



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/030182**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 004 134.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/025950**
(86) PCT-Anmeldetag: **09.07.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.02.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **17.05.2023**

(51) Int Cl.: **F25B 5/02 (2006.01)**
F25B 1/00 (2006.01)
B60H 1/02 (2006.01)
B60H 1/22 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2020-133010 05.08.2020 JP
(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

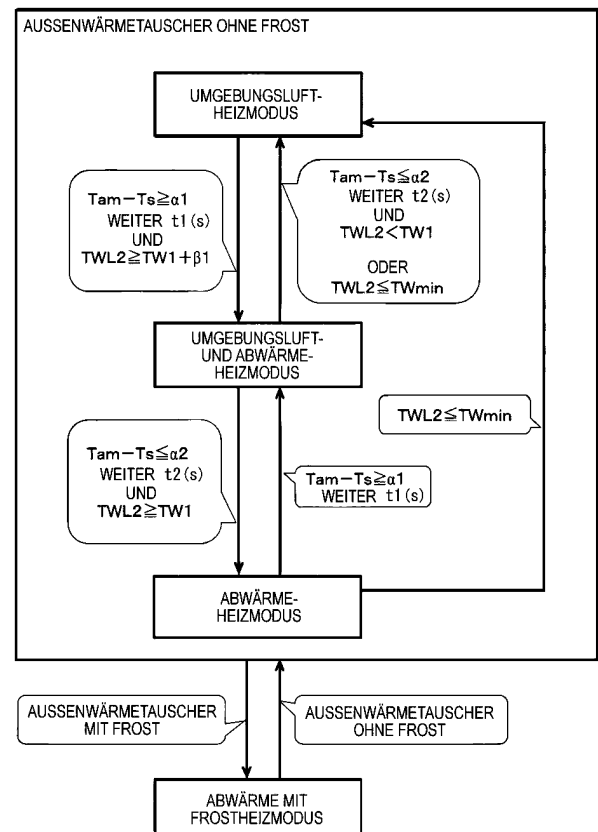
(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE
(72) Erfinder:
Kami, Yuichi, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Katou, Daiki, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kältekreislaufvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es ist Folgendes gezeigt: eine Kältemittelkreislaufumschalteneinheit (15a, 15b), die zwischen einem Kältemittelkreislauf in einem Abwärmeheizmodus, in dem der Außenwärmetauscher (16) keine Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit (19, 50) Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt (80) aufnimmt, und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungsluftabwärmeheizmodus, in dem der Außenwärmetauscher (16) Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit (19, 50) Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt (80) aufnimmt, umschaltet; und ein Steuerungsgerät (60), das in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit (15a, 15b) steuert, um in den Abwärmeheizmodus umzuschalten, wenn eine Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz, die eine Temperaturdifferenz ist, die durch Subtraktion einer Temperatur (T_s) des in den Verdichter (11) angesaugten Kältemittels von einer Umgebungslufttemperatur (T_{am}) erhalten wird, gleich wie oder niedriger als eine untere Grenztemperaturdifferenz ($\alpha 2$) ist, und eine Temperatur ($TWL2$) des Wärmeaufnahmeobjekts (80) gleich wie oder höher als eine wärmeaufnehmbare Temperatur ($TW1$) ist.



Beschreibung**[QUERVERWEIS AUF ZUGEHÖRIGE ANMELDUNG]**

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2020-133010, die am 5. August 2020 eingereicht wurde und deren Offenbarung hierin durch Bezugnahme Teil dieser Anmeldung ist.

[TECHNISCHES GEBIET]

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Kältekreislaufvorrichtung, die eine Erwärmung (ein Heizen) durch Aufnahme von Wärme aus einer Vielzahl von Wärmequellen ausführt.

[HINTERGRUND]

[0003] Konventionell heizt eine in der Patentliteratur 1 beschriebene Fahrzeugklimaanlage eine Fahrzeugkabine durch Aufnahme von Wärme von einem Außenwärmetauscher und einem nicht temperaturgesteuerten Objekt. In diesem Stand der Technik werden Effizienz und Leistung der Heizung dadurch verbessert, dass die Heizung nicht nur durch Aufnahme von Wärme von der Umgebungsluft, sondern auch durch Nutzung der Abwärme des nicht temperaturgesteuerten Objekts ausgeführt wird.

[LITERATUR ZUM STAND DER TECHNIK]**[PATENTLITERATUR]**

[0004] [PATENTLITERATUR 1] JP2020-26196A

[ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG]

[0005] Da jedoch bei der obigen konventionellen Technologie der niedrige Druck in dem Kältekreislauf aufgrund der Aufnahme (Absorption) der Abwärme erhöht wird, kann die Kältemitteltemperatur in dem Außenwärmetauscher bei einer großen Abwärmemenge höher werden als die Umgebungslufttemperatur. Wenn die Kältemitteltemperatur in dem Außenwärmetauscher höher wird als die Umgebungslufttemperatur, wird Wärme von dem Kältemittel an die Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher abgeleitet, was zu einer Verschlechterung der Heizungseffizienz und Heizleistung (Heizwirkungsggrad) führt.

[0006] In Anbetracht der vorstehenden Gesichtspunkte ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Heizleistung in einer Kältekreislaufvorrichtung zu verbessern, die das Heizen durch Aufnahme von Wärme aus einer Vielzahl von Wärmequellen ausführt.

[0007] Eine Kältekreislaufvorrichtung gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Verdichter, eine Heizeinheit, ein Heizexpansionsventil, einen Außenwärmetauscher, ein Kühlexpansionsventil, einen Innenverdampfer, ein Wärmeaufnahmeexpansionsventil und eine Wärmeaufnahmeeinheit, eine Kältemittelkreislaufumschalt-einheit und ein Steuerungsgerät (eine Steuerungseinheit).

[0008] Der Verdichter verdichtet ein Kältemittel und gibt es ab. Die Heizeinheit heizt (erwärmt, beheizt) eine Luft, die in einen klimatisierten (zu klimatisierenden) Raum eingeblasen wird, durch Verwendung des von dem Verdichter abgegebenen Kältemittels als eine Wärmequelle.

[0009] Das Heizexpansionsventil dekomprimiert das von der Heizeinheit abgegebene Kältemittel. Der Außenwärmetauscher tauscht Wärme zwischen dem von dem Heizexpansionsventil abgegebenen Kältemittel und der Umgebungsluft aus.

[0010] Das Kühlexpansionsventil dekomprimiert das von dem Außenwärmetauscher abgegebene Kältemittel. Der Innenverdampfer verdampft das von dem Kühlexpansionsventil abgegebene Kältemittel und kühlt die Luft ab, bevor sie von der Heizeinheit beheizt wird.

[0011] Das Wärmeaufnahmeexpansionsventil dekomprimiert das von dem Außenwärmetauscher abgegebene Kältemittel. Die Wärmeaufnahmeeinheit verdampft das von dem Wärmeaufnahmeexpansionsventil abgegebene Kältemittel und nimmt Wärme von einem Wärmeaufnahmeobjekt auf.

[0012] Die Kältemittelkreislaufumschalt-einheit schaltet zwischen einem Kältemittelkreislauf in einem Abwärmeheizmodus, in dem der Außenwärmetauscher keine Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungsluftabwärmeheizmodus, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt.

[0013] In dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus steuert das Steuerungsgerät die Kältemittelkreislaufumschalt-einheit, um in den Abwärmeheizmodus umzuschalten, wenn eine Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz gleich wie oder kleiner als eine untere Grenztemperaturdifferenz ist und eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder höher als eine wärmeaufnehmbare Temperatur (Wärmeaufnahmetemperatur) ist. Die Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz ist eine Temperaturdifferenz, die man erhält, wenn man die Tempera-

tur des in den Verdichter angesaugten Kältemittels von der Umgebungslufttemperatur T_{am} subtrahiert.

[0014] Demgemäß ist es möglich, eine Verschlechterung der Heizeffizienz und der Heizleistung zu verhindern, auch wenn ein niedriger Druck des Kältemittelkreislaufs aufgrund einer Abwärmeaufnahme ansteigt, da eine Wärmeabgabe von dem Kältemittel an die Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher durch Umschalten in den Abwärmeheizmodus verhindert werden kann.

Figurenliste

[0015] Diese und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung sind aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser ersichtlich.

[Fig. 1] Ein Gesamtgestaltungsschaubild einer Fahrzeugklimaanlage einer ersten Ausführungsform.

[Fig. 2] Ein Blockschaubild, das ein elektrisches Steuerungsgerät (Steuerungseinheit) der Fahrzeugklimaanlage der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 3] Ein erläuterndes Schaubild, das Bedingungen zum Umschalten der Betriebsmodi in einem Steuerungsprogramm der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 4] Ein Schaubild nach Mollier (Mollier-Schaubild), das eine Änderung eines Zustands eines Kältemittels in einem Heizmodus durch eine Umgebungsluft und eine Abwärme der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 5] Ein Schaubild nach Mollier (Mollier-Schaubild), das eine Änderung eines Zustands eines Kältemittels in einem Heizmodus durch eine Umgebungsluft und eine Abwärme eines Vergleichsbeispiels zeigt.

[Fig. 6] Ein Gesamtgestaltungsschaubild einer Fahrzeugklimaanlage einer zweiten Ausführungsform.

[AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG]

[0016] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. In jeder Ausführungsform sind Abschnitte, die den in der vorangegangenen Ausführungsform beschriebenen Abschnitten entsprechen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und überlappende Beschreibungen können weggelassen werden. Wenn in jeder Ausführungsform nur ein Teil der Gestaltung beschrieben ist, können andere, zuvor beschriebene Ausführungsformen auf andere Teile der Gestaltung angewandt werden. Es ist auch möglich, die Ausführungsformen teilweise zu kombi-

nieren, selbst wenn dies nicht explizit beschrieben ist, solange es kein Problem bei der Kombination gibt und die Kombination der Teile spezifisch und explizit beschrieben ist, dass die Kombination möglich ist.

Erste Ausführungsform

[0017] Eine erste Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 5** beschrieben. Eine Kältekreislaufvorrichtung 10 ist an einer Fahrzeugklimaanlage angebracht, die in einem Elektrofahrzeug montiert ist. Bei dem Elektrofahrzeug handelt es sich um ein Fahrzeug, das eine Antriebskraft eines Elektromotors zum Fahren (Betrieb) nutzt. Die Fahrzeugklimaanlage 1 klimatisiert eine Fahrzeugkabine, die ein zu klimatisierender Raum ist.

[0018] Die Fahrzeugklimaanlage 1 weist eine Kältekreislaufvorrichtung 10, eine Innenklimatisierungseinheit 30, einen hochtemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 40, einen niedertemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 50 usw. auf, wie in dem Gesamtgestaltungsschaubild von **Fig. 1** dargestellt ist.

[0019] Um eine Klimatisierung der Fahrzeugkabine auszuführen, kühlt die Kältekreislaufvorrichtung 10 eine der Fahrzeugkabine zugeführte Luft und heizt ein in dem hochtemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 40 zirkulierendes hochtemperaturseitiges Wärmemedium. Zum Kühlen einer Abwärmeverrichtung 80 kühlt die Kältekreislaufvorrichtung 10 ein niedertemperaturseitiges Wärmemedium, das in dem niedertemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 50 zirkuliert.

[0020] Die Kältekreislaufvorrichtung 10 kann Kältemittelkreisläufe in verschiedenen Betriebsmodi umschalten, um eine Klimatisierung der Fahrzeugkabine auszuführen. Beispielsweise kann das Umschalten zwischen einem Kältemittelkreislauf in einem Kühlmodus, einem Kältemittelkreislauf in einem Entfeuchtungs- und Heizmodus, einem Kältemittelkreislauf in einem Heizmodus und dergleichen ausgeführt werden.

[0021] Des Weiteren verwendet die Kältekreislaufvorrichtung 10 ein Kältemittel auf HFO-Basis (insbesondere R1234yf) als ein Kältemittel und stellt einen unterkritischen Kältekreislauf der Dampfverdichtungsart bereit, in dem der Druck eines von einem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels den kritischen Druck des Kältemittels nicht überschreitet. Ein Kältemaschinenöl zur Schmierung des Verdichters 11 ist mit dem Kältemittel vermischt. Ein Teil des Kältemaschinenöls zirkuliert in dem Kreislauf zusammen mit dem Kältemittel.

[0022] Unter den Komponenten der Kältekreislaufvorrichtung 10 saugt der Verdichter 11 das Kältemittel in der Kältekreislaufvorrichtung 10 an, verdichtet es und gibt es ab. Der Verdichter 11 ist in einem vorderen Bereich des Fahrzeugs angeordnet und ist in einem Antriebsvorrichtungsraum angeordnet, in dem ein Elektromotor und dergleichen untergebracht ist. Der Verdichter 11 ist ein elektrischer Verdichter, der einen Verdichtungsmechanismus mit festgelegter Verdrängungsleistung durch einen Elektromotor drehbar antreibt. Der Verdichter 11 wird durch Variieren einer Drehzahl, d.h. einer Kältemittelabgabeleistung, durch ein Steuerungssignal gesteuert, das von einem/einer in **Fig. 2** dargestellten Steuerungsgerät/Steuerungseinheit 60 ausgegeben wird.

[0023] Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist eine Einlassseite eines Kältemitteldurchgangs eines Wasserkältemittelwärmetauschers 12 mit einer Auslassöffnung des Verdichters 11 verbunden. Der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 hat einen Kältemitteldurchgang zum Zirkulieren des von dem Verdichter 11 abgegebenen Hochdruckkältemittels und einen Wasserdurchgang zum Zirkulieren eines hochtemperaturseitigen Wärmemediums, das in dem hochtemperaturseitigen Wärmemediumskreislauf 40 zirkuliert. Der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 ist ein Wärmetauscher, der einen Wärmeaustausch zwischen dem in dem Kältemitteldurchgang strömenden Hochdruckkältemittel und dem in dem Wasserdurchgang strömenden hochtemperaturseitigen Wärmemedium zur Erwärmung des hochtemperaturseitigen Wärmemediums ausführt.

[0024] Eine Einlassseite einer ersten Verbindungsstelle 13a, die drei Anschlüsse hat, ist mit einem Auslass des Kältemitteldurchgangs des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 verbunden. Als eine solche Dreiwegeverbindungsstelle kann eine Verbindungsstelle verwendet werden, die durch die Verbindung einer Vielzahl von Rohren ausgebildet ist, oder eine Dreiwegeverbindungsstelle verwendet werden, die durch die Bereitstellung einer Vielzahl von Kältemitteldurchgängen in einem Metallblock oder einem Harzblock ausgebildet ist.

[0025] Die Kältekreislaufvorrichtung 10 weist eine zweite bis vierte Verbindungsstelle 13b bis 13d auf. Die dritte Verbindungsstelle 13c ist eine Dreiwegeverbindungsstelle ähnlich der ersten Verbindungsstelle 13a. Die zweite Verbindungsstelle 13b und die vierte Verbindungsstelle 13d sind Vierwegeverbindungsstellen, die vier Anschlüsse haben, die miteinander in Verbindung stehen.

[0026] Eine Einlassseite eines Heizexpansionsventils 14a ist mit einem der Auslässe der ersten Verbindungsstelle 13a verbunden. Einer der Einlässe der zweiten Verbindungsstelle 13b ist über einen Bypassdurchgang 22a mit dem anderen eines Aus-

lasses der ersten Verbindungsstelle 13a verbunden. Ein Entfeuchtungsschaltventil 15a ist in dem Bypassdurchgang 22a angeordnet.

[0027] Das Entfeuchtungsschaltventil 15a ist ein elektromagnetisches Ventil, das den Bypassdurchgang 22a öffnet und schließt. Die Kältekreislaufvorrichtung 10 weist ein Heizschaltventil 15b auf. Das Heizschaltventil 15b ist im Wesentlichen gleich gestaltet wie das Entfeuchtungsschaltventil 15a.

[0028] Das Entfeuchtungsschaltventil 15a und das Heizschaltventil 15b können den Kältemittelkreislauf jedes der Betriebsmodi durch Öffnen oder Schließen des Kältemitteldurchgangs umschalten. Das Entfeuchtungsschaltventil 15a und das Heizschaltventil 15b sind Kältemittelkreislaufumschaltvorrichtungen zum Umschalten des Kältemittelkreislaufs des Kreislaufs. Betriebe des Entfeuchtungsschaltventils 15a und des Heizschaltventils 15b werden durch Steuerungsspannungen gesteuert, die von dem Steuerungsgerät 60 ausgegeben werden.

[0029] Das Heizexpansionsventil 14a ist eine Heizdruckreduziereinheit, die ein von dem Kältemitteldurchgang des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 ausströmendes Hochdruckkältemittel dekomprimiert und gleichzeitig eine Strömungsmenge (Massenstromrate) des zu einer stromabwärtigen Seite ausströmenden Kältemittels in einem Betriebsmodus zum Heizen zumindest der Fahrzeugkabine einstellt. Das Heizexpansionsventil 14a ist ein elektrischer variabler Drosselmechanismus (d.h. ein elektrisches Expansionsventil), der einen Ventilkörper, der so gestaltet ist, dass er einen Drosselöffnungsgrad ändern kann, und einen elektrischen Aktuator (d.h. einen elektrischen Mechanismus) aufweist, der einen Öffnungsgrad des Ventilkörpers ändert.

[0030] Die Kältekreislaufvorrichtung 10 weist ein Kühlexpansionsventil 14b und ein Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c auf. Die grundsätzlichen Gestaltungen des Kühlexpansionsventils 14b und des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c sind ähnlich wie die des Heizexpansionsventils 14a.

[0031] Das Heizexpansionsventil 14a, das Kühlexpansionsventil 14b und das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c haben eine Vollöffnungsfunktion, die darin besteht, dass sie als ein einfacher Kältemitteldurchgang funktionieren, ohne eine strömungsratenregulierende Wirkung und eine Kältemitteldekomprimierungswirkung aufzuweisen, indem sie die Ventilöffnung vollständig öffnen, und eine Vollschießfunktion, die darin besteht, dass sie den Kältemitteldurchgang schließen, indem sie die Ventilöffnung vollständig schließen.

[0032] Das Heizexpansionsventil 14a, das Kühlexpansionsventil 14b und das Wärmeaufnahmeexpan-

sionsventil 14c können den Kältemittelkreislauf in jedem Betriebsmodus durch die Vollöffnungsfunktion und die Vollschießfunktion umschalten. Das Heizexpansionsventil 14a, das Kühlexpansionsventil 14b und das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c arbeiten als eine Kältemittelkreislaufumschalteneinheit. Die Betriebe des Heizexpansionsventils 14a, des Kühlexpansionsventils 14b und des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c werden durch Steuerungssignale (Steuerungsimpulse) gesteuert, die von dem Steuerungsgerät 60 ausgegeben werden.

[0033] Eine Kältemittelinlassseite eines Außenwärmetauschers 16 ist mit einem Auslass des Heizexpansionsventils 14a verbunden. Der Außenwärmetauscher 16 ist ein Wärmetauscher, der einen Wärmeaustausch zwischen dem von dem Heizexpansionsventil 14a abgegebenen Kältemittel und der von einem Kühlgebläse (nicht dargestellt) eingeblasenen Umgebungsluft ausführt. Der Außenwärmetauscher 16 ist auf einer vorderen Seite innerhalb einer Antriebsvorrichtungskammer angeordnet. Daher kann ein Fahrtwind auf den Außenwärmetauscher 16 aufgebracht werden, wenn das Fahrzeug fährt.

[0034] Ein Einlass der dritten Verbindungsstelle 13c ist mit einem Kältemittelauslass des Außenwärmetauschers 16 verbunden. Eine erste Einlassseite der vierten Verbindungsstelle 13d ist über einen Heizdurchgang 22b mit einem der Auslässe der dritten Verbindungsstelle 13c verbunden. Das Heizschaltventil 15b zum Öffnen und Schließen des Kältemitteldurchgangs ist in dem Heizdurchgang 22b angeordnet. Ein erstes Rückschlagventil 17a ist in dem Heizdurchgang 22b angeordnet. Das erste Rückschlagventil 17a lässt eine Strömung des Kältemittels von der Seite der dritten Verbindungsstelle 13c zu der Seite der vierten Verbindungsstelle 13d zu und verhindert eine Strömung des Kältemittels von der Seite der vierten Verbindungsstelle 13d zu der Seite der dritten Verbindungsstelle 13c.

[0035] Der andere Einlass der zweiten Verbindungsstelle 13b ist mit dem anderen Auslass der dritten Verbindungsstelle 13c verbunden. Ein zweites Rückschlagventil 17b ist in einem Kältemitteldurchgang angeordnet, der den anderen Auslass der dritten Verbindungsstelle 13c und den anderen Einlass der zweiten Verbindungsstelle 13b verbindet. Das zweite Rückschlagventil 17b erlaubt dem Kältemittel, von der Seite der dritten Verbindungsstelle 13c zu der Seite der zweiten Verbindungsstelle 13b zu strömen, und verhindert, dass das Kältemittel von der Seite der zweiten Verbindungsstelle 13b zu der Seite der dritten Verbindungsstelle 13c strömt.

[0036] Ein Einlass des Kühlexpansionsventils 14b ist mit einem der Auslässe der zweiten Verbindungsstelle 13b verbunden. Eine Einlassseite des Wärme-

aufnahmeexpansionsventils 14c ist mit dem anderen eines Auslasses der zweiten Verbindungsstelle 13b verbunden.

[0037] Das Kühlexpansionsventil 14b ist eine Klimatisierungsdruckreduziereinheit, die das von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebene Kältemittel dekomprimiert und die Strömungsrate des zu der stromabwärtigen Seite strömenden Kältemittels in einem Betriebsmodus regelt, in dem zumindest eine Kühlung in der Fahrzeugkabine ausgeführt wird.

[0038] Eine Kältemittelinlassseite eines Innenverdampfers 18 ist mit einer Auslassseite des Kühlexpansionsventils 14b verbunden. Der Innenverdampfer 18 ist in einem Klimaanlagegehäuse 31 der Innenklimatisierungseinheit 30 angeordnet. Der Innenverdampfer 18 ist eine Klimatisierungsverdampfungseinheit, die Luft kühlt, indem sie das Niederdruckkältemittel so ausführt, dass es eine Wärmeaufnahme-funktion aufweist, indem es das Niederdruckkältemittel verdampft, indem es einen Wärmeaustausch zwischen dem Niederdruckkältemittel, das durch das Kühlexpansionsventil 14b dekomprimiert wird, und der von einem Gebläse 32 zugeführten Luft ausführt. Der Innenverdampfer 18 ist eine erste Verdampfungseinheit. Ein Kältemittelauslass des Innenverdampfers 18 ist mit einer zweiten Einlassseite der vierten Verbindungsstelle 13d verbunden.

[0039] Ein drittes Rückschlagventil 17c ist in dem Kältemitteldurchgang angeordnet, der die Kältemittelauslassseite des Innenverdampfers 18 und die zweite Einlassseite der vierten Verbindungsstelle 13d miteinander verbindet. Das dritte Rückschlagventil 17c erlaubt dem Kältemittel, von der Seite des Innenverdampfers 18 zu der Seite der vierten Verbindungsstelle 13d zu strömen, und verhindert, dass das Kältemittel von der Seite der vierten Verbindungsstelle 13d zu der Seite des Innenverdampfers 18 strömt.

[0040] Das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c ist eine Wärmeaufnahmedruckreduziereinheit, die den von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemitteldruck reduziert und die Strömungsrate des zu der stromabwärtigen Seite strömenden Kältemittels in dem Betriebsmodus zur Wärmeaufnahme von der Abwärmeverrichtung 80 einstellt.

[0041] Eine Einlassseite des Kältemitteldurchgangs einer Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 ist mit einem Auslass des Kühlexpansionsventils 14c verbunden. Die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 hat einen Kältemitteldurchgang, durch den ein Niederdruckkältemittel strömt, dessen Druck durch das Kühlexpansionsventil 14c reduziert wird, und einen Wasserdurchgang, durch den ein niedertemperaturseitiges Wärmemedium strömt, das in dem nieder-

temperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 50 zirkuliert. Die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 ist eine Verdampfungseinheit, die einen Wärmeaustausch zwischen dem durch den Kältemitteldurchgang strömenden Niederdruckkältemittel und dem durch den Wasserdurchgang strömenden niedertemperaturseitigen Wärmemedium vornimmt und das Niederdruckkältemittel verdampft, um eine wärmeaufnehmende Wirkung zu erzielen. Eine dritte Einlassseite der vierten Verbindungsstelle 13d ist mit einem Auslass des Kältemitteldurchgangs der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 verbunden. Der Innenverdampfer 18 und die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 sind in Bezug auf eine Kältemittelströmung parallel zueinander geschaltet.

[0042] Eine Einlassseite eines Akkumulators 21 ist mit einem Auslass des vierten Verbindungsstelle 13d verbunden. Der Akkumulator 21 ist eine Gas-Flüssigkeit-Trenneinheit, die das in den Akkumulator strömende Kältemittel in ein Gas und eine Flüssigkeit trennt und ein überschüssiges Flüssigphasen-Kältemittel in dem Kreislauf speichert. Ein Auslass für Kältemittel in der Gasphase des Akkumulators 21 ist mit einer Sauganschlusseite des Verdichters 11 verbunden.

[0043] Der Akkumulator 21 weist ein Ölrückführloch auf, um das mit dem getrennten flüssigen Kältemittel vermischte Kältemaschinenöl zu dem Verdichter 11 zurückzuführen. Das Kältemaschinenöl in dem Akkumulator 21 wird zusammen mit einer kleinen Menge des flüssigen Kältemittels zu dem Verdichter 11 zurückgeführt.

[0044] Der hochtemperaturseitige Wärmemediumkreislauf 40 ist ein Wärmemediumzirkulationskreislauf zum Zirkulieren des hochtemperaturseitigen Wärmemediums. Als das hochtemperaturseitige Wärmemedium kann eine Lösung, die Ethylenglykol, Dimethylpolysiloxan, Nano-Fluid oder ähnliches enthält, eine Frostschutzmittellösung oder ähnliches verwendet werden. In dem hochtemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 40 sind ein Wasserdurchgang des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, eine hochtemperaturseitige Wärmemediumpumpe 41, ein Heizerkern 42, eine elektrische Heizung 43 und dergleichen angeordnet.

[0045] Die hochtemperaturseitige Wärmemediumpumpe 41 ist eine Wasserpumpe, die das hochtemperaturseitige Wärmemedium zu einer Einlassseite des Wasserdurchgangs des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 pumpt. Bei der hochtemperaturseitigen Wärmemediumpumpe 41 handelt es sich um eine elektrische Pumpe, in der eine Drehzahl, d.h. eine Pumpleistung, durch eine von der Steuerungsvorrichtung 60 ausgegebene Steuerungsspannung gesteuert wird.

[0046] Des Weiteren ist eine Wärmemediumeinlassseite des Heizerkerns 42 mit einem Auslass des Wasserdurchgangs des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 verbunden. Der Heizerkern 42 ist ein Wärmetauscher, der einen Wärmeaustausch zur Erwärmung der Luft zwischen dem hochtemperaturseitigen, durch den Wasserkältemittelwärmetauscher 12 beheizten Wärmemedium und der durch den Innenverdampfer 18 strömenden Luft ausführt. Der Heizerkern 42 ist in dem Klimaanlagengehäuse 31 des Innenklimatisierungseinheit 30 angeordnet. Eine Sauganschlusseite der hochtemperaturseitigen Wärmemediumpumpe 41 ist mit einem Wärmemediumauslass des Heizerkerns 42 verbunden.

[0047] Die hochtemperaturseitige Wärmemediumpumpe 41 regelt daher in dem hochtemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 40 eine Strömungsrate des in den Heizerkern 42 strömenden hochtemperaturseitigen Wärmemediums, so dass eine von dem hochtemperaturseitigen Wärmemedium in dem Heizerkern 42 an Luft abgegebene Wärmemenge, d.h. eine in dem Heizerkern 42 beheizte (erwärmte) Luftmenge, geregelt werden kann.

[0048] Der Wasserkältemittelwärmetauscher 12, der hochtemperaturseitige Wärmemediumkreislauf 40 und der Heizerkern 42 sind Heizeinheiten, die Luft durch Verwendung des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels als eine Wärmequelle erwärmen.

[0049] Die elektrische Heizung 43 ist ein PTC-Heizer, der ein PTC-Element, d.h. einen Thermistor mit positivem Temperaturkoeffizienten, aufweist. Die elektrische Heizung 43 kann eine Wärmemenge zum Erwärmen (Heizen) des hochtemperaturseitigen Wärmemediums durch die von der Steuerungsvorrichtung 60 ausgegebene Steuerungsspannung einstellen.

[0050] Der niedertemperaturseitige Wärmemediumkreislauf 50 ist ein Wärmemediumzirkulationskreislauf zum Zirkulieren des niedertemperaturseitigen Wärmemediums. Als ein niedertemperaturseitiges Wärmemedium kann ein Fluid ähnlich dem hochtemperaturseitigen Wärmemedium verwendet werden. In dem niedertemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 50 sind ein Wasserdurchgang der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19, eine niedertemperaturseitige Wärmemediumpumpe 51 und die Abwärmeverrichtung 80 und dergleichen angeordnet.

[0051] Die niedertemperaturseitige Wärmemediumpumpe 51 ist eine Wasserpumpe, die das niedertemperaturseitige Wärmemedium zu einer Einlassseite des Wasserdurchgangs der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 pumpt. Die niedertemperaturseitige Wärmemediumpumpe 51 ist in ihrer grundsätzlichen

Gestaltung gleich wie die hochtemperaturseitige Wärmemediumpumpe 41.

[0052] Eine Einlassseite der Abwärmeverrichtung 80 ist mit einem Abgabeanschluss der niedertemperaturseitigen Wärmemediumpumpe 51 verbunden. Die Abwärmeverrichtung 80 ist mit einem Wärmemediumdurchgang versehen, in dem das niedertemperaturseitige Wärmemedium strömt. Die Abwärmeverrichtung 80 ist eine fahrzeuginterne Vorrichtung, die während ihres Betriebs Abwärme erzeugt. Bei der Abwärmeverrichtung 80 handelt es sich um eine Vorrichtung, wie z. B. einen Inverter, einen Motorgenerator, ein Steuerungsgerät o. ä., die in dem Betrieb des Fahrzeugs Abwärme erzeugt. Bei der Abwärmeverrichtung 80 kann es sich um eine sekundäre Batterie handeln, die Energie speichert, die an Vorrichtungen in dem Fahrzeug, wie z. B. einen Elektromotor, geliefert wird. Eine Einlassseite des Wasserdurchgangs der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 ist mit einem Wärmemediumauslass der Abwärmeverrichtung 80 verbunden. Eine Seite des Ansauganschlusses der niedertemperaturseitigen Wärmemediumpumpe 51 ist mit einem Auslass des Kühlwasserdurchgangs der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 verbunden.

[0053] Der niedertemperaturseitige Wärmemediumkreislauf 50 kann einen niedertemperaturseitigen Kühler aufweist, der Wärme des niedertemperaturseitigen Wärmemediums an die Umgebungsluft ableitet.

[0054] In dem niedertemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 50 kann eine von dem von der Abwärmeverrichtung 80 entnommenen niedertemperaturseitigen Wärmemedium aufgenommene Wärmemenge eingestellt werden, indem eine Strömungsrate des in die Abwärmeverrichtung 80 strömenden niedertemperaturseitigen Wärmemediums durch die niedertemperaturseitige Wärmemediumpumpe 51 eingestellt wird.

[0055] Die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 und der niedertemperaturseitige Wärmemediumkreislauf 50 sind Wärmeaufnahmeinheiten, die Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 aufnehmen, indem sie das von dem Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c abgegebene Kältemittel verdampfen. Die Abwärmeverrichtung 80 und das niedertemperaturseitige Wärmemedium sind wärmeaufnehmende Objekte (Wärmeaufnahmeobjekte), die von dem durch die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 strömenden Kältemittel Wärme aufnehmen.

[0056] Das Innenklimatisierungseinheit 30 ist gestaltet, um eine durch die Kältekreislaufvorrichtung 10 temperierte Luft in die Fahrzeugkabine zu blasen. Die Innenklimatisierungseinheit 30 ist innerhalb eines Armaturen Bretts (Instrumentenpaneels) in

dem vordersten Teil der Fahrzeugkabine angeordnet.

[0057] Wie in **Fig. 1** gezeigt, nimmt die Innenklimatisierungseinheit 30 ein Gebläse 32, den Innenverdampfer 18 und den Heizkern 42 innerhalb eines Luftdurchgangs auf, der in dem Klimaanlagegehäuse 31 ausgebildet ist, das eine äußere Hülle der Innenklimatisierungseinheit 30 ausbildet.

[0058] Das Klimaanlagegehäuse 31 bildet einen Luftdurchgang für Luft aus, die in die Fahrzeugkabine geblasen wird. Das Klimaanlagegehäuse 31 ist aus einem Harz (z. B. Polypropylen) ausgebildet, das einen gewissen Grad an Elastizität hat und auch eine ausgezeichnete Festigkeit aufweist.

[0059] Eine Innenluft-Außenluft-Umschaltvorrichtung 33 ist an der am weitesten stromaufwärtig gelegenen Seite des Klimaanlagegehäuse 31 angeordnet. Die Innen-Außenluft-Umschaltvorrichtung 33 schaltet eine Innenluft (Luft innerhalb der Fahrzeugkabine) und eine Umgebungsluft (Luft außerhalb der Fahrzeugkabine) um und leitet/führt die Luft in das Klimaanlagegehäuse 31 ein.

[0060] Die Innen-Außenluft-Umschaltvorrichtung 33 ändert ein Einführungsverhältnis zwischen einem Einführungsluftvolumen der Innenluft und einem Einführungsluftvolumen der Umgebungsluft durch kontinuierliches Einstellen von Öffnungsbereichen der Innenlufteinführungsöffnung, durch die die Innenluft eingeführt wird, und einer Umgebungslufteinführungsöffnung, durch die die Umgebungsluft in das Klimaanlagegehäuse 31 eingeführt wird, durch Verwendung einer Innen-Außenluft-Umschaltklappe. Die Innenluft-Außenluft-Umschaltklappe wird von einem elektrischen Aktuator für die Innenluft-Außenluft-Umschaltklappe angetrieben. Der elektrische Aktuator für die Innen-Außenluft-Umschaltklappe wird durch ein von der Steuerungsvorrichtung 60 ausgegebenes Steuerungssignal gesteuert.

[0061] Das Gebläse 32 ist auf der stromabwärtigen Luftströmungsseite der Innen-Außenluft-Umschaltvorrichtung 33 angeordnet. Das Gebläse 32 bläst die durch die Innen-Außenluft-Umschaltvorrichtung 33 angesaugte Luft in Richtung der Fahrzeugkabine. Bei dem Gebläse 32 handelt es sich um ein elektrisches Gebläse, in dem ein mehrblättriger Zentrifugalventilator von einem Elektromotor angetrieben wird. Eine Drehzahl, d.h. eine Luftblasleistung des Gebläses 32, wird durch eine von der Steuerungsvorrichtung 60 ausgegebene Steuerungsspannung gesteuert.

[0062] Der Innenverdampfer 18 und der Heizkern 42 sind auf der stromabwärtigen Luftströmungsseite des Gebläses 32 in dieser Reihenfolge in Bezug auf die Luftströmung angeordnet. Der Innenverdampfer

18 ist auf der stromaufwärtigen Luftströmungsseite des Heizerkerns 42 angeordnet.

[0063] In dem Klimaanlagegehäuse 31 ist ein Kaltluftbypassdurchgang 35 vorgesehen, in dem die Luft nach dem Ausführen durch den Innenverdampfer 18 strömt, während sie den Heizerkern 42 umgeht. Eine Luftmischungsclappe 34 ist auf der stromabwärtigen Seite der Luftströmung des Innenverdampfers 18 und auf der stromaufwärtigen Seite der Luftströmung des Heizerkerns 42 in dem Klimaanlagegehäuse 31 angeordnet.

[0064] Die Luftmischungsclappe 34 ist eine Einstell-einheit für das Luftmengenverhältnis, die ein Luftmengenverhältnis zwischen einer Luftmenge, die durch die Seite des Heizerkerns 42 hindurchgeht, und einer Luftmenge, die durch den Kaltluftbypassdurchgang 35 hindurchgeht, unter der Luft, die durch den Innenverdampfer 18 hindurchgeht, variabel einstellt. Die Luftmischungsclappe 34 wird von einem elektrischen Aktuator für die Luftmischungsclappe angetrieben. Der elektrische Aktuator wird durch ein Steuerungssignal gesteuert, das von der Steuerungsvorrichtung 60 ausgegeben wird.

[0065] Ein Mischraum ist auf der stromabwärtigen Seite der Luftströmung des Heizerkerns 42 und des Kaltluftbypassdurchgangs 35 in dem Klimaanlagegehäuse 31 angeordnet. Der Mischraum ist ein Raum zum Mischen von Luft, die durch den Heizerkern 42 geheizt wird, und Luft, die nicht geheizt wird, indem sie durch den Kaltluftbypassdurchgang 35 hindurchgeht.

[0066] Eine Öffnung zum Einblasen von in dem Mischraum gemischter Luft, d.h. klimatisierter Luft, in die Fahrzeugkabine, d.h. einen zu klimatisierenden Raum, ist in dem stromabwärtigen Abschnitt der Luftströmung des Klimaanlagegehäuse 31 angeordnet.

[0067] Die Öffnungslöcher weisen ein Gesichtsöffnungsloch, ein Fußöffnungsloch und ein Entfrosteröffnungsloch auf (keines davon ist dargestellt). Das Gesichtsöffnungsloch ist ein Loch zum Blasen der klimatisierten Luft in Richtung des Oberkörpers eines Insassen in der Fahrzeugkabine. Das Fußöffnungsloch ist ein Öffnungsloch, durch das die klimatisierte Luft in Richtung eines Fußes des Insassen geblasen wird. Die Entfrosteröffnung ist eine Öffnung zum Blasen der klimatisierten Luft in Richtung der Innenfläche der Frontscheibe des Fahrzeugs.

[0068] Das Gesichtsöffnungsloch, das Fußöffnungsloch und das Entfrosteröffnungsloch sind jeweils mit einem Auslass für die Gesichtsöffnung, einem Auslass für die Fußöffnung und einem Auslass für den Entfroster (nicht dargestellt) verbunden,

die in der Fahrzeugkabine durch Kanäle vorgesehen sind, die Luftdurchgänge definieren.

[0069] Eine Temperatur der in dem Mischraum gemischten klimatisierten Luft wird durch die Luftmischungsclappe 34 eingestellt, die das Luftmengenverhältnis zwischen der Luftmenge, die durch den Heizerkern 42 geht, und der Luftmenge, die durch den Kaltluftbypassdurchgang 35 geht, einstellt. Als Ergebnis wird die Temperatur der Luft (klimatisierten Luft), die von jedem der Auslässe in die Fahrzeugkabine geblasen wird, eingestellt.

[0070] Eine Gesichtsclappe, eine Fußclappe und eine Entfrosterclappe (alle nicht dargestellt) sind auf der stromaufwärtigen Luftströmungsseite der Gesichtsöffnung, der Fußöffnung bzw. der Entfrosteröffnung angeordnet. Mit der Gesichtsclappe wird ein Öffnungsbereich des Gesichtsöffnungslochs eingestellt. Die Fußclappe stellt einen Öffnungsbereich des Fußöffnungslochs ein. Die Entfrosterclappe stellt einen Öffnungsbereich des Entfrosteröffnungslochs ein.

[0071] Die Gesichtsclappe, die Fußclappe und die Entfrosterclappe bilden eine Auslassmodusumschaltvorrichtung, die die Auslassmodi umschaltet. Diese Klappen sind mit einem elektrischen Aktuator zum Antreiben einer Auslassmodusumschaltclappe über einen Gelenkmechanismus oder dergleichen verbunden und werden in Verbindung mit diesem gedreht. Dieser elektrische Aktuator wird ebenfalls gemäß einem von der Steuerungsvorrichtung 60 ausgegebenen Steuerungssignal gesteuert.

[0072] Spezifische Beispiele für die Auslassmodi, die durch die Auslassmodusumschaltvorrichtung umgeschaltet werden, weisen einen Gesichtsmodus, einen Doppelstufenmodus und einen Fußmodus auf.

[0073] Der Gesichtsmodus ist ein Auslassmodus, in dem die Gesichts-auslassöffnung vollständig geöffnet ist und Luft von der Gesichts-ausblasöffnung in Richtung des Oberkörpers des Insassen in der Fahrzeugkabine geblasen wird. Der Doppelstufenmodus ist ein Modus, in dem sowohl die Gesichts-auslassöffnung als auch die Fußauslassöffnung geöffnet sind, um Luft in Richtung des Oberkörpers und des Fußes des Insassen in der Fahrzeugkabine auszublasen. Der Fußmodus ist ein Modus, in dem die Fußauslassöffnung vollständig geöffnet ist und die Entfrosterauslassöffnung mit einem kleinen Ausmaß geöffnet ist und die Luft hauptsächlich von der Fußauslassöffnung ausgeblasen wird.

[0074] Ein Insasse kann in den Entfroster-Modus umschalten, indem er manuell einen Auslassmodusauswahlschalter betätigt, der auf einem in **Fig. 2** dargestellten Bedienfeld 70 vorgesehen ist. Der Entfrostermodus ist ein Auslassmodus, in dem die Aus-

lassöffnung des Entfrosters vollständig geöffnet ist und Luft von der Auslassöffnung des Entfrosters auf die innere Fläche der Frontscheibe geblasen wird.

[0075] Nachfolgend ist ein elektrisches Steuerungsgerät in der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Die Steuerungsvorrichtung 60 weist einen bekannten Mikrocomputer mit CPU, ROM, RAM und dergleichen sowie Peripherieschaltungen auf. Sie führt auf der Grundlage eines in dem ROM gespeicherten Steuerungsprogramms verschiedene Berechnungen und Prozesse aus und steuert die Betriebe der verschiedenen Steuerungsvorrichtungen 11, 14a-14c, 15a-15b, 32, 41, 51 usw., die mit einer Ausgabeseite verbunden sind.

[0076] Wie in dem Blockschaubild von **Fig. 2** dargestellt, sind mit einer Eingangsseite der Steuerungsvorrichtung 60 ein Innenlufttemperatursensor 61, ein Umgebungslufttemperatursensor 62, ein Solarstrahlungssensor 63, erste bis fünfte Kältemitteltemperatursensoren 64a bis 64e, ein Verdampfertemperatursensor 64f, ein erster Kältemitteldrucksensor 65a, ein zweiter Kältemitteldrucksensor 65b, ein hochtemperaturseitiger Wärmemediumtemperatursensor 66a, ein erster niedertemperaturseitiger Wärmemediumtemperatursensor 67a, ein zweiter niedertemperaturseitiger Wärmemediumtemperatursensor 67b und dergleichen verbunden. Erfassbare Signale (Erfassungssignale) der Sensorgruppe werden in die Steuerungsvorrichtung 60 eingegeben.

[0077] Der Innenlufttemperatursensor 61 ist eine Innenlufttemperaturerfassungseinheit, die eine Innenlufttemperatur T_r , d.h. eine Lufttemperatur in der Fahrzeugkabine, erfasst. Der Umgebungslufttemperatursensor 62 ist eine Umgebungslufttemperaturerfassungseinheit, die eine Umgebungslufttemperatur T_{am} , d.h. eine Lufttemperatur außerhalb der Fahrzeugkabine, erfasst. Der Solarstrahlungssensor 63 ist eine Solarstrahlungsmengenerfassungseinheit, die eine in die Fahrzeugkabine eingestrahlte Solarstrahlungsmenge A_s erfasst.

[0078] Der erste Kältemitteltemperatursensor 64a ist eine Erfassungseinheit für die Temperatur des abgegebenen Kältemittels, die eine Temperatur T_1 des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels erfasst. Der zweite Kältemitteltemperatursensor 64b ist eine zweite Kältemitteltemperaturerfassungseinheit, die eine Temperatur T_2 des von dem Kältemitteldurchgang des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 abgegebenen Kältemittels erfasst. Der dritte Kältemitteltemperatursensor 64c ist eine dritte Kältemitteltemperaturerfassungseinheit, die eine Temperatur T_3 des von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemittels erfasst.

[0079] Der vierte Kältemitteltemperatursensor 64d ist eine vierte Kältemitteltemperaturerfassungsein-

heit, die eine Temperatur T_4 des von dem Innenverdampfer 18 abgegebenen Kältemittels erfasst. Der fünfte Kältemitteltemperatursensor 64e ist eine fünfte Kältemitteltemperaturerfassungseinheit, die eine Temperatur T_5 des von dem Kältemitteldurchgang der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 abgegebenen Kältemittels erfasst.

[0080] Der Verdampfertemperatursensor 64f ist ein Verdampfertemperaturdetektor, der eine Kältemittelverdampfungs-temperatur einer Verdampfertemperatur T_{fin} in dem Innenverdampfer 18 erfasst. Der Verdampfertemperatursensor 64f der vorliegenden Ausführungsform erfasst eine Temperatur einer Wärmetauscherlamelle des Innenverdampfers 18.

[0081] Der erste Kältemitteldrucksensor 65a ist eine erste Kältemitteldruckerfassungseinheit, die einen Druck P_1 des von dem Kältemitteldurchgang des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 abgegebenen Kältemittels erfasst. Der zweite Kältemitteldrucksensor 65b ist eine zweite Kältemitteldruckerfassungseinheit, die einen Druck P_2 des von dem Kältemitteldurchgang der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 abgegebenen Kältemittels erfasst.

[0082] Der hochtemperaturseitige Wärmemediumtemperatursensor 66a ist eine hochtemperaturseitige Wärmemediumtemperaturerfassungseinheit, die die hochtemperaturseitige Wärmemediumtemperatur T_{WH} erfasst, die eine Temperatur des hochtemperaturseitigen Wärmemediums ist, das von dem Wasserdurchgang des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 strömt.

[0083] Der erste niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatursensor 67a ist eine erste niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperaturerfassungseinheit, die eine erste niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatur T_{WL1} erfasst, die eine Temperatur des niedertemperaturseitigen Wärmemediums ist, der von dem Wasserdurchgang der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 strömt. Der zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatursensor 67b ist eine zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperaturerfassungseinheit, die eine zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatur T_{WL2} erfasst, die eine Temperatur des von der Abwärmeverrichtung 80 strömenden niedertemperaturseitigen Wärmemediums ist.

[0084] Des Weiteren ist, wie in **Fig. 2** gezeigt, ein Bedienfeld 70, das in der Nähe eines Armaturenbretts an der vorderen Seite der Fahrzeugkabine angeordnet ist, mit einer Eingangsseite der Steuerungsvorrichtung 60 verbunden, um Betriebssignale (Betätigungssignale) von verschiedenen Betriebschaltern einzugeben, die an dem Bedienfeld 70 vorgesehen sind.

[0085] Spezifische Beispiele für die verschiedenen Betriebsschalter, die an dem Bedienfeld 70 vorgesehen sind, weisen einen Automatikschalter auf, der den automatischen Steuerungsbetrieb der Fahrzeugklimaanlage festlegt oder aufhebt, einen Klimaanlagenschalter, der die Kühlung von Luft durch den Innenverdampfer 18 anfordert, einen Luftmengeinstellschalter, der die Luftmenge des Ventilators 32 manuell einstellt, einen Temperatureinstellschalter, der eine Solltemperatur T_{set} in der Fahrzeugkabine einstellt, und den Auslassmodusauswahlschalter, der manuell einen Auslassmodus einstellt.

[0086] Die Steuerungsvorrichtung 60 der vorliegenden Ausführungsform ist einstückig mit der Steuerungseinheit gestaltet, um verschiedene Steuerungssubjektvorrichtungen zu steuern, die mit der Ausgangsseite davon verbunden sind. Gestaltungen (Hardware und Software), die den Steuerungsbetrieb jeder Steuerungszielvorrichtung in der Steuerungsvorrichtung 60 steuern, können eine Steuerungseinheit sein, die einen Betrieb jeder Steuerungszielvorrichtung steuert.

[0087] Beispielsweise ist eine Gestaltung in der Steuerungsvorrichtung 60, die eine Kältemittelabgabeleistung des Verdichters 11 (insbesondere eine Drehzahl des Verdichters 11) steuert, eine Verdichtersteuerungseinheit 60a. Des Weiteren ist eine Struktur zum Steuern des Betriebs des Heizexpansionsventils 14a, des Kühlexpansionsventils 14b und des Kühlexpansionsventils 14c eine Expansionsventilsteuereinheit 60b. Eine Gestaltung zum Steuern des Betriebs des Entfeuchtungsschaltventils 15a und des Heizschaltventils 15b ist ein Kältemittelkreislaufumschaltsteuerungsgerät (-einheit) 60c.

[0088] Ferner ist eine Gestaltung zum Steuern einer Pumpleistung des hochtemperaturseitigen Wärmemediums in der hochtemperaturseitigen Wärmepumpe 41 ein hochtemperaturseitiges Wärmepumpensteuerungsgerät (-einheit) 60d. Eine Gestaltung zum Steuern einer Pumpleistung der niedertemperaturseitigen Wärmepumpe 51 für das niedertemperaturseitige Wärmemedium ist ein niedertemperaturseitiges Wärmepumpensteuerungsgerät (-einheit) 60e.

[0089] Nachfolgend wird der Betrieb der vorliegenden Ausführungsform mit der vorstehenden Gestaltung beschrieben. Die Kältekreislaufvorrichtung 10 in dieser Ausführungsform kann einen Klimatisierungsbetrieb in den folgenden fünf Arten von Betriebsmodi durch Umschalten des Kältemittelkreislaufs ausführen.

(1) Kühlmodus: Der Kühlmodus ist ein Betriebsmodus, in dem die Fahrzeugkabine durch Kühlen von Luft und durch Einblasen der Luft in die Fahrzeugkabine gekühlt wird.

(2) Umgebungsluftheizmodus: Der Umgebungsluftheizmodus ist ein Betriebsmodus, in dem die Fahrzeugkabine durch Erwärmen der Luft durch Verwendung der von der Umgebungsluft aufgenommenen Wärme und Einblasen der Luft in die Fahrzeugkabine beheizt wird.

(3) Umgebungsluftabwärmeheizmodus: Ein Umgebungsluftabwärmeheizmodus ist ein Betriebsmodus, in dem die Fahrzeugkabine durch Erwärmen von Luft durch Verwendung sowohl der von der Umgebungsluft aufgenommenen Wärme als auch der von der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommenen Abwärme und durch Einblasen der Luft in die Fahrzeugkabine beheizt wird.

(4) Abwärmeheizmodus: Ein Abwärmeheizmodus ist ein Betriebsmodus, in dem die Luft durch Verwendung der von der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommenen Abwärme und durch Einblasen der Luft in die Fahrzeugkabine beheizt wird.

(5) Abwärme-mit-Frost-Heizmodus: Ein Abwärme-mit-Frost-Heizmodus ist ein Betriebsmodus, in dem, wenn der Außenwärmetauscher 16 aufgrund von Frost nicht arbeiten kann, die Fahrzeugkabine durch Erwärmen von Luft unter Verwendung der von der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommenen Abwärme und Einblasen der Luft in die Fahrzeugkabine beheizt wird.

[0090] Das Umschalten zwischen diesen Betriebsmodi wird durch das Ausführen der Steuerungsprogramme ausgeführt. Das Steuerungsprogramm wird ausgeführt, wenn ein Zündschalter des Fahrzeugs eingeschaltet wird.

[0091] Wenn der an dem Bedienfeld 70 vorgesehene Klimaanlageschalter eingeschaltet (EIN) wird/ist und eine Sollauslasslufttemperatur TAO gleich wie oder niedriger als eine Kühlreferenztemperatur T_{cl} ist, wird der Kühlmodus ausgewählt. Die Sollauslasslufttemperatur TAO wird nach der folgenden Formel F1 berechnet.

$$TAO = K_{set} \times T_{set} - K_r \times T_r - K_{am} \times T_{am} - K_s \times A_s + C$$

(Formel F1)

T_{set} ist die durch einen Temperaturschalter festgelegte Temperatur der Fahrzeugkabine. T_r ist eine durch den Innenlufttemperatursensor 61 erfasste Temperatur der Fahrzeugkabine. T_{am} ist die Temperatur außerhalb der Fahrzeugkabine, die durch den Umgebungslufttemperatursensor 62 erfasst wird. „ A_s “ ist eine durch den Solarstrahlungssensor 63 erfasste Solarstrahlungsmenge. K_{set} , K_r , K_{am} und K_s sind Steuerungsverstärkungen, und C ist eine Konstante zur Korrektur.

[0092] Wenn eine Umgebungslufttemperatur T_{am} kleiner als die Heizreferenztemperatur T_{ht} ist oder wenn der Klimaanlage schalter nicht eingeschaltet (AUS) ist, wird einer der Modi von dem Umgebungslufttheizmodus, dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und dem Abwärmeheizmodus ausgewählt.

[0093] Wenn wahlweise einer der Modi von dem Umgebungslufttheizmodus, dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und dem Abwärmeheizmodus ausgewählt wird, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, werden der Umgebungslufttheizmodus, der Umgebungsluftabwärmeheizmodus und der Abwärmeheizmodus auf der Grundlage der Temperatur des angesaugten Kältemittels T_s , der Umgebungslufttemperatur T_{am} und der zweiten niedertemperaturseitigen Wärmemediumtemperatur T_{WL2} umgeschaltet. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, wird der Modus auf den Abwärme-mit-Frost-Heizmodus umgeschaltet, wenn in dem Umgebungslufttheizmodus, in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus oder in dem Abwärmeheizmodus Frost an dem Außenwärmetauscher 16 erzeugt wird.

[0094] Die Ansaugtemperatur T_s des Kältemittels (Saugkältemitteltemperatur T_s) ist eine Kältemitteltemperatur, das in den Verdichter 11 angesaugt wird. In dieser Ausführungsform wird eine Kältemittelsättigungstemperatur, die von dem von dem zweiten Kältemitteldrucksensor 65b erfassten Kältemitteldruck P_2 (d.h. dem Druck des von dem Kältemitteldurchgang der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 abgegebenen Kältemittels) berechnet wird, als die Saugkältemitteltemperatur T_s verwendet. Alternativ kann die durch den dritten Kältemitteltemperatursensor 64c erfasste Kältemitteltemperatur T_3 (d.h. die Temperatur des von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemittels) oder die durch den fünften Kältemitteltemperatursensor 64e erfasste Kältemitteltemperatur T_5 (d.h. die Temperatur des von dem Kältemitteldurchgang der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 strömenden Kältemittels) als die Saugkältemitteltemperatur T_s verwendet werden. Die zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatur T_{WL2} ist eine Temperatur des von der Abwärmevorrichtung 80 strömenden niedertemperaturseitigen Wärmemediums.

[0095] Nachfolgend werden die Bedingungen zum Umschalten der Modi zwischen dem Umgebungslufttheizmodus, dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus, dem Abwärmeheizmodus und dem Abwärme-mit-Frost-Heizmodus unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben.

[0096] Wenn eine Temperaturdifferenz (Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz), die durch Subtraktion der Ansaugkältemitteltemperatur T_s von der Umgebungslufttemperatur T_{am} erhalten wird, kontinuierlich gleich wie oder höher ist als eine

Wärme aufnehmbare Temperaturdifferenz α_1 für gleich wie oder länger als eine erste Zeitdauer t_1 , und die zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatur T_{WL2} gleich wie oder höher ist als ein Wert, der durch Summierung der Wärme aufnehmbaren Temperatur T_{W1} und der ersten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_1 in dem Umgebungslufttheizmodus erhalten wird, geht der Modus in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus über.

[0097] Die Wärme aufnehmbare Temperaturdifferenz α_1 beträgt etwa 0 bis 10° Celsius, z. B. 5° Celsius. Die erste Zeitdauer t_1 beträgt etwa 0 bis 60 Sekunden, z. B. 30 Sekunden. Die Werte der Wärme aufnehmbaren Temperaturdifferenz α_1 und der ersten Zeitdauer t_1 sind experimentell erhaltene Werte für die Temperaturdifferenz und die Zeitdauer, in der der Außenwärmetauscher 16 zuverlässig Wärme von der Umgebungsluft aufnehmen kann.

[0098] Die erste vorbestimmte Temperaturdifferenz β_1 beträgt etwa 0 bis 5° Celsius. Der Wert der ersten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_1 ist ein experimentell erhaltener Wert für eine Temperaturdifferenz, in der die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 zuverlässig Wärme von dem niedertemperaturseitigen Wärmemedium aufnehmen kann.

[0099] Die wärmeaufnehmbare Temperatur T_{W1} ist ein größerer Wert aus einem Wert, der durch Addition einer zweiten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_2 zu der Umgebungslufttemperatur T_{am} erhalten wird, und einem Wert, der durch Addition einer dritten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_3 zu einer Wärme aufnehmbaren unteren Grenztemperatur T_{Wmin} erhalten wird. Das heißt, die Temperatur T_{W1} , die Wärme aufnehmen kann, wird durch Verwendung der folgenden Formel F2 bestimmt.

$$T_{W1} = \text{MAX}[T_{am} + \beta_2, T_{Wmin} + \beta_3] \quad (\text{Formel F2})$$

[0100] Die zweite vorbestimmte Temperaturdifferenz β_2 beträgt ungefähr 0 bis 10° Celsius, z. B. 5° Celsius. Die dritte vorbestimmte Temperaturdifferenz β_3 beträgt etwa 0 bis 10° Celsius, z. B. 5° Celsius. Die Werte der zweiten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_2 und der dritten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_3 werden experimentell als Temperaturdifferenzen erhalten, die es erlauben, das niedertemperaturseitige Wärmemedium als eine Wärmequelle zum Heizen zu verwenden.

[0101] Die untere Grenztemperatur T_{Wmin} ist eine unter Gesichtspunkten der Verhinderung von Betauung der Abwärmevorrichtung 80 und der Charakteristik der Vorrichtung festgelegte Temperatur, die grundsätzlich auf eine Temperatur gleich wie oder höher als die Umgebungslufttemperatur festgelegt ist.

[0102] Wenn eine Temperaturdifferenz, die durch Subtraktion der Temperatur des angesaugten Kältemittels T_s von der Umgebungslufttemperatur T_{am} erhalten wird, kontinuierlich gleich wie oder höher ist als die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 für eine Zeitdauer t_2 oder länger als eine zweite Zeitdauer t_2 , und die zweite niedertemperaturseitige Temperatur des Wärmemediums TWL2 gleich wie oder höher ist als die wärmeaufnehmbare Temperatur TW1 in dem Umgebungsluftheizmodus, geht der Modus in den Abwärmeheizmodus über.

[0103] Die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 beträgt etwa 0 bis 4° Celsius, z. B. 2° Celsius. Die zweite Zeitdauer t_2 beträgt etwa 0 bis 60 Sekunden, z. B. 30 Sekunden. Die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 und die zweite Zeitdauer t_2 sind experimentell erhaltene Werte für die Temperaturdifferenz und die Zeitdauer, in der der Außenwärmetauscher 16 Schwierigkeiten hat, Wärme von der Umgebungsluft aufzunehmen.

[0104] Die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 wird auf einen Wert festgelegt, der kleiner ist als die wärmeaufnehmbare Temperaturdifferenz α_1 . Als Ergebnis ist es möglich, einen Wirkungsgrad und eine Leistung der Heizung zu verbessern, indem ein Übergang von dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus in den Abwärmeheizmodus so weit wie möglich reduziert wird.

[0105] Wenn eine Temperaturdifferenz, die durch Subtraktion der Temperatur T_s des angesaugten Kältemittels von der Temperatur T_{am} der Umgebungsluft erhalten wird, kontinuierlich gleich wie oder höher als die Temperaturdifferenz α_1 der aufzunehmenden Wärme ist, und zwar für eine Zeitdauer, die gleich wie oder länger als die erste Dauer t_1 in dem Abwärmeheizmodus ist, geht der Modus in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus über.

[0106] Ist in dem Abwärmeheizmodus die zweite niedertemperaturseitige Temperatur des Wärmemediums TWL2 gleich wie oder kleiner als die wärmeaufnehmende untere Grenztemperatur T_{Wmin} , so geht der Modus in den Umgebungsluftheizmodus über.

[0107] Wenn eine Temperaturdifferenz, die durch Subtraktion der Temperatur T_s des angesaugten Kältemittels von der Temperatur T_{am} der Umgebungsluft erhalten wird, kontinuierlich gleich wie oder niedriger als die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 ist, und zwar für eine Zeitdauer t_2 oder länger als eine zweite Zeitdauer, und die zweite Temperatur TWL2 des Wärmemediums auf der Niedertemperaturseite niedriger als die wärmeaufnehmbare Temperatur TW1 in dem Heizmodus der Umgebungsluft ist, geht der Modus in den Umgebungsluftheizmodus über. Ist die zweite niedertemperaturseitige Tempe-

ratur des Wärmemediums TWL2 gleich wie oder kleiner als die untere Grenztemperatur T_{Wmin} für die Wärmeaufnahme in dem Heizmodus der Umgebungsluftabwärme, geht der Modus in den Umgebungsluftheizmodus über.

[0108] Wenn in einem der Modi von dem Umgebungsluftheizmodus, dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und dem Abwärmeheizmodus Frost an dem Außenwärmetauscher 16 erzeugt wird, geht der Modus in den Abwärme-mit-Frost-Heizmodus über. Zum Beispiel wird bestimmt, dass der Außenwärmetauscher 16 einen Frost erzeugt, wenn die Temperatur des angesaugten Kältemittels T_s für eine vorbestimmte Zeitdauer oder länger um einen vorbestimmten Wert oder größer unter der Umgebungslufttemperatur T_{am} bleibt.

[0109] Wenn der Außenwärmetauscher 16 in dem Abwärme-mit-Frost-Heizmodus keinen Frost erzeugt, geht der Modus in einen der Modi von dem Umgebungsluftheizmodus, dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und dem Abwärmeheizmodus über. Beispielsweise geht der Modus in den Betriebsmodus über, der unmittelbar vor dem Übergang in den Abwärme-mit-Frost-Heizmodus ausgeführt wurde. Bleibt beispielsweise die Temperatur des angesaugten Kältemittels T_s für einen vorbestimmten Zeitraum oder länger auf oder oberhalb einer Frosttemperatur (z. B. 0°C), so wird bestimmt, dass der Außenwärmetauscher 16 keinen Frost erzeugt.

[0110] Als nächstes wird der Betrieb der Fahrzeugklimaanlage 1 in den einzelnen Modi beschrieben. In jedem Betriebsmodus führt die Steuerungsvorrichtung 60 einen Steuerungsprogrammablauf des jeweiligen Betriebsmodus aus.

(1) Kühlmodus

[0111] Ein Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus bestimmt eine Drehzahl des Verdichters 11, so dass sich die Verdampfertemperatur T_{efin} der Sollverdampfertemperatur T_{EO} nähert, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen der Verdampfertemperatur T_{efin} , die von dem Verdampfer-temperatursensor 64f erfasst wird, und der Sollverdampfertemperatur T_{EO} .

[0112] Die Sollverdampfertemperatur T_{EO} wird durch Bezugnahme auf ein im Voraus in der Steuerungsvorrichtung 60 gespeichertes Steuerungskennfeld auf der Grundlage der Sollauslasslufttemperatur TAO bestimmt. In der vorliegenden Ausführungsform ist bestimmt, dass die Sollverdampfertemperatur T_{EO} erhöht wird, wenn die Sollauslasslufttemperatur TAO erhöht wird.

[0113] Der Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus steuert einen Drosselöffnungsgrad des Kühlexpansionsventils 14b so, dass sich ein Unterkühlungsgrad SC1 des Kältemittels auf der Auslassseite des Außenwärmetauschers 16 einem Sollunterkühlungsgrad SCO1 nähert, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem Sollunterkühlungsgrad SCO1 und dem Unterkühlungsgrad SC1 des Kältemittels auf der Auslassseite des Außenwärmetauschers 16.

[0114] Der Sollunterkühlungsgrad SCO1 wird anhand eines Steuerungskennfelds bestimmt, z. B. auf der Grundlage der Umgebungslufttemperatur Tam. In dem Steuerungskennfeld der Ausführungsform wird der Sollunterkühlungsgrad SCO1 so bestimmt, dass sich die Leistungszahl (COP) des Kreislaufs dem Maximalwert annähert.

[0115] Der Unterkühlungsgrad SC1 des Kältemittels auf der Auslassseite des Außenwärmetauschers 16 wird auf der Grundlage der von dem dritten Kältemitteltemperatursensor 64c erfassten Temperatur T3 und des von dem ersten Kältemitteldrucksensor 65a erfassten Drucks P1 berechnet.

[0116] In einem Steuerungsablauf für den Kühlmodus wird der Öffnungsgrad SW der Luftmischungs-klappe 34 durch Verwendung der folgenden Formel F3 berechnet.

$$SW = \{TAO - (T_{\text{efin}} + C2)\} / \{TWH - (T_{\text{efin}} + C2)\}$$

(Formel F3)

TWH ist eine hochtemperaturseitige Wärmemediumtemperatur, die von dem hochtemperaturseitigen Temperatursensor 66a erfasst wird. C2 ist eine Konstante zum Steuern.

[0117] Der Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Kühlmodus umzuschalten, steuert das Heizexpansionsventil 14a in einen vollständig geöffneten Zustand, steuert das Kühlexpansionsventil 14b in einen Drosselzustand, um eine Kältemitteldekomprimierungsfunktion zu demonstrieren, steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einen vollständig geschlossenen Zustand, schließt das Entfeuchtungsschaltventil 15a und schließt das Heizschaltventil 15b.

[0118] Daher ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Klimatisierungsmodus ein Kältekreislauf der Dampfverdichtungsart gebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Heizexpansionsventils 14a, des Außenwärmetauschers 16, des zweiten Rückschlagventils 17b, des Kühlexpansionsventils 14b, des Innenverdampfers 18, des Ver-

dampfungsdruckregelventils 20, des Akkumulators 21 und des Verdichters 11 zirkuliert.

[0119] Das heißt, in der Kältekreislaufvorrichtung 10 des Kühlmodus ist der Dampfverdichtungskältekreislauf so gestaltet, dass der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 und der Außenwärmetauscher 16 als Heizkörper (d.h. als eine Wärme abgebende Einheit) arbeiten, der die Wärme des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels abgibt, das erste Kühlexpansionsventil 14b als eine Druckreduziereinheit arbeitet, die den Kältemitteldruck reduziert, und der Innenverdampfer 18 als eine Verdampfungseinheit arbeitet.

[0120] Demgemäß kann der Innenverdampfer 18 Luft kühlen, und der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 kann das hochtemperaturseitige Wärmemedium erwärmen (heizen).

[0121] Daher kann die Fahrzeugklimaanlage 1 in dem Kühlmodus ein Kühlen der Fahrzeugkabine ausführen, indem sie Luft, deren Temperatur so gesteuert wird, dass sie sich der Sollauslasslufttemperatur TAO annähert, indem sie einen Teil der von dem Innenverdampfer 18 gekühlten Luft durch Einstellen des Öffnungsgrads der Luftmischungs-klappe 34 durch den Heizkern wieder heizt, in die Fahrzeugkabine bläst.

(2) Umgebungsluftheizmodus

[0122] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftheizmodus steuert eine Drehzahl des Verdichters 11 so, dass sich die hochtemperaturseitige Wärmemediumtemperatur TWH der hochtemperaturseitigen Wärmemediumsolltemperatur TWHO durch das rückgekoppelte Verfahren auf der Grundlage einer Abweichung zwischen der hochtemperaturseitigen Wärmemediumsolltemperatur TWHO und der hochtemperaturseitigen Wärmemediumtemperatur TWH nähert.

[0123] Das hochtemperaturseitigen Wärmemediumsolltemperatur TWHO wird anhand eines Steuerungskennfelds bestimmt, das auf der Sollauslasslufttemperatur TAO und dem Wirkungsgrad des Heizkerns 42 basiert. In dem Steuerungskennfeld der vorliegenden Ausführungsform ist bestimmt, dass sich die hochtemperaturseitige Wärmemediumsolltemperatur TWHO mit steigender Sollauslasslufttemperatur TAO erhöht.

[0124] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftheizmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a so, dass sich ein Unterkühlungsgrad SC2 einem Sollunterkühlungsgrad SCO2 nähert, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungsregelung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem

Sollunterkühlungsgrad SCO2 und dem Unterkühlungsgrad SC2 des Kältemittels auf der Auslassseite des Wasserkältemittelwärmetauschers 12.

[0125] Der Sollunterkühlungsgrad SCO2 wird anhand eines Steuerungskennfelds bestimmt, z. B. auf der Grundlage der Umgebungslufttemperatur Tam. In der Ausführungsform wird der Sollunterkühlungsgrad SCO1 so bestimmt, dass sich die Leistungszahl (COP) des Kreislaufs dem Maximalwert nähert. Der Unterkühlungsgrad SC2 des Kältemittels auf der Auslassseite des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 wird auf der Grundlage der von dem zweiten Kältemitteltemperatursensor 64b erfassten Temperatur T2 und des von dem ersten Kältemitteldrucksensor 65a erfassten Drucks P1 berechnet.

[0126] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftheizmodus steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einen vollständig geschlossenen Zustand und berechnet einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungsclappe 34 ähnlich wie in dem Kühlmodus. Da die Sollauslasstemperatur TAO in dem Umgebungsluftheizmodus erhöht wird, nähert sich der Öffnungsgrad SW der Luftmischungsclappe 34 100 %. Daher ist in dem Umgebungsluftheizmodus der Öffnungsgrad der Luftmischungsclappe 34 so bestimmt, dass im Wesentlichen die gesamte Strömungsrate der Luft, die den Innenverdampfer 18 passiert hat, durch den Heizkern 42 strömt.

[0127] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftheizmodus steuert, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Umgebungsluftheizmodus umzuschalten, das Heizexpansionsventil 14a in den Drosselzustand, steuert das Kühlexpansionsventil 14b in den vollständig geöffneten Zustand, steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in den vollständig geschlossenen Zustand, schließt das Entfeuchtungsschaltventil 15a und öffnet das Heizschaltventil 15b.

[0128] Daher ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungsluftheizmodus ein Kältekreislauf der Dampfverdichtungsart gebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Heizexpansionsventils 14a, des Außenwärmetauschers 16, des Heizdurchgangs 22b, des Akkumulators 21 und des Verdichters 11 zirkuliert.

[0129] Das heißt, in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungsluftheizmodus ist der Kältekreislauf so gestaltet, dass der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 als ein Heizkörper (d.h. als eine Wärme abgebende Einheit) arbeitet, der die Wärme des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels abgibt, das Heizexpansionsventil 14a als eine

Druckreduziereinheit arbeitet und der Außenwärmetauscher 16 als ein Verdampfer arbeitet.

[0130] Mit dieser Gestaltung ist es möglich, das hochtemperaturseitige Wärmemedium an dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 durch Aufnahme von Wärme von der Umgebungsluft an dem Außenwärmetauscher 16 zu erwärmen (heizen). Somit kann die Fahrzeugklimaanlage 1 in dem Umgebungsluftheizmodus eine Erwärmung (Heizen) der Fahrzeugkabine ausführen, indem sie durch den Heizkern 42 beheizte Luft in die Fahrzeugkabine bläst.

(3) Umgebungsluftabwärmeheizmodus

[0131] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftabwärmeheizmodus bestimmt analog zu dem Umgebungsluftheizmodus eine Drehzahl des Verdichters 11, einen Drosselöffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a und einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungsclappe 34.

[0132] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftabwärmeheizmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, so dass sich ein Überhitzungsgrad SHC einem Sollüberhitzungsgrad SHCO nähert, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem Sollüberhitzungsgrad SHCO und dem Überhitzungsgrad SHC des Kältemittels auf der Auslassseite der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19. Der Sollüberhitzungsgrad SHCO kann eine vorbestimmte Konstante sein (5°C in dieser Ausführungsform).

[0133] Der Überhitzungsgrad SHC des Kältemittels auf der Auslassseite der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 wird auf der Grundlage der von dem fünften Kältemitteltemperatursensor 64e erfassten Temperatur T5 und des von dem zweiten Kältemitteldrucksensor 65b erfassten Drucks P2 berechnet.

[0134] Des Weiteren wird in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus die Drosselöffnung des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c so bestimmt, dass die zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatur TWL2 nicht unter die niedertemperaturseitige Wärmemediumsolltemperatur TWLO fällt, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen der niedertemperaturseitigen Wärmemediumsolltemperatur TWLO und der zweiten niedertemperaturseitigen Wärmemediumtemperatur TWL2. Insbesondere, wenn die zweite niedertemperaturseitige Wärmemediumtemperatur TWL2 in dem Begriff ist, unter die niedertemperaturseitige Wärmemediumsolltemperatur TWLO zu fallen, wird eine Abnahme der zweiten niedertemperaturseitigen Wärmemediumtemperatur TWL2 verhindert, indem

eine Wärmemenge, die von dem niedertemperaturseitigen Wärmemedium an der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 aufgenommen wird, reduziert wird, indem der Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c reduziert wird, um eine Kältemittelströmungsrate in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 zu reduzieren.

[0135] Des Weiteren bestimmt der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftabwärmeheizmodus einen Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, so dass die Temperatur T_s des angesaugten Kältemittels die Temperatur T_{am} der Umgebungsluft nicht übersteigt, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen der Temperatur T_{am} der Umgebungsluft und der Temperatur T_s des angesaugten Kältemittels. Insbesondere, wenn die Ansaugkältemitteltemperatur T_s in dem Begriff ist, die Umgebungslufttemperatur T_{am} zu überschreiten, wird eine Erhöhung der Ansaugkältemitteltemperatur T_s verhindert, indem eine Wärmemenge, die von dem Wärmemedium auf der Niedertemperaturseite an der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 aufgenommen wird, reduziert wird, indem der Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c reduziert wird, um die Strömungsrate des Kältemittels in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 zu reduzieren.

[0136] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftabwärmeheizmodus steuert, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Umgebungsluftabwärmeheizmodus umzuschalten, das Heizexpansionsventil 14a in den Drosselzustand, steuert das Kühlexpansionsventil 14b in den vollständig geschlossenen Zustand, steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in den Drosselzustand, öffnet das Entfeuchtungsschaltventil 15a und öffnet das Heizschaltventil 15b.

[0137] Daher ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus ein Kreislauf der Dampfverdichtungsart gebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wärmetauschers 12 für Wasserkältemittel, des Wärmeexpansionsventils 14a, des Außenwärmetauschers 16, dem Heizdurchgang 22b, dem Akkumulator 21 und dem Verdichter 11 zirkuliert, und gleichzeitig das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Bypassdurchgangs 22a, des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19, des Akkumulators 21 und des Verdichters 11 zirkuliert.

[0138] Das heißt, in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus ist der Kältekreislauf so gestaltet, dass der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 als ein Heizkörper (d.h. als eine

Wärme abgebende Einheit) arbeitet, der die Wärme des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels abgibt, das Heizexpansionsventil 14a und das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c arbeiten als Druckreduziereinheiten, und der Außenwärmetauscher 16 und die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 arbeiten als Verdampfer.

[0139] Mit dieser Gestaltung ist es möglich, das hochtemperaturseitige Wärmemedium in dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 zu erwärmen (heizen), indem Wärme von der Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher 16 aufgenommen wird und Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 über das niedertemperaturseitige Wärmemedium in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 aufgenommen wird. Somit kann die Fahrzeugklimaanlage 1 in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus eine Erwärmung (Heizen) der Fahrzeugkabine ausführen, indem sie durch den Heizkern 42 beheizte Luft in die Fahrzeugkabine bläst.

(4) Abwärmeheizmodus

[0140] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus bestimmt analog zu dem Umgebungsluftheizmodus eine Drehzahl des Verdichters 11 und einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungsclappe 34. Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus steuert das Heizexpansionsventil 14a in den vollständig geschlossenen Zustand.

[0141] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, so dass der Unterkühlungsgrad SC2 sich dem Sollunterkühlungsgrad SCO2 durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem Sollunterkühlungsgrad SCO2 und dem Unterkühlungsgrad SC2 des Kältemittels auf der Auslassseite des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 nähert.

[0142] Der Sollunterkühlungsgrad SCO2 wird anhand eines Steuerungskennfelds bestimmt, z. B. auf der Grundlage der Umgebungslufttemperatur T_{am} . In dem Steuerungskennfeld dieser Ausführungsform wird der Sollunterkühlungsgrad SCO1 so bestimmt, dass sich die Leistungszahl (COP) des Kreislaufs dem Maximalwert nähert. Der Unterkühlungsgrad SC2 des Kältemittels auf der Auslassseite des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 wird auf der Grundlage der von dem zweiten Kältemitteltemperatursensor 64b erfassten Temperatur T_2 und des von dem ersten Kältemitteldrucksensor 65a erfassten Drucks P1 berechnet.

[0143] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Abwärmeheizmodus umzu-

schalten, steuert das Heizexpansionsventil 14a und das Kühlexpansionsventil 14b in den vollständig geschlossenen Zustand, steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in den Drosselzustand, öffnet das Entfeuchtungsschaltventil 15a und schließt das Heizschaltventil 15b.

[0144] Dementsprechend ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Abwärmeheizmodus ein Kältekreislauf der Dampfverdichtungsart ausgebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Bypassdurchgangs 22a, des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19, des Akkumulators 21 und des Verdichters 11 zirkuliert.

[0145] Das heißt, dass in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Abwärmeheizmodus der Kältekreislauf so gestaltet ist, dass der Wasserkältemittelwärmetauscher 12 als ein Heizkörper (d.h. eine wärmeabgebende Einheit) arbeitet, der die Wärme des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels abgibt, das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c als eine Druckreduziereinheit arbeitet und die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 als ein Verdampfer arbeitet.

[0146] Bei dieser Gestaltung ist es möglich, das hochtemperaturseitige Wärmemedium in dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 zu erwärmen, indem Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 über das niedertemperaturseitige Wärmemedium in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 aufgenommen wird. Somit kann die Fahrzeugklimaanlage 1 in dem Abwärmeheizmodus eine Erwärmung (ein Heizen) der Fahrzeugkabine ausführen, indem von dem Heizkern 42 geheizte Luft in die Fahrzeugkabine geblasen wird.

(5) Abwärme-mit-Frost-Heizmodus

[0147] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c und den Öffnungsgrad SW der Luftmischungsclappe 34 analog zu dem Abwärmeheizmodus. Der Steuerungsprogrammablauf für den Abwärme-mit-Frost-Heizmodus steuert das Heizexpansionsventil 14a in den vollständig geschlossenen Zustand.

[0148] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus bestimmt eine Drehzahl des Verdichters 11 grundsätzlich ähnlich wie in dem Abwärmeheizmodus. Allerdings wird in dem Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus eine Drehzahl des Verdichters 11 so bestimmt, dass die zweite niedertemperaturseitige Temperatur des Wärmemediums TWL2 die

untere Grenztemperatur für die Wärmeaufnahme TWmin nicht unterschreitet. Insbesondere wird die Drehzahl des Verdichters 11 reduziert, wenn die zweite niedertemperaturseitige Temperatur des Wärmemediums TWL2 unter die untere Grenztemperatur TWmin für die Wärmeaufnahme zu fallen droht. Dies liegt daran, dass die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 keine Wärme aufnehmen kann, wenn die zweite niedertemperaturseitige Temperatur des Wärmemediums TWL2 unter die untere Grenztemperatur TWmin für die Wärmeaufnahme sinkt, und der Verdichter 11 gestoppt wird, so dass es nicht möglich ist, ein Heizen auszuführen.

[0149] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus schaltet die Kältekreislaufvorrichtung 10 auf einen Kältemittelkreislauf um, der dem Abwärmeheizmodus entspricht.

[0150] Demgemäß ist es möglich, ein Heizen der Fahrzeugkabine auszuführen und dabei einen Zustand aufrechtzuerhalten, in dem die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 in der Lage ist, so viel Wärme wie möglich von dem niedertemperaturseitigen Wärmemedium aufzunehmen, wenn es aufgrund eines an dem Außenwärmetauscher 16 erzeugten Frosts nicht möglich ist, Wärme von der Umgebungsluft aufzunehmen.

[0151] In jedem der Heizmodi (2) bis (5) kann ein entfeuchtendes Heizen (Entfeuchtungsheizen) ausgeführt werden, indem das Kühlexpansionsventil 14b in einen gedrosselten Zustand gesteuert wird.

[0152] Wie vorstehend beschrieben, können in der Kältekreislaufvorrichtung 10 dieser Ausführungsform verschiedene Betriebsmodi umgeschaltet werden. Als Ergebnis kann die Fahrzeugklimaanlage 1 eine komfortable Klimatisierung der Fahrzeugkabine ausführen.

[0153] Fig. 4 ist ein Mollier-Schaubild, das eine Änderung eines Zustands des Kältemittels in dem Heizmodus durch die Umgebungsluft und die Abwärme der ersten Ausführungsform zeigt. Wie in Fig. 4 gezeigt, ist es in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus möglich, ein Heizen auszuführen, wenn die Kältemitteltemperatur in dem Außenwärmetauscher 16 niedriger ist als die Umgebungslufttemperatur und die Kältemitteltemperatur in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 niedriger ist als die Temperatur der Abwärme (d.h. die Temperatur des Wärmemediums auf der Niedertemperaturseite), indem Wärme von der Umgebungsluft aufgenommen wird und indem Wärme von der Abwärme der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommen wird, wodurch es möglich ist, die Effizienz und Leistung der Heizung zu verbessern.

[0154] Fig. 5 ist ein Mollier-Schaubild, das eine Änderung des Zustands des Kältemittels in dem Heizmodus durch die Umgebungsluft und die Abwärme eines Vergleichsbeispiels zeigt. Dieses Vergleichsbeispiel zeigt einen Zustand, in dem der Niederdruck des Kältekreislaufs durch die Aufnahme der Abwärme der Abwärmeverrichtung 80 erhöht wird und die Kältemitteltemperatur in dem Außenwärmetauscher 16 höher wird als die Umgebungslufttemperatur in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus. Wie beschrieben, wird, wenn die Kältemitteltemperatur in dem Außenwärmetauscher 16 höher wird als die Umgebungslufttemperatur, Wärme von dem Kältemittel an die Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher 16 abgeleitet, was zu einer Verschlechterung der Heizeffizienz und -leistung führt.

[0155] In Anbetracht dieses Punktes wird in der vorliegenden Ausführungsform, wenn eine Temperaturdifferenz, die durch Subtraktion der Temperatur des angesaugten Kältemittels T_s von der Umgebungslufttemperatur T_{am} erhalten wird, gleich wie oder kleiner als die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 ist, und die Temperatur T_{WL2} des niedertemperaturseitigen Wärmemediums gleich wie oder höher als die wärmeaufnehmbare Temperatur T_{W1} in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus ist, der Modus in den Abwärmeheizmodus umgeschaltet.

[0156] Demgemäß ist es möglich, eine Verschlechterung des Heizwirkungsgrades und der Heizleistung zu verhindern, auch wenn ein niedriger Druck (Niederdruck) des Kreislaufs aufgrund einer Abwärmeaufnahme ansteigt, da eine Wärmeabgabe des Kältemittels an die Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher 16 durch Umschalten in den Abwärmeheizmodus verhindert werden kann.

[0157] In dieser Ausführungsform wird, wenn eine Temperaturdifferenz, die durch Subtraktion der Temperatur T_s des angesaugten Kältemittels von der Temperatur T_{am} der Umgebungsluft erhalten wird, gleich wie oder höher ist als die Temperaturdifferenz α_1 der aufzunehmenden Wärme, und die Temperatur T_{WL2} des Wärmemediums auf der Niedertemperaturseite gleich wie oder höher ist als ein Wert, der durch Addition der ersten vorbestimmten Temperaturdifferenz β_1 zu der Temperatur T_{W1} der aufzunehmenden Wärme in dem Umgebungslufttheizmodus erhalten wird, der Modus auf den Umgebungsluftabwärmeheizmodus umgeschaltet.

[0158] Als Ergebnis kann, wenn in dem Umgebungslufttheizmodus Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommen werden kann, durch Umschalten in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus eine Verbesserung des Heizwirkungsgrades (Heizeffizienz) und der Heizleistung erreicht werden.

[0159] In dieser Ausführungsform wird, wenn eine Temperaturdifferenz, die durch Subtraktion der Temperatur T_s des angesaugten Kältemittels von der Temperatur T_{am} der Umgebungsluft erhalten wird, gleich wie oder höher ist als die Temperaturdifferenz α_1 der aufzunehmenden Wärme in dem Abwärmeheizmodus, der Modus in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus umgeschaltet. Als Ergebnis kann, wenn in dem Abwärmeheizmodus Wärme von der Umgebungsluft aufgenommen werden kann, durch Umschalten in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus der Wirkungsgrad und die Leistung der Heizung verbessert werden.

[0160] In dieser Ausführungsform wird, wenn die Temperatur T_{WL2} des niedertemperaturseitigen Wärmemediums in dem Abwärmeheizmodus gleich wie oder kleiner als die untere Grenztemperatur T_{Wmin} für die Wärmeaufnahme ist, auf den Umgebungslufttheizmodus umgeschaltet. Als Ergebnis ist es möglich, einen Heizbetrieb fortzusetzen, während eine Unterkühlung der Abwärmeverrichtung 80 verhindert wird.

[0161] In der vorliegenden Ausführungsform wird, wenn eine durch Subtraktion der Temperatur des angesaugten Kältemittels T_s von der Umgebungslufttemperatur T_{am} erhaltene Temperaturdifferenz gleich wie oder kleiner als die untere Grenztemperaturdifferenz α_2 ist und die Temperatur T_{WL2} des niedertemperaturseitigen Wärmemediums kleiner als die wärmeaufnehmende Temperaturdifferenz α_1 ist, oder die Temperatur T_{WL2} des niedertemperaturseitigen Wärmemediums gleich wie oder kleiner als die wärmeaufnehmende untere Grenztemperatur T_{Wmin} in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus ist, der Modus in den Umgebungslufttheizmodus umgeschaltet.

[0162] Demgemäß kann, wenn in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus keine Wärme von der Umgebungsluft und keine Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommen werden kann, durch Umschalten in den Umgebungslufttheizmodus ein Zustand hergestellt werden, in dem möglichst früh Wärme von der Umgebungsluft aufgenommen werden kann. Kann in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus Wärme weder von der Umgebungsluft noch von der Abwärmeverrichtung 80 aufgenommen werden, kann durch Umschalten in den Umgebungslufttheizmodus ein Heizbetrieb fortgesetzt werden, während eine Unterkühlung der Abwärmeverrichtung 80 verhindert wird.

[0163] In der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Abwärme-mit-Frost-Heizmodus eine Kältemittelabgabeleistung des Verdichters 11 so gesteuert, dass eine Temperatur T_{WL2} des niedertemperaturseitigen Wärmemediums nicht gleich wie oder niedri-

ger als die untere Grenztemperatur T_{Wmin} der Wärmeaufnahme wird.

[0164] Als Ergebnis kann verhindert werden, dass der Verdichter 11 aufgrund eines nicht möglichen Abwärmeaufnahmebetriebs in dem Abwärme-mit-Frost-Heizmodus gestoppt (angehalten) wird, wodurch eine Erhöhung der Temperaturschwankung der in die Fahrzeugkabine eingeblasenen Luft verhindert werden kann.

[0165] In der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Umgebungsluftheizmodus ein Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a auf der Grundlage des Unterkühlungsgrads SC2 des von dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 abgegebenen Kältemittels gesteuert. In dem Abwärmeheizmodus wird der Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c auf der Grundlage von dem Unterkühlungsgrad SC2 des von dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 abgegebenen Kältemittels gesteuert. In dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus wird der Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a auf der Grundlage des Unterkühlungsgrads SC2 des von dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 abgegebenen Kältemittels gesteuert, und der Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c wird auf der Grundlage des Überhitzungsgrads SHC des von der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 abgegebenen Kältemittels gesteuert.

[0166] Dadurch kann in dem Umgebungsluftheizmodus, dem Abwärmeheizmodus und dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus der Kältemitteldruck (d.h. die Kältemitteltemperatur) in dem Außenwärmetauscher 16 und der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 geeignet gesteuert werden, indem der Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a und ein Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c geeignet gesteuert werden.

[0167] In dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus wird der Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c auf der Grundlage des Unterkühlungsgrads SC2 des von dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 abgegebenen Kältemittels gesteuert, und der Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a wird auf der Grundlage des Überhitzungsgrads SHC des von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemittels gesteuert.

[0168] In dieser Ausführungsform wird in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus der Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c so gesteuert, dass die Temperatur des in den Verdichter 11 angesaugten Kältemittels T_s die Umgebungslufttemperatur T_{am} nicht überschreitet. Als Ergebnis ist es möglich, eine Häufigkeit des Umschaltens zwischen dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und dem Abwärmeheizmodus zu reduzieren, so dass es

möglich ist, eine Schwankung einer Auslasslufttemperatur aufgrund des Umschaltens des Modus zu reduzieren.

[0169] In der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus ein Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c gesteuert, um zu verhindern, dass die Temperatur T_{WL2} des Wärmemediums auf der Niedertemperaturseite gleich wie oder niedriger als die untere Grenztemperatur der Wärmeaufnahme T_{Wmin} wird. Als Ergebnis kann die Häufigkeit des Umschaltens zwischen dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und dem Umgebungsluftheizmodus reduziert werden, so dass eine Schwankung der Auslasslufttemperatur aufgrund des Umschaltens des Modus reduziert werden kann.

Zweite Ausführungsform

[0170] Die Kältekreislaufvorrichtung 10 der ersten Ausführungsform ist ein Akkumulatorkreislauf, der den Akkumulator 21 aufweist. Wie in **Fig. 6** dargestellt, handelt es sich bei der Kältekreislaufvorrichtung 10 der vorliegenden Ausführungsform jedoch um einen Sammlerkreislauf, der einen Sammler 25 anstelle des Akkumulators 21 aufweist.

[0171] Eine Einlassseite des Dreiwegeventils 15e ist an einer Abgabeöffnung des Verdichters 11 angeordnet. Das Dreiwegeventil 15e ist ein elektrisches Dreiwegeventil zur Einstellung der Strömungsrate, das einen Einlass und zwei Auslässe hat und in der Lage ist, das Durchgangsflächenverhältnis der beiden Auslässe kontinuierlich einzustellen. Das Dreiwegeventil 15e wird durch ein von dem Steuerungsgerät 60 ausgegebenes Steuerungssignal gesteuert.

[0172] Eine Einlassseite eines Kältemitteldurchgangs eines Wasserkältemittelwärmetauschers 12 ist mit einer Seite eines Auslasses des Dreiwegeventils 15e verbunden. Eine erste Verbindungsanschlusseite der siebten Verbindungsstelle 13g ist über den ersten Kühldurchgang 22c mit der anderen Seite eines Auslasses des Dreiwegeventils 15e verbunden.

[0173] Eine Verbindungsanschlusseite des Außenwärmetauschers 16 ist mit der zweiten Anschlussöffnung der siebten Verbindungsstelle 13g verbunden. Eine erste Einlassseite der vierten Verbindungsstelle 13d ist über den Heizdurchgang 22b mit einer dritten Anschlussöffnung der siebten Verbindungsstelle 13g verbunden. In einem Abschnitt des Heizdurchgangs 22b zwischen der siebten Verbindungsstelle 13g und der vierten Verbindungsstelle 13d ist ein Heizschaltventil 15b angeordnet.

[0174] Eine von einer Einlassseite einer achten Verbindungsstelle 13h ist mit einem Auslass des Kälte-

mitteldurchgangs eines Wasserkältemittelwärmetauschers 12 verbunden. Ein viertes Rückschlagventil 17d ist in dem Kältemitteldurchgang angeordnet, der die Auslassseite des Kältemitteldurchgangs des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 und die eine der Einlassseite der achten Verbindungsstelle 13h verbindet. Das vierte Rückschlagventil 17d lässt das Kältemittel von der Seite des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 zu der Seite der achten Verbindungsstelle 13h strömen und verhindert, dass das Kältemittel von der Seite der achten Verbindungsstelle 13h zu der Seite des Wasserkältemittelwärmetauschers 12 strömt.

[0175] Eine Kältemittelinlassseite des Sammlers 25 ist mit einer Auslassseite der achten Verbindungsstelle 13h verbunden. Der Sammler 25 ist ein Flüssigkeitsspeicherabschnitt, der eine Gas-Flüssigkeit-Trennfunktion hat. Das heißt, der Sammler 25 trennt das von dem Wärmeaustauschabschnitt abgegebene Kältemittel, der als Kondensator arbeitet, der das Kältemittel in der Kältekreislaufvorrichtung 10 kondensiert, in ein Gas und eine Flüssigkeit. Der Sammler 25 bewirkt, dass ein Teil des getrennten Flüssigphasen-Kältemittels zu einer stromabwärtigen Seite strömt, und speichert das verbleibende Flüssigphasen-Kältemittel als ein überschüssiges Kältemittel in dem Kreislauf.

[0176] Der Kältemittelauslass des Sammlers 25 ist mit einer Einlassseite der ersten Verbindungsstelle 13a verbunden. Eine Einlassseite des Heizexpansionsventils 14a ist mit einer der Auslässe der ersten Verbindungsstelle 13a verbunden. Die erste Verbindungsanschlusseite einer neunten Verbindungsstelle 13i ist mit einem Auslass des Heizexpansionsventils 14a verbunden. Die Kältemittelinlassseite des Außenwärmetauschers 16 ist mit dem zweiten Verbindungsanschluss der neunten Verbindungsstelle 13i verbunden. Die andere der Einlassseite der achten Verbindungsstelle 13h ist über einen zweiten Kühldurchgang 22d mit einem dritten Verbindungsanschluss der neunten Verbindungsstelle 13i verbunden.

[0177] In dem zweiten Kühldurchgang 22d ist ein fünftes Rückschlagventil 17e angeordnet. Das fünfte Rückschlagventil 17e lässt eine Kältemittelströmung von der Seite der neunten Verbindungsstelle 13i zu der Seite der achten Verbindungsstelle 13h zu und verhindert eine Kältemittelströmung von der Seite der achten Verbindungsstelle 13h zu der Seite der neunten Verbindungsstelle 13i.

[0178] Eine Einlassseite der fünften Verbindungsstelle 13e ist mit der anderen Seite des Auslasses der ersten Verbindungsstelle 13a über einen Bypassdurchgang 22a verbunden. Die fünfte Verbindungsstelle 13e ist ein Dreiwege-Verbindungsstelle ähnlich der ersten Verbindungsstelle 13a. Eine Einlassseite

des Kühlexpansionsventils 14b ist mit einem der Auslässe der fünften Verbindungsstelle 13e verbunden. Eine Einlassseite des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c ist mit der anderen Seite eines Auslasses der fünften Verbindungsstelle 13e verbunden.

[0179] In dieser Ausführungsform ist das Entfeuchtungsschaltventil 15a der ersten Ausführungsform nicht in dem Bypassdurchgang 22a angeordnet.

[0180] Die Kältekreislaufvorrichtung 10 ist mit einem ersten, dritten bis fünften Kältemitteltemperatursensor 64a, 64c bis 64e und einem zweiten bis fünften Kältemitteldrucksensor 65e versehen. Die von diesen Sensoren erfassten Signale (Erfassungssignale) werden in die Steuerungsvorrichtung 60 eingegeben.

[0181] Der dritte Kältemitteldrucksensor 65c ist ein dritter Kältemitteldruckerfassungsbereich, in dem ein Druck P3 des von dem Verdichter 11 abgegebenen Kältemittels erfasst wird. Der vierte Kältemitteldrucksensor 65d ist eine vierte Kältemitteldruckerfassungseinheit, die einen Druck P4 des von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemittels erfasst. Der fünfte Kältemitteldrucksensor 65e ist eine fünfte Kältemitteldruckerfassungseinheit, die einen fünften Druck P5 des von dem Innenverdampfer 18 abgegebenen Kältemittels erfasst.

[0182] Als nächstes wird der Betrieb der Fahrzeugklimaanlage der vorliegenden Ausführungsform, die die vorliegende Ausführungsform gestaltet hat, beschrieben. Die Kältekreislaufvorrichtung 10 der vorliegenden Ausführungsform kann, ähnlich wie die erste Ausführungsform, einen Klimatisierungsbetrieb in fünf verschiedenen Modi ausführen, einschließlich des Kühlmodus, des Umgebungsluftheizmodus, des Umgebungsluftabwärmeheizmodus, des Abwärmeheizmodus und des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus. Diese Bedingungen für die Umschaltung der Betriebsmodi sind die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform.

[0183] Nachfolgend wird der Betrieb der Fahrzeugklimaanlage 1 in den einzelnen Betriebsmodi beschrieben. In jedem Betriebsmodus führt die Steuerungsvorrichtung 60 einen Steuerungsprogrammablauf des jeweiligen Betriebsmodus aus.

(1) Kühlmodus

[0184] Der Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus bestimmt eine Drehzahl des Verdichters 11 und einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungs-klappe 34 ähnlich wie in dem Kühlmodus der ersten Ausführungsform. Der Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einem vollständig geschlossenen Zustand.

[0185] Der Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Kühlexpansionsventils 14b, so dass sich der Überhitzungsgrad SHE des Kältemittels auf der Auslassseite des Innenverdampfers 18 dem Sollüberhitzungsgrad SHEO nähert, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem Sollüberhitzungsgrad SHEO und dem Überhitzungsgrad SHE des Kältemittels auf der Auslassseite des Innenverdampfers 18.

[0186] Der Sollüberhitzungsgrad SHEO kann eine vorbestimmte Konstante sein (5°C in dieser Ausführungsform). Der Überhitzungsgrad SHE des Kältemittels auf der Auslassseite des Innenverdampfers 18 wird auf der Grundlage der von dem vierten Kältemitteltemperatursensor 64d erfassten Temperatur T4 und des von dem fünften Kältemitteldrucksensor 65e erfassten Drucks P5 berechnet.

[0187] In dem Steuerungsprogrammablauf des Kühlmodus schließt die Steuerungsvorrichtung 60, um die Kühlkreislaufvorrichtung 10 in einen Kühlkreislauf des Kühlmodus umzuschalten, das Heizschaltventil 15b und steuert das Dreiwegeventil 15e, um den Auslass auf einer Seite zu dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 zu schließen und den Auslass auf einer Seite zu dem ersten Kühldurchgang 22c zu öffnen. Des Weiteren steuert die Steuerungsvorrichtung 60 das Heizexpansionsventil 14a in einen vollständig geschlossenen Zustand, steuert das Kühlexpansionsventil 14b in einen Drosselzustand, der eine Kältemitteldruck reduzierende Funktion aufweist, und steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einen vollständig geschlossenen Zustand.

[0188] Als Ergebnis ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Kühlmodus ein Kältekreislauf der Dampfverdichtungsart gebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des ersten Kühldurchgangs 22c, des Außenwärmetauschers 16, des zweiten Kühldurchgangs 22d, des Sammlers 25, des Bypassdurchgangs 22a, des Kühlexpansionsventils 14b, des Innenverdampfers 18 und des Verdichters 11 zirkuliert.

[0189] Daher kann die Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Kühlmodus, ähnlich wie in dem Kühlmodus der ersten Ausführungsform, eine Kühlung der Fahrzeugkabine ausführen.

(2) Umgebungsluftheizmodus

[0190] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftheizmodus bestimmt eine Drehzahl des Verdichters 11 und einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungsklappe 34 ähnlich wie in dem Umgebungsluftheizmodus der ersten Ausführungsform.

[0191] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftheizmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a, so dass sich der Überhitzungsgrad SH1 dem Sollüberhitzungsgrad SHO1 durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem Sollüberhitzungsgrad SHO1 und dem Überhitzungsgrad SH1 des Kältemittels auf der Auslassseite des Außenwärmetauschers 16 nähert.

[0192] Der Sollüberhitzungsgrad SHO1 kann eine vorbestimmte Konstante sein (5°C in dieser Ausführungsform). Der Überhitzungsgrad SH1 des Kältemittels auf der Auslassseite des Außenwärmetauschers 16 wird auf der Grundlage der von dem dritten Kältemitteltemperatursensor 64c erfassten Temperatur T3 und des von dem vierten Kältemitteldrucksensor 65d erfassten Drucks P4 berechnet.

[0193] In dem Steuerungsprogrammablauf des Heizmodus der Umgebungsluft öffnet die Steuerungsvorrichtung 60, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Umgebungsluftheizmodus umzuschalten, das Heizschaltventil 15b und steuert das Dreiwegeventil 15e, um den Auslass auf einer Seite zu dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 zu öffnen und den Auslass auf einer Seite zu dem ersten Kühldurchgang 22c zu schließen. Des Weiteren steuert die Steuerungsvorrichtung 60 das Heizexpansionsventil 14a in einen Drosselzustand, der eine Kältemitteldruck reduzierende Funktion aufweist, und steuert sowohl das Kühlexpansionsventil 14b als auch das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einen vollständig geschlossenen Zustand.

[0194] Als Ergebnis ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungsluftheizmodus ein Kreislauf der Dampfverdichtungsart gebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Sammlers 25, des Heizexpansionsventils 14a, des Außenwärmetauschers 16 und des Verdichters 11 zirkuliert.

[0195] Daher kann die Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungsluftheizmodus, ähnlich wie in dem Umgebungsluftheizmodus der ersten Ausführungsform, eine Erwärmung (ein Heizen) der Fahrzeugkabine durch Erwärmung (Heizen) des hochtemperaturseitigen Wärmemediums in dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 durch Aufnahme von Wärme von der Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher 16 ausführen.

(3) Umgebungsluftabwärmeheizmodus

[0196] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungsluftabwärmeheizmodus bestimmt eine Drehzahl des Verdichters 11, einen Drosselöffnungsgrad

des Heizexpansionsventils 14a und einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungs-klappe 34 ähnlich dem Umgebungs-luftheizmodus in der vorliegenden Ausführungsform.

[0197] Der Steuerungsprogrammablauf des Umgebungs-luftabwärmeheizmodus bestimmt den Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c ähnlich dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus in der ersten Ausführungsform.

[0198] In dem Steuerungsprogrammablauf des Umgebungs-luftabwärmeheizmodus öffnet die Steuerungsvorrichtung 60, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Umgebungs-luftabwärmeheizmodus umzuschalten, das Heizschaltventil 15b und steuert das Dreiwegeventil 15e, um den Auslass auf einer Seite zu dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 zu öffnen und den Auslass auf einer Seite zu dem ersten Kühldurchgang 22c zu schließen. Des Weiteren steuert die Steuerungsvorrichtung 60 das Heizexpansionsventil 14a in einen Drosselzustand, der eine Kältemitteldruckreduzierungsfunktion aufweist, steuert das Kühl-expansionsventil 14b in einen vollständig geschlossenen Zustand, und steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einen Drosselzustand, der eine Kältemitteldruckreduzierungsfunktion aufweist.

[0199] Als Ergebnis ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus ein Kältekreislauf der Dampfverdichtungsart gebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Sammlers 25, des Heizexpansionsventils 14a, des Außenwärmetauschers 16 und des Einlasses des Verdichters 11 zirkuliert, und in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Sammlers 25, des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 und des Einlasses des Verdichters 11 zirkuliert.

[0200] Daher kann die Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus, ähnlich wie in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus der ersten Ausführungsform, eine Beheizung der Fahrzeugkabine ausführen, indem das hochtemperaturseitige Wärmemedium in dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 geheizt wird, indem Wärme von der Umgebungsluft in dem Außenwärmetauscher 16 aufgenommen wird und Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 über das niedertemperaturseitige Wärmemedium in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 aufgenommen wird.

(4) Abwärmeheizmodus

[0201] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus bestimmt eine Drehzahl des Verdich-

ters 11 und einen Öffnungsgrad SW der Luftmischungs-klappe 34 ähnlich wie in dem Abwärmeheizmodus der ersten Ausführungsform.

[0202] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, so dass sich ein Überhitzungsgrad SHC einem Sollüberhitzungsgrad SHCO nähert, und zwar durch das Verfahren der Rückkopplungssteuerung auf der Grundlage einer Abweichung zwischen dem Sollüberhitzungsgrad SHCO und dem Überhitzungsgrad SHC des Kältemittels in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19. Der Sollüberhitzungsgrad SHCO kann eine vorbestimmte Konstante sein (5°C in dieser Ausführungsform).

[0203] In dem Steuerungsprogrammablauf des Abwärmeheizmodus, um die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältekreislauf des Abwärmeheizmodus umzuschalten, schließt die Steuerungsvorrichtung 60 das Heizschaltventil 15b und steuert das Dreiwegeventil 15e, um den Auslass auf einer Seite zu dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 zu öffnen und den Auslass auf einer Seite zu dem ersten Kühldurchgang 22c zu schließen. Des Weiteren steuert die Steuerungsvorrichtung 60 das Heizexpansionsventil 14a und das Kühl-expansionsventil 14b in einen vollständig geschlossenen Zustand und steuert das Wärmeaufnahmeexpansionsventil 14c in einen Drosselzustand, der eine Kältemitteldruck reduzierende Funktion aufweist.

[0204] Dementsprechend ist in der Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Abwärmeheizmodus ein Kältekreislauf einer Dampfverdichtungsart ausgebildet, in dem das Kältemittel in der Reihenfolge des Verdichters 11, des Wasserkältemittelwärmetauschers 12, des Sammlers 25, des Bypassdurchgangs 22a, des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c, der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 und des Einlasses des Verdichters 11 zirkuliert.

[0205] Daher kann die Kältekreislaufvorrichtung 10 in dem Abwärmeheizmodus, ähnlich wie in dem Abwärmeheizmodus der ersten Ausführungsform, eine Beheizung der Fahrzeugkabine durch Erwärmung (Heizen) der Luft in dem Wasserkältemittelwärmetauscher 12 durch Aufnahme von Wärme von der Abwärmeverrichtung 80 über das niedertemperaturseitige Wärmemedium in der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 ausführen.

(5) Abwärme-mit-Frost-Heizmodus

[0206] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus, ähnlich dem Abwärmeheizmodus in der Ausführungsform, bestimmt einen Drosselöffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c und einen Öffnungsgrad SW der

Luftmischungs-klappe 34, und steuert das Heizexpansionsventil 14a in den vollständig geschlossenen Zustand.

[0207] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus bestimmt, ähnlich wie in dem Abwärme-mit-Frost-Heizmodus der ersten Ausführungsform, eine Drehzahl des Verdichters 11.

[0208] Der Steuerungsprogrammablauf des Abwärme-mit-Frost-Heizmodus schaltet die Kältekreislaufvorrichtung 10 in einen Kältemittelkreislauf um, der dem Abwärmeheizmodus in der Ausführungsform ähnlich ist.

[0209] Demgemäß ist es möglich, ähnlich dem Abwärme-mit-Frost-Heizmodus der ersten Ausführungsform eine Beheizung der Fahrzeugkabine auszuführen und dabei einen Zustand aufrechtzuerhalten, in dem die Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 in der Lage ist, so viel Wärme wie möglich von dem niedertemperaturseitigen Wärmemedium aufzunehmen, falls es aufgrund eines an dem Außenwärmetauscher 16 erzeugten Frostes nicht möglich ist, Wärme von der Umgebungsluft aufzunehmen.

[0210] Auch bei einem Wärmepumpenkreislauf mittels eines Sammlers wie bei dieser Ausführungsform ist es möglich, in gleicher Weise wie bei der ersten Ausführungsform auf einen geeigneten Heizmodus umzuschalten.

[0211] In der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Umgebungsluftheizmodus ein Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a auf der Grundlage des Überhitzungsgrads SH1 des von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemittels gesteuert. In dem Abwärmeheizmodus wird ein Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c auf der Grundlage des Überhitzungsgrads SHC des von der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 abgegebenen Kältemittels gesteuert. In dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus wird ein Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils 14a auf der Grundlage des Überhitzungsgrads SH1 des von dem Außenwärmetauscher 16 abgegebenen Kältemittels gesteuert, und ein Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils 14c wird auf der Grundlage des Überhitzungsgrads SHC des von der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 abgegebenen Kältemittels gesteuert.

[0212] Dadurch kann in dem Umgebungsluftheizmodus, dem Abwärmeheizmodus und dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus der Kältemitteldruck (d.h. die Kältemitteltemperatur) in dem Außenwärmetauscher 16 und der Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 in geeigneter Weise gesteuert werden, indem der Öffnungsgrad des Wärmeexpansionsventils 14a und ein Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpan-

sionsventils 14c in geeigneter Weise gesteuert werden.

[0213] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann wie folgt modifiziert werden, ohne von dem Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

[0214] Obwohl die Kältekreislaufvorrichtung 10, die in der Lage ist, auf eine Vielzahl von Betriebsmodi umzuschalten, in der obigen Ausführungsform beschrieben wurde, ist die Umschaltung der Betriebsmodi der Kältekreislaufvorrichtung 10 nicht darauf beschränkt. Es ist lediglich erforderlich, dass zumindest ein Betriebsmodus, der der Ölrückführungsteuerung unterworfen werden soll, ausgeführt wird.

[0215] Die Komponenten der Kältekreislaufvorrichtung sind nicht auf die in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen offenbarten Komponenten beschränkt. Es kann eine Vielzahl von Kreislaufkomponenten integriert werden, um die vorstehend beschriebenen Effekte zu erzielen. Als das Kühlexpansionsventil 14b und als das Wärme aufnehmende Expansionsventil 14c kann eine Anordnung angewandt werden, in der ein elektrisches Expansionsventil, das nicht vollständig schließend arbeitet, und ein Schaltventil direkt verbunden sind.

[0216] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wurde ein Beispiel beschrieben, in dem R1234yf als das Kältemittel verwendet wird, aber das Kältemittel ist nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel können R134a, R600a, R410A, R404A, R32, R407C und dergleichen verwendet werden. Ein Kältemittelgemisch oder ähnliches, in dem mehrere Arten dieser Kältemittel gemischt sind, kann verwendet werden. Kohlendioxid kann als das Kältemittel verwendet werden, um einen überkritischen Kältekreislauf zu bilden, in dem der Kältemitteldruck auf der Hochdruckseite gleich wie oder höher ist als der kritische Druck des Kältemittels.

[0217] Die Gestaltung der Heizeinheit ist nicht auf die in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen offengelegten Formen beschränkt. Beispielsweise können Kühler sowohl zu dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen hochtemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 40 als auch zu dem niedertemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 50 hinzugefügt werden, um überschüssige Wärme an die Umgebungsluft abzuleiten. Des Weiteren kann in einem Fahrzeug, das eine Brennkraftmaschine (einen Verbrennungsmotor) aufweist, wie z. B. ein Hybridfahrzeug, ein Verbrennungsmotorkühler in dem hochtemperaturseitigen Wärmemediumkreislauf 40 zirkulieren.

[0218] Eine Gestaltung der Wärmeaufnahmevorrichtung ist nicht auf die in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen offenbarten Ausführungsformen beschränkt. Beispielsweise kann als die Kühleinheit ein Thermosiphon, in dem die in der ersten Ausführungsform beschriebene Kältemaschine (Kühler, Chiller) 19 in dem niedertemperaturseitigen Wärmediumkreislauf 50 als kondensierende Einheit arbeitet und die Abwärmeeinheit 80 als eine Verdampfungseinheit arbeitet, als die Wärmeaufnahmeinheit dienen. Gemäß dieser Ausführungsform kann auf die niedertemperaturseitige Wärmediumpumpe 51 verzichtet werden.

zelenen Element, innerhalb des Geistes und des Umfangs der vorliegenden Offenbarung.

[0219] Der Thermosiphon hat eine Verdampfungseinheit, die ein Kältemittel verdampft, und eine Kondensationseinheit, die das Kältemittel kondensiert, und ist gestaltet, indem die Verdampfungseinheit und die Kondensationseinheit in einem geschlossenen Kreislauf, d.h. in einer ringförmigen Form, verbunden sind. Es handelt sich um einen Wärmetransportkreislauf, der das Kältemittel und die Wärme durch natürliches Zirkulieren des Kältemittels durch Verwendung der Funktion der Schwerkraft transportiert, indem eine spezifische Schwerkraftdifferenz des Kältemittels in dem Kreislauf durch eine Temperaturdifferenz zwischen einer Kältemitteltemperatur in der Verdampfungseinheit und einer Kältemitteltemperatur in der Kondensationseinheit erzeugt wird.

[0220] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird die Wärme von der Abwärmeeinheit 80 über das niedertemperaturseitige Wärmedium in dem Kältemittel aufgenommen, jedoch kann die Wärme von der Abwärmeeinheit 80 über die Luft in dem Kältemittel aufgenommen werden, oder die Wärme kann von der Abwärmeeinheit 80 direkt in dem Kältemittel aufgenommen werden.

[0221] In jeder der vorliegenden Ausführungsformen wird die Kältekreislaufvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Offenbarung bei der Fahrzeugklimaanlage 1 angewandt, aber die Anwendung der Kältekreislaufvorrichtung 10 ist nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann sie auf eine Klimaanlage oder dergleichen angewandt werden, die einen Raum klimatisiert.

[0222] Obwohl die vorliegende Offenbarung gemäß den Ausführungsformen beschrieben wurde, versteht es sich, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die Ausführungsformen und deren Strukturen beschränkt ist. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene Modifikationen und Variationen innerhalb des Umfangs von Äquivalenten. Darüber hinaus liegen wie die verschiedenen Kombinationen und Gestaltungen, die bevorzugt sind, auch andere Kombinationen und Gestaltungen, einschließlich mehreren, wenigen oder nur einem ein-

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2020133010 [0001]
- JP 2020026196 A [0004]

Patentansprüche

1. Kältekreislaufvorrichtung, die Folgendes aufweist:

einen Verdichter (11), der ein Kältemittel verdichtet und abgibt;
 eine Heizeinheit (12, 40, 42), die durch Verwendung des von dem Verdichter abgegebenen Kältemittels als eine Wärmequelle in einen Klimatisierungszielraum eingeblasene Luft heizt;
 ein Heizexpansionsventil (14a), das einen Druck des von der Heizeinheit abgegebenen Kältemittels reduziert;
 einen Außenwärmetauscher (16), der einen Wärmeaustausch zwischen dem von dem Heizexpansionsventil abgegebenen Kältemittel und einer Umgebungsluft ausführt;
 ein Kühlexpansionsventil (14b), das einen Druck des von dem Außenwärmetauscher abgegebenen Kältemittels reduziert;
 einen Innenverdampfer (18), der die Luft kühlt, bevor sie durch die Heizeinheit beheizt wird, indem er das von dem Kühlexpansionsventil abgegebene Kältemittel verdampft;
 ein Wärmeaufnahmeexpansionsventil (14b), das einen Druck des von dem Außenwärmetauscher abgegebenen Kältemittels reduziert;
 eine Wärmeaufnahmeeinheit (19, 50), die Wärme von einem Wärmeaufnahmeobjekt (80) durch Verdampfen des von dem Wärmeaufnahmeexpansionsventil abgegebenen Kältemittels aufnimmt;
 eine Kältemittelkreislaufumschalteneinheit (15a, 15b), die zwischen einem Kältemittelkreislauf in einem Abwärmeheizmodus, in dem der Außenwärmetauscher keine Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungsluftabwärmeheizmodus, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, umschaltet; und
 ein Steuerungsgerät (60), das die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit steuert, um in den Abwärmeheizmodus umzuschalten, wenn eine Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz, die eine Temperaturdifferenz ist, die durch Subtraktion einer Temperatur (T_s) des in den Verdichter angesaugten Kältemittels von einer Umgebungslufttemperatur (T_{am}) erhalten wird, gleich wie oder niedriger als eine untere Grenztemperaturdifferenz (α_2) ist und eine Temperatur (T_{WL2}) des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder höher als eine wärmeaufnehmbare Temperatur (T_{W1}) ist.

2. Kältekreislaufvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
 die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit zwischen einem Kältemittelkreislauf in dem Abwärmeheizmodus, einem Kältemittelkreislauf in dem Umgebungs-

luftabwärmeheizmodus und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungslufttheizmodus umschaltet, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit keine Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und wobei
 das Steuerungsgerät in dem Umgebungslufttheizmodus die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit so steuert, dass sie in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus umschaltet, wenn die Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz gleich wie oder höher als eine wärmeaufnehmbare Temperaturdifferenz (α_1) ist und eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder höher als die wärmeaufnehmbare Temperatur ist.

3. Kältekreislaufvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Steuerungsgerät in dem Abwärmeheizmodus die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit so steuert, dass sie in den Umgebungsluftabwärmeheizmodus umschaltet, wenn die Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz gleich wie oder höher als eine wärmeaufnehmbare Temperaturdifferenz (α_1) ist.

4. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
 die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit zwischen einem Kältemittelkreislauf in dem Abwärmeheizmodus, einem Kältemittelkreislauf in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungslufttheizmodus umschaltet, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit keine Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und wobei
 das Steuerungsgerät in dem Abwärmeheizmodus die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit so steuert, dass sie in den Umgebungslufttheizmodus umschaltet, wenn eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder niedriger als eine untere Wärmeaufnahmebegrenztemperatur (T_{Wmin}) ist.

5. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
 die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit zwischen einem Kältemittelkreislauf in dem Abwärmeheizmodus, einem Kältemittelkreislauf in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungslufttheizmodus umschaltet, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit keine Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und wobei
 das Steuerungsgerät in dem Umgebungsluftabwärmeheizmodus die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit so steuert, dass sie in den Umgebungslufttheizmodus umschaltet, wenn die Umgebungsluftkältemitteltemperaturdifferenz gleich wie oder niedriger als eine untere Grenztemperatur-

differenz ist und eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts niedriger als eine wärmeaufnehmbare Temperatur ist, oder wenn eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder niedriger als eine untere Wärmeaufnahmebegrenztemperatur (TWmin) ist.

6. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Steuerungsgerät die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit steuert, um in einen Kältemittelkreislauf in dem Abwärmeheizmodus umzuschalten, wenn der Außenwärmetauscher Frost erzeugt, und eine Kältemittelabgabeleistung des Verdichters steuert, um zu verhindern, dass eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder niedriger als eine untere Wärmeaufnahmebegrenztemperatur (TWmin) wird.

7. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die des Weiteren Folgendes aufweist:

eine Gas-Flüssigkeit-Trenneinheit (21), die ein in den Verdichter angesaugtes Kältemittel in Gas und Flüssigkeit trennt und ein Kältemittel in flüssiger Phase speichert, wobei

die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit zwischen einem Kältemittelkreislauf in dem Abwärmeheizmodus, einem Kältemittelkreislauf in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungs-lufttheizmodus umschaltet, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit keine Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und wobei das Steuerungsgerät:

in dem Umgebungs-lufttheizmodus einen Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils auf der Grundlage eines Unterkühlungsgrads (SC2) des von der Heizeinheit abgegebenen Kältemittels steuert;

in dem Abwärmeheizmodus einen Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils auf der Grundlage des Unterkühlungsgrads (SC2) des von der Heizeinheit abgegebenen Kältemittels steuert; und

in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus einen Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils oder des Wärmeaufnahmeexpansionsventils auf der Grundlage des Unterkühlungsgrads (SC2) des von der Heizeinheit abgegebenen Kältemittels steuert und einen Öffnungsgrad des anderen von dem Heizexpansionsventil und dem Wärmeaufnahmeexpansionsventil auf der Grundlage eines Überhitzungsgrads (SHC) eines Kältemittels nach Dekomprimierung durch das andere Expansionsventil und Verdampfung steuert.

8. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die des Weiteren Folgendes aufweist:

eine Gas-Flüssigkeit-Trenneinheit (25), die ein von

der Heizeinheit abgegebenes Kältemittel in Gas und Flüssigkeit trennt und Kältemittel in flüssiger Phase speichert;

die Kältemittelkreislaufumschalteneinheit zwischen einem Kältemittelkreislauf in dem Abwärmeheizmodus, einem Kältemittelkreislauf in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus und einem Kältemittelkreislauf in einem Umgebungs-lufttheizmodus umschaltet, in dem der Außenwärmetauscher Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt und die Wärmeaufnahmeeinheit keine Wärme von dem Wärmeaufnahmeobjekt aufnimmt, und wobei das Steuerungsgerät:

in dem Umgebungs-lufttheizmodus einen Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils auf der Grundlage eines Überhitzungsgrads (SH1) des von dem Außenwärmetauscher abgegebenen Kältemittels steuert;

in dem Abwärmeheizmodus einen Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils auf der Grundlage des Überhitzungsgrads (SH1) des von der Wärmeaufnahmeeinheit abgegebenen Kältemittels steuert; und

in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus einen Öffnungsgrad des Heizexpansionsventils auf der Grundlage des Überhitzungsgrads (SH1) des von dem Außenwärmetauscher abgegebenen Kältemittels steuert und einen Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils auf der Grundlage eines Überhitzungsgrads (SHC) des von der Wärmeaufnahmeeinheit abgegebenen Kältemittels steuert.

9. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Steuerungsgerät in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus einen Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils steuert, um zu verhindern, dass eine Temperatur des in den Verdichter angesaugten Kältemittels die Umgebungslufttemperatur nicht überschreitet.

10. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Steuerungsgerät in dem Umgebungs-luftabwärmeheizmodus einen Öffnungsgrad des Wärmeaufnahmeexpansionsventils steuert, um zu verhindern, dass eine Temperatur des Wärmeaufnahmeobjekts gleich wie oder niedriger als eine untere Wärmeaufnahmebegrenztemperatur (TWmin) wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

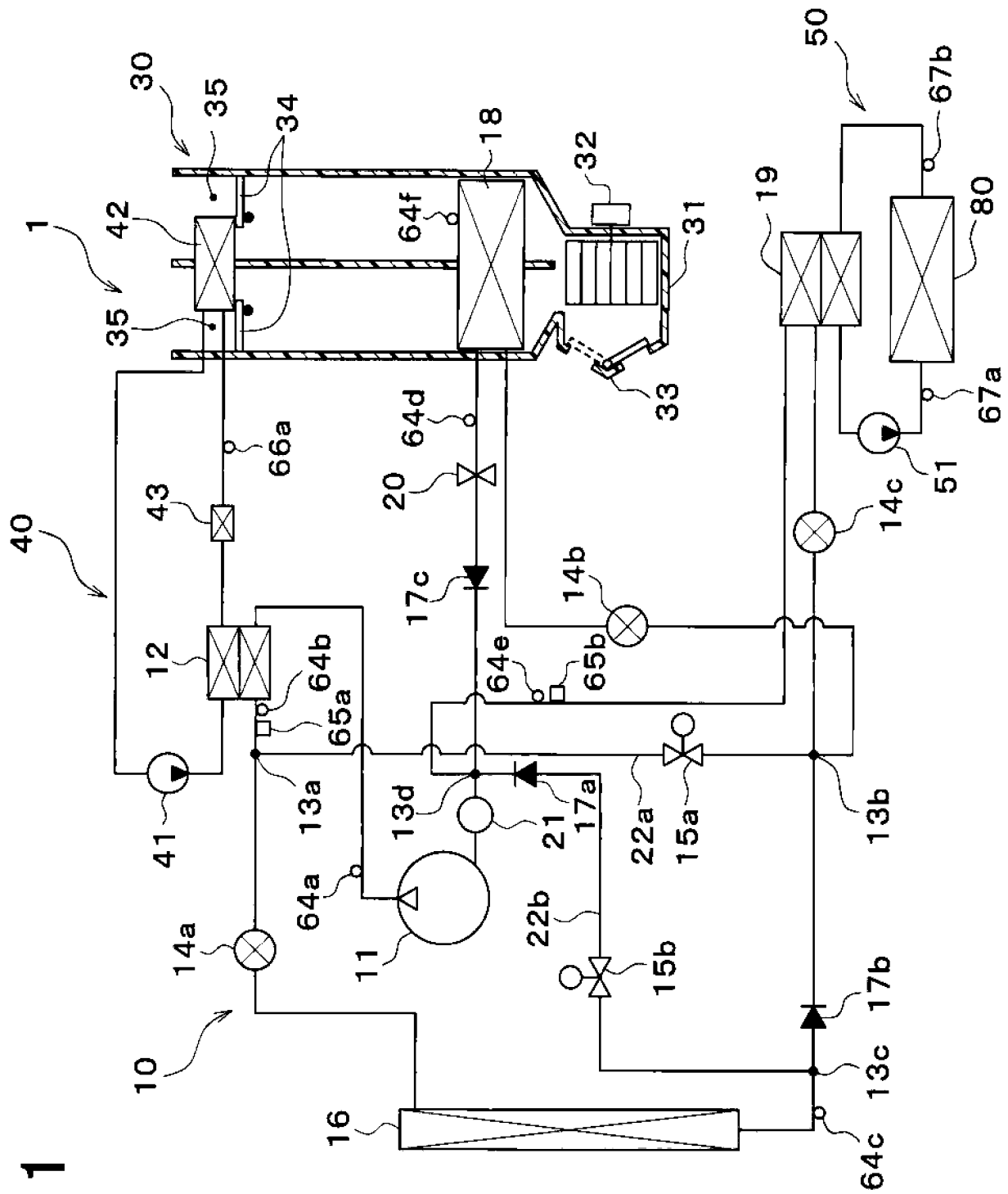


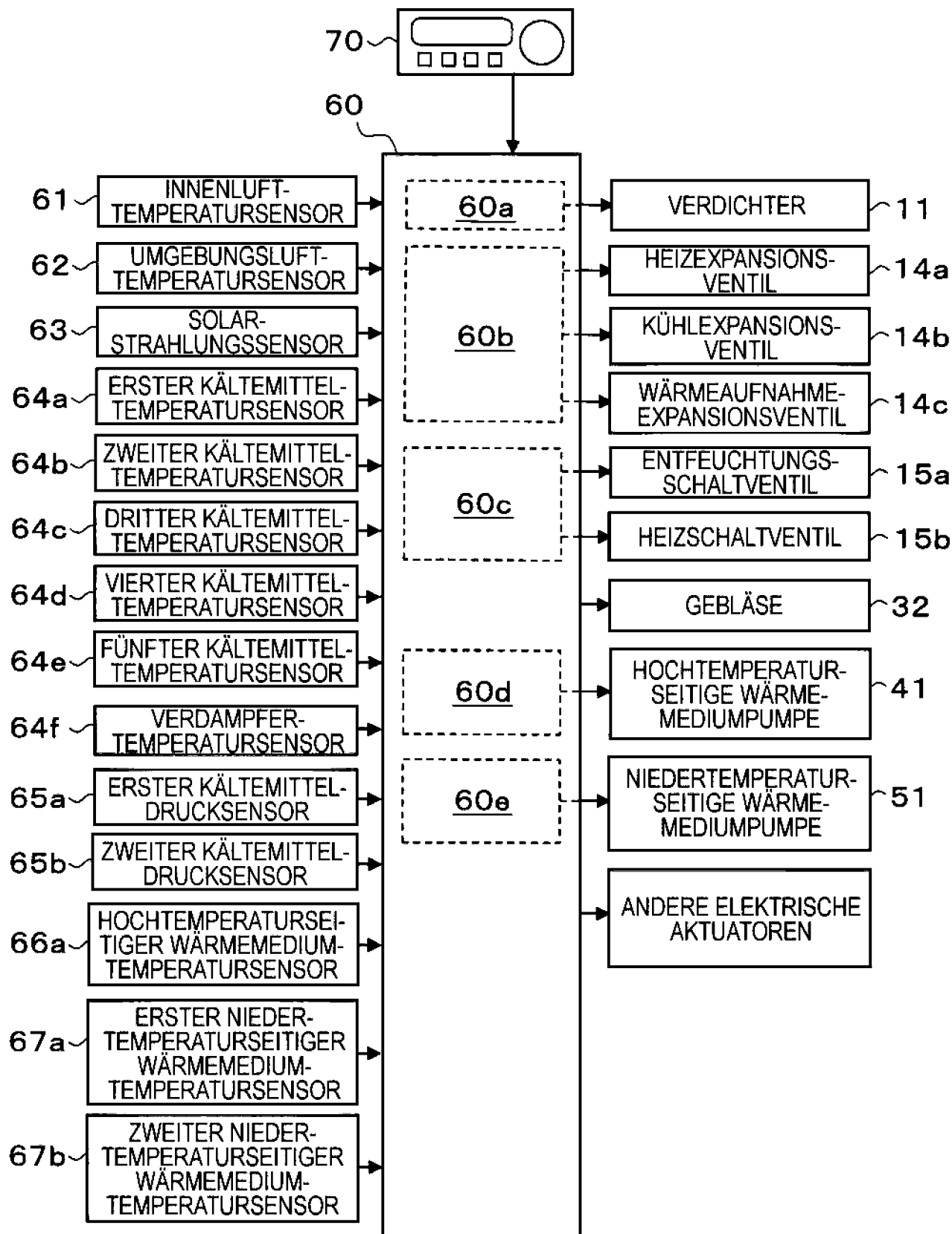
FIG. 2

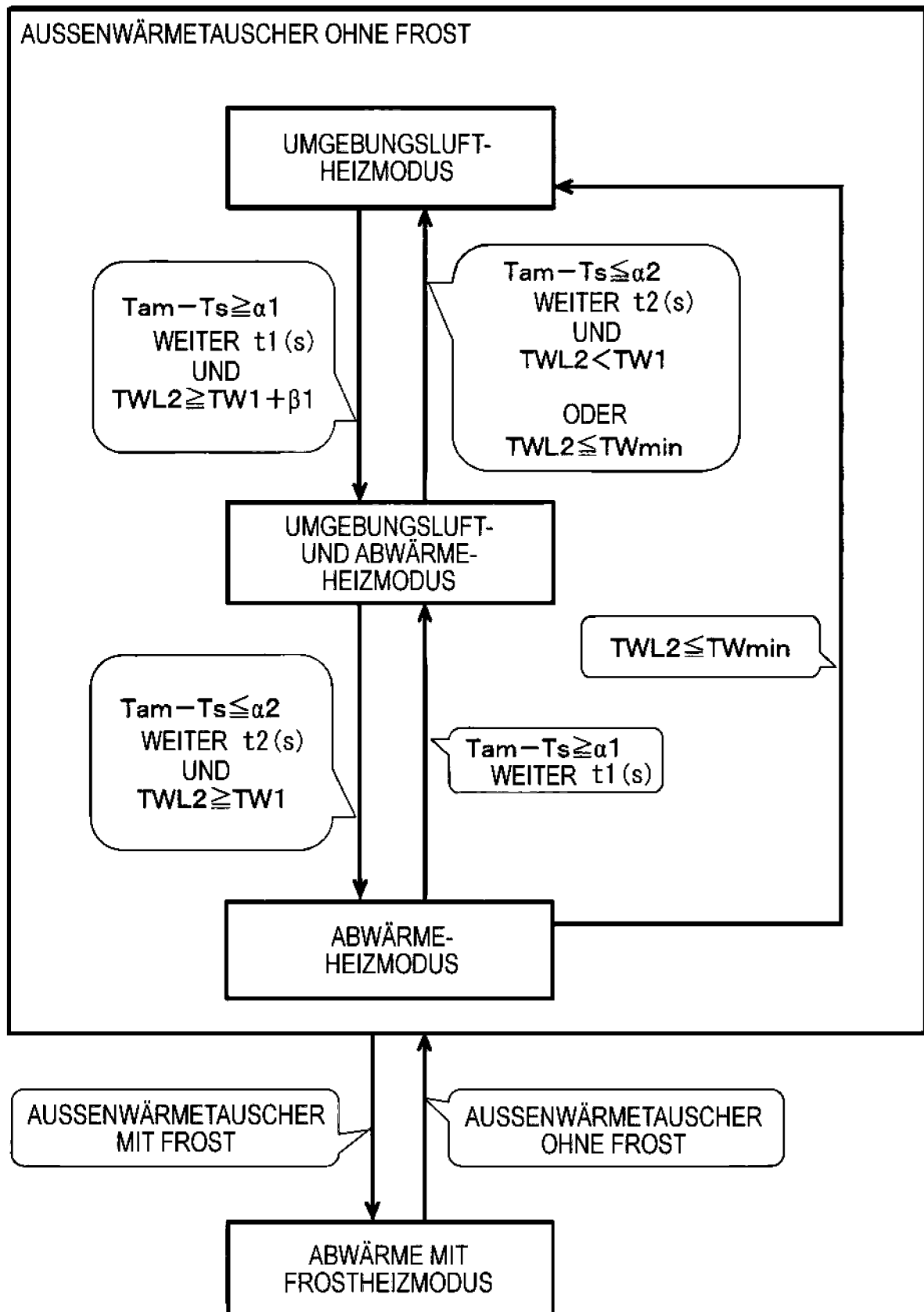
FIG. 3

FIG. 4

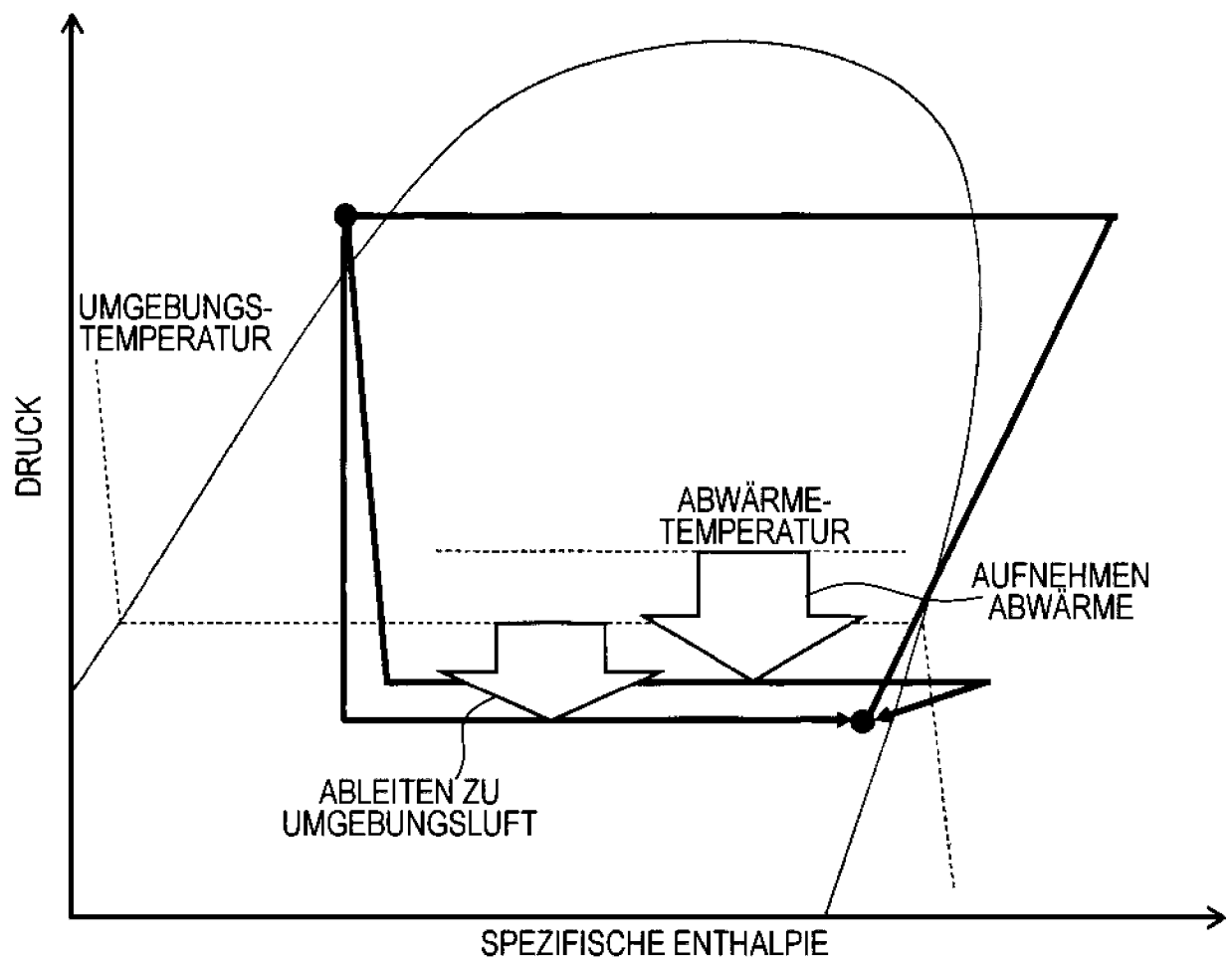


FIG. 5

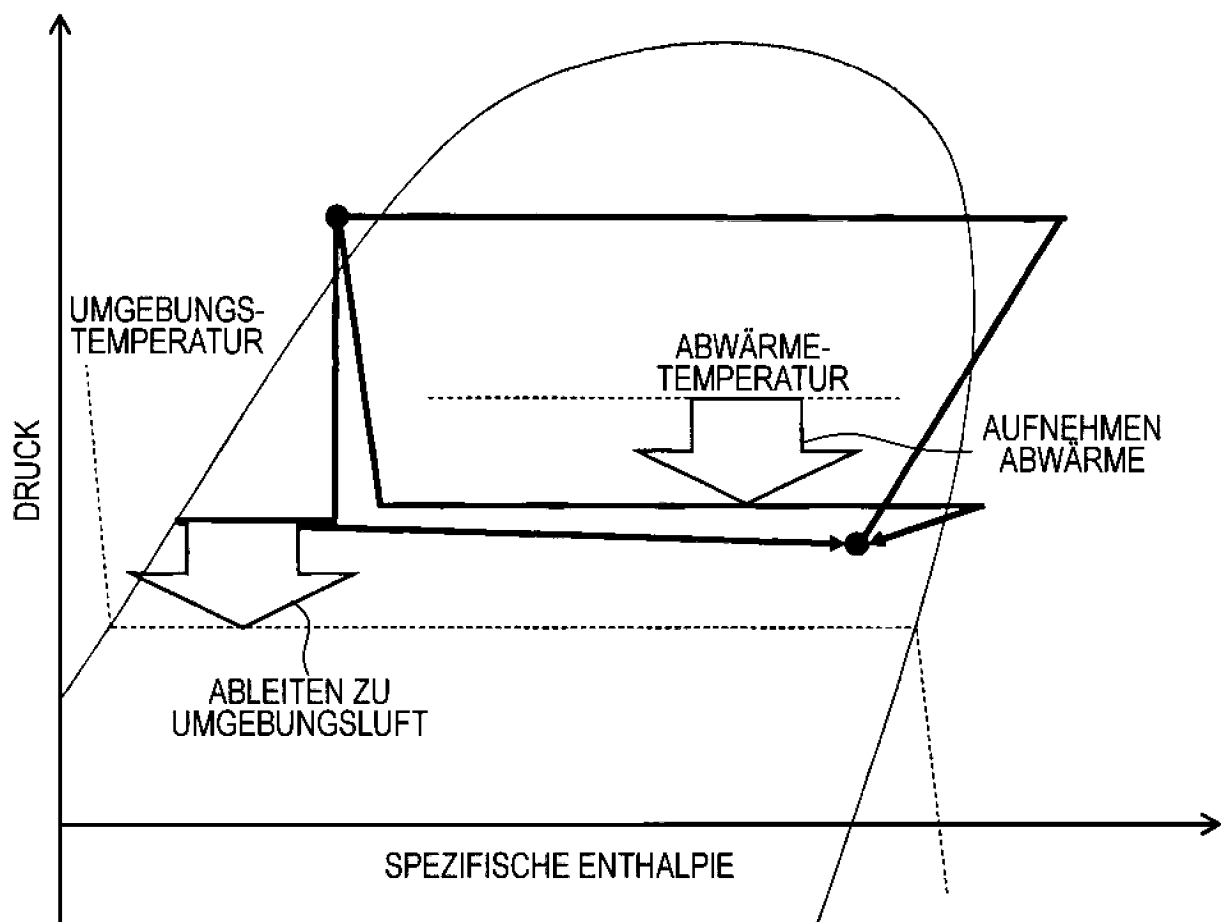


FIG. 6

