



(10) **DE 10 2011 015 151 B4** 2013.07.11

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 015 151.6**
(22) Anmeldetag: **25.03.2011**
(43) Offenlegungstag: **03.05.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.07.2013**

(51) Int Cl.: **F25B 13/00 (2011.01)**
F25B 30/02 (2011.01)
B60H 1/00 (2011.01)
B60H 1/32 (2011.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2010-75101 **29.03.2010** **JP**

(73) Patentinhaber:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP; NIPPON SOKEN, INC., Nishio-city, Aichi-pref.,
JP**

(74) Vertreter:
Klingeisen & Partner, 80331, München, DE

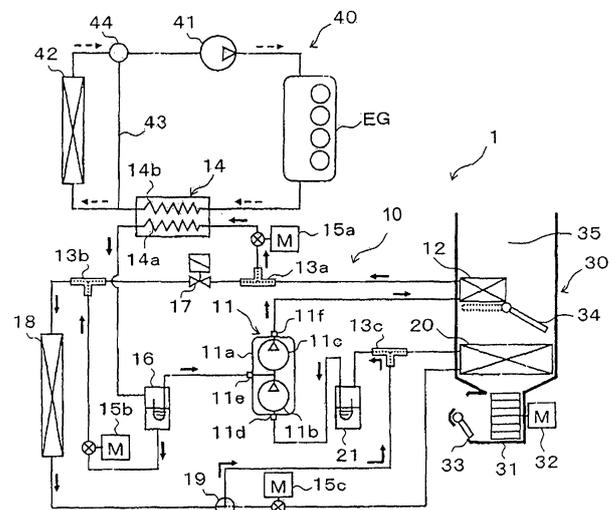
(72) Erfinder:
**Kawamoto, Yoichiro, Nishio-city, Aichi-pref, JP;
Uchida, Kazuhide, Nishio-city, Aichi-pref, JP;
Inaba, Atushi, Kariya-City, Aichi-pref, JP; Itoh,
Satoshi, Kariya-city, Aichi-pref, JP**

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

EP **0 800 940** **A2**
JP **H11- 223 406** **A**

(54) Bezeichnung: **Wärmepumpenkreislauf**

(57) Zusammenfassung: Ein Wärmepumpenkreislauf umfasst einen ersten Kompressionsmechanismus (11b), einen zweiten Kompressionsmechanismus (11c), der geeignet ist, das von dem ersten Kompressionsmechanismus (11b) ausgestoßene Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen, erste und zweite nutzungsseitige Wärmetauscher (12, 20), einen Außenwärmetauscher (18), einen Heizabschnitt (14), erste bis dritte Druckverringervorrichtungen (15a, 15b, 15c), die geeignet sind, das Kältemittel zu dekomprimieren. In einer Kühlbetriebsart des Wärmepumpenkreislaufs strömt aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömendes Kältemittel in den Außenwärmetauscher (18) und das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel strömt über die dritte Druckverringervorrichtung (15c) in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20). Außerdem strömt in einer Heizbetriebsart des Wärmepumpenkreislaufs das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömende Kältemittel über die erste Druckverringervorrichtung (15a) in den Heizabschnitt (14) und das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel strömt in eine Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (11b). Folglich ist es möglich, die in dem Betrieb des zweistufigen Kompressors (11), der durch die ersten und zweiten Kompressionsmechanismen (11b, 11c) aufgebaut ist, benötigte Leistung wirksam zu verringern.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmepumpenkreislauf, der aufgebaut ist, um zwischen einer Kühlobetriebsart zum Kühlen eines Fluids, das Wärme austauschen soll, und einer Heizbetriebsart zum Heizen des Fluids, das Wärme austauschen soll, umzuschalten.

[0002] Das Patentedokument 1 (JP-A-11-223406) beschreibt in Bezug auf einen Wärmepumpenkreislauf, der für eine Fahrzeugklimaanlage eines elektrischen Autos verwendet wird und der aufgebaut ist, um zwischen einer Kühlobetriebsart zum Kühlen von Luft, die in einen Fahrzeugraum befördert werden soll, und einer Heizbetriebsart zum Heizen der Luft, umzuschalten. Hier ist Luft ein Beispiel für ein Fluid, das Wärme mit einem Kältemittel in dem Wärmepumpenkreislauf austauscht.

[0003] Der Wärmepumpenkreislauf des Patentedokuments 1 umfasst einen Kompressor zum Komprimieren und Ausstoßen von Kältemittel, erste und zweite nutzungsseitige Wärmetauscher zum Austauschen von Wärme zwischen Luft und dem Kältemittel, einen Außenwärmetauscher zum Austauschen von Wärme zwischen Luft außerhalb eines Fahrzeugraums (d. h. Außenluft) und dem Kältemittel und eine Heizeinrichtung zum Heizen des Kältemittels unter Verwendung der Abwärme einer fahrzeugmontierten elektrischen Komponente als eine Wärmequelle.

[0004] Insbesondere verwendet der Wärmepumpenkreislauf einen Kompressor vom sogenannten zweistufigen Kompressionstyp als Kompressor, und der zweistufige Kompressor hat eine Ansaugöffnung zum Ansaugen eines Niederdruckkältemittels und eine Einspritzöffnung zum Ansaugen eines Mitteldruckkältemittels. Zur Zeit der Heizbetriebsart zum Heizen der beförderten Luft wird das von dem Kompressor ausgestoßene Kältemittel dazu gebracht, in den ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher zu strömen, um Wärme abzustrahlen, wodurch die beförderte Luft geheizt wird.

[0005] Ferner wird zur Zeit der Heizbetriebsart der Druck eines Hochdruckkältemittels, das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher strömt, verringert und es wird auf ein Mitteldruckkältemittel expandiert. Der Druck des flüssigphasigen Kältemittels des Mitteldruckkältemittels wird weiter verringert und es wird auf ein Niederdruckkältemittel expandiert und wird dann in einem Außenwärmetauscher verdampft, um Wärme aus der Außenluft aufzunehmen. Andererseits wird das gasphasige Kältemittel des Mitteldruckkältemittels durch eine Heizeinrichtung erneut geheizt und wird dann dazu gebracht, in die Einspritzöffnung zu strömen.

[0006] Auf diese Weise kann die beförderte Luft selbst unter einer Betriebsbedingung, in der das Kältemittel in dem Außenwärmetauscher nicht ausreichend Wärme aus der Außenluft aufnehmen kann, wie in dem Fall, in dem die Temperatur der Außenluft niedrig ist, unter Verwendung der Abwärme der fahrzeugmontierten elektrischen Komponente ausreichend geheizt werden, und dadurch kann das Heizen des Inneren des Fahrzeugraums realisiert werden.

[0007] Jedoch wird in dem Wärmepumpenkreislauf des Patentedokuments 1 der Druck des aus dem Außenwärmetauscher strömenden Hochdruckkältemittels, in dem das aus dem Kompressor ausgestoßene Kältemittel Wärme abstrahlt, selbst zur Zeit der Kühlobetriebsart zum Kühlen der beförderten Luft oder zur Zeit einer Entfrostonbetriebsart verringert und es wird auf das Mitteldruckkältemittel expandiert, und das gasphasige Kältemittel des Mitteldruckkältemittels wird von der Heizeinrichtung erneut geheizt und dazu gebracht, in die Einspritzöffnung zu strömen.

[0008] Aus diesem Grund wird die Abwärme der fahrzeugmontierten elektrischen Komponente selbst in der Kühlobetriebsart rückgewonnen, um dadurch den Durchsatz des in die Einspritzöffnung strömenden gasphasigen Kältemittels zu erhöhen, was zu einer Erhöhung der zum Antreiben des Kompressors benötigten Leistung führt. Ferner wird der Durchsatz des flüssigphasigen Kältemittels, das in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher zum Verdampfen des Niederdruckkältemittels strömt, verringert, um die Wärmemenge (Kühlkapazität) zu verringern, die von dem Niederdruckkältemittel aus der beförderten Luft aufgenommen wird, was zur Verringerung des COP (Leistungskoeffizienten) des gesamten Kreislaufs führt.

[0009] Angesichts der vorstehend beschriebenen Punkte ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmepumpenkreislauf bereitzustellen, der fähig ist, zwischen einer Kühlobetriebsart zum Kühlen eines Fluids, das Wärme austauschen soll, und einer Heizbetriebsart zum Heizen des Fluids umzuschalten, der eine Verringerung des COP in der Kühlobetriebsart wirksam verhindern kann.

[0010] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Wärmepumpenkreislauf einen ersten Kompressionsmechanismus (**11b**), der geeignet ist, ein Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen, einen zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**), der geeignet ist, das von dem ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) ausgestoßene Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen, einen ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem von dem zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**) ausgestoßenen Kältemittel und einem Fluid, das Wärme austauschen soll, einen

zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Fluid, um das Kältemittel zu einer Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (11b) ausströmen zu lassen, einen Außenwärmetauscher (18) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und Außenluft, eine Heizeinrichtung (14) zum Heizen des Kältemittels unter Verwendung von Wärme von einer externen Wärmequelle, eine erste Druckverringervorrichtung (15a), die geeignet ist, das in die Heizeinrichtung (14) strömende Kältemittel zu dekomprimieren, eine zweite Druckverringervorrichtung (15b), die geeignet ist, das in den Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel zu dekomprimieren, eine dritte Druckverringervorrichtung (15c), die geeignet ist, das in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) strömende Kältemittel zu dekomprimieren, einen Gas-Flüssigkeitsabscheider (16) zum Abscheiden von Gas und Flüssigkeit des aus der Heizeinrichtung strömenden Kältemittels und um ein abgeschiedenes gasphasiges Kältemittel zu einer Ansaugseite des zweiten Kompressionsmechanismus (11c) ausströmen zu lassen und um ein abgeschiedenes flüssigphasiges Kältemittel zu der zweiten Druckverringervorrichtung (15b) ausströmen zu lassen, und eine Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung (15a, 15b, 17, 19) zum Umschalten zwischen einem Kältemittelkreislauf einer Kühlbetriebsart und einem Kältemittelkreislauf einer Heizbetriebsart. In der Kühlbetriebsart lässt die Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung (15a, 15b, 17, 19) das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömende Kältemittel in den Außenwärmetauscher (18) strömen und lässt das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel über die dritte Druckverringervorrichtung (15c) in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) strömen. Außerdem lässt die Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung (15a, 15b, 17, 19) in der Heizbetriebsart das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömende Kältemittel über die erste Druckverringervorrichtung (15a) in die Heizeinrichtung (14) strömen und lässt das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel in eine Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (11b) strömen.

[0011] Folglich kann in der Heizbetriebsart die Wärme aus dem Kältemittel, das von dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c), in dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) ausgestoßen wird, an das Fluid abgestrahlt werden, um dadurch das Fluid zu heizen. Zu dieser Zeit sind das Gas und die Flüssigkeit des Kältemittels, das von der Heizeinrichtung (14) geheizt wird, abgeschieden, und das abgeschiedene flüssigphasige Kältemittel wird in dem Außenwärmetauscher (18) verdampft, um aus der Außenluft Wärme aufzunehmen, und das abgeschiedene gasphasige Kältemittel wird von dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c) angesaugt. Folg-

lich kann das Fluid selbst unter eine Betriebsbedingung, in der das Kältemittel in dem Außenwärmetauscher (18) nicht ausreichend Wärme aus der Außenluft aufnehmen kann, wie in dem Fall, in dem die Temperatur der Außenluft niedrig ist, durch das Kältemittel, das von der Heizeinrichtung (14) geheizt wird, ausreichend geheizt werden.

[0012] Andererseits wird in der Kühlbetriebsart die Wärme von dem Kältemittel, das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömt, in dem Außenwärmetauscher (18) an die Außenluft abgestrahlt. Ferner wird das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel in dem zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) verdampft, um einen Wärmeabsorptionsbetrieb durchzuführen. Auf diese Weise kann das Fluid in der Kühlbetriebsart gekühlt werden.

[0013] Zu dieser Zeit wird das Kältemittel von der Heizeinrichtung (14) nicht geheizt, so dass es nicht passiert, dass das geheizte gasphasige Kältemittel von dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c) aus dem Gas-Flüssigkeitsabscheider (16) gesaugt wird. Dies kann eine Zunahme des Durchsatzes des gasphasigen Kältemittels, das von dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c) angesaugt wird, verhindern und kann eine Zunahme der zum Antreiben des zweiten Kompressionsmechanismus (11c) erforderlichen Leistung vermeiden. Ferner kann es eine Abnahme der Wärmemenge (Kühlkapazität), die von dem Kältemittel in dem zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) aus der beförderten Luft aufgenommen wird, verhindern.

[0014] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Wärmepumpenkreislauf einen ersten Kompressionsmechanismus (11b), der geeignet ist, ein Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen, einen zweiten Kompressionsmechanismus (11c), der geeignet ist, das von dem ersten Kompressionsmechanismus (11b) ausgestoßene Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen, einen ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) zum Austauschen von Wärme zwischen dem von dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c) ausgestoßenen Kältemittel und einem Fluid, das Wärme austauschen soll, einen zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Fluid, um das Kältemittel zu einer Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (11b) ausströmen zu lassen, einen Außenwärmetauscher (18) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und Außenluft, eine Heizeinrichtung (14) zum Heizen des Kältemittels, das zu dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c) gesaugt werden soll, unter Verwendung von Wärme von einer externen Wärmequelle, eine erste Druckverringervorrichtung (15a), die geeignet ist, das in die Heizeinrichtung (14) strömen-

de Kältemittel zu dekomprimieren, eine zweite Druckverringerungsvorrichtung (15b), die geeignet ist, das in den Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel zu dekomprimieren, eine dritte Druckverringerungsvorrichtung (15c), die geeignet ist, das in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) strömende Kältemittel zu dekomprimieren, einen Verzweigungsabschnitt (13a), der geeignet ist, eine Strömung des Kältemittels, die aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömt, in einen ersten Strom des Kältemittels, das in Richtung der ersten Druckverringerungsvorrichtung (15a) strömt, und einen zweiten Strom des Kältemittels, das in Richtung des Außenwärmetauschers (18) strömt, zu verzweigen, und eine Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung (15a, 15b, 17, 19) zum Umschalten zwischen einem Kältemittelkreislauf einer Kühlbetriebsart und einem Kältemittelkreislauf einer Heizbetriebsart. In der Kühlbetriebsart lässt die Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung (15a, 15b, 17, 19) das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) strömende Kältemittel in den Außenwärmetauscher (18) strömen, ohne die Strömung des Kältemittels an dem Verzweigungsabschnitt (13a) zu verzweigen, und lässt das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel über die dritte Druckverringerungsvorrichtung (15c) in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) strömen. Außerdem lässt die Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung (15a, 15b, 17, 19) in der Heizbetriebsart das an dem Verzweigungsabschnitt (13a) verzweigte Kältemittel des ersten Stroms über die erste Druckverringerungsvorrichtung (15a) in die Heizeinrichtung (14) strömen und lässt das an dem Verzweigungsabschnitt (13a) verzweigte Kältemittel des zweiten Stroms über die zweite Druckverringerungsvorrichtung (15b) in den Außenwärmetauscher (18) strömen und lässt das aus dem Außenwärmetauscher (18) strömende Kältemittel in eine Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (11b) strömen.

[0015] In der Heizbetriebsart wird das Kältemittel des von dem Verzweigungsabschnitt (13a) verzweigten zweiten Stroms in dem Außenwärmetauscher (18) verdampft, um Wärme aus der Außenluft aufzunehmen, während das Kältemittel des ersten Stroms von der Heizeinrichtung (14) geheizt wird und von dem zweiten Kompressionsmechanismus (11c) angesaugt wird. Folglich kann das Fluid selbst unter einer Betriebsbedingung, in der das Kältemittel des von dem Verzweigungsabschnitt (13a) verzweigten zweiten Stroms in dem Außenwärmetauscher (18) nicht ausreichend Wärme aus der Außenluft aufnimmt, wie in dem Fall, in dem die Temperatur der Außenluft niedrig ist, von der Heizeinrichtung (14) ausreichend geheizt werden.

[0016] In der Kühlbetriebsart wird die Strömung des Kältemittels nicht von dem Verzweigungsabschnitt (13a) verzweigt, so dass es nicht passiert, dass das

von der Heizeinrichtung (14) geheizte Kältemittel in den zweiten Kompressionsmechanismus (11c) gesaugt wird. Folglich kann vermieden werden, dass die Temperatur des aus dem zweiten Kompressionsmechanismus ausgestoßenen Kältemittels unnötig erhöht wird, und es kann eine Abnahme der Wärmemenge (Kühlkapazität), die von dem Kältemittel in dem zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (20) aus der beförderten Luft aufgenommen wird, verhindert werden. Als ein Ergebnis kann eine Abnahme in dem COP des Kältemittelkreislaufs in der Kühlbetriebsart wirkungsvoll verhindert werden.

[0017] Zum Beispiel kann das Fluid Luft sein, die in einen zu klimatisierenden Raum befördert werden soll. In diesem Fall ist der zweite nutzungsseitige Wärmetauscher (20) in einer Strömungsrichtung der Luft in Bezug auf den ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (12) auf einer stromaufwärtigen Seite angeordnet. Der Wärmepumpenkreislauf kann auf eine Fahrzeugklimaanlage angepasst werden, und das Fluid kann Luft sein, die in einen Fahrzeugaum befördert werden soll. In diesem Fall kann die externe Wärmequelle ein Kühlmittel zum Kühlen eines Verbrennungsmotors (EG) sein, der eine Antriebskraft für das Fahren eines Fahrzeugs ausgibt. Alternativ kann die externe Wärmequelle ein Abgas sein, das von einem Verbrennungsmotor (EG) ausströmt, der eine Antriebskraft zum Fahren eines Fahrzeugs ausgibt, oder kann ein Kühlmittel zum Kühlen einer an ein Fahrzeug montierten elektrischen Komponente sein.

[0018] Zusätzliche Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, wenn sie zusammen mit den begleitenden Zeichnungen genommen werden, leichter offensichtlich, wobei:

[0019] Fig. 1 ein schematisches Aufbaudiagramm ist, um eine Kältemittelströmung zur Zeit einer Heizbetriebsart eines Wärmepumpenkreislaufs einer ersten Ausführungsform der Erfindung zu zeigen;

[0020] Fig. 2 ein schematisches Aufbaudiagramm ist, um die Kältemittelströmung zur Zeit einer Kühlbetriebsart des Wärmepumpenkreislaufs der ersten Ausführungsform der Erfindung zu zeigen;

[0021] Fig. 3 ein Blockdiagramm ist, um die Betriebszustände einer Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung der ersten Ausführungsform zu zeigen;

[0022] Fig. 4 ein Mollier-Diagramm ist, um einen Zustand des Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs in der Heizbetriebsart der ersten Ausführungsform zu zeigen;

[0023] **Fig. 5** ein Mollier-Diagramm ist, um einen Zustand des Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs in der Kühlbetriebsart der ersten Ausführungsform zu zeigen;

[0024] **Fig. 6** ein Diagramm ist, um den COP des Wärmepumpenkreislaufs der ersten Ausführungsform mit der eines Vergleichsbeispiels zu vergleichen;

[0025] **Fig. 7** ein schematisches Aufbaudiagramm ist, um eine Kältemittelströmung in einer Heizbetriebsart eines Wärmepumpenkreislaufs einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zu zeigen;

[0026] **Fig. 8** ein schematisches Aufbaudiagramm ist, um eine Kältemittelströmung in einer Kühlbetriebsart des Wärmepumpenkreislaufs der zweiten Ausführungsform zu zeigen;

[0027] **Fig. 9** ein Mollier-Diagramm ist, um einen Zustand des Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs in der Heizbetriebsart der zweiten Ausführungsform zu zeigen; und

[0028] **Fig. 10** ein schematisches Aufbaudiagramm ist, um eine Kältemittelströmung in einer Kühlbetriebsart eines Wärmepumpenkreislaufs der anderen Ausführungsform der Erfindung zu zeigen.

[0029] Ausführungsformen zum Ausführen der vorliegenden Erfindung werden hier nachstehend unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. In den Ausführungsformen kann einem Teil, der einem in einer vorhergehenden Ausführungsform beschriebenen Gegenstand entspricht, die gleiche Bezugsnummer zugewiesen sein, und die redundante Erklärung für den Teil kann weggelassen werden. Wenn in einer Ausführungsform nur ein Teil eines Aufbaus beschrieben ist, kann eine andere vorhergehende Ausführungsform auf die anderen Teile des Aufbaus angewendet werden. Die Teile können kombiniert werden, auch wenn nicht explizit beschrieben ist, dass die Teile kombiniert werden können. Die Ausführungsformen können selbst dann teilweise kombiniert werden, wenn nicht explizit beschrieben ist, dass die Ausführungsformen kombiniert werden können, vorausgesetzt, es liegt kein Nachteil in der Kombination.

(Erste Ausführungsform)

[0030] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Wärmepumpenkreislauf **10** der vorliegenden Erfindung typischerweise für eine Fahrzeugklimaanlage **1** eines sogenannten Hybridfahrzeugs angewendet, in dem eine Antriebskraft zum Fahren eines Fahrzeugs von einem Verbrennungsmotor EG und einem Antriebselektromotor geliefert wird. Dieser Wärme-

pumpenkreislauf **10** führt in der Fahrzeugklimaanlage **1** die Funktion des Kühlens oder Heizens von Luft aus, die in einen Fahrzeugraum eines Raums, der in klimatisiert werden soll, befördert wird.

[0031] Folglich ist der Wärmepumpenkreislauf **10** der vorliegenden Ausführungsform, wie durch ein schematisches Aufbaudiagramm in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, aufgebaut, um einen Kältemittelkreis zwischen einer Heizbetriebsart zum Heizen des Fahrzeugraums und einer Kühlbetriebsart zum Kühlen des Fahrzeugraums umzuschalten. In **Fig. 1** und **Fig. 2** ist die Strömung des Kältemittels zur Zeit der Heizbetriebsart und zur Zeit der Kühlbetriebsart durch durchgezogene Pfeile gezeigt. Das Fluid, das in der vorliegenden Ausführungsform dem Wärmeaustausch unterzogen wird, ist Luft, die in den Fahrzeugraum befördert wird.

[0032] Der Wärmepumpenkreislauf **10** verwendet ein gewöhnliches Fluorkohlenstoff-basiertes Kältemittel als das Kältemittel und baut einen unterkritischen Kältekreislauf auf, in dem der Druck eines hochdruckseitigen Kältemittels einen kritischen Druck des Kältemittels nicht übersteigt. Ferner wird dieses Kältemittel mit einem Kältemaschinenöl zum Schmieren eines Kompressors **11** vermischt, und dieses Kältemaschinenöl wird zusammen mit dem Kältemittel in dem Kältekreislauf zirkuliert.

[0033] Der Kompressor **11** ist in einem Motorraum angeordnet und saugt das Kältemittel in dem Wärmepumpenkreislauf **10** ein und komprimiert das Kältemittel und stößt es aus. Insbesondere wird in der vorliegenden Ausführungsform als der Kompressor **11** ein elektrisch betriebener Kompressor von einem zweistufigen Verstärkungstyp verwendet, in dem zwei (erste und zweite) Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** mit fester Verdrängung in einem gleichen Gehäuse **11a** untergebracht sind, und in dem beide Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** von einem gemeinsamen Elektromotor angetrieben werden.

[0034] Als die ersten und zweiten Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** können verschiedene Arten von Kompressionsmechanismen, wie etwa ein Spiralkompressionsmechanismus und ein Drehschieberkompressionsmechanismus verwendet werden. Der Elektromotor ist ein Motor, dessen Drehzahl von einem Steuersignal gesteuert wird, das von einer (nicht gezeigten) Klimatisierungssteuerungsvorrichtung ausgegeben wird. Entweder ein Wechselstrommotor oder ein Gleichstrommotor kann als der Elektromotor verwendet werden. Eine Kältemittelausstoßkapazität des Kompressors **11** wird durch Steuern der Anzahl von Umdrehungen des Elektromotors geändert. Folglich baut der Elektromotor die Ausstoßkapazitätsänderungseinrichtung des Kompressors **11** auf.

[0035] Das Gehäuse **11a** des Kompressors **11** ist mit einer Ansaugöffnung **11d** zum Ansaugen eines Niederdruckkältemittels, einer Mitteldrucköffnung **11e**, durch die ein Mitteldruckkältemittel strömen gelassen wird, und einer Ausstoßöffnung **11f** zum Ausstoßen eines Hochdruckkältemittels versehen. Diese jeweiligen Öffnungen **11d** bis **11f** sind mit den ersten und zweiten Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** in dem Gehäuse **11a** verbunden.

[0036] Insbesondere ist die Ansaugöffnung **11d** mit einer Ansaugöffnung des ersten Kompressionsmechanismus **11b** verbunden, und die Mitteldrucköffnung **11e** ist in einer derartigen Weise verbunden, dass sie mit einer Ausstoßöffnung des ersten Kompressionsmechanismus **11b** und einer Ansaugöffnung des zweiten Kompressionsmechanismus **11c** verbunden ist, und die Ausstoßöffnung **11f** ist mit einer Ausstoßöffnung des zweiten Kompressionsmechanismus **11c** verbunden.

[0037] Folglich saugt der erste Kompressionsmechanismus **11b** das von der Ansaugöffnung **11d** angesaugte Niederdruckkältemittel ein und komprimiert es, und der zweite Kompressionsmechanismus **11c** saugt das Mitteldruckkältemittel ein und komprimiert es und stößt das komprimierte Kältemittel (Hochdruckkältemittel) aus der Ausstoßöffnung **11f** aus, wobei das Mitteldruckkältemittel eine Mischung des aus dem ersten Kompressionsmechanismus **11b** ausgestoßenen Kältemittels und dem von der Mitteldrucköffnung **11e** angesaugten Kältemittels ist.

[0038] Eine Kältemittelinlassseite eines Innenkondensators **12** als ein erster nutzungsseitiger Wärmetauscher ist mit einer Ausstoßseite des Kompressors **11** verbunden. Der Innenkondensator **12** ist ein Heizwärmetauscher, der in einem Gehäuse **31** einer Innenklimatisierungseinheit **30** der Fahrzeugklimaanlage **1** angeordnet ist und der Wärme zwischen dem in ihm selbst strömenden Kältemittel und der beförderten Luft (gekühlten Luft) austauscht, die von einem später beschriebenen Innenverdampfer **20** gekühlt wird, um die gekühlte Luft wieder zu heizen. Die Innenklimatisierungseinheit **30** wird später im Detail beschrieben.

[0039] Eine erste Dreiwegeverbindung **13a** zum Verzweigen der Strömung des Hochdruckkältemittels, das aus dem Innenkondensator **12** strömt, ist mit der Kältemittelauslassseite des Innenkondensators **12** verbunden. Die erste Dreiwegeverbindung **13a** hat drei Einström-/Ausströmöffnungen, wobei eine dieser drei Einström-/Ausströmöffnungen eine Kältemittelinströmöffnung, die anderen zwei Einström-/Ausströmöffnungen Kältemittelausströmöffnungen sind. Diese Dreiwegeverbindungen können durch Verbinden verschiedener Arten von Rohrleitungen aufgebaut sein oder können durch Herstellen einer Vielzahl

von Kältemittelkanälen in einem Metallblock oder einem Harzblock aufgebaut sein.

[0040] Eine der Kältemittelausströmöffnungen der ersten Dreiwegeverbindung **13a** ist mit einer Einlassseite eines kältemittelseitigen Kanals **14a** eines später beschriebenen Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** verbunden, und die andere Kältemittelauslassöffnung ist mit einer Kältemittelinströmöffnung einer zweiten Dreiwegeverbindung **13b** verbunden. Der grundlegende Aufbau dieser zweiten Dreiwegeverbindung **13b** ist der gleiche wie der grundlegende Aufbau der ersten Dreiwegeverbindung **13a**. In der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** sind im Gegensatz zu der ersten Dreiwegeverbindung **13a** zwei der drei Einström-/Ausströmöffnungen Kältemittelinströmöffnungen und eine von ihnen ist eine Kältemittelausströmöffnung.

[0041] Eine Kältemittelrohrleitung, die sich von einer Kältemittelauslassöffnung der ersten Dreiwegeverbindung **13a** zu der Einlassseite des kältemittelseitigen Kanals **14a** des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** erstreckt, ist mit einem ersten elektrischen Expansionsventil **15a** als eine erste Druckverringervorrichtung zum Verringern des Drucks des in den Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** strömenden Kältemittels versehen. Das erste elektrische Expansionsventil **15a** ist ein variabler Drosselmechanismus **15a**, der den Druck des Hochdruckkältemittels, das aus der einen Kältemittelausströmöffnung der ersten Dreiwegeverbindung **13a** strömt, verringert, um das Hochdruckkältemittel zu expandieren, um das Hochdruckkältemittel dadurch zu dem Mitteldruckkältemittel zu machen.

[0042] Insbesondere ist das erste elektrische Expansionsventil **15a** aufgebaut aus einem Ventilkörper, um eine Drosselöffnung zu variieren, und aus einem elektrisch betätigten Aktuator, der aus einem Schrittmotor besteht, um die Drosselöffnung des Ventilkörpers zu variieren. Der Betrieb des ersten elektrischen Expansionsventils **15a** wird von einem Steuersignal gesteuert, das von der Klimatisierungssteuervorrichtung ausgegeben wird.

[0043] Ferner kann das erste elektrische Expansionsventil **15a** seine Drosselöffnung ganz schließen, um die Strömung des Kältemittels in der Kältemittelrohrleitung, die sich von der einen Kältemittelauslassöffnung der ersten Dreiwegeverbindung **13a** zu der Einlassseite des kältemittelseitigen Kanals **14a** des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** erstreckt, zu unterbrechen.

[0044] Auf diese Weise kann das erste elektrische Expansionsventil **15a** die Kältemittelströmung des Wärmepumpenkreislaufs **10** umschalten. Folglich hat das erste elektrische Expansionsventil **15a** der vorliegenden Ausführungsform die Funktion einer Kälte-

mittelströmungs-Umschalteinrichtung zum Umschalten zwischen einem Kältemittelkreislauf einer Kühlbetriebsart und einem Kältemittelkreislauf einer Heizbetriebsart.

[0045] Der Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** ist ein Beispiel für eine Heizeinrichtung, die Wärme zwischen dem Kältemittel, das in dem kältemittelseitigen Kanal **14a** strömt, und dem Kühlmittel eines Motor-EGs, das in dem kühlmittelseitigen Kanal **14b** strömt, austauscht, um das in dem kältemittelseitigen Kanal **14a** strömende Kältemittel durch die Menge an Wärme, die in dem Kühlmittel beinhaltet ist, zu heizen. Folglich ist eine externe Wärmequelle der Heizeinrichtung der vorliegenden Ausführungsform das Kühlmittel des Motor-EGs. Ein Kühlmittelkreis **40** zum Zirkulieren des in dem kühlmittelseitigen Kanal **14b** strömenden Kühlmittels wird später im Detail beschrieben.

[0046] Als ein spezifischer Aufbau des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** kann ein Wärmetauscheraufbau vom Doppelrohrtyp verwendet werden, in dem eine innere Rohrleitung im Inneren einer äußeren Rohrleitung angeordnet ist, die den kühlmittelseitigen Kanal **14b** bildet. Natürlich kann der kältemittelseitige Kanal **14a** die innere Rohrleitung sein und der kühlmittelseitige Kanal **14b** kann die äußere Rohrleitung sein. Ferner kann ein Aufbau verwendet werden, in dem Kältemittelrohrleitungen, die jeweils den kältemittelseitigen Kanal **14a** und den kühlmittelseitigen Kanal **14b** bilden, durch Hartlötungen miteinander verbunden sind, um Wärme zwischen ihnen auszutauschen.

[0047] Außerdem kann als ein anderer spezifischer Aufbau des Wasser-Kältemittelwärmetauschers **14** ein Wärmeaustauschaufbau verwendet werden, in dem: ein sich schlängelndes Rohr oder mehrere Rohre, durch die Kältemittel strömen gelassen wird als der kältemittelseitige Kanal **14a** verwendet wird/werden; der kühlmittelseitige Kanal **14b** zwischen den zueinander benachbarten Rohren ausgebildet ist; und eine hügelige gewellte Lamelle oder plattenförmige Plattenlamelle zur Beschleunigung des Wärmeaustauschs zwischen dem Kältemittel und dem Kühlmittel bereitgestellt sind.

[0048] Eine Einlassseite eines Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** ist mit der Auslassseite des kältemittelseitigen Kanals **14a** des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** verbunden. Dieser Luft-Flüssigkeitsabscheider **16** trennt das Gas und die Flüssigkeit des Mitteldruckkältemittels, das aus dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** strömt, und ein Auslass für gasphasiges Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** ist mit der Mitteldrucköffnung **11e** des Kompressors **11** verbunden, und ein Auslass für flüssigphasiges Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** ist mit der anderen Kältemittelinström-

möffnung der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** verbunden.

[0049] In der Kältemittelrohrleitung, die sich von dem Auslass für des gasphasige Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** zu der Mitteldrucköffnung **11e** des Kompressors **11** erstreckt, ist ein (nicht gezeigtes) Rückschlagventil angeordnet, das zulässt, dass das Kältemittel nur aus dem Auslass für gasphasiges Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** zu der Mitteldrucköffnung **11e** des Kompressors **11** strömt. Dies verhindert, dass das Kältemittel umgekehrt von dem Kompressor **11** zu dem Gas-Flüssigkeitsabscheider **16** strömt. Natürlich kann dieses Rückschlagventil integral mit dem Gas-Flüssigkeitsabscheider **16** oder dem Kompressor **11** aufgebaut sein.

[0050] Ferner ist in der Kältemittelrohrleitung, die sich von dem Auslass für flüssigphasiges Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** zu der anderen Kältemittelinströmöffnung des zweiten Dreiwegeventils **13b** erstreckt, ein zweites elektrisches Expansionsventil **15b** als eine zweite Druckverringervorrichtung zum Verringern des Drucks des Kältemittels, das in einen Außenwärmetauscher **18** strömt, angeordnet. Das zweite elektrische Expansionsventil **15b** ist ein variabler Drosselmechanismus, der den Druck des Mitteldruckkältemittels, das aus dem Auslass für flüssigphasiges Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders strömt, verringert, um das Mitteldruckkältemittel zu expandieren, um das Mitteldruckkältemittel dadurch zu dem Niederdruckkältemittel zu machen. Der grundlegenden Aufbau des zweiten elektrischen Expansionsventils **15b** ist der gleiche wie der grundlegende Aufbau des ersten elektrischen Expansionsventils **15a**.

[0051] Folglich kann das zweite elektrische Expansionsventil **15b** seine Drosselöffnung ganz schließen, um die Strömung des Kältemittels in der Kältemittelrohrleitung, die sich von dem Auslass für flüssigphasiges Kältemittel des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** zu der anderen Kältemittelinströmöffnung der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** erstreckt, zu unterbrechen, um dadurch die Kältemittelströmung in dem Wärmepumpenkreislauf **10** umzuschalten. Mit anderen Worten hat das zweite elektrische Expansionsventil **15b** auch die Funktion einer Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung.

[0052] Ferner ist in der Kältemittelrohrleitung, die sich von der anderen Kältemittelausströmöffnung der ersten Dreiwegeverbindung **13a** zu der Kältemittelinströmöffnung der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** erstreckt, ein Öffnungs-/Schließventil **17** zum Öffnen/Schließen dieser Kältemittelrohrleitung angeordnet. Dieses Öffnungs-/Schließventil **17** ist ein elektromagnetisches Ventil, dessen Betrieb von einem von der Klimatisierungssteuerungsvorrichtung

ausgegebenen Steuersignal gesteuert wird, und die Kältemittelströmung des Wärmepumpenkreislaufs **10** kann von dem Öffnungs-/Schließzustand des Öffnungs-/Schließventils **17** umgeschaltet werden. Folglich baut das Öffnungs-/Schließventil **17** auch eine Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung auf.

[0053] Der Außenwärmetauscher **18** zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und der Außenluft ist mit der Kältemittelausströmöffnung der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** verbunden. Der Außenwärmetauscher **18** ist ein Wärmetauscher, der in dem Motorraum angeordnet ist und der als ein Verdampfer zum Verdampfen des Niederdruckkältemittels dient, um einen Wärmeaufnahmebetrieb zur Zeit der Heizbetriebsart durchzuführen, und der als ein Strahler zum Abstrahlen der Wärme des Hochdruckkältemittels zur Zeit der Kühlbetriebsart wirkt.

[0054] Ein elektrisches Dreiwegeventil **19** ist mit der Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** verbunden. Der Betrieb des elektrischen Dreiwegeventils **19** wird von einer von der Klimatisierungssteuervorrichtung ausgegebenen Steuerspannung gesteuert und baut zusammen mit den ersten und zweiten elektrischen Expansionsventilen **15a**, **15b** und dem Öffnungs-/Schließventil **17** die Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung auf.

[0055] Insbesondere wird das elektrische Dreiwegeventil **19** umgeschaltet, um einen Kältemittelkreislauf festzulegen, in dem die Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** zur Zeit der Heizbetriebsart mit der einen Kältemittelleinströmöffnung einer dritten Dreiwegeverbindung **13c** verbunden ist, und wird umgeschaltet, um einen Kältemittelkreislauf festzulegen, in dem die Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** zur Zeit der Kühlbetriebsart mit der Einlassseite eines dritten elektrischen Expansionsventils **15c** verbunden ist.

[0056] Der grundlegende Aufbau der dritten Dreiwegeverbindung **13c** ist der gleiche wie der grundlegende Aufbau der ersten Dreiwegeverbindung **13a**. In der dritten Dreiwegeverbindung **13c** sind im Gegensatz zu der ersten Dreiwegeverbindung **13a** zwei der drei Einström-/Ausströmöffnungen Kältemittelleinströmöffnungen und eine von ihnen ist eine Kältemittelausströmöffnung.

[0057] Ferner ist der grundlegende Aufbau des dritten elektrischen Expansionsventils **15c** der gleiche wie die grundlegenden Aufbauten der ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b**. Noch ferner hat das dritte elektrische Expansionsventil **15c** der vorliegenden Erfindung nicht die Funktion der Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung und braucht folglich nicht die Funktion des vollständigen Schließens seiner Drosselöffnung zu haben.

[0058] Die Kältemittelleinlassseite des Innenverdampfers **20** als ein zweiter nutzungsseitiger Wärmetauscher ist mit der Auslassseite des dritten elektrischen Expansionsventils **15c** verbunden. Dieser Innenverdampfer **20** ist ein Kühlwärmetauscher, der auf der stromaufwärtigen Seite der Strömung der beförderten Luft des Innenkondensators **12** in dem Gehäuse **31** der Innenklimatisierungseinheit **30** angeordnet ist und der Wärme zwischen dem in ihm selbst strömenden Kältemittel und der beförderten Luft austauscht, um die beförderte Luft zu kühlen.

[0059] Eine Kältemittelleinströmöffnung der dritten Dreiwegeverbindung **13c** ist mit der Auslassseite des Innenverdampfers **20** verbunden, und die Kältemittelleinlassseite eines Akkumulators **21** ist mit der Kältemittelausströmöffnung der dritten Dreiwegeverbindung **13c** verbunden. Der Akkumulator **21** ist ein niederdruckseitiger Gas-Flüssigkeitsabscheider, der das Gas und die Flüssigkeit des in ihn selbst strömenden Kältemittels abscheidet und zusätzliches Kältemittel lagert. Ferner ist die Ansaugöffnung **11d** des Kompressors **11**, das heißt, die Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus **11b** mit dem Auslass für gasphasiges Kältemittel des Akkumulators **21** verbunden.

[0060] Als nächstes wird die Innenklimatisierungseinheit **30** beschrieben. Die Innenklimatisierungseinheit **30** ist eine Einheit, die im inneren einer Instrumententafel in einem vorderen Abschnitt in dem Fahrzeugraum angeordnet ist und die ein Gebläse **32**, den Innenkondensator **12** und den Innenverdampfer **20** hat, die vorstehend beschrieben wurden, die in dem Gehäuse **31** untergebracht sind, das ihre Außenhülle bildet.

[0061] Das Gehäuse **31** bildet einen Luftdurchgang der in den Fahrzeugraum beförderten Luft und ist aus Harz (zum Beispiel Polypropylen) ausgebildet, das einen gewissen Elastizitätsgrad und eine hervorragende Festigkeit hat. Auf der stromaufwärtigsten Seite der Strömung der beförderten Luft in dem Gehäuse **31** ist eine Innen-/Außenluftumschaltvorrichtung **33** zum Umschalten zwischen der Innenluft in dem Fahrzeugraum (Innenluft) und der Außenluft angeordnet.

[0062] In der Innen-/Außenluftumschaltvorrichtung **33** sind eine Innenluftereinleitungsöffnung zum Einleiten der Innenluft in das Gehäuse **31** und eine Außenluftereinleitungsöffnung zum Einleiten der Außenluft in das Gehäuse **31** ausgebildet. Ferner ist in der Innen-/Außenluftumschaltvorrichtung **33** eine Innen-/Außenluftumschaltklappe angeordnet, die die Öffnungsflächen der Innenluftereinleitungsöffnung und der Außenluftereinleitungsöffnung kontinuierlich reguliert, um das Verhältnis der Menge der Innenluft zu der Menge der Außenluft zu ändern.

[0063] Auf der stromabwärtigen Seite der Strömung der Luft in der Innen/Außenluftumschaltvorrichtung **33** ist ein Gebläse **32** zum Befördern von Luft angeordnet, die über die Innen/Außenluftumschaltvorrichtung **33** in den Fahrgastraum gesaugt wird. Dieses Gebläse **32** ist ein elektrisch betriebenes Gebläse zum Antreiben eines Mehrflügel-Zentrifugalventilators (Sirocco-Ventilator) durch einen Elektromotor, und seine Drehzahl (Menge an beförderter Luft) wird von einer Steuerspannung gesteuert, die von der Klimatisierungssteuerungsvorrichtung gesteuert wird.

[0064] Der Innenverdampfer **20** und der Innenkondensator **12** sind in dieser Reihenfolge auf der stromabwärtigen Seite der Strömung der Luft des Gebläses **32** angeordnet. Mit anderen Worten ist der Innenverdampfer **20** in Bezug auf den Innenkondensator **12** auf der stromaufwärtigen Seite in der Strömungsrichtung der beförderten Luft angeordnet.

[0065] Ferner ist eine Luftmischklappe **34**, die das Verhältnis der Luftmenge, die von dem Innenkondensator **12** wieder geheizt wird, zu der gekühlten Luft, die von dem Innenverdampfer **20** gekühlt wird, auf der stromabwärtigen Seite der Luftströmung des Innenverdampfers **20** und auf der stromaufwärtigen Seite der Luftströmung des Innenkondensators **12** angeordnet. Noch ferner wird ein Mischraum **35** zum Vermischen der geheizten Luft, die den Innenkondensator **12** durchläuft und folglich geheizt wird, und der gekühlten Luft, die den Innenkondensator **12** umgeht und nicht geheizt wird, auf der stromabwärtigen Seite der Luftströmung des Innenkondensators **12** angeordnet.

[0066] Ferner sind Ausblasöffnungen zum Ausblasen klimatisierter Luft, die in dem Mischraum **35** vermischt wird, in den Fahrzeugraum auf der stromabwärtigsten Seite der Luftströmung des Gehäuses **31** angeordnet. Insbesondere sind als die Ausblasöffnungen eine Gesichtsausblasöffnung zum Ausblasen der klimatisierten Luft zu der oberen Körperhälfte eines Insassen in dem Fahrzeugraum, eine Fußausblasöffnung zum Ausblasen der klimatisierten Luft zu den Füßen des Insassen und eine Entfrostausblassöffnung zum Ausblasen der klimatisierten Luft zu der Innenoberfläche eines vorderen Fensterglases des Fahrzeugraums (diese Ausblasöffnungen sind in der Zeichnung nicht gezeigt) ausgebildet.

[0067] Wenn folglich die Luftmischklappe **34** das Verhältnis der Luftmenge, die den Innenkondensator **12** durchläuft, reguliert, wird die Temperatur der klimatisierten Luft, die in dem Mischraum **35** vermischt wird, reguliert, und folglich werden die Temperaturen der klimatisierten Luft, die aus den jeweiligen Ausblasöffnungen geblasen wird, reguliert. Mit anderen Worten baut die Luftmischklappe **34** eine Temperaturregulierungseinrichtung zum Regulieren der Temperaturen der klimatisierten Luft auf, die

in den Fahrzeugraum ausgeblasen wird. Die Luftmischklappe **34** wird von einem (nicht gezeigten) Servomotor angetrieben, deren Betrieb von einem von der Klimatisierungssteuerungsvorrichtung ausgegebenen Steuersignal gesteuert wird.

[0068] Ferner sind auf der stromaufwärtigen Seite der Luftströmung der Gesichtsausblasöffnung, der Fußausblasöffnung und der Entfrostausblassöffnung jeweils eine Gesichtsklappe zum Regulieren der Öffnungsfläche der Gesichtsausblasöffnung, eine Fußklappe zum Regulieren der Öffnungsfläche der Fußausblasöffnung und eine Entfrostausblassklappe zum Regulieren der Öffnungsfläche der Entfrostausblassöffnung angeordnet (diese Klappen sind in der Zeichnung nicht gezeigt).

[0069] Die Gesichtsklappe, die Fußklappe und die Entfrostausblassklappe bauen eine Ausblasöffnungsbetriebsart-Umschaltvorrichtung zum Umschalten einer Ausblasöffnungsbetriebsart auf und werden von einem (nicht gezeigten) Servomotor angetrieben, dessen Betrieb von einem Steuersignal gesteuert wird, das von der Klimatisierungssteuerungsvorrichtung ausgegeben wird.

[0070] Als nächstes wird ein Kühlmittelkreis **40** zum Zirkulieren des Kühlmittels, das in einem Kühlmittelkanal **14b** des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** strömt, beschrieben. Dieser Kühlmittelkreis **40** ist ein Kreis, der das Kühlmittel (zum Beispiel wässrige Ethylenglykollösung) zum Kühlen des Motors EG zirkuliert und der eine Kühlmittelpumpe **41** und einen Strahler **42** darin angeordnet hat.

[0071] Die Kühlmittelpumpe **41** ist eine Pumpe zum Druckbefördern des Kühlmittels in den Motor EG in dem Kühlmittelkreis **40**. Eine elektrisch betriebene Pumpe oder eine mechanisch betriebene Pumpe, die eine Drehtriebskraft von einer Antriebswelle des Motors EG erhält, können als die Kühlmittelpumpe **41** verwendet werden. Der Strahler **42** ist ein Strahlungswärmetauscher, der Wärme zwischen dem Kühlmittel und der Außenluft austauscht, um das Kühlmittel zu kühlen. Kurz gesagt strahlt der Strahler **42** die Abwärme des Motors EG, die von dem Kühlmittel aufgenommen wird, wenn das Kühlmittel durch das Innere des Motors EG strömt, an die Atmosphäre ab.

[0072] Wenn in dem Kühlmittelkreis **40** der vorliegenden Ausführungsform die Kühlmittelpumpe **41** betrieben wird, wird das Kühlmittel, wie durch gestrichelte Pfeile in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, in der Abfolge der Kühlmittelpumpe **41** → des Motors EG → des kühlmittelseitigen Kanals **14b** → des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** → des Strahlers **42** → der Kühlmittelpumpe **41** zirkuliert.

[0073] Der Kühlmittelkreis **40** hat einen Umleitungs-kreis **43** und ein Thermostatventil **44** darin angeord-

net, wobei der Umleitungskreis **43** das Kühlmittel zirkuliert, so dass es den Strahler **42** umgeht, wobei das Thermostatventil **44** das Kühlmittel zu dem Umleitungskreis **43** strömen lässt, wenn die Temperatur des Kühlmittels niedriger als ein spezifizierter Wert (z. B. 90°C in der vorliegenden Erfindung) ist. Dies kann verhindern, dass ein Reibungsverlust bewirkt wird, weil die Temperatur des Motors selbst verringert ist, so dass die Viskosität des Motoröls erhöht ist, und kann verhindern, dass ein Abgasreinigungskatalysator einen fehlerhaften Betrieb bewirkt, weil die Temperatur des Abgases verringert ist.

[0074] Als nächstes wird ein elektrischer Steuerabschnitt der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die (nicht gezeigte) Klimatisierungssteuervorrichtung ist aus einem wohlbekanntem Mikrocomputer einschließlich einer CPU, einem ROM und einem RAM und seiner peripheren Schaltung aufgebaut und führt verschiedene Betriebe und Verarbeitungen auf der Basis eines in dem ROM gespeicherten Klimatisierungssteuerungsprogramm durch, um die Betriebe verschiedener Arten von Klimatisierungssteuerinstrumenten (zum Beispiel des Kompressors **11** und des Gebläses **32**) zu steuern, die mit seiner Ausgangsseite verbunden sind.

[0075] Mit der Eingangsseite der Klimatisierungssteuervorrichtung sind eine Gruppe verschiedener Arten von Klimatisierungssteuerungssensoren, wie etwa ein Innenluftsensor zum Erfassen der Temperatur der Luft im Inneren des Fahrzeugraums, ein Außenluftsensor zum Erfassen der Temperatur der Außenluft, ein Sonnenstrahlungssensor zum Erfassen der Menge an Sonnenstrahlung in dem Fahrzeugraum und ein Verdampfer Temperatursensor zum Erfassen der Temperatur der von dem Innenverdampfer **20** geblasenen Luft (Temperatur des Verdampfers), verbunden.

[0076] Ferner ist ein (nicht gezeigtes) Bedienfeld, das nahe der Instrumententafel in dem Vorderabschnitt des Fahrzeugraums angeordnet ist, mit der Eingangsseite der Klimatisierungssteuervorrichtung verbunden, und Bediensignale werden von verschiedenen Arten von Klimatisierungsbedieneschaltern eingegeben, welche auf diesem Bedienfeld bereitgestellt sind. Was die verschiedenen Arten von Klimatisierungsbedieneschaltern anbetrifft, die auf dem Bedienfeld bereitgestellt sind, sind insbesondere ein Bedienschalter der Fahrzeugklimaanlage **1**, ein Fahrzeugraum-Temperaturfestlegungsschalter zum Festlegen einer Fahrzeugraumtemperatur und ein Auswahlsschalter zum Auswählen der Kühlbetriebsart und der Heizbetriebsart bereitgestellt.

[0077] Als nächstes wird der Betrieb der Fahrzeugklimaanlage **1** der vorliegenden Ausführungsform gemäß dem vorstehend beschriebenen Aufbau unter Verwendung von [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) beschrieben.

[Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm, um den Betriebszustand der Kältemittelströmungs-Umschalteneinrichtung der vorliegenden Ausführungsform zu zeigen, und [Fig. 4](#) ist ein Mollier-Diagramm, um den Zustand des Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs **10** zur Zeit der Heizbetriebsart zu zeigen, und [Fig. 5](#) ist ein Mollier-Diagramm, um den Zustand des Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs **10** zur Zeit der Kühlbetriebsart zu zeigen.

[0078] Zuerst wird die Heizbetriebsart beschrieben. Die Heizbetriebsart wird begonnen, wenn durch den Auswahlsschalter in dem Zustand, in dem der Bedienschalter der Fahrzeugklimaanlage **1** eingeschaltet ist (EIN), die Heizbetriebsart ausgewählt wird. Wenn der Heizbetrieb begonnen wird, schaltet die Klimatisierungssteuervorrichtung die Betriebszustände der ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b**, des Öffnungs-/Schließventils **17** und des elektrischen Dreiwegeventils **19**, die die Kältemittelströmungs-Umschalteneinrichtungen bilden, wie in [Fig. 3](#) gezeigt.

[0079] Insbesondere werden die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** in einen Drosselzustand gebracht, in dem die Flächenöffnung jedes ihrer Drosseldurchgänge auf eine vorgegebene Öffnung festgelegt wird, und das Öffnungs-/Schließventil **17** wird geöffnet, und das elektrische Dreiwegeventil **19** wird auf den Kältemittelkreislauf geschaltet, der die Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** mit der einen Kältemittelleinströmöffnung der dritten Dreiwegeverbindung **13c** verbindet. Dies bildet die Kältemittelströmung in der durch die durchgezogenen Pfeile in [Fig. 1](#) gezeigten Weise.

[0080] In diesem Kältemittelkreislaufaufbau liest die Klimatisierungssteuervorrichtung die Erfassungssignale der Sensorgruppe für die Klimatisierungssteuerung und die Bediensignale des Bedienfelds. Die Klimatisierungssteuervorrichtung berechnet eine Zielausblasttemperatur TAO, die eine Zieltemperatur der Luft ist, die in den Fahrzeugraum ausgeblasen wird, basierend auf den Erfassungssignalen und den Bediensignalen. Ferner bestimmt die Klimatisierungssteuervorrichtung die Betriebszustände der verschiedenen Arten von Klimatisierungssteuerinstrumenten, die mit der Ausgangsseite der Klimatisierungssteuervorrichtung verbunden sind, auf der Basis der berechneten Zielausblasttemperatur TAO und der Erfassungssignale der Gruppe von Sensoren.

[0081] Zum Beispiel wird die Zielmenge von Luft, die von dem Gebläse **32** befördert wird, das heißt, die Steuerspannung, die an den Elektromotor des Gebläses **32** ausgegeben werden soll, unter Bezug auf ein früher in der Klimatisierungssteuervorrichtung gespeichertes Steuerkennfeld auf der Basis der Zielausblasttemperatur TAO in einer derartigen Weise

bestimmt, dass sie höher ist, wenn die Zielausblasteremperatur TAO hoch ist, und niedrig ist, wenn die Zielausblasteremperatur TAO mittel ist.

[0082] Was die Kältemittelausstoßkapazität des Kompressors **11**, das heißt, das Steuersignal, das an den Elektromotor des Kompressors **11** ausgegeben werden soll, anbetrifft, wird zuerst eine Zielverdampferausblasteremperatur TEO des Innenverdampfers **20** unter Bezug auf ein früher in der Klimatisierungssteuerungsvorrichtung gespeichertes Steuererkennfeld auf der Basis der Zielausblasteremperatur TAO bestimmt. Dann wird auf der Basis der Differenz zwischen dieser Zielverdampferausblasteremperatur TEO und dem Erfassungswert der Temperatur der von dem Innenverdampfer **20** ausgeblasenen Luft das Steuersignal in einer derartigen Weise bestimmt, um die Temperatur der von dem Innenverdampfer **20** ausgeblasenen Luft durch die Verwendung eines Rückkopplungssteuerungsverfahrens nahe der Zielverdampferemperatur TEO zu machen.

[0083] Das Steuersignal, das an den Servomotor der Luftmischklappe **34** ausgegeben werden soll, wird in der folgenden Weise unter Verwendung der Zielausblasteremperatur TAO, des Erfassungswerts der Temperatur der von dem Innenverdampfer **20** ausgeblasenen Luft und des Erfassungswerts der Temperatur des aus dem Kompressor **11** ausgeblasenen Kältemittels bestimmt. Das heißt, das Steuersignal wird in einer derartigen Weise bestimmt, dass die Temperatur der in den Fahrzeugaum ausgeblasenen Luft die von dem Insassen gewünschte Temperatur wird, die mit einem Fahrzeugaum-Temperaturfestlegungsschalter festgelegt wird. In der Heizbetriebsart kann die Öffnung der Luftmischklappe **34** in einer derartigen Weise gesteuert werden, dass die Gesamtmenge der von dem Gebläse **32** beförderten Luft den Innenkondensator **12** durchläuft.

[0084] Die Steuerspannung und das Steuersignal, die in der vorstehend beschriebenen Weise bestimmt werden, werden an die verschiedenen Arten der Klimatisierungssteuerungsinstrumente ausgegeben. Danach wird, bis erforderlich ist, dass der Betrieb der Fahrzeugklimaanlage gestoppt wird, eine Steerroutine zum Lesen der vorstehend beschriebenen Erfassungssignale und Bediensignale → Berechnen der Zielausblasteremperatur TAO → Bestimmen der Betriebszustände der verschiedenen Arten der Klimatisierungssteuerungsinstrumente → Ausgeben der Steuerspannung und des Steuersignals in einer spezifizierten Steuerperiode wiederholt durchgeführt.

[0085] Zu dieser Zeit strömt, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, das aus der Ausstoßöffnung **11f** des Kompressors **11** ausgestoßene Hochdruckkältemittel (Punkt a_4 in [Fig. 4](#)) in den Innenkondensator **12** und strahlt Wärme ab (Punkt a_4 → Punkt b_4 in [Fig. 4](#)). In diesem Verfahren wird die beförderte Luft, die von dem Gebläse

32 befördert wird und den Innenverdampfer **20** durchläuft, geheizt.

[0086] Da das Öffnungs-/Schließventil **17** in der Heizbetriebsart geschlossen ist, strömt das aus dem Innenkondensator **12** strömende Kältemittel in das erste elektrische Expansionsventil **15a** und sein Druck wird verringert und es wird auf das Mitteldruckkältemittel expandiert (Punkt b_4 → Punkt c_4 in [Fig. 4](#)). Das Mitteldruckkältemittel, dessen Druck verringert wurde und das in dem ersten elektrischen Expansionsventil **15a** expandiert wurde, strömt in den kältemittelseitigen Kanal **14a** des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** und tauscht Wärme mit dem Kühlmittel aus, das in dem kältemittelseitigen Kanal **14a** strömt, wodurch es geheizt wird und seine Enthalpie erhöht wird (Punkt c_4 → Punkt d_4 in [Fig. 4](#)).

[0087] Das aus dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** strömende Kältemittel wird von einem Gas-Flüssigkeitsabscheider **16** in Gas und Flüssigkeit abgeschieden (Punkt d_4 → Punkt e_4 und Punkt d_4 → f_4 in [Fig. 4](#)). Das von dem Gas-Flüssigkeitsabscheider **16** abgeschiedene gasphasige Kältemittel strömt von der Mitteldrucköffnung **11e** des Kompressors **11** in den Kompressor **11** und wird mit dem Kältemittel vermischt (Punkt a_{14} in [Fig. 4](#)), das von dem ersten Kompressionsmechanismus **11b** in dem Kompressor **11** (Punkt a_{24} in [Fig. 4](#)) ausgestoßen wird, und wird von dem zweiten Kompressionsmechanismus **11c** angesaugt wird.

[0088] Andererseits strömt das flüssigphasige Kältemittel in das zweite elektrische Expansionsventil **15b** und sein Druck wird verringert und es wird auf das Niederdruckkältemittel expandiert (Punkt f_4 → Punkt g_4 in [Fig. 4](#)). Zu dieser Zeit ist es erwünscht, dass die Drosselöffnungen der ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** in einer derartigen Weise reguliert werden, dass der Druck des Mitteldruckkältemittels nahe der Wurzel des Produkts des Drucks des Hochdruckkältemittels und des Drucks des Niederdruckkältemittels wird, um den Leistungskoeffizienten (COP) des Kreislaufs nahe einem Maximalwert zu machen.

[0089] Das Niederdruckkältemittel, dessen Druck verringert ist und das durch das zweite elektrische Expansionsventil **15b** expandiert wird, strömt über die zweite Dreivegeverbindung **13b** in den Außenwärmetauscher **18**. Das Niederdruckkältemittel, das in den Außenwärmetauscher **18** strömt, nimmt Wärme aus der Außenluft auf, wodurch es verdampft wird (Punkt g_4 → aO_4 in [Fig. 4](#)).

[0090] Da das elektrische Dreivegeventil **19** umgeschaltet wird, um den Kältemittelkreislauf zum Verbinden der Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** mit der einen Kältemittelseinströmöffnung der dritten Dreivegeverbindung **13c** zu verbinden, strömt

das aus dem Außenwärmetauscher **18** strömende Kältemittel über die dritte Dreiwegeverbindung **13c** in den Akkumulator **21** und wird in Gas und Flüssigkeit getrennt. Wie in dem Fall der Kühlbetriebsart wird das abgeschiedene gasphasige Kältemittel (Punkt aO_4 in [Fig. 4](#)) von der Ansaugöffnung **11d** des Kompressors **11** angesaugt und wird in der Heizbetriebsart erneut komprimiert.

[0091] Wie vorstehend beschrieben, kann in der Fahrzeugklimaanlage **1** der vorliegenden Ausführungsform die Menge der Wärme, die das von dem zweiten Kompressionsmechanismus **11c** des Kompressors **11** ausgestoßene Kältemittel beinhaltet, zur Zeit der Heizbetriebsart in dem Innenkondensator **12** an die beförderte Luft abgestrahlt werden, und dadurch kann die beförderte Luft, die geheizt wurde, in den Fahrzeugaum ausgeblasen werden. Auf diese Weise kann die Heizung des Fahrzeugaums realisiert werden.

[0092] Zu dieser Zeit wird das von dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizte Kältemittel in Gas und Flüssigkeit abgeschieden. Das abgeschiedene flüssigphasige Kältemittel wird in dem Außenwärmetauscher **18** verdampft, um Wärme aus der Außenluft aufzunehmen, während das abgeschiedene gasphasige Kältemittel von dem Kompressor **11** (insbesondere dem zweiten Kompressionsmechanismus **11c**) von der Mitteldrucköffnung **11e** angesaugt wird.

[0093] Selbst unter einer Betriebsbedingung, in der das Kältemittel nicht ausreichend Wärme aus der Außenluft aufnehmen kann, wie in dem Fall, in dem die Temperatur der Außenluft niedrig ist, kann die beförderte Luft folglich durch das von dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizte Kältemittel ausreichend geheizt werden.

[0094] Als nächstes wird die Kühlbetriebsart beschrieben. Die Kühlbetriebsart wird begonnen, wenn mit dem Auswahlwähler in einem Zustand, in dem der Bedienschalter der Fahrzeugklimaanlage eingeschaltet (EIN) ist, die Kühlbetriebsart ausgewählt wird. Wenn die Kühlbetriebsart begonnen wird, schaltet die Klimatisierungssteuervorrichtung die Betriebszustände der ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b**, der Öffnungs-/Schließventils **17** und des elektrischen Dreiwegeventils **19**, die die Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung aufbauen, wie in [Fig. 3](#) gezeigt.

[0095] Insbesondere werden die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** in einen vollständig geschlossenen Zustand gebracht, und das Öffnungs-/Schließventil **17** wird geöffnet, und das elektrische Dreiwegeventil **19** wird auf den Kältemittelkreislauf geschaltet, der die Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** mit der Einlassseite des dritten elektrischen Expansionsventils **15c** verbindet.

Ferner wird das dritte elektrische Expansionsventil **15c** in einen Drosselzustand gebracht, in dem der Druck des Kältemittels verringert und es expandiert wird, das heißt, die Öffnungsfläche des Drosselkanals wird auf eine vorgegebene Öffnung festgelegt. Dies lässt das Kältemittel in der durch durchgezogene Pfeile in [Fig. 2](#) angezeigten Weise strömen.

[0096] In der Kühlbetriebsart führt die Klimatisierungssteuervorrichtung wie im Fall der Heizbetriebsart eine Steueroutine zum Lesen des Erfassungssignals und des Bediensignals → Berechnen der Zielausblastemperatur TAO → Bestimmen der Betriebszustände der verschiedenen Arten von Klimatisierungssteuerelementen → Ausgeben der Steuerspannung und des Steuersignals in einer spezifizierten Steuerperiode wiederholt durch, bis erforderlich ist, dass der Betrieb der Fahrzeugklimaanlage **1** beendet wird.

[0097] Zu dieser Zeit strömt in dem Wärmepumpenkreislauf **10**, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, das Hochdruckkältemittel (Punkt a_5 in [Fig. 5](#)), das von der Ausstoßöffnung **11f** des Kompressors **11** ausgestoßen wird, in den Innenkondensator **12** und strahlt Wärme ab (Punkt a_5 → Punkt $b1_5$ in [Fig. 5](#)). Auf diese Weise wird von der kühlen Luft, die von dem Gebläse **32** befördert und von dem Innenverdampfer **20** gekühlt wird, die kühle Luft, die den Innenkondensator **12** durchläuft, geheizt.

[0098] Da in der Kühlbetriebsart die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** ganz geschlossen sind, und das Öffnungs-/Schließventil **17** geöffnet ist, strömt das aus dem Innenkondensator **12** strömende Hochdruckkältemittel in der Abfolge der ersten Dreiwegeverbindung **13a** → des Öffnungs-/Schließventils **17** → der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** und strömt in den Außenwärmetauscher **18**. Das in den Außenwärmetauscher **18** strömende Kältemittel tauscht Wärme mit der Außenluft aus, wodurch es weiter gekühlt wird und folglich seine Enthalpie verringert wird (Punkt $b1_5$ → Punkt $b2_5$ in [Fig. 5](#)).

[0099] Da das elektrische Dreiwegeventil **19** auf den Kältemittelkreislauf geschaltet wird, in dem die Auslassseite des Außenwärmetauschers **18** mit der Einlassseite des dritten elektrischen Expansionsventils **15c** verbunden ist und das dritte elektrische Expansionsventil **15c** in einen gedrosselten Zustand gebracht wird, wird der Druck des aus dem Außenwärmetauscher **18** strömenden Kältemittels verringert, und es wird in das Niederdruckkältemittel expandiert (Punkt $b2_5$ → Punkt g_5 in [Fig. 5](#)).

[0100] Das Niederdruckkältemittel, dessen Druck von dem dritten elektrischen Expansionsventil **15c** verringert wurde und das expandiert wurde, strömt in den Innenverdampfer **20** und nimmt Wärme aus der beförderten Luft auf, die von dem Gebläse **32** beför-

dert wird, wodurch es verdampft wird, und dadurch wird die beförderte Luft gekühlt. Das aus dem Innenverdampfer **20** strömende Kältemittel strömt über die dritte Dreiwegeverbindung **13c** in den Akkumulator **21** und wird in Gas und Flüssigkeit abgeschieden. Das abgeschiedene gasphasige Kältemittel (Punkt aO_5 in [Fig. 5](#)) wird von der Ansaugöffnung **11d** des Kompressors **11** angesaugt und wird erneut komprimiert.

[0101] Wie vorstehend beschrieben, kann in der Fahrzeugklimaanlage **1** der vorliegenden Ausführungsform zur Zeit der Kühlbetriebsart durch Kühlen der beförderten Luft durch den Innenverdampfer **20** und durch Regulieren der Öffnung der Luftmischklappe **34** die von dem Innenverdampfer **20** gekühlte kühle Luft von dem Innenkondensator **12** erneut geheizt werden und die klimatisierte Luft, die auf die von dem Insassen gewünschte Temperatur gebracht wird, kann in den Fahrzeugraum ausgeblasen werden. Dies kann die Kühlung des Inneren des Fahrzeugraums realisieren.

[0102] Ferner kann gemäß dem Kreislaufaufbau des Wärmepumpenkreislaufs **10** zur Zeit der Kühlbetriebsart die Verdampfungstemperatur des Kältemittels in dem Innenverdampfer **20** verringert werden, um die beförderte Luft zu entfeuchten, und die Temperatur der entfeuchteten beförderten Luft kann von dem Innenkondensator **12** auf eine gewünschte Temperatur erhöht werden. Mit anderen Worten kann die Entfeuchtung des inneren des Fahrzeugraums auch durch genau den gleichen Kreislaufaufbau realisiert werden wie in der Kühlbetriebsart.

[0103] Ferner wird das Kältemittel in der vorliegenden Ausführungsform zur Zeit der Kühlbetriebsart nicht durch den Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizt, so dass es nicht passiert, dass das geheizte gasphasige Kältemittel von dem Gas-Flüssigkeitsabscheider **16** in den zweiten Kompressionsmechanismus **11c** gesaugt wird. Folglich ist es möglich, zu vermeiden, dass die Temperatur des von der Ausstoßöffnung **11f** des Kompressors **11** ausgestoßenen Kältemittels unnötig erhöht wird und folglich eine Verringerung der Menge an Wärme (Kältekapazität), die das Kältemittel aus der beförderten Luft in dem Innenverdampfer **20** aufnimmt, zu verhindern. Noch ferner wird die Kompression des Kältemittels in dem Kompressor **11** in zwei Stufen durchgeführt, und folglich kann ein Kompressionsverhältnis klein gemacht werden, so dass der Wirkungsgrad des Kompressors **11** erhöht werden kann und folglich die erforderliche Leistung zum Antreiben des Kompressors **11** verringert werden kann.

[0104] Als ein Ergebnis kann der COP (Leistungskoeffizient) des Wärmepumpenkreislaufs **10** zur Zeit der Kühlbetriebsart, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, im Vergleich zu der herkömmlichen Technologie verbessert wer-

den. In dieser Hinsicht ist [Fig. 6](#) ein Diagramm, um den COP des Wärmepumpenkreislaufs **10** der vorliegenden Ausführungsform mit dem COP des Wärmepumpenkreislaufs der herkömmlichen Technologie zu vergleichen.

[0105] Ferner bedeutet ein in [Fig. 6](#) gezeigtes COP-Verhältnis das Verhältnis des COP des Wärmepumpenkreislaufs **10** der vorliegenden Ausführungsform zu dem COP des Wärmepumpenkreislaufs in der herkömmlichen Technologie. Noch ferner sind die Betriebsbedingungen in [Fig. 6](#) wie folgt: In der Heizbetriebsart ist die Temperatur der Außenluft -20°C , die Heizkapazität ist 3,1 kW und die Menge der Abwärme des Motors EG ist 0,5 kW, während in der Kühlbetriebsart die Temperatur der Außenluft 40°C ist und die Kühlkapazität 3,0 kW ist.

(Zweite Ausführungsform)

[0106] Eine zweite Ausführungsform der Erfindung wird unter Bezug auf [Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#) beschrieben.

[0107] In der zweiten Ausführungsform wird ein Beispiel für einen vereinfachten Kreislaufaufbau eines Wärmepumpenkreislaufs **10** beschrieben. In dem vereinfachten Kreislaufaufbau wird, wie durch das schematische Aufbaudiagramm in [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) gezeigt, die erste Dreiwegeverbindung **13a** der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform als ein Verzweigungsabschnitt verwendet, der die Strömung des aus dem Innenkondensator **12** strömenden Kältemittels verzweigt und der ein verzweigtes Kältemittel zu dem ersten elektrischen Expansionsventil **15a** strömen lässt und die andere verzweigte Kältemittelströmung aus dem Außenwärmetauscher **18** strömen lässt.

[0108] In [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) ist die Strömung des Kältemittels in der Heizbetriebsart und der Kühlbetriebsart jeweils durch durchgezogene Pfeile gezeigt. Ferner werden in [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) die Teile, die gleich oder äquivalent denen in der ersten Ausführungsform sind, durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Dies gilt ebenfalls für die folgenden Zeichnungen.

[0109] Insbesondere ist in dem Wärmepumpenkreislauf **10** der zweiten Ausführungsform die Auslassseite des kältemittelseitigen Kanals **14a** des Wasser-Kältemittel-Wärmetauschers **14** direkt mit der Mitteldrucköffnung **11c** des Kompressors **11** verbunden. Folglich sind in der zweiten Ausführungsform der Gas-Flüssigkeitsabscheider **16**, der das aus dem kältemittelseitigen Kanal **14a** strömende Kältemittel in Gas und Flüssigkeit abscheidet, und die zweite Dreiwegeverbindung **13b**, die mit dem Auslass des flüssigphasigen Kältemittels des Gas-Flüssigkeitsabscheiders **16** verbunden ist, in Bezug auf die Struktur des Wärmepumpenkreislaufs **10** der vor-

stehend beschriebenen ersten Ausführungsform beseitigt.

[0110] Ferner ist in der zweiten Ausführungsform ein Umleitungsdurchgang **22** bereitgestellt, von dem ein Ende mit einem Abschnitt zwischen der Kältemittelausströmöffnung der ersten Dreiwegeverbindung **13a** und der Einlassseite des Öffnungs-/Schließventils **17** verbunden ist und das andere Ende mit einem Abschnitt zwischen der Auslassseite des Öffnungs-/Schließventils **17** und der Einlassseite des Außenwärmetauschers **18** verbunden ist, so dass Kältemittel das Öffnungs-/Schließventil **17** über den Umleitungsdurchgang **22** umgeht. Der Umleitungsdurchgang **22** ist mit dem zweiten elektrischen Expansionsventil **15b** versehen. Der andere Aufbau und Betrieb des Wärmepumpenkreislaufs **10** der zweiten Ausführungsform sind ähnlich denen der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform.

[0111] Wenn folglich die Fahrzeugklimaanlage **1** der vorliegenden Ausführungsform zur Zeit der Heizbetriebsart betrieben wird, schaltet die Klimatisierungssteuerungsvorrichtung wie im Fall der ersten Ausführungsform die Betriebszustände der ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b**, des Öffnungs-/Schließventils **17** und des elektrischen Dreiwegeventils **19** des Wärmepumpenkreislaufs **10** wie in **Fig. 3** gezeigt. Dies lässt das Kältemittel wie durch durchgezogene Pfeile gezeigt strömen.

[0112] Wie durch das Mollier-Diagramm in **Fig. 9** gezeigt, strahlt das Hochdruckkältemittel (Punkt a_9 in **Fig. 9**), das von der Ausstoßöffnung **11f** des Kompressors **11** ausgestoßen wird, Wärme in den Innenkondensator **12** ab (Punkt $a_9 \rightarrow b_9$ in **Fig. 9**) und strömt in die erste Dreiwegeverbindung **13a**. Zu dieser Zeit ist das Öffnungs-/Schließventil **17** geschlossen, und die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** werden in den Drosselzustand gebracht, so dass die Strömung des Kältemittels durch die erste Dreiwegeverbindung **13a** verzweigt wird.

[0113] Das eine von der ersten Dreiwegeverbindung **13a** verzweigte Kältemittel strömt in das erste elektrische Expansionsventil **15a**, und sein Druck wird verringert und es wird auf das Mitteldruckkältemittel expandiert (Punkt $b_9 \rightarrow c_9$ in **Fig. 9**) und wird von dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizt, wodurch seine Enthalpie erhöht wird (Punkt $c_9 \rightarrow d_9$ in **Fig. 9**). Das von dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizte Kältemittel strömt in die Mitteldrucköffnung **11e** des Kompressors **11**.

[0114] Das in die Mitteldrucköffnung **11e** des Kompressors **11** strömende Kältemittel wird mit dem Kältemittel (Punkt a_1 in **Fig. 9**) vermischt, das von dem ersten Kompressionsmechanismus **11b** in dem Kompressor **11** ausgestoßen wird (Punkt a_2 in **Fig. 9**)

und wird von dem zweiten Kompressionsmechanismus **11** angesaugt.

[0115] Das andere von der ersten Dreiwegeverbindung **13a** verzweigte Kältemittel strömt in das zweite elektrische Expansionsventil **15b**, und sein Druck wird verringert und es wird auf das Niederdruckkältemittel expandiert (Punkt $b_9 \rightarrow g_9$ in **Fig. 9**) und nimmt Wärme aus der Außenluft in dem Außenwärmetauscher **18** auf, wodurch es verdampft wird (Punkt $g_9 \rightarrow a_0$ in **Fig. 9**). Zu dieser Zeit ist es erwünscht, dass der Drosselöffnungsgrad des ersten elektrischen Expansionsventils **15a** in einer derartigen Weise reguliert wird, dass das in die Mitteldrucköffnung **11e** strömende Kältemittel auf einen vorgegebenen Überhitzungsgrad gebracht wird. Folglich kann der Wärmepumpenkreislauf **10** zusätzlich mit einer Überhitzungsgrad-Erfassungseinrichtung versehen sein, um den Überhitzungsgrad des in die Mitteldrucköffnung **11e** strömenden Kältemittels zu erfassen.

[0116] Das aus dem Außenwärmetauscher **18** strömende Kältemittel wird wie im Fall der ersten Ausführungsform von der Ansaugöffnung **11d** des Kompressors **11** über die dritte Dreiwegeverbindung **13c** und den Akkumulator **21** angesaugt und erneut komprimiert. Folglich kann in der Kühlbetriebsart der vorliegenden Ausführungsform die Wärmemenge, die in dem von dem zweiten Kompressionsmechanismus **11c** des Kompressors **11** ausgestoßenen Kältemittel beinhaltet ist, in dem Innenkondensator **12** an die beförderte Luft abgestrahlt werden und dadurch kann wie im Fall der ersten Ausführungsform die Heizung des Fahrzeugaums realisiert werden.

[0117] Zu dieser Zeit wird die Strömung des aus dem Innenkondensator **12** strömenden Kältemittels durch die erste Dreiwegeverbindung **13a** verzweigt, und ein Kältemittel wird von dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizt und dann durch die Mitteldrucköffnung **11e** von dem Kompressor **11** (insbesondere dem zweiten Kompressionsmechanismus **11c**) eingesaugt, während das andere Kältemittel in dem Außenwärmetauscher **18** verdampft wird, wodurch seine Wärme von der Außenluft aufgenommen wird.

[0118] Folglich kann selbst unter einer Betriebsbedingung, in der das Kältemittel in dem Außenwärmetauscher **18** nicht ausreichend Wärme aus der Außenluft aufnehmen kann, wie in dem Fall, in dem die Temperatur der Außenluft niedrig ist, die beförderte Luft durch den Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** ausreichend geheizt werden.

[0119] Andererseits wird der Wärmepumpenkreislauf **10**, wie in **Fig. 8** gezeigt, zur Zeit der Kühlbetriebsart auf einen Kältemittelkreislauf geschaltet, der in der Abfolge der Ausstoßöffnung **11f** des Kompressors **11** \rightarrow des Innenkondensators **12** \rightarrow (der ersten

Dreiwegeverbindung **13a** → des Öffnungs-/Schließventils **17** → des Außenwärmetauschers **18** → (des elektrischen Dreiwegeventils **19**) → des dritten elektrischen Expansionsventils **15c** → des Innenverdampfers **20** → (der dritten Dreiwegeverbindung **13c**) → des Akkumulators **21** → der Ansaugöffnung **11d** des Kompressors **11** zirkuliert.

[0120] Folglich ist der Zustand des Kältemittels des Wärmepumpenkreislaufs **10** zur Zeit der Kühlbetriebsart der vorliegenden Ausführungsform der gleiche wie in dem in [Fig. 6](#) der ersten Ausführungsform gezeigten Mollier-Diagramm, so dass genau wie im Fall der ersten Ausführungsform die Kühlung des Inneren des Fahrzeugaums realisiert werden kann.

[0121] Ferner wird in der vorliegenden Ausführungsform die Kältemittelströmung zur Zeit der Kühlbetriebsart nicht von der ersten Dreiwegeverbindung verzweigt, so dass es nicht passiert, dass das von dem Wasser-Kältemittel-Wärmetauscher **14** geheizte Kältemittel von dem zweiten Kompressionsmechanismus **11c** angesaugt wird. Folglich ist es möglich, zu vermeiden, dass die Temperatur des von der Ausstoßöffnung **11f** des Kompressors **11** ausgestoßenen Kältemittels unnötig steigt und somit eine Verringerung der Wärmemenge (Kältekapazität), die das Kältemittel aus der beförderten Luft in dem Innenverdampfer **20** aufnimmt, zu verhindern.

(Andere Ausführungsformen)

[0122] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann, wie nachstehend beschrieben, vielfältig modifiziert werden.

(1) In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wurde ein Beispiel beschrieben, in dem das dritte elektrische Expansionsventil **15c** als die dritte Druckverringervorrichtung verwendet wird, die den Druck des Hochdruckkältemittels verringert, um das Hochdruckkältemittel zur Zeit des Kühlbetriebs zu expandieren und das Hochdruckkältemittel dadurch zu dem Niederdruckkältemittel zu machen. Jedoch ist die dritte Druckverringervorrichtung nicht auf dieses beschränkt. Zum Beispiel ist es nicht erforderlich, dass die dritte Druckverringervorrichtung eine vollständige Schließfunktion hat, so dass ein Expansionsventil vom Temperaturtyp als die dritte Druckverringervorrichtung verwendet werden kann.

[0123] Als dieses Expansionsventil vom Temperaturtyp kann ein Ventil zum Regulieren einer Ventilöffnung (des Kältemitteldurchsatzes) durch einen mechanischen Mechanismus in der folgenden Weise verwendet werden. Das heißt, das Ventil hat einen Temperaturabstasteil in dem Kältemittelkanal auf der Auslassseite des Innenverdampfers **20** angeord-

net und erfasst den Überhitzungsgrad des Kältemittels auf der Auslassseite des Innenverdampfers **20** auf der Basis der Temperatur und des Drucks des Kältemittels auf der Auslassseite des Innenverdampfers **20** zur Zeit der Kühlbetriebsart. Das Ventil reguliert die Ventilöffnung (den Kältemitteldurchsatz) durch den mechanischen Mechanismus in einer derartigen Weise, dass der Überhitzungsgrad des Kältemittels auf der Auslassseite des Innenwärmetauschers auf einen vorgegebenen Wert gebracht wird.

[0124] Ferner kann als die dritte Druckverringervorrichtung ein Ejektor verwendet werden, der eine Funktion als eine Kältemittel-druckverringervorrichtung zur Verringerung des Drucks des Kältemittels ausführt und der das Kältemittel durch den Betrieb des Ansaugens einer mit hoher Geschwindigkeit ausgestoßenen Kältemittelströmung zirkuliert.

[0125] Insbesondere ist der Ejektor aus einem Düsenteil, der den Druck des Kältemittels verringert, und einem Körperteil, der eine Kältemittelansaugöffnung und einen Diffusorabschnitt darin ausgebildet hat, aufgebaut, wobei die Kältemittelansaugöffnung das Kältemittel durch die Strömung des von dem Düsenteil mit einer hohen Geschwindigkeit ausgestoßenen Kältemittels ansaugt, wobei der Diffusorabschnitt in dem Bereich des Durchgangs eines vermischten Kältemittels allmählich vergrößert ist, um die kinetische Energie des vermischten Kältemittels in die Druckenergie umzuwandeln, wobei das vermischte Kältemittel eine Mischung des ausgestoßenen Kältemittels und des angesaugten Kältemittels ist.

[0126] Als dieser Düsenteil kann ein fester Düsenteil, in dem die Fläche eines Drosseldurchgangs fest ist, oder ein variabler Düsenteil, in dem die Fläche eines Kältemitteldurchgangs variiert werden kann, verwendet werden. Der variable Düsenteil ist aus einem Nadelventil und einem elektrisch betätigten Aktuator aufgebaut, wobei das Nadelventil in dem Düsenteil angeordnet ist und die Fläche des Kältemitteldurchgangs des Düsentails reguliert, wobei der elektrisch betriebene Aktuator aus einem Schrittmotor zum Verschieben des Nadelventils in der Axialrichtung des Düsentails ausgebildet ist.

[0127] Wie zum Beispiel in dem Fall, in dem ein Ejektor **151** als die dritte Druckverringervorrichtung des Wärmepumpenkreislaufs **10** der ersten Ausführungsform verwendet wird, ist, wie durch das schematische Aufbaudiagramm in [Fig. 10](#) gezeigt, ein Verzweigungsabschnitt **152** zum Verzweigen der Kältemittelströmung zwischen dem elektrischen Dreiwegeventil **19** und der Kältemittelleinströmöffnung des Ejektors **151** angeordnet, und das eine verzweigte Kältemittel wird in den Ejektor **151** strömen gelassen. Ferner ist der Innenverdampfer **20** mit der Kältemittelausströmöffnung des Ejektors **151** verbunden.

[0128] Andererseits kann das andere verzweigte Kältemittel über eine Druckverringerungsvorrichtung **153**, wie etwa eine feste Drossel, in einen zweiten Verdampfer **20a** strömen gelassen werden, und der Kältemittelauslass des zweiten Innenverdampfers **20a** kann mit der Kältemittelansaugöffnung des Ejektors **151** verbunden sein. Ferner kann in der Innenklimatisierungseinheit **30** der Innenverdampfer **20** auf der stromaufwärtigen Seite der Strömung der Luft des zweiten Innenverdampfers **20a** angeordnet sein. In **Fig. 10** ist die Strömung des Kältemittels zur Zeit der Kühlbetriebsart gezeigt.

[0129] Dies kann die Verdampfungstemperatur des Kältemittels in dem Innenverdampfer **20** höher als die Verdampfungstemperatur des Kältemittels in dem zweiten Innenverdampfer **20a** zur Zeit der Kühlbetriebsart machen, indem der Betrieb in dem Diffusorteil des Ejektors **151** gefördert wird.

[0130] Folglich kann die Differenz zwischen der Verdampfungstemperatur des Kältemittels in dem Innenverdampfer **20** und dem zweiten Innenverdampfer **20a** sichergestellt werden, und die Temperatur der in den Fahrzeugraum beförderten Luft kann sichergestellt werden, und dadurch kann die beförderte Luft wirkungsvoll gekühlt werden. Ferner kann der Ansaugdruck des Kompressors **11** durch den Druckverstärkungsbetrieb in dem Diffusorteil erhöht werden, um dadurch die Antriebsleistung des Kompressors **11** zu verringern, so dass der COP des Wärmepumpenkreislaufs **10** zur Zeit der Kühlbetriebsart verbessert werden kann. Natürlich kann der Ejektor als die dritte Druckverringerungsvorrichtung des Wärmepumpenkreislaufs **10** der zweiten Ausführungsform verwendet werden.

(2) In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird der elektrisch betriebene Kompressor vom zweistufigen Verstärkungstyp, in dem die ersten und zweiten Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** von dem gemeinsamen Elektromotor angetrieben werden, als der Kompressor **11** verwendet. Jedoch ist die Art des Kompressors nicht auf diesen Typ beschränkt. Unnötig zu sagen, dass ein elektrisch betriebener Kompressor vom zweistufigen Verstärkungstyp verwendet werden kann, in dem zwei (erste und zweite) Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** mit fester Verdrängung von verschiedenen Elektromotoren angetrieben werden. Ferner brauchen die ersten und zweiten Kompressionsmechanismen **11b**, **11c** nicht in dem gleichen Gehäuse **11a** untergebracht sein, sondern die zwei verschiedenen Kompressoren können in einer Reihe angeordnet sein.

(3) In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist die Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung aus den ersten und zweiten elektrischen Expansionsventilen **15a**, **15b**, dem Öff-

nungs-/Schließventil **17** und dem elektrischen Dreiwegeventil **19** aufgebaut, aber die Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung ist nicht auf dieses beschränkt.

[0131] Zum Beispiel ist es in der ersten Ausführungsform auch möglich, die erste Dreiwegeverbindung **13a** zu beseitigen und ein elektrisches Dreiwegeventil zu verwenden, das geschaltet wird, um zur Zeit der Heizbetriebsart den Kältemittelkreislauf festzulegen, in dem die Auslassseite des Innenkondensators **12** mit der Einlassseite des ersten elektrischen Expansionsventils **15a** verbunden ist, und das geschaltet wird, um zur Zeit der Kühlbetriebsart den Kältemittelkreislauf festzulegen, in dem der Innenkondensator **12** mit der einen Kältemittelleinströmöffnung der zweiten Dreiwegeverbindung **13b** verbunden ist.

[0132] Ferner werden in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** mit der vollständigen Schließfunktion als die ersten und zweiten Druckverringerungsvorrichtungen verwendet, und dadurch haben die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** auch die Funktion der Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung. Unnötig zu sagen, dass die elektrischen Expansionsventile, die nicht die vollständige Schließfunktion haben, als die ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** verwendet werden können und die Öffnungs-/Schließventile auf der stromaufwärtigen oder der stromabwärtigen Seite der ersten und zweiten elektrischen Expansionsventile **15a**, **15b** angeordnet sein können.

(4) In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird das Kühlmittel des Motors EG als die externe Wärmequelle verwendet, aber die externe Wärmequelle ist nicht auf dieses beschränkt. Zum Beispiel in dem Fall, in dem der Wärmepumpenkreislauf **10** auf die Fahrzeugklimaanlage angewendet wird, kann das Abgas, das von dem Motor-EG abgegeben wird, als die externe Wärmequelle verwendet werden, oder das Kühlmittel zum Kühlen elektrischer Komponenten, wie etwa eines Inverters und eines Elektromotors, die in dem Fahrzeug montiert sind, kann als die externe Wärmequelle verwendet werden. In diesem Fall bauen die Öffnungs-/Schließventile die Kältemittelströmungs-Umschalt-einrichtung auf.

(5) In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform war ein Beispiel, in dem das gewöhnliche Fluorkohlenstoff-basierte Kältemittel als das Kältemittel verwendet wird, aber die Art des Kältemittels ist nicht auf dieses beschränkt. Ein natürliches Kältemittel, wie etwa Kohlendioxid, und ein Kohlenwasserstoff-basiertes Kältemittel können als das Kältemittel verwendet werden. Ferner kann der Wärmepumpenkreislauf **10** einen überkritischen Kältekreislauf aufbauen, in dem der Druck des von dem Kompressor **11** ausgestoße-

nen Kältemittels höher als der überkritische Druck des Kältemittels wird.

(6) In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform war ein Beispiel, in dem der Wärmepumpenkreislauf **10** der vorliegenden Erfindung auf die Fahrzeugklimaanlage angewendet wird, aber die Anwendung der vorliegenden Erfindung ist nicht auf dieses beschränkt. Zum Beispiel kann die vorliegende Erfindung auf eine ortsfeste Klimaanlage, ein Niedertemperaturlager, eine Kühl-/Heizvorrichtung für einen Verkaufsautomaten und ähnliches angewendet werden.

[0133] Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit ihren bevorzugten Ausführungsformen unter Bezug auf die begleitenden Zeichnungen vollständig beschrieben wurde, muss bemerkt werden, dass für Fachleute der Technik vielfältige Änderungen und Modifikationen offensichtlich werden. Es versteht sich, dass derartige Änderungen und Modifikationen innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung, wie durch die beigefügten Patentansprüche definiert, liegen.

Patentansprüche

1. Wärmepumpenkreislauf, der umfasst:

einen ersten Kompressionsmechanismus (**11b**), der geeignet ist, ein Kältemittel zu komprimieren und auszustößen;

einen zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**), der geeignet ist, das von dem ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) ausgestoßene Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen;

einen ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem von dem zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**) ausgestoßenen Kältemittel und einem Fluid, das Wärme austauschen soll;

einen zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**20**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Fluid, um das Kältemittel zu einer Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) ausströmen zu lassen;

einen Außenwärmetauscher (**18**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und Außenluft; eine Heizeinrichtung (**14**) zum Heizen des Kältemittels unter Verwendung von Wärme von einer externen Wärmequelle,

eine erste Druckverringervorrichtung (**15a**), die geeignet ist, das in die Heizeinrichtung (**14**) strömende Kältemittel zu dekomprimieren;

eine zweite Druckverringervorrichtung (**15b**), die geeignet ist, das in den Außenwärmetauscher (**18**) strömende Kältemittel zu dekomprimieren;

eine dritte Druckverringervorrichtung (**15c**), die geeignet ist, das in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**20**) strömende Kältemittel zu dekomprimieren;

einen Gas-Flüssigkeitsabscheider (**16**) zum Abscheiden von Gas und Flüssigkeit des aus der Heizeinrichtung strömenden Kältemittels und um ein abgeschiedenes gasphasiges Kältemittel aus einer Ansaugseite des zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**) ausströmen zu lassen und um ein abgeschiedenes flüssigphasiges Kältemittel zu der zweiten Druckverringervorrichtung (**15b**) ausströmen zu lassen; und

eine Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung (**15a, 15b, 17, 19**) zum Umschalten zwischen einem Kältemittelkreislauf einer Kühlbetriebsart und einem Kältemittelkreislauf einer Heizbetriebsart,

wobei die Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung (**15a, 15b, 17, 19**) in der Kühlbetriebsart das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) strömende Kältemittel in den Außenwärmetauscher (**18**) strömen lässt und das aus dem Außenwärmetauscher (**18**) strömende Kältemittel über die dritte Druckverringervorrichtung (**15c**) in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**20**) strömen lässt, und

wobei die Kältemittelströmungs-Umschalteinrichtung (**15a, 15b, 17, 19**) in der Heizbetriebsart das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) strömende Kältemittel über die erste Druckverringervorrichtung (**15a**) in die Heizeinrichtung (**14**) strömen lässt und das aus dem Außenwärmetauscher (**18**) strömende Kältemittel in eine Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) strömen lässt.

2. Wärmepumpenkreislauf, der umfasst:

einen ersten Kompressionsmechanismus (**11b**), der geeignet ist, ein Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen;

einen zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**), der geeignet ist, das von dem ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) ausgestoßene Kältemittel zu komprimieren und auszustoßen;

einen ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem von dem zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**) ausgestoßenen Kältemittel und einem Fluid, das Wärme austauschen soll;

einen zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**20**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Fluid, um das Kältemittel zu einer Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) ausströmen zu lassen;

einen Außenwärmetauscher (**18**) zum Austauschen von Wärme zwischen dem Kältemittel und Außenluft; eine Heizeinrichtung (**14**) zum Heizen des Kältemittels, das zu dem zweiten Kompressionsmechanismus (**11c**) gesaugt werden soll, unter Verwendung von Wärme von einer externen Wärmequelle;

eine erste Druckverringervorrichtung (**15a**), die geeignet ist, das in die Heizeinrichtung (**14**) strömende Kältemittel zu dekomprimieren;

eine zweite Druckverringerungsvorrichtung (**15b**), die geeignet ist, das in den Außenwärmetauscher (**18**) strömende Kältemittel zu dekomprimieren;
 eine dritte Druckverringerungsvorrichtung (**15c**), die geeignet ist, das in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**20**) strömende Kältemittel zu dekomprimieren;
 einen Verzweigungsabschnitt (**13a**), der geeignet ist, eine Strömung des Kältemittels, die aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) strömt, in einen ersten Strom des Kältemittels, das in Richtung der ersten Druckverringerungsvorrichtung (**15a**) strömt, und einen zweiten Strom des Kältemittels, das in Richtung des Außenwärmetauschers (**18**) strömt, zu verzweigen; und
 eine Kältemittelströmungs-Umschalteneinrichtung (**15a, 15b, 17, 19**) zum Umschalten zwischen einem Kältemittelkreislauf einer Kühlbetriebsart und einem Kältemittelkreislauf einer Heizbetriebsart,
 wobei die Kältemittelströmungs-Umschalteneinrichtung (**15a, 15b, 17, 19**) in der Kühlbetriebsart das aus dem ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) strömende Kältemittel in den Außenwärmetauscher (**18**) strömen lässt, ohne die Strömung des Kältemittels an dem Verzweigungsabschnitt (**13a**) zu verzweigen, und das aus dem Außenwärmetauscher (**18**) strömende Kältemittel über die dritte Druckverringerungsvorrichtung (**15c**) in den zweiten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**20**) strömen lässt,
 wobei die Kältemittelströmungs-Umschalteneinrichtung (**15a, 15b, 17, 19**) in der Heizbetriebsart das an dem Verzweigungsabschnitt (**13a**) verzweigte Kältemittel des ersten Stroms über die erste Druckverringerungsvorrichtung (**15a**) in die Heizeinrichtung (**14**) strömen lässt und das an dem Verzweigungsabschnitt (**13a**) verzweigte Kältemittel des zweiten Stroms über die zweite Druckverringerungsvorrichtung (**15b**) in den Außenwärmetauscher (**18**) strömen lässt und das aus dem Außenwärmetauscher (**18**) strömende Kältemittel in eine Ansaugseite des ersten Kompressionsmechanismus (**11b**) strömen lässt.

3. Wärmepumpenkreislauf gemäß Anspruch 1 oder 2,
 wobei das Fluid Luft ist, die in einen zu klimatisierenden Raum befördert werden soll, und
 wobei der zweite nutzungsseitige Wärmetauscher (**20**) in einer Strömungsrichtung der Luft in Bezug auf den ersten nutzungsseitigen Wärmetauscher (**12**) auf einer stromaufwärtigen Seite angeordnet ist.

4. Wärmepumpenkreislauf gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, der für eine Fahrzeugklimaanlage geeignet ist,
 wobei das Fluid Luft ist, die einen Fahrzeugraum befördert werden soll, und
 wobei die externe Wärmequelle ein Kühlmittel zum Kühlen eines Verbrennungsmotors (EG) ist, der eine Antriebskraft zum Fahren eines Fahrzeugs ausgibt.

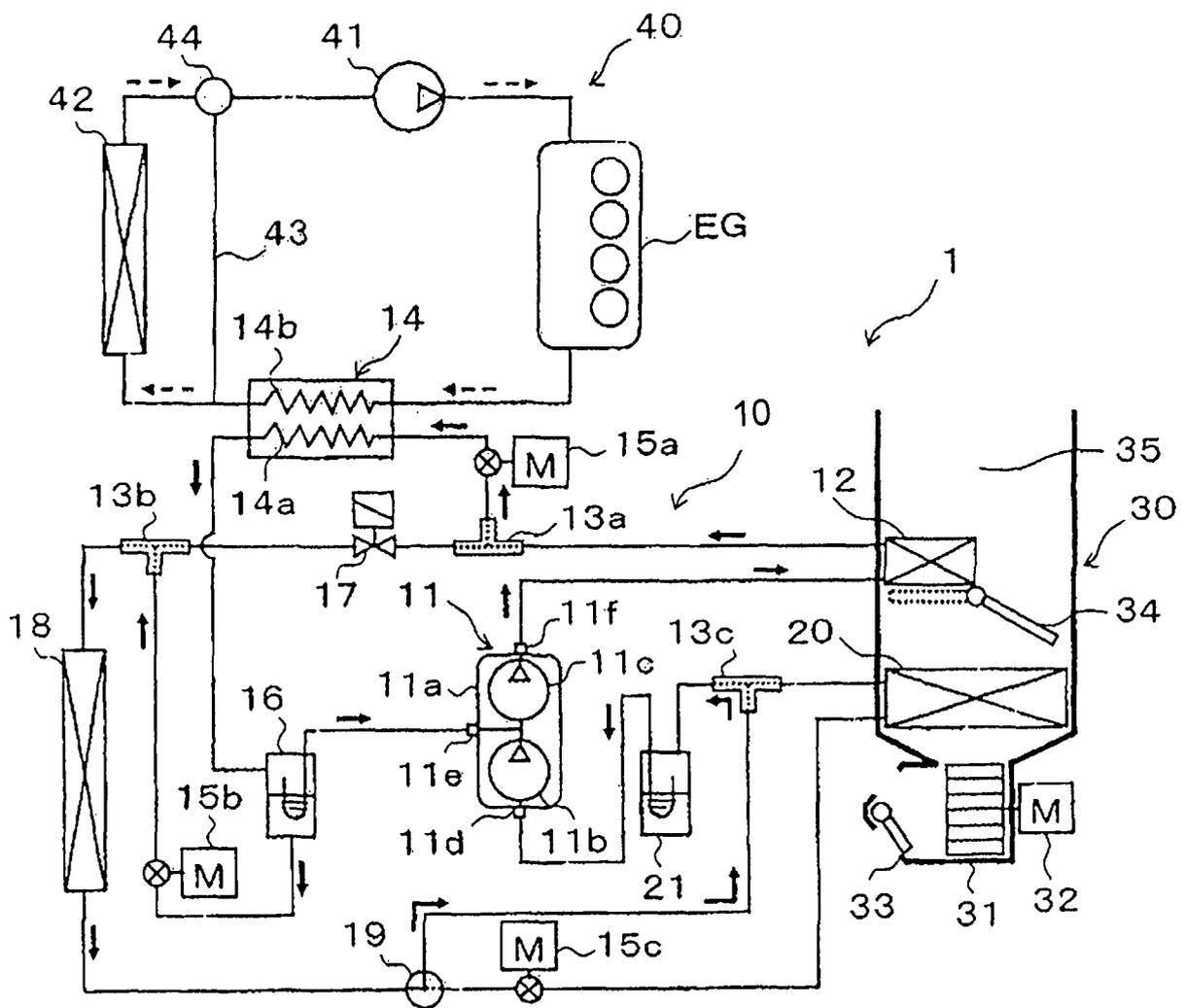
5. Wärmepumpenkreislauf gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, der für eine Fahrzeugklimaanlage geeignet ist,
 wobei das Fluid Luft ist, die einen Fahrzeugraum befördert werden soll, und
 wobei die externe Wärmequelle ein Abgas ist, das von einem Verbrennungsmotor (EG) ausströmt, der eine Antriebskraft zum Fahren eines Fahrzeugs ausgibt.

6. Wärmepumpenkreislauf gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, der für eine Fahrzeugklimaanlage geeignet ist,
 wobei das Fluid Luft ist, die einen Fahrzeugraum befördert werden soll, und
 wobei die externe Wärmequelle ein Kühlmittel zum Kühlen einer an einem Fahrzeug montierten elektrischen Komponente ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



(Heizbetriebsart)

FIG. 2

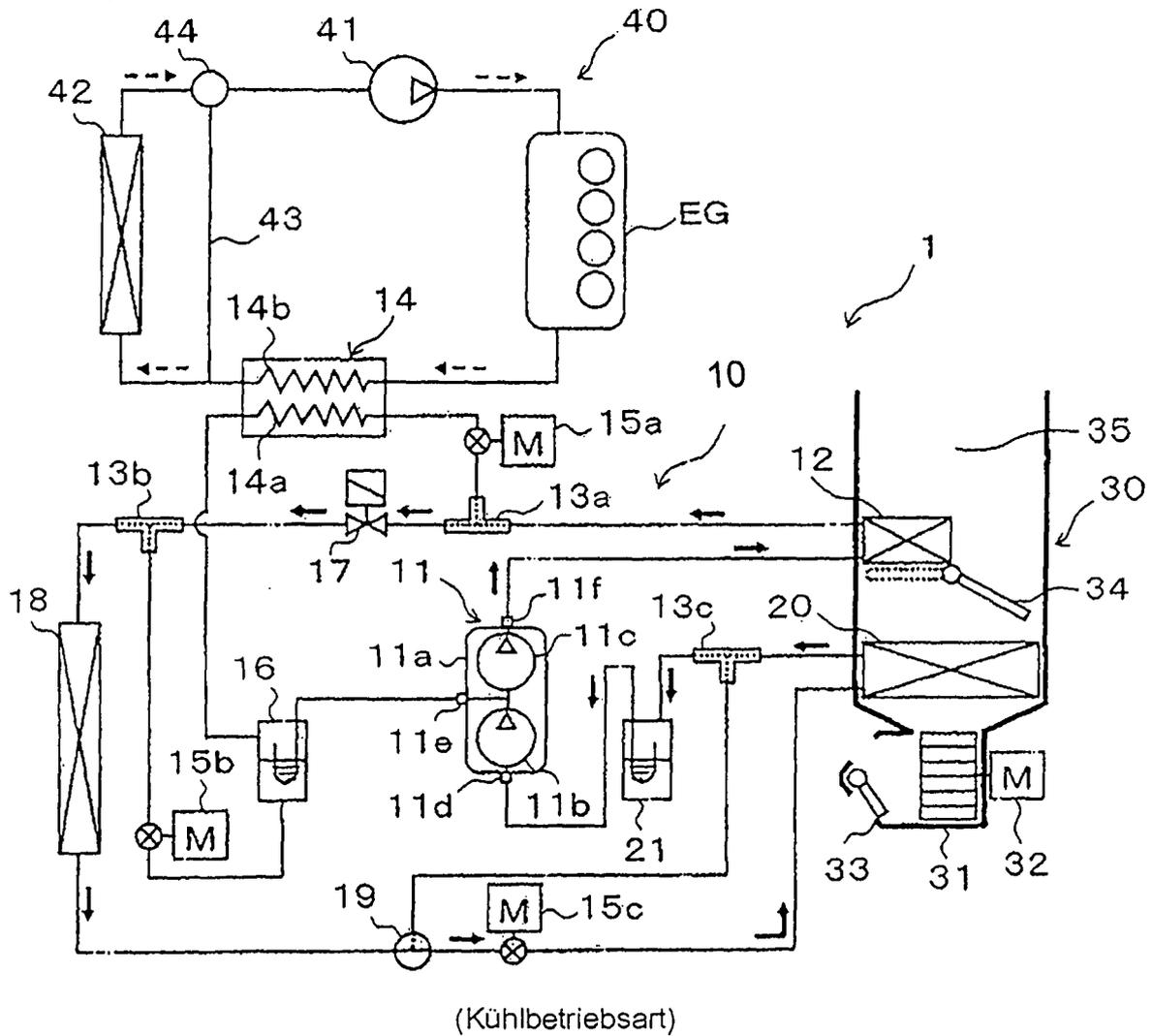


FIG. 3

	Heizbetriebsart	Kühlbetriebsart
Öffnungs-/Schließventil	Schließen	Öffnen
Erstes elektrisches Ventil	Drosselzustand	Ganz geschlossener Zustand
Zweites elektrisches Ventil	Drosselzustand	Ganz geschlossener Zustand
Drittes elektrisches Ventil	—	Drosselzustand
Elektrisches Dreiwegeventil	Außenwärmetauscher und dritte Dreiwegeverbindung verbinden	Außenwärmetauscher und drittes elektrisches Expansionsventil verbinden

FIG. 6

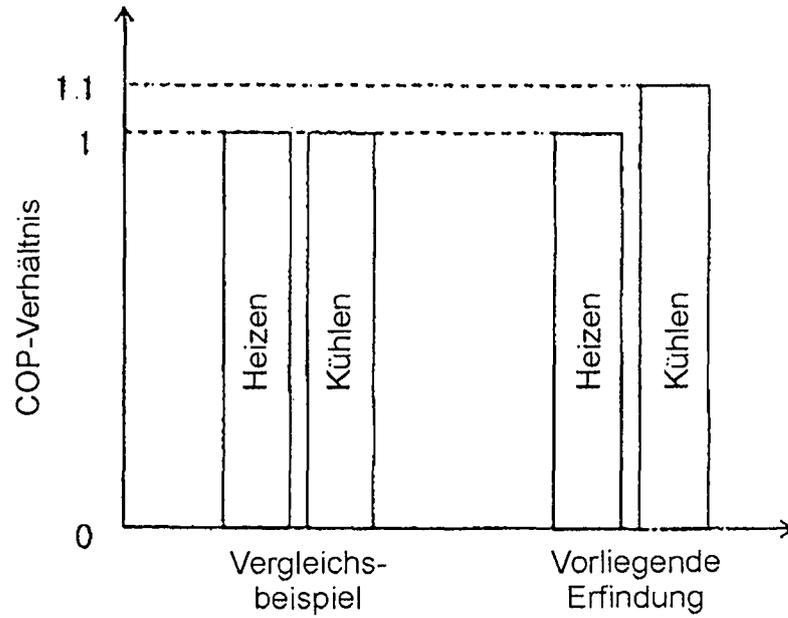


FIG. 7

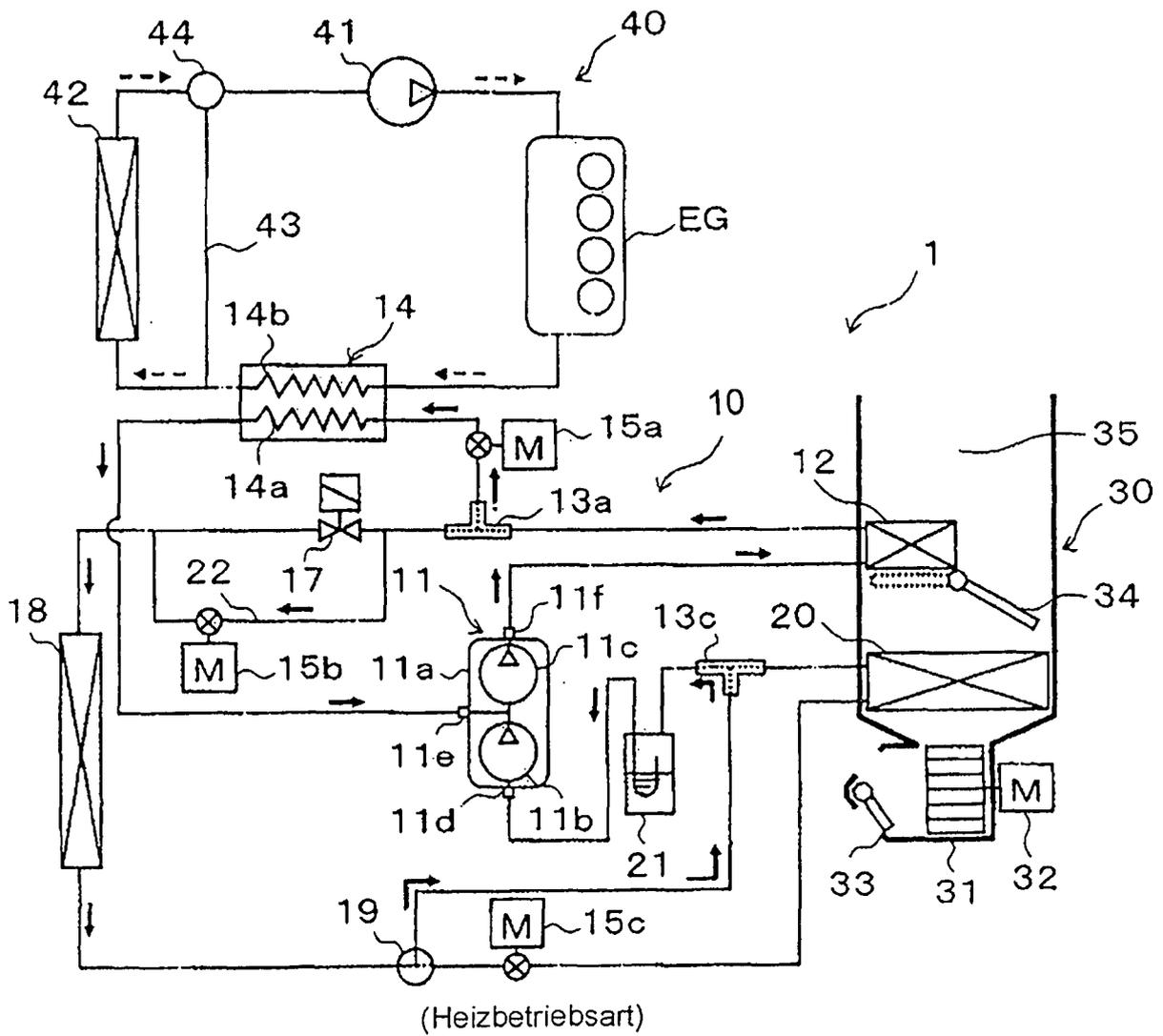


FIG. 8

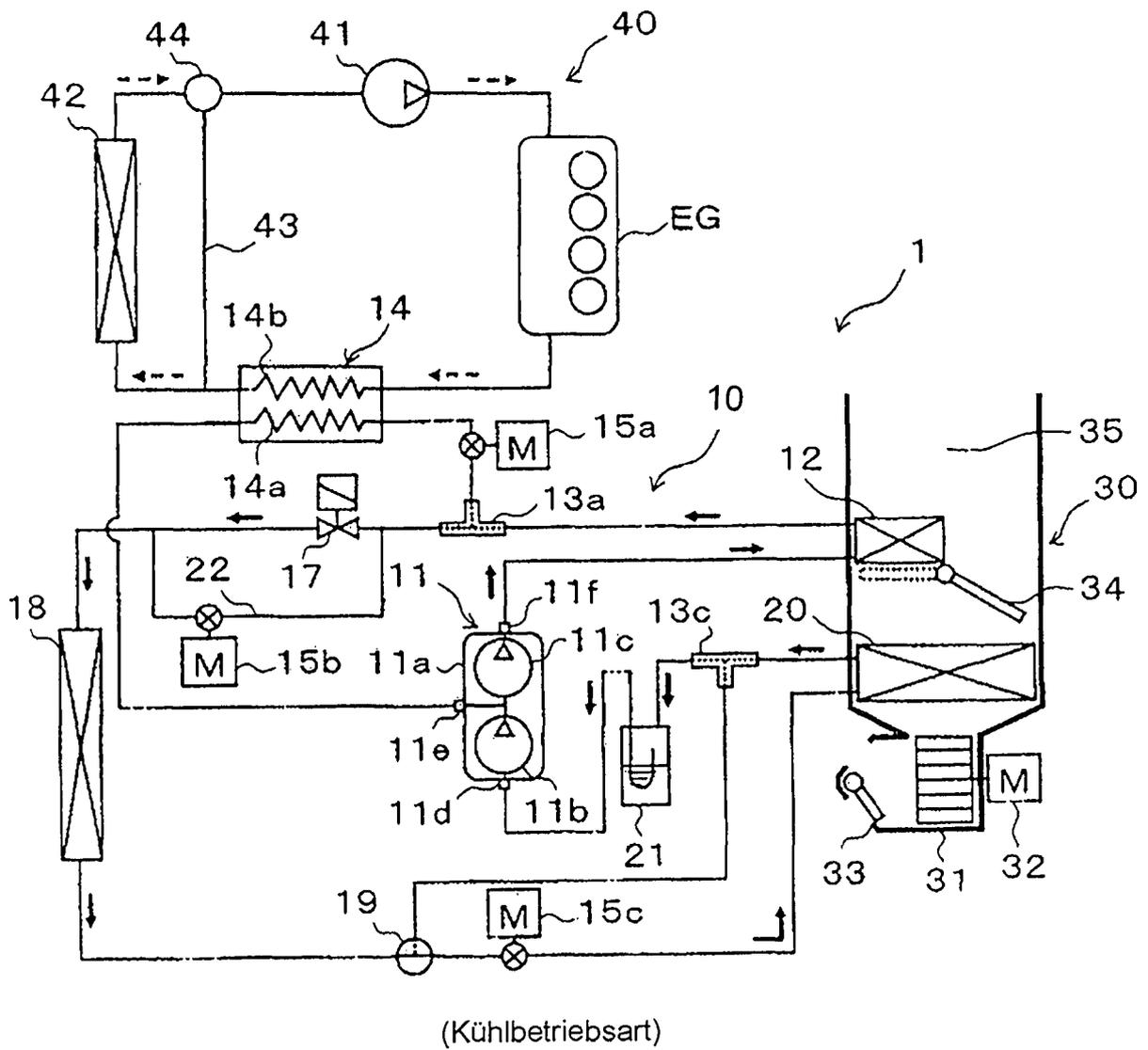


FIG. 9

(Heizbetriebsart)

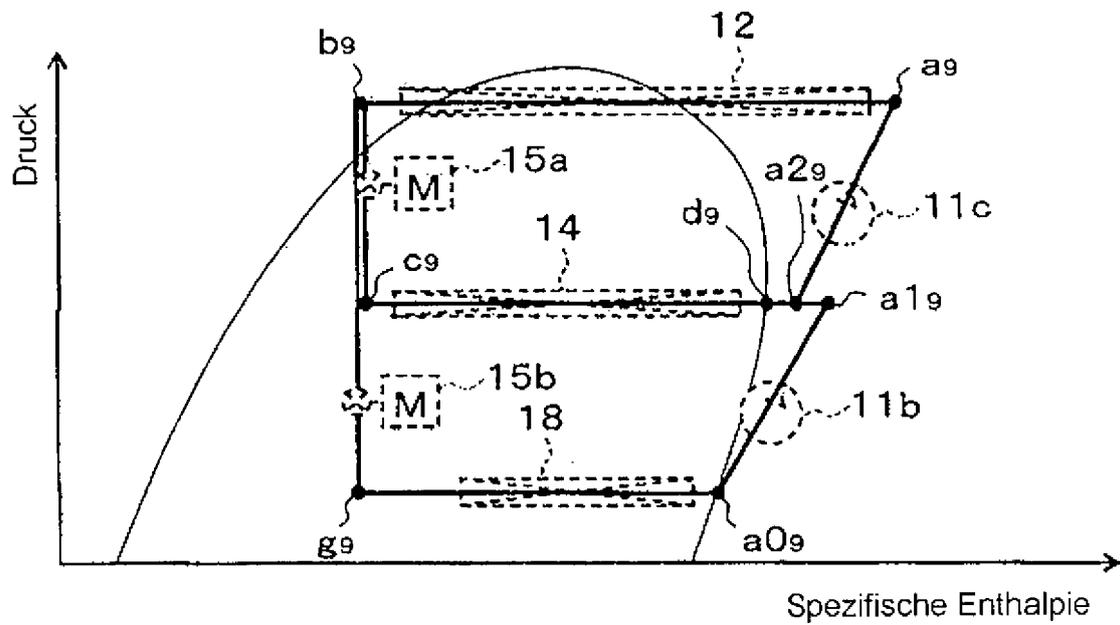
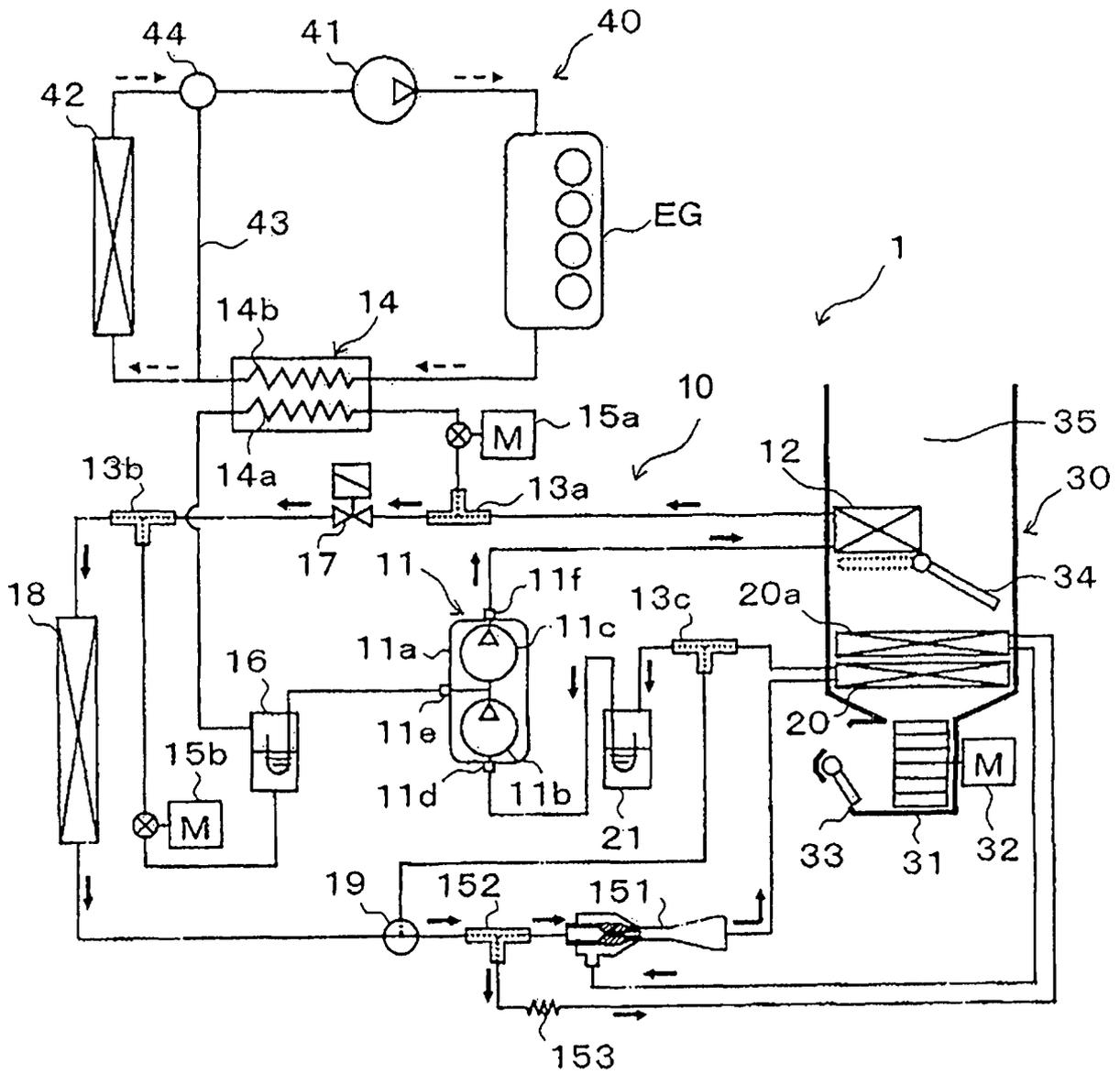


FIG. 10



(Kühlbetriebsart)