



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/119605**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 008 543.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/048059**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.12.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.06.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.10.2024**

(51) Int Cl.: **F25B 49/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,
70173 Stuttgart, DE**

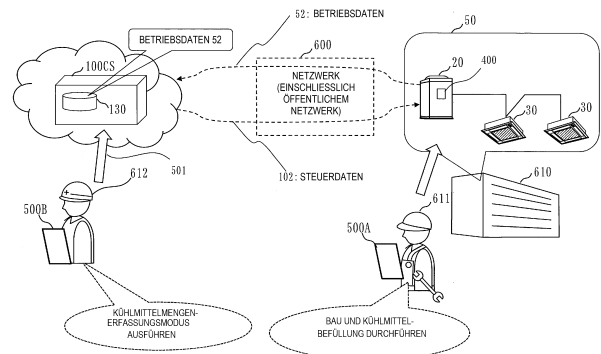
(72) Erfinder:
**Ishigaki, Mitsuhiro, Tokyo, JP; Ito, Masahiro,
Tokyo, JP; Shimamoto, Daisuke, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **KÜHLMITTELMENGEN-BESTIMMUNGSSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Ein Bauarbeiter (611) installiert eine Kühlkreislaufvorrichtung (50) und befüllt die Kühlkreislaufvorrichtung (50) mit einem Kühlmittel. Wenn die Kühlkreislaufvorrichtung (50) mit dem Kühlmittel befüllt ist und eine Zustimmung eines Kunden erhalten wird, überträgt ein Wartungsarbeiter (612) einen Startbefehl (501) von einem Endgerät (500B) an einen Cloud-Server (100CS). Nach einem Empfang des Startbefehls (501) überträgt der Cloud-Server (100CS) Steuerdaten (102) an die Kühlkreislaufvorrichtung (50) und führt eine Steuerung in einem Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durch. Der Cloud-Server (100CS) empfängt Betriebsdaten (52) von der Kühlkreislaufvorrichtung (50), berechnet eine Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung (50) unter Verwendung der Betriebsdaten (52), bestimmt aus der Kühlmittelmenge, ob die Kühlmittelmenge eine Überschreitung oder Unterschreitung darstellt, und überträgt ein Bestimmungsergebnis an das Endgerät (500A) und das Endgerät (500B).



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Kühlmittelmengen-Erfassungssystem zum Erfassen einer Kühlmittelmenge in einem Kühlmittelkreislauf.

Technologischer Hintergrund

[0002] Herkömmliche Verfahren umfassen ein Verfahren zum Erfassen einer Kühlmittelleckmenge in einem Kühlmittelkreislauf (zum Beispiel Patentliteratur 1). Bei den herkömmlichen Verfahren muss ein Unterkühlungsgrad SC eines Kühlmittels bei einem Auslass eines Kondensators größer als 0°C sein. Falls eine Bedingung auferlegt wird, dass der Unterkühlungsgrad SC größer als 0°C ist, wenn die Kühlmittelleckmenge erfasst wird, ist es möglich, ein Leck bzw. eine Leckage zum Beispiel von 10% oder mehr zu erfassen. Jedoch ist es nicht möglich quantitativ zu erfassen, ob die Leckmenge des Kühlmittels 20% oder 30% ist. Da eine hinzuzufügende Kühlmittelmenge nicht bekannt ist, muss ein Betreiber deshalb das gesamte Kühlmittel aus dem Kühlmittelkreislauf einsammeln und den Kühlmittelkreislauf mit einer Standardkühlmittelmenge befüllen, die in einen Katalog geschrieben ist. Dementsprechend gibt es ein Problem dahingehend, dass Wartungsarbeiten mühsam sind.

[0003] Ferner ist es für einen stabilen Betrieb einer Kühlkreislaufvorrichtung wichtig, eine geeignete Kühlmittelmenge in dem Kühlmittelkreislauf einzuschließen. Wenn die Kühlkreislaufvorrichtung gebaut wird, führt eine Wartungsfirma oder ein Vertriebsmitarbeiter der Kühlkreislaufvorrichtung einen Testbetrieb der Kühlkreislaufvorrichtung durch und bestätigt, ob die eingeschlossene Kühlmittelmenge geeignet ist oder nicht. Diese Bestätigung erfordert eine auf einer Erfahrung eines Wartungsarbeiters basierende Qualifikation, und es ist für einen unerfahrenen Wartungsarbeiter schwierig zu bestimmen, ob die eingeschlossene Kühlmittelmenge geeignet ist oder nicht. Das Gleiche gilt für eine Bestimmung der Kühlmittelmenge während eines normalen Betriebs der Kühlkreislaufvorrichtung und, unter Verwendung der Bestimmung, für eine Leckagebestimmung der Kühlmittelmenge.

[0004] Herkömmlicherweise gab es kein Verfahren zum Berechnen der Kühlmittelfüllmenge auf der Seite eines Kühlmittelmengen-Erfassungssystems gemäß einem Endgerätbetrieb („terminal operation“) des Wartungsarbeiters ungeachtet der menschlichen Erfahrung. Hinsichtlich dieses Punkts, obwohl die Patentliteratur 1 eine Kühlmittelmengenerfassung offenbart, gibt es keine Offenbarung des Verfahrens zum Berechnen der Kühlmittelfüllmenge auf der Seite des Kühlmittelmengen-Erfassungssystems gemäß dem Endgerätbetrieb des Wartungsarbeiters ungeachtet der menschlichen Erfahrung.

Zitatliste

Patentliteratur

[0005] Patentliteratur 1: JP 5063346 B2

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0006] Die vorliegende Offenbarung zielt auf ein Vorsehen eines Verfahrens zum Berechnen einer Kühlmittelfüllmenge auf der Seite eines Kühlmittelmengen-Erfassungssystems gemäß einem Endgerätbetrieb eines Wartungsarbeiters ungeachtet einer menschlichen Erfahrung.

Lösung des Problems

[0007] Ein Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst:

eine Servervorrichtung;

ein Endgerät, das mit der Servervorrichtung kommuniziert; und

eine kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung, die in einer Kühlkreislaufvorrichtung angeordnet ist, die einen Kompressor, einen Kondensator, ein Expansionsventil und einen Verdampfer umfasst und die einen Kühlmittelkreislauf aufweist, in welchem ein Kühlmittel zirkuliert, wobei

das Endgerät an die Servervorrichtung ein Anforderungssignal überträgt, das eine Erfassung einer Kühlmittelmenge anfordert, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, und

die Servervorrichtung, wenn sie das Anforderungssignal empfängt, an dem Kühlmittelkreislauf über die kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung eine Steuerung eines Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durchführt, der einen Betriebsmodus der Kühlkreislaufvorrichtung zum Erfassen der Kühlmittelmenge ist, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, von der kühlkreislaufseitigen Steuervorrichtung Erfassungswerte von einer Vielzahl von Sensoren, die in dem Kühlmittelkreislauf angeordnet sind, als ein Ergebnis der Steuerung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus empfängt, die Kühlmittelmenge, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, unter Verwendung der empfangenen Erfassungswerte von der Vielzahl von Sensoren berechnet, bestimmt, ob die Kühlmittelmenge, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, eine Überschreitung oder eine Unterschreitung darstellt, unter Verwendung der berechneten Kühlmittelmenge und einer Standardkühlmittelmenge, die als Standard gehalten wird, und an das Endgerät ein Bestimmungsergebnis der Überschreitung oder Unterschreitung überträgt.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0008] Gemäß einem Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, ein Verfahren vorzusehen, um eine Kühlmittelfüllmenge auf der Seite eines Kühlmittelmengen-Erfassungssystems gemäß einem Terminalbetrieb eines Wartungsarbeiters ungeachtet einer menschlichen Erfahrung vorzusehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 stellt ein Diagramm einer Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Kühlkreislaufvorrichtung 50 veranschaulicht.

Fig. 2 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Flussdiagramm eines Betriebs einer Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 dar.

Fig. 3 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Konfiguration veranschaulicht, bei der die Kühlkreislaufvorrichtung 50 eine Vielzahl von Innenwärmetauschern aufweist.

Fig. 4 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Wirkung eines Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus zu einer Zeit veranschaulicht, wenn es den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus eines Schritts S20 gibt.

Fig. 5 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm eines Vergleichsbeispiels der **Fig. 4** ohne den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus des Schritts S20 dar.

Fig. 6 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das einen Fall veranschaulicht, wo eine Kühlmittelmenge von einem Großmengenzustand in einen Zwischenmengenzustand übergeht.

Fig. 7 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das einen Fall veranschaulicht, wo die Kühlmittelmenge von dem Zwischenmengenzustand in einen Kleinmengenzustand übergeht.

Fig. 8 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das veranschaulicht, dass eine Kühlmittelmengenerfassung innerhalb einer Gesamtkühlmittelmenge unter Verwendung von $A_L\%$ und $A_G\%$ zusammen möglich ist.

Fig. 9 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Hardware-Konfiguration der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 veranschaulicht.

Fig. 10 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 1 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine andere Hardware-Konfiguration der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 veranschaulicht.

Fig. 11 stellt ein Diagramm einer Ausführungsform 2 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Systemkonfiguration eines Kühlmittelmengen-Bestimmungssystems 200 veranschaulicht.

Fig. 12 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Hardware-Konfigurationsdiagramm eines Cloud-Servers 100CS dar, der die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 implementiert.

Fig. 13 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Hardware-Konfigurationsdiagramm einer klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 dar.

Fig. 14 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Hardware-Konfigurationsdiagramm eines Endgeräts 500 dar.

Fig. 15 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Diagramm dar, das einen Erfassungswert für jeden Sensor veranschaulicht, der von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 zum Cloud-Server 100CS übertragen wird.

Fig. 16 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Skizze zu einer Zeit veranschaulicht, wenn die Kühlkreislaufvorrichtung 50 testweise betrieben wird.

Fig. 17 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Sequenzdiagramm des Testbetriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 dar.

Fig. 18 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Diagramm dar, das eine Skizze veranschaulicht, bei der der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus während eines normalen Betriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durchgeführt wird.

Fig. 19 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Sequenzdiagramm dar, in welchem der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus während des normalen Betriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durchgeführt wird.

Fig. 20 stellt ein Diagramm der Ausführungsform 2 dar und stellt ein Flussdiagramm dar, das Vorgänge der **Fig. 17** und **19** veranschaulicht.

Fig. 21 stellt ein Diagramm einer Ausführungsform 3 dar und stellt ein Diagramm dar, das einen Zustand veranschaulicht, in welchem die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 als eine Vorrichtung implementiert ist, die sich von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 unterscheidet und die in der Außen-einheit 20 angeordnet ist.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0009] In der Beschreibung und in den Zeichnungen der Ausführungsformen werden die gleichen Elemente und entsprechende Elemente durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Eine Beschreibung eines Elements, das durch das gleiche Bezugszeichen bezeichnet ist, wird ggf. weggelassen oder vereinfacht werden. Bei den folgenden Ausführungsformen könnte eine „Einheit“ ggf. durch eine „Kreislauf“, eine „Stufe“, eine „Prozedur“, einen „Vorgang“ oder eine „Schaltung“ ersetzt werden.

[0010] In den **Fig. 1, 3, 4** und **5**, die unten zu beschreiben sind, ist ein flüssiges Kühlmittel in einem Außenwärmetauscher **2**, einem Flüssigkeitsrohr **5**, einem Innenwärmetauscher **7** und einem Akkumulator **10** in schwarz veranschaulicht.

[0011] Bei den folgenden Ausführungsformen wird ein durch einen Sensor erfasster Wert als ein Erfassungswert bezeichnet. Ein Wert, der in einer Kühlmittelerfassungsvorrichtung **100** basierend auf einer Spezifikation der Vorrichtung und nicht auf dem Erfassungswert eingestellt ist, wird als eingestellter Wert bezeichnet. Der eingestellte Wert könnte auch als ein Spezifikationswert bezeichnet werden.

Ausführungsform 1.

[0012] Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung **100** der Ausführungsform **1** wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **10** beschrieben werden.

[0013] **Fig. 1** veranschaulicht eine Kühlkreislaufvorrichtung **50** der Ausführungsform **1**. Die Kühlkreislaufvorrichtung **50** weist einen Kühlmittelkreislauf **51** auf, durch welchen ein Kühlmittel zirkuliert.

[0014] Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung **100** weist die folgenden Merkmale auf. (1) Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung **100** kann eine Kühlmittelmenge erfassen, selbst wenn ein Unterkühlungsgrad $SC=0^{\circ}C$ an einem Auslass eines Kondensators beträgt und ein Kühlmittelzustand beim Auslass des Kondensators zweiphasig bzw. ein Zweiphasenzustand ist.

[0015] In der Kühlmittelerfassungsvorrichtung **100** stellt eine unten zu beschreibende Ausgabeeinheit **115** eine Kühlmittelleckmenge in einem quantitativen Wert „**%“, wie die „Leckmenge **%“, basierend auf einer „Standardkühlmittelmenge (100%)“ dar. Die Ausgabeeinheit **115** kann die Kühlmittelleckmenge zum Beispiel auf Anzeigen eines Computers und eines Tablet-Endgeräts anzeigen. Deshalb kann, da ein Betreiber eine hinzuzufügende Kühlmittelfüllmenge kennt, eine Betriebszeit verringert werden. Ferner

kann in einem Klimatisierungssystem, das ein brennbares Kühlmittel verwendet, eine geeignete Antwort auf ein Leck abhängig von einem Entzündungsrisiko getroffen werden, da es bekannt ist, ob das Kühlmittel eine Entzündungsgrenzkonzentration erreicht hat oder nicht. Zum Beispiel kann die geeignete Antwort auf ein Leck getroffen werden, wie zum Beispiel, ob gelüftet oder evakuiert wird.

[0016] (2) Wenn die Kühlmittelmenge erfasst wird, betreibt die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 eine Kühlkreislaufvorrichtung in einem Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus.

[0017] (3) Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 erfasst die Kühlmittelmenge indirekt unter Verwendung von $A_L\%$, was unten zu beschreiben ist, unter einer Bedingung, wo der Unterkühlungsgrad SC größer als 0°C ist, und unter Verwendung von $A_G\%$, was unten zu beschreiben ist, unter einer anderen Bedingung (SC=0).

[0018] (4) Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 verbessert eine Genauigkeit der Kühlmittelerfassungsmenge, indem sowohl $A_L\%$ als auch $A_G\%$ eine Korrektur eines „Kondensationstemperatur-Außenluft“-Verhältnisses abhängig von einem Kühlmittelzirkulationsmengenverhältnis hinzugefügt wird.

[0019] Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 wird unten spezifisch beschrieben werden.

[0020] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, umfasst die Kühlkreislaufvorrichtung 50 eine Außeneinheit 20 und eine Inneneinheit 30. Die Kühlkreislaufvorrichtung 50 bildet einen Kühlkreislauf. Die Außeneinheit 20 umfasst einen Kompressor 1, ein Vierwegeventil 9, den Außenwärmetauscher 2, ein Außengebläse 2A, einen HIC 3, ein HIC-LEV 4 und den Akkumulator 10. Der HIC 3 ist ein Wärmezwischentauscher („Heat Inter Changer“). Der Wärmezwischentauscher wird als der HIC 3 bezeichnet. Der HIC 3 weist ein Doppelrohr auf, das Wärme mit dem in den Kompressor 1 injizierten Kühlmittel und mit dem Kühlmittel, das zum Außenwärmetauscher 2 strömt, austauschen kann. Das HIC-LEV 4 ist ein lineares Expansionsventil für den HIC 3. Das lineare Expansionsventil („linear expansion valve“) wird als LEV bezeichnet. Die Inneneinheit 30 umfasst ein LEV 6, den Innenwärmetauscher 7 und ein Innengebläse 7A. Das LEV 6 ist ein lineares Expansionsventil für den Innenwärmetauscher 7.

Das HIC-LEV 4 und das LEV 6 sind Expansionsventile.

<Kühlmittelkreislauf 51>

[0021] Der Kühlmittelkreislauf 51 wird unten beschrieben werden. In der Außeneinheit 20 sind der Kompressor 1, das Vierwegeventil 9, der Außenwärmetauscher 2 und der HIC 3 in dieser Reihenfolge durch Rohre verbunden. Der HIC 3, das HIC-LEV 4, der HIC 3, der Akkumulator 10 und der Kompressor 1 sind in dieser Reihenfolge durch Rohre verbunden. Ein Gasrohr 8, das Vierwegeventil 9 und der Akkumulator 10 sind in dieser Reihenfolge durch Rohre verbunden. In der Inneneinheit 30 sind das Flüssigkeitsrohr 5, das LEV 6, der Innenwärmetauscher 7 und das Gasrohr 8 in dieser Reihenfolge durch Rohre verbunden. Der Kühlmittelkreislauf 51 wird gebildet, indem die Außeneinheit 20 und die Inneneinheit 30 mit dem Gasrohr 8 und dem Flüssigkeitsrohr 5 verbunden werden. Ein Abzweigungspfad verläuft durch das HIC-LEV 4 von einem Abzweigungspunkt B1, verläuft durch den HIC 3 und verbindet sich mit einem Abzweigungspunkt B2. Das LEV 6 ist ein erstes Expansionsventil und das HIC-LEV 4 ist ein zweites Expansionsventil.

<Kühlmittelströmung>

[0022] Bei der Ausführungsform 1 funktioniert der Außenwärmetauscher 2 als Kondensator und der Innenwärmetauscher 7 funktioniert als Verdampfer. Ein Fall, wo der Außenwärmetauscher 2 als der Kondensator funktioniert und der Innenwärmetauscher 7 als der Verdampfer funktioniert, wird als Kühlbetrieb bezeichnet. Eine Strömung des Kühlmittels in dem Fall, wo der Außenwärmetauscher 2 der Kondensator ist, wird unten beschrieben werden. In der **Fig. 1** geben eine Vielzahl von Pfeilen Strömungsrichtungen des Kühlmittels an. Das Kühlmittel strömt zu dem Kompressor 1, dem Vierwegeventil 9 und dem Außenwärmetauscher 2 und tauscht Wärme mit einer Außenluft in dem Außenwärmetauscher 2 aus. Das Außengebläse 2A ist in dem Außenwärmetauscher 2 installiert, um einen Wärmeaustausch zu vereinfachen. Der schwarze Teil des Außenwärmetauschers 2 zeigt das flüssige Kühlmittel an. Das Kühlmittel, das aus dem Außenwärmetauscher 2 geströmt ist, verläuft durch den HIC 3 und zweigt in zwei Richtungen beim Abzweigungspunkt B1 ab. Das auf eine Seite abgezweigte Kühlmittel geht zum Flüssigkeitsrohr 5, und das zur anderen Seite abgezweigte Kühlmittel geht zum HIC-LEV 4. Das auf die eine Seite abgezweigte Kühlmittel verläuft durch das Flüssigkeitsrohr 5, strömt in das LEV 6 und expandiert. Das Kühlmittel, das aus dem LEV 6 geströmt ist, strömt in den Innenwärmetauscher 7, der als Verdampfer funktioniert, und tauscht Wärme mit einer Innenluft

aus. Das Innengebläse 7A ist in dem Innenwärmetauscher 7 installiert, um den Wärmeaustausch zu vereinfachen. Der schwarze Teil des Innenwärmetauschers 7 gibt das flüssige Kühlmittel an. Das Kühlmittel, das aus dem Innenwärmetauscher 7 geströmt ist, verläuft durch das Gasrohr 8 und strömt in das Vierwegeventil 9 der Außeneinheit 20. Das Kühlmittel, das aus dem Vierwegeventil 9 ausgeströmt ist, verbindet sich beim Abzweigungspunkt B2 mit dem Kühlmittel, das aus dem HIC 3 ausgeströmt ist, und strömt in den Akkumulator 10. Das Kühlmittel, das aus dem Akkumulator 10 ausgeströmt ist, strömt in den Kompressor 1. Das zur anderen Seite abgezweigte Kühlmittel strömt beim Abzweigungspunkt B1 in das HIC-LEV 4 und expandiert. Das Kühlmittel, das aus dem HIC-LEV 4 ausgeströmt ist, strömt in den HIC 3 und tauscht Wärme mit dem Kühlmittel aus, das zum Abzweigungspunkt B1 von dem HIC 3 strömt. Das Kühlmittel, das aus dem HIC 3 geströmt ist, verbindet sich bei dem Abzweigungspunkt B2 mit dem Kühlmittel, das aus dem Vierwegeventil 9 zum Abzweigungspunkt B2 strömt, und strömt zum Akkumulator 10.

<Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100>

[0023] Eine Vielzahl von Temperatursensoren und eine Vielzahl von Drucksensoren sind in dem Kühlmittelkreislauf 51 der Kühlkreislaufvorrichtung 50 installiert. Ferner ist die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 mit der Kühlkreislaufvorrichtung 50 verbunden. Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 erfasst die Kühlmittelleckmenge in dem Kühlmittelkreislauf 51. Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 erfasst Erfassungswerte von der Vielzahl der Temperatursensoren und von der Vielzahl von Drucksensoren, die in dem Kühlmittelkreislauf 51 angeordnet sind, und steuert jeden Aktuator der Kühlkreislaufvorrichtung 50 basierend auf der erfassten Vielzahl von Erfassungswerten. Jeder der Aktuatoren hier ist der Kompressor 1, das Außengebläse 2A, das HIC-LEV 4 oder das Vierwegeventil 9 in der Außeneinheit 20 und ist das LEV 6 oder das Innengebläse 7A in der Inneneinheit 30. Ferner erfasst die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 die Erfassungswerte von der Vielzahl von Temperatursensoren und von der Vielzahl von Drucksensoren, die in dem Kühlmittelkreislauf 51 angeordnet sind, und erfasst die Kühlmittelleckmenge in dem Kühlmittelkreislauf 51 basierend auf der erfassten Vielzahl von Erfassungswerten. Details der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 werden unten beschrieben werden.

<Sensor>

[0024] Die folgenden zehn Sensortypen sind in dem Kühlmittelkreislauf 51 angeordnet. Ein Bezugszeichen eines Sensors könnte als ein Erfassungswert des Sensors bei der Ausführungsform 1 verwendet werden.

(1) Drucksensor HS:

Ein Drucksensor HS ist auf einer Auslassseite des Kompressors 1 angeordnet. Der Drucksensor HS erfasst einen Hochdruck innerhalb eines Rohrs auf der Auslassseite. Eine Kondensationstemperatur T_c des Kühlmittels kann als Sättigungstemperatur des Drucks erhalten werden, der durch den Drucksensor HS erfasst wird.

(2) Drucksensor LS:

Ein Drucksensor LS ist auf einer Ansaugseite des Kompressors 1 angeordnet. Der Drucksensor LS erfasst einen Niedrigdruck innerhalb eines Rohrs auf der Ansaugseite.

(3) Temperatursensor TH2:

Ein Temperatursensor TH2 ist an einem Auslass angeordnet, wo das Kühlmittel, das aus dem HIC-LEV 4 ausgeströmt ist, aus dem HIC 3 ausströmt. Der Temperatursensor TH2 erfasst eine Auslasstemperatur des Kühlmittels, das aus dem HIC-LEV 4 in den HIC 3 strömt, und strömt aus dem HIC 3.

(4) Temperatursensor TH3:

Ein Temperatursensor TH3 ist bei einem Auslass des Außenwärmetauschers 2 angeordnet. Der Temperatursensor TH3 erfasst eine Auslasstemperatur des Kühlmittels des Außenwärmetauschers 2, wenn der Außenwärmetauscher 2 als der Kondensator funktioniert.

(5) Temperatursensor TH4:

Ein Temperatursensor TH4 ist auf der Auslassseite des Kompressors 1 angeordnet. Der Temperatursensor TH4 erfasst eine Temperatur des aus dem Kompressor 1 ausgelassenen Kühlmittels.

(6) Temperatursensor TH5:

Ein Temperatursensor TH4 ist auf der Ansaugseite des Kompressors 1 angeordnet. Der Temperatursensor TH5 erfasst eine Temperatur des Kühlmittels, das in den Kompressor 1 strömt.

(7) Temperatursensor TH7:

Ein Temperatursensor TH7 ist im Bereich des Außengebläses 2A angeordnet. Der Temperatursensor TH7 erfasst eine Umgebungslufttemperatur der Außeneinheit 20. Dies bedeutet, dass der Temperatursensor TH7 eine Außentemperatur erfasst.

(8) Frequenzsensor Sf:

Ein Frequenzsensor Sf ist in dem Kompressor 1 angeordnet. Der Frequenzsensor Sf erfasst eine Frequenz des Kompressors 1.

(9) Öffnungssensor S4:

Ein Öffnungssensor S4 ist in dem HIC-LEV 4 angeordnet. Der Öffnungssensor S4 erfasst eine Öffnung des HIC-LEV 4. Der Öffnungssensor S4 erfasst einen Impuls, der die Öffnung des HIC-LEV 4 steuert.

(10) Öffnungssensor S6:

Ein Öffnungssensor S6 ist in dem LEV 6 angeordnet. Der Öffnungssensor S6 erfasst eine Öffnung des LEV 6. Der Öffnungssensor S6 erfasst einen Impuls, der die Öffnung des LEV 6 steuert.

(11) Obwohl die verschiedenen, oben beschriebenen Sensoren von (1) bis (10) in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 angeordnet sind, könnte ein sich von diesen Sensoren unterscheidender Sensor angeordnet werden.

[0025] Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 wird detailliert beschrieben werden. Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 umfasst eine Erfassungseinheit 111, eine Steuereinheit 112, eine Bestimmungseinheit 113, eine Berechnungseinheit 114 und eine Ausgabereinheit 115.

(1) Die Erfassungseinheit 111 erfasst die Erfassungswerte von den verschiedenen Sensoren.

(2) Die Steuereinheit 112 steuert jeden der Aktuatoren der Kühlkreislaufvorrichtung 50 basierend auf den Erfassungswerten der verschiedenen Sensoren, die durch die Erfassungseinheit 111 erfasst werden. Dadurch steuert die Steuereinheit 112 einen Betrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50.

(3) Die Bestimmungseinheit 113 bestimmt, ob der Unterkühlungsgrad $SC > 0$ (Kelvin) ist oder nicht. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Bestimmungseinheit 113 bestimmt, ob der Unterkühlungsgrad $SC = 0$ (Kelvin) ist oder nicht. $SC = 0$ (Kelvin) oder $SC = 0^\circ\text{C}$ könnte als $SC = 0$ bezeichnet werden. Details werden unten beschrieben werden. Der Unterkühlungsgrad SC könnte einfach als SC bezeichnet werden. Die Einheit des Unterkühlungsgrads SC könnte Kelvin oder $^\circ\text{C}$ sein.

(4) Die Berechnungseinheit 114 berechnet entweder die Kühlmittelmenge basierend auf einem Flüssigphasenflächenverhältnis $A_L\%$ oder die Kühlmittelmenge basierend auf einem Gasphasenflächenverhältnis $A_G\%$, abhängig von einem Bestimmungsergebnis der Bestimmungseinheit 113. Das Flüssigphasenflächenverhältnis $A_L\%$ gibt ein Flüssigphasenflächenverhältnis an, das eine Flüssigphasenvolumenrate eines Gesamtvolumens des Außenwärmetauschers 2 ist, der als der Kondensator funktioniert. Das Gasphasenflächenverhältnis $A_G\%$ gibt ein Gasphasenflächenverhältnis an, das eine Gasphasenvolumenrate des Gesamtvolumens des Außenwärmetauschers 2 ist, der als der Kondensator funktioniert. Nachfolgend könnten das Flüssigphasenflächenverhältnis $A_L\%$ und das Gasphasenflächenverhältnis $A_G\%$ einfach als $A_L\%$ und $A_G\%$ bezeichnet werden. Details von $A_L\%$ und $A_G\%$ werden unten beschrieben werden. Wenn $SC = 0$ gilt, berechnet die Berechnungseinheit 114 die Kühlmittelmenge basierend auf $A_G\%$. Wenn $SC > 0$ gilt, berechnet die Berechnungseinheit 114 die Kühlmittelmenge basierend auf $A_L\%$.

(5) Die Ausgabereinheit 115 gibt ein Berechnungsergebnis der Berechnungseinheit 114 aus. Die Ausgabe des Berechnungsergebnisses durch die Ausgabereinheit 115 ist verschiedenen, wie zum Beispiel eine Anzeige für eine Anzeigevorrichtung, eine Erzeugung eines Geräuschs durch eine Geräuscherzeugungsvorrichtung oder eine Ausgabe eines Berechnungswerts an eine Speichervorrichtung.

[0026] Die Betriebsweise des Kühlbetriebs durch die Kühlkreislaufvorrichtung 50 wird beschrieben werden. Im Kühlbetrieb verläuft das Gaskühlmittel mit hoher Temperatur und hohem Druck, das vom Kompressor 1 ausgegeben wird, durch das Vierwegeventil 9, um den Außenwärmetauscher 2 zu erreichen, und kondensiert dann. Die Kondensationstemperatur T_c zu dieser Zeit kann als die Sättigungstemperatur des Drucks des Drucksensors HS erhalten werden, der an der Auslassseite des Kompressors 1 angebracht ist. Ferner wird der Unterkühlungsgrad des Kühlmittels beim Auslass des Außenwärmetauschers 2 durch eine Differenz zwischen der Kondensationstemperatur T_c und dem Temperatursensor TH3 erhalten. Das kondensierte Kühlmittel

tel verläuft durch den HIC 3. Das auf die eine Seite abgezweigte Kühlmittel strömt beim Abzweigungspunkt B1 durch das Flüssigkeitsrohr 5 in das LEV 6.

[0027] Das zur anderen Seite abgezweigte Kühlmittel wird beschrieben werden. Das Kühlmittel, das in das LEV 6 geströmt ist, wird dekomprimiert. Das Kühlmittel, das das LEV 6 verlassen hat, verdampft im Innenwärmetauscher 7. Danach kehrt das Kühlmittel über das Gasrohr 8, das Vierwegeventil 9, den Abzweigungspunkt B2 und den Akkumulator 10 zum Kompressor 1 zurück.

[0028] Das zur anderen Seite abgezweigte Kühlmittel strömt beim Abzweigungspunkt B1 zum HIC-LEV 4. Das Kühlmittel, das aus dem HIC-LEV 4 geströmt ist, tauscht Wärme beim HIC 3 mit dem Kühlmittel aus, das aus dem Außenwärmetauscher 2 geströmt ist, und kehrt über den Abzweigungspunkt B2 und den Akkumulator 10 zum Kompressor 1 zurück.

*** Beschreibung eines Betriebs ***

[0029] Fig. 2 stellt ein Flussdiagramm eines Vorgangs zum Erfassens des Kühlmittels dar, das in den Kühlmittelkreislauf 51 geleckt ist, der durch die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 durchgeführt wird. Der Vorgang der Kühlmittelerfassung durch die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 wird unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben werden.

<Schritt S10>

[0030] Im Schritt S10 startet die Steuereinheit 112 den Betrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50 in dem Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus.

<Schritt S20>

[0031] Der Schritt S20 gibt eine Steuerung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durch die Steuereinheit 112 an. Jede der Steuerungen (1) bis (5), die im Schritt S20 der Fig. 2 angegeben sind, weist die folgenden Effekte auf. Dies bedeutet, dass, um eine Erfassungsgenauigkeit der Kühlmittelmenge unter Verwendung von $A_L\%$ und $A_G\%$ zu verbessern, es bevorzugt ist, dass eine Verteilung des flüssigen Kühlmittels in dem Kühlmittelkreislauf 51 nicht von einer Umgebungsbedingung und einem Betriebszustand abhängt. Das Gas-kühlmittel befindet sich innerhalb des Akkumulators 10 durch die Steuerung von (1) bis (5) des Schritts S20. Deshalb kann das meiste des flüssigen Kühlmittels im Flüssigkeitsrohr 5 und im Außenwärmetauscher 2 bleiben, der der Kondensator ist. Ferner ist eine Kühlmitteltemperatur des Flüssigkeitsrohrs 5 im Wesentlichen konstant durch die Steuerung für das HIC-LEV 4 durch die Steuereinheit 112. Deshalb ist es möglich, eine Änderung einer Kühlmitteldichte im Flüssigkeitsrohr 5 aufgrund einer Differenz der Außenluft zu vermeiden. Die Steuerung von (1) zu (5) wird spezifisch beschrieben werden.

[0032] Im Schritt S20 steuert die Steuereinheit 112 jeden der Aktuatoren der Kühlkreislaufvorrichtung 50 unter Verwendung der Erfassungswerte von den verschiedenen Sensoren, die durch die Erfassungseinheit 111 erfasst werden. Dadurch betreibt die Steuereinheit 112 die Kühlkreislaufvorrichtung 50 in dem Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus.

(1) Die Steuereinheit 112 führt den Kühlbetrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durch. Deshalb funktioniert der Außenwärmetauscher 2 als der Kondensator und der Innenwärmetauscher 7 funktioniert als der Verdampfer.

(2) Die Steuereinheit 112 fixiert Umdrehungen des Außengebläses 2A und des Innengebläses 7A bei vollen Geschwindigkeiten. Ein Merkmal ist, dass alle Gebläse bei den vollen Geschwindigkeiten fixiert sind. Eine Änderung der Kühlmittelmenge in dem Außenwärmetauscher 2 aufgrund einer Änderung der Kühlmittelfüllmenge ist direkt mit einem Druck und einer Temperatur um den Außenwärmetauscher 2 herum verbunden, indem alle Gebläse bei den vollen Geschwindigkeiten eingestellt sind, und die Erfassungsgenauigkeit der Kühlmittelmenge unter Verwendung von zum Beispiel $A_L\%$ und $A_G\%$ wird verbessert. Falls sich eine Gebläsegeschwindigkeit ändert, nimmt die Erfassungsgenauigkeit der Kühlmittelmenge ab, da es nicht bekannt ist, ob sich der Druck und die Temperatur aufgrund der Änderung der Kühlmittelfüllmenge geändert haben oder ob sich der Druck und die Temperatur aufgrund der Änderung der Gebläsegeschwindigkeit geändert haben.

(3) Die Steuereinheit 112 steuert (steuert bei einer Verdampfungstemperatur $ET\ 0^\circ\text{C}$). den Kompressor 1 automatisch.

(4) Die Steuereinheit 112 steuert einen Überhitzungsgrad SHs bei einem Auslass, indem das LEV 6 gesteuert wird. Die Steuereinheit 112 steuert das LEV 6 so, dass der Überhitzungsgrad SHs des LEV 6 größer oder gleich 0°C ist.

(5) Die Steuereinheit 112 steuert einen Überhitzungsgrad SHb bei einem Auslass des HIC-LEV 4, indem das HIC-LEV 4 gesteuert wird. Die Steuereinheit 112 steuert das HIC-LEV 4 so, dass der Überhitzungsgrad SHb des HIC-LEV 4 größer oder gleich 0°C ist.

<Schritt S30>

[0033] Im Schritt S30 bestimmt die Bestimmungseinheit 113, ob $SC > 0$ ist oder nicht. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Bestimmungseinheit 113 bestimmt, ob sich der des Außenwärmetauschers 2, der als der Kondensator funktioniert, in einem Unterkühlungszustand oder in einem Zweiphasenzustand befindet. Der Unterkühlungsgrad wird durch $SC = T_c - TH3$ erhalten. Wenn der Unterkühlungsgrad $SC = 0$ ist, schreitet der Vorgang zu einem Schritt S40 fort. Wenn der Unterkühlungsgrad $SC > 0$ ist, schreitet der Vorgang zu einem Schritt S50 fort. Jedoch könnte sich der Auslass des Kondensators in dem Zweiphasenzustand befinden, selbst falls $SC > 0$ aufgrund eines Effekts ist, wie zum Beispiel eines Erfassungsfehlers der Temperatursensoren und der Drucksensoren oder eines Kühlmitteldruckverlusts. Deshalb könnte die Bestimmungsformel des Schritts S30 zum Beispiel auf $SC > 0,5$ eingestellt werden. Es ist festzustellen, dass 0,5 in $SC > 0,5$ ein Beispiel ist. Es ist nicht auf 0,5 beschränkt, und ein Wert größer Null könnte anstatt von 0,5 angenommen werden. Ein Merkmal der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 befindet sich insbesondere im Schritt S40. Im Schritt S40 berechnet die Berechnungseinheit 114 $A_G\%$ und berechnet die Kühlmittelmenge im Kühlmittelkreislauf 51 unter Verwendung von $A_G\%$. Im Schritt S50 berechnet die Berechnungseinheit 114 $A_L\%$ und berechnet die Kühlmittelmenge im Kühlmittelkreislauf 51 unter Verwendung von $A_L\%$. Die Berechnungseinheit 114 berechnet die Kühlmittelmenge basierend auf $A_G\%$ und die Kühlmittelmenge basierend auf $A_L\%$ unter Verwendung der verschiedenen Erfassungswerte, die durch die Erfassungseinheit 111 erfasst werden.

<Beschreibung von $A_L\%$ und $A_G\%$ >

[0034] Da $A_L\%$ und $A_G\%$ gemeinsame und ähnliche Abschnitte bzw. Teile aufweisen, werden sie zusammen beschrieben werden.

[0035] Als Erstes werden die folgende (Formel 1) bis (Formel 5) für $A_L\%$ und $A_G\%$ angegeben.

$$A_L\% = -\ln(1 - SC / dT_c) * \left\{ dT_c * [dT_{c_corr}]^{-1} * C'_{pL} \right\} / \Delta h_{con} \quad (\text{Formel 1})$$

$$A_G\% = -\ln(dT_c / (dT_c + SH_d)) * \left\{ dT_c * [dT_{c_corr}]^{-1} * C'_{pg} \right\} / \Delta h_{con} \quad (\text{Formel 2})$$

$$C'_{pL} = f_1 \left(dT_c * [dT_{c_corr}]^{-1} + TH7 \right) \quad (\text{Formel 3})$$

$$C'_{pg} = f_2 \left(dT_c * [dT_{c_corr}]^{-1} + TH7 \right) \quad (\text{Formel 4})$$

$$dT_{c_corr} = A * (G_{r_ratio})^B \quad (\text{Formel 5})$$

[0036] Die Bedeutung der Symbole ist in jeder der Formeln die folgende.

(a) SC:

Der Unterkühlungsgrad SC stellt eine Differenz zwischen der Kondensationstemperatur T_c und der Auslasstemperatur TH3 des Außenwärmetauschers 2 dar.

[0037] Dies bedeutet, dass $SC = T_c - TH3$. Die Auslasstemperatur TH3 ist eine Flüssigkeitstemperatur, wenn $SC > 0$.

[0038] Die Kondensationstemperatur T_c wird auch als Kondensationstemperatur bezeichnet. Die Kondensationstemperatur T_c kann erhalten werden, indem der Erfassungswert des Drucksensors HS in eine gesättigte Gastemperatur gewandelt wird. Die Bestimmungseinheit 113 wandelt den Erfassungswert des Drucksensors

HS in die gesättigte Gastemperatur unter Verwendung einer physikalischen Eigenschaftstabelle zum Wandeln eines Drucks in eine Temperatur. Eine Hilfsspeichervorrichtung 130 speichert die physikalische Eigenschaftstabelle.

[0039] Die Auslasstemperatur TH3 ist der Erfassungswert des Temperatursensors TH3.

[0040] Die Bestimmungseinheit 113 berechnet den Unterkühlungsgrad SC und bestimmt, ob der Unterkühlungsgrad SC größer als null ist oder nicht.

(b) dT_c :

dT_c ist eine Differenz zwischen der Kondensationstemperatur T_c und der Außentemperatur TH7. Dies bedeutet, dass $dT_c = T_c - TH7$ ist. dT_c ist eine erste Temperaturdifferenz.

[0041] TH7 wird durch den Temperatursensor TH7 erfasst.

(c) $[dT_{c_corr}]^{-1}$

$[dT_{c_corr}]^{-1}$ ist ein Korrekturwert von dT_c . Wie in der obigen (Formel 5) angegeben, ist $[dT_{c_corr}]^{-1}$ ein Korrektorkoeffizient von dT_c , der aus einem Kühlmittelzirkulationsverhältnis G_{r_ratio} bestimmt wird.

$[dT_{c_corr}]^{-1}$ ist ein reziproker Wert von dT_{c_corr} .

dT_{c_corr} kann wie folgt erhalten werden.

[0042] Wie in (Formel 5) beschrieben, gilt

$$dT_{c_corr} = A * (G_{r_ratio})^B$$

wobei A und B konstante Werte sind.

$$G_{r_ratio} = \text{Kühlmittelzirkulationsmenge } G_r \div \text{Standardkühlmittelzirkulationsmenge } G_{std} \quad (\text{Formel 5.1})$$

[0043] Die Standardkühlmittelzirkulationsmenge G_{std} ist ein eingestellter Wert für den Kühlmittelkreislauf 51. Die Bedeutung von G_{r_ratio} ist die folgende. G_{r_ratio} ist ein Verhältnis der Kühlmittelzirkulationsmenge G_r zur Standardkühlmittelzirkulationsmenge G_{std} (Kühlmittelzirkulationsmenge im Nennkapazitätsbetrieb kg/h) wenn $A_L\%$ oder $A_G\%$ berechnet wird. In einer Vorrichtung mit einer Nennkapazität von 28kW (Zirkulationsmenge 614kg/h) beträgt G_{r_ratio} 0,5, wenn die Vorrichtung zum Beispiel mit der Zirkulationsmenge von 307kg/h während einer $A_L\%$ -Berechnung betrieben wird. Die Standardkühlmittelzirkulationsmenge G_{std} ist ein bekannter, eingestellter Wert. Die Kühlmittelzirkulationsmenge G_r ist eine Menge, die sich auf den Kompressor 1 bezieht und die durch eine (Formel 5.2) berechnet werden kann. Die Bedeutung der Symbole in (Formel 5.2) wird unten beschrieben,

$$G_r \text{ (kg / s)} = S_t * \rho_s * f * \eta_v \quad (\text{Formel 5.2})$$

S_t : ausgeschlossenes Volumen,

ρ_s : Ansaugdichte,

f : Kompressorfrequenz,

η_v : volumetrischer Wirkungsgrad. Die Berechnungseinheit 114 kann dT_{c_corr} durch die (Formel 5), (Formel 5.1) und (Formel 5.2) berechnen.

[0044] Dies bedeutet, dass eine (Formel 5.3) erhalten wird.

$$G_{r_ratio} = S_t * \rho_s * f * \eta_v \div G_{std} \quad (\text{Formel 5.3})$$

[0045] In der (Formel 5.3) sind S_t , η_v und G_{std} keine Parameter, deren Werte aus den Erfassungswerten der Sensoren bestimmt werden. S_t , η_v und G_{std} sind Spezifikationswerte.

ρ_s wird gemäß einer physikalischen Eigenschaftstabelle aus dem Erfassungswert des Temperatursensors TH5 bestimmt. Die Hilfsspeichervorrichtung 130 speichert diese physikalische Eigenschaftstabelle.

f wird durch den Erfassungswert des Frequenzsensors Sf bestimmt.

Dies bedeutet konkreter, dass S_t das ausgeschlossene Volumen bezeichnet. S_t ist ein Hubvolumen und gibt ein Volumen eines Ansauggases an, das vom Kompressor 1 pro Umdrehung angesaugt wird. η_v ist der volu-

metrische Wirkungsgrad. S_t ist ein Volumen, das geometrisch erhalten wird, und ein tatsächlich effektives Volumen ist $S_t \times \eta_v$. f ist die Anzahl von Umdrehungen des Kompressors. Wenn G_{r_ratio} bestimmt wird, wird $[dT_{c_corr}]$ durch die (Formel 5) bestimmt.

[0046] Wie oben beschrieben, berechnet die Berechnungseinheit 114 den Korrekturkoeffizient $[dT_{c_corr}]^{-1}$, der die erste Temperaturdifferenz dT_c korrigiert. Der Korrekturkoeffizient $[dT_{c_corr}]^{-1}$ wird basierend auf der Zirkulationsmenge des Kühlmittels in dem Kühlmittelkreislauf 51, die aus einer Spezifikation des Kompressors 1 und einem Betriebszustand des Kompressors 1 bestimmt wird, und basierend auf der Standardkühlmittelzirkulationsmenge bestimmt, die als Spezifikation des Kühlmittelkreislaufs 51 bestimmt wird. Die Berechnungseinheit 114 korrigiert die erste Temperaturdifferenz dT_c mit dem bestimmten Korrekturkoeffizienten $[dT_{c_corr}]^{-1}$.

(d) C'_{pL}

[0047] C'_{pL} ist eine spezifische Wärme des flüssigen Kühlmittels. C'_{pL} wird durch die (Formel 3) oben berechnet. TH7 in der (Formel 3) ist der Erfassungswert des Temperatursensors TH7, der die Außentemperatur erfasst. f_1 in der (Formel 3) gibt eine Funktion an. C'_{pL} ist ein Wert, der aus physikalischen Kühlmittleigenschaften bestimmt wird. Dies bedeutet, dass C'_{pL} durch ein Substituieren von dT_c , die durch (b) oben erhalten wird, wobei $[dT_{c_corr}]^{-1}$ durch (c) oben erhalten wird, und des Erfassungswerts des Erfassungssensors TH7 in der Funktion f_1 erhalten wird. C'_{pL} ist die spezifische Wärme bei konstantem Flüssigkeitsdruck.

(e) Δh_{con}

[0048] Δh_{con} in (Formel 1) und (Formel 2) ist eine Enthalpiedifferenz zwischen einem Einlass und einem Auslass des Kondensators.

[0049] Dies bedeutet, dass Δh_{con} eine Enthalpiedifferenz zwischen dem Einlass und dem Auslass des Außenwärmetauschers 2 ist. Da $SC > 0$ in (Formel 1) gilt, befindet sich der Auslass des Außenwärmetauschers 2 in einer flüssigen Phase und der Einlass des Außenwärmetauschers 2 befindet sich in einer Gasphase. Deshalb wird eine Enthalpie beim Einlass und beim Auslass aus einer Temperatur T und einem Druck P des Kühlmittels bestimmt.

[0050] Dies bedeutet konkret, dass die Enthalpie beim Einlass des Außenwärmetauschers 2 aus dem Erfassungswert des Drucksensors HS und dem Erfassungswert des Temperatursensors TH4 erhalten wird.

[0051] Die Enthalpie beim Einlass des Außenwärmetauschers 2 wird aus dem Erfassungswert des Drucksensors HS und aus dem Erfassungswert des Temperatursensors TH3(4) erhalten.

[0052] Wenn sich das Kühlmittel in einem Einphasenzustand befindet, werden aus sechs Werten von physikalischen Kühlmittleigenschaften, d.h. aus einem Druck, einer Temperatur, einer Dichte, einer Enthalpie, einer Entropie und einer Trockenheit, falls zwei der sechs Werte der physikalischen Eigenschaften spezifiziert sind, die anderen vier Werte bestätigt.

[0053] Da die Temperatursensoren und die Drucksensoren in der Kühlkreislaufvorrichtung installiert sind, werden die Werte der physikalischen Eigenschaften des Kühlmittels aus der Temperatur und aus dem Druck erhalten.

[0054] Wenn sich das Kühlmittel in dem Zweiphasenzustand befindet, ist die Temperatur bei konstantem Druck stabil. Deshalb werden die Werte der physikalischen Eigenschaften, wie zum Beispiel die Enthalpie und die Dichte, erhalten, indem die Trockenheit spezifiziert wird, wie gesättigtes Gas (Trockenheit 1) und gesättigte Flüssigkeit (Trockenheit 0).

(f) SH_d

[0055] SH_d in (Formel 2) stellt eine Differenz zwischen der Auslasstemperatur TH4(5) des Kühlmittels und der Kondensationstemperatur (gesättigte Gastemperatur) T_c dar. Dies bedeutet, dass

$$SH_d = TH4 - T_c$$

wobei SH_d aus Erfassungswerten des Temperatursensors TH4 und des Drucksensors HS erhalten wird.

[0056] SH_d stellt eine zweite Temperaturdifferenz dar.

(g) C'_{pg}

[0057] C'_{pg} ist eine spezifische Wärme des Gaskühlmittels. C'_{pg} wird durch die obige (Formel 4) berechnet. Die Berechnung von C'_{pg} ist ähnlich zu der von C'_{pL} . Im Gegensatz zu f_1 in (Formel 3) gibt es eine Funktion f_2 in (Formel 4). C'_{pg} ist auch ein Wert, der aus den physikalischen Kühlmittleigenschaften bestimmt wird. Dies bedeutet, dass C'_{pg} erhalten wird, indem dT_c , $[dT_{c_corr}]^{-1}$ und $TH7$ in der Funktion f_2 substituiert werden. C'_{pg} ist die spezifische Wärme bei konstantem Gasdruck.

<Berechnung von Δh_{con} aus (Formel 2)>

[0058] Die Berechnungseinheit 114 berechnet die Enthalpiedifferenz Δh_{con} des Kühlmittels mit dem Unterkühlungsgrad $SC=0$ basierend auf Öffnungen von Expansionsventilen, dem Ansaugdruck LS des Kompressors 1, dem Auslassdruck HS des Kompressors 1 und der Zirkulationsmenge G_{r_total} des Kühlmittels.

[0059] Die Expansionsventile sind das HIC-LEV4 und die LEVs 6-1, 6-2 und 6-3. Da (Formel 2) eine Berechnung von $A_G\%$ darstellt, gilt für den Unterkühlungsgrad SC $SC=0$. Dies bedeutet, dass sich das Kühlmittel beim Auslass des Außenwärmetauschers 2, der der Kondensator ist, im Zweiphasenzustand befindet. Wenn ein Zustand des Kühlmittels beim Auslass des Kondensators der Zweiphasenzustand ist, kann die Enthalpie beim Auslass des Kondensators nicht aus der Temperatur und dem Druck berechnet werden. Deshalb wird die Enthalpie des Kühlmittels beim Auslass des Außenwärmetauschers 2 durch das nachfolgende Verfahren geschätzt. Es ist festzustellen, dass sich das Kühlmittel beim Einlass des Außenwärmetauschers 2 in der Gasphase befindet. Deshalb kann die Enthalpie des Kühlmittels beim Einlass aus der Temperatur und dem Druck wie im Fall von (Formel 1) berechnet werden.

[0060] (Formel 6) bis (Formel 13) werden unten angegeben werden.

[0061] (Formel 6) bis (Formel 13) gehen von der Kühlkreislaufvorrichtung 50 der **Fig. 3** aus.

[0062] **Fig. 3** veranschaulicht eine Konfiguration, bei der die Kühlkreislaufvorrichtung 50 eine Vielzahl von Innenwärmetauschern aufweist. Die Kühlkreislaufvorrichtung 50 umfasst einen Innenwärmetauscher 7-1. Das LEV 6-1 und ein Innengebläse 7A-1 sind in dem Innenwärmetauscher 7-1 angeordnet. Auf ähnliche Weise sind das LEV 6-2 und ein Innengebläse 7A-2 in dem Innenwärmetauscher 7-2 angeordnet, und das LEV 6-3 und ein Innengebläse 7A-3 sind in einem Innenwärmetauscher 7-3 angeordnet. Öffnungssensoren S6-1, S6-2 und S6-3 sind in den LEV 6-1, 6-2 bzw. 6-3 angeordnet. Das Kühlmittel strömt in das LEV 6-1 und zweigt dann in die Innenwärmetauscher 7-1, 7-2 und 7-3 ab. [0028] In den folgenden (Formel 6) bis (Formel 13) werden (Formel 6) und (Formel 11) abschließend durch eine unbekannte Zahl xco und eine unbekannte Zahl xcc dargestellt.

xco ist eine Trockenheit des Kühlmittels beim Auslass des Außenwärmetauschers 2, der der Kondensator ist. xcc ist eine Trockenheit des Kühlmittels beim Auslass auf der Hochdruckseite des HIC 3. xco und xcc stellen Parameter dar.

[0063] Dann führt die Berechnungseinheit 114 eine Konvergenzberechnung für die Parameter xco und xcc durch, so dass (Formel 6) und (Formel 11) etabliert sind. Ein Wert, der für den Parameter xco oder den Parameter xcc bestimmt wird, wird durch $\langle \rho_{m_co} \rangle$ repräsentiert.

[0064] Da ρ_{m_HICLEV} aus xcc wie in (Formel 7) bestimmt wird, kann ρ_{m_HICLEV} als $\langle \rho_{m_HICLEV} \rangle$ dargestellt werden.

[0065] Da ρ_{m_co} aus xco wie in (Formel 9) bestimmt wird, kann ρ_{m_co} als $\langle \rho_{m_co} \rangle$ dargestellt werden.

G_{r_total} in (Formel 6) ist das Gleiche wie G_r in (Formel 5.2).

$$G_{r_total} = G_{r_LEV} + G_{r_HICLEV} \quad (\text{Formel 6})$$

$$G_{r_total} = S_t * \rho_s * f * \eta_v \quad (\text{Formel 6.1})$$

$$G_{r_LEV} = \sum \left\{ C_{v_LEV} * \left\{ \langle \rho_{m_co} \rangle * (HS - LS) \right\}^{1/2} \right\} \quad (\text{Formel 6.2})$$

$$G_{r_HICLEV} = \left\{ C_{v_HICLEV} * \left\{ \rho_{m_HICLEV} * (HS - LS) \right\}^{1/2} \right\} \quad (\text{Formel 6.3})$$

(Formel 6) gibt die folgende Bedeutung an.

[0066] (Formel 6) repräsentiert ein Massenerhaltungsgesetz, das angibt, dass die Kühlmittelzirkulationsmenge G_{r_total} des Kompressors 1 gleich einem Gesamtwert der Kühlmittelzirkulationsmenge, die durch jeden der Innenwärmetauscher G_{r_LEV} strömt und die in (Formel 6.2) angegeben ist, und der Kühlmittelzirkulationsmenge G_{r_HICLEV} ist, die durch den HIC 3 strömt und die in (Formel 6.3) angegeben ist. Σ in (Formel 6.2) bezieht sich auf jeden der Innenwärmetauscher 7. G_{r_total} auf der linken Seite stellt die Kühlmittelzirkulationsmenge dar, die aus der Spezifikation und der Anzahl von Umdrehungen des Kompressors 1 erhalten wird, wie in (Formel 6.1) angegeben. Die rechte Seite von (Formel 6) ist eine Summe aus der Kühlmittelzirkulationsmenge G_{r_LEV} , die durch das LEV von jedem der Innenwärmetauscher gelaufen ist, und der Kühlmittelzirkulationsmenge G_{r_HICLEV} , die durch das HIC-LEV 4 gelaufen ist.

[0067] Die Bedeutung von jedem der Symbole ist die folgende.

C_{v_LEV} : Strömungskoeffizient gemäß der Öffnung des LEV 6.

C_{v_LEV} ist ein Spezifikationswert zum Berechnen, aus der Kühlmitteldichte beim Einlass des LEV 6 und einem Differenzdruck zwischen dem Einlass und dem Auslass des LEV 6, einer Kühlmittelströmungsmenge, die durch das LEV 6 verläuft.

ρ_{m_co} : Kühlmitteldichte beim Auslass des Außenwärmetauschers 2.

C_{v_HICLEV} : Strömungskoeffizient gemäß der Öffnung des HIC-LEV 4.

C_{v_HICLEV} stellt ein Spezifikationswert zum Berechnen, aus der Kühlmitteldichte beim Einlass des HIC-LEV 4 und einer Differenzdruck zwischen dem Einlass und dem Auslass des HIC-LEV 4, einer Kühlmittelströmungsmenge, die durch das HIC-LEV 4 verläuft.

ρ_{m_HICLEV} : Kühlmitteldichte beim Einlass des HIC-LEV 4.

[0068] Die folgende (Formel 7) bis (Formel 10) sind ρ_{m_HICLEV} und dergleichen, die in (Formel 6.2) und (Formel 6.3) umfasst sind.

$$\rho_{m_HICLEV} = \left\{ x_{cc} / \rho_g + (1 - x_{cc}) / \rho_L \right\}^{-1} \quad (\text{Formel 7})$$

$$C_{v_HICLEV} = f_3(\text{HICpulse}) \quad (\text{Formel 8})$$

$$\rho_{m_co} = \left\{ x_{co} / \rho_g + (1 - x_{co}) / \rho_L \right\}^{-1} \quad (\text{Formel 9})$$

$$C_{v_LEV} = f_4(\text{pulse}) \quad (\text{Formel 10})$$

[0069] Die Bedeutung von jedem der Symbole ist die folgende.

ρ_g : gesättigte Gasdichte bei Hochdruck (HS).

ρ_L : gesättigte Flüssigkeitsdichte bei Hochdruck (HS).

HICpulse: Öffnung des HIC-LEV 4.

pulse: Öffnung des LEV 6.

Hier wird die gesättigte Gasdichte ρ_g aus dem Erfassungswert des Sensors HS auf der Auslassseite und aus einer Tabelle zum Erhalten der gesättigten Gasdichte ρ_g aus dem Erfassungswert erhalten. Die Berechnungseinheit 11 erhält die gesättigte Gasdichte ρ_g . Auf ähnliche Weise wird die gesättigte Flüssigkeitsdichte ρ_L aus dem Erfassungswert des Sensors HS auf der Auslassseite und einer Tabelle zum Erhalten der gesättigten Flüssigkeitsdichte ρ_L aus dem Erfassungswert erhalten. Die Berechnungseinheit 11 erhält die gesättigte Flüssigkeitsdichte ρ_L .

[0070] (Formel 7) stellt die Kühlmitteldichte zu einer Zeit dar, wenn der Einlass des HIC-LEV 4 in der Gas-Flüssigkeits-Zweiphasenphase ist und das Gas und die Flüssigkeit gleichmäßig vermischt sind.

[0071] (Formel 7) ist eine Berechnungsformel der Kühlmitteldichte zu einer Zeit, wenn die Kühlmittel-trockenheit beim Einlass des HIC-LEV 4 x_{cc} ist.

[0072] (Formel 9) ist eine Berechnungsformel der Kühlmitteldichte zu einer Zeit, wenn die Kühlmittel-trockenheit beim Auslass des Außenwärmetauschers 2 x_{co} ist.

[0073] (Formel 8) ist eine Formel, die angibt, dass, wenn die Öffnung des HIC-LEV4 bestimmt ist, C_{v_HICLEV} aus einer Spezifikation f_3 des HIC-LEV 4 bestimmt wird. Dies bedeutet, dass C_{v_HICLEV} aus dem Erfassungswert des Öffnungssensors S4 und der Spezifikation f_3 bestimmt wird.

[0074] (Formel 10) ist eine Formel, die angibt, dass, wenn die Öffnung des LEV 6 bestimmt ist, C_{v_LEV} aus einer Spezifikation f_4 des LEV 6 bestimmt wird. Dies bedeutet, dass C_{v_LEV} aus dem Erfassungswert des Öffnungssensors S6 und der Spezifikation f_4 bestimmt wird.

[0075] (Formel 11) wird als Nächstes dargestellt werden.

$$G_{r_total} * (< Hco(xco) > - < Hcc(xcc) >) \\ = < G_{r_HICLEV}(xcc) > * (< Hco(xco) > - Hb) \quad (\text{Formel 11})$$

[0076] (Formel 11) bedeutet, dass eine Wärmeaustauschmenge auf der Hochdruckseite des HIC 3 gleich einer Wärmeaustauschmenge auf der Niederdruckseite des HIC 3 ist.

[0077] Die Bedeutung von Hco, Hcc und Hb ist die folgende.

Hco: Enthalpie des Kühlmittels beim Auslass des Außenwärmetauschers 2.

Hcc: Enthalpie des Kühlmittels beim Auslass auf der Hochdruckseite des HIC 3.

Hb: Enthalpie des Kühlmittels auf der Niederdruckseite des HIC 3.

Hco und Hcc werden durch die folgende (Formel 12) und (Formel 13) repräsentiert. Hb kann aus dem Erfassungswert des Temperatursensors TH2 und dem Erfassungswert des Drucksensors LS bestimmt werden.

$$Hco = f_5(HS, < xco >) \quad (\text{Formel 12})$$

$$Hcc = f_6(HS, < xcc >) \quad (\text{Formel 13})$$

[0078] (Formel 12) und (Formel 13) werden aus physikalischen Kühlmittleigenschaften bestimmt.

f_5 und f_6 geben physikalische Eigenschaften an. Die Hilfsspeichervorrichtung 130 speichert eine physikalische Eigenschaftstabelle sowohl für f_5 als auch für f_6 .

[0079] Deshalb sind xco und xcc unbekannte Werte in (Formel 6) und (Formel 11). (Formel 6) und (Formel 11) werden wie folgt repräsentiert, indem xco und xcc spezifiziert werden.

$$S_t * \rho_s * f * \eta_v \\ = \sum \left\{ C_{v_LEV} * \left\{ < \rho_{m_co}(xco) > * (HS - LS) \right\}^{1/2} \right. \\ \left. + \left\{ C_{v_HICLEV} * \left\{ < \rho_{m_HICLEV}(xcc) > * (HS - LS) \right\}^{1/2} \right. \right. \quad (\text{Formel 6})$$

$$G_{r_total} * (< Hco(xco) > - < Hcc(xcc) >) \\ = < G_{r_HICLEV}(xcc) > * (< Hco(xco) > - Hb) \quad (\text{Formel 11})$$

xco wird erhalten, indem die Konvergenzberechnung der (Formel 6) und (Formel 11) durchgeführt wird, die unter Verwendung von xco und xcc repräsentiert werden. Die Enthalpie Hco des Kühlmittels beim Auslass des Außenwärmetauschers 2 kann berechnet werden, indem das erhaltenen xco in (Formel 12) substituiert wird.

[0080] Ferner wird die Enthalpie des Kühlmittels auf der Einlassseite des Außenwärmetauschers auf die gleiche Weise wie in dem Fall von Δh_{con} in (Formel 1) erhalten. In den Fällen der (Formel 1) und (Formel 2) könnte die Enthalpie des Kühlmittels auf der Einlassseite des Außenwärmetauschers 2 erhalten werden, indem die Auslasstemperatur und der Druck des Kompressors 1 substituiert werden. Somit kann Δh_{con} in (Formel 2) erhalten werden.

[0081] Wenn Δh_{con} bestimmt ist, wird ein Wert von $A_G\%$ in (Formel 2) bestimmt.

<Schritt S40>

[0082] Wenn $SC=0$ gilt, schreitet der Vorgang zu einem Schritt S40 fort. Im Schritt S40 berechnet die Berechnungseinheit 114 $A_G\%$, das in (Formel 1) angegeben ist, gemäß den Inhalten, die in (Formel 1) bis (Formel 13) beschrieben sind, unter Verwendung der verschiedenen Erfassungswerte, die durch die Erfassungseinheit 111 erfasst werden. $A_G\%$, das durch die Berechnungseinheit 114 berechnet wird, wird als berechnetes $A_G\%$ bezeichnet. Die Berechnungseinheit 114 vergleicht das berechnete Gasphasenflächenverhältnis $A_G\%$ mit einem A_G -Standardwert, der als Standard für $A_G\%$ eingestellt ist, und berechnet die Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 basierend auf einem Vergleichsergebnis. Der A_G -Standardwert ist ein Wert, der mit dem berechneten $A_G\%$ verglichen werden kann, und stellt einen Wert dar, der zum Berechnen auf dem Vergleichsergebnis der Kühlmittelmenge verwendet werden kann, die mit dem berechneten $A_G\%$ korreliert. Ein Beispiel des A_G -Standardwerts ist $A_G\%$, das in der Vergangenheit durch die Berechnungseinheit 114 berechnet wird. Dann wird dieses in der Vergangenheit berechnete $A_G\%$ mit der Kühlmittelmenge korreliert. Die Kühlkreislaufvorrichtung 50 wird testweise bei 80% der Standardkühlmittelmenge betrieben, die für den Kühlmittelkreislauf 51 erforderlich ist, und die Berechnungseinheit 114 berechnet zum Beispiel $A_G\%$ als den A_G -Standardwert während des Testbetriebs. $A_G\%$, das während dieses Testbetriebs erhalten wird, kann als der A_G -Standardwert verwendet werden. $A_G\%$ während des Testbetriebs korreliert mit der Kühlmittelmenge, die 80% der Standardkühlmittelmenge beträgt.

[0083] Die unten zu beschreibende Hilfsspeichervorrichtung 130 speichert den A_G -Standardwert.

<Schritt S50>

[0084] Wenn $SC>0$ gilt, schreitet der Vorgang zu einem Schritt S50 fort. Im Schritt S50, wenn die Bestimmungseinheit 113 bestimmt, dass der Unterkühlungsgrad SC größer als Null Kelvin ist, berechnet die Berechnungseinheit 114 das Flüssigphasenflächenverhältnis $A_L\%$, das die Flüssigphasenvolumenrate des Gesamtvolumens des Kondensators darstellt, unter Verwendung des erhaltenen Unterkühlungsgrads SC , der ersten Temperaturdifferenz dT_c , der Enthalpiedifferenz Δh_{con} des Kühlmittels, der spezifischen Wärme bei konstantem Flüssigkeitsdruck C'_{pL} des Kühlmittels und des Korrektorkoeffizienten $dT_{c,corr}$. Die Berechnungseinheit 114 vergleicht das berechnete Flüssigphasenflächenverhältnis $A_L\%$ mit einem A_L -Standardwert, der als Standard für das Flüssigphasenflächenverhältnis eingestellt ist, und berechnet die Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 basierend auf einem Vergleichsergebnis.

[0085] Eine spezifische Beschreibung wird unten angegeben.

[0086] Im Schritt S40 berechnet die Berechnungseinheit 114 $A_L\%$, das in (Formel 1) angegeben ist, gemäß den Inhalten, die in (Formel 1) bis (Formel 13) beschrieben sind, unter Verwendung der verschiedenen Erfassungswerte, die durch die Erfassungseinheit 111 erfasst werden. $A_L\%$, das durch die Berechnungseinheit 114 berechnet wird, wird als berechnetes $A_L\%$ bezeichnet. Die Berechnungseinheit 114 vergleicht das berechnete $A_L\%$ mit dem A_L -Standardwert, der als der Standard für $A_L\%$ eingestellt ist. Der A_L -Standardwert ist der Wert, der mit dem berechneten $A_L\%$ verglichen werden kann, und stellt einen Wert dar, der zum Berechnen aus dem Vergleichsergebnis der Kühlmittelmenge verwendet werden kann, die mit dem berechneten $A_L\%$ korreliert.

[0087] Der A_L -Standardwert ist $A_L\%$, das in der Vergangenheit durch die Berechnungseinheit 114 berechnet wird. Dann wird dieses in der Vergangenheit berechnete $A_L\%$ mit der Kühlmittelmenge korreliert. $A_L\%$, das durch die Berechnungseinheit 114 für die Kühlkreislaufvorrichtung 50 berechnet wird, die die Standardkühlmittelmenge wie bei einer Installation aufweist, kann zum Beispiel als der A_L -Standardwert verwendet werden. Dieses $A_L\%$ korreliert mit der Standardkühlmittelmenge. Die unten zu beschreibende Hilfsspeichervorrichtung 130 speichert den A_L -Standardwert.

<Schritt S60>

[0088] In einem Schritt S60 gibt die Ausgabereinheit 115 einen Wert aus, der aus der durch die Berechnungseinheit 114 berechneten Kühlmittelmenge erhalten wird. Die Ausgabereinheit 115 könnte den Wert als Ausgabe auf einer Anzeigevorrichtung anzeigen.

[0089] Wie für den aus der berechneten Kühlmittelmenge berechneten Wert, wenn die durch die Berechnungseinheit 114 berechnete Kühlmittelmenge größer als die Standardkühlmittelmenge ist, könnte die Ausgabereinheit 115, als eine Überschreitungskühlmittelmenge, eine Differenz zwischen der berechneten Kühl-

mittelmengen- und der Standardkühlmittelmengen ausgeben. Wenn die durch die Berechnungseinheit 114 berechnete Kühlmittelmengen kleiner als die Standardkühlmittelmengen ist, könnte die Ausgabeeinheit 115 eine Differenz zwischen der berechneten Kühlmittelmengen und der Standardkühlmittelmengen als eine Leckkühlmittelmengen ausgeben. Alternativ könnte die Ausgabeeinheit 115 die Kühlmittelmengen selbst, die durch die berechnete Berechnungseinheit 114 berechnet wird, als eine aktuelle Kühlmittelmengen ausgeben.

[0090] Eine Ausgabebildform durch die Ausgabeeinheit 115 könnte ein Verhältnis sein, wie zum Beispiel % oder eine Kühlmittelmengen, wie zum Beispiel kg. Die Ausgabebildform der Ausgabeeinheit 115 könnte irgendeinen Wert sein, wie zum Beispiel ein Anteil oder eine Masse, solange die erfasste Kühlmittelmengen, die Überschreitungskühlmittelmengen und das geleckte Kühlmittel bekannt sind.

<Schritt S70>

[0091] In einem Schritt S70 endet der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus.

[0092] Fig. 4 veranschaulicht eine Wirkung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus zu einer Zeit, wenn es den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus des Schritts S20 gibt.

[0093] Fig. 5 stellt ein Vergleichsbeispiel der Fig. 4 ohne den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus des Schritts S20 dar. In den Fig. 4 und 5 veranschaulichen die Diagramme auf einer oberen Seite einen Zustand, in welchem die Gesamtkühlmittelmengen von einem Zustand auf der unteren Seite abgenommen hat. Obwohl $A_L\%$ in den Fig. 4 und 5 veranschaulicht ist, gilt die folgende Beschreibung auch für $A_G\%$. Wenn es den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus gibt, wird das Kühlmittel im Akkumulator 10 vergast, wie in Fig. 4 veranschaulicht. Deshalb tritt eine Kühlmittelmengenabnahme im Außenwärmetauscher 2 auf. Wenn es keinen Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus gibt, befindet sich das Kühlmittel in einer flüssigen Phase im Akkumulator 10, wie in Fig. 5 veranschaulicht. Deshalb nimmt die Kühlmittelmengen in der flüssigen Phase im Akkumulator 10 in Fig. 5 ab, wenn die Gesamtkühlmittelmengen abnimmt, wobei die Abnahme der Gesamtkühlmittelmengen nicht einfach im Außenwärmetauscher 2 erscheint. Da die Abnahme der Gesamtkühlmittelmengen nicht einfach im Außenwärmetauscher 2 erscheint, wenn es keinen Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus gibt, wird deshalb die Erfassungsgenauigkeit der Kühlmittelleckmenge abgesenkt. Dies bedeutet, dass, um die Erfassungsgenauigkeit der Kühlmittelmengen unter Verwendung von $A_L\%$ und $A_G\%$ zu verbessern, es bevorzugt wird, dass die Flüssigkeitstemperatur beim Auslass des Hochdruckkondensators oder die Gastemperatur beim Auslass des Hochdruckkondensators sich nur mit einer Änderung der Kühlmittelmengen ändert. Ferner ist es bevorzugt ist, dass eine Verteilung der Kühlmittelmengen nicht von einer Umgebungsbedingung und einem Betriebszustand abhängt. Das gasförmige Kühlmittel befindet sich im Akkumulator 10, indem die Steuerung von (1) bis (5) des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus des Schritts S20 durchgeführt wird. Deshalb kann das meiste Kühlmittel in dem Flüssigkeitsrohr 5 und in dem Außenwärmetauscher 2 gehalten werden, der der Kondensator ist. Ferner kann die Kühlmittelmengen des Flüssigkeitsrohrs 5 durch eine HIC-LEV-Steuerung im Wesentlichen konstant gehalten werden. Deshalb ist es möglich, eine Änderung der Kühlmittelmengendichte (flüssige Kühlmittelmengen) im Flüssigkeitsrohr aufgrund der Außentemperatur zu vermeiden. Deshalb ist es wie in Fig. 4 möglich, da die Abnahme der Gesamtkühlmittelmengen in der Abnahme der Kühlmittelmengen des Kondensators resultiert, die Erfassungsgenauigkeit der Kühlmittelmengen unter Verwendung von $A_L\%$ und $A_G\%$ zu verbessern.

[0094] Ein Zustand des Außenwärmetauschers 2, der der Kondensator ist, wird in eine Gasphase, einen Zweiphasenzustand und eine flüssige Phase unterteilt. Wenn $SC > 0$ gilt und die flüssige Phase beim Auslass des Kondensators existiert, ändert sich $A_G\%$ nicht sehr viel, selbst falls die Kühlmittelmengen abnimmt. Deshalb wird, wenn $SC > 0$ gilt, die Kühlmittelmengen unter Verwendung von $A_L\%$ erfasst. Dies ist in Fig. 6 veranschaulicht, die unten zu beschreiben ist. Ein Grund, warum sich $A_G\%$ nicht viel ändert, ist, dass sich der Nenner und der Zähler in dem Klammerausdruck von $\ln(\)$ in (Formel 2) aufgrund einer Hochdruckänderung in dem gleichen Ausmaß ändert.

[0095] Ferner gibt es keine flüssige Phase, wenn die Kühlmittelmengen abnimmt und $SC = 0$ gilt. Deshalb wird die Kühlmittelmengen unter Verwendung von $A_G\%$ erfasst. Wenn $SC = 0$ gilt, kann die Kühlmittelmengen nicht unter Verwendung von $A_L\%$ erfasst werden. Ein Grund dafür ist, dass, wenn $SC = 0$ gilt, das Innere des Klammerausdrucks von $\ln(\)$ in (Formel 1) 0 ist, so dass $A_L\%$ 0 ist.

[0096] Da sich der Auslass des Kondensators in dem Zweiphasenzustand befindet, ist die Öffnung des LEV nicht ausreichend, und die Gasphase expandiert (der Auslass SHd nimmt zu), da sich der Sog SHs erhöht.

Deshalb kann die Kühlmittelmenge, wie in der unten zu beschreibenden **Fig. 7** veranschaulicht, unter Verwendung von $A_G\%$ erfasst werden.

[0097] Eine Kühlmittelmengenerfassung unter Verwendung von $A_L\%$ des Schritts S50 und eine Kühlmittelmengenerfassung unter Verwendung von $A_G\%$ des Schritts S40 wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 6** und **7** beschrieben werden.

[0098] **Fig. 6** veranschaulicht einen Fall, wo die Kühlmittelmenge von einem Großmengen Zustand in einen Zwischenmengen Zustand übergeht.

[0099] **Fig. 7** veranschaulicht einen Fall, wo die Kühlmittelmenge vom Zwischenzustand in einen Kleinmengen Zustand übergeht.

[0100] Die obere Seite der **Fig. 6** ist ein PH-Diagramm und die untere Seite der **Fig. 6** veranschaulicht ein Verhältnis zwischen einer Position des Außenwärmetauschers 2 in Bezug auf das PH-Diagramm und eine Temperatur des Kühlmittels. In dem Diagramm auf der unteren Seite der **Fig. 6** gibt die horizontale Achse die Position des Außenwärmetauschers 2 an, und die vertikale Achse gibt die Temperatur des Kühlmittels an. **Fig. 7** stellt auch das Gleiche dar.

[0101] **Fig. 6** wird beschrieben werden. Das PH-Diagramm veranschaulicht einen Kühlkreislauf mit einer großen Kühlmittelmenge und einen Kühlkreislauf mit der Kühlmittelmenge, die abgenommen hat und die sich ungefähr bei einem Zwischenniveau bzw. in einem Zwischenzustand befindet. Der Kühlkreislauf mit der großen Kühlmittelmenge ist die durchgezogene Linie P1, Q1, R1 und S1. Der Kühlkreislauf bei dem Zwischenniveau der Kühlmittelmenge ist die Strichlinie P1, Q2, R2 und S2. Das PH-Diagramm gibt Δh_{con} und dT_c an. In **Fig. 6** befindet sich die Einlassseite des Kühlmittels des Außenwärmetauschers 2 auf der rechten Seite und die Auslassseite des Kühlmittels des Außenwärmetauschers 2 befindet sich auf der linken Seite. Der Kühlkreislauf aus P1, Q1, R1 und S1 korreliert mit dem Flüssigphasenkühlmittel, das die Form von v1, v2, v4, v5 und v1 aufweist. In Bezug auf die Temperatur erhöht sich die Temperatur, weil v4 bis v2 in der flüssigen Phase ist, und die Temperatur ist konstant, weil v2 bis v1 im Zweiphasenzustand ist. Diese Temperatur ist T_c des Kühlkreislaufs P1, Q1, R1 und S1. Die Temperatur steigt in Richtung TH4, weil sich die rechte Seite von v1 in der Gasphase befindet.

[0102] Der Kühlkreislauf aus P1, Q2, R2 und S2 korreliert mit dem Flüssigphasenkühlmittel, das die Form von v1, v3, v4, v5 und v1 aufweist.

[0103] In der Form von v1, v3, v4, v5 und v1 nimmt die Flüssigphase um $\Delta A_L\%$ in Bezug auf die Form von v1, v2, v4, v5 und v1 ab.

[0104] $A_G\%$ ändert sich kaum im Kühlkreislauf aus P1, Q2, R2 und S2.

[0105] In Bezug auf die Temperatur erhöht sich die Temperatur, weil v4 bis v3 in der flüssigen Phase ist, und die Temperatur ist konstant, weil sich v3 bis v1 im Zweiphasenzustand befindet. Diese Temperatur ist T_c des Kühlkreislaufs aus P1, Q2, R2 und S2.

[0106] Die Temperatur erhöht sich in Richtung TH4, weil sich die rechte Seite von v1 in der Gasphase befindet.

[0107] Im Kühlkreislauf aus P1, Q2, R2 und S2 gibt **Fig. 6** den Unterkühlungsgrad SC und dT_c an.

[0108] **Fig. 7** wird beschrieben werden. Das PH-Diagramm veranschaulicht den Kühlkreislauf beim Zwischenniveau der Kühlmittelmenge und einen Kühlkreislauf mit der Kühlmittelmenge, die abgenommen hat und klein ist. Der Kühlkreislauf beim Zwischenniveau der Kühlmittelmenge ist P1, Q2, R2 und S2, was in **Fig. 6** beschrieben ist. Der Kühlkreislauf mit der kleinen Kühlmittelmenge ist die durchgezogene Linie aus P3, Q3, R3 und S3. Das PH-Diagramm gibt Δh_{con} und dT_c für den Kühlkreislauf aus P3, Q3, R3 und S3 an. Der Kühlkreislauf aus P1, Q2, R2 und S2 korreliert mit dem Flüssigphasenkühlmittel, das die Form von v1, v3, v4, v5 und v1 aufweist. Die Temperatur ist wie in **Fig. 6** beschrieben.

[0109] Der Kühlkreislauf aus P3, Q3, R3 und S3 korreliert mit dem Flüssigphasenkühlmittel, das die Form von v6, v7, v5 und v6 aufweist. In der Form von v6, v7, v5 und v5 erhöht sich die Gasphase um $\Delta A_G\%$ in Bezug auf die Form von v1, v3, v4, v5 und v1. Die Temperatur ist konstant, weil sich v7 bis v6 im Zweipha-

senzustand befindet. Diese Temperatur ist die Kondensationstemperatur T_c des Kühlkreislaufs aus P3, Q3, R3 und S3. Die Temperatur nimmt in Richtung TH4 zu, weil sich die rechte Seite von v6 in der Gasphase befindet. Die Temperatur erhöht sich in Richtung TH4, weil sich die rechte Seite von v1 in der Gasphase befindet. Der Kühlkreislauf aus P3, Q3, R3 und S3 gibt einen Überhitzungsgrad SHd in **Fig. 7** an.

*** Wirkungen der Ausführungsform 1 ***

[0110] **Fig. 8** veranschaulicht, dass die Kühlmittelmengenerfassung innerhalb eines Bereichs der Gesamtkühlmittelmenge möglich ist, indem $A_L\%$ und $A_G\%$ zusammen verwendet werden. Wenn die Kühlmittelleckmenge unter Verwendung von lediglich $A_L\%$ erfasst wird, war die Leckmenge des Kühlmittels lediglich bis ungefähr 10% der Standardkühlmittelmenge bekannt, wie in **Fig. 8** veranschaulicht. Dies gilt, weil, wenn die Leckmenge des Kühlmittels 10% der Standardkühlmittelmenge übersteigt, sich das Kühlmittel beim Auslass des Kondensators im Zweiphasenzustand aufgrund der Abnahme der Kühlmittelmenge befindet, wie in **Fig. 7** veranschaulicht. Wenn sich das Kühlmittel beim Auslass des Kondensators in dem Zweiphasenzustand befindet, ist der Unterkühlungsgrad $SC=0$ und die Kühlmittelmenge konnte nicht konventionell geschätzt werden.

[0111] Andererseits kann, weil die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 auch $A_G\%$ verwenden kann, die Kühlmittelmenge erfasst werden, selbst wenn die Leckmenge des Kühlmittels 10% der Standardkühlmittelmenge übersteigt, wie in **Fig. 8** veranschaulicht.

[0112] Weil es ausreicht, lediglich eine zusätzliche Kühlmittelmenge ohne ein Einsammeln des gesamten Kühlmittels einzufüllen, kann eine Wartungsarbeit deshalb verkürzt werden. Ferner können Kosten eines aufzufüllenden Kühlmittels und Arbeitskosten für das Auffüllen des Kühlmittels verringert werden.

[0113] Um eine Wirkung aufgrund einer Differenz zwischen Betriebszuständen der Kühlkreislaufvorrichtung 50 zu Zeiten einer Erfassung unter Verwendung von $A_L\%$ und $A_G\%$ zu schätzen, ist es bevorzugt, die Frequenz des Kompressors 1 zu fixieren. Da jedoch eine Umdrehungszahl des Außengebläses 2A des Außenwärmetauschers 2 fixiert ist, könnte sich eine Zuverlässigkeit der Kühlkreislaufvorrichtung 50 hochgradig verschlechtern. Deshalb ist die Frequenz des Kompressors 1 nicht fixiert. Dadurch kann die Zuverlässigkeit der Kühlkreislaufvorrichtung 50 beibehalten werden.

[0114] Ein dT_c -Verhältnis in Bezug auf das Kühlmittelzirkulationsmengenverhältnis G_{r_ratio} wird unter Verwendung von $[dT_{c_corr}]^{-1}$ korrigiert. Durch diese Korrektur wird ein Standardzustand des Kompressors 1 vor den Frequenzänderungen geschätzt, und eine Wirkung auf die Frequenzänderung des Kompressors 1 wird von der Kühlmittelmengenerfassung ausgeschlossen. Deshalb ist die Kühlmittelmengenerfassung mit einer hohen Genauigkeit möglich. Gemäß der Kühlmittelmengenerfassung mit der hohen Genauigkeit kann eine Leistungsfähigkeit der Kühlkreislaufvorrichtung 50 beibehalten werden.

<Korrektur an Hardware-Konfiguration>

[0115] Eine Hardware-Konfiguration der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 wird unten ergänzt werden.

[0116] **Fig. 9** veranschaulicht die Hardware-Konfiguration der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100. Die Hardware-Konfiguration der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 wird unter Bezugnahme auf **Fig. 9** beschrieben werden.

[0117] Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 ist ein Computer. Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 umfasst einen Prozessor 110. Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 umfasst eine Vielzahl von Hardware-Teilen zusätzlich zum Prozessor 110. Die Vielzahl von Hardware-Teilen sind eine Hauptspeichervorrichtung 120, die Hilfsspeichervorrichtung 130, eine Eingabe-IF 140, eine Ausgabe-IF 150 und eine Kommunikations-IF 160. IF steht für eine Schnittstelle. Der Prozessor 110 ist mit anderen Hardware-Teilen über eine Signalleitung 170 verbunden und steuert die anderen Hardware-Teile.

[0118] Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 umfasst die Erfassungseinheit 111, die Steuereinheit 112, die Bestimmungseinheit 113, die Berechnungseinheit 114 und die Ausgabereinheit 115 als Funktionselemente. Funktionen der Erfassungseinheit 111, der Steuereinheit 112, der Bestimmungseinheit 113, der Berechnungseinheit 114 und der Ausgabereinheit 115 werden durch ein Kühlmittelerfassungsprogramm 131 implementiert, das die Leckmenge des Kühlmittels erfasst.

[0119] Der Prozessor 110 ist eine Vorrichtung, die das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 ausführt. Der Prozessor 110 führt das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 aus, um die Funktionen der Erfassungseinheit 111, der Steuereinheit 112, der Bestimmungseinheit 113, der Berechnungseinheit 114 und der Ausgabeeinheit 115 zu implementieren. Der Prozessor 110 ist eine integrierte Schaltung (IC), die eine Berechnungsverarbeitung durchführt. Spezifische Beispiele des Prozessors 110 sind eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), ein Digitalsignalprozessor (DSP) und eine Grafikerarbeitungseinheit (GPU).

[0120] Die Hauptspeichervorrichtung 120 ist eine Speichervorrichtung. Spezifische Beispiele der Hauptspeichervorrichtung 120 sind ein statischer Direktzugriffsspeicher (SRAM) und ein dynamischer Direktzugriffsspeicher (DRAM). Die Hauptspeichervorrichtung 120 speichert ein Berechnungsergebnis des Prozessors 110.

[0121] Die Hilfsspeichervorrichtung 130 ist eine Speichervorrichtung, die Daten auf eine nicht flüchtige Weise speichert. Ein spezifisches Beispiel der Hilfsspeichervorrichtung 130 ist eine Festplatte („Hard Disk Drive“, HDD). Ferner könnte die Hilfsspeichervorrichtung 130 ein tragbares Speichermedium sein. Beispiele des tragbaren Speichermediums umfassen eine sichere digitale (SD: eingetragene Marke) Speicherkarte, einen NAND-Flash, eine Diskette, eine optische Scheibe, eine Compactdisk, eine Blu-Ray-Disk (eingetragene Marke) und eine DVD. Die Hilfsspeichervorrichtung 130 speichert das Kühlmittelerfassungsprogramm 131.

[0122] Die Eingabe-IF 140 ist ein Anschluss, in dem Daten von den individuellen Vorrichtungen und den individuellen Sensoren eingegeben werden. Die Ausgabe-IF 150 ist mit verschiedenen Vorrichtungstypen verbunden. Die Ausgabe-IF 150 ist ein Anschluss, durch den Daten durch den Prozessor 110 an die verschiedenen Vorrichtungstypen, wie zum Beispiel an eine Anzeigevorrichtung, eine Audiovorrichtung und eine externe Speichervorrichtung, ausgegeben werden. Die Kommunikations-IF 160 ist ein Kommunikationsanschluss, durch den der Prozessor mit den anderen Vorrichtungen kommuniziert.

[0123] Der Prozessor 110 lädt das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 aus der Hilfsspeichervorrichtung 130 in die Hauptspeichervorrichtung 120. Der Prozessor 110 liest das geladene Kühlmittelerfassungsprogramm 131 aus der Hauptspeichervorrichtung 120 aus und führt das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 aus. Die Hauptspeichervorrichtung 120 speichert auch ein Betriebssystem (OS) zusätzlich zum Kühlmittelerfassungsprogramm 131. Der Prozessor 110 führt das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 aus, während das OS ausgeführt wird. Die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 könnte eine Vielzahl von Prozessoren umfassen, die den Prozessor 110 substituieren. Die Vielzahl von Prozessoren führt das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 durch Sharing aus. Jeder der Prozessoren ist eine Vorrichtung, die das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 auf die gleiche Weise wie der Prozessor 110 ausführt. Daten, eine Information, ein Signalwert und einen Variablenwert, die durch das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 verwendet, verarbeitet oder ausgegeben werden, werden in der Hauptspeichervorrichtung 120, der Hilfsspeichervorrichtung 130 oder einem Register oder einem Cache-Speicher im Prozessor 110 gespeichert.

[0124] Das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 ist ein Programm, das den Computer dazu veranlasst, Vorgänge, Prozeduren oder Stufen entsprechend der Erfassungseinheit 111, der Steuereinheit 112, der Bestimmungseinheit 113, der Berechnungseinheit 114 und der Ausgabeeinheit 115 auszuführen, wobei jede ihre „Einheit“ durch „Vorgang“, „Prozedur“ oder „Stufe“ ersetzt hat.

[0125] Ferner stellt ein Kühlmittelerfassungsverfahren ein Verfahren dar, das durch die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 durchgeführt wird, die der Computer ist, wenn die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 ausführt. Das Kühlmittelerfassungsprogramm 131 könnte so vorgesehen werden, dass es in einem Computer-lesbaren Speichermedium gespeichert ist, oder könnte als Programmprodukt vorgesehen werden.

[0126] In der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 der **Fig. 9** ist eine Funktion der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 durch Software implementiert. Jedoch könnte die Funktion der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 durch Hardware implementiert sein.

[0127] **Fig. 10** veranschaulicht eine Konfiguration, bei der die Funktion der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 durch Hardware implementiert ist. Eine elektronische Schaltung 90 der **Fig. 10** ist eine zweckgebundene Elektronikschaltung, die die Funktionen der Erfassungseinheit 111, der Steuereinheit 112, der Bestimmungseinheit 113, der Berechnungseinheit 114 und der Ausgabeeinheit 115 der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 implementiert. Die Elektronikschaltung 90 ist mit einer Signalleitung 91 verbunden. Die Elektronikschal-

tung 90 ist insbesondere eine Einzelschaltung, eine zusammengesetzte Schaltung, ein programmierter Prozessor, ein parallel-programmierter Prozessor, ein Logik-IC, ein GA, ein ASIC oder ein FPGA. GA steht für Gate-Anordnung. ASIC steht für anwendungsspezifisch-integrierte Schaltung. FPGA steht für eine kunden-spezifisch programmierbare Gate-Anordnung. Die Funktionen der Bestandteilelemente der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 kann durch eine Elektronikschaltung implementiert sein oder könnten durch eine Vielzahl von Elektronikschaltungen implementiert sein, die sharen. Alternativ könnten einige der Funktionen der Bestandteilelemente der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 durch eine Elektronikschaltung implementiert sein, und die restlichen Funktionen könnte durch Software implementiert sein.

[0128] Sowohl der Prozessor 110 als auch die Elektronikschaltung 90 werden als Verarbeitungsschaltung oder Schaltung bezeichnet. In der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 könnten die Funktionen der Erfassungseinheit 111, der Steuereinheit 112, der Bestimmungseinheit 113, der Berechnungseinheit 114 und der Ausgabereinheit 115 durch eine Schaltung implementiert sein.

Ausführungsform 2.

[0129] Ein Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 der Ausführungsform 2 wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 11** bis 20 beschrieben werden. Das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 ist auch ein Kommunikationssystem, in dem ein Cloud-Server 100CS mit einer klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 kommuniziert, und der Cloud-Server 100CS kommuniziert mit einem Endgerät 500. Bei der Ausführungsform 2 ist die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 der Ausführungsform 1 als der Cloud-Server 100CS implementiert. Ein Merkmal der Ausführungsform 2 ist, dass der Cloud-Server 100CS aus der Ferne die Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 bestimmt.

<Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200>

[0130] **Fig. 11** veranschaulicht eine Systemkonfiguration des Kühlmittelmengen-Bestimmungssystems 200 gemäß der Ausführungsform 2. Das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 umfasst den Cloud-Server 100CS, die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 und das Endgerät 500.

[0131] Die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 ist eine kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung. Der Cloud-Server 100CS ist eine Servervorrichtung. Das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 könnte eine Vielzahl von Endgeräten 500 umfassen. Obwohl es unten ein Endgerät 500A und ein Endgerät 500B geben wird, sind beide das Endgerät 500. Die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 ist in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 angeordnet. Die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 könnte in der Außeneinheit 20 angeordnet sein. Der Cloud-Server 100CS, die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 und das Endgerät 500 sind mit einem Netzwerk 600 verbunden. Der Cloud-Server 100CS, die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 und das Endgerät 500 können über das Netzwerk 600 miteinander kommunizieren. Das Netzwerk 600 kann auch ein öffentliches Netzwerk ersetzen.

<Cloud-Server 100CS>

[0132] **Fig. 12** veranschaulicht eine Hardware-Konfiguration des Cloud-Servers 100CS, der die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 implementiert. Da die Konfiguration der **Fig. 12** die gleiche wie jene der **Fig. 9** ist, wird deren Beschreibung weggelassen.

<Klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400>

[0133] **Fig. 13** stellt eine Hardware-Konfiguration der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 dar. Die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 ist ein Computer ähnlich zu der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 der **Fig. 9**. Die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 umfasst eine klimatisierungsseitige Übertragungseinheit 411, eine klimatisierungsseitige Empfangseinheit 412 und eine klimatisierungsseitige Steuereinheit 413 als Funktionselemente. Die klimatisierungsseitige Übertragungseinheit 411 überträgt eine Information unter Verwendung einer Kommunikations-IF 460. Die klimatisierungsseitige Empfangseinheit 412 empfängt eine Information unter Verwendung der Kommunikations-IF 460. Die klimatisierungsseitige Steuereinheit 413 führt eine Steuerverarbeitung aus, die sich von einer Übertragung und einem Empfang unterscheidet.

<Endgerät 500>

[0134] Fig. 14 stellt eine Hardware-Konfiguration des Endgeräts 500 dar. Das Endgerät 500 ist auch in Computer. Das Endgerät 500 umfasst eine endgerätseitige Übertragungseinheit 511, eine endgerätseitige Empfangseinheit 512 und eine endgerätseitige Steuereinheit 513 als Funktionselemente. Die endgerätseitige Übertragungseinheit 511 überträgt eine Information unter Verwendung einer Kommunikations-IF 560. Die endgerätseitige Empfangseinheit 512 empfängt eine Information unter Verwendung der Kommunikations-IF 560. Die endgerätseitige Steuereinheit 513 führt eine Steuerverarbeitung aus, die sich von einer Übertragung und einem Empfang unterscheidet.

[0135] Für einen stabilen Betrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50 ist es wichtig, im Kühlmittelkreislauf 51 der Kühlkreislaufvorrichtung 50 eine geeignete Kühlmittelmenge einzuschließen. Ein Mechanismus einer Bestätigung einer Kühlmittelleinschlussmenge während eines Baus der Kühlkreislaufvorrichtung 50 und ein Mechanismus zum Überwachen einer Kühlmittelleckage während eines normalen Betriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 werden implementiert.

[0136] Herkömmlicherweise führt, wenn die Kühlkreislaufvorrichtung 50 gebaut wird, eine Wartungsfirma oder ein Vertriebsmitarbeiter der Kühlkreislaufvorrichtung 50 den Testbetrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durch und bestätigt, ob die eingeschlossene Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 geeignet ist oder nicht. Allgemeine Bestätigungsgegenstände umfassen eine Temperatur oder einen Druck von Teilen, wie zum Beispiel die folgenden (1) bis (6). Herkömmlicherweise misst ein Wartungsarbeiter die Bestätigungsgegenstände (1) bis (6) und bestimmt, ob die Kühlmittelleinschlussmenge geeignet ist oder nicht.

- (1) Ausblasttemperatur der Inneneinheit 30,
- (2) Auslasstemperatur des Kompressors 1,
- (3) Druck des Kompressors 1 auf der Ansaugseite,
- (4) Sogüberhitzung,
- (5) Auslassüberhitzung,
- (6) Temperatur des Kompressors im Rohbau („compressor under a shell“).

[0137] Für unerfahrene Wartungsservicepersonal ist es schwierig, ein derartiges Verfahren zum Bestimmen durchzuführen, ob die Füllmenge des Kühlmittels geeignet ist oder nicht, indem (1) bis (6) gemessen wird. Dies ist so, weil die Bestimmung gemacht werden muss, nachdem komplexe Faktoren wie eine lokale Gegebenheit berücksichtigt wurden, wie zum Beispiel eine Länge eines Rohrs und eine Umgebungsbedingung, wie zum Beispiel die Außentemperatur TH7.

[0138] Das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200, das die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 verwendet, löst das Problem, dass die Bestimmung der Füllmenge des Kühlmittels die Erfahrung des Wartungsarbeiters erfordert und dass die Bestimmung der Kühlmittelfüllmenge für den unerfahrenen Wartungsarbeiter 612 schwierig ist. Indem dieses Problem gelöst wird, ist es möglich, Wirkungen zu erzielen, wie zum Beispiel eine Erzielung geeigneter Befüllungskosten und eine Verringerung der Wartungsarbeitskosten. Spezifische Wirkungen werden nachfolgend unter (1) bis (4) beschrieben.

- (1) Da der Wartungsarbeiter 612 die Kühlmittelfüllmenge aus der Ferne vom Ort des Arbeiters bestimmen kann, ohne einen Ort zum Messen der Kühlmittelfüllmenge zu besuchen, kann dies zur Arbeitersparnis für die Wartungsfirma beitragen. Ferner ist keine spezielle Erfahrung erforderlich, und selbst ein neuer Arbeiter kann die Kühlmittelfüllmenge mit einem manuellen Betrieb eines Computers bestimmen.
- (2) Da der Computer die Füllmenge mit einer hohen Genauigkeit berechnet, wird ein Überfüllen des Kühlmittels verhindert. Deshalb trägt dies zur Optimierung von Kühlmittelkosten bei.
- (3) Gemäß dem Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 ist die Bestimmung der Kühlmittelmenge nicht nur während des Testbetriebs während eines Aufbaus möglich, sondern auch zu einem beliebigen Zeitpunkt während eines normalen Betriebs nach dem Aufbau. Deshalb ist eine genaue Kühlmittelleckerfassung während des normalen Betriebs möglich. Da die Genauigkeit des Kühlmittellecks verbessert wird, kann dies zur Bewahrung der globalen Umwelt beitragen. Ferner steht dies im Einklang mit dem Emissionskontrollgesetz für Fluorkohlenwasserstoffe. Das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 kann ein langsames Leck durch eine Ausführung über die Zeit erfassen.

(4) Wenn das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 das Kühlmittelleck während des normalen Betriebs erfasst, kann eine Evakuierungswarnung an ein Gebäude 610 ausgegeben werden, in welchem die betroffene Kühlkreislaufvorrichtung 50 installiert ist.

<Verhältnis zwischen Kühlmittelmenge und $A_L\%$, $A_G\%$ >

[0139] Eine Kühlmittelmengen-Bestimmungsfunktion in dem Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200, das die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 als den Cloud-Server 100CS implementiert, wird zusammengefasst werden. Im Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus führt die Kühlkreislaufvorrichtung 50 den Kühlbetrieb durch. Der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus ist ein Betriebsmodus (Schritt S20 der **Fig. 2**) der Kühlkreislaufvorrichtung 50 zum Erfassen der Kühlmittelmenge. Dies bedeutet, dass der Außenwärmetauscher 2 als der Kondensator funktioniert und dass der Innenwärmetauscher 7 als der Verdampfer funktioniert. Zu dieser Zeit ist der Außenwärmetauscher 2 fokussiert und der Cloud-Server 100CS bestimmt das Flüssigphasenverhältnis $A_L\%$ und das Gasphasenverhältnis $A_G\%$ des Kühlmittels in dem Außenwärmetauscher 2. Wenn die geeignete Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 eingeschlossen ist, beträgt $A_L\%$ ungefähr 17,5%. Wenn das Kühlmittel in Bezug auf die geeignete Kühlmittelmenge überschritten ist, erhöht sich das Flüssigphasenverhältnis $A_L\%$. Wenn das Kühlmittel in Bezug auf die geeignete Kühlmittelmenge unterschritten ist, verringert sich das Flüssigphasenverhältnis $A_L\%$. Wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben, wenn eine unzureichende bzw. unterschrittene Menge des Kühlmittels groß ist, ist es effektiv, die Kühlmittelmenge unter Verwendung des Gasphasenverhältnisses $A_G\%$ zu berechnen. Wenn die unterschrittene Menge des Kühlmittels groß ist, erhöht sich das Gasphasenverhältnis $A_G\%$.

[0140] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, ist die Kühlkreislaufvorrichtung 50 mit dem Kompressor 1, dem Außenwärmetauscher 2, dem HIC 3, dem HIC-LEV 4, dem LEV 6, dem Innenwärmetauscher 7, dem Vierwegeventil 9 und dem ACC 10 durch Kühlmittelrohre verbunden, um den Kühlmittelkreislauf 51 auszubilden. Wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben, sind zumindest zehn unten zu beschreibende Sensortypen in dem Kühlmittelkreislauf 51 angeordnet. Bei der Ausführungsform 2 werden die Erfassungswerte dieser Sensoren von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 an den Cloud-Server 100CS übertragen. Die übertragenen Erfassungswerte der Sensoren werden in **Fig. 15** zusammengefasst.

[0141] **Fig. 15** veranschaulicht die Erfassungswerte der Sensoren, die von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 an den Cloud-Server 100CS übertragen werden. Ein Erfassungswert wird als ein Parameter in einem Zustand übertragen, in welchem es bekannt ist, welcher Sensor den Erfassungswert übertragen hat. In **Fig. 15** ist die erste Spalte von links eine Zeilennummer. Die zweite Spalte von links ist ein Typ eines Sensors. Die dritte Spalte von links ist eine Bezeichnung des Typs des Sensors plus der Zeilennummer. Die vierte Spalte von links gibt ein Erfassungssubjekt des Sensors an. Die fünfte Spalte von links gibt ein repräsentatives Subjekt aus Subjekten an, für die die Erfassungswerte in (Formel 1) bis (Formel 13) verwendet werden, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben sind. Der Cloud-Server 100CS kann die Steuerung, die Bestimmung und die Berechnung der Schritte S20 bis S50 der **Fig. 2** durchführen, indem der Erfassungswert von jedem der Sensoren von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 erfasst bzw. erlangt wird.

[0142] Wenn die Kühlmittelmenge berechnet wird, führt das Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem 200 den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus aus, der in **Fig. 2** veranschaulicht ist, um die Kühlmittelmenge genau zu berechnen. Der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus des Kühlmittelmengen-Bestimmungssystems 200 ist in Schritt S20 der **Fig. 2** veranschaulicht.

[0143] **Fig. 16** veranschaulicht eine Skizze zu einer Zeit, wenn die Kühlkreislaufvorrichtung 50 testweise betrieben wird.

[0144] **Fig. 17** stellt ein Sequenzdiagramm des Testbetriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 dar. Als Voraussetzung für den Testbetrieb installiert ein Bauarbeiter 611 die Kühlkreislaufvorrichtung 50 in dem Gebäude 610. Wenn die Kühlkreislaufvorrichtung 50 in dem Gebäude 610 installiert ist, wird die Kühlkreislaufvorrichtung 50 mit dem Kühlmittel befüllt und der Testbetrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50 wird durchgeführt. Während des Testbetriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 wird jede Unterschreitung der Kühlmittelmenge durch den Cloud-Server 100CS bestimmt. Der Testbetrieb der Kühlkreislaufvorrichtung 50 wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 16** und **17** beschrieben werden.

<Schritt S210>

[0145] Im Schritt S210 installiert der Bauarbeiter 611 die Kühlkreislaufvorrichtung 50 im Gebäude 610. Der Bauarbeiter 611 befüllt die installierte Kühlkreislaufvorrichtung 50 mit dem Kühlmittel. Der Bauarbeiter 611 füllt die Kühlmittelmenge, die einen Spezifikationswert der Kühlkreislaufvorrichtung 50 angibt, als die Kühlmittelfüllmenge bei der Installation ein. Der Bauarbeiter 611 überträgt den Abschluss der Kühlmittelbefüllung an das Endgerät 500B, das vom Wartungsarbeiter 612 getragen wird, unter Verwendung des Endgeräts 500A, das vom Bauarbeiter 611 getragen wird. Der Bauarbeiter 611 könnte den Abschluss der Kühlmittelbefüllung vom Endgerät 500A an den Cloud-Server 100CS übertragen, und der Cloud-Server 100CS könnte den Abschluss der Kühlmittelbefüllung an das Endgerät 500B übertragen.

<Schritt S220>

[0146] Der Wartungsarbeiter 612 empfängt den Abschluss der Kühlmittelbefüllung vom Bauarbeiter 611. Die folgenden Vorgänge werden durch den Wartungsarbeiter 612 durchgeführt, der das Endgerät 500B betreibt. Der Wartungsarbeiter 612 startet den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus zu einem beliebigen Zeitpunkt mit Zustimmung eines Nutzers. In diesem Beispiel wird der Start des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durch den Wartungsarbeiter 612 durchgeführt. Jedoch ist eine Person nicht beschränkt, die den Start des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durchführt. Da der Kühlbetrieb durchgeführt wird, wenn der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus ausgeführt wird, ist die Person, die den Start des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durchführt, eine Person, die die Ausführung des Betriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 bestimmen kann. In Schritt S220 überträgt die endgerätsseitige Übertragungseinheit 511 des Endgeräts 500B einen Startbefehl 501 an den Cloud-Server 100CS, der den Cloud-Server 100CS zum Starten des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus anweist, über die Kommunikations-IF 560 und das Netzwerk 600. Der Startbefehl 501 ist ein Anforderungssignal, das eine Erfassung der in dem Kühlmittelkreislauf 51 vorhandenen Kühlmittelmenge anfordert.

<Schritt S230>

[0147] Die Erfassungseinheit 111 des Cloud-Servers 100CS erfasst den Startbefehl 501 über das Netzwerk 600 und die Kommunikations-IF 160. Wenn die Erfassungseinheit 111 den Startbefehl 501 erfasst, startet der Cloud-Server 100CS den Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus im Schritt S230. Dies bedeutet konkret, dass die in **Fig. 2** veranschaulichten Vorgänge durchgeführt werden. Wie in **Fig. 2** veranschaulicht, steuert die Steuereinheit 112 die Kühlkreislaufvorrichtung 50, um den Betrieb im Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus von (1) bis (5) durchzuführen, was im Schritt S20 beschrieben ist. Die Steuereinheit 112 setzt die Steuerung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus fort (Schritt S231). Dies bedeutet, dass, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, die Steuereinheit 112 die Kühlkreislaufvorrichtung 50 im Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus steuert, um das Flüssigphasenverhältnis $A_L\%$ oder das Gasphasenverhältnis $A_G\%$ des Außenwärmetauschers 2 zu bestätigen, der als der Kondensator funktioniert. Die Steuerung der Kühlkreislaufvorrichtung 50 im Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus bedeutet, dass die Steuereinheit 112 die Aktuatoren der Kühlkreislaufvorrichtung 50 steuert, wie zum Beispiel den Kompressor 1, das Gebläse 2A, das HIC-LEV 4, das LEV 6 und das Innegebläse 7A, so dass die Betriebszustände von (1) bis (5) des Schritts S20 der **Fig. 2** implementiert werden. Dies bedeutet konkreter, dass die Steuereinheit 112 des Cloud-Servers 100CS Steuerdaten von jedem der Aktuatoren an die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 über das Netzwerk 600 überträgt. Die klimatisierungsseitige Empfangseinheit 412 der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 empfängt das Steuerdatum von jedem der Aktuatoren über das Netzwerk 600 und die Kommunikations-IF 460. Die klimatisierungsseitige Steuereinheit 413 steuert jeden der Aktuatoren unter Verwendung der Steuerdaten von jedem der Aktuatoren, die durch die klimatisierungsseitige Empfangseinheit 412 empfangen wurden.

<Schritt S240>

[0148] Wenn die Steuerdaten von jedem der Aktuatoren empfangen werden, überträgt die klimatisierungsseitige Steuereinheit 413, in der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400, kontinuierlich den Erfassungswert von jedem der Sensoren der Kühlkreislaufvorrichtung 50 an den Cloud-Server 100CS. Ein Erfassungswert eines Sensors wird in einem Format übertragen, in welchem der Typ des Sensors und der Erfassungswert bekannt sind. In einem Fall eines Auslassdrucks HS des Kompressors 1 wird er zum Beispiel als HS=** übertragen. ** ist ein spezifischer Erfassungswert. Wie im Schritt S231 veranschaulicht, empfängt die Kühlkreislaufvorrichtung 50 kontinuierlich die Steuerung, und der Erfassungswert von jedem der Sensoren, die in der Kühlkreislaufvorrichtung 50 angeordnet sind, wird kontinuierlich von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 an den Cloud-Server 100CS übertragen, während die Kühlkreislaufvorrichtung 50 kon-

tinuierlich gesteuert wird. Dies bedeutet konkret, dass die klimatisierungsseitige Übertragungseinheit 411 kontinuierlich den Erfassungswert von jedem der Sensoren über die Kommunikations-IF 460 und das Netzwerk 600 an den Cloud-Server 100CS überträgt (Schritt S241). **Fig. 15** veranschaulicht den Erfassungswert von jedem der Sensoren. Der Erfassungswert von jedem der Sensoren wird von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 an den Cloud-Server 100CS übertragen. Wie in **Fig. 15** gibt es zehn Typen von Erfassungswerten, die Nr.1 bis Nr.10 sind, für jeden der Sensoren. Der Cloud-Server 100CS kann die Bestimmung des Schritts S30 der **Fig. 2** und die Berechnung der Schritte S40 und S50 unter Verwendung des Erfassungswerts von jedem der Sensoren durchführen, die von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 übertragen werden.

<Schritt S250>

[0149] Der Cloud-Server 100CS berechnet eine Überschreitung oder eine Unterschreitung der Kühlmittelmenge unter Verwendung des Erfassungswerts von jedem der Sensoren. Inhalte des Vorgangs des Schritts S250 sind die Vorgänge der Schritte S30 bis S50 der **Fig. 2**. Der Schritt S60 wird als der Vorgang des Schritts S260 durchgeführt, der unten zu beschreiben ist. Im Schritt S250 berechnet die Berechnungseinheit 114 die Kühlmittelmenge, die aktuell im Kühlmittelkreislauf 51 vorhanden ist, unter Verwendung von $A_L\%$ oder $A_G\%$ durch die Vorgänge der Schritte S40 und S50. Dann berechnet die Berechnungseinheit 114 die Überschreitung oder Unterschreitung der Kühlmittelmenge aus einer Differenz zwischen der berechneten aktuellen Kühlmittelmenge und der Standardkühlmittelmenge, die im Kühlmittelkreislauf 51 sein muss. Die Ausgabeinheit 115 speichert, in der Hilfsspeichervorrichtung 130, die Kühlmittelmenge und die Überschreitungs- oder Unterschreitungsmenge, die durch die Berechnungseinheit 114 berechnet wird, und den Erfassungswert von jedem der Sensoren, der für die Berechnung durch die Berechnungseinheit 114 verwendet wird, als Betriebsdaten.

<Schritt S260>

[0150] Im Schritt S260 überträgt die Ausgabeinheit 115 des Cloud-Servers 100CS an das Endgerät 500A und das Endgerät 500B eine Modusabschlussbenachrichtigung 101, die darüber informiert, dass der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus abgeschlossen wurde, über die Kommunikations-IF 160 und das Netzwerk 600. Die endgerätseitige Empfangseinheit 512 empfängt die Modusabschlussbenachrichtigung 101 über die Kommunikations-IF 560. Das Endgerät 500 kann auf den Cloud-Server 100CS zugreifen und auf die Betriebsdaten Bezug nehmen. Dies bedeutet konkret, dass die endgerätseitige Übertragungseinheit 511 das Betriebsdatenanforderungssignal an den Cloud-Server 100CS überträgt. Im Cloud-Server 100CS erfasst die Erfassungseinheit 111 das Betriebsdatenanforderungssignal. Wenn das Betriebsdatenanforderungssignal erfasst wird, überträgt die Ausgabeinheit 115 die Betriebsdaten an das Endgerät 500. Die Betriebsdaten umfassen zumindest die Überschreitungs- oder Unterschreitungsmenge des Kühlmittels. Im Endgerät 500 empfängt die endgerätseitige Empfangseinheit 512 die Betriebsdaten, und die endgerätseitige Steuereinheit 513 zeigt die Betriebsdaten auf einer Anzeigevorrichtung an, die nicht veranschaulicht ist. Die Modusabschlussbenachrichtigung 101 könnte ein Ergebnis der Überschreitung oder Unterschreitung des Kühlmittels umfassen.

<Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus während Normalbetrieb>

[0151] **Fig. 18** veranschaulicht einen Umriss, bei dem der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus während des Normalbetriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durchgeführt wird.

[0152] **Fig. 19** stellt ein Sequenzdiagramm dar, bei dem der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus während des Normalbetriebs der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durchgeführt wird. Die Durchführung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus während des Normalbetriebs wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 18** und **19** beschrieben werden. In **Fig. 19** sind die Schritte S330 bis S360 im Kühlmittelerfassungsmodus die gleichen wie die Schritte S230 bis S260 der **Fig. 17**, außer dass das Endgerät 500A nicht vorhanden ist. Deshalb wird eine Beschreibung der Schritte S330 bis S360 weggelassen.

<Schritte S320A und S320B>

[0153] Wie beim Schritt 220 wird der Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus mit dem Startbefehl 501 im Schritt S320A gestartet. In dem Fall des Schritts S320A überträgt der Wartungsarbeiter 612 den Startbefehl 501 unter Verwendung des Endgeräts 500B während einer periodischen Inspektion. Der Schritt S320B wird automatisch nach einem täglich konstanten Überwachungsplan ausgeführt. Dies bedeutet konkret, dass eine

Startzeit des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus in der Steuereinheit 112 des Cloud-Servers 100CS eingestellt ist. Die Steuereinheit 112 weist auch eine Timer-Funktion auf.

[0154] Fig. 20 stellt ein Flussdiagramm dar, das die Vorgänge der Fig. 17 und 19 veranschaulicht. Wie in Fig. 20 veranschaulicht, wenn die Kühlmittelmenge nicht geeignet ist (NEIN in den Schritten S250 und S350), wird eine nicht normale Gegenmaßnahme durchgeführt. Dies bedeutet konkret, dass die Ausgabereinheit 115 des Cloud-Servers 100CS den Bauarbeiter 611 über die Abnormalität während des Testbetriebs benachrichtigt. Die Ausgabereinheit 115 benachrichtigt den Wartungsarbeiter 612 über die Abnormalität während des Normalbetriebs. Die Ausgabereinheit 115 weist den Bauarbeiter 611 als Abnormalitätsbenachrichtigung an, die Überschreitung oder Unterschreitung der Kühlmittelmenge anzupassen. Die Ausgabereinheit 115 weist den Wartungsarbeiter 612 als die Abnormalitätsbenachrichtigung an, eine Leckagegegenmaßnahme durchzuführen. Wenn die Kühlmittelmenge geeignet ist (JA in den Schritten S250 und S350), überträgt die Ausgabereinheit 115 die Modusabschlussbenachrichtigung 101 an einen Systemaktivator. Der Systemaktivator ist zum Beispiel der Wartungsarbeiter 612.

Ausführungsform 3.

[0155] Ausführungsform 3 stellt eine Modifikation der Ausführungsform 2. Bei der Ausführungsform 2 wird die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 als der Cloud-Server 100CS implementiert. Bei der Ausführungsform 3 ist die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 in der Außeneinheit 20 angeordnet. In diesem Fall könnte die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 als die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 implementiert sein, oder die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 könnte als ein Einzelkörper implementiert sein, der eine Vorrichtung ist, die sich von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 unterscheidet.

[0156] Fig. 21 veranschaulicht einen Zustand, in welchem die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 als die Vorrichtung implementiert ist, die sich von der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 unterscheidet und die in der Außeneinheit 20 angeordnet ist. In dem Fall der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 der Ausführungsform 3 kommunizieren die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 und das Endgerät 500 mit der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100, die in der Außeneinheit 20 angeordnet ist. Deshalb gibt es einen Effekt dahingehend, dass eine Kommunikation zwischen dem Bauarbeiter 611 und der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 und eine Kommunikation zwischen dem Bauarbeiter 611 und der Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 eine Kommunikation über eine kurze Distanz ist., Wenn ferner die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 und die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 in einer Vorrichtung implementiert sind, gibt es einen Effekt dahingehend, dass die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 direkt eine Steuerung für jeden der Aktuatoren der Kühlkreislaufvorrichtung 50 durchführen kann, ohne durch die klimatisierungsseitige Steuereinheit 413 der klimatisierungsseitigen Steuervorrichtung 400 zu laufen. Wenn ferner die Kühlmittelerfassungsvorrichtung 100 und die klimatisierungsseitige Steuervorrichtung 400 in der einen Vorrichtung implementiert sind, gibt es einen Effekt dahingehend, dass, da sich die Anzahl der Vorrichtungen verringert, eine Anstrengung zum Verwaltung der Vorrichtungen verringert ist.

[0157] Die Ausführungsformen 1 bis 3 wurden oben beschrieben. Aus einer Vielzahl von technischen Elementen, die in den Ausführungsformen 1 bis 3 umfasst sind, könnten zwei oder mehr Elemente in Kombination durchgeführt werden. Alternativ könnte eines aus der Vielzahl von technischen Elementen, die in den Ausführungsformen 1 bis 3 umfasst sind, teilweise durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

[0158] 1: Kompressor; 2: Außenwärmetauscher; 2A: Außengebläse; 3: HIC; 4: HIC-LEV; 5: Flüssigkeitsrohr; 6: LEV; 7: Innenwärmetauscher; 7A: Innengebläse; 8: Gasrohr; 9: Vierwegeventil; 10: Akkumulator; 20: Außeneinheit; 30: Inneneinheit; 50: Kühlkreislaufvorrichtung; 51: Kühlmittelkreislauf; 52: Betriebsdaten; 90: Elektronikschaltung; 91: Signalleitung; HS: Drucksensor; LS: Drucksensor; TH2: Temperatursensor; TH3: Temperatursensor; TH4: Temperatursensor; TH5: Temperatursensor; TH7: Temperatursensor; Sf: Frequenzsensor; S4: Öffnungssensor; S6: Öffnungssensor; 100: Kühlmittelerfassungsvorrichtung; 101: Modusabschlussbenachrichtigung; 100CS: Cloud-Server; 110: Prozessor; 111: Erfassungseinheit; 112: Steuereinheit; 113: Bestimmungseinheit; 114: Berechnungseinheit; 115: Ausgabereinheit; 120: Hauptspeichervorrichtung; 130: Hilfsspeichervorrichtung; 131: Kühlmittelerfassungsprogramm; 140: Eingabe-IF; 150: Ausgabe-IF; 160: Kommunikations-IF; 170: Signalleitung; 200: Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem; 400: klimatisierungsseitige Steuervorrichtung; 411: klimatisierungsseitige Übertragungseinheit; 412: klimatisierungsseitige Empfangseinheit; 413: klimatisierungsseitige Steuereinheit; 500, 500A, 500B: Endgerät; 501: Startbefehl; 511:

endgerätseitige Übertragungseinheit; 512: endgerätseitige Empfangseinheit; 513: endgerätseitige Steuereinheit; 600: Netzwerk; 610: Gebäude; 611: Konstruktionsarbeiter; 612: Wartungsarbeiter.

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 5063346 B2 [0005]

Patentansprüche

1. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem, das aufweist:
eine Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem-Servervorrichtung;
ein Endgerät, das mit der Servervorrichtung kommuniziert; und
eine kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung, die in einer Kühlkreislaufvorrichtung angeordnet ist, die einen Kompressor, einen Kondensator, ein Expansionsventil und einen Verdampfer umfasst und die einen Kühlmittelkreislauf aufweist, in welchem ein Kühlmittel zirkuliert, wobei
das Endgerät ein Anforderungssignal an die Servervorrichtung überträgt, das eine Erfassung einer Kühlmittelmenge in dem Kühlmittelkreislauf anfordert, und
die Servervorrichtung, wenn sie das Anforderungssignal empfängt, an dem Kühlmittelkreislauf über die kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung eine Steuerung eines Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durchführt, der einen Betriebsmodus der Kühlkreislaufvorrichtung zum Erfassen der Kühlmittelmenge darstellt, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, von der kühlkreislaufseitigen Steuervorrichtung Erfassungswerte von einer Vielzahl von Sensoren, die in dem Kühlmittelkreislauf angeordnet sind, als ein Ergebnis der Steuerung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus empfängt, die Kühlmittelmenge, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, unter Verwendung der empfangenen Erfassungswerte von der Vielzahl von Sensoren berechnet, bestimmt, ob die Kühlmittelmenge, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, eine Überschreitung oder eine Unterschreitung darstellt, unter Verwendung der berechneten Kühlmittelmenge und einer Standardkühlmittelmenge, die als Standard gehalten wird, und ein Bestimmungsergebnis der Überschreitung oder Unterschreitung an das Endgerät überträgt.
2. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem nach Anspruch 1, wobei die Servervorrichtung bestimmt, ob sich ein Unterkühlungsgrad der Kühlkreislaufvorrichtung bei null Kelvin befindet, unter Verwendung der Vielzahl von empfangenen Erfassungswerten, ein Gasphasenflächenverhältnis berechnet, das eine Gasphasenvolumenrate eines Gesamtvolumens des Kondensators ist, wenn bestimmt wird, dass der Unterkühlungsgrad bei null Kelvin ist, unter Verwendung einer ersten Temperaturdifferenz, die eine Differenz zwischen einer Außentemperatur und einer Kondensationstemperatur des Kühlmittels ist, einer zweiten Temperaturdifferenz, die eine Differenz zwischen einer Kühlmittelauslasstemperatur des Kompressors und der Kondensationstemperatur ist, einer Enthalpiedifferenz des Kühlmittels zwischen einem Einlass des Kondensators und einem Auslass des Kondensators und einer spezifischen Wärme des Kühlmittels bei einem konstanten Gasdruck, das berechnete Gasphasenflächenverhältnis mit einem Standardwert vergleicht, der als Standard für das Gasphasenflächenverhältnis eingestellt ist, und die Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung basierend auf einem Vergleichsergebnis berechnet.
3. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem nach Anspruch 2, wobei die Servervorrichtung einen Korrekturkoeffizienten, der die erste Temperaturdifferenz korrigiert, basierend auf einer Zirkulationsmenge des Kühlmittels in dem Kühlmittelkreislauf bestimmt, die aus einer Spezifikation des Kompressors und einem Betriebszustand des Kompressors bestimmt wird, und basierend auf einer Kühlmittelstandardzirkulationsmenge, die als Spezifikation des Kühlmittelkreislaufs bestimmt ist, und die erste Temperaturdifferenz mit dem entschiedenen Korrekturkoeffizienten korrigiert.
4. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem nach Anspruch 3, wobei die Servervorrichtung die Enthalpiedifferenz des Kühlmittels, wenn der Unterkühlungsgrad bei null Kelvin ist, basierend auf einer Öffnung des Expansionsventils, einem Ansaugdruck des Kompressors, einem Auslassdruck des Kompressors und der Zirkulationsmenge des Kühlmittels berechnet.
5. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem nach Anspruch 3, wobei die Servervorrichtung den Unterkühlungsgrad der Kühlkreislaufvorrichtung berechnet, bestimmt, ob der berechnete Unterkühlungsgrad größer als Null Kelvin ist, ein Flüssigphasenflächenverhältnis berechnet, das eine Flüssigphasenvolumenrate eines Gesamtvolumens des Kondensators ist, wenn bestimmt wird, dass der Unterkühlungsgrad mehr als Null Kelvin beträgt, unter Verwendung des berechneten Unterkühlungsgrads, der ersten Temperaturdifferenz, der Enthalpiedifferenz des Kühlmittels, einer spezifischen Wärme bei konstantem Flüssigkeitsdruck des Kühlmittels und des Korrekturkoeffizienten, der das berechnete Flüssigphasenflächenverhältnis mit einem Standardwert vergleicht, der als Standard für die Flüssigphasenflächenrate eingestellt ist, und die Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung basierend auf einem Vergleichsergebnis berechnet.
6. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem nach Anspruch 2, wobei der Kühlmittelkreislauf einen Wärmetauscher, der zwischen dem Kondensator und dem Expansionsventil angeordnet ist, und einen Abzweigungspfad umfasst, der von einem Pfad zwischen dem Wärmetauscher

und dem Expansionsventil abzweigt, der durch ein zweites Expansionsventil verläuft, das sich von einem ersten Expansionsventil unterscheidet, welches das Expansionsventil ist, durch den Wärmetauscher verläuft und mit einem Pfad verbunden ist, der den Verdampfer mit dem Kompressor verbindet, und die Servovorrichtung die Enthalpiedifferenz des Kühlmittels berechnet, wenn der Unterkühlungsgrad bei null Kelvin ist, basierend auf einer Öffnung des ersten Expansionsventils, einer Öffnung des zweiten Expansionsventils, einem Ansaugdruck des Kompressors, einem Auslassdruck des Kompressors, einer Zirkulationsmenge des Kühlmittels und einer Temperatur eines Kühlmittels, das aus dem Wärmetauscher in den Abzweigungspfad geströmt ist.

7. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem, das aufweist:
eine kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung, die in einer Kühlkreislaufvorrichtung angeordnet ist, die einen Kompressor, einen Kondensator, ein Expansionsventil und einen Verdampfer umfasst und die einen Kühlmittelkreislauf aufweist, in welchem ein Kühlmittel zirkuliert;
eine Kühlmittelerfassungsvorrichtung, die in der Kühlkreislaufvorrichtung angeordnet ist und die eine Kühlmittelmenge erfasst, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist; und
ein Endgerät, das mit der Kühlmittelerfassungsvorrichtung kommuniziert, wobei,
das Endgerät an die Kühlmittelerfassungsvorrichtung ein Anforderungssignal überträgt, das eine Erfassung der Kühlmittelmenge anfordert, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, und
die Kühlmittelerfassungsvorrichtung, wenn sie das Anforderungssignal empfängt, an dem Kühlmittelkreislauf über die kühlkreislaufseitige Steuervorrichtung eine Steuerung eines Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus durchführt, der ein Betriebsmodus der Kühlkreislaufvorrichtung zum Erfassen der Kühlmittelmenge ist, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, von der kühlkreislaufseitigen Steuervorrichtung Erfassungswerte von einer Vielzahl von Sensoren empfängt, die in dem Kühlmittelkreislauf angeordnet sind, als ein Ergebnis der Steuerung des Kühlmittelmengen-Erfassungsmodus, die Kühlmittelmenge, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, unter Verwendung der empfangenen Erfassungswerte der Vielzahl von Sensoren berechnet, bestimmt, ob die Kühlmittelmenge, die in dem Kühlmittelkreislauf vorhanden ist, eine Überschreitung oder eine Unterschreitung darstellt, unter Verwendung der berechneten Kühlmittelmenge und einer Standardkühlmittelmenge, die als Standard gehalten wird, und an das Endgerät ein Bestimmungsergebnis der Überschreitung oder Unterschreitung überträgt.

8. Kühlmittelmengen-Bestimmungssystem nach Anspruch 7, wobei die Kühlmittelerfassungsvorrichtung bestimmt, ob es einen Unterkühlungsgrad der Kühlkreislaufvorrichtung bei null Kelvin gibt oder nicht, unter Verwendung der Vielzahl von empfangenen Erfassungswerten, ein Gasphasenflächenverhältnis berechnet, das eine Gasphasenvolumenrate eines Gesamtvolumens des Kondensators ist, wenn bestimmt wird, dass der Unterkühlungsgrad bei null Kelvin ist, unter Verwendung einer ersten Temperaturdifferenz, die eine Differenz zwischen einer Außentemperatur und einer Kondensationstemperatur des Kühlmittels ist, einer zweiten Temperaturdifferenz, die eine Differenz zwischen einer Kühlmittelauslasstemperatur des Kompressors und der Kondensationstemperatur ist, einer Enthalpiedifferenz des Kühlmittels zwischen einem Einlass des Kondensators und einem Auslass des Kondensators und einer spezifischen Wärme des Kühlmittels bei einem konstanten Gasdruck, das berechnete Gasphasenflächenverhältnis mit einem Standardwert vergleicht, der als Standard für das Gasphasenflächenverhältnis eingestellt ist, und die Kühlmittelmenge in der Kühlkreislaufvorrichtung basierend auf einem Vergleichsergebnis berechnet.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

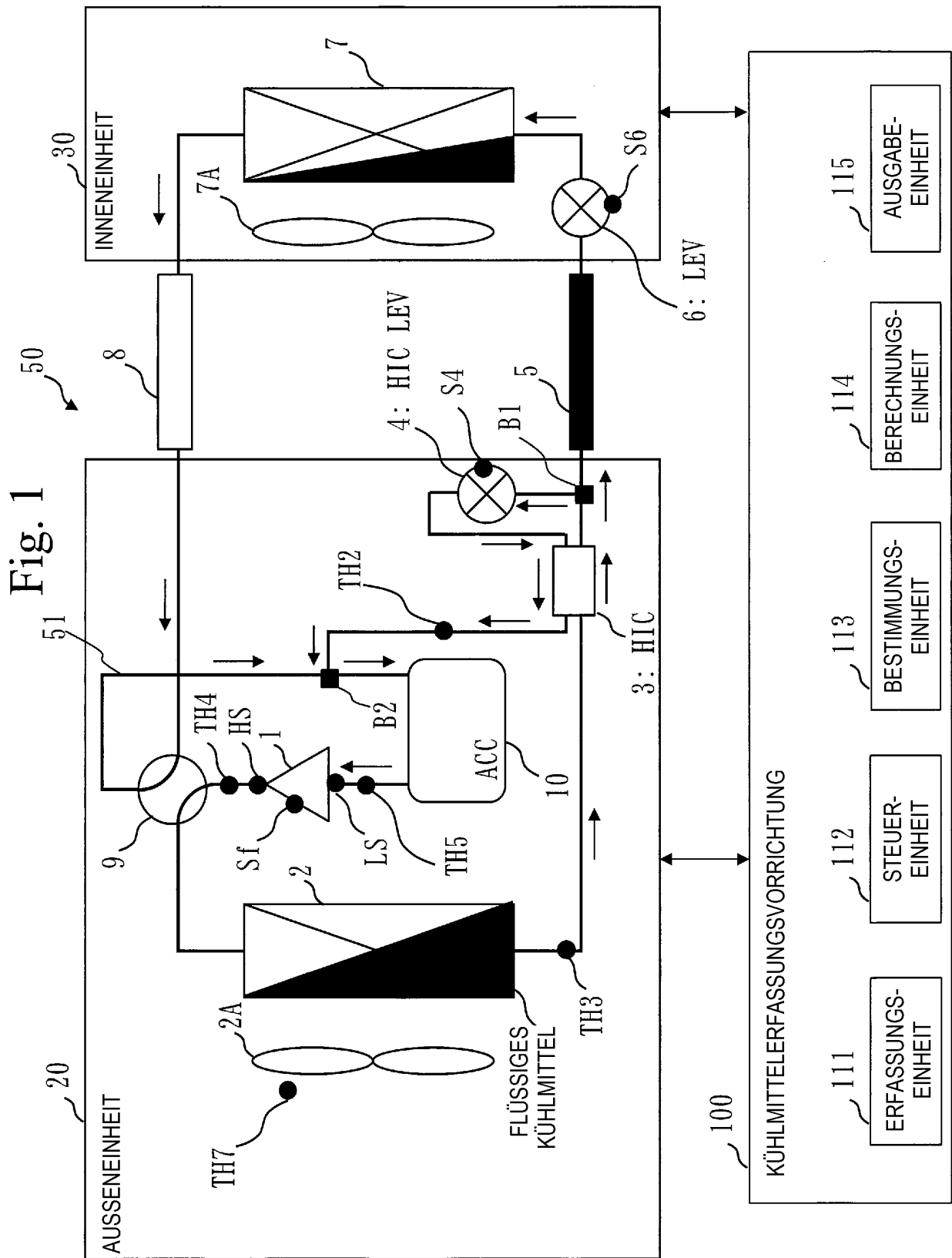
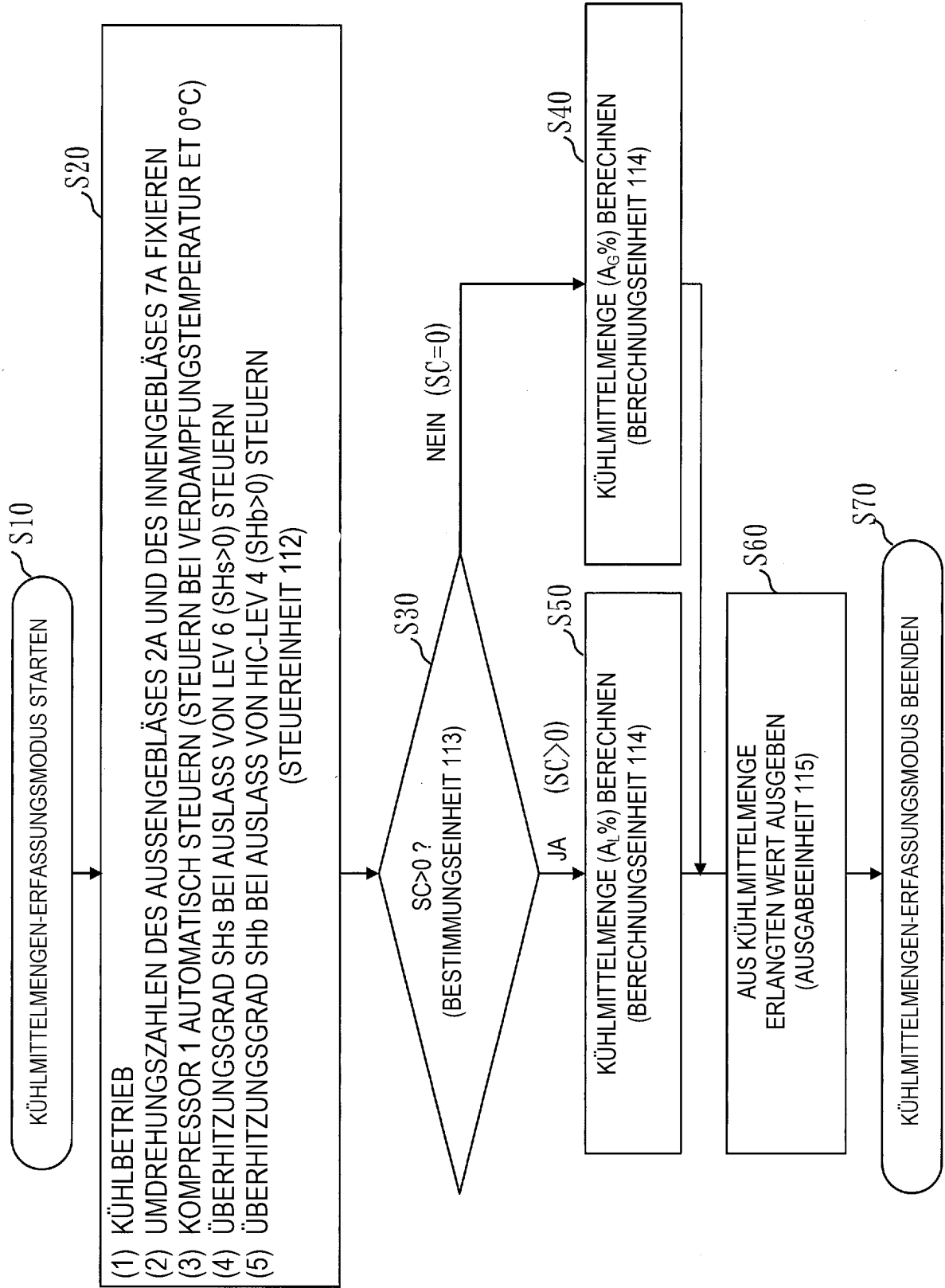
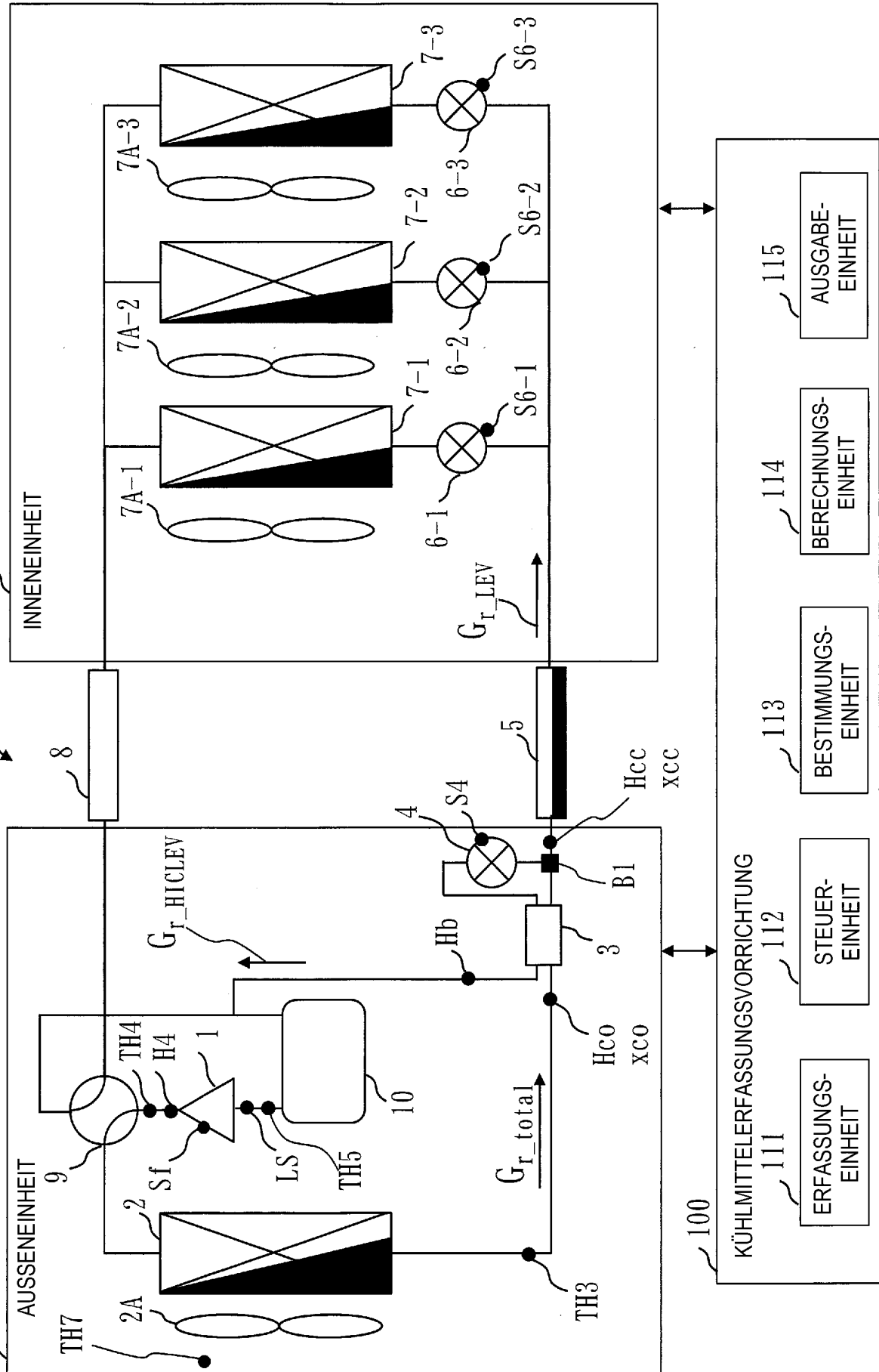


Fig. 2



50 Fig. 3 30



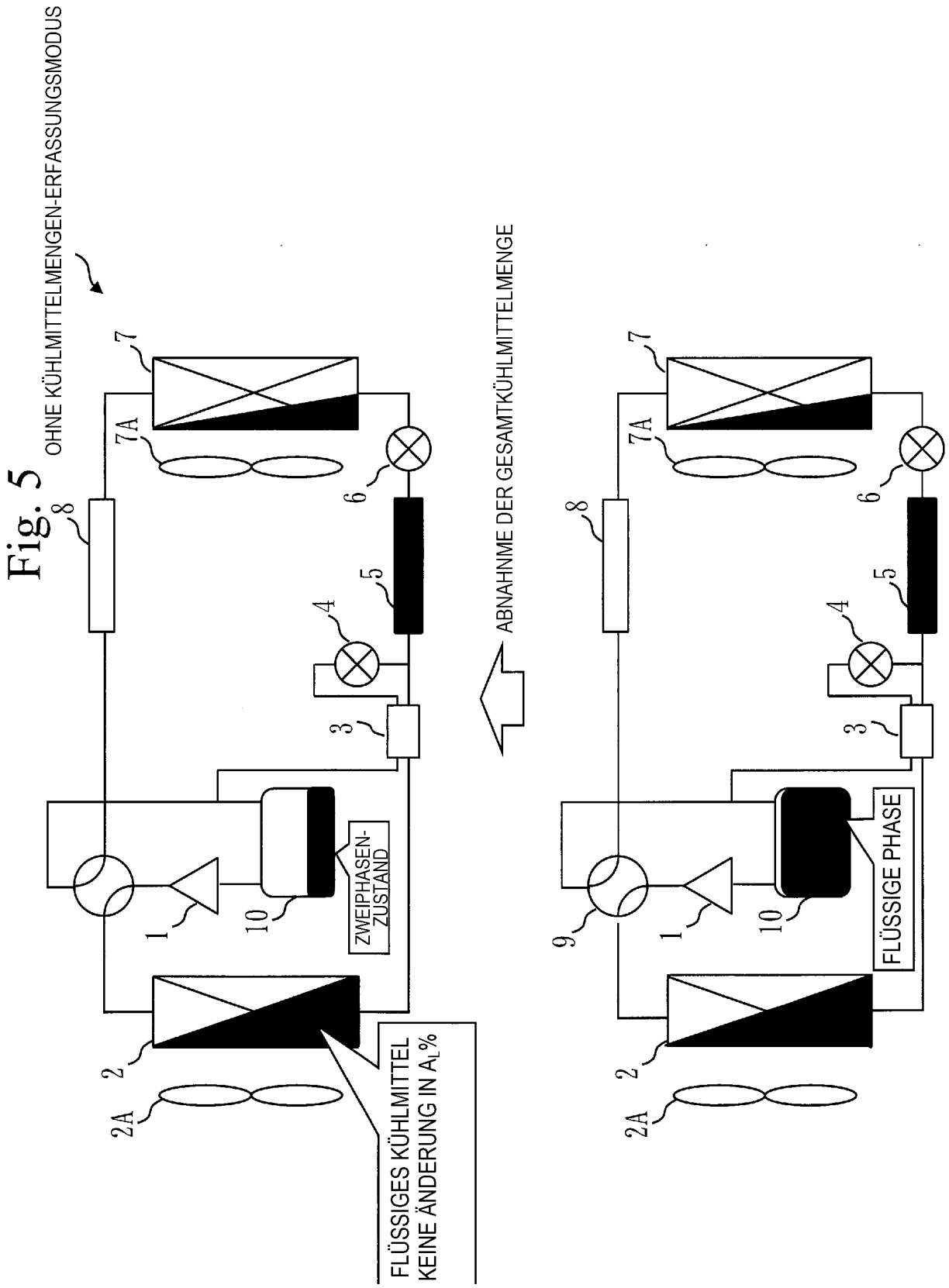


Fig. 8

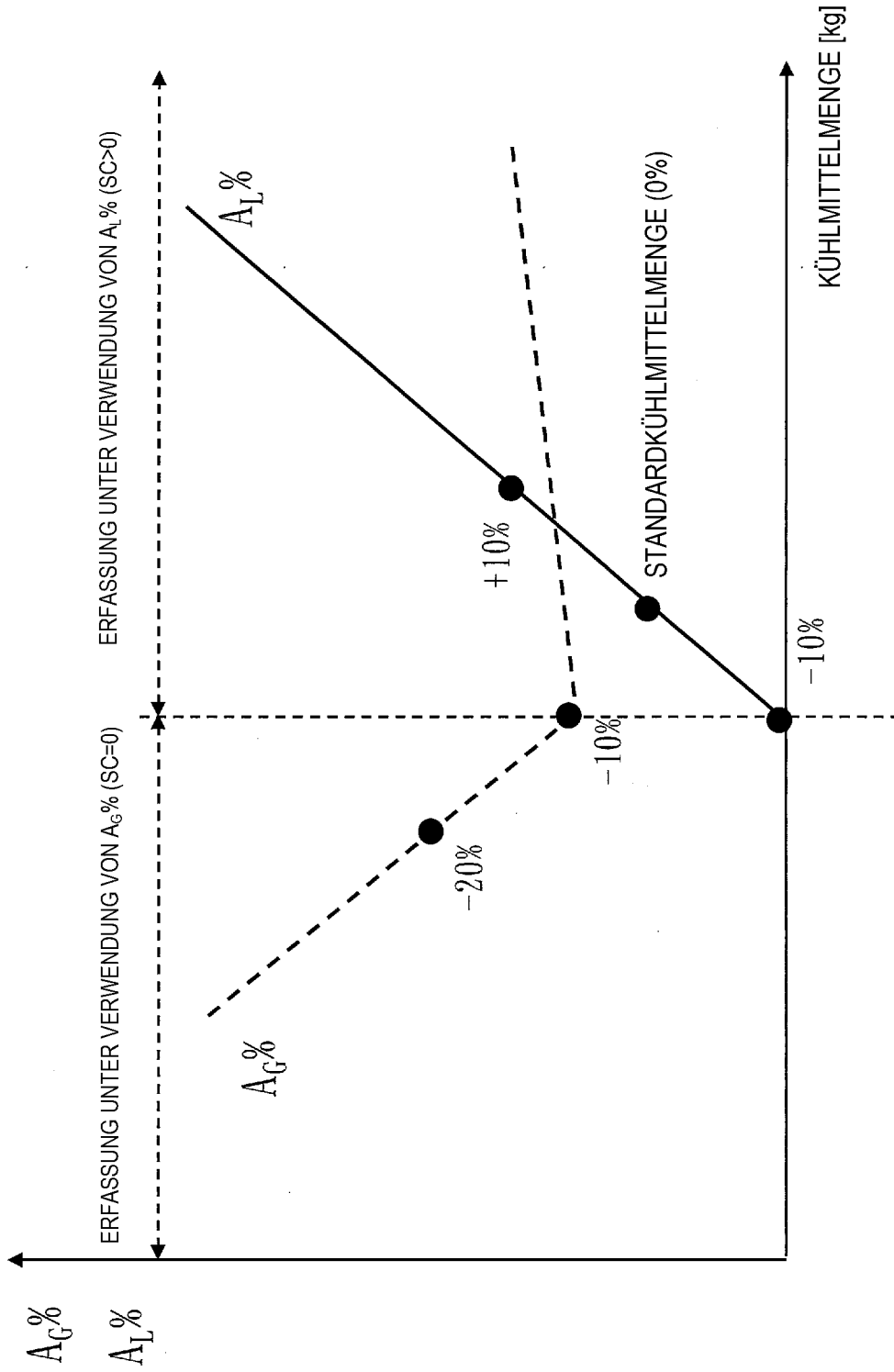


Fig. 9

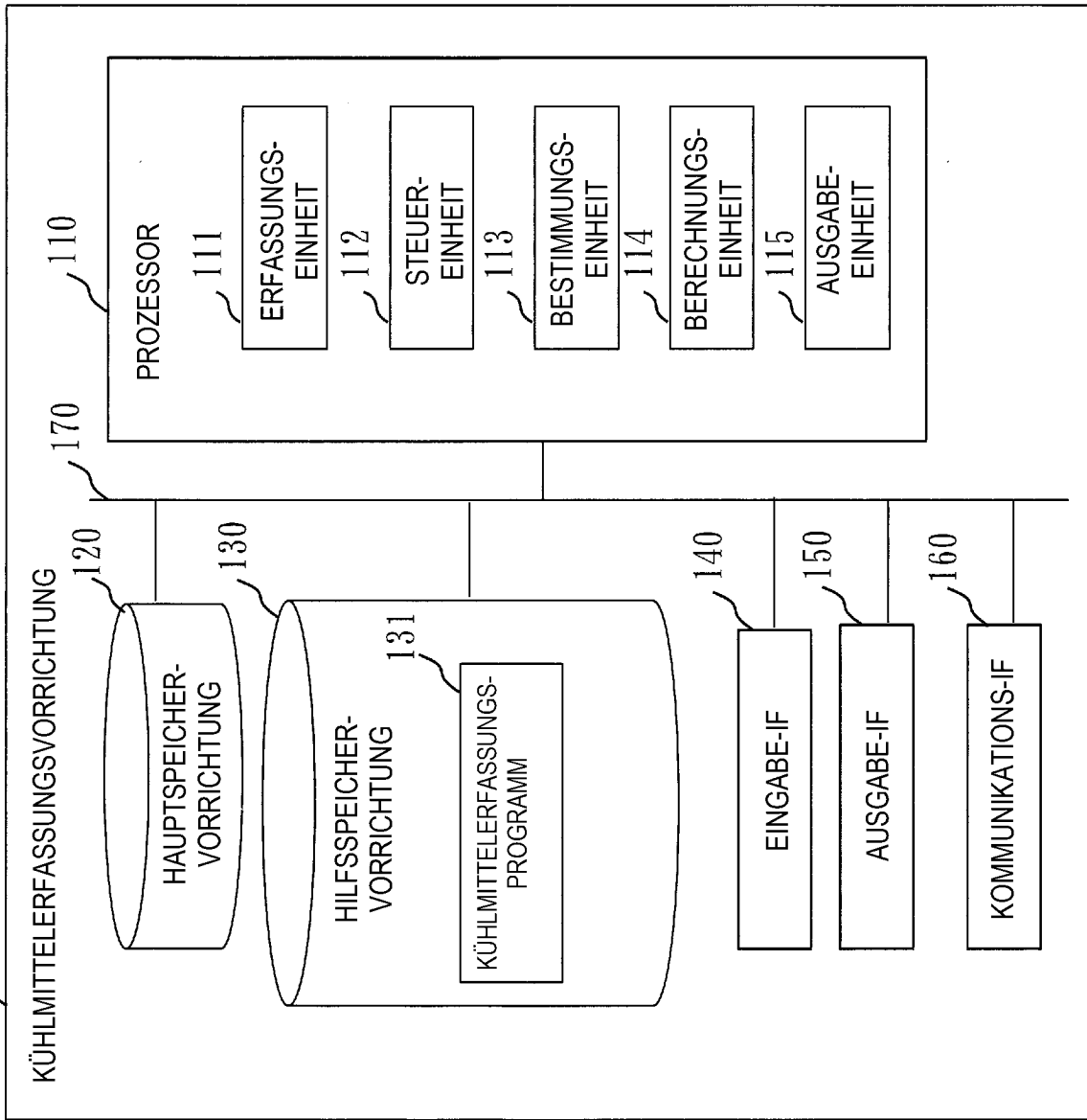


Fig. 10

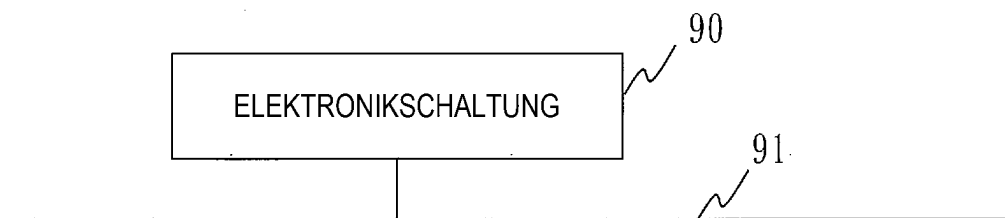


Fig. 11

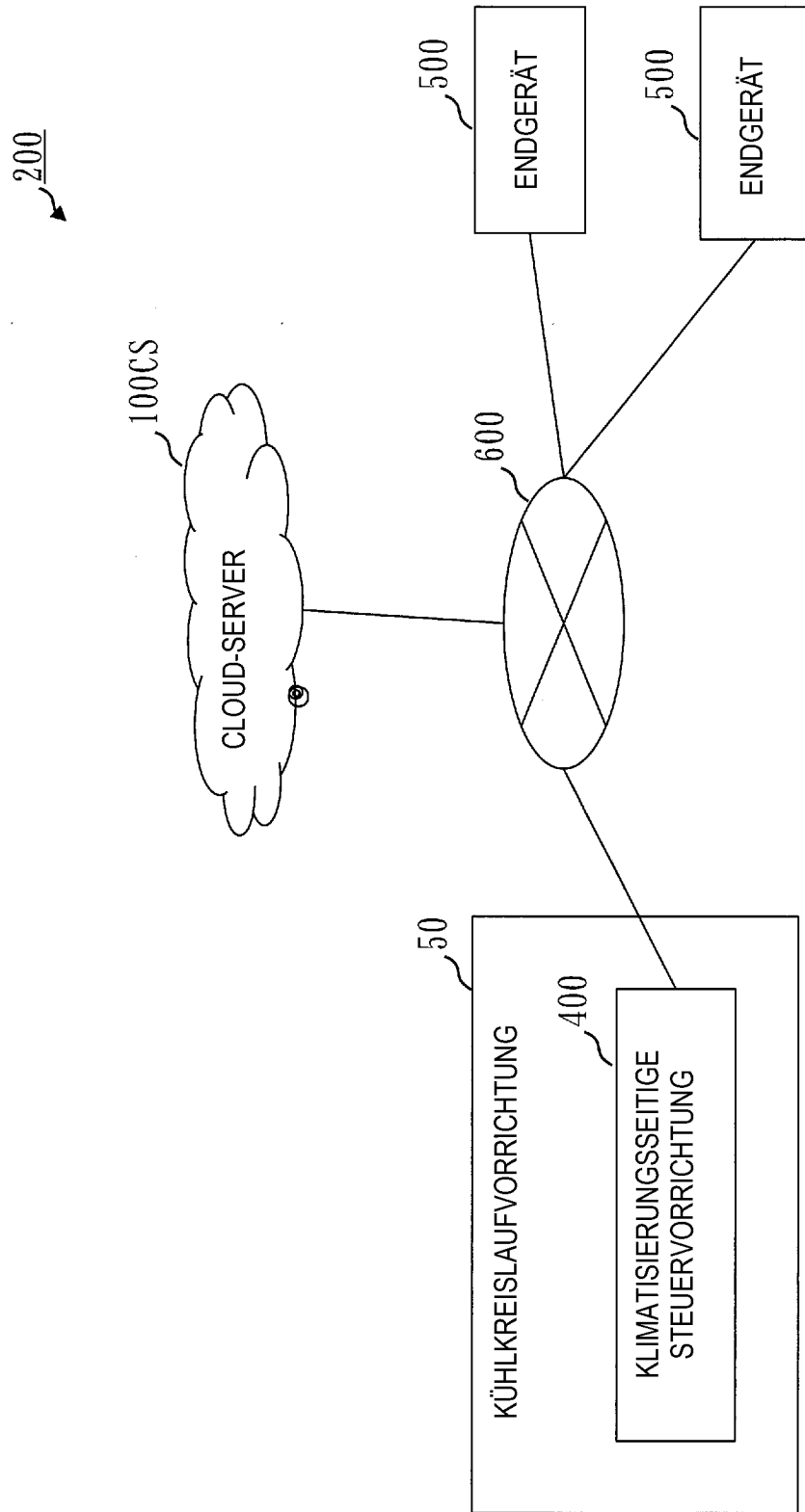


Fig. 12

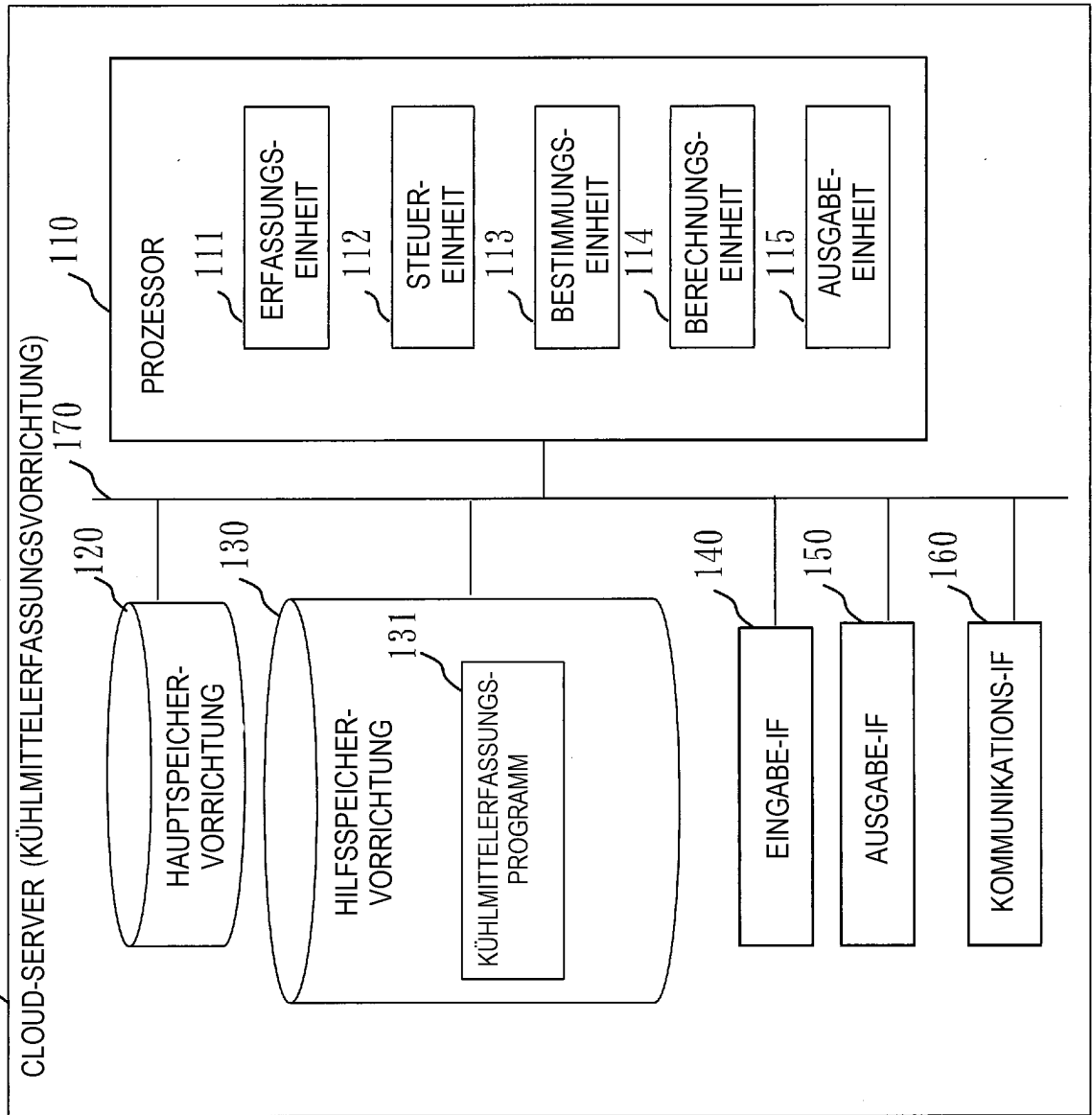


Fig. 13

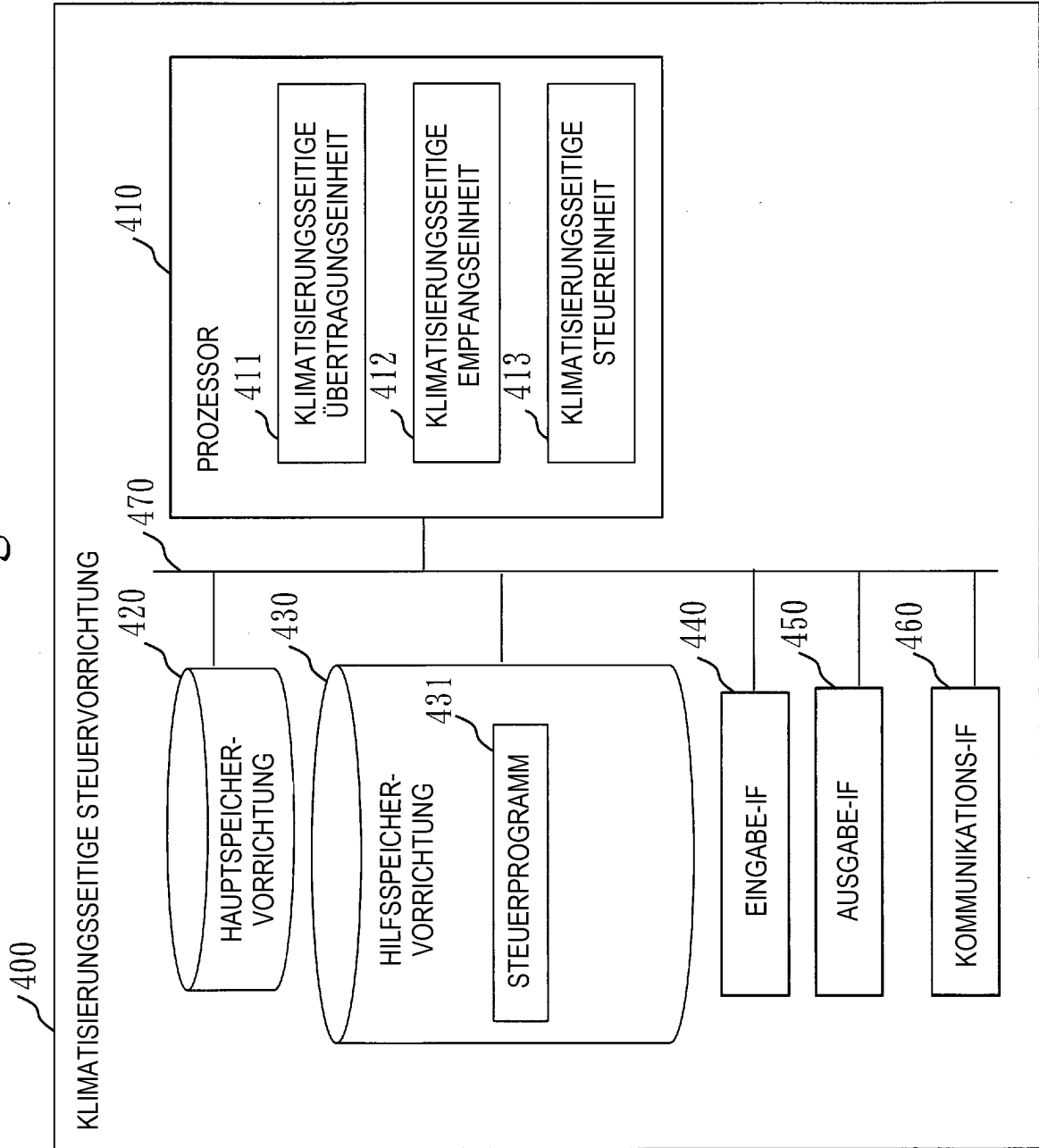


Fig. 14

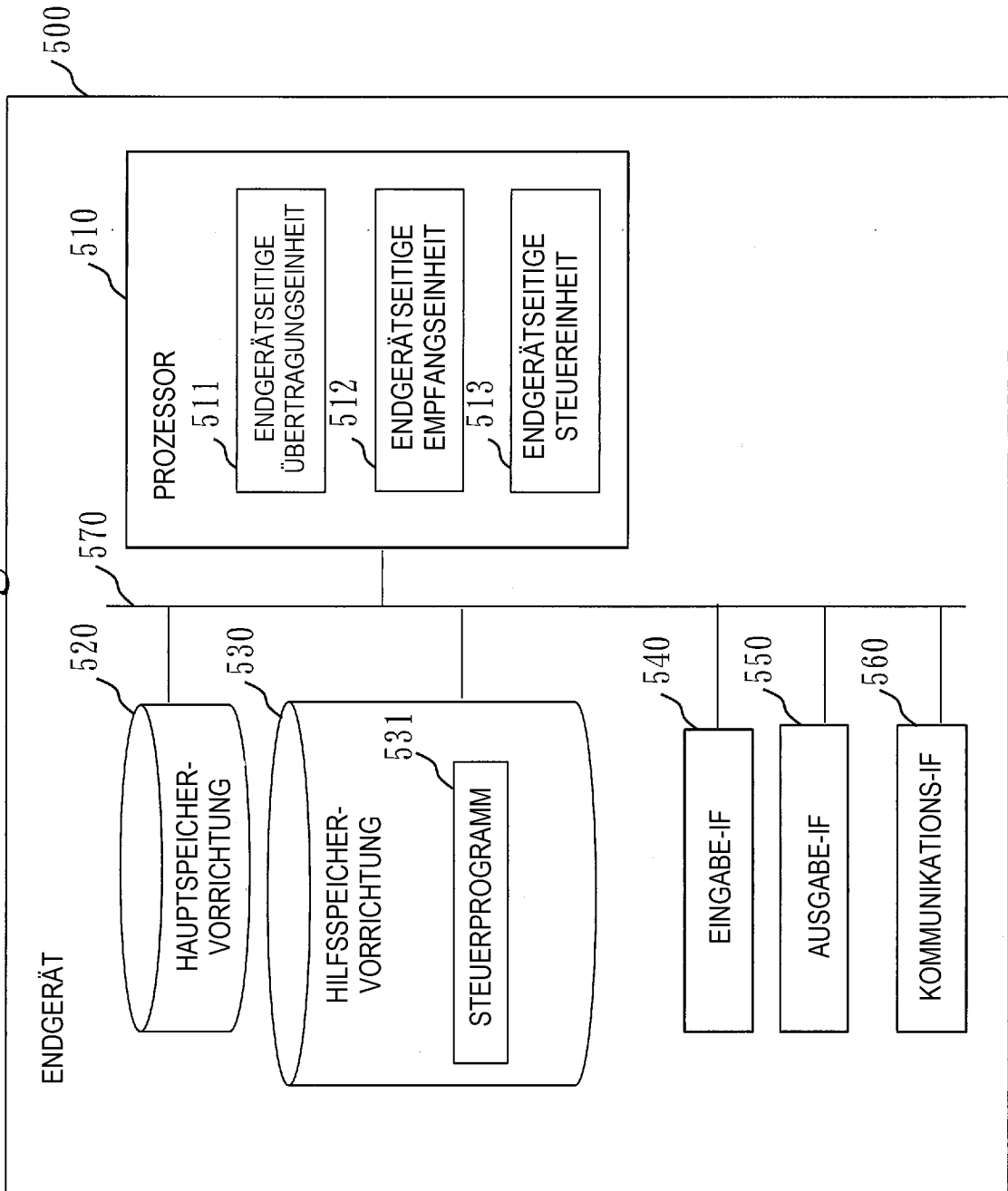


Fig. 15

Nr.	ERFASSUNGS- WERT	ERFASSUNGSSUBJEKT	ZU VERWENDENDEN SUBJEKT (REPRÄSENTATIVES SUBJEKT)
1	HS [1]	AUSLASSDRUCK	$T_c, SC, dT_c, C'_{pl}, \Delta h_{Lcon}, SH_d, C'_{pg}$ (FORMEL 6)
2	LS [2]	ANSAUGDRUCK	Hb
3	TH2 [3]	AUSLASSTEMPERATUR VON HIC 3 AUF KOMPRESSORSEITE	SC, Δh_{Lcon}
4	TH3 [4]	AUSLASSTEMPERATUR VON AUSSENWÄRMETAUSCHER 2	$\Delta h_{Lcon}, SH_d$
5	TH4 [5]	AUSLASSTEMPERATUR DES KOMPRESSORS	$[dT_{c\ corr}], G_{r_ratio}$
6	TH5 [6]	EINSTRÖMTEMPERATUR DES KOMPRESSORS	dT_c, C'_{pl}, C'_{pg}
7	TH7 [7]	AUSSENTEMPERATUR	G_{r_ratio}
8	Sf [8]	KOMPRESSORFREQUENZ	C_{v_HICLEV}
9	S4 [9]	ÖFFNUNG VON HIC-LEV 4	C_{v_LEV}
10	S6 [10]	ÖFFNUNG VON LEV 6	

Fig. 16

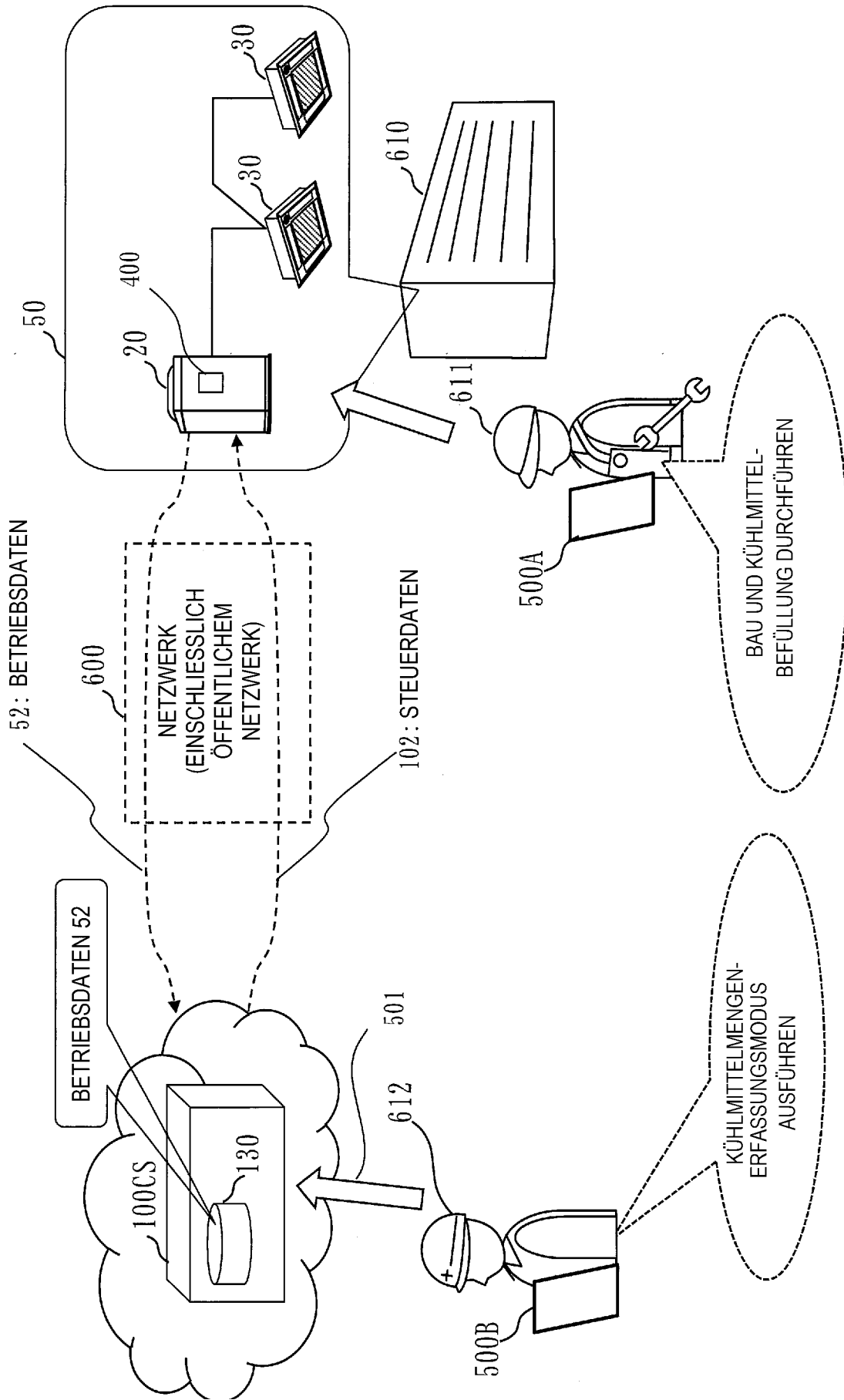


Fig. 17

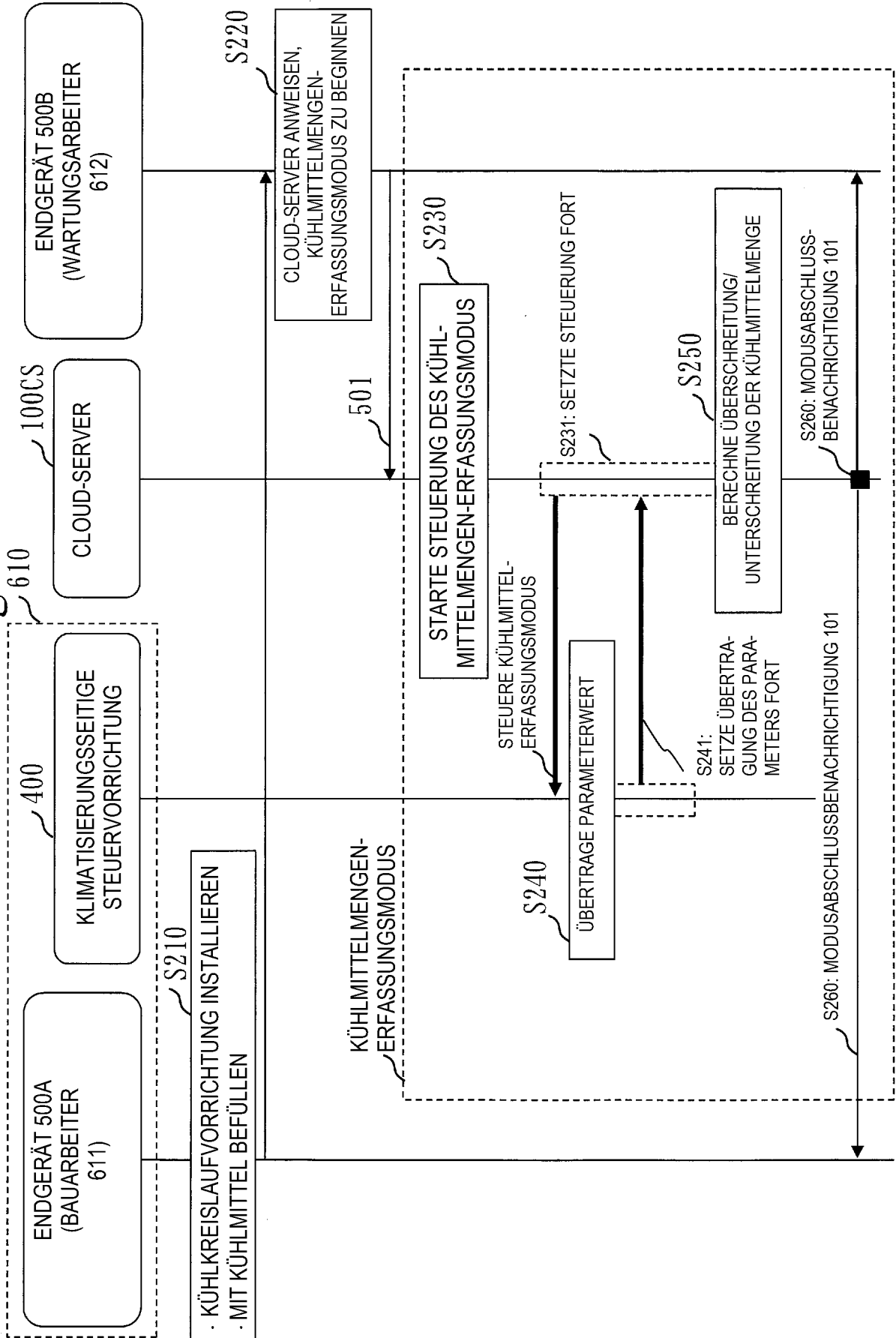


Fig. 18

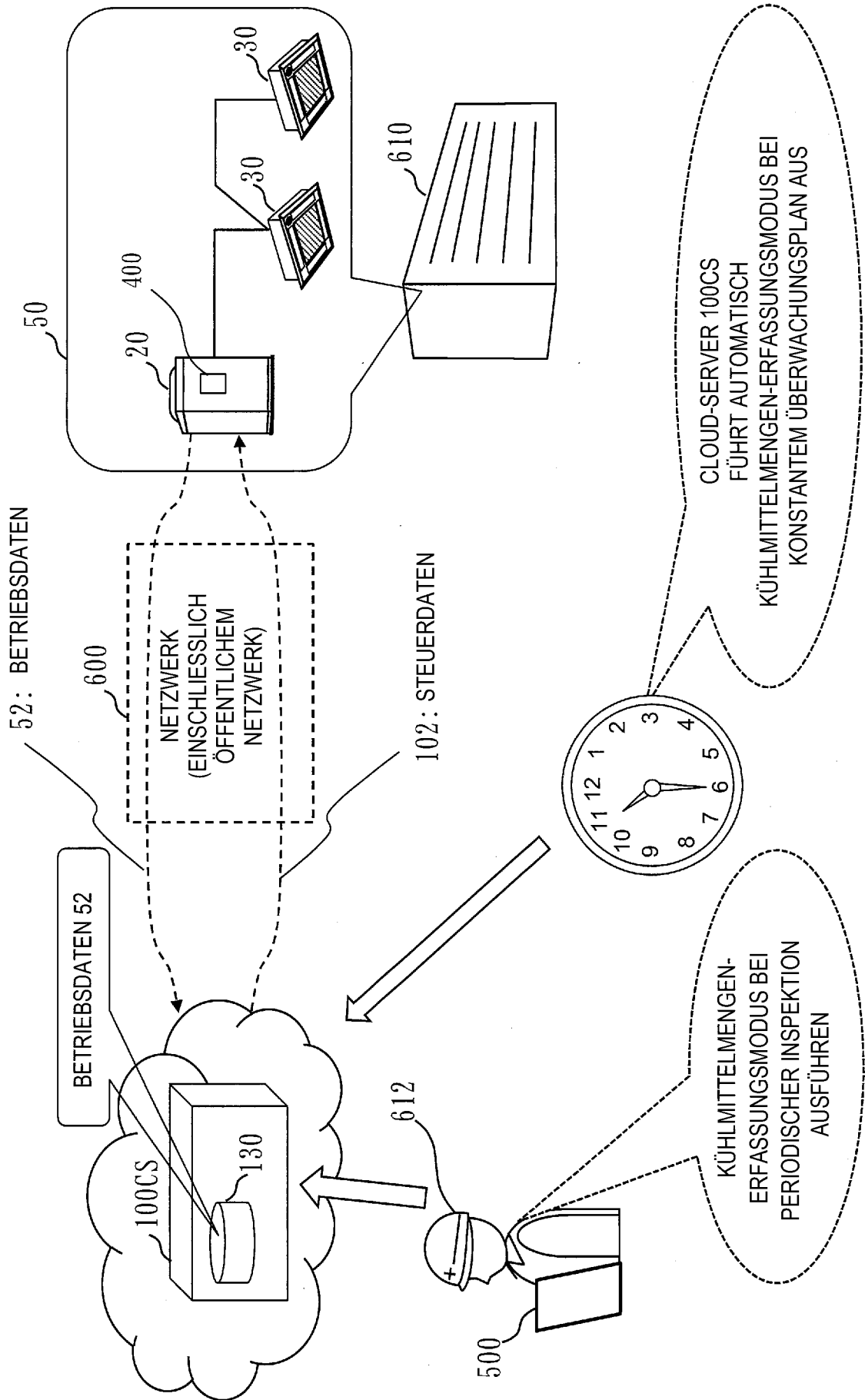


Fig. 19

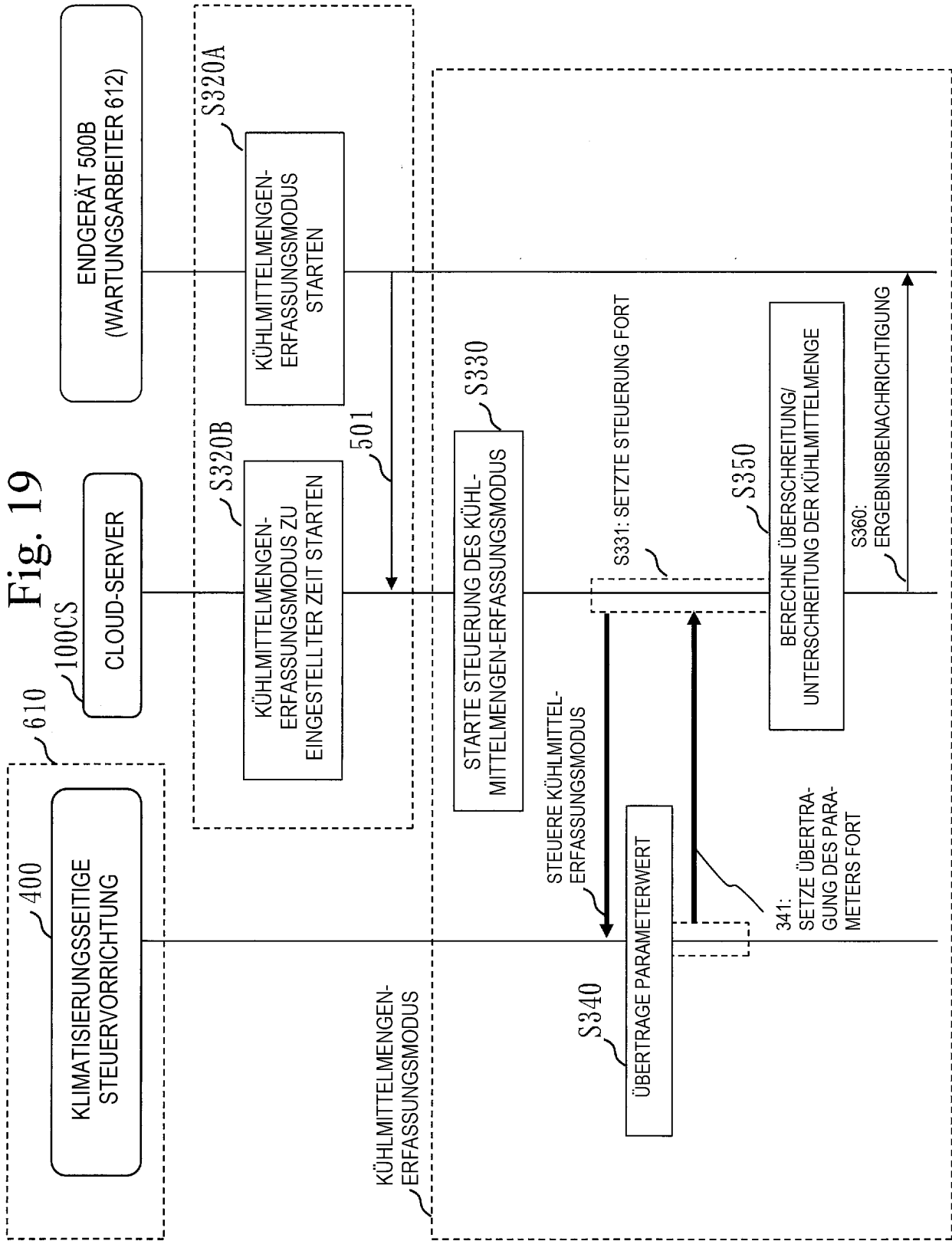


Fig. 20

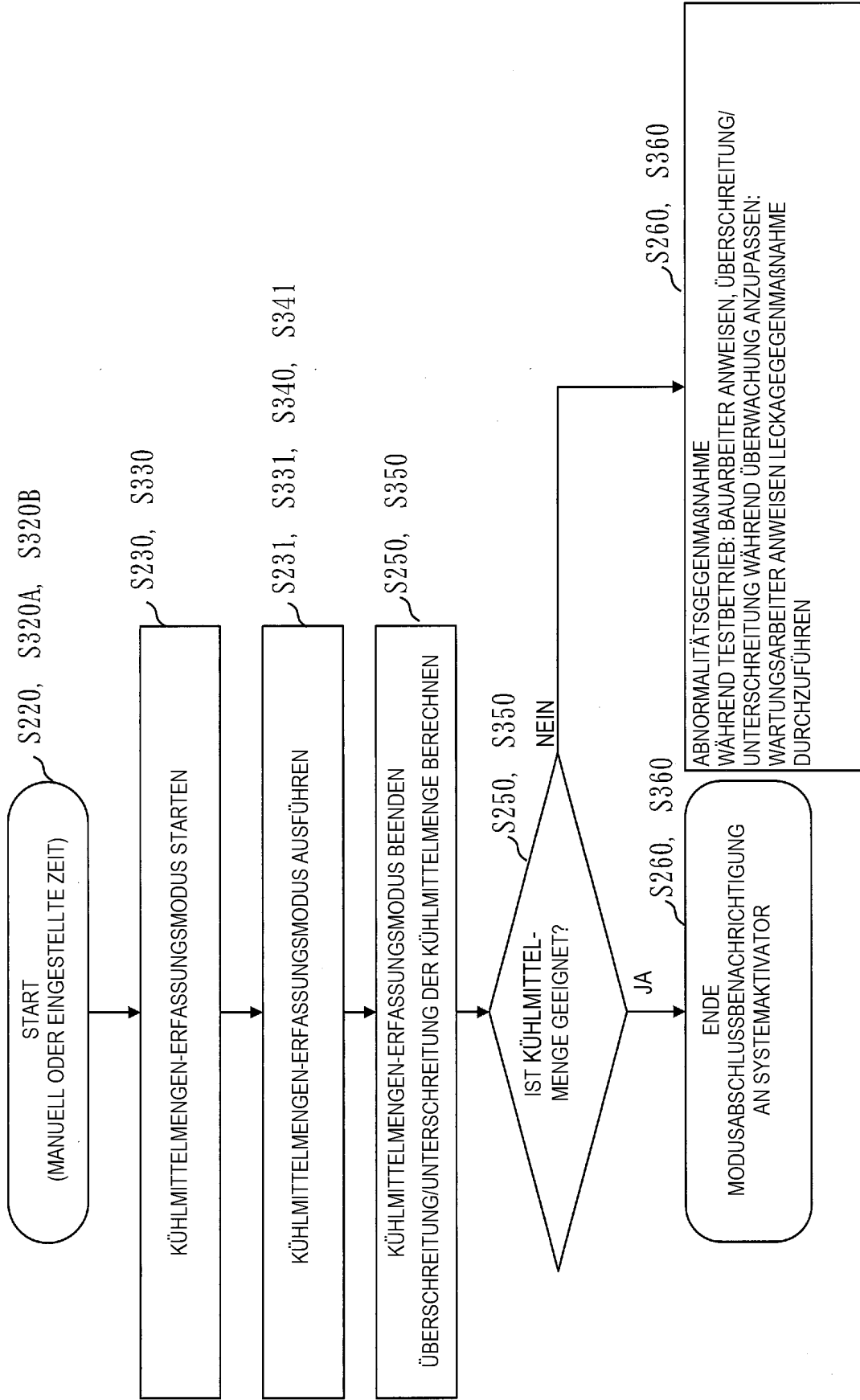


Fig. 21

