



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 024 892 A1 2007.12.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 024 892.1

(22) Anmeldetag: 29.05.2007

(43) Offenlegungstag: 13.12.2007

(51) Int Cl.⁸: **F25B 49/02** (2006.01)

B60H 1/00 (2006.01)

B60H 1/32 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2006-150488 30.05.2006 JP

(74) Vertreter:

Klingseisen & Partner, 80331 München

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(72) Erfinder:

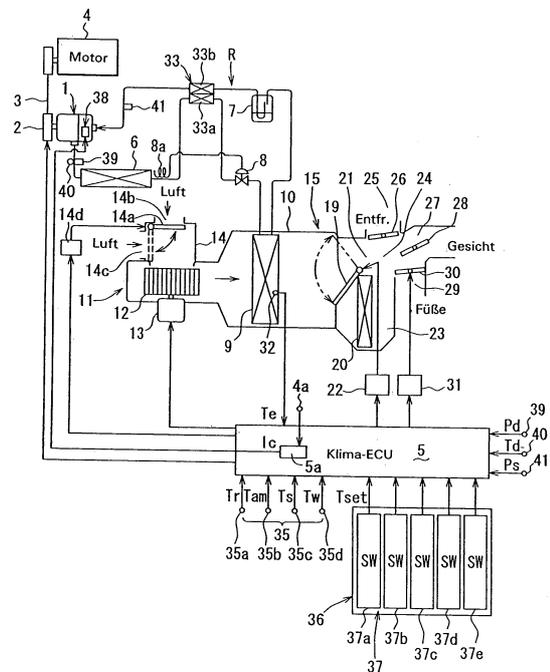
Itoh, Satoshi, Kariya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kühlkreisvorrichtung für ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Eine Kühlkreisvorrichtung für ein Fahrzeug enthält einen Dampfkomppressionskühlkreis (R); einen in einem Kompressor (1) des Kühlkreises (5) vorgesehenen Kapazitätssteuermechanismus (38) zum Steuern einer Ausgabekapazität des Kompressors (1) durch ein Steuersignal von außen; und eine Steuereinheit (5), der ein mit der Drehzahl eines Fahrzeugmotors (4) zusammenhängendes Drehzahlsignal eingegeben wird und die zum Steuern des Kapazitätssteuermechanismus (38) ausgebildet ist. Die Steuereinheit (5) enthält einen Variabelzustandserfassungsabschnitt zum Erfassen eines variablen Zustands, in dem die Ausgabekapazität des Kompressors (1) schwankt, und einen Kältemittelmangelbestimmungsabschnitt zum Bestimmen eines Kältemittelmangels im Kühlkreis (R). Ferner bestimmt der Kältemittelmangelbestimmungsabschnitt, ob ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn der Variabelzustandserfassungsabschnitt den variablen Zustand erfasst.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kühlkreisvorrichtung für ein Fahrzeug, die einen durch einen Motor zum Fahrzeugantrieb angetriebenen Kompressor enthält, und insbesondere eine Erfassung eines Kältemittelmangels in einem Kühlkreis.

[0002] Techniken zum Erfassen eines Mangels eines Kältemittels (Gas) in einem Kühlkreis waren bisher bekannt, wie sie in den folgenden Patentdokumenten offenbart sind. In einem in der JP-A-S58-95175 gezeigten Kühlerkreis sind ein Kältemitteldruckdetektor und ein Kältemitteltemperaturdetektor nahe einem Ausgabeabschnitt eines Kompressors vorgesehen. Eine Erfassungsvorrichtung ist zum Erzeugen eines Kältemittelmengensignals nur dann, wenn der Druck gleich oder geringer als ein bestimmter Wert ist und die Temperatur gleich oder höher als ein gegebener Wert ist, vorgesehen.

[0003] Wie in der JP-A-H6-185837 offenbart, wird bestimmt, dass eine Klimaanlage einen Gasdruck H_p und einer Ausgabegastemperatur T_d auf der Ausgabeseite des Kompressors $T_d > A \times H_p + B$ erfüllt (A ist ein Koeffizient und B ist eine Konstante). In einer Klimaanlage des Wärmepumpentyps, wie sie im japanischen Patent Nr. 3404990 offenbart ist, basiert die Bestimmung eines Kältemittelmangels in einem Kühlkreis auf zwei Druckwerten, d.h. einem Sättigungsdruck vor einem Starten und einem Druck nach einem vorbestimmten Zeitablauf nach dem Starten.

[0004] Im Kühlkreis zum Zirkulieren eines Kältemittels durch den durch einen Fahrzeugmotor angetriebenen Kompressor variiert jedoch die Drehzahl des Kompressors stark in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, wie in der JP-A-S58-95175 beschrieben. Aus diesem Grund berücksichtigt die in der JP-A-S58-95175 beschriebene Technik einen Einfluss durch Schwankungen der Motordrehzahl, aber macht es schwierig, den Kältemittelmangel genau zu bestimmen. Hierbei ist der in der JP-A-H6-185837 beschriebene Kühlkreis ein stationärer, der einen elektrischen Kompressor verwendet, der durch einen Wechselrichter geregelt wird. Der in dem japanischen Patent Nr. 3404990 beschriebene Kühlkreis ist für ein Fahrzeug und der Kompressor im Kreis verwendet einen elektrischen Kompressor oder einen hydraulisch betriebenen Kompressor.

[0005] In Anbetracht der obigen Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kühlkreisvorrichtung für ein Fahrzeug vorzusehen, die den Mangel eines Kältemittels genau bestimmen kann, ohne durch Schwankungen der Motordrehzahl beeinflusst zu werden.

[0006] Es ist eine Kühlkreisvorrichtung für ein Fahrzeug vorgesehen, mit einem Dampfkompresseurskühlkreis (R), der einen durch einen Fahrzeugmotor (4) angetriebenen Kompressor (1) zum Komprimieren eines Kältemittels, einen Kühler (6) zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kompressor (1), eine Dekompressionseinrichtung (8) zum Dekomprimieren des Kältemittels aus dem Kühler (6) und einen Verdampfapparat (9) zum Verdampfen des dekomprimierten Kältemittels enthält, die in einem geschlossenen Kreis verbunden sind. Ferner enthält die Kühlkreisvorrichtung einen im Kompressor (1) vorgesehenen Kapazitätssteuermechanismus (38) zum Steuern einer Ausgabekapazität des Kompressors (1) durch ein Steuersignal von außen; und eine Steuereinrichtung (5), die ein mit der Drehzahl des Fahrzeugmotors (4) zusammenhängendes Drehzahlsignal eingegeben wird und die ausgebildet ist, um den Kapazitätssteuermechanismus (38) zu steuern. Die Steuereinrichtung (5) enthält eine Variabelzustandserfassungseinrichtung zum Erfassen eines variablen Zustands, in dem die Ausgabekapazität des Kompressors (1) schwankt, und eine Kältemittelmangelbestimmungseinrichtung zum Bestimmen eines Kältemittelmangels in der Kühlkreisvorrichtung (R). Außerdem bestimmt die Kältemittelmangelbestimmungseinrichtung, ob ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn die Variabelzustandserfassungseinrichtung den variablen Zustand erfasst.

[0007] Demgemäß kann die Strömungsrate des Kältemittels unter Verwendung des Kompressors (1) mit dem Kapazitätssteuermechanismus (38) zur Zeit einer schwankenden Ausgabekapazität des Kompressors konstant geregelt werden, selbst wenn die Drehzahl des Kompressors zusammen mit der Motordrehzahl schwankt. Daher wird die Erfassung des Kältemittelmangels durchgeführt, wenn die Ausgabekapazität des Kompressors (1) im variablen Zustand ist und die Kältemittelströmungsrate konstant ist. Dies kann den Mangel des Kältemittels ohne Beeinträchtigung durch Schwankungen der Motordrehzahl exakt bestimmen.

[0008] Zum Beispiel vergleicht die Variabelzustandserfassungseinrichtung einen aktuell dem Kapazitätssteuermechanismus (38) ausgegebenen Steuerstrom (I_c) mit einem variablen Anfangsstrom (I_{max}), der vorgesehen wird, wenn die Ausgabekapazität durch Steuern des Kapazitätssteuermechanismus (38) auf einen vorbestimmten Wert verringert werden soll, und bestimmt, dass die Ausgabekapazität des Kompressors (1) im variablen Zustand ist, wenn der Steuerstrom (I_c) kleiner als der variable Anfangsstrom (I_{max}) ist.

[0009] Der Steuerstrom (I_c) während des Schwankens der Kapazität kann relativ zum variablen Anfangsstrom (I_{max}) beim Starten klein sein, um die Kapazität zu variieren. Aus diesem Grund kann die

Bestimmung, ob der Steuerstromausgang (I_c) kleiner als der variable Anfangsstrom (I_{max}) ist oder nicht, einfach erfassen, ob das Volumen schwankt oder nicht.

[0010] Alternativ kann eine Nachverdampfapparattemperaturerfassungseinrichtung (32) zum Erfassen einer Nachverdampfapparattemperatur (T_e) des Verdampfapparats (9) vorgesehen sein. In diesem Fall berechnet die Steuereinrichtung (5) ein Temperaturänderungsmaß (ΔT_e) durch Vergleichen der aktuell erfassten Nachverdampfapparattemperatur (T_e) mit der vor einer bestimmten Zeit erfassten Nachverdampfapparattemperatur (T_e), und so bestimmt die Kältemittelmangelbestimmungseinrichtung, ob ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn ein Absolutwert des Temperaturänderungsmaßes (ΔT_e) kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

[0011] Alternativ enthält die Steuereinrichtung (5) eine Timereinrichtung (S223), damit eine verstrichene Zeit nach einem Betriebsstart des Kühlkreises (R) gemessen werden kann. In diesem Fall bestimmt die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung, wenn die Timereinrichtung (S223) misst, dass eine vorbestimmte Zeit oder mehr nach dem Betriebsstart des Kühlkreises (R) verstrichen ist, ob ein Kältemittelmangel vorliegt.

[0012] Die Kühlkreisvorrichtung kann mit einer Ausgabedruckerkennungseinrichtung (39) zum Erfassen eines vom Kompressor (1) ausgegebenen ausgabeseitigen Kältemitteldrucks (P_d) sowie einer Ausgabedruckerkennungseinrichtung (40) zum Erfassen einer vom Kompressor (1) ausgegebenen ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur (T_d) versehen sein. In diesem Fall bestimmt die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung einen Schwellenwert (TDO) der ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur (T_d) zum Bestimmen des Kältemangels basierend auf dem erfassten ausgabeseitigen Kältemitteldruck (P_d), vergleicht die erfasste ausgabeseitige Kältemitteltemperatur (T_d) mit dem Schwellenwert (TDO) und bestimmt dann, dass ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn die erfasste ausgabeseitige Kältemitteltemperatur (T_d) höher als der Schwellenwert (TDO) ist.

[0013] Die Steuereinrichtung (5) kann den Schwellenwert (TDO) entsprechend einem erfassten ansaugseitigen Kältemitteldruck (P_s) oder der erfassten Nachverdampfapparattemperatur (T_e) verbessern.

[0014] Die Kühlkreisvorrichtung kann ferner mit einer Anzeigeeinrichtung (36) zum Anzeigen eines Betriebszustandes des Kühlkreises (R) versehen sein. In diesem Fall gibt die Steuereinrichtung (5) eine Anzeige aus, um einem Fahrgast einen Kältemittelmangel auf der Anzeigeeinrichtung (36) mitzuteilen, wenn die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung bestimmt, dass ein Kältemittelmangel vorliegt.

[0015] Obige sowie weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen besser verständlich. Darin zeigen:

[0016] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Gesamtaufbaus eines automatischen Klimasystems gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung;

[0017] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild eines Steuersystems im automatischen Klimasystem von [Fig. 1](#);

[0018] [Fig. 3](#) ein Flussdiagramm eines allgemeinen Steuerprogramms in einer Klima-ECU 5;

[0019] [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms eines ersten Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist;

[0020] [Fig. 5](#) ein Diagramm einer Beziehung zwischen einem Kapazitätsregelventil angelegten Steuerstrom I_c und einer Kältemittelströmungsrate Gr ;

[0021] [Fig. 6](#) ein Diagramm einer Beziehung zwischen einem ausgabeseitigen Kältemitteldruck P_d und einem Schwellenwert TDO einer ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur T_d ;

[0022] [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms eines zweiten Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist;

[0023] [Fig. 8](#) ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms eines dritten Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist;

[0024] [Fig. 9](#) ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms eines vierten Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist;

[0025] [Fig. 10](#) ein Diagramm einer Beziehung zwischen einem ansaugseitigen Kältemitteldruck P_s oder einer Nachverdampfapparattemperatur T_e und einem Verbesserungsmaß α ; und

[0026] [Fig. 11](#) ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms eines fünften Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist.

[0027] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0028] Ein Kühlkreis R einer Klimaanlage für ein Fahrzeug ist mit einem Kompressor 1 zum Ansaugen und Komprimieren eines Kältemittels und zum Ausgeben des komprimierten Kältemittels versehen. Der Kühlkreis R dieses Ausführungsbeispiels ist ein überkritischer Kühlkreis zum Komprimieren des Kältemittels auf einen kritischen Druck des Kältemittels oder mehr durch den Kompressor 1 und benutzt Kohlendioxid (nachfolgend als „CO₂“ bezeichnet) als Kältemittel. Der Kompressor 1 ist ein Kompressor mit variabler Verdrängung, bei dem eine Kompressionskapazität durch einen Kapazitätsveränderungsmechanismus variiert werden kann. Der als Kühlkapazitätsveränderungseinrichtung dienende Kompressor 1 steuert die Kompressionskapazität durch ein Kapazitätsregelventil (Kapazitätssteuermechanismus) 38.

[0029] Das Kapazitätsregelventil 38 wird durch eine als Steuereinrichtung der Klimaanlage dienende Klima-ECU 5 gesteuert. Der Kompressor 1 hat eine elektromagnetische Kupplung 2 zur Kraftunterbrechung und die Kraft eines Fahrzeugmotors (Motor zum Fahrzeugantrieb) 4 wird über einen V-Riemen 3 und die elektromagnetische Kupplung 2 auf den Kompressor 1 übertragen. Die Erregung der elektromagnetischen Kupplung 2 wird durch die Klima-ECU 5 unterbrochen. Wenn die elektromagnetische Kupplung 2 erregt ist, um in einen Verbindungszustand gebracht zu werden, wird der Kompressor 1 in Betrieb gesetzt. Im Gegensatz dazu wird der Kompressor 1 gestoppt, wenn die Erregung der elektromagnetischen Kupplung 2 unterbrochen wird und die Kupplung geöffnet und getrennt wird.

[0030] Das vom Kompressor 1 ausgegebene Hochtemperatur- und Hochdruck-Gaskältemittel strömt in einen Gaskühler (Kühler) 6, in dem das Gaskältemittel mit durch einen nicht dargestellten Kühllüfter geblasener, gekühlter Außenluft in Wärmeaustausch steht, um gekühlt zu werden. Da das Kältemittel auf den kritischen Druck oder mehr komprimiert ist, führt diese Kühlung nicht zur Kondensation des Kältemittels. Dann strömt das durch den Gaskühler 6 gekühlte Kältemittel durch einen hochdruckseitigen Kältemittelströmungspfad 33a eines Innenwärmetauschers 33. Der Innenwärmetauscher 33 ist vorgesehen, um Wärme zwischen dem durch den Kompressor 1 anzusaugenden Niederdruckkältemittel und dem aus dem Gaskühler 6 ausströmenden Hochdruckkältemittel auszutauschen.

[0031] Das aus dem Hochdruckkältemittelströmungspfad 33a des Innenwärmetauschers 33 strömende Kältemittel wird durch ein als Dekompressionseinrichtung dienendes mechanisches thermisches Expansionsventil 8 auf einen niedrigen Druck dekomprimiert, um in einen Niedertemperatur- und Niederdruck-Flüssigkeit/Dampf-Zweiphasenzustand

gebracht zu werden. Das Expansionsventil 8 hat einen Temperaturmessabschnitt 8a, der zwischen dem Kältemittelausströmabschnitt des Gaskühlers 6 und dem hochdruckseitigen Kältemittelströmungspfad 33a des Innenwärmetauschers 33 angeordnet ist. So ist das Expansionsventil 8 des Ausführungsbeispiels das mechanische Expansionsventil 8 zum Messen der Kältemitteltemperatur am Auslass des Gaskühlers 6 und automatischen Steuern des Hochdrucks derart, dass der Wirkungsgrad des Kreises maximal wird.

[0032] Das Niederdruckkältemittel aus dem mechanischen thermischen Expansionsventil 8 strömt in einen als Kühleinrichtung dienenden Verdampfapparat 9. Der Verdampfapparat 9 ist in einem Klimagehäuse (Klimaleitung) 10 der Fahrzeug-Klimaanlage angeordnet. Das in den Verdampfapparat 9 strömende Niederdruckkältemittel nimmt Wärme aus der durch das Klimagehäuse 10 strömenden Luft auf, um zu verdampfen.

[0033] Das am Verdampfapparat 9 verdampfende Niederdruckkältemittel wird einem Speicher 7 geleitet. Der Speicher 7 ist eine Flüssigkeit/Dampf-Trennvorrichtung zum Trennen des Kältemittels in eine flüssige und eine Dampfphase, um überschüssiges Kältemittel in der Form der flüssigen Phase zu speichern, während das getrennte und extrahierte Dampfphasenkältemittel und Öl (d.h. Öl für einen Kühlapparat) zur Ansaugseite des Kompressors 1 geleitet werden. Das aus dem Speicher 7 zugeführte Dampfphasenkältemittel und das Öl werden durch einen niederdruckseitigen Kältemittelströmungspfad 33b des obigen Innenwärmetauschers 33 in den Kompressor 1 gesaugt. Diese oben beschriebenen Komponenten bilden einen geschlossenen Kreislauf des Kühlkreises R.

[0034] Es wird nun ein schematischer Aufbau einer Klimaanlage beschrieben. Ein als Glaseinrichtung dienendes Gebläse 11 ist stromauf des Verdampfapparats 9 im Klimagehäuse 10 angeordnet. Das Gebläse 11 ist mit einem Lüfterrad 12 und einem Gebläsemotor 13 versehen. Ein als Innenluft/Außenluft-Wechseleinrichtung dienender Innenluft/Außenluft-Wechselkasten 14 ist auf der Ansaugseite des Lüfterrades 12 angeordnet.

[0035] Der Innenluft/Außenluft-Wechselkasten 14 verändert ein Öffnungs/Schließ-Verhältnis einer Außenlufteinleitungsöffnung 14b und einer Innenlufteinleitungsöffnung durch eine darin angeordnete Innenluft/Außenluft-Wechselklappe 14a. Die Innenluft/Außenluft-Wechselklappe 14a stellt eine Einleitungsrate der Außenluft (d.h. Luft außerhalb eines Fahrgastraums) oder der Innenluft (d.h. Luft im Fahrgastraum) in den Innenluft/Außenluft-Wechselkasten 14 ein. Die Innenluft/Außenluft-Wechselklappe 14a wird durch einen als eine elektrische Antriebseinheit die-

nenden Servomotor **14d** angetrieben.

[0036] Eine Klimateinheit **15** ist stromab des Gebläses **11** in einem Klimaanlage-Lüftungssystem angeordnet. Die Klimateinheit **15** ist normalerweise im Wesentlichen in der Mitte in einer Fahrzeugbreitenrichtung im Innern einer Instrumententafel am vorderen Teil im Fahrzeugaum angeordnet. Das Gebläse **11** ist bezüglich der Klimateinheit **15** in der Fahrzeugbreitenrichtung zur Beifahrersitzseite versetzt angeordnet.

[0037] Eine Luftmischklappe **19** ist stromab des Verdampfapparats **9** im Klimagehäuse **10** angeordnet. Ein Heißwasser-Heizkern (Wärmetauscher zum Heizen) **20** zum Heizen von Luft mittels eines Kühlmittels (heißes Wasser) des Fahrzeugmotors **4** als Wärmequelle ist stromab der Luftmischklappe **19** angeordnet. Ein Bypasskanal **21** zum Umgehen des Heizkerns **20**, um die Luft (kalte Luft) hindurchströmen zu lassen, ist an der oberen Seite des Heizkerns **20** im Klimagehäuse **10** ausgebildet.

[0038] Die Luftmischklappe **19** ist angeordnet, um ein Luftvolumenverhältnis der durch den Heizkern **20** strömenden heißen Luft zu der durch den Bypasskanal **21** strömenden kalten Luft einzustellen. Die Einstellung des Luftvolumenverhältnisses der heißen Luft zur kalten Luft stellt die Temperatur der in den Raum geblasenen Luft ein. D.h. in dem Ausführungsbeispiel bildet die Luftmischklappe **19** eine Temperatureinstelleinrichtung der in den Raum geblasenen Luft. Die Luftmischklappe **19** wird durch einen Servomotor **22** angetrieben, der als die in [Fig. 1](#) dargestellte elektrische Antriebseinheit dient.

[0039] Ein Heißluftkanal **23**, der von unten nach oben verläuft, ist stromab des Heizkerns **20** ausgebildet. Die heiße Luft aus dem Heißluftkanal **23** kann mit der kalten Luft aus dem Bypasskanal **21** nahe einem Luftmischabschnitt **24** vermischt werden, um Luft zur Klimatisierung mit einer vorbestimmten Temperatur zu erzeugen. Ferner ist ein Luftauslassmodusschaltabschnitt stromab des Luftmischabschnitts **24** im Klimagehäuse **10** ausgebildet.

[0040] D.h. eine Entfrosteröffnung **25** ist an der oberen Seite des Klimagehäuses **10** ausgebildet. Die Entfrosteröffnung **25** leitet klimatisierte Luft zu einem Entfrosterluftauslass (nicht dargestellt) zum Blasen von Luft über eine Entfrosterleitung (nicht dargestellt) an eine Innenfläche einer Windschutzscheibe. Die Entfrosteröffnung **25** wird durch eine plattenartige drehbare Entfrosterklappe (Luftvolumenverhältniseinstelleinrichtung) **26** geöffnet und geschlossen.

[0041] Eine Gesichtsöffnung **27** ist an einem Teil an der Fahrzeugrückseite der Entfrosteröffnung **25** an der oberen Seite des Klimagehäuses **10** ausgebildet. Die Gesichtsöffnung **27** ist mit einem mittleren Ge-

sichtsluftauslass und einem seitlichen Gesichtsluftauslass (nicht dargestellt) verbunden, aus denen klimatisierte Luft über eine Gesichtsleitung (nicht dargestellt) zum Oberkörper eines Fahrgasts im Raum geblasen wird. Die Gesichtsöffnung **27** wird durch eine plattenartige drehbare Gesichtsklappe (Luftvolumenverhältniseinstelleinrichtung) **28** geöffnet und geschlossen.

[0042] Eine Fußöffnung **29** ist unterhalb der Gesichtsöffnung **27** im Klimagehäuse **10** ausgebildet. Die Fußöffnung **29** ist mit einem Fußluftauslass (nicht dargestellt) verbunden, aus dem klimatisierte Luft über eine Fußleitung (nicht dargestellt) zu den Füßen eines Fahrgasts im Raum geblasen wird. Die Fußöffnung **29** wird durch eine plattenartige drehbare Fußklappe (Luftvolumenverhältniseinstelleinrichtung) **30** geöffnet und geschlossen.

[0043] Die obigen Luftauslassmoduskappen **26**, **28**, **30** sind miteinander über einen gemeinsamen Verbindungsmechanismus (nicht dargestellt) verbunden und werden mit einem Modusservomotor (Luftvolumenverhältniseinstelleinrichtung) **31**, der als die elektrische Antriebseinheit dient, über diesen Verbindungsmechanismus gemeinsam angetrieben.

[0044] Der Aufbau einer elektrischen Steuerung in diesem Ausführungsbeispiel wird nun unter Verwendung von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschrieben. Das Fahrzeug ist mit einem als Innenlufttemperaturerfassungseinrichtung dienenden Innenlufttemperatursensor **35a** zum Erfassen einer Fahrzeuginnenlufttemperatur T_i und einem als Außenlufttemperaturerfassungseinrichtung dienenden Außenlufttemperatursensor **35b** zum Erfassen einer Fahrzeugaußenlufttemperatur T_{am} versehen.

[0045] Ein Nachverdampfapparatsensor **32** ist an einem Luftauslass des Verdampfapparats **9** im Klimagehäuse **10** vorgesehen, um als eine Nachverdampfapparatterperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen einer Nachverdampfapparatterperatur T_e als eine Kühltemperatur zu dienen. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein Rippentemperatursensor als der Nachverdampfapparatsensor **32** benutzt, um eine Temperatur der Rippen des Wärmetauscherkerns zu erfassen. Der Rippentemperatursensor kann die Nachverdampfapparatterperatur T_e erfassen, selbst wenn Luft nicht durch den Verdampfapparat **9** durch Antreiben des Gebläses **11** strömt. Der Rippentemperatursensor kann jedoch auch ein Lufttemperatursensor zum Erfassen der Temperatur der durch den Wärmetauscherkern des Verdampfapparats **9** strömenden Luft sein.

[0046] Die Klima-ECU **5** berechnet eine später zu beschreibende Soll-Luftauslasstemperatur TAO unter Verwendung von Messsignalen, die von einer Gruppe von Sensoren **35** eingegeben werden, die als

eine bekannte Umgebungszustandserfassungseinrichtung dienen. Die Gruppe von Sensoren **35** enthält einen Sonnenstrahlungssensor **35c** zum Erfassen der Menge Sonnenstrahlung T_s zur Steuerung der Klimatisierung sowie einen Kühlmitteltemperatursensor **35d** zum Erfassen der Temperatur des Kühlmittels T_w zusätzlich zu den obigen Temperatursensoren **32**, **35a**, **35b**.

[0047] Eine nahe der Instrumententafel im Raum angeordnete Klimabedientafel **36** ist mit einer Gruppe von Bedienschaltern **37** versehen, die durch den Fahrgast betätigt werden. Betätigungssignale der Bedienschaltergruppe **37** werden ebenfalls in die Klima-ECU **5** eingegeben, um einen Eingabeprozess eines Tafelschalters und einen Anzeigeprozess auf der Klimabedientafel **36** durchzuführen.

[0048] Die Bedienschaltergruppe **37** enthält einen Temperatureinstellschalter **37a**, der als Fahrzeuginnentemperatureinstelleinrichtung zum Erzeugen eines Temperatureinstellsignals T_{set} dient, einen Luftvolumenschalter **37b** zum Erzeugen eines Luftvolumenschaltsignals, einen Luftauslassmodus-schalter **37c** zum Erzeugen eines Ausblassignals, einen Innenluft/Außenluft-Auswahlschalter **37d** zum Erzeugen eines Innenluft/Außenluft-Schaltsignals, und einen Klimaschalter **37e** zum Erzeugen eines Ein/Aus-Signals des Kompressors **1**. Der Luftauslassmodus-schalter **37c** schaltet zwischen jeweiligen Modi, einschließlich eines Gesichtsmodus, welcher der bekannte Luftauslassmodus ist, eines Doppelmodus, eines Fußmodus, eines Fuß/Entfrostermodus und eines Entfrostermodus, durch manuelle Betätigung.

[0049] Die Klima-ECU **5** ist aus einem bekannten Mikrocomputer mit einer CPU, einem ROM, einem RAM und dergleichen und ihren Peripherieschaltungen aufgebaut. Die Klima-ECU **5** enthält eine Steuerung zum Steuern des Kapazitätsregelventils **38** durch Berechnen einer Soll-Nachverdampfapparattemperatur TEO , die eine später zu beschreibende Solltemperatur ist. Die Klima-ECU **5** enthält auch eine Steuerung zum Steuern des Ansaugöffnungsmotors **14d** zum Antreiben der Innenluft/Außenluft-Wechselklappe **14a** durch Berechnen einer Ansaugöffnungsmodusposition, und eine Steuerung zum Steuern des Gebläsemotors **13** durch Berechnen des Blasluftvolumens. Die Klima-ECU **5** enthält ferner eine Steuerung zum Durchführen einer Ausblastemperatursteuerung des Luftmischmotors **22** zum Antreiben der Luftmischklappe **19** sowie eine Steuerung zum Steuern eines Luftauslasswechselmotors **31** durch Berechnen einer Luftauslassmodusstellung.

[0050] Es wird nun Bezug genommen auf eine Konstruktion in Zusammenhang mit einer Erfassungssteuerung eines Kältemittel mangels, die ein Hauptteil

der vorliegenden Erfindung ist. Zuerst enthalten Sensoren, die zur Kältemittel mangelerfassungssteuerung gehören, einen Ausgabedrucksensor (Ausgabedruckfassungseinrichtung) **39** zum Erfassen eines ausgabeseitigen Kältemittel drucks P_d des vom Kompressor **1** ausgegebenen Kältemittels, einen Ausgabetemperatursensor (Ausgabetemperaturerfassungseinrichtung) **40** zum Erfassen einer ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur T_d des vom Kompressor **1** ausgegebenen Kältemittels und einen Ansaugdrucksensor (Ansaugdruckerfassungseinrichtung) **41** zum Erfassen eines ansaugseitigen Kältemittel drucks P_s des in den Kompressor **1** gesaugten Kältemittels. Ein Motordrehzahlsensor **4a** ist zum Erfassen der Motordrehzahl vorgesehen. Diese Messsignale werden in die Klima-ECU **5** eingegeben.

[0051] Insbesondere bestimmt eine Ausgabekapazitätssteuerung **5a** in der Klima-ECU **5** eine Soll-Nachverdampfapparattemperatur TEO basierend auf einer in den Raum zu blasenden Soll-Lufttemperatur, berechnet ein notwendiges Ausgabevolumen aus dem Kompressor **1** und einen Steuerstromwert und gibt einen an das Kapazitätsregelventil **38** anzulegenden Steuerstrom I_c aus. Ein durch den Motordrehzahlsensor **4a** erfasstes Drehzahl-signal wird der Steuerung **5a** eingegeben.

[0052] Es wird nun eine Funktionsweise des Ausführungsbeispiels unter Verwendung eines Flussdiagramms von [Fig. 3](#) basierend auf einem Prozess der Klima-ECU **5** beschrieben, wenn ein Automatikschalter (nicht dargestellt) eingeschaltet wird, um eine Automatiksteuerung durchzuführen. Zuerst wird eine in [Fig. 3](#) dargestellte Hauptroutine gestartet, wenn ein Zündschalter eingeschaltet und die Klima-ECU **5** mit Strom versorgt wird. In Schritt S1 werden Speicherinhalte eines Speichers zur Datenverarbeitung (RAM) oder dergleichen initialisiert.

[0053] Im nächsten Schritt S2 werden Umgebungszustände gelesen. Die Zustände enthalten eine durch den Innenlufttemperatursensor **35a** erfasste Innenlufttemperatur T_r , eine durch den Außenlufttemperatursensor **35b** erfasste Außenlufttemperatur T_{am} , eine durch den Sonnenstrahlungssensor **35c** erfasste Sonnenstrahlungsmenge T_s , eine durch den Nachverdampfapparatsensor **32** erfasste Nachverdampfapparattemperatur T_e , eine durch einen Wassertemperatursensor **35d** erfasste Wassertemperatur T_w und eine durch ein Potentiometer im Servomotor **22** erfasste aktuelle Stellung TP der Luftmischklappe **19**. Ferner wird ein Zustand des Bedienschalters zum Einstellen der Solltemperatur T_{set} durch den Temperatureinstellschalter **37a** basierend auf Ausgangssignalen von der Bedientafel **36** gelesen.

[0054] Dann werden in Schritt S3, der als eine Soll-Luftauslasstempertemperatur-Berechnungseinrichtung dient, die im obigen Schritt S2 gelesenen Größen

Tset, Tr, Tam und Ts in eine zuvor im ROM gespeicherte Gleichung (die hier weggelassen ist) eingesetzt, um die Soll-Luftauslasstemperatur TAO der in den Fahrzeugaum zu blasenden Klimaluft zu berechnen. Im nächsten Schritt wird ein Gebläseluftvolumen basierend auf der im obigen Schritt S3 bestimmten Soll-Luftauslasstemperatur TAO bestimmt. D.h. in Schritt S3 wird eine an den Gebläsemotor **13** anzulegende Gebläsesteuerspannung berechnet. In diesem Ausführungsbeispiel wird eine Gebläsesteuerspannung VF entsprechend der Soll-Luftauslasstemperatur TAO basierend auf im ROM vorgeschichteten Luftblaskennlinien (nicht dargestellt) bestimmt.

[0055] Im nächsten Schritt S5 wird ein Luftauslassmodus zum Blasen von Luft in den Raum basierend auf der im obigen Schritt S3 bestimmten Soll-Luftauslasstemperatur TAO für den Raum entsprechend im ROM vorgeschichteten Luftauslassmoduskenlinien (nicht dargestellt) bestimmt. Insbesondere wird der Luftauslassmodus so eingestellt, dass er ein Gesichtsmodus, ein Doppelmodus und ein Fußmodus ist, um die Soll-Luftauslasstemperatur TAO zu erhöhen.

[0056] Durch Bedienen des in der Bedientafel **36** vorgesehenen Luftauslassmodus-Auswahlschalters **37c** wird der Luftauslassmodus auf irgendeinen des Gesichtsmodus, des Doppelmodus, des Fußmodus und des Fuß/Entfrostermodus eingestellt. Der Begriff „Gesichtsmodus“, wie er hier benutzt wird, bedeutet einen Luftauslassmodus, in dem die Klimaluft zum Oberkörper des Fahrgasts im Fahrgastraum geblasen wird. Der Begriff „Doppelmodus“, wie er hier benutzt wird, bedeutet einen Luftauslassmodus, in dem die Klimaluft zum Oberkörper und zum Fußbereich des Fahrgasts im Fahrgastraum geblasen wird.

[0057] Der hier verwendete Begriff „Fußmodus“ bedeutet einen Luftauslassmodus, in dem die Klimaluft hauptsächlich zum Fußbereich des Fahrgasts im Fahrgastraum geblasen wird. Weiter bedeutet der Begriff „Fuß/Entfrostermodus“, wie er hier benutzt wird, einen Luftauslassmodus, in dem die Klimaluft zum Fußbereich des Fahrgasts im Fahrgastraum und zur Innenfläche einer Windschutzscheibe des Fahrzeugs geblasen wird. Der Entfrostermodus, in dem die Klimaluft zur Innenfläche der Windschutzscheibe des Fahrzeugs geblasen wird, wird durch Betätigen eines in der Bedientafel **36** vorgesehenen Frontentfrosterschalters (nicht dargestellt) eingestellt.

[0058] Im nächsten Schritt S6 werden die in Schritt S2 gelesenen Größen Tw und Te und die obige Größe TAO in eine im ROM vorgeschichtete Gleichung (die hier weggelassen ist) eingesetzt, um einen Soll-Öffnungsgrad SW der Luftmischklappe **19** zu berechnen. Dann wird in Schritt S7 ein Verhältnis von Einleitungsmengen der Innenluft zur Außenluft basie-

rend auf der im obigen Schritt S3 bestimmten Soll-Luftauslasstemperatur TAO entsprechend einer im ROM vorgeschichteten Innenluft/Außenluft-Moduskennlinie (nicht dargestellt) bestimmt. Die Innenluft/Außenluft-Moduskennlinie zeigt, dass ein Innenluftmodus in einem Kühlbetrieb (d.h. bei einer niedrigen TAO) ausgewählt wird.

[0059] Dann wird in Schritt S8 eine Soll-Nachverdampfapparattemperatur TEO zum Zweck des Erzielen der in Schritt S3 bestimmten Soll-Luftauslasstemperatur TAO berechnet. Dann wird ein Soll-Ausgabevolumen des Kompressors **1** durch eine Rückkopplungssteuerung (PI-Steuerung) derart bestimmt, dass eine durch den Nachverdampfapparatsensor **32** erfasste Ist-Nachverdampfapparattemperatur Te identisch zur Soll-Nachverdampfapparattemperatur TEO ist. D.h. in Schritt S8 wird ein an den Kompressor **1** anzulegender Steuerstrom so berechnet, dass die Soll-Nachverdampfapparattemperatur TEO berechnet wird, wodurch die Soll-Luftauslasstemperatur TAO erhalten wird.

[0060] Im nächsten Schritt S9 wird ein Steuersignal entsprechend einer Steuergröße der in Schritt S4 berechneten Gebläsespannung VF an eine Gebläsemotor-Antriebsschaltung (nicht dargestellt) ausgegeben. Wenn die Steuergröße der in Schritt S4 berechneten Gebläsespannung VF an eine Gebläsemotor-Antriebsschaltung ausgegeben wird, wird das Lüfterrad **12** durch den Gebläsemotor **13** betrieben, um so das geblasene Luftvolumen in den Fahrzeugaum zu steuern. Dann wird in Schritt S10 ein Steuersignal zum Einstellen eines Luftauslassmodus an den Servomotor **31** basierend auf einer Steuergröße, die den im obigen Schritt S5 bestimmten Luftauslassmodus bewirkt, ausgegeben.

[0061] Im nächsten Schritt S11 wird ein Steuersignal zum Steuern der Luftmischklappe **19** an den Servomotor **22** basierend auf einer Steuergröße, die in dem im obigen Schritt S6 berechneten Soll-Öffnungsgrad SW der Luftmischklappe **19** resultiert, ausgegeben. Dann wird in Schritt S12 ein Steuersignal zum Einstellen eines Innenluft/Außenluft-Einleitungsmodus basierend auf einer Steuergröße, die in dem im obigen Schritt S7 bestimmten Einleitungsverhältnis der Innenluft zur Außenluft resultiert, an den Servomotor **14d** ausgegeben. Dann wird in Schritt S13 der in Schritt S8 berechnete und bestimmte Steuerstrom Ic an das mit dem Kompressor **1** verbundene Kapazitätsregelventil **38** ausgegeben.

[0062] Nach dem Prozess von Schritt S13 kehrt der Steuerbetrieb zu Schritt S2 zurück, in dem wieder verschiedene Arten von Signalen gelesen werden. Unter Verwendung dieser Signale wird in Schritt S3 TAO berechnet. Die Steuerprozesse der Klimatisierung im Fahrzeugaum werden in Abhängigkeit von TAO und den Zuständen der verschiedenen in Schritt

S2 gelesenen Eingangssignale durch die Schritte S3 bis S13 wiederholt. Wenn Steuerwerte manuell eingestellt werden, entspricht der jeweilige Einstellwert der manuellen Eingabe.

[0063] Es folgt nun eine detaillierte Beschreibung der Kältemittelmangelerfassungssteuerung nach Schritt S13 unter Bezug auf [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#). [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms des ersten Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist. Zuerst wird in Schritt S21 ein variabler Anfangsstrom (I_{max}) des Kompressors **1** basierend auf der folgenden Gleichung (1) berechnet. Es sollte beachtet werden, dass die Buchstaben A bis D in der Gleichung Konstanten sind, N_c die Drehzahl des Kompressors ist, P_d ein ausgabeseitiger Kältemitteldruck ist und P_s ein ansaugseitiger Kältemitteldruck ist.

$$I_{max} = A \times N_c^2 + B \times (P_d - C \times P_s) + D \quad (1)$$

[0064] Im nächsten Schritt S22 wird die in Schritt S21 berechnete Größe I_{max} mit dem an das Kapazitätsregelventil **38** ausgegebenen aktuellen Steuerstrom I_c verglichen und es wird bestimmt, ob der Steuerstrom I_c kleiner als der variable Anfangsstrom I_{max} ist oder nicht. [Fig. 5](#) ist ein Diagramm einer Beziehung zwischen einem an das Kapazitätsregelventil **38** angelegten Steuerstrom I_c und einer Kältemittelströmungsrate G_r . Ein Anstieg in der Kältemittelströmungsrate G_r , mit anderen Worten in der Ausgabekapazität des Kompressors **1**, führt zu einer Erhöhung des Steuerstroms I_c .

[0065] Alternativ wird, wenn eine Kapazitätsschwankung des Kompressors beginnen soll, um so eine vorbestimmte Ausgabekapazität des Kompressors beizubehalten, der Strom (I_{max}) zum Start der Kapazitätsschwankung maximal, und daher kann der Steuerstrom I_c während der Kapazitätsschwankung nach dem Start des Schwankungsbetriebs kleiner als der variable Anfangsstrom I_{max} werden. Hierdurch kann man bestimmen, ob sich der Kompressor **1** in einer Kapazitätssteuerung befindet oder nicht.

[0066] Wenn die Bestimmung in Schritt S22 „N“ ist und die Kapazität des Kompressors **1** nicht geregelt wird, kann die Ausgabekapazität des Kompressors **1** in Abhängigkeit von der Motordrehzahl stark schwanken, und daher kehrt der Betrieb zu Schritt S2 der Hauptroutine zurück, ohne eine später zu beschreibende Bestimmung des Kältemittelmangels durchzuführen. Wenn die Bestimmung in Schritt S22 „Y“ ist und die Kapazität des Kompressors **1** geregelt wird, geht der Steuerbetrieb weiter zu Schritt S23.

[0067] In Schritt S23 wird ein Schwellenwert TDO zur Bestimmung des Kältemittelmangels basierend auf einer Abbildung der ausgabeseitigen Kältemittel-

temperatur T_d gegenüber dem ausgabeseitigen Kältemitteldruck P_d berechnet. [Fig. 6](#) ist ein Diagramm einer Beziehung zwischen dem ausgabeseitigen Kältemitteldruck P_d und dem Schwellenwert TDO bei der ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur T_d . Dieses Diagramm zeigt, dass, je höher der ausgabeseitige Kältemitteldruck P_d ist, der Schwellenwert TDO zum Bestimmen des Kältemittelmangels umso höher ist.

[0068] Im nächsten Schritt S24 wird bestimmt, ob die erfasste ausgabeseitige Kältemitteltemperatur T_d niedriger als der in Schritt S23 berechnete Schwellenwert TDO ist oder nicht. Wenn die Bestimmung in Schritt S24 „Y“ ist und die ausgabeseitige Kältemitteltemperatur T_d niedriger als der Schwellenwert TDO ist, wird bestimmt, dass die Kältemittelmenge in einem normalen Bereich liegt, und dann kehrt der Steuerbetrieb zu Schritt S2 der Hauptroutine zurück.

[0069] Wenn die Bestimmung in Schritt S24 „N“ ist und die ausgabeseitige Kältemitteltemperatur T_d höher als der Schwellenwert TDO ist, wird bestimmt, dass das Kältemittel in einem Mangelzustand ist. Im folgenden Prozess für einen Kältemittelmangel wird der Kompressor **1** in Schritt S25 gestoppt und die Klimaanlage wird in Schritt S26 in einen Luftblasmodus umgeschaltet. Im Luftblasmodus bläst das Gebläse Luft in der Klimaanlage, während der Kompressor **1** abgeschaltet ist.

[0070] Es werden nun die Merkmale und Wirkungen des Ausführungsbeispiels beschrieben. Zuerst enthält die Kühlkreisvorrichtung den Dampfkompensionskühlkreis R, der den Kompressor **1**, den Gaskühler **6**, das Expansionsventil **8** und den Verdampfapparat **9** enthält, die in einer Ringform verbunden sind. Die Kühlkreisvorrichtung enthält auch das im Kompressor **1** vorgesehene Kapazitätsregelventil **38** zum Steuern der Ausgabekapazität des Kompressors **1** durch das Steuersignal von außen sowie die Klima-ECU **5**, in die ein mit der Drehzahl des Fahrzeugmotors **4** zusammenhängendes Drehzahlsignal eingegeben wird und die zum Steuern des Kapazitätsregelventils **38** ausgebildet ist.

[0071] Die Klima-ECU **5** enthält eine Variabelzustandserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Zustands, in dem der Kompressor **1** eine variable Ausgabekapazität hat, und eine Kältemittelmangelerfassungseinrichtung zum Erfassen eines Mangels des im Kühlkreis R zirkulierenden Kältemittels. Die Klima-ECU **5** ist ausgebildet, um die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung bestimmen zu lassen, ob ein Kältemittelmangel vorliegt oder nicht, wenn die Variabelzustandserfassungseinrichtung den variablen Zustand erfasst.

[0072] Mit dieser Anordnung kann unter Verwendung des Kompressors **1** mit dem Kapazitätsregel-

ventil **38** die Kältemittelströmungsrate auf eine vorbestimmte (konstante) Rate geregelt werden, selbst wenn die Drehzahl des Kompressors **1** zusammen mit der Motordrehzahl bei schwankender Ausgabekapazität variiert. Daher kann die Erfassung des Kältemittelmangels exakt durchgeführt werden, wenn bestimmt wird, dass die Ausgabekapazität des Kompressors **1** schwankt und die Kältemittelströmungsrate konstant ist. Dies kann den Mangel des Kältemittels ohne Beeinträchtigung durch Schwankungen in der Motordrehzahl genau bestimmen.

[0073] Die als Variabelzustandserfassungseinrichtung dienende Klima-ECU **5** ist ausgebildet, um den aktuell an das Kapazitätsregelventil **38** ausgegebenen Steuerstrom I_c mit dem variablen Anfangsstrom I_{max} zu vergleichen, der vorgesehen wird, wenn die Ausgabekapazität des Kompressors durch Steuern des Kapazitätsregelventils **38** auf einen vorbestimmten Wert verringert werden soll. Ferner bestimmt die Klima-ECU **5**, dass die Ausgabekapazität des Kompressors im variablen Zustand ist, wenn der Steuerstrom I_c kleiner als der variable Anfangsstrom I_{max} ist.

[0074] Der Steuerstrom I_c während schwankender Kapazität kann im Vergleich zum variablen Anfangsstrom I_{max} zu Beginn der schwankenden Kapazität klein sein. Deshalb ist es durch die Bestimmung, ob der ausgegebene Steuerstrom I_c kleiner als der variable Anfangsstrom I_{max} ist oder nicht, möglich, einfach zu erfassen, ob die Kapazität schwankt oder nicht.

[0075] Die Klima-ECU **5** enthält den Ausgabedrucksensor **39** zum Erfassen eines ausgabeseitigen Kältemitteldrucks P_d des vom Kompressor **1** ausgegebenen Kältemittels und den Ausgabetemperatursensor **40** zum Erfassen einer ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur T_d des vom Kompressor **1** ausgegebenen Kältemittels. Die als Kältemittelmangelerfassungseinrichtung dienende Klima-ECU **5** ist ausgebildet, um den Schwellenwert TDO der ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur T_d zum Bestimmen des Kältemittelmangels basierend auf dem erfassten ausgabeseitigen Kältemitteldruck P_d zu bestimmen. Die Klima-ECU **5** ist weiter ausgebildet, um die erfasste ausgabeseitige Kältemitteltemperatur T_d mit dem Schwellenwert TDO zu vergleichen und zu bestimmen, dass ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn die ausgabeseitige Kältemitteltemperatur T_d höher als der Schwellenwert TDO ist.

[0076] Wie oben erwähnt, kann die Verwendung des ausgabeseitigen Kältemitteldrucks P_d und der ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur T_d den Kältemittelmangel in einem weiten Nutzungsbereich von Kältemittelmengen exakt bestimmen, ohne so stark durch externe Faktoren wie die Außenlufttemperatur und die Motordrehzahl beeinflusst zu werden.

[0077] Das Kohlendioxid (CO_2)-Kältemittel kann in diesem Ausführungsbeispiel als Kältemittel verwendet werden. In einem überkritischen Kühlkreis, in dem der ausgabeseitige Kältemitteldruck P_d gleich oder höher als der kritische Druck des CO_2 -Kältemittels ist, ist die ausgabeseitige Kältemitteltemperatur T_d im Vergleich zu einem unterkritischen Kühlkreis, in dem ein ausgabeseitiger Kältemitteldruck P_d niedriger als der kritische Druck des Kältemittels (Fleon-Kältemittel oder dergleichen) ist, hoch.

[0078] Daher neigt ein Ausgabetemperaturschutz normalerweise dazu, aufgrund des Kältemittelmangels aktiv zu sein. Die Anwendung der vorliegenden Erfassungssteuerung des Kältemittelmangels kann es jedoch schwierig machen, den Ausgabetemperaturschutz aktiv werden zu lassen, selbst bei der Benutzung des CO_2 -Kältemittels, wodurch eine Kühlleistung zuverlässiger gewährleistet werden kann.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0079] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm eines Gasman-gelerfassungs-Steuerprogramms eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Die gleichen Schritte wie jene in dem in [Fig. 4](#) dargestellten Flussdiagramm des ersten Ausführungsbeispiels sind mit den gleichen Schrittnummern gekennzeichnet, und auf ihre Beschreibung wird verzichtet. Nachfolgend werden nur unterschiedliche Schritte zu jenen des ersten Ausführungsbeispiels ([Fig. 4](#)) beschrieben.

[0080] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, enthält das Gasman-gelerfassungs-Steuerprogramm der ECU **5** des zweiten Ausführungsbeispiels ferner Schritte $S221$ und $S222$, die dem Ablauf zwischen $S22$ und $S23$ des in [Fig. 4](#) dargestellten Flussdiagramms hinzugefügt sind. In Schritt $S221$ wird ein Änderungsmaß ΔT_e der Nachverdampfapparattemperatur T_e , die durch den Nachverdampfapparatsensor **32** erfasst wird, für eine vorbestimmte Zeitdauer berechnet. Zum Beispiel ist das Änderungsmaß ΔT_e eine Differenz zwischen der zur aktuellen Zeit erfassten Größe T_e und der in der vorherigen Hauptroutine erfassten Größe T_e .

[0081] Im nächsten Schritt $S222$ wird bestimmt, ob ein Absolutwert des in Schritt $S221$ berechneten Änderungsmaßes ΔT_e kleiner als ein vorbestimmter Wert β ist oder nicht. Wenn der Absolutwert des Änderungsmaßes ΔT_e größer als der vorbestimmte Wert β ist, wird bestimmt, dass sich die Nachverdampfapparattemperatur ändert, und daher wird die Erfassung des Kältemittelmangels nicht ausgeführt. Wenn der Absolutwert des Änderungsmaßes ΔT_e kleiner als der vorbestimmte Wert β ist, wird bestimmt, dass der Kühlkreis in einem stabilen Zustand ist, und daher wird die Erfassung des Kältemittelmangels durchgeführt.

[0082] Es wurden die Unterschiede zu jenen des oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels beschrieben. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Nachverdampfapparatsensor **32** zum Erfassen der Nachverdampfapparattemperatur T_e des Verdampfapparats **9** vorgesehen. Die Klima-ECU **5** berechnet das Änderungsmaß ΔT_e der Temperatur durch Vergleichen der gerade erfassten Nachverdampfapparattemperatur T_e mit der vor einer bestimmten Zeit (z.B. vor einer Periode) erfassten Nachverdampfapparattemperatur T_e . Wenn der Absolutwert des Änderungsmaßes ΔT_e kleiner als der vorbestimmte Wert β ist, bestimmt die Kältemittel-mangelerfassungseinrichtung, ob ein Kältemittel-mangel vorliegt oder nicht.

[0083] Bei dieser Anordnung wird zusätzlich zur Erfassung des Zustands der schwankenden Kapazität der stabile Zustand erfasst, wenn eine Änderungsrate der Nachverdampfapparattemperatur T_e kleiner als ein vorbestimmter Wert ist. Dies kann den stabilen Zustand zuverlässiger auswählen, wodurch der Kältemittel-mangel exakt bestimmt werden kann.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

[0084] **Fig. 8** ist ein Flussdiagramm eines Gas-mangelerfassungs-Steuerprogramms eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Die gleichen Schritte wie jene in dem in **Fig. 4** dargestellten Flussdiagramm des ersten Ausführungsbeispiels sind durch die gleichen Schritt-nummern gekennzeichnet und auf ihre Beschreibung wird verzichtet. Nachfolgend werden nur Unterschiedsschritte zu jenen des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0085] Wie in **Fig. 8** dargestellt, enthält das Gas-mangelerfassungs-Steuerprogramm dieses Ausführungsbeispiels einen Schritt S223, der zwischen Schritt S22 und Schritt S23 des in **Fig. 4** dargestellten Flussdiagramms hinzugefügt ist. In Schritt S223 wird bestimmt, ob eine verstrichene Zeit nach dem Betrieb des Kühlkreises eine vorbestimmte Zeitdauer überschreitet oder nicht. Wenn die verstrichene Zeit nach dem Kreisbetrieb (Kompressorbetrieb) die vorbestimmte Zeitdauer bei der Bestimmung in Schritt S223 nicht erreicht, wird die Erfassung des Kältemittel-mangels nicht durchgeführt. Wenn die vorbestimmte Zeitdauer nach dem Kreisbetrieb verstrichen ist, wird die Erfassung des Kältemittel-mangels durchgeführt.

[0086] Die Unterschiede zu jenen des oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels wurden beschrieben. In diesem Ausführungsbeispiel besitzt die Klima-ECU **5** eine Timereinrichtung (Schritt S223), die eine verstrichene Zeit nach dem Kreisbetrieb des Kühlkreises R messen kann. Wenn die vorbestimmte Zeit oder mehr gemäß der Timereinrichtung (Schritt S223) verstrichen ist, bestimmt

die Kältemittel-mangelerfassungseinrichtung, ob der Kältemittel-mangel vorliegt oder nicht.

[0087] So wird in einer Übergangsperiode, während welcher der Kühlkreis zu Beginn der Aktivierung zu seiner Stabilität fortschreitet, die Bestimmung des Kältemittel-mangels nicht durchgeführt. Nachdem der Kühlkreis den stabilen Betrieb durchführt, wird die Bestimmung des Kältemittel-mangels gestartet, wodurch der Kältemittel-mangel exakt bestimmt wird.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

[0088] **Fig. 9** ist ein Flussdiagramm eines Gas-mangelerfassungs-Steuerprogramms eines vierten Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist. Die gleichen Schritte wie jene in dem in **Fig. 4** gezeigten Flussdiagramm des ersten Ausführungsbeispiels sind durch die gleichen Schritt-nummern gekennzeichnet und auf ihre Beschreibung wird verzichtet. Nachfolgend werden nur Unterschiedsschritte zu jenen des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0089] Dieses Ausführungsbeispiel enthält einen Schritt S231, der zwischen Schritt S23 und Schritt S24 des in **Fig. 4** dargestellten Flussdiagramms eingefügt ist. In Schritt S231 wird ein Verbesserungsmaß α berechnet und dann zu dem in Schritt S23 berechneten Schwellenwert TDO hinzugefügt, wodurch der Schwellenwert verbessert wird, um einen Schwellenwert TDO' bereitzustellen. Daher wird im nächsten Schritt S24 eine Vergleichsbestimmung unter Verwendung des in Schritt S231 verbesserten Schwellenwerts TDO' anstelle des Schwellenwerts TDO durchgeführt.

[0090] **Fig. 10** ist ein Diagramm einer Beziehung zwischen einem ansaugseitigen Kältemitteldruck P_s oder einer Nachverdampfapparattemperatur T_e und dem Verbesserungsmaß α . Dieses Diagramm zeigt, dass, je niedriger der ansaugseitige Kältemitteldruck P_s oder die Nachverdampfapparattemperatur T_e ist, das hinzuzufügende Verbesserungsmaß α umso größer ist. Dies bedeutet, dass die Verbesserung dem ersten Ausführungsbeispiel in dem erfassten Kreis-zustand bei dem Druck oder der Temperatur auf einer Niederdruckseite hinzugefügt wird.

[0091] Die Unterschiede zu jenen des oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels wurden beschrieben. Zuerst ist der Ansaugdrucksensor **41** zum Erfassen des ansaugseitigen Kältemitteldrucks P_s des in den Kompressor **1** gesaugten Kältemittels vorgesehen. Die Klima-ECU **5** verbessert den Schwellenwert TDO gemäß dem erfassten ansaugseitigen Kältemitteldruck P_s . Die ansaugseitige Kältemitteltemperatur T_d wird durch den ausgabeseitigen Kältemitteldruck P_d , den ansaugseitigen Kältemitteldruck P_s und die Kompressionsleistung be-

stimmt. Deshalb wird die Verbesserung durch den ansaugseitigen Kältemitteldruck Ps auf der Niederdruckseite weiter hinzugefügt, sodass der Kältemittelmangel genauer bestimmt werden kann.

[0092] Diese Verbesserung kann durch Berechnen eines Sättigungsdrucks aus der Nachverdampfatemperatur Te erfolgen. Die Klima-ECU **5** verbessert den Schwellenwert TDO basierend auf der Nachverdampfatemperatur Te. Aus diesem Grund ist, um die Kühlsteuerung oder Entfrostssteuerung im Kühlkreis normal durchzuführen, der Nachverdampfatemperatur Te zu erfassen. Daher kann der ansaugseitige Kältemitteldruck Ps aus der Nachverdampfatemperatur Te abgeschätzt werden, was den Bedarf für den Ansaugdrucksensor **41** beseitigen kann, was in einer Verringerung der Anzahl von Sensoren und der Kosten resultiert.

(Fünftes Ausführungsbeispiel)

[0093] [Fig. 11](#) ist ein Flussdiagramm eines Gasmangelerfassungs-Steuerprogramms eines fünftes Ausführungsbeispiels, auf das die vorliegende Erfindung angewendet ist. Die gleichen Schritte wie jene in dem in [Fig. 4](#) gezeigten Flussdiagramm des ersten Ausführungsbeispiels sind durch die gleichen Schrittnummern gekennzeichnet und auf ihre Beschreibung wird verzichtet. Nachfolgend werden nur unterschiedliche Schritte zu jenen des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0094] Dieses Ausführungsbeispiel enthält einen Schritt S27, der nach Schritt S26 des in [Fig. 4](#) gezeigten Flussdiagramms hinzugefügt ist. In Schritt S27 wird eine Warnmeldung an die Klimabedientafel **36** oder dergleichen ausgegeben. Insbesondere wird die Anzeige „Klimatisierung, Gasmangel“ oder dergleichen auf der Klimabedientafel **36** angegeben.

[0095] Die Unterschiedsmerkmale zu jenen des oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels wurden beschrieben. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Anzeigeeinrichtung **36** zum Anzeigen eines Betriebszustands des Kühlkreises R vorgesehen. Wenn die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung bestimmt, dass ein Kältemittelmangel vorliegt, lässt die Klima-ECU **5** die Anzeigeeinrichtung **36** die Anzeige ausgeben, die dem Fahrgast einen „Kältemittelmangel“ anzeigt.

[0096] Normalerweise wird, nachdem der Fahrgast die ungewöhnliche Kühlleistung findet, bestimmt, dass ein Kältemittelmangel vorliegt und der Prozess wird durchgeführt. In diesem Ausführungsbeispiel kann, weil dem Fahrgast der Kältemittelmangel zu einem frühen Zeitpunkt gemeldet wird, während der Grad des Kältemittelmangels klein ist, ein Prozess zum Schutz des Kompressors in einer frühen Stufe

durchgeführt werden, bevor sich der Fahrgast aufgrund des Mangels der Kühlleistung unzufrieden fühlt.

(Weitere Ausführungsbeispiele)

[0097] Obwohl die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit ihren bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen vollständig beschrieben worden ist, ist zu beachten, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen für den Fachmann offensichtlich sein werden.

[0098] Zum Beispiel wurde in den obigen Ausführungsbeispielen der überkritische Dampfkomppressionskreis mit einem Kältemittel, dessen Hochdruck den kritischen Druck übersteigt, wie beispielsweise CO₂, beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsbeispiele beschränkt. Die vorliegende Erfindung kann auch auf einen unterkritischen Dampfkomppressionskreis mit einem Kältemittel, dessen Hochdruck den kritischen Druck nicht übersteigt, wie beispielsweise ein Kältemittel auf Fleonbasis oder ein Kältemittel auf NC-Basis, angewendet werden.

[0099] Solche Änderungen und Modifikationen liegen selbstverständlich im Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung, wie er durch die anhängenden Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Kühlkreisvorrichtung für ein Fahrzeug, mit einem Dampfkomppressionskühlkreis (R), der einen durch einen Fahrzeugmotor (**4**) angetriebenen Kompressor (**1**) zum Komprimieren eines Kältemittels, einen Kühler (**6**) zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kompressor (**1**), eine Dekompressionseinrichtung (**8**) zum Dekomprimieren des Kältemittels aus dem Kühler (**6**) und einen Verdampfapparat (**9**) zum Verdampfen des dekomprimierten Kältemittels enthält, die in einem geschlossenen Kreis verbunden sind; einem im Kompressor (**1**) vorgesehenen Kapazitätssteuermechanismus (**38**) zum Steuern einer Ausgabekapazität des Kompressors (**1**) durch ein Steuersignal von außen; und einer Steuereinrichtung (**5**), der ein mit der Drehzahl des Fahrzeugmotors (**4**) zusammenhängendes Drehzahlsignal eingegeben wird und die zum Steuern des Kapazitätssteuermechanismus (**38**) ausgebildet ist, wobei die Steuereinrichtung (**5**) eine Variabelzustandserfassungseinrichtung zum Erfassen eines variablen Zustands, in dem die Ausgabekapazität des Kompressors (**1**) schwankt, und eine Kältemittelmangelbestimmungseinrichtung zum Bestimmen eines Kältemittelmangels im Kühlkreis (R) enthält, und wobei die Kältemittelmangelbestimmungseinrichtung bestimmt, ob ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn die

Variabelzustandserfassungseinrichtung den variablen Zustand erfasst.

2. Kühlkreisvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Variabelzustandserfassungseinrichtung einen aktuell dem Kapazitätssteuermechanismus (38) ausgegebenen Steuerstrom (I_c) mit einem variablen Anfangsstrom (I_{max}), der vorgesehen wird, wenn die Ausgabekapazität durch Steuern des Kapazitätssteuermechanismus (38) auf einen vorbestimmten Wert verringert werden soll, vergleicht und bestimmt, dass die Ausgabekapazität des Kompressors (1) im variablen Zustand ist, wenn der Steuerstrom (I_c) kleiner als der variable Anfangsstrom (I_{max}) ist.

3. Kühlkreisvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit einer Nachverdampfapparaturerfassungseinrichtung (32) zum Erfassen einer Nachverdampfapparaturtemperatur (T_e) des Verdampfapparats (9), wobei die Steuereinrichtung (5) ein Temperaturänderungsmaß (ΔT_e) durch Vergleichen der zur aktuellen Zeit erfassten Nachverdampfapparaturtemperatur (T_e) mit der vor einer bestimmten Zeit erfassten Nachverdampfapparaturtemperatur (T_e) berechnet und so die Kältemittelmangelbestimmungseinrichtung bestimmt, ob ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn ein Absolutwert des Temperaturänderungsmaßes (ΔT_e) kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

4. Kühlkreisvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Steuereinrichtung (5) eine Timereinrichtung (S223) aufweist, um eine verstrichene Zeit nach einem Betriebsstart des Kühlkreises (R) messen zu können, und wenn die Timereinrichtung (S223) misst, dass eine vorbestimmte Zeit oder mehr nach dem Betriebsstart des Kühlkreises (R) verstrichen ist, die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung bestimmt, ob ein Kältemittelmangel vorliegt.

5. Kühlkreisvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner mit einer Ausgabedruckfassungseinrichtung (39) zum Erfassen eines vom Kompressor (1) ausgegebenen ausgabeseitigen Kältemitteldrucks (P_d); und einer Ausgabetemperaturfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer vom Kompressor (1) ausgegebenen ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur (T_d), wobei die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung einen Schwellenwert (TDO) der ausgabeseitigen Kältemitteltemperatur (T_d) zum Bestimmen des Kältemittelmangels basierend auf dem erfassten ausgabeseitigen Kältemitteldruck (P_d) bestimmt, die erfasste ausgabeseitige Kältemitteltemperatur (T_d) mit dem Schwellenwert (TDO) vergleicht und dann bestimmt, dass ein Kältemittelmangel vorliegt, wenn die erfasste ausgabeseitige Kältemitteltemperatur (T_d) höher als der Schwellenwert (TDO) ist.

6. Kühlkreisvorrichtung nach Anspruch 5, ferner

mit einer Ansaugdruckerfassungseinrichtung (41) zum Erfassen eines in den Kompressor (1) gesaugten ansaugseitigen Kältemitteldrucks (P_s), wobei die Steuereinrichtung (5) den Schwellenwert (TDO) entsprechend dem erfassten ansaugseitigen Kältemitteldruck (P_s) verbessert.

7. Kühlkreisvorrichtung nach Anspruch 5, bei welcher die Steuereinrichtung (5) den Schwellenwert (TDO) entsprechend der erfassten Nachverdampfapparaturtemperatur (T_e) verbessert.

8. Kühlkreisvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner mit einer Anzeigeeinrichtung (36) zum Anzeigen eines Betriebszustands des Kühlkreises (R), wobei die Steuereinrichtung (5) eine Anzeige zum Mitteilen eines Kältemittelmangels an einen Fahrgast auf der Anzeigeeinrichtung (36) ausgibt, wenn die Kältemittelmangelerfassungseinrichtung bestimmt, dass ein Kältemittelmangel vorliegt.

9. Kühlkreisvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welcher Kohlendioxid (CO_2) als das Kältemittel verwendet wird.

10. Kühlkreisvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welcher das Kältemittel ein Kältemittel auf Fleonbasis oder ein Kältemittel auf NC-Basis ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

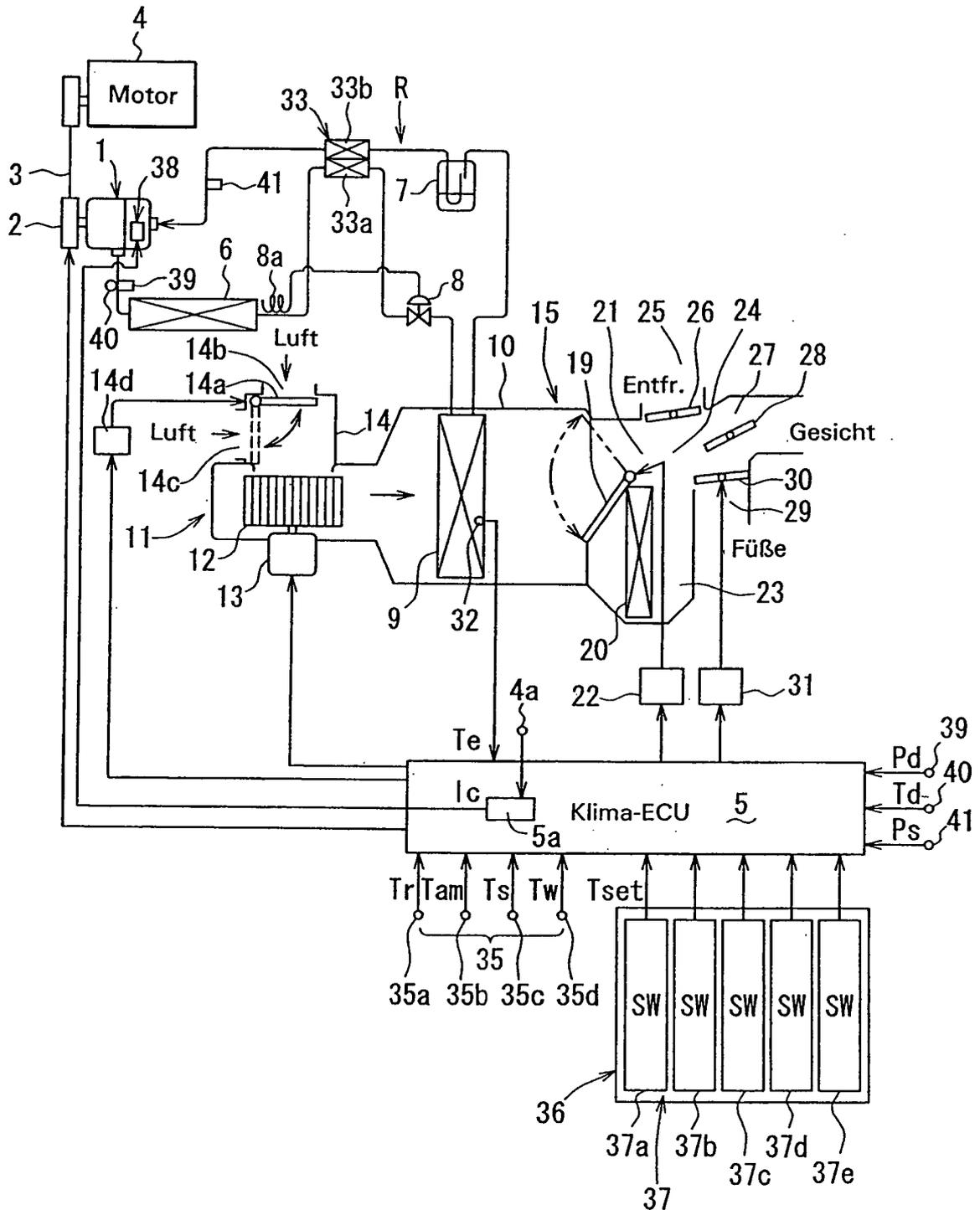


FIG. 2

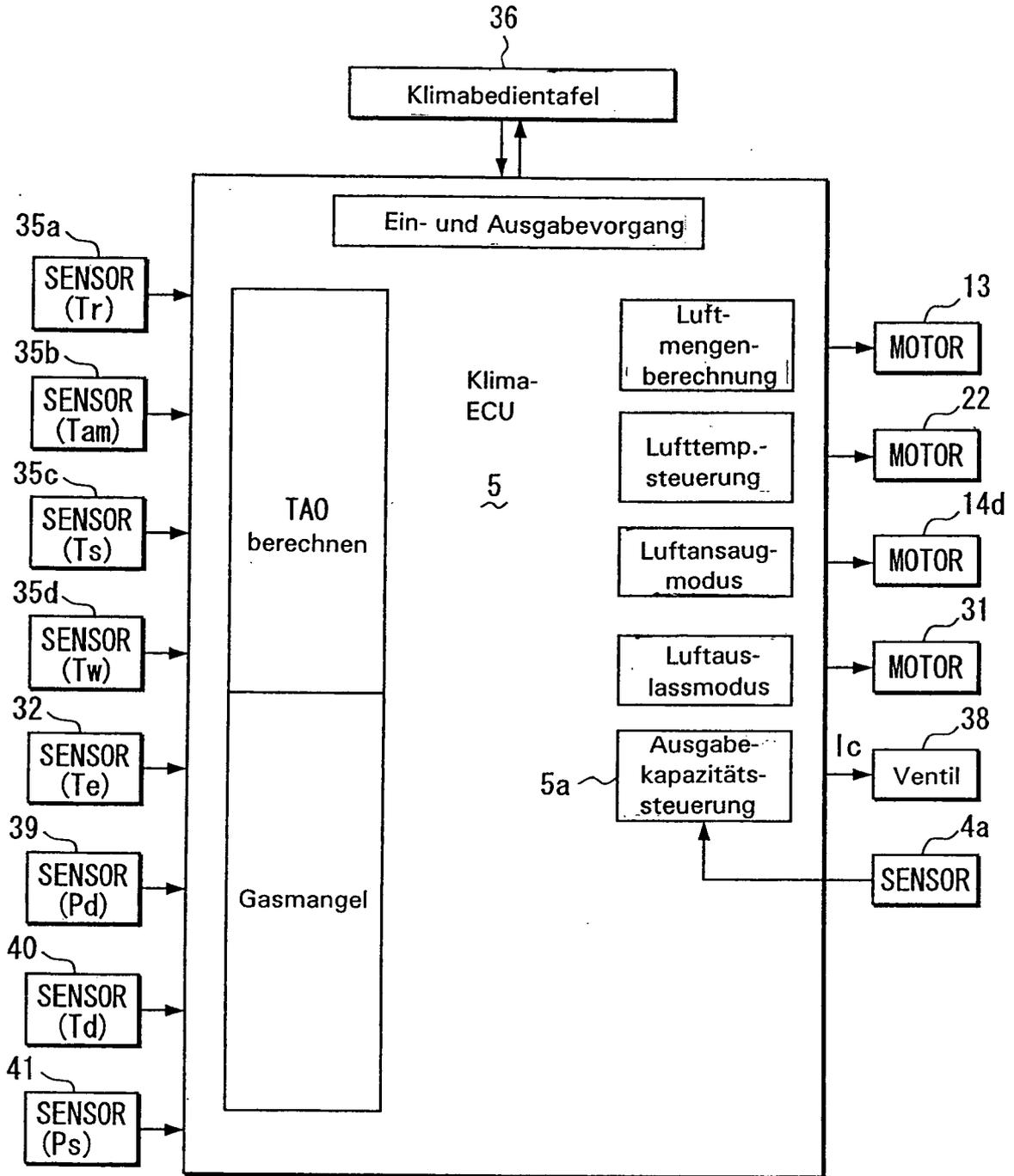


FIG. 3

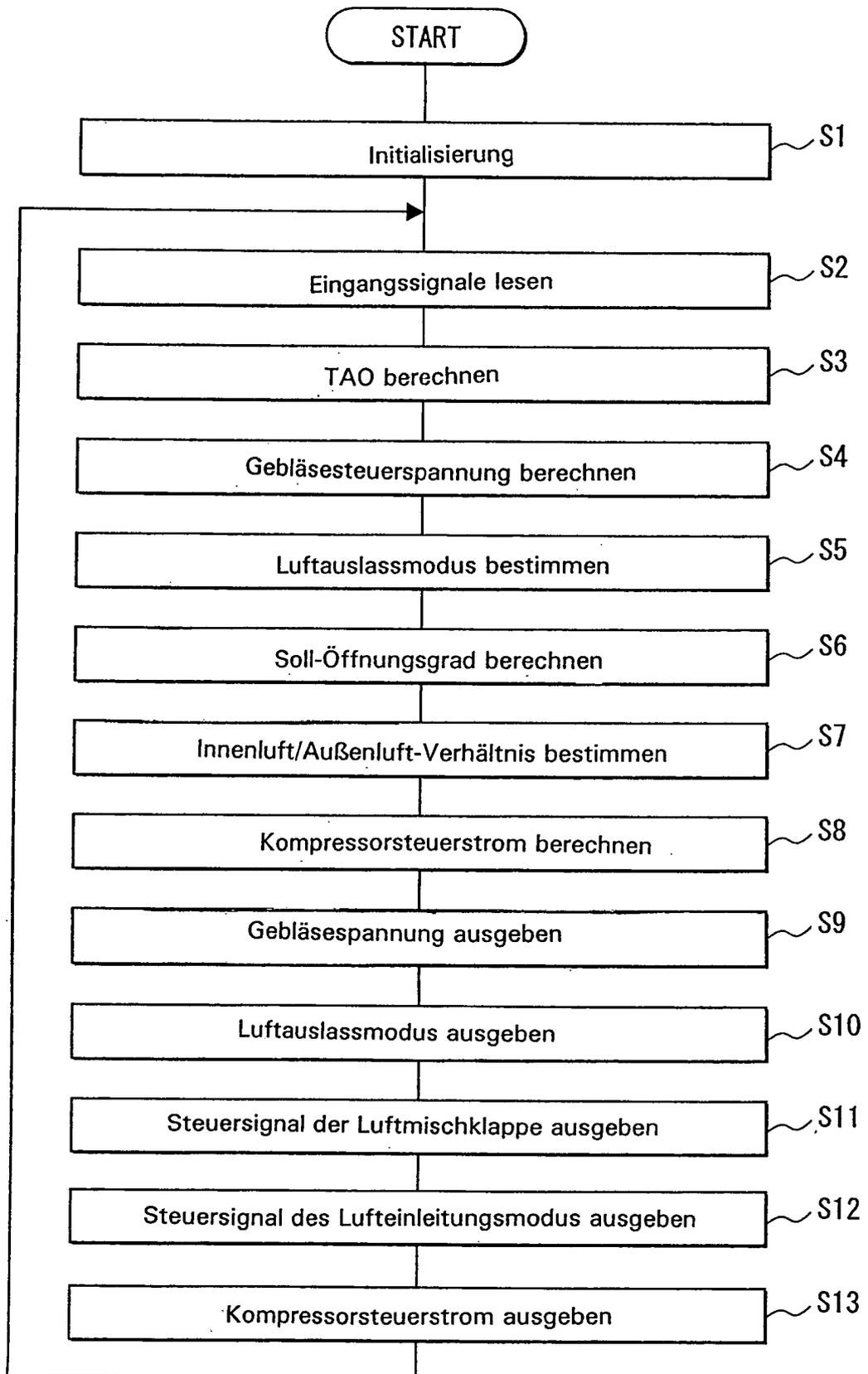


FIG. 4

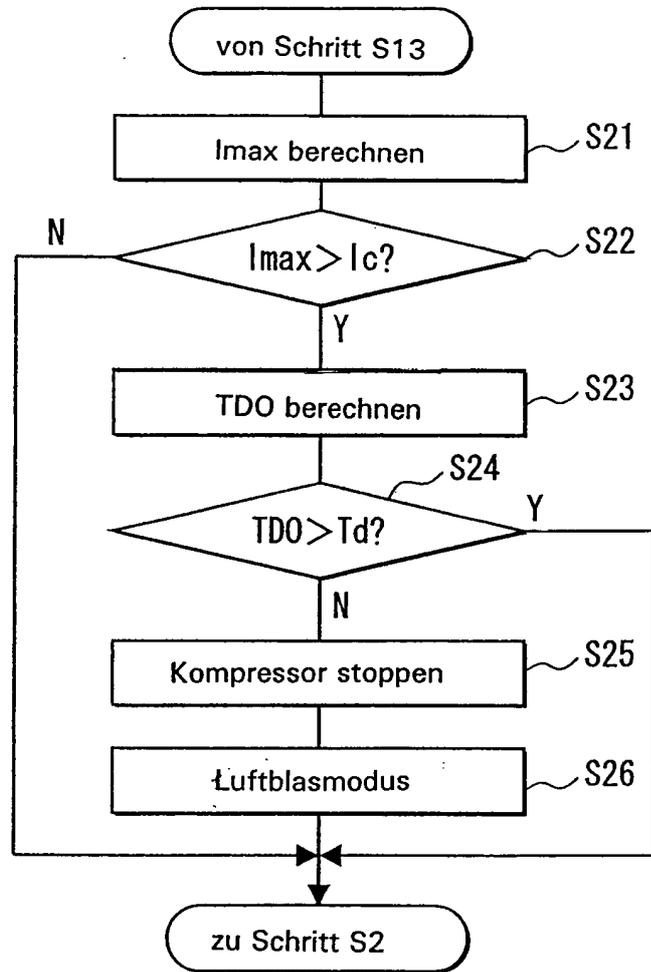


FIG. 5

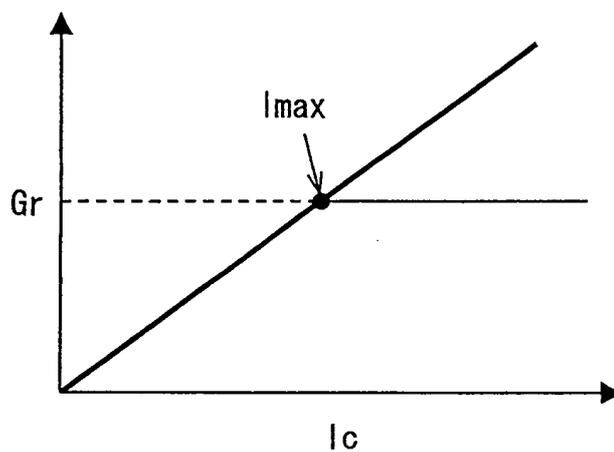


FIG. 6

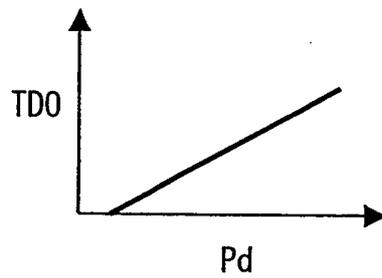


FIG. 7

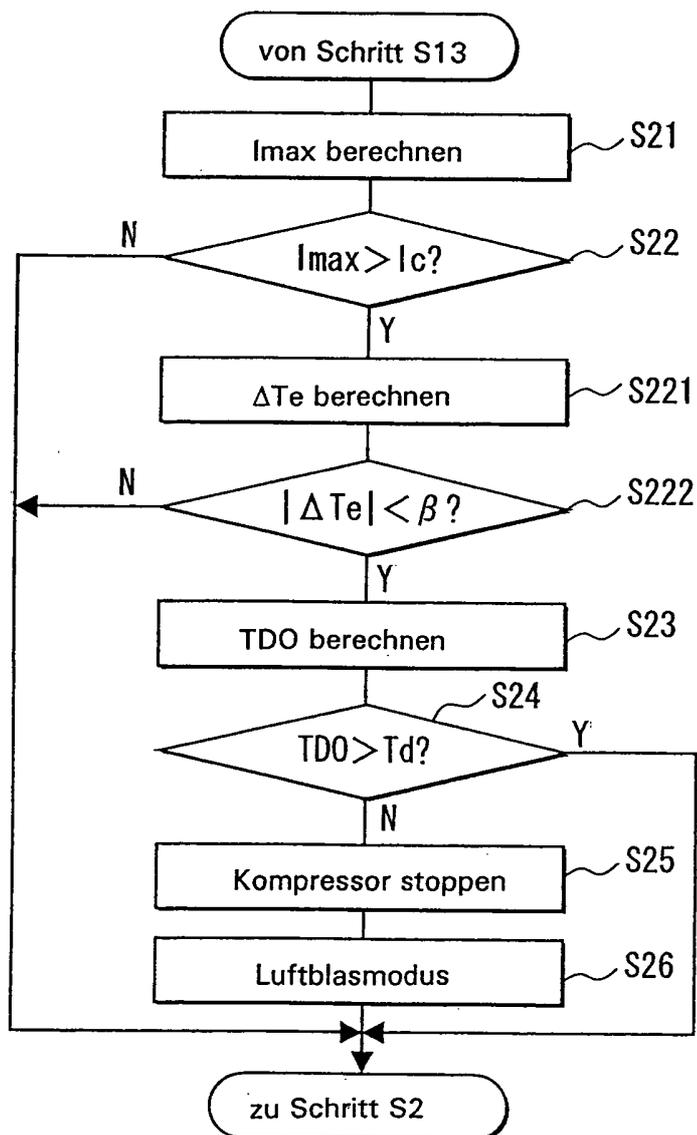


FIG. 8

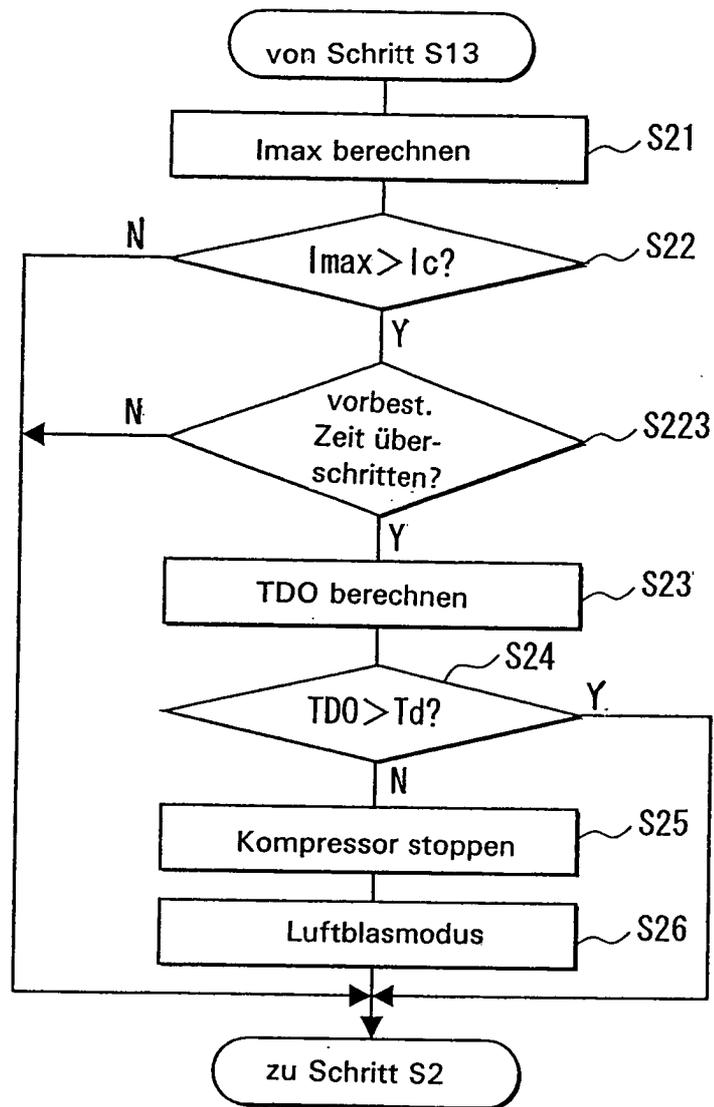


FIG. 9

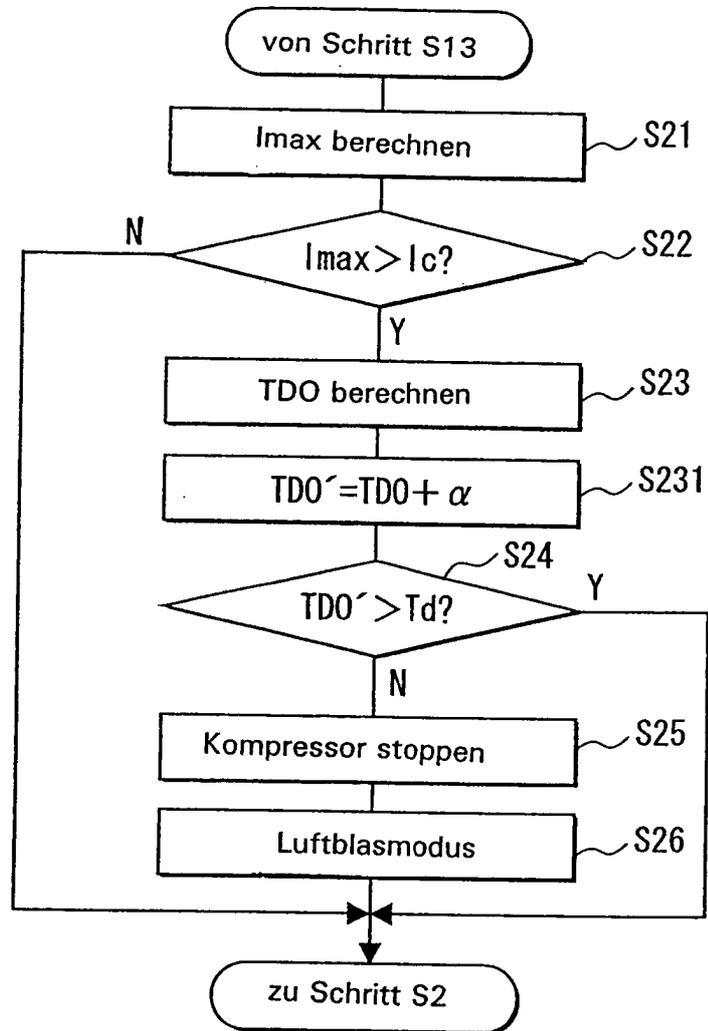


FIG. 10

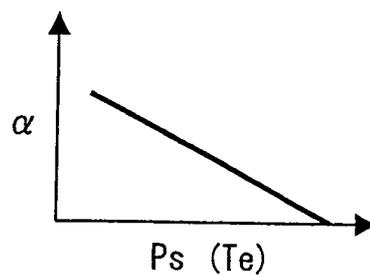


FIG. 11

