziehung von für die Klimatisierung der Kabine ohnehin erforderlichen Komponenten, beispielsweise einen Kompressor, einen Wärmeübertrager und/oder Ähnliche einzusetzen. Außerdem ist es bekannt, den Innenraum des Elektrofahrzeugs mit einem elektrischen Widerstandsheizer aufzuheizen. Dazu kann der elektrische Widerstandsheizer als PTC-Element in einem Klimagerät des Elektrofahrzeugs eine Zuluft für den Innenraum direkt aufheizen. Darüber hinaus sind Brennstoffzuheizer bekannt, die Wärme an einen Wasserkreislauf, beispielsweise an einen Zweig mit einem Heizwärmetauscher, abgeben. Ferner sind elektrische Zuheizer bekannt, die die Wärme ebenfalls an einen Wasserkreislauf abgeben.

[0002] Aus der US 2005/0103487 A1 ist bereits ein Wärmepumpenkreislauf bekannt mit einer elektrischen Zusatzheizung, mittels der eine zusätzliche Wärmemenge dem Wärmepumpenkreislauf zur Verfügung gestellt werden kann. Aus der JP 00-2964705 B2 ist ferner ein Kältemittelkreislauf bekannt, bei dem ein Zusatzheizer einem Kompressor vorgeschaltet ist, um eine Wärmezufuhr über eine Zuleitung zu einem Mitteldruckanschluss des Kompressors zu ermöglichen.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Klimatisieren eines Innenraums eines Elektrofahrzeugs zu ermöglichen, insbesondere ein möglichst einfaches und kostengünstiges Klimatisieren des Innenraums zu ermöglichen, insbesondere das Klimatisieren derartig zu realisieren, dass dabei eine Hochvoltverkabelung einer Traktionsbatterie nicht durch und/oder nicht nahe des Innenraums geführt werden muss.

[0004] Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0005] Die Aufgabe ist bei einem Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Elektrofahrzeugs gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0006] Vorteilhaft kann der Wärmetransport mittels des Wärmepumpenkreislaufs erfolgen. Zusätzliche wärmeführende Leitungen sind vorteilhaft nicht notwendig. Vorzugsweise kann das Fahrzeug eine Traktionsbatterie aufweisen. Dabei kann eine Hochvoltverkabelung der Transaktionsbatterie so geführt werden, dass diese nicht in die Nähe und auch nicht durch den Innenraum des Elektrofahrzeugs führt. Vielmehr kann vorteilhaft die Hochvoltverkabelung zu dem Wärmepumpenkreislauf geführt werden, wobei der Wärmepumpenkreislauf vorteilhaft außerhalb des Innenraums mit der elektrischen Wärmeenergie des elektrischen Zuheizers versorgt wird.

[0007] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens sind ein Wandeln und Zuführen der Wärmeenergie, falls eine Umgebungstemperatur des Elektrofahrzeugs eine Schwelltemperatur unterschreitet, vorgesehen. Vorteilhaft kann bei vergleichsweise hohen Temperaturen, die jedoch noch eine Heizung des Innenraums erfordern, gänzlich auf das elektrische Zuheizen verzichtet werden. Lediglich unterhalb der Schwelltemperatur erfolgt das Zuführen der Wärmeenergie, wobei vorteilhaft ein besonders hoher Komfort im Innenraum des Elektrofahrzeugs bei vergleichsweise geringem Energieaufwand möglich ist bei einer weiterer Ausführungsform des Verfahrens ist ein Zuführen der Wärmeenergie stromabwärts eines Verdichters des Wärmepumpenkreislaufs vorgesehen. Vorteilhaft kann die Wärmeenergie stromabwärts des Verdichters mit einer besonders geringen Wirkungsgradverlust über den Wärmepumpenkreislauf zugeführt werden.

[0008] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens sind ein Entnehmen eines verflüssigten Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs stromaufwärts eines Expansionsventils des Wärmepumpenkreislaufs und ein Einspritzen des verflüssigten Kältemittels in einen Verdichter des Wärmepumpenkreislaufs vorgesehen. Vorteilhaft kann dadurch ein Überhitzen und Zersetzen des Kältemittels aufgrund des Zuführens der Wärmeenergie verhindert werden. Alternativ und/oder zusätzlich kann dazu stromabwärts des elektrischen Zuheizers eine Temperaturmessvorrichtung vorgesehen sein, die einer Regelvorrichtung zugeordnet ist, wobei die Regelvorrichtung ein motorisches Bypassventil zur Einspritzung des flüssigen Kältemittels steuert.

[0009] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Zuführen der Wärmeenergie in einen zu dem Expansionsventil, einem Verdampfer und dem Verdichter des Wärmepumpenkreislaufs parallel verlaufenden Parallelzweig des Wärmepumpenkreislaufs vorgesehen, wobei der Parallelzweig eine Kältemittelpumpe und dieser nachgeschaltet den elektrischen Zuheizer aufweist. Vorteilhaft ist das Temperaturniveau in dem Parallelzweig vergleichsweise gering, so dass vorteilhaft ein Überhitzen des Kältemit-

tels durch das Zuführen der Wärmeenergie verhindert werden kann.

[0010] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Zuführen der Wärmeenergie mittels einer Strahlpumpe, welche als Vorverdichter eines Kältemittel-Verdichters arbeitet vorgesehen, womit eine ausreichende Kältemittel-Dichte am Ansaugpunkt des Verdichters und damit eine ausreichend hohe Leistung der Anlage erreicht werden kann.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Zuführen der Wärmeenergie in die Zuleitung eines Mitteldruckanschluss eines Verdichters vorgesehen, womit ein Druckverlust, der ansonsten durch einen Wärmepumpenbetrieb ohne elektrische Zuheizfunktion entsteht, vermieden kann.

[0012] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Umschalten des Wärmepumpenkreislaufs zwischen einem Heizbetrieb und einem Kühlbetrieb mittels eines Vierwegeventils vorgesehen. Vorteilhaft kann der Wärmepumpenkreislauf sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen des Innenraums des Elektrofahrzeugs verwendet werden. Je nach Anwendungsfall kann das Vierwegeventil entsprechend eingestellt werden.

[0013] Die Aufgabe ist außerdem bei einem Kraftfahrzeug mit einem Innenraum und einer Klimatisierung des Innenraums gelöst, wobei dieses zum Durchführen eines vorab beschriebenen Verfahrens ausgelegt, eingerichtet und/oder konstruiert ist.

[0014] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Merkmale bilden für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separaten Erfindung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0015] Es zeigen:

[0016] Fig. 1 einen Wärmepumpenkreislauf eines Elektrofahrzeugs, wobei in den Wärmepumpenkreislauf ein elektrischer Zuheizer geschaltet ist;

[0017] Fig. 2 einen weiteren Wärmepumpenkreislauf analog des in Fig. 1 gezeigten, wobei zusätzlich ein motorisches Bypassventil vorgesehen ist;

[0018] Fig. 3 einen weiteren Wärmepumpenkreislauf analog der in der Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Wärmepumpenkreisläufe, wobei im Unterschied der Zuheizer in einen Parallelzweig geschaltet ist;

[0019] Fig. 4, Fig. 5 einen Wärmepumpenkreislauf analog des in Fig. 3 gezeigten, wobei im Unterschied ein zusätzliches Vierwegeventil vorgesehen ist, mittels dem der Wärmepumpenkreislauf in einen in Fig. 4 gezeigten Kühlbetrieb und einen in Fig. 5 gezeigten Heizbetrieb umschaltbar ist;

[0020] Fig. 6, Fig. 7 einen Wärmepumpenkreislauf mit einer Strahlpumpe mit einem vorgeschalteten bzw. nachgeschalteten elektrischen Zusatzheizer

[0021] Fig. 8 einen Wärmepumpenkreislauf analog zu Fig. 3 mit einem Verdichter mit einem Mitteldruckanschluss mit vorgeschaltetem elektrischem Zuheizer

[0022] Fig. 9 einen Wärmepumpenkreislauf mit Kreislaufumkehr und unabhängigem Betrieb des elektrischen Zuheizers an einem seperaten Wärmetauscher

[0023] Fig. 10 einen Wärmepumpenkreislauf mit Kreislaufumkehr und einem elektrischen Zuheizer im Bypass

[0024] Fig. 11 einen weiteren Wärmepumpenkreislauf mit Kreislaufumkehr und unabhängigem Betrieb des elektrischen Zuheizers an einem seperaten Wärmetauscher.

[0025] Fig. 1 zeigt einen Wärmepumpenkreislauf eines nicht näher dargestellten Elektrofahrzeugs. Der Wärmepumpenkreislauf dient zum Klimatisieren eines ebenfalls nicht näher dargestellten Innenraums des Elektrofahrzeugs. Das Elektrofahrzeug weist eine Traktionsbatterie zum Speichern elektrischer Energie auf.

[0026] Der in Fig. 1 gezeigte Wärmepumpenkreislauf weist einen Verdampfer **1**, diesem vorgeschaltet ein Expansionsventil **2**, diesem vorgeschaltet einen Sammler **3**, diesem vorgeschaltet einen Kondensator **4** auf. Dem Verdampfer **1** ist ein Verdichter **5** nachgeschaltet. Als Besonderheit ist zwischen den Kondensator **4** und den Verdichter **5** ein elektrischer Kältemittelzuheizer **6** geschaltet. In dem in Fig. 1 gezeigten Wärmepumpenkreislauf zirkuliert ein Kältemittel, das vorteilhaft mittels des elektrischen Kältemittelzuheizers **6** zusätzlich erwärmt werden kann, insbesondere falls eine Umgebungstemperatur des Elektrofahrzeugs eine Schwelltemperatur unterschreitet. Der elektrische Kältemittelzuheizer **6** weist elektrische Anschlüsse auf, die von der Traktionsbatterie mit elektrischer Energie versorgt werden kennen, wobei die elektrische Energie der Traktionsbatterie in Wärmeenergie gewandelt wird, wobei die Wärmeenergie dem in Fig. 1 gezeigten Wärmepumpenkreis-

lauf zugeführt wird. Vorteilhaft wird diese zugeführte Wärmeenergie mittels des in dem Wärmepumpenkreislauf zirkulierenden Kältemittels von dem elektrischen Kältemittelzuheizer **6** direkt in den Kondensator **4** transportiert. Der Kondensator **4** ist dem nicht näher dargestellten Innenraum des ebenfalls nicht näher dargestellten Elektrofahrzeugs zum Klimatisieren beziehungsweise Beheizen zugeordnet.

[0027] Gemäß der Darstellung der Fig. 1 erhöht der elektrische Kältemittelzuheizer **6** eine Enthalpie des gasförmigen Kältemittels stromabwärts des Verdichters **5** beziehungsweise stromaufwärts des Kondensators **4**.

[0028] Fig. 2 zeigt einen weiteren Wärmepumpenkreislauf analog des in Fig. 1 gezeigten Wärmepumpenkreislaufs. Der in Fig. 2 gezeigte Wärmepumpenkreislauf weist einen Verdampfer **21**, diesem vorgeschaltet ein Expansionsventil **22**, diesem vorgeschaltet einen Sammler **23**, diesem vorgeschaltet einen Kondensator **24** auf. Dem Verdampfer **21** ist ein Verdichter **25** nachgeschaltet. Im Unterschied zur Darstellung der Fig. 1 weist der Verdichter **25** am motorisches Bypassventil **26** auf. Als weitere Besonderheit ist dem Kondensator **24** ein Temperatursensor **27** vorgeschaltet, wobei der Temperatursensor **27** einer Regeleinrichtung **28** zugeordnet ist. Der Temperatursensor **27** ist zwischen den Kondensator **24** und einen elektrischen Kältemittelzuheizer **29** geschaltet. Vorteilhaft kann also eine Temperatur des aus dem elektrischen Kältemittelzuheizer **29** ausströmenden Kältemittels mittels des Temperatursensors **27** ermittelt werden. Vorteilhaft kann mittels der Regeleinrichtung **28** das motorische Bypassventil **26** so angesteuert werden, dass das Kältemittel stromabwärts des elektrischen Kältemittelzuheizers **29** eine Kältemittelschwelltemperatur nicht überschreitet. Vorteilhaft kann so ein Überhitzen des Kältemittels sicher verhindert werden.

[0029] Gemäß der Darstellung der Fig. 2 wird also flüssiges Kältemittel in den Verdichter **25** bei einem Kompressionsprozess eingespritzt, um vorteilhaft die Temperatur des Druckgases beziehungsweise des gasförmigen Kältemittels stromabwärts des Verdichters **25** zu begrenzen. Dazu wird vorteilhaft die Temperatur des Druckgases beziehungsweise des gasförmigen Kältemittels stromabwärts des elektrischen Kältemittelzuheizers **29** mittels des Temperatursensors **27** überwacht.

[0030] Fig. 3 zeigt einen weiteren Wärmepumpenkreislauf analog des in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Wärmepumpenkreislaufs. Der in Fig. 3 gezeigte Wärmepumpenkreislauf weist einen Verdampfer **31**, diesem vorgeschaltet ein Expansionsventil **32**, diesem vorgeschaltet einen Sammler **33** und diesem vorgeschaltet einen Kondensator **34** auf. im Unterschied zu der Darstellung gemäß den Fig. 1 und Fig. 2 weist der Wärmepumpenkreislauf gemäß Fig. 3 einen Parallelzweig auf, in den einen Kältemittelpumpe **35** und ein elektrischer Kältemittelzuheizer geschaltet sind. Die Kältemittelpumpe **35** ist dem Sammler **33** nachgeschaltet. Die Kältemittelpumpe **35** ist dem elektrischen Kältemittelzuheizer **36** vorgeschaltet. Dem Parallelzweig, also der Kältemittelpumpe **35** und dem elektrischen Kältemittelzuheizer **36** sind das Expansionsventil **32**, der Verdampfer **31** und ein Verdichter **37** des in Fig. 3 gezeigten Wärmepumpenkreislaufs parallel geschaltet. Vorteilhaft kann die Wärmeenergie mittels des elektrischen Kältemittelzuheizers **36** in dem vergleichsweise kühlen Temperaturniveau des Sammlers **33** beziehungsweise des Kondensators **34** zugeführt werden, wobei vorteilhaft ein Überhitzen des Kältemittels bestmöglich verhindert werden kann

[0031] Anders formuliert wird in dem in Fig. 3 gezeigten Kreislauf aus dem Sammler **33** auf einem Kondensationsdruckniveau flüssiges Kältemittel entnommen und mit Hilfe der zusätzlichen Kältemittelpumpe **35** ein zusätzlicher Massenstrom durch den elektrischen Kältemittelzuheizer **36** geführt und dort verdampft. Die Kältemittelmassenströme aus dem elektrischen Kaltemittelzuheizer **36** und dem Verdichter **37** werden zusammengeführt und in dem dem Innenraum zugeordneten Kondensator **34** kondensiert. Vorteilhaft wird der elektrische Kältemittelzuheizer **36** mit flüssigem Kältemittel beaufschlagt, des vorteilhaft bei einem guten Wärmeübergang verdampft, womit vorteilhaft unzulässig hohe Oberflächentemperaturen an Heizflächen des elektrischen Kaltemittelzuheizers **36** vermieden werden können. Vorteilhaft kann ein Ansteigen einer Temperatur des Kältemittels in einem unzulässigen Bereich, insbesondere einem Bereich einer Instabilität, vermieden werden.

[0032] Fig. 4 zeigt einen weiteren Wärmepumpenkreislauf analog des in Fig. 3 gezeigten Wärmepumpenkreislaufs, wobei zusätzlich ein Vierwegeventil vorgesehen ist. Fig. 4 zeigt den Wärmepumpenkreislauf in einem Kühlbetrieb.

[0033] Fig. 5 zeigt den in Fig. 4 gezeigten Wärmepumpenkreislauf in einem Heizbetrieb.

[0034] Im Folgenden wird auf die Fig. 4 und Fig. 5 gemeinsam Bezug genommen.

[0035] In den Fig. 4 und Fig. 5 ist mittels Pfeilen eine Flussrichtung des Kältemittels symbolisiert. Der Wärmepumpenkreislauf gemäß den Fig. 4 und Fig. 5 weist einen ersten Wärmetauscher **401**, ein Expansionsorgan **402**, einen Sammler **403**, einen zweiten Wärmetauscher **404**, eine Kältemittelpumpe **405**, einen elektrischen Kältemittelzuheizer **406**, einen Kältemittelverdichter **407** sowie ein Vierwegeventil **408** auf. Ferner weist der in den Fig. 4 und Fig. 5 gezeigte Wärmepumpenkreislauf ein erstes Rückschlagven-

til **409**, ein zweites Rückschlagventil **410**, ein drittes Rückschlagventil **411** und ein viertes Rückschlagventil **412** auf.

[0036] Gemäß der Darstellung der Fig. 4 befindet sich der Wärmepumpenkreislauf in einem Kühlbetrieb, wobei das Vierwegeventil **408** so geschaltet ist, dass das zweite Rückschlagventil **410** und das dritte Rücksahlagventil **411** sperren und das erste Rückschlagventil **409** und das vierte Rückschlagventil **412** von dem Kältemittel durchflossen sind. Es ist zu erkennen, dass die in Fig. 4 gezeigte Schaltstellung des Vierwegeventils **408** im Vergleich zu dem in Fig. 5 gezeigten Wärmepumpenkreislauf eine umgedrehte Strömungsrichtung und Funktionalität aufweist. Dabei fungiert in der Schaltstellung gemäß Fig. 4 der erste Wärmetauscher **401** als Kondensator und der zweite Wärmetauscher **404** als Verdampfer.

[0037] In der in Fig. 6 gezeigten Schaltstellung des Vierwegeventils **408** ergibt sich eine Strömungsrichtung des Kältemittels und damit eine Funktionalität entsprechend des in Fig. 3 gezeigten Wärmepumpenkreislaufs. Dabei funktioniert der erste Wärmetauscher **401** als Verdampfer und der zweite Wärmetauscher **404** als Kondensator. Der zweite Wärmetauscher **404** ist dem Innenraum zu Heiz- oder Kühlzwecken zugeordnet. Die entsprechende Funktionalität kann mittels des Vierwegeventils **408** eingestellt werden.

[0038] Fig. 6 zeigt die Kombination einer Wärmepumpe mit elektrischem Zuheizer **606**, in der vorteilhaft eine Strahlpumpe **607** als Vorverdichter eines Kältemittel-Verdichters **605** arbeitet. Als Treibstrom für die Strahlpumpe **607** dient Kältemittel auf hohem Druckniveau, das mittels vorgeschaltetem elektrischem Zuheizer **606** verdampft wird. Der Treibstrom saugt in der Strahlpumpe **607** einen Saugstrom an, der über den Verdampfer fließt und dadurch seinerseits verdampft wird. Damit ist sichergestellt, dass auch das Kältemittel-Gemisch am Auslass der Strahlpumpe im dampfförmigen Zustand vorliegt. Am Auslass der Strahlpumpe **607** wird das Gemisch aus Treibstrom und Saugstrom vom Kältemittel-Verdichter **605** angesaugt. Vorteilhaft ist das Verhältnis von Saugstrom zu Treibstrom sowie der Gemisch-Druck am Austritt der Strahlpumpe möglichst hoch. Da diese beiden Parameter gegenläufige Konfigurationsanforderungen für die Strahlpumpe sind, ist hier ein Kompromiss zu finden. Ein hoher Gemisch-Druck stellt eine ausreichende Kältemittel-Dichte am Ansaugpunkt des Verdichters **605** und damit eine ausreichend hohe Leistung der Anlage sicher. Ein hohes Verhältnis vom Saugstrom zu Treibstrom sorgt im Gegensatz dazu für eine hohe Leistungszahl COP, da infolge des hohen Massenstromes über den Verdampfer **601** viel Wärme aus der Umgebung aufgenommen wird. Vorteilhaft wird der Gemisch-Druck so eingestellt, dass die Leistungsanforderungen erreicht werden und das Verhältnis aus Saugstrom zu Treibstrom maximiert wird. Vorteilhaft kann der Sekundärkreis aus Strahlpumpe **607** und elektrischem Zuheizer **606** auch abgeschaltet werden, solange eine zusätzliche Wärmeeinbringung über den elektrischen Zuheizer nicht notwendig ist. Eine wettere Ausführungsform, die sich lediglich um die Anordnung des elektrischen Zuheizers **706** von der vorgehenden Möglichkeit unterscheidet, ist in Fig. 7 dargestellt. Hier wird der Zuheizer **706** nach der Strahlpumpe **707** angeordnet. Als Treibstrom wird hierbei flüssiges Kältemittel auf Hochdruckniveau eingesetzt. Das Gemisch aus flüssigem Treibstrom und verdampftem Saugstrom wird mittels dem elektrischen Zuheizer **706** vollständig verdampft.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform gemäß Fig. 8 wird der Zuheizer **806** in die Zuleitung **805a** zu einem Mitteldruckanschluss eines entsprechenden Verdichters eingebracht. Scroll-Kompressoren mit Mitteldruckanschluss sind bekannt. Vorteilhaft wird durch eine derartige Anordnung der Druckverlust, der durch den Wärmepumpenbetrieb ohne elektrische Zuheizfunktion entsteht, vermieden. Nachteilig hieran ist, dass die Leistungseinbringung des elektrischen Zuheizers **806** in dieser Ausführungsform nur in relativ engen Bereichen regelbar ist.

[0040] Eine weitere Ausführungsform stellt eine Verschaltung mit Kreislaufumkehr dar. Mittels eines 4/2-Wege-Ventils **911** kann die Strömungsrichtung des Kältemittels umgekehrt werden und damit zwischen einem Betrieb für Kälteerzeugung und einem Betrieb für Wärmeerzeugung umgeschaltet werden. Die beiden Wärmetauscher **906** und **909** sind im Klimagerät angeordnet, wobei der Wärmetauscher **909** dem Wärmetauscher **906** luftseitig vorgeschaltet ist. Vorteilhaft gibt der Kreislauf im Heizbetrieb seine Wärmeleistung am Wärmetauscher **909** auf einem im Vergleich zum Wärmetauscher **906** niedrigeren Temperatur- bzw. Druckniveau ab. Im Vergleich zu den vorhergehenden Ausführungsformen kann der Wärmepumpenkreislauf dadurch vor allem bei niedrigen Umgebungstemperaturen und hohen Leistungsanforderungen effizienter betrieben werden. Über den Wärmetauscher **906** kann mit Hilfe des vorgeschalteten elektrischen Zuheizers **908** die Differenz zur gewünschten Komforttemperatur am Luft-Auslass des Klimagerätes geschlossen werden.

[0041] Mit dieser Verschaltung ist auch ein Luftentfeuchtungs-Betrieb vorstellbar, wobei der Kreislauf im Kältebetrieb arbeitet und der Wärmetauscher **909** daher als Verdampfer arbeitet. Dabei kondensiert die Luftfeuchte am Wärmetauscher **909**. Mit Hilfe des Wärmetauschers **906** und dem vorgeschalteten Zuheizer **908** kann die „trockene" Luft wieder erhitzt werden.

[0042] Auch ein Beschlag der Scheiben im Fahrzeuginneren („Flash-Fogging"), der durch das plötzliche Umschalten von Entfeuchtungsbetrieb in den Heizbetrieb entsteht, kann durch den Zuheizer **908** wirkungsvoll vermieden werden. Beim „Flash-Fogging" wird die während des Entfeuchtungsbetriebes im Wärmetauscher **909** kondensierte Luft-Feuchtigkeit durch das Umschalten in den Heizbetrieb teilweise wieder von der ungesättigten Luft aufgenommen. Die Luftfeuchte der nun gesättigten Luft kann an den kalten Fenster-Scheiben des Fahrzeuginnenraumes wieder kondensieren und sorgt damit für einen Beschlag der Fensterscheiben. Durch die zusätzliche Heizung mittels Wärmetauscher **906** und Zuheizer **908** wird die Luft auf Temperaturen erhitzt, bei denen die feuchte Luft in einem ungesättigten Zustand vorliegt und damit die Gefahr des „Flash-Foggings" reduziert.

[0043] Fig. 10 stellt eine Erweiterung des Kreislaufes aus Fig. 3, d. h. des Wärmepumpenkreislaufs mit Zuheizung im Bypass dar. Der erweiterte Funktionsumfang umfasst die Umschaltmöglichkeit von Heizbetrieb in Kältebetrieb. Die Kreislaufumkehr und damit die Umschaltung vom Heiz- auf Kältebetrieb werden durch die zusätzlichen Ventile **101**, **102**, **105**, **107**, **1012** realisiert. Des Weiteren umfasst der Aufbau auch einen internen Wärmetauscher **109**, der nur während des Kältebetriebes in Funktion ist. Im Heizbetrieb wird sowohl am Wärmetauscher **1015** als auch am Wärmetauscher **106** Umgebungswärme aufgenommen. Da der Wärmetauscher **1015** im Klimagerät luftseitig vor den Wärmetauscher **1014** angeordnet ist, wird hierdurch auch eine Entfeuchtung der Luft realisiert. Dadurch wird ein (Teil)-Umluftbetrieb ermöglicht und zusätzlich die Kondensationswärme der Luftfeuchte mitgenutzt. Außerdem ist hiermit auch ein Entfeuchtungs-Betrieb (Reheat-Betrieb) gewährleistet.

[0044] Fig. 11 stellt eine Abwandlung der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform dar. Hier erfolgt die Wärmeabgabe der durch den elektrischen Zuheizer eingebrachten Heizleistung in einem zusätzlichen Wärmetauscher **1110**. Das dabei verfolgte Prinzip entspricht der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform. Die Vorteile verhalten sich analog zu den Ausführungen zum Kreislauf aus dieser Figur.

Bezugszeichenliste

1	Verdampfer
2	Expansionsventil
3	Sammler
4	Kondensator
5	Verdichter
6	elektrischer Kältemittelzuheizer
21	Verdampfer
22	Expansionsventil
23	Sammler
24	Kondensator
25	Verdichter
26	motorisches Bypassventil
27	Temperatursensor
28	Regeleinrichtung
29	elektrischer Kältemittelzuheizer
31	Verdampfer
32	Expansionsventil
33	Sammler
34	Kondensator
35	Kältemittelpumpe
36	elektrischer Kältemittelzuheizer
37	Verdichter
101	Rückschlagventil
102	Rückschlagventil
103	Sammler
104	Drossel
105	Rückschlagventil
106	Kondensator/Verdampfer (Frontend-Wärmetauscher)
107	4/2-Wegeventil
108	Kältemittel-Verdichter
109	Interner Wärmetauscher
111	Rückschlagventil
112	Rückschlagventil
113	Sammler
114	Drossel
115	Rückschlagventil
116	Kondensatar/Verdampfer (Frontend-Wärmetauscher)
117	4/2-Wegeventil
118	Kältemittel-Verdichter
119	Interner Wärmetauscher
401	erster Wärmetauscher
402	Expansionsorgan
403	Sammler
404	zweiter Wärmetauscher
405	Kältemittelpumpe
406	elektrische Kältemittelzuheizer
407	Kältemittelverdichter
408	Vierwegeventil
409	erstes Rückschlagventil
410	zweites Rückschlagventil
411	drittes Rückschlagventil
412	viertes Rückschlagventil
601	Verdampfer (Frontend-Wärmetauscher)
602	Drossel
603	Sammler
604	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
605	Kältemittel-Verdichter
606	elektrischer Zuheizer
607	Strahlpumpe
701	Verdampfer (Frontend-Wärmetauscher)
702	Drossel
703	Sammler
704	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
705	Kältemittel-Verdichter
706	elektrischer Zuheizer

707	Strahlpumpe
801	Verdampfer
802	Drossel
803	Sammler
804	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
805	Kältemittel-Verdichter mit Mitteldruck-anschluss
805a	Zuleitung
806	elektrischer Zuheizer
807	Drossel
901	Verdampfer/Kondensator (Frontend-Wärmetauscher)
902a–d	Gleichrichterschaltung, bestehend aus 4 Rückschlagventilen
903	Sammler
904	Drossel
905	Kältemittel-Verdichter
906	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
907	Kältemittel-Pumpe
908	elektrischer Zuheizer
909	Kondensator/Verdampfer (HVAC-Wärmetauscher)
910	Drossel
911	4/2-Wegeventil
1010	elektrischer Zuheizer
1011	Kältemittel-Pumpe
1012	Rückschlagventil
1013	Drossel
1014	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
1015	Verdampfer (HVAC-Wärmetauscher)
1110	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
1111	elektrischer Zuheizer
1112	Kältemittel-Pumpe
1113	Rückschlagventil
1114	Drossel
1115	Kondensator (HVAC-Wärmetauscher)
1116	Verdampfer (HVAC-Wärmetauscher)
1117	Drossel

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

- US 2005/0103487 A1 [0002]
- JP 00-2964705 B2 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Klimatisieren eines Innenraums eines Elektrofahrzeugs, mit:
– Erwärmen des Innenraums mittels eines dem Innenraum zugeordneten Wärmepumpenkreislauf
– Wandeln von elektrischer Energie der Traktionsbatterie in Wärmeenergie, und
– Zuführen der Wärmeenergie in den Wärmepumpenkreislauf mittels eines elektrischen Kältemittelzuheizers (**6**; **29**; **36**; **406**; **606**; **706**; **806**; **908**; **1010**; **1111**).

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, mit:
– Wandeln und Zuführen der Wärmeenergie, falls eine Umgebungstemperatur des Elektrofahrzeugs eine Schwelltemperatur unterschreitet.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Zuführen der Wärmeenergie stromabwärts eines Verdichters (**5**; **25**) des Wärmepumpenkreislaufs.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Entnehmen eines verflüssigten Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs stromaufwärts eines Expansionsventils (**22**; **32**; **402**) des Wärmepumpenkreislaufs,

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Einspritzen des verflüssigten Kältemittels in einen Verdichter (**25**) des Wärmepumpenkreislaufs.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Zuführen der Wärmeenergie in einen zu dem Expansionsventil (**32**; **402**), einem Verdampfer (**31**; **401**) und dem Verdichter (**37**; **407**) des Wärmepumpenkreislaufs parallel verlaufenden Parallelzweigs des Wärmepumpenkreislaufs, wobei der Parallelzweig eine Kältemittelpumpe (**35**; **405**) und dieser nachgeschaltet den elektrischen Kältemittelzuheizer (**36**; **406**) aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Zuführen der Wärmeenergie mittels einer Strahlpumpe (**607**), welche als Vorverdichter eines Kältemittel-Verdichters (**605**) arbeitet.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Zuführen der Wärmeenergie in die Zuleitung eines Mitteldruckanschluss eines Verdichters (**805**).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
– Umschalten des Wärmepumpenkreislaufs zwischen einem Heizbetrieb und einem Kühlbetrieb mittels eines Vierwegeventils (**408**, **911**).

10. Kraftfahrzeug mit einem Innenraum und einer Klimatisierung des Innenraums, ausgelegt, eingerichtet und/oder konstruiert zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

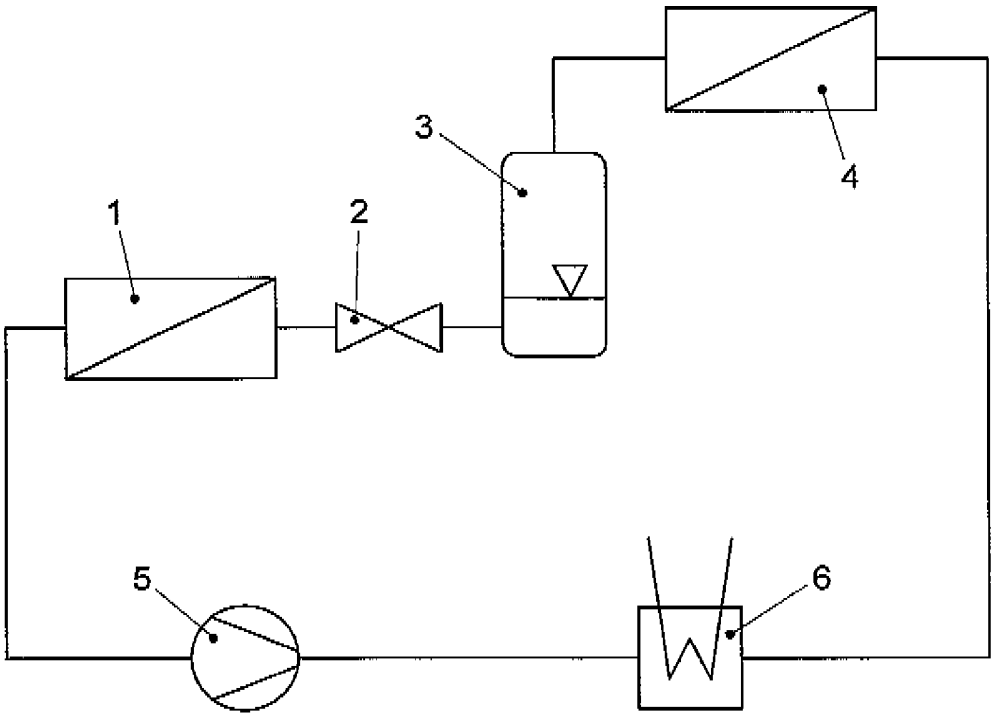


FIG. 1

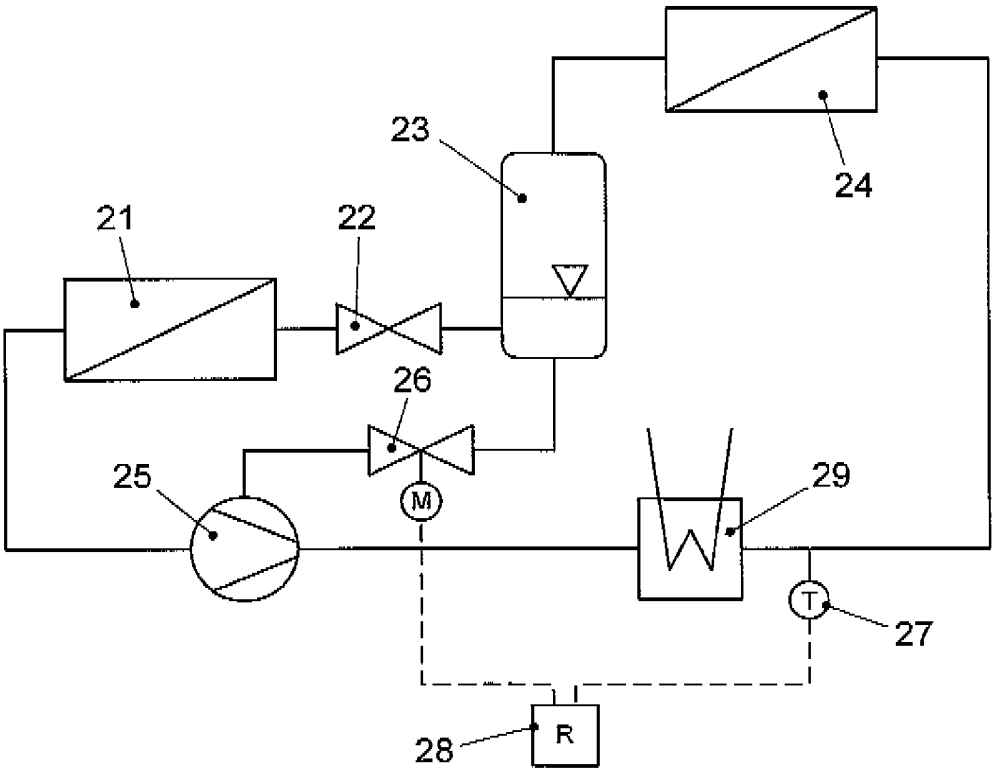


FIG. 2

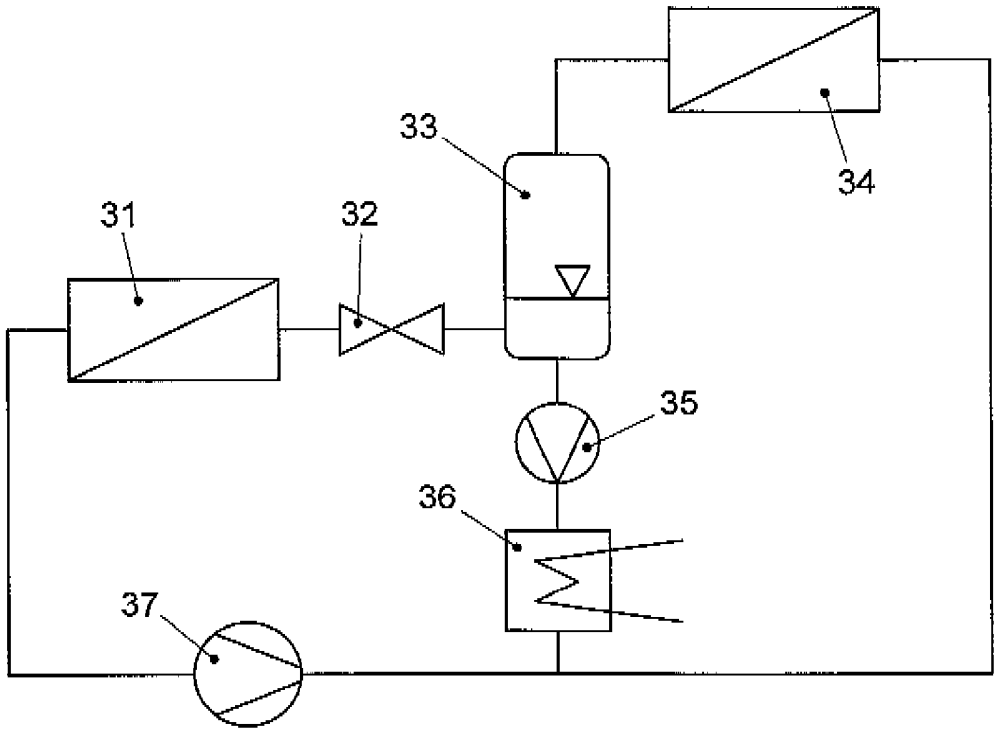


FIG. 3

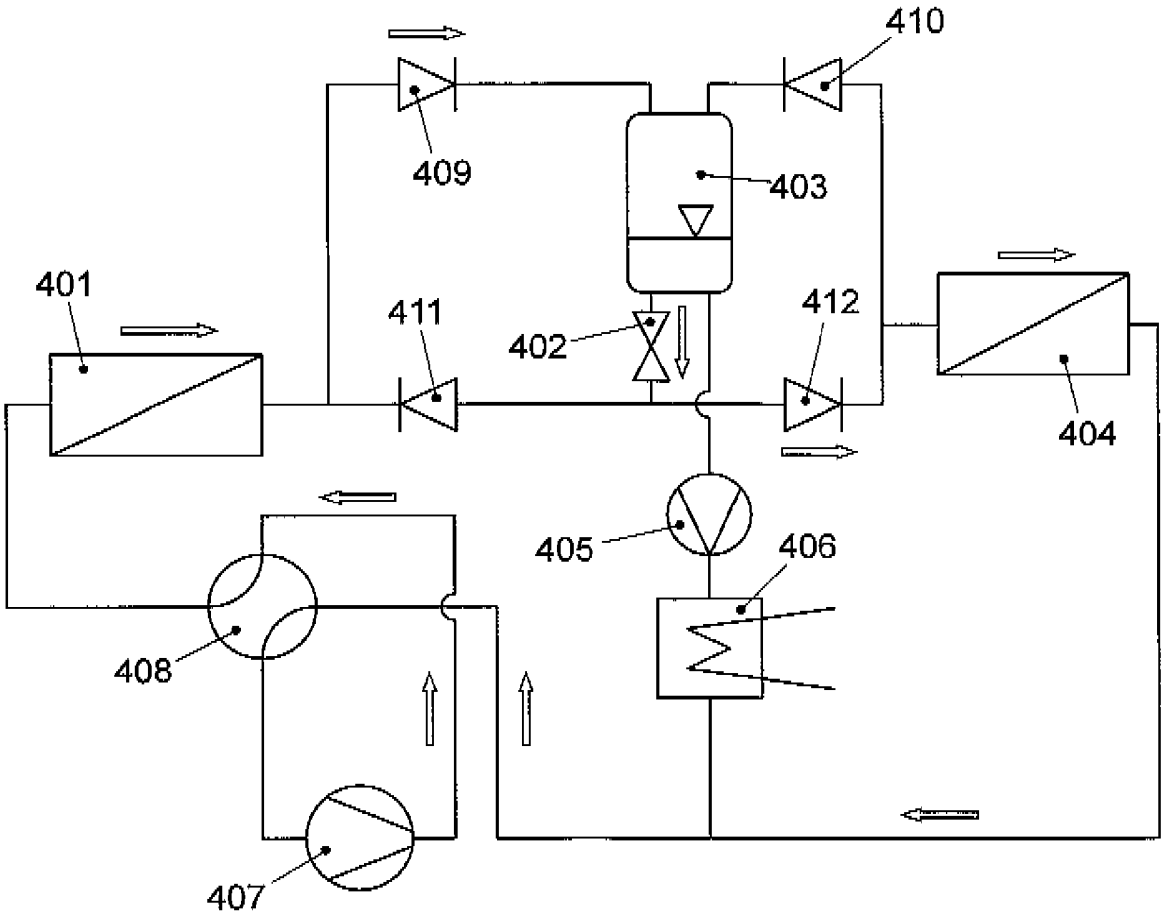


FIG. 4

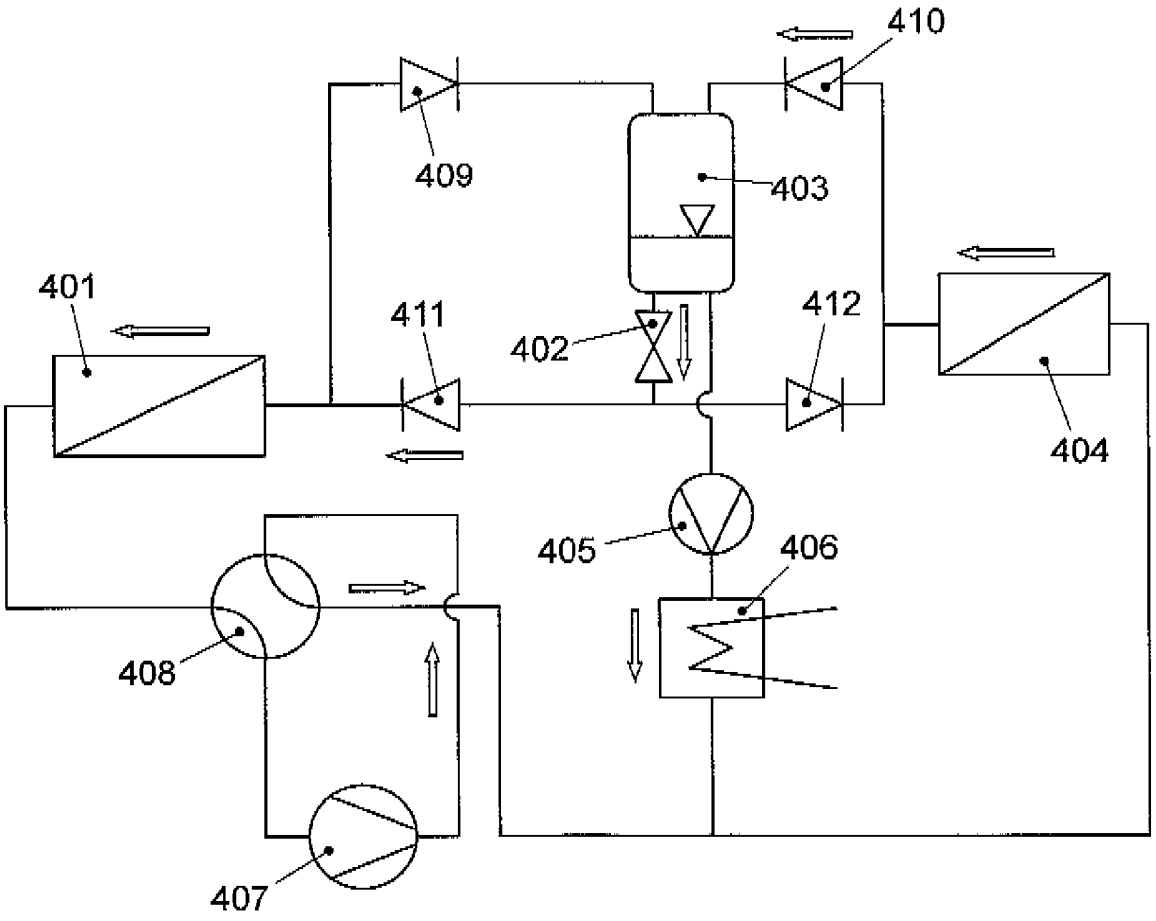


FIG. 5

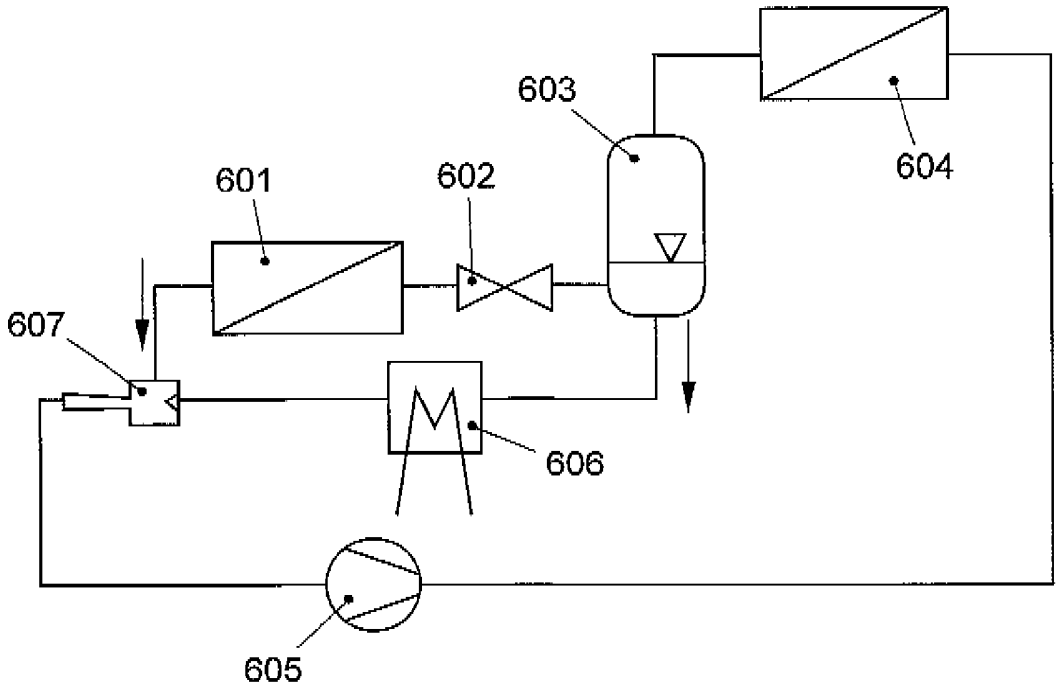


FIG. 6

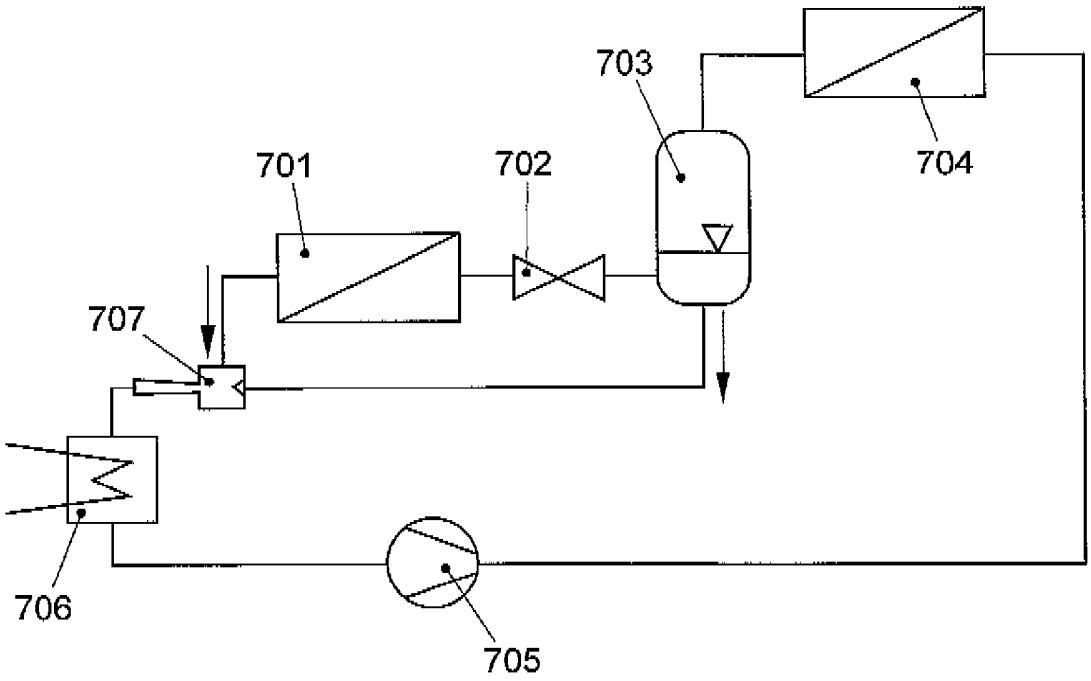


FIG. 7

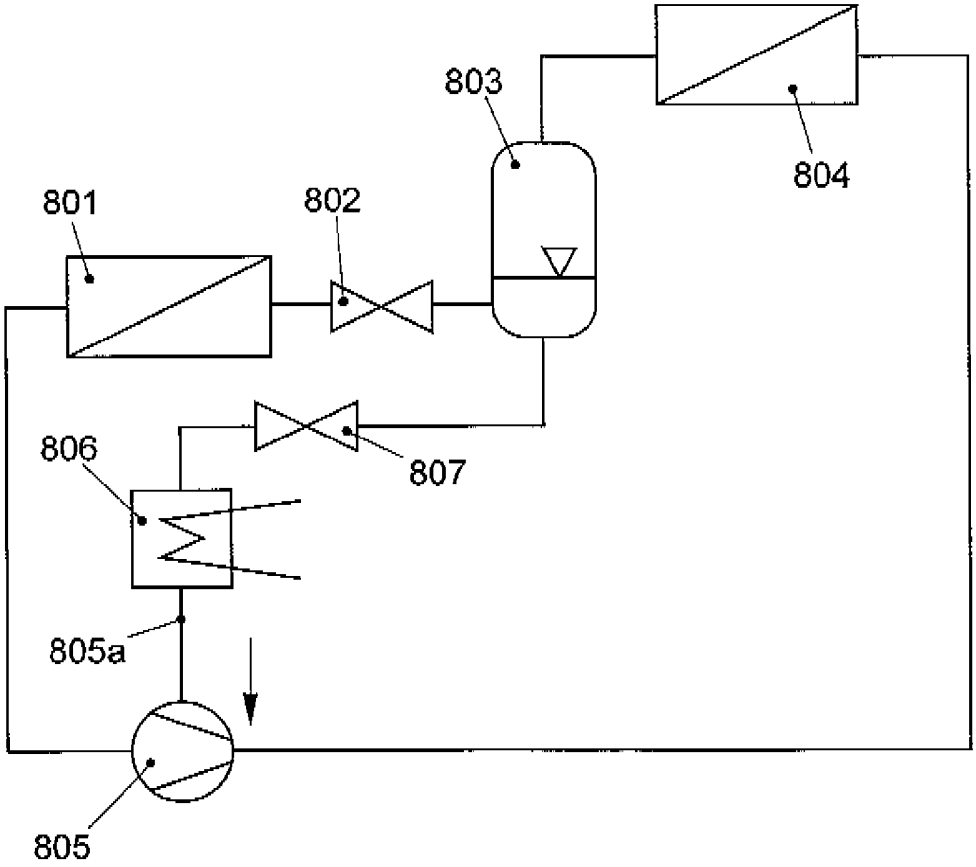


FIG. 8

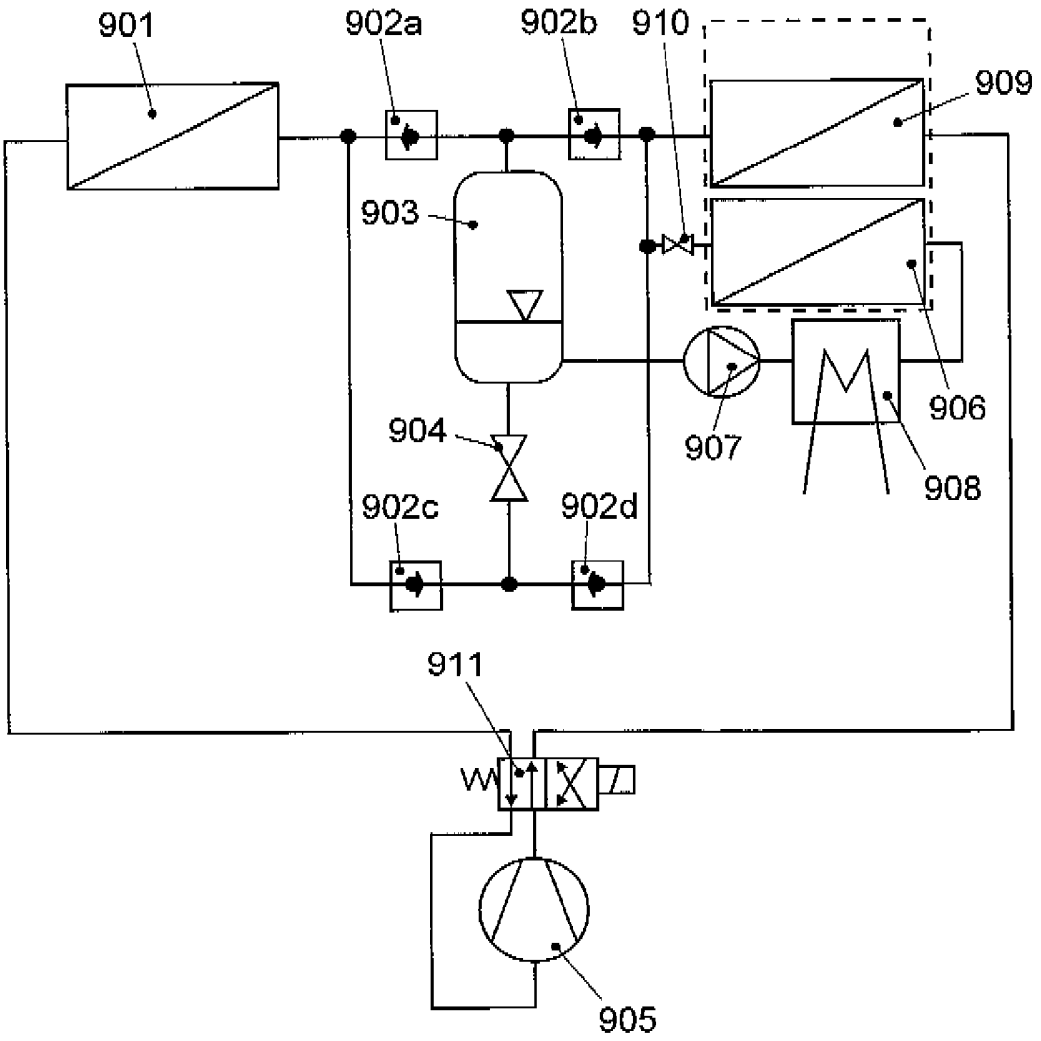


FIG. 9

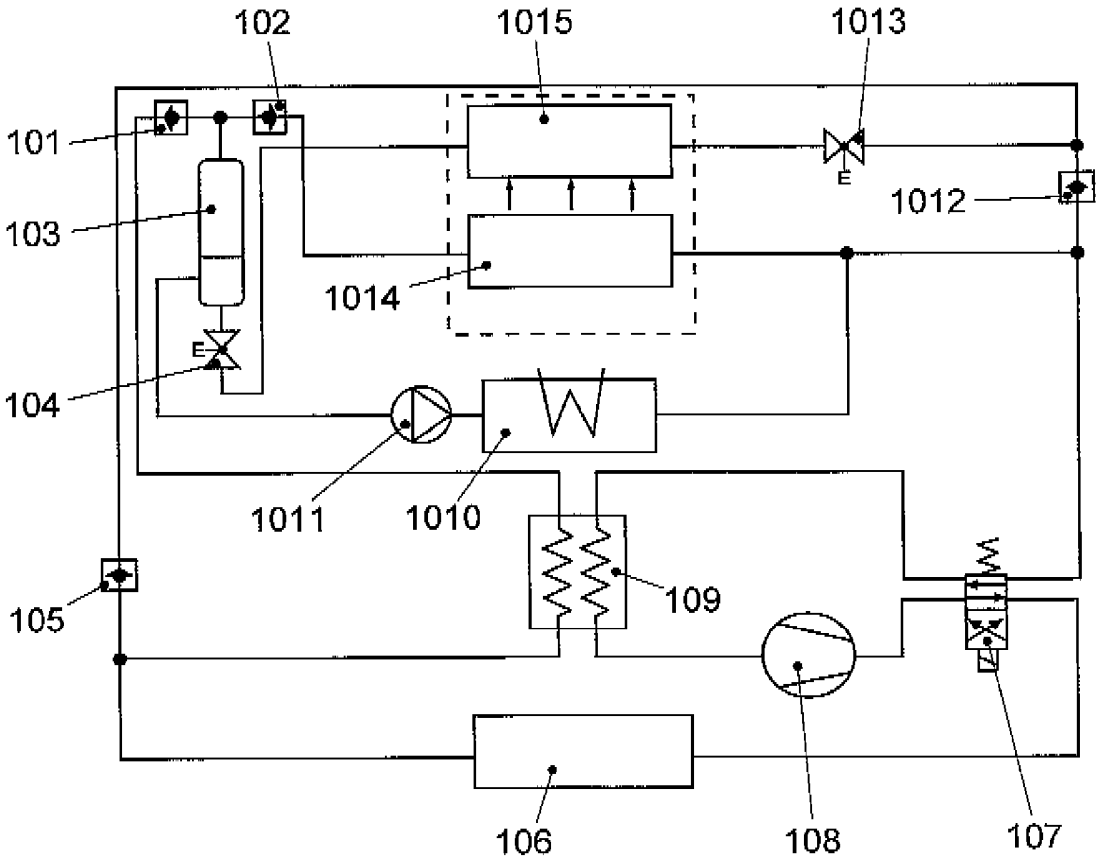

102
1015
1013
101
103
1012
1014
104
1011
1010
105
109
106
108
107

FIG. 10

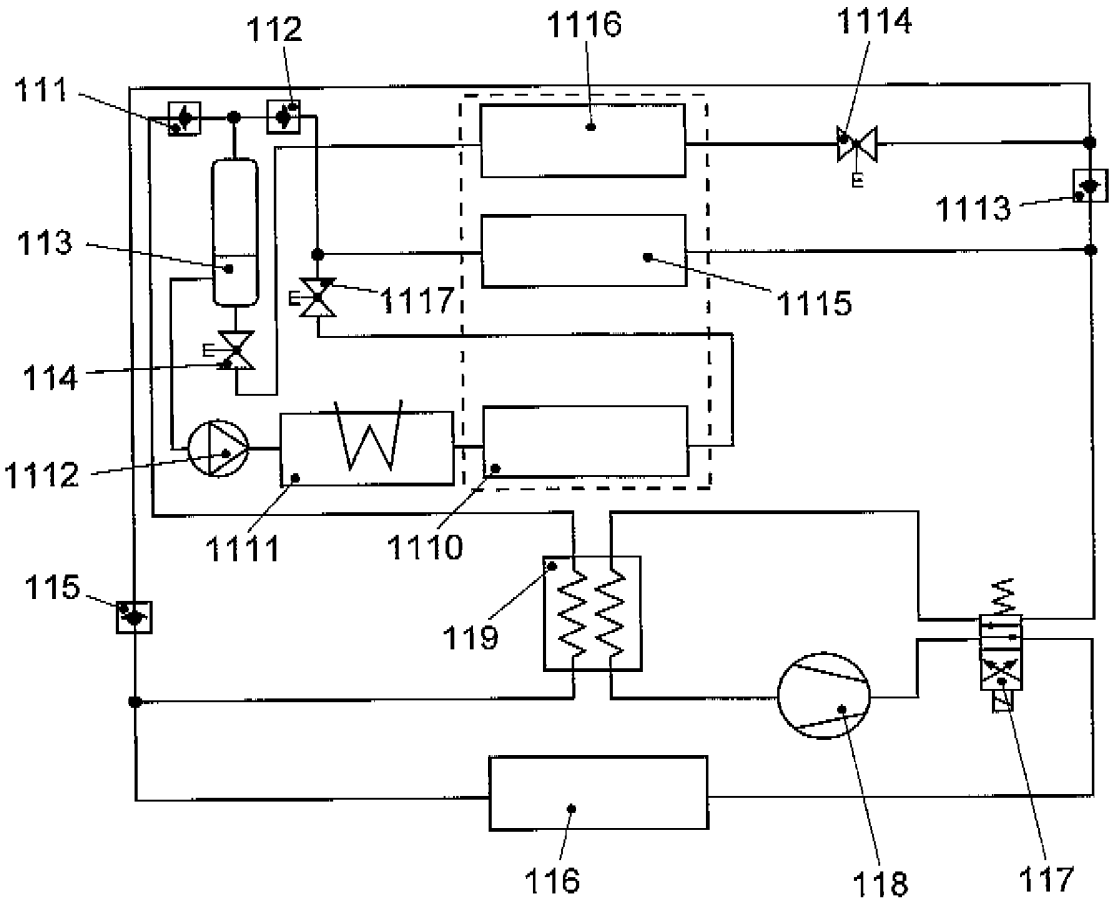

112
1116
1114
111
1113
113
1117
1115
114
1112
1111
1110
115
119
116
118
117

FIG. 11