



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/174497**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 002 268.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/063925**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.05.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.11.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **09.02.2017**

(51) Int Cl.: **F02G 5/02 (2006.01)**
F01D 25/00 (2006.01)
F01K 23/06 (2006.01)
F02G 5/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2014101770 **15.05.2014** **JP**

(74) Vertreter:
Prüfer & Partner mbB Patentanwälte
Rechtsanwalt, 81479 München, DE

(71) Anmelder:
Sanden Holdings Corporation, Isesaki-shi,
Gunma, JP

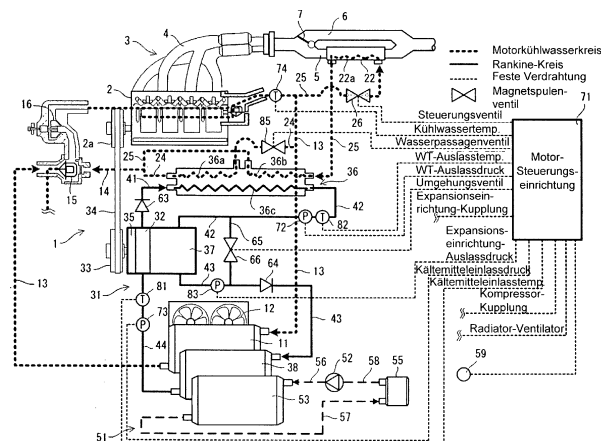
(72) Erfinder:
Mizoguchi, Shinichiro, Yokohama-shi, Kanagawa,
JP; Nagai, Hiroyuki, Yokohama-shi, Kanagawa,
JP; Haraguchi, Tomonori, Isesaki-shi, Gunma, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zum Verwenden von Wärme, die durch einen Verbrennungsmotor vergedeut wird**

(57) Zusammenfassung: Eine Einrichtung, die in der Lage ist, ein Überdrehen einer Expansionseinrichtung zu unterdrücken, selbst wenn ein Umgehungsventil in einem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist, wird bereitgestellt.

Eine Einrichtung zum Verwenden von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergedeut wird, enthält: einen Rankine-Kreis (31); einen Übertragungsmechanismus, der eine Ausgangswelle einer Expansionseinrichtung (37) über eine elektromagnetische Kupplung (32), die eingekuppelt und ausgekuppelt werden kann, mit einer Rotationswelle eines Verbrennungsmotors koppelt; eine Passage (65), durch die Kältemittel, das aus einem Wärmetauscher (36) austritt, strömt, um so die Expansionseinrichtung (37) zu umgehen; und ein Umgehungsventil (66), das in der Passage zwischengeschaltet ist. Wenn die Expansionseinrichtung (37) anzuhalten ist, wird, nachdem das Umgehungsventil (66) von einem geschlossenen Zustand in einen offenen Zustand geschaltet ist, die elektromagnetische Kupplung (32) von einem eingekuppelten Zustand in einen ausgekuppelten Zustand geschaltet. In einem Fall, in dem das Umgehungsventil (66) in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt, wird ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzendes Abarbeiten ausgeführt, in dem ein Vorne-Hinten-Differenzdruck der Expansionseinrichtung begrenzt wird während die elektromagnetische Kupplung (32) in dem eingekuppelten Zustand beibehalten wird.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verbesserung in einer Einrichtung zum Verwenden von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Es gibt eine Einrichtung, die den Rankine-Kreis einsetzt, der versehen ist mit: einem Übertragungsmechanismus, in dem eine Ausgangswelle einer Expansionseinrichtung über eine elektromagnetische Kupplung, die eingekuppelt und ausgekuppelt werden kann, mit einer Rotationswelle eines Verbrennungsmotors gekoppelt ist; eine Passage, durch die zu der Expansionseinrichtung zugeführtes Kältemittel die Expansionseinrichtung umgeht; und ein Umgehungsventil, das in der Passage zwischengeschaltet ist (siehe Patentdokument 1). In dieser Einrichtung wird die Expansionseinrichtung durch Schalten des Umgehungsventils von einem geschlossenen Zustand in einen geöffneten Zustand, und dann durch Schalten der elektromagnetischen Kupplung von einem eingekuppelten Zustand in einen ausgekuppelten Zustand angehalten. Der Grund dafür ist, dass, wenn die elektromagnetische Kupplung von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand geschaltet wird, bevor das Umgehungsventil von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand geschaltet wird, die Expansionseinrichtung von der Rotationswelle des Verbrennungsmotors getrennt wird, so dass ein lastfreier Zustand besteht, und daher eine Drehzahl der Expansionseinrichtung rasch ansteigt, was in einem Überdrehen der Expansionseinrichtung resultiert, was zu verhindern ist. Durch Schalten des ersten Umgehungsventils von dem geschlossenen Zustand in den geöffneten Zustand wird ein Vorne-Hinten-Differenzdruck der Expansionseinrichtung verringert, so dass die elektromagnetische Kupplung von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand geschaltet wird, nachdem die Drehzahl der Expansionseinrichtung ausreichend verringert wurde. Als ein Ergebnis wird ein Überdrehen der Expansionseinrichtung verhindert.

Patentdokument 1: JP 2012-193690 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0003] Nun wird unterstellt, dass, selbst wenn das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt, die Expansionseinrichtung durch Ausgeben eines Signals zum Schalten des Umgehungsventils von dem geschlossenen Zustand in den geöffneten Zustand und dann zum Schalten der elektromagnetischen Kupplung von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand angehalten

wird. In diesem Fall wird der Vorne-Hinten-Differenzdruck der Expansionseinrichtung nicht herabgesetzt, und daher steigt die Drehzahl der Expansionseinrichtung von dem Timing, zu dem die elektromagnetische Kupplung von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand geschaltet wird, rasch an, was in einem Überdrehen der Expansionseinrichtung resultiert.

[0004] Jedoch enthält Patentdokument 1 keine Beschreibung, welcher Art auch immer Techniken zum Behandeln eines Falls sind, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt.

[0005] Somit ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Einrichtung bereitzustellen, die ein Überdrehen einer Expansionseinrichtung unterdrücken kann, selbst wenn ein Umgehungsventil in einem geschlossenen Zustand steckenbleibt.

[0006] Eine Einrichtung zum Verwenden von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, gemäß der vorliegenden Erfindung, enthält einen Übertragungsmechanismus, der über eine elektromagnetische Kupplung, die eingekuppelt und ausgekuppelt werden kann, eine Ausgangswelle einer Expansionseinrichtung und eine Rotationswelle eines Verbrennungsmotors miteinander koppelt, eine Passage, durch die aus einem Wärmetauscher austretendes Kältemittel strömt, um so die Expansionseinrichtung zu umgehen, und ein Umgehungsventil, das in der Passage zwischengeschaltet ist. Die Expansionseinrichtung wird durch Schalten des Umgehungsventils von einem geschlossenen Zustand in einen geöffneten Zustand, und dann durch Schalten der elektromagnetischen Kupplung von einem eingekuppelten Zustand in einen ausgekuppelten Zustand angehalten. Eine Voraussetzung dieser Einrichtung zum Verwenden von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, ist, dass, wenn das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt, eine Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzende Abarbeitung ausgeführt wird, um einen Vorne-Hinten-Differenzdruck der Expansionseinrichtung zu begrenzen, während die elektromagnetische Kupplung in dem eingekuppelten Zustand verbleibt.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann, selbst wenn das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt, ein Überdrehen der Expansionseinrichtung während die Expansionseinrichtung angehalten wird verhindert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

(Erste Ausführungsform)

[0009] Fig. 2 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Expansions-einrichtung-anhaltendes Abarbeiten darstellt.

[0010] Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Expansions-einrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringertes Abarbeiten darstellt.

[0011] Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Expansions-einrichtung-Vordne-Hinten-Differenzdruck-verringertes Abarbeiten gemäß einer zweiten Ausführungsform darstellt.

[0012] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.

[0013] Fig. 6 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Expansions-einrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringertes Abarbeiten gemäß der dritten Ausführungsform darstellt.

[0014] Fig. 7 ist ein charakteristisches Diagramm, das einen EIN-Leistungswert gemäß der dritten Ausführungsform während eines normalen Betriebs zeigt.

[0015] Fig. 8 ist ein charakteristisches Diagramm, das einen EIN-Leistungswert gemäß der dritten Ausführungsform während eines Umgehungsventil-geschlossenen-Steckenbleibens zeigt.

[0016] Fig. 9 ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt.

[0017] Fig. 10 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Expansions-einrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringertes Abarbeiten gemäß der vierten Ausführungsform darstellt.

[0018] Fig. 11 ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt.

[0019] Fig. 12 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Expansions-einrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringertes Abarbeiten gemäß der fünften Ausführungsform darstellt.

[0020] Fig. 13 ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer sechsten Ausführungsform zeigt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0021] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

[0022] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0023] Zunächst wird ein Motor-Kühlwasserkreis beschrieben. Kühlwasser, das aus einem Verbrennungsmotor **2** bei ungefähr 80 bis 90°C austritt, strömt getrennt durch eine Kühlwasserpassage **13**, die durch einen Radiator **11** geht, und eine Kühlwasserumgehungspassage **14**, die den Radiator **11** umgeht. Die zwei Ströme vereinigen sich dann bei einem Thermostatventil **15** zum Bestimmen einer Verteilung von Kühlwasserdurchflussmengen, mit denen das Kühlwasser durch die zwei Passagen **13**, **14** strömt, und das Kühlwasser wird über eine Kühlwasserpumpe **16** zu dem Verbrennungsmotor **2** zurückgeführt. Die Kühlwasserpumpe **16** wird durch den Verbrennungsmotor **2** angetrieben, so dass eine Drehzahl davon mit einer Motordrehzahl synchronisiert ist.

[0024] Das Thermostatventil **15** erhöht die durch den Radiator **11** strömende Kühlwassermenge relativ durch Erhöhen eines Ventilöffnungsgrads für die Seite der Kühlwasserpassage **13** wenn eine Kühlwassertemperatur hoch ist, und verringert die durch den Radiator **11** strömende Kühlwassermenge relativ durch Verringern des Ventilöffnungsgrads der Seite der Kühlwasserpassage **13** wenn die Kühlwassertemperatur niedrig ist. Wenn die Kühlwassertemperatur besonders niedrig ist, wie etwa vor einem Aufwärmen des Verbrennungsmotors **2**, wird der Radiator **11** vollständig umgangen, so dass das gesamte Kühlwasser durch die Seite der Kühlwasserumgehungspassage **14** strömt. Andererseits ist ein Ventilöffnungsgrad für die Seite der Kühlwasserumgehungspassage **14** niemals vollständig geschlossen. Wenn die Kühlwasser-Durchflussmenge durch den Radiator **11** ansteigt, nimmt die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserumgehungspassage **14** strömenden Kühlwassers im Vergleich mit einem Fall, in dem das gesamte Kühlwasser durch die Umgehungskühlwasserpassage **14** strömt, ab. Jedoch stoppt das Thermostatventil **15** eine Strömung niemals vollständig.

[0025] Die Kühlwasserumgehungspassage **14**, die den Radiator **11** umgeht, wird durch eine erste Kühlwasserumgehungspassage **24** und eine zweite Kühlwasserumgehungspassage **25** gebildet. Die erste Kühlwasserumgehungspassage **24** zweigt von der Kühlwasserpassage **13** ab, um so direkt mit einem Wärmetauscher **36** (der später beschrieben wird) verbunden zu sein. Andererseits zweigt die zweite Kühlwasserumgehungspassage **25** von der Kühlwasserpassage **13** ab, um so, nachdem sie durch eine Abwärmewiedergewinnungseinrichtung gegang-

gen ist, mit dem Wärmetauscher **36** verbunden zu sein.

[0026] Der Wärmetauscher **36** ist in der Kühlwasserumgehungspassage **14** vorgesehen, um mit einem Kältemittel in einem Rankine-Kreis **31** Wärme auszutauschen. Der Wärmetauscher **36** ist durch Integrieren eines Heizers und eines Überhitzers gebildet. Mit anderen Worten sind zwei Kühlwasserpassagen **36a**, **36b** im Wesentlichen in Reihe in dem Wärmetauscher **36** vorgesehen. Ferner ist eine Kältemittelpassage **36c**, durch die das Kältemittel des Rankine-Kreises **31** strömt, benachbart zu den Kühlwasserpassagen **36a**, **36b** vorgesehen, so dass zwischen dem Kältemittel und dem Kühlwasser Wärme ausgetauscht werden kann. Darüber hinaus sind die jeweiligen Passagen **36a**, **36b**, **36c** so konfiguriert, dass, wenn der gesamte Wärmetauscher **36** von oben gesehen wird, das Kältemittel des Rankine-Kreises **31** und das Kühlwasser in entgegengesetzten Richtungen strömen.

[0027] Spezieller ist die Kühlwasserpassage **36a**, die bezüglich des Kältemittels des Rankine-Kreises **31** auf einer stromaufwärtigen Seite (einer linken Seite in **Fig. 1**) positioniert ist, in der ersten Kühlwasserumgehungspassage **24** zwischengeschaltet. Ein linksseitiger Teil des Wärmetauschers, der durch die Kühlwasserpassage **36a** und einen Teil der Kältemittelpassage, der benachbart zu der Kühlwasserpassage **36a** ist, gebildet wird, dient als ein Heizer, der das in dem Rankine-Kreis **31** durch die Kältemittelpassage **36c** strömende Kältemittel durch direktes Einführen des aus dem Verbrennungsmotor **2** austretenden Kühlwassers in die Kühlwasserpassage **36a** aufheizt.

[0028] Kühlwasser, das durch die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** passiert ist, wird durch die zweite Kühlwasserumgehungspassage **25** in die andere Kühlwasserpassage **36b**, die bezüglich des Kältemittels des Rankine-Kreises **31** auf der stromabwärtigen Seite (einer rechten Seite in **Fig. 1**) positioniert ist, eingeführt. Ein rechtsseitiger Teil des Wärmetauschers (eine stromabwärtige Seite), der durch die Kühlwasserpassage **36b** und den Teil der Kältemittelpassage, der benachbart zu der Kühlwasserpassage **36b** ist, gebildet wird, dient als ein Überhitzer, der das durch die Kältemittelpassage **36c** strömende Kältemittel durch Einführen von durch Auspuffgas in einem Motorsauslass aufgeheiztem Kühlwasser in die Kühlwasserpassage **36b**, überhitzt.

[0029] Eine Kühlwasserpassage **22a** der Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** ist benachbart zu einem Abgasrohr **5** vorgesehen. Durch Einführen des Kühlwassers von dem Auslass des Verbrennungsmotors **2** in die Kühlwasserpassage **22a** der Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** kann das Kühlwasser durch das Hochtemperatur-Abgas beispielsweise auf ungefähr 110°C bis 115°C erhitzt werden.

Die Kühlwasserpassage **22a** ist so konfiguriert, dass, wenn die gesamte Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** von oben gesehen wird, das Auspuffgas und das Kühlwasser in entgegengesetzten Richtungen strömen.

[0030] Ein Steuerungsventil **26** ist in der zweiten Kühlwasserumgehungspassage **25**, in der die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** vorgesehen ist, zwischengeschaltet. Um sicherzustellen, dass die Temperatur des Kühlwassers in dem Inneren des Verbrennungsmotors **2** eine zulässige Temperatur (beispielsweise 100°C), bei der der Motorwirkungsgrad nicht verschlechtert wird und ein Klopfen nicht auftritt, nicht überschreitet, wird beispielsweise ein Öffnungsgrad des Steuerungsventils **26** verringert, wenn eine durch einen an dem Auslass des Verbrennungsmotors **2** vorgesehenen Kühlwassertempersensor **74** erfasste Temperatur einen vorbestimmten Wert erreicht oder überschreitet. Als ein Ergebnis wird die durch die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** gehende Kühlwassermenge verringert, wenn sich die Temperatur (eine Motorwassertemperatur) des Kühlwassers in dem Inneren des Verbrennungsmotors **2** der zulässigen Temperatur annähert. Daher kann zuverlässig verhindert werden, dass die Motorwassertemperatur zulässige Temperatur überschreitet.

[0031] Andererseits wird in einem Fall, in dem die Durchflussmenge durch die zweite Kühlwasserumgehungspassage **25** so verringert ist, dass die Kühlwassertemperatur durch die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** übermäßig ansteigt, so dass verursacht wird, dass das Kühlwasser verdampft (oder kocht), die Wirksamkeit des Wärmetauschers **36** herabgesetzt. Darüber hinaus kann die Kühlwasserströmung durch die Kühlwasserpassagen so verschlechtert werden, dass die Temperatur davon übermäßig ansteigt. Um dies zu verhindern, sind ein Auspuffumgehungrohr **6**, das die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** umgeht, ein Thermostatventil **7**, das eine durch die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** gehende Abgasmenge und eine durch das Auspuffumgehungrohr **6** gehende Abgasmenge steuert, in einem gegabelten Abschnitt des Auspuffumgehungsröhrs **6** vorgesehen. Spezieller wird ein Ventilöffnungsgrad für das Thermostatventil **7** auf der Basis der Temperatur des aus der Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** austretenden Kühlwassers so eingestellt, dass die Temperatur des aus der Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** austretenden Kühlwassers eine vorbestimmte Temperatur (beispielsweise eine Siedetemperatur von 120°C) nicht überschreitet.

[0032] Der Wärmetauscher **36**, das Thermostatventil **7** und die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** sind als eine Abwärmewiedergewinnungseinheit **23** integral gebildet und mittig in dem Auspuffrohr im We-

sentlichen zentral unter einem Boden in einer Fahrzeugbreitenrichtung angeordnet (nicht in den Zeichnungen gezeigt). Das Thermostatventil **7** kann ein vergleichsweise einfaches temperaturempfindliches Ventil sein, das ein Bi-Metall oder dergleichen einsetzt, oder ein durch eine Steuerungseinrichtung, in die eine Ausgabe eines Temperatursensors eingegeben wird, gesteuertes Steuerungsventil sein. Wenn unter Verwendung des Thermostatventils **7** ein Ausmaß eines Wärmeaustauschs von dem Abgas zu dem Kühlwasser eingestellt wird, tritt eine vergleichsweise große Verzögerung auf. Daher ist es, durch Einstellen des Thermostatventils **7** alleine schwierig, sicherzustellen, dass die Motorwassertemperatur die zulässige Temperatur nicht überschreitet. Jedoch wird das Steuerungsventil **26** der zweiten Kühlwasserumgehungspassage **25** auf der Basis der Motorwassertemperatur (einer Auslasstemperatur) gesteuert, und daher kann ein Wärmerückgewinnungsausmaß schnell verringert werden, so dass die Motorwassertemperatur zuverlässig verhindert wird, dass die zulässige Temperatur überschritten wird. Darüber hinaus kann, wenn ein Spielraum verbleibt bevor die Motorwassertemperatur die zulässige Temperatur erreicht, das Abwärmewiedergewinnungsausmaß durch Ausführen eines Wärmeaustauschs bis die Temperatur des aus der Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** austretenden Kühlwassers eine hohe Temperatur (beispielsweise 110 bis 115°C), die die zulässige Temperatur der Motorwassertemperatur überschreitet, erreicht erhöht werden. Das aus der Kühlwasserpassage **36b** austretende Kühlwasser läuft über die zweite Kühlwasserumgehungspassage **25** mit der ersten Kühlwasserumgehungspassage **24** zusammen.

[0033] Sobald die Temperatur des von der Kühlwasserumgehungspassage **14** zu dem Thermostatventil **15** strömenden Kühlwassers durch einen Wärmeaustausch mit dem Kältemittel des Rankine-Kreises **31** in dem Wärmetauscher **36** genügend verringert wurde, wird beispielsweise ein Ventilöffnungsgrad für das Thermostatventil **15** auf der Seite der Kühlwasserpassage **13** verringert. Als ein Ergebnis wird die Kühlwassermenge, die durch den Radiator **11** geht, relativ verringert. Im Gegensatz dazu wird der Ventilöffnungsgrad für das Thermostatventil **15** auf der Seite der Kühlwasserpassage **13** erhöht, wenn der Rankine-Kreis **31** nicht arbeitet oder dergleichen, so dass die Temperatur des von der Kühlwasserumgehungspassage **14** zu dem Thermostatventil **15** hin strömenden Kühlwasser ansteigt. Als ein Ergebnis wird die Kühlwassermenge, die durch den Radiator **11** strömt, relativ erhöht. Durch Betätigen des Thermostatventils **15** in dieser Weise wird die Kühlwassertemperatur des Verbrennungsmotors **2** bei einer geeigneten Temperatur beibehalten, so dass eine geeignete Wärmemenge zu dem Rankine-Kreis **31** zugeführt wird (oder davon wiedergewonnen wird).

[0034] Als nächstes wird der Rankine-Kreis **31** beschrieben. Der Rankine-Kreis **31** ist ein System zum Wiedergewinnen von Abwärme von dem Verbrennungsmotor **2** in dem Kältemittel über das Kühlwasser des Verbrennungsmotors **2**, und Zurückgewinnen der wiedergewonnenen Abwärme als Energie. Der Rankine-Kreis **31** enthält eine Kältemittelpumpe **32**, einen Wärmetauscher **36**, der als ein Überhitzer dient, eine Expansionseinrichtung **37** und einen Kondensator **38**. Diese jeweiligen Bestandteile sind durch Kältemittelpassagen **41** bis **44**, durch die das Kältemittel (R134a oder dergleichen) zirkuliert, verbunden.

[0035] Eine Welle der Kältemittelpumpe **32** ist koaxial zu und mit einer Ausgangswelle der Expansionseinrichtung **37** gekoppelt angeordnet, so dass die Kältemittelpumpe **32** durch eine von der Expansionseinrichtung **37** erzeugten Ausgangsleistung (Energie) angetrieben wird, und dabei erzeugte Energie wird über einen Riemenübertragungsmechanismus einer Ausgangswelle (einer Kurbelwelle) des Verbrennungsmotors **2** zugeführt. Hier wird der Riemenübertragungsmechanismus durch eine Pumpenriemenscheibe **33**, einen Riemen **34** und eine Kurbelriemenscheibe **2a** gebildet. Genauer sind die Welle der Kältemittelpumpe **32** und die Ausgangswelle der Expansionseinrichtung **37** parallel zu der Ausgangswelle des Verbrennungsmotors **2** angeordnet, und der Riemen **34** ist um die Pumpenriemenscheibe **33**, die an eine Ende der Welle der Kältemittelpumpe **32** vorgesehen ist, und die Kurbelriemenscheibe **2a** gewunden. Es sollte beachtet werden, dass in der vorliegenden Ausführungsform eine Getriebetyp-Pumpe als die Kältemittelpumpe **32** eingesetzt wird, und eine Schneckentyp-Expansionseinrichtung als die Expansionseinrichtung **37** eingesetzt wird.

[0036] Ferner ist eine elektromagnetische Kupplung (nachstehend wird sich darauf als eine "Expansionseinrichtung-Kupplung" bezogen) **35** zwischen der Pumpenriemenscheibe **33** und der Kältemittelpumpe **32** vorgesehen, um in der Lage zu sein, die Kältemittelpumpe **32** und die Expansionseinrichtung **37** an den Verbrennungsmotor **2** zu kuppeln und davon abzukuppeln. Aus diesem Grund wird, wenn die durch die Expansionseinrichtung **37** erzeugte Ausgangsleistung eine Antriebskraft der Kältemittelpumpe **32** und eine durch einen Rotationskörper erzeugte Reibung überschreitet (d. h. wenn ein abgeschätztes Expansionseinrichtung-Drehmoment positiv ist), die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** eingekuppelt. Als ein Ergebnis kann eine Rotation der Motorausgangswelle durch die von der Expansionseinrichtung **37** erzeugten Ausgangsleistung unterstützt werden. Wenn die Rotation der Motorausgangswelle unter Verwendung von Energie, die durch Abwärmerückgewinnung in dieser Weise erhalten wird, unterstützt wird, kann eine Verbesserung in einer Kraftstoffeffizienz erreicht werden. Darüber hinaus kann Energie, die erforderlich ist, die Kältemittelpumpe **32** anzutreiben

um das Kältemittel zu zirkulieren, durch die wiedergewonnene Abwärme bereitgestellt werden.

[0037] Das Kältemittel von der Kältemittelpumpe **32** wird dem Wärmetauscher **36** durch die Kältemittelpassage **41** zugeführt. Der Wärmetauscher **36** ist ein Wärmetauscher, der das Kältemittel verdampft, so dass das Kältemittel durch Ausführen eines Wärmeaustauschs zwischen dem Kältemittel und dem Kühlwasser des Verbrennungsmotors **2** überhitzt wird.

[0038] Das Kältemittel von dem Wärmetauscher **36** wird der Expansionseinrichtung **37** durch die Kältemittelpassage **42** zugeführt. Die Expansionseinrichtung **37** ist eine Dampfturbine, die durch Entspannen des verdampften und überhitzten Kältemittels Wärme in Rotationsenergie umwandelt. Durch die Expansionseinrichtung **37** wiedergewonnene Energie wird verwendet, um die Kältemittelpumpe **32** anzutreiben, und wird über den Riemenübertragungsmechanismus (**33, 34, 2a**) zu dem Verbrennungsmotor **2** übertragen, um die Rotation des Verbrennungsmotors **2** zu unterstützen.

[0039] Das Kältemittel von der Expansionseinrichtung **37** wird durch die Kältemittelpassage **43** dem Kondensator **38** zugeführt. Der Kondensator **38** ist ein Wärmetauscher, der das Kältemittel kühlt, so dass das Kältemittel durch Ausführen eines Wärmeaustauschs zwischen dem Kältemittel und Außenluft verflüssigt wird. Zu diesem Zweck ist der Kondensator **38** parallel zu dem Radiator **11** angeordnet, um so durch einen Radiatorventilator **12** gekühlt zu werden.

[0040] Das durch den Kondensator **38** verflüssigte Kältemittel wird durch die Kältemittelpassage **44** zu der Kältemittelpumpe **32** zurückgeführt. Zu der Kältemittelpumpe **32** zurückgeführt, wird das Kältemittel durch die Kältemittelpumpe **32** zu dem Wärmetauscher **36** zurückgeschickt, um so durch die jeweiligen Bestandteile des Rankine-Kreises **31** zu zirkulieren.

[0041] Als nächstes wird ein Kühlkreis **51** beschrieben. Der Kühlkreis **51** enthält einen Kompressor **52**, einen Kondensator **53** und einen Verdampfer **55**.

[0042] Der Kompressor **52** ist eine Fluidmaschine, die durch den Verbrennungsmotor **2** angetrieben wird, um Kältemittel in dem Kühlkreis **51** auf eine hohe Temperatur und einen hohen Druck zu verdichten. Spezieller ist eine Kompressorriemenscheibe an einer Antriebswelle des Kompressors **52** befestigt und ein Riemen ist um die Kompressorriemenscheibe und die Kurbelriemenscheibe gewunden. Der Kompressor **52** wird durch Übertragen einer Antriebskraft von dem Verbrennungsmotor **2** auf die Kompressorriemenscheibe über den Riemen angetrieben. Ferner ist eine elektromagnetische Kupplung (nachstehend wird sich darauf auf eine "Kompressorkupplung" bezogen) zwischen der Kompressorriemenscheibe und

dem Kompressor **52** vorgesehen, um in der Lage zu sein, den Kompressor **52** und die Kompressorriemenscheibe zu verbinden und zu trennen.

[0043] Das Kältemittel von dem Kompressor **52** wird dem Kondensator **53** durch eine Kältemittelpassage **56** zugeführt. Der Kondensator **53** ist ein Wärmetauscher, der das Kältemittel kondensiert, so dass das Kältemittel durch Ausführen eines Wärmeaustauschs zwischen dem Kältemittel und Außenluft verflüssigt wird. Der Kondensator **53** ist parallel zu dem Radiator **11** angeordnet, um so durch einen Fahrtwind des Fahrzeugs oder den Kühlventilator **12** gekühlt zu werden.

[0044] Das verflüssigte Kältemittel von dem Kondensator **53** wird durch eine Kältemittelpassage **57** zu dem Verdampfer **55** zugeführt. In einem Fall einer Klimaanlageeinheit ist der Verdampfer **55** ähnlich wie ein Heizkern (nicht in den Zeichnungen gezeigt) angeordnet. Der Verdampfer **55** ist ein Wärmetauscher, der das flüssige Kältemittel von dem Kondensator **53** verdampft und Klimaanlageeinheit von einem Gebläseventilator unter Verwendung einer zu diesem Zeitpunkt erzeugten verborgenen Verdampfungswärme kühlt.

[0045] Das durch den Verdampfer **55** verdampfte Kältemittel wird dem Kompressor **52** durch eine Kältemittelpassage **58** zurückgeführt. Es sollte beachtet werden, dass ein Mischungsverhältnis zwischen der durch den Verdampfer **55** gekühlte Klimaanlageeinheit und einer durch den Heizkern erwärmten Klimaanlageeinheit in Übereinstimmung mit einem Öffnungsgrad eines Luftmischflügels modifiziert wird, um so auf eine durch einen Passagier eingestellte Temperatur angepasst zu werden.

[0046] Gegebenenfalls sind verschiedene Ventile in dem Kreis des Rankine-Kreises **31** vorgesehen, um das durch den Kreis strömende Kältemittel zu steuern. Beispielsweise ist eine Expansionseinrichtung-Umgehungspassage **65** vorgesehen, um so die Expansionseinrichtung **37** von einer stromaufwärtigen Seite von der Expansionseinrichtung **37** zu umgehen und stromaufwärts von einem Rückschlagventil **64** zusammenlaufen zu lassen, und ein Umgehungsventil **66** ist in der Expansionseinrichtung-Umgehungspassage **65** vorgesehen. Das Umgehungsventil **66** ist ein Magnetspulentyp-Auf-Zu-Ventil.

[0047] Ferner ist in der Kältemittelpassage **41**, die die Kältemittelpumpe **32** mit dem Wärmetauscher **36** verbindet, ein Rückschlagventil **63** vorgesehen, um zu verhindern, dass das Kältemittel von dem Wärmetauscher **36** zu der Kältemittelpumpe **32** zurückströmt.

[0048] Darüber hinaus ist das Rückschlagventil **64** in der Kältemittelpassage **43**, die die Expansionsein-

richtung **37** mit dem Kondensator **38** verbindet, vorgesehen, um zu verhindern, dass das Kältemittel von dem Kondensator **38** zu der Expansionseinrichtung **37** zurückströmt.

[0049] Signale von Drucksensoren **72**, **73** und Temperatursensoren **81**, **82**, die jeweilige Drücke und Temperaturen in den Kältemittelpassagen **41** bis **44** und der Umgehungspassage **65** an zwei Punkten erfassen, werden in eine Motor-Steuerungseinrichtung **71** eingegeben. Hier ist einer der Punkte die Kältemittelpassage **42**, die sich von einem Auslass des Wärmetauschers **36** zu einem Einlass der Expansionseinrichtung **37** erstreckt. Der Drucksensor **72** erfasst einen Druck (nachstehend wird sich darauf als ein "WärmetauscherAuslassdruck" bezogen) P_d in der Kältemittelpassage **42** und der Temperatursensor **82** erfasst eine Temperatur (nachstehend wird sich darauf als eine "WärmetauscherAuslasstemperatur" bezogen) T_d in der Kältemittelpassage **42**. Der andere Punkt ist die Kältemittelpassage **44**, die sich von einem Auslass des Kondensators **38** zu einem Einlass der Kältemittelpumpe **32** erstreckt. Der Drucksensor **73** erfasst einen Druck (nachstehend wird sich darauf als ein "Kältemittelpumpeinlassdruck" bezogen) P_s in der Kältemittelpassage **44**, und der Temperatursensor **82** erfasst eine Temperatur (nachstehend wird sich auf diese Temperatur als eine "Kältemittelpumpeinlasstemperatur" bezogen) T_s in der Kältemittelpassage **44**.

[0050] Auf der Basis von diesen eingegebenen Signalen steuert die Motor-Steuerungseinrichtung **71** in Übereinstimmung mit einem vorbestimmten Betriebszustand ein Einkuppeln und Auskuppeln der Expansionseinrichtung-Kupplung **35** und ein Öffnen und Schließen des Umgehungsventils **66**.

[0051] Beispielsweise werden der durch den Drucksensor **73** erfasste Kältemittelpumpeinlassdruck P_s und der durch den Drucksensor **72** erfasste WärmetauscherAuslassdruck P_d bei einem Beginn eines Betriebs des Rankine-Kreises **31** verwendet, um zu bestimmen, ob das Kühlwasser aus den Kältemittelpassagen und der Umgehungspassage ausläuft, oder nicht. Genauer wird, wenn der Kältemittelpumpeinlassdruck P_s und der WärmetauscherAuslassdruck P_d höher als ein atmosphärischer Druck sind, bestimmt, dass das Kältemittel nicht aus den Kältemittelpassagen und der Umgehungspassage ausläuft. Andererseits wird, wenn der Kältemittelpumpeinlassdruck P_s und der WärmetauscherAuslassdruck P_d gleich oder niedriger als ein atmosphärischer Druck sind, bestimmt, dass das Kältemittel aus den Kältemittelpassagen **41** bis **44** und der Umgehungspassage **65** ausläuft. Wenn bestimmt wird, dass das Kältemittel nicht aus den Kältemittelpassagen **41** bis **44** und der Umgehungspassage **65** ausläuft, wird der Betrieb des Rankine-Kreises **31** gestartet, aber wenn bestimmt wird, dass das Kältemittel

aus den Kältemittelpassagen **41** bis **44** und der Umgehungspassage **65** ausläuft, wird der Betrieb des Rankine-Kreises **31** nicht gestartet.

[0052] Ferner wird das Expansionseinrichtung-Drehmoment (zurückgewonnene Energie), das durch den Betrieb des Rankine-Kreises **31** erhalten wird, abgeschätzt, um zu bestimmen, ob das Expansionseinrichtung-Drehmoment positiv oder negativ ist. Der Grund dafür ist, dass das Expansionseinrichtung-Drehmoment erforderlich ist, um ein von einem Fahrzeug **1** verlangtes Zielantriebsdrehmoment zu verwalten. Ein Zielmotordrehmoment wird aus dem Zielantriebsdrehmoment bestimmt, aber wenn eine Zusatzlast auf den Verbrennungsmotor **2** aufgebracht wird, muss das durch den Verbrennungsmotor **2** erzeugte Drehmoment dementsprechend erhöht werden, um das Zielantriebsdrehmoment zu erhalten. In gleicher Weise wird diese Drehmomentaufbringung als unnötig erachtet, wenn das Zielantriebsdrehmoment durch Einkuppeln der Expansionseinrichtung-Kupplung **35**, so dass das Expansionseinrichtung-Drehmoment auf den Verbrennungsmotor **2** aufgebracht wird, weit übertroffen würde, und daher wird die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** vorzugsweise ausgekuppelt. Wenn die Expansionseinrichtung-Kupplung in einem Fall, in dem das Expansionseinrichtung-Drehmoment negativ ist, eingekuppelt ist, verringert sich das Motordrehmoment andererseits tatsächlich und daher wird die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** zu diesem Zeitpunkt vorzugsweise ausgekuppelt. Da das Expansionseinrichtung-Drehmoment erforderlich ist, um das Zielantriebsdrehmoment zu verwalten, wird somit das Expansionseinrichtung-Drehmoment abgeschätzt, um den ungefähren Wert davon zu bestimmen.

[0053] Wenn das abgeschätzte Expansionseinrichtung-Drehmoment positiv ist (wenn die Rotation der Motorausgangswelle unterstützt werden kann), ist die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** beispielsweise eingekuppelt, und die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** ist ausgekuppelt, wenn das abgeschätzte Expansionseinrichtung-Drehmoment null oder negativ ist.

[0054] Was ein Verfahren eines Abschätzens des Expansionseinrichtung-Drehmoments betrifft, kann das Expansionseinrichtung-Drehmoment einfach auf der Basis eines Werts abgeschätzt werden, der durch Subtrahieren des Kältemittelpumpeinlassdrucks P_s von dem WärmetauscherAuslassdruck P_d erhalten wird. Das Expansionseinrichtung-Drehmoment wird abgeschätzt, dauerhaft größer zu sein, wenn der Druckunterschied zwischen P_d und P_s ansteigt. Alternativ wird eine Enthalpie h_1 in dem durch die Kältemittelpassage **42** strömendem Kältemittel auf der Basis des WärmetauscherAuslassdrucks P_d und der WärmetauscherAuslasstemperatur T_d berechnet, und eine Enthalpie h_2 in dem durch die

Kältemittelpassage **44** strömenden Kältemittels wird auf der Basis des Kältemittelpumpeneinlassdrucks P_s und der Kältemittelpumpeneinlasstemperatur T_s berechnet. Das Expansionseinrichtung-Drehmoment wird dann aus einer Differenz $h_2 - h_1$ zwischen den zwei Enthalpiewerten abgeschätzt. Das Expansionseinrichtung-Drehmoment wird abgeschätzt, dauerhaft größer zu sein, wenn die Differenz zwischen h_1 und h_2 ansteigt.

[0055] Hier ist die Enthalpie h_1 eine Funktion des Wärmetauscher-auslassdrucks P_d und der Wärmetauscher-auslasstemperatur T_d , und daher kann ein Kennfeld der Enthalpie h_1 , das den Wärmetauscher-auslassdruck P_d und die Wärmetauscher-auslasstemperatur T_d als Parameter hat, vorab erzeugt und gespeichert werden. In gleicher Weise ist die Enthalpie h_2 eine Funktion des Kältemittelpumpeneinlassdrucks P_s und der Kältemittelpumpeneinlasstemperatur T_s , und daher kann ein Kennfeld der Enthalpie h_2 , das den Kältemittelpumpeneinlassdruck P_s und die Kältemittelpumpeneinlasstemperatur T_s als Parameter hat, vorab erzeugt und gespeichert werden.

[0056] Zusätzlich werden der Wärmetauscher-auslassdruck P_d und die Wärmetauscher-auslasstemperatur T_d auch verwendet, um zu bestimmen, ob der Druck des durch den Rankine-Kreis **31** strömenden Kältemittels abnorm hoch ist, oder nicht, oder ob die Temperatur des durch den Rankine-Kreis strömenden Kältemittels abnorm hoch ist, oder nicht. Spezieller wird, wenn der Wärmetauscher-auslassdruck P_d gleich oder niedriger als ein oberer Druckgrenzwert ist, bestimmt, dass der Druck nicht abnorm hoch ist, und wenn die Wärmetauscher-auslasstemperatur T_d gleich oder niedriger als ein oberer Temperaturgrenzwert ist, wird bestimmt, dass die Temperatur nicht abnorm hoch ist. In diesem Fall wird der Betrieb des Rankine-Kreises **31** fortgesetzt. Andernfalls wird, wenn der Wärmetauscher-auslassdruck P_d den oberen Druckgrenzwert überschreitet, bestimmt, dass der Druck abnorm hoch ist, und, wenn die Wärmetauscher-auslasstemperatur T_d den oberen Temperaturgrenzwert überschreitet, wird bestimmt, dass die Temperatur abnorm hoch ist. In diesem Fall wird der Betrieb des Rankine-Kreises **31** angehalten.

[0057] Um den Rankine-Kreis **31** zu betreiben, wird ein Abarbeiten in zwei Stufen ausgeführt. Spezieller wird in einer ersten Stufe die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** zunächst eingekuppelt und das Umgehungsventil **66** wird geöffnet, wobei die Kältemittelpumpe **32** nutzlos rotiert wird, so dass sich das Kältemittel durch sämtliche von den Kältemittelpassagen **44**, **41**, **42**, der Umgehungspassage **65** und der Kühlmittepassage **43** verteilt. In einer zweiten Stufe wird das Umgehungsventil **66** geschlossen, so dass das verdampfte Kältemittel der Expansionseinrichtung **37** zugeführt wird, wobei die Expansionseinrichtung **37** angetrieben wird.

[0058] Andererseits wird, um einen Betrieb des Rankine-Kreises **31** anzuhalten, die Expansionseinrichtung **37** durch öffnen des Umgehungsventils **66** und dann, nach einer vorbestimmten Zeit (einem Verzögerungszeitraum), die auf das Öffnen-Timing des Umgehungsventils **66** folgt, verstrichen ist, durch Auskuppeln der Expansionseinrichtung-Kupplung **35** über Anwenden eines AUS-Signals auf die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** angehalten. Wenn ein Vorne-Hinten-Differenzdruck (darauf wird sich nachstehend als ein "Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck) bezogen) in der Expansionseinrichtung **37** existiert, rotiert die Expansionseinrichtung **37**, und daher wird der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck durch öffnen des Umgehungsventils **66**, so dass das Kältemittel die Expansionseinrichtung **37** umgeht, beseitigt. Selbst nachdem der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck beseitigt wurde, rotieren die Expansionseinrichtung **37** durch eine Trägheit weiter, aber die Rotation davon nimmt allmählich ab, so dass die Expansionseinrichtung **37** schlussendlich anhält (der Betrieb des Rankine-Kreises **31** ist angehalten).

[0059] Hier ist der Grund für ein Auskuppeln der Expansionseinrichtung-Kupplung **35**, nachdem auf das Öffnen-Timing des Umgehungsventils **66** folgend eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist, wie folgend. Wenn die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** ausgekuppelt wird, so dass die Expansionseinrichtung **37** von der Rotationswelle des Motors getrennt ist, bevor das Umgehungsventil **66** geöffnet wird, tritt die Expansionseinrichtung **37** in einen lastfreien Zustand ein, während der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck fortgesetzt existiert. Als ein Ergebnis erhöht sich eine Drehzahl der Expansionseinrichtung **37** rasch, wobei verursacht wird, dass die Expansionseinrichtung **37** überdreht. Somit wird, um ein Überdrehen der Expansionseinrichtung **37** zu verhindern, zuerst das Umgehungsventil **66** geöffnet und dann, nachdem sich der Vorne-Hinten-Differenzdruck der Expansionseinrichtung **37** verringert hat, wird die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** von einem eingekuppelten Zustand in einen ausgekuppelten Zustand geschaltet.

[0060] Wenn die Expansionseinrichtung **37** angehalten wird, kann das Umgehungsventil **66**, selbst nachdem eine Öffnen-Anweisung an das Umgehungsventil **66** ausgegeben ist, im geschlossenen Zustand steckenbleibend verbleiben. Nachstehend wird sich auf eine Situation, in der das Umgehungsventil **66**, selbst nachdem eine Öffnen-Anweisung an das Umgehungsventil **66** ausgegeben ist, in dem geschlossenen Zustand steckenbleibend verbleibt, als ein "Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben" bezogen. Wenn das Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben auftritt, kann die Kältemittelzufuhr zu der Expansionseinrichtung **37** nicht angehalten werden, und daher existiert der Expansionseinrichtung

tung-Vorder-Hinter-Differenzdruck fortgesetzt. Dementsprechend kann, wenn, nachdem die vorbestimmte Zeit dem Timing, zu dem die Öffnen-Anweisung an das Umgehungsventil **66** ausgegeben wird, folgend verstreicht, die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand geschaltet wird, die Drehzahl der Expansionseinrichtung rasch ansteigen, wobei verursacht wird, dass die Expansionseinrichtung **37** überdreht. Es ist daher nötig, Gegenmaßnahmen, die ausgeführt werden müssen, wenn ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben auftritt (nachstehend wird sich darauf als ein "während-Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben" bezogen) in Betracht zu ziehen. Jedoch enthält die konventionelle Einrichtung keine Beschreibung, welche Art von Gegenmaßnahmen auch immer während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens auszuführen sind.

[0061] Somit wird, wenn während eines Anhaltens der Expansionseinrichtung **37** ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben auftritt, in der vorliegenden Erfindung ein Abarbeiten (Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzendes Abarbeiten) ausgeführt, um den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck auf einen vorbestimmten festen Wert zu begrenzen, während die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** in dem eingekuppelten Zustand verbleibt. Hier ist der "feste Wert" ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck, bei dem die Expansionseinrichtung-Drehzahl auf oder unterhalb eines zulässigen oberen Grenzwerts verbleibt (mit anderen Worten tritt ein Überdrehen, das den zulässigen oberen Grenzwert überschreitet, nicht auf), selbst wenn die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** von dem eingekuppelten in den ausgekuppelten Zustand geschaltet wird. Dieser feste Wert wird vorab durch Anpassen bestimmt. Genauer wird, um den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck auf den vorbestimmten festen Wert zu begrenzen, ein Abarbeiten (Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringermendes Abarbeiten) ausgeführt, um, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einen Fall, in dem das Umgehungsventil nicht in dem geschlossenen Zustand fest ist), den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck zu verringern.

[0062] Zu diesem Zweck wird in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein nachstehend in (1) und (2) beschriebenes Abarbeiten als das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks zusammen ausgeführt.

(1) Eine Wärmemenge (eine eingegebene Wärmemenge, die in dem Kältemittel durch den Wärmetauscher **36** wiedergewonnen wird, wird, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsven-

til-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, verringert. Der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck wird erzeugt, wenn Wärme in dem Kältemittel durch den Wärmetauscher **36** wiedergewonnen wird. Umgekehrt formuliert, verringert sich der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck natürlich, wenn keine Wärme durch den Wärmetauscher **36** in dem Kältemittel wiedergewonnen wird.

(2) Eine Wärmemenge (eine abgegebene Wärmemenge), die von dem Kältemittel durch den Kondensator **38** abgegeben wird, wird, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, verringert. Der Grund dafür ist, dass, wenn das Kältemittel durch den Kondensator **38** nicht gekühlt wird, der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck abnimmt.

[0063] Das Abarbeiten von (1) und (2), das durch die Motor-Steuerungseinrichtung **71** ausgeführt wird, wird nachstehend unter Bezugnahme auf Ablaufdiagramme beschrieben. Ein in **Fig. 2** gezeigter Ablauf wird in festen Zeitabständen (beispielsweise alle 10 ms) ausgeführt, um das Expansionseinrichtung-anhaltende Abarbeiten auszuführen.

[0064] In Schritt 1 wird ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker (zum Zeitpunkt eines Motoranlassens ursprünglich auf null gesetzt) überprüft. Es wird hier angenommen, dass der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 0, und daher schreitet die Routine zu Schritt 2 fort, in dem eine Anweisung zum Öffnen des Umgehungsventils **66** ausgegeben wird.

[0065] In Schritt 3 wird eine Bestimmung getätigt, ob eine vorbestimmte Zeit nach einem Ausgeben der Anweisung zum Öffnen des Umgehungsventils **66** verstrichen ist, oder nicht. Hier ist die vorbestimmte Zeit eine Zeitdauer, die sich von dem Timing, bei dem die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand geschaltet wird, bis zu einem Timing, bei dem die Expansionseinrichtung-Drehzahl in dem ausgekuppelten Zustand auf oder unter den zulässigen oberen Grenzwert fällt, erstreckt. Die vorbestimmte Zeit wird vorab eingestellt, so dass sie einen Spielraum enthält. Wenn bestimmt wird, dass die vorbestimmte Zeit nach einem Ausgeben der Anweisung, das Umgehungsventil **66** zu öffnen, nicht verstrichen ist, wird das derzeitige Abarbeiten beendet, wie es ist.

[0066] Wenn in Schritt 3 bestimmt wird, dass die vorbestimmte Zeit nach einem Ausgeben der Anweisung zum Öffnen des Umgehungsventils **66**, verstrichen ist, schreitet die Routine zu Schritt 4 fort, in dem eine Druckdifferenz zwischen dem durch den Drucksensor **72** erfassten WärmetauscherAuslassdruck Pd und einem Expansionseinrichtung-Auslassdruck Pc

[MPa] als ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck ΔP [MPa] berechnet wird. Der Expansionseinrichtung-Auslassdruck PC wird durch einen Drucksensor **83** erfasst (siehe **Fig. 1**).

[0067] Anstatt des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks ΔP kann beispielsweise ein Differenzdruck zwischen dem durch den Drucksensor **72** erfassten Wärmetauscher-Auslassdruck Pd und den durch den Drucksensor **73** erfassten Kältemittelpumpeneinlassdruck Ps verwendet werden. In diesem Fall verschlechtert sich die Erfassungsgenauigkeit geringfügig, aber da die zwei existierenden Drucksensoren **72**, **73** verwendet werden, kann ein Kostenanstieg verhindert werden.

[0068] In Schritt 5 wird der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck ΔP mit einem vorbestimmten Wert X [MPa] verglichen. Hier ist der vorbestimmte Wert X ein voreingestellter Wert, der verwendet wird, um zu bestimmen, ob ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben aufgetreten ist, oder nicht. Wenn der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck ΔP , der erhalten wird, wenn die vorbestimmte Zeit nach einem Ausgeben der Anweisung, zum Öffnen des Umgehungsventil **66** verstrichen ist, kleiner als der vorbestimmte Wert X ist, wird bestimmt, dass ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, und in Schritt 6 wird eine AUS-Anweisung an die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** ausgegeben.

[0069] Wenn in Schritt 5 bestimmt wird, dass der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck ΔP , der erhalten wird, wenn die vorbestimmte Zeit nach einem Ausgeben der Anweisung zum Öffnen des Umgehungsventils **66**, verstrichen ist, gleich dem vorbestimmten Wert X ist oder ihn überschreitet, wird bestimmt, dass ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben aufgetreten ist, und der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker wird in Schritt 7 auf 1 gesetzt. Der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker wird dann in einem in **Fig. 3** gezeigten Ablauf (wird später beschrieben) verwendet. Da in Schritt 7 der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 1, kann die Routine während eines nachfolgenden Abarbeitens nicht von Schritt 1 zu Schritt 2 und weiter fortschreiten. Mit anderen Worten wird die Bestimmung nicht wieder ausgeführt, wenn bestimmt wird, dass das Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben aufgetreten ist.

[0070] Der in **Fig. 3** gezeigte Ablauf wird in festen Zeitabständen (beispielsweise alle 10 ms) auf den Ablauf von **Fig. 2** folgend ausgeführt, um ein Abarbeiten auszuführen, um den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens zu verringern.

[0071] In Schritt 11 wird der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker (in **Fig. 2** gesetzt) überprüft. Wenn der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 0, wird bestimmt, dass das Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, und das Abarbeiten wird beendet, wie es ist.

[0072] Wenn in Schritt 11 bestimmt wird, dass der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 1, wird bestimmt, dass Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben aufgetreten ist, und die Routine schreitet zu den Schritten 12 und 13 fort. In den Schritten 12 und 13 werden Schließen-Anweisungen an ein Wasserpassagenventil **85** und das Steuerungsventil **26** ausgegeben, um die Wärmemenge (die eingegebene Wärmemenge), die durch den Wärmetauscher **36** in dem Kältemittel wiedergewonnen wird, zu verringern. Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist das Wasserpassagenventil **85** ein normal geöffnetes Auf-Zu-Ventil, das neu in der ersten Kühlwasserumgehungspassage **24** zwischengeschaltet ist, um die durch den Wärmetauscher **36** in dem Kältemittel wiedergewonnene Wärmemenge zu verringern. Ferner wird das Steuerungsventil **26** als ein zweites Wasserpassagenventil zum Verringern der durch den Wärmetauscher **36** in dem Kältemittel wiedergewonnenen Wärmemenge verwendet. Wenn das Wasserpassagenventil **85** und das Steuerungsventil **26** geschlossen sind, strömt durch den Verbrennungsmotor **2** oder die Abwärmewiedergewinnungseinrichtung **22** erwärmtes Kühlwasser nicht durch den Wärmetauscher **36**, und daher wird die in dem Kältemittel durch den Wärmetauscher **36** wiedergewonnene Wärmemenge verringert. Durch Verringern der in dem Kältemittel durch den Wärmetauscher **36** wiedergewonnenen Wärmemenge vor dem Schließen des Wasserpassagenventils **85** und des Steuerungsventils **26**, wird der Wärmetauscher-Auslassdruck Pd verringert. Als ein Ergebnis wird der Vorne-Hinten-Differenzdruck ΔP der Expansionseinrichtung **37** vor dem Schließen des Wasserpassagenventils **85** und des Steuerungsventils **26** verringert.

[0073] In Schritt 14 wird eine durch den Kühlwassertemperatursensor **74** erfasste Motorkühlwassertemperatur Tw [°C] mit einem vorbestimmten Wert C [°C] verglichen, und ein Zustand eines Klimaanlage-schalters **59** (siehe **Fig. 1**) wird überprüft. Hier ist eine Situation, in der das Kühlwasser des Verbrennungsmotors **2** kocht, so dass der Motor nicht in geeigneter Weise gekühlt werden kann, als ein Überhitzen des Verbrennungsmotors **2** bekannt, und der vorbestimmte Wert C wird vorab auf einen Wert eingestellt, um zu bestimmen, ob der Verbrennungsmotor **2** überhitzt ist, oder nicht. Wenn in Schritt 14 bestimmt wird, dass die Motorkühlwassertemperatur Tw gleich dem vorbestimmten Wert C ist, oder ihn überschreitet, wird bestimmt, dass, wenn der Radiatorventilator **12** AUS-geschaltet ist, der Verbrennungsmotor **2** überhitzen

kann, und daher schreitet die Routine zu Schritt 16 fort, in dem eine EIN-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wird. Der Zweck von diesem Schritt ist es, ein Abarbeiten zum Sicherstellen, dass der Verbrennungsmotor **2** nicht überhitzt, Priorität über das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens einzuräumen. Der Grund, warum der Radiatorventilator **12** von dem Radiator **11** und dem Kondensator **38** geteilt wird, anstatt den Kondensator **38** mit einem zugehörigen Ventilator zu versehen, ist, Raum zu sparen und Kosten zu reduzieren. Jedoch können sich, da der Ventilator **12** geteilt wird, das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens und das Abarbeiten zum Sicherstellen, dass der Verbrennungsmotor **2** nicht überhitzt, überschneiden. Somit ist dem Abarbeiten zum Sicherstellen, dass der Verbrennungsmotor **2** nicht überhitzt, Priorität eingeräumt, wenn sich die zwei Typen von Abarbeitungen überschneiden.

[0074] Ferner wird, wenn der Klimaanlageenschalter **59** in Schritt 14 EIN-geschaltet ist, bestimmt, dass, wenn der Radiatorventilator **12** AUS-geschaltet ist, ein Kühlen des Kältemittels durch den Kondensator **53** verschlechtert wird (ein Klimatisierungseffekt wird verschlechtert). Daher schreitet die Routine zu Schritt 16 fort, in dem eine EIN-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wird. Der Zweck von diesem Schritt ist es, ein Abarbeiten zum Sicherstellen, dass ein Kühlen des Kältemittels durch den Kondensator **53** nicht verschlechtert wird, Priorität über das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens einzuräumen. Der Grund, warum der Radiatorventilator **12** von dem Radiator **11** und dem Kondensator **53** geteilt wird, anstatt den Kondensator **53** mit einem zugeordneten Ventilator zu versehen, ist, Raum zu sparen und Kosten zu reduzieren. Jedoch können sich, da der Ventilator **12** geteilt wird, das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens und das Abarbeiten zum Sicherstellen, dass ein Kühlen des Kältemittels durch den Kondensator **53** nicht verschlechtert wird, überschneiden. Somit wird, wenn sich die zwei Typen von Abarbeitungen überschneiden, dem Abarbeiten zum Sicherstellen, dass ein Kühlen des Kältemittels durch den Kondensator **53** nicht verschlechtert wird, Priorität eingeräumt. Mit anderen Worten wird in Fällen, in denen der Verbrennungsmotor **2** überhitzt würde oder ein Kühlen des Kältemittels durch den Kondensator **53** verschlechtert würde wenn der Radiatorfan **12** AUS-geschaltet wurde, der Radiatorventilator **12** nicht angehalten.

[0075] Wenn in Schritt 14 bestimmt wird, dass die Motorkühlwassertemperatur T_w niedriger als der vorbestimmte Wert C ist, und der Klimaanlageenschalter **59** AUS-geschaltet ist, schreitet die Routine zu Schritt 15 fort. In Schritt 15 wird eine AUS-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben, um die Wärmemenge (die abgegebene Wärmemenge), die von dem Kältemittel durch den Kondensator **38** abgegeben wird, zu verringern. Der Radiatorventilator **12** kühlt das Kältemittel sowohl durch Blasen von Luft auf den Kondensator **38** als auch durch Kühlen des Radiators **11**. Wenn die durch den Kondensator **38** von dem Kältemittel abgegebene Wärmemenge durch Anhalten des Radiatorventilators **12** verringert wird, verschlechtert sich ein Kühlen des Kältemittels durch den Kondensator **38**. Wenn ein Kühlen verschlechtert wird, steigt dementsprechend die Kältemitteltemperatur an dem Auslass des Kondensators **38** an, und als Ergebnis fällt, im Vergleich mit dem Differenzdruck bevor der Radiatorventilator **12** angehalten wird, der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck ab.

[0076] Andererseits kann, wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird, das Motorkühlwasser nicht länger ausreichend gekühlt werden, und daher steigt die Temperatur des Motorkühlwassers im Vergleich mit der Temperatur, bevor der Radiatorventilator **12** angehalten wird, mit dem Ergebnis an, dass der Verbrennungsmotor **2** überhitzen kann. Darüber hinaus kann, wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird während der Klimaanlageenschalter **59** EIN-geschaltet ist, der Fahrzeuginnenraum nicht ausreichend gekühlt werden. Somit schreitet, wenn die Motorkühlwassertemperatur T_w in Schritt 14 den vorbestimmten Wert C erreicht oder überschreitet nachdem eine AUS-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wurde, die Routine zu Schritt 16 fort, in dem eine EIN-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wird. Ferner schreitet die Routine zu Schritt 16 fort, in dem, nachdem eine AUS-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wurde, eine EIN-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wird, wenn der Klimaanlageenschalter **59** von AUS auf EIN geschaltet wird.

[0077] Hier werden Aktionen und Effekte der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0078] In der vorliegenden Ausführungsform enthält die Einrichtung: den Übertragungsmechanismus, der konfiguriert ist, die Ausgangswelle der Expansionseinrichtung **37** über die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** an die Rotationswelle des Verbrennungsmotors **2** zu koppeln; die Expansionseinrichtung-Umgehungspassage **65** (die Passage, durch die das aus dem Wärmetauscher austretende Kältemittel strömt, um so die Expansionseinrichtung zu umgehen); und das Umgehungsventil **66**. Wenn die Expansionseinrichtung **37** anzuhalten ist, wird,

nachdem das Umgehungsventil **66** von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand geschaltet ist, die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** von dem eingekuppelten Zustand in den ausgekuppelten Zustand geschaltet. Eine Voraussetzung, für diese Einrichtung zum Verwenden von Wärme, die durch einen Verbrennungsmotor vergeudet wird, ist, dass während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens (d. h. wenn das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt) ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzendes Abarbeiten ausgeführt wird, um den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck zu begrenzen während die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** in dem eingekuppelten Zustand beibehalten wird. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann, während die Expansionseinrichtung **37** angehalten wird, ein Überdrehen der Expansionseinrichtung **37** selbst in einem Fall verhindert werden, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben auftritt (selbst wenn das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckenbleibt).

[0079] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzende Abarbeiten ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringertes Abarbeiten, in dem der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einen Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist), verringert wird. Durch Verringern des Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdrucks kann ein Überdrehen der Expansionseinrichtung **37** verhindert werden. Wenn der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck letztendlich die Nähe von null erreicht, kann die Expansionseinrichtung **37** angehalten werden.

[0080] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringemde Abarbeiten ein eingegebene-Wärmemenge-verringertes Abarbeiten (siehe Schritte 11, 12 und 13 in **Fig. 3**), in dem die durch den Wärmetauscher **36** in dem Kältemittel wiedergewonnene Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist), verringert wird. Durch Verringern der Wärmemenge (der eingegebenen Wärmemenge), die durch den Wärmetauscher **36** wiedergewonnen wird, kann der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck verringert werden.

[0081] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenz-

druck-verringemde Abarbeiten ein abgegebene-Wärmemenge-verringertes Abarbeiten (siehe Schritte 11 und 15 in **Fig. 3**), in dem die durch den Kondensator **38** von dem Kältemittel abgegebene Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einen Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist) verringert wird. Durch Verringern der Wärmemenge (der abgegebenen Wärmemenge), die durch den Kondensator **38** von dem Kältemittel abgegeben wird, kann der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck verringert werden.

[0082] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Kondensator **38** parallel zu dem das Motorkühlwasser kühlenden Radiator **11** angeordnet, so dass der Kondensator **38** durch den Radiatorventilator **12** gekühlt wird. In diesem Fall kann, wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird während die Temperatur des Motorkühlwassers auf oder oberhalb des vorbestimmten Werts C verbleibt, der Verbrennungsmotor **2** überhitzen. Andererseits ist das abgegebene-Wärmemenge-verringemde Abarbeiten in der vorliegenden Ausführungsform ein Radiatorventilator-anhaltendes Abarbeiten zum Anhalten des Radiatorventilators **12**. Wenn die Motorkühlwassertemperatur T_w gleich oder höher als der vorbestimmte Wert C ist, wird der Radiatorventilator **12**, selbst während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens (selbst wenn das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist) nicht angehalten (siehe Schritte 11, 14 und 16 in **Fig. 3**). Als ein Ergebnis kann verhindert werden, dass der Verbrennungsmotor **2** überhitzt.

(Zweite Ausführungsform)

[0083] Ein in **Fig. 4** gezeigter Ablauf betrifft eine zweite Ausführungsform und ersetzt den in **Fig. 3** gezeigten Ablauf der ersten Ausführungsform. Mit anderen Worten wird der in **Fig. 4** gezeigte Ablauf in festen Zeitabständen (beispielsweise alle 10 ms) dem Ablauf von **Fig. 2** folgend ausgeführt, um ein Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens zu verringern. Teilen, die identisch zu dem Ablauf von **Fig. 3** sind, wurden identische Bezugszeichen zugeordnet.

[0084] In der zweiten Ausführungsform wird ein nachstehend in (3) beschriebenes Abarbeiten zusätzlich als das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks ausgeführt.

(3) Eine Arbeitslast der Expansionseinrichtung **37** wird, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, verringert.

[0085] Hauptsächlich werden Teile, die sich von dem in **Fig. 3** gezeigten Ablauf der ersten Ausführungsform unterscheiden, beschrieben. Wenn in Schritt 11 der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 1, schreitet die Routine zu Schritt 21 fort, in dem, verglichen mit einem Fall, in dem der Umgehungsventil-Steckenbleiben-Merker = 0, eine Motordrehzahl N_e um ein festes Ausmaß erhöht wird, um die Arbeitslast der Expansionseinrichtung **37** zu verringern.

[0086] Die Rotationswelle des Verbrennungsmotors **2** rotiert mit der Kältemittelpumpe **32**, und daher wird die Drehzahl der Kältemittelpumpe **32** durch Erhöhen der Motordrehzahl N_e um ein festes Ausmaß erhöht, was zu einem Anstieg der Durchflussmenge des durch die Kältemittelpumpe **32** zu dem Wärmetauscher **36** hin ausgestoßenen Kältemittels führt. Bei der Kältemitteldurchflussmenge bevor die Drehzahl der Kältemittelpumpe **32** erhöht wird kann das gesamte Kältemittel durch den Wärmetauscher **36** verdampft werden, aber wenn die Kältemitteldurchflussmenge durch Erhöhen der Drehzahl der Kältemittelpumpe **32** erhöht wird, wird die Wärmemenge, die durch das Kältemittel in dem Wärmetauscher **36** aufgenommen werden kann, mit dem Ergebnis, dass beispielsweise ein Teil des Kältemittels nicht länger verdampft werden kann, unzureichend. Der Grund für dieses ist, dass die Kältemitteldurchflussmenge vorab so bestimmt wird, dass bei einer Wärmemenge (einer Menge von erhaltener Wärme, einer Menge von wiedergewonnener Wärme), die in dem Kältemittel durch den Wärmetauscher **36** wiedergewonnen werden kann, das gesamte Kältemittel verdampft werden kann, und daher kann, wenn das Kältemittel bei einer höheren Durchflussmenge als der vorbestimmten Durchflussmenge in den Wärmetauscher **36** strömt, ein Teil des Kältemittels nicht verdampft werden. Somit wird das feste Ausmaß, das als das Erhöhungsausmaß der Motordrehzahl dient, vorab so bestimmt, dass eine Kältemitteldurchflussmenge, bei der ein Teil des Kältemittels nicht durch den Wärmetauscher **36** verdampft werden kann, erhalten werden kann. Es sollte beachtet werden, dass, wenn die Kältemittelpumpe, wie in **Fig. 13** gezeigt (wird später beschrieben) durch einen Motor **151** angetrieben wird, eine Drehzahl des Motors **151**, verglichen mit dem Fall, in dem der Umgehungsventil-Steckenbleiben-Merker = 0, um ein festes Ausmaß erhöht werden kann. Hierbei wird die Wärmemenge, die in dem Wärmetauscher **36** durch das Kältemittel aufgenommen werden kann, unzureichend, mit dem Ergebnis, dass ein Teil des Kältemittels nicht länger verdampft werden kann. Das feste Ausmaß, das als das Ausmaß dient, um das die Motordrehzahl zu erhöhen ist, wird vorab so bestimmt, dass eine Kältemitteldurchflussmenge erhalten wird, bei der ein Teil des Kältemittels durch den Wärmetauscher **36** nicht verdampft werden kann.

[0087] Wenn das Kältemittel in einem Zustand, in dem ein Teil davon durch den Wärmetauscher **36** nicht verdampft wurde, zu der Expansionseinrichtung **37** zugeführt wird, verringert sich die Arbeitslast der Expansionseinrichtung **37** dementsprechend. Wenn sich die Arbeitslast der Expansionseinrichtung **37** verringert, verringert sich die Drehzahl der Expansionseinrichtung **37**.

[0088] Somit ist das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringern Abarbeiten in der zweiten Ausführungsform ein Expansionseinrichtung-Arbeitslast-verringern Abarbeiten, in dem die Arbeitslast der Expansionseinrichtung **37**, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einen Fall, bei dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist), verringert wird. Durch Verringern der Arbeitslast der Expansionseinrichtung **37** kann die Drehzahl der Expansionseinrichtung **37** verringert werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0089] **Fig. 5** ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt. Teilen, die identisch zu der in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsformen sind, wurden identische Bezugszeichen zugeordnet. Es sollte beachtet werden, dass der Motorkühlwasserkreis teilweise in **Fig. 5** weggelassen wurde. Ferner ist von dem Kühlkreis **51** nur der Kondensator **53** gezeigt.

[0090] Die erste und zweite Ausführungsform waren auf das Verbrennungsmotor-betriebene Fahrzeug **1** angewendet, wohingegen die dritte Ausführungsform auf ein Hybridfahrzeug **1'** angewendet ist. Wie gut bekannt, wird ein starkes elektrisches System, das hauptsächlich aus einer starken elektrischen Batterie, einem Inverter, der einen Gleichstrom von der starken elektrischen Batterie in einen Wechselstrom umwandelt, und einem Motor, der durch den Wechselstrom von dem Inverter rotiert werden kann, besteht, auf das Hybridfahrzeug **1'** angewendet. In diesem Fall können sowohl der Motor als auch der Inverter, die das starke elektrische System bilden, hohe Temperaturen erreichen, und daher müssen jeweilige Innenräume des Motors und des Inverters gekühlt werden, um so nicht Temperaturen, bei denen die Funktionen des Motors und des Inverters sichergestellt sind, zu überschreiten.

[0091] Zu diesem Zweck ist, wenn der Rankine-Kreis **31** auf das Hybridfahrzeug **1'** angewendet wird, die Kondensatoranordnung gegenüber der des Verbrennungsmotor-betriebenen Fahrzeugs **1** modifiziert. Speziell wird der Kondensator **38** in der ersten und zweiten Ausführungsform durch Luft gekühlt, wohingegen in der dritten Ausführungsform ein was-

sergekühlter (flüssiggekühlter) Kondensator **38'** eingesetzt wird.

[0092] Der wassergekühlte Kondensator **38'** ist mit einer Kältemittelpassage **38'a** und einer Kühlwasserpassage **38'b** (einer Kühlflüssigkeitspassage) versehen. Ein Ende der Kältemittelpassage **38'a** ist mit der Kältemittelpassage **43** des Rankine-Kreises **31** verbunden, und ein anderes Ende ist mit der Kältemittelpassage **44** des Rankine-Kreises **31** verbunden.

[0093] Andererseits wird durch einen Sub-Radiator **91** gekühltes Kühlwasser (nachstehend wird sich darauf als "zweites Kühlwasser" bezogen, um das zweite Kühlwasser von dem Motorkühlwasser zu unterscheiden) über Kühlwasserpässagen **101**, **102** (Kühlflüssigkeitspassagen) durch die Kühlwasserpassage **38'b** zirkuliert. Zu diesem Zweck ist ein Ende von jeder der Kühlwasserpässagen **101**, **102** mit der Kühlwasserpassage **38'b** verbunden, und ein anderes Ende von jedem der Kühlwasserpässagen **101**, **102** ist mit dem Sub-Radiator **91** verbunden. Hier strömen, wenn der gesamte wassergekühlte Kondensator **38'** von oben gesehen wird, das zweite Kühlwasser und das Kältemittel des Rankine-Kreises **31** in entgegengesetzten Richtungen.

[0094] Der Sub-Radiator **91** ist parallel zu dem Radiator **11** angeordnet, um so durch den Fahrzeugfahrwind oder den Kühlventilator **12** gekühlt zu werden. Eine Kühlwasserpumpe **92** (eine Kühlflüssigkeitspumpe) ist an einem Auslass des Sub-Radiators **91** vorgesehen, um das zweite Kühlwasser (zweite Kühlflüssigkeit) zu zirkulieren.

[0095] Die Kühlwasserpumpe **92**, die durch einen Motor **93** angetrieben wird, enthält eine Stromwert-einstelleinrichtung **94**, um so in der Lage zu sein, einen Wert eines Stroms, der durch den Motor **93** fließt, einzustellen. Der Wert des durch den Motor **93** fließenden Stroms kann durch die Stromwert-einstelleinrichtung **94** leistungsgesteuert (eingestellt) werden. Eine Batterie wird als eine Energiezufuhr der Stromwert-einstelleinrichtung **94** verwendet. Beispielsweise verbleibt, wenn ein EIN-Leistungswert, der an die Stromwert-einstelleinrichtung **94** angelegt wird, 0% ist, der Motor **93** in einem nicht-angetriebenen Zustand und die Kühlwasserpumpe **92** rotiert nicht. Wenn der an die Stromwert-einstelleinrichtung **94** angelegte EIN-Leistungswert bei einem Maximum von 100% ist, tritt der Motor **93** in einen angetriebenen Zustand ein, und die Kühlwasserpumpe **92** rotiert, um so das Kühlwasser bei einer maximalen Durchflussmenge auszustoßen.

[0096] Eine Kühlwasserpassage **111** für den Motor, eine Kühlwasserpassage **112** für den Inverter und ein wassergekühlter Zwischenkühler **113** sind in der Kühlwasserpassage **101** stromabwärts von der Kühlwasserpumpe **92** in Reihe angeordnet, um den Mo-

tor und den Inverter, die das stark elektrische System bilden, zu kühlen. Als ein Ergebnis werden der Motor und der Inverter durch Kühlwasser von dem Sub-Radiator **91** gekühlt, um nicht Temperaturen, bei denen die Funktion des Motors und des Inverters sichergestellt werden können, zu überschreiten. Ein Temperatursensor **121** zum Erfassen der Temperatur des zweiten Kühlwassers ist auch in der Kühlwasserpassage **101** stromabwärts von der Kühlwasserpumpe **92** vorgesehen.

[0097] Ein in **Fig. 6** gezeigter Ablauf betrifft eine dritte Ausführungsform und ersetzt den in **Fig. 4** gezeigten Ablauf der zweiten Ausführungsform. Mit anderen Worten wird der in **Fig. 6** gezeigte Ablauf in festen Zeitabständen (beispielsweise alle 10 ms) dem Ablauf von **Fig. 2** folgend ausgeführt, um ein Abarbeiten auszuführen, um den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens zu reduzieren. Teilen, die identisch zu dem in **Fig. 4** gezeigten Ablauf der zweiten Ausführungsform sind, wurden mit identischen Bezugszeichen versehen.

[0098] Der Ablauf der dritten Ausführungsform unterscheidet sich von dem in **Fig. 4** gezeigten Ablauf der zweiten Ausführungsform darin, dass als Reaktion auf ein Hinzunehmen des starken elektrischen Systems die Schritte **31** bis **38** hinzugefügt werden. Zunächst wird der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker (in **Fig. 2** gesetzt) in Schritt **11** überprüft. Wenn der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 0, schreitet die Routine zu den Schritten **31** bis **33** fort.

[0099] In Schritt **31** wird ein während eines normalen Betriebs an die Stromwert-einstelleinrichtung **94** angelegter EIN-Leistungswert P_{duty1} [%] durch Abfragen einer Tabelle, die einen in **Fig. 7** gezeigten Inhalt hat, in Übereinstimmung mit einer durch den Temperatursensor **121** erfassten zweiten Kühlwassertemperatur T_{in} [°C] berechnet. Hier bedeutet "ein normaler Betrieb" einen Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist.

[0100] Wie durch eine durchgezogene Linie in **Fig. 7** gezeigt, verbleibt der normale EIN-Leistungswert P_{duty1} (fest) auf einem vorbestimmten Wert a [%] in der Nähe von 0 bis die Temperatur T_{in} des zweiten Kühlwassers einen vorbestimmten Wert d [°C] erreicht, und steigt dann an, wenn die Temperatur T_{in} des zweiten Kühlwassers ansteigt. Der Grund dafür ist, dass in einem Temperaturbereich, in dem die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} den vorbestimmten Wert d überschreitet, die Drehzahl der Kühlwasserpumpe **92** ansteigt wenn die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} ansteigt, was zu einem Anstieg der von der Kühlwasserpumpe **92** ausgestoßenen Kühlwassermenge führt, und als ein Ergebnis wird das zweite Kühlwasser durch den Sub-Radiator **91** wohlwollen-

der gekühlt. Es sollte beachtet werden, dass die Eigenschaft des an die Stromwerteeinstelleinrichtung **94** angelegten EIN-Leistungswerts während eines normalen Betriebs nicht notwendigerweise ein durch die durchgezogene Linie gezeigter stetiger Wert ist, und, wie durch eine überlagerte gepunktete Linie gezeigt, ein stufenförmiger Wert sein kann.

[0101] In Schritt 32 wird der während des normalen Betriebs berechnete EIN-Leistungswert P_{duty1} auf einen EIN-Leistungswert P_{duty} [%] eingestellt, und der Wert des EIN-Leistungswerts P_{duty} wird in Schritt 33 an ein Register ausgegeben.

[0102] Wenn in Schritt 11 der Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben-Merker = 1, schreitet die Routine andererseits zu Schritt 34 fort, in dem die durch den Temperatursensor **121** erfasste zweite Kühlwassertemperatur T_{in} [°C] mit einem vorbestimmten Wert b [°C] verglichen wird. Nachstehend wird eine Situation, in der das durch den Motor und den Inverter des starken elektrischen Systems strömende zweite Kühlwasser in einen überhitzten Zustand (beispielsweise verdampft) eintritt, so dass die Rotation des Motors verringert wird, oder sich der Motor nicht länger dreht, als "das starke elektrische System ist überhitzt" definiert. In Übereinstimmung mit dieser Definition wird der vorbestimmte Wert b vorab auf einen Wert eingestellt, um zu bestimmen, ob das starke elektrische System überhitzt ist, oder nicht.

[0103] Wenn in Schritt 34 bestimmt wird, dass die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} gleich dem vorbestimmten Wert b ist oder ihn überschreitet, wird bestimmt, dass, wenn der Radiatorventilator **12** AUSgeschaltet ist, so dass das zweite Kühlwasser durch den Sub-Radiator **91** nicht länger gekühlt wird, das starke elektrische System überhitzen kann. Zu diesem Zeitpunkt schreitet die Routine zu Schritt 35 fort, in dem eine EIN-Anweisung an den Radiatorventilator **12** ausgegeben wird, und die Operationen der Schritte 31 bis 33 werden dann ausgeführt. Der Zweck von diesem Schritt ist es, einem Abarbeiten zum Sicherstellen, dass das starke elektrische System nicht überhitzt, über das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorder-Hinter-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens Priorität einzuräumen. Der Grund, warum der Radiatorventilator **12** durch den Radiator **11** und den Sub-Radiator **91** geteilt wird, anstatt den Sub-Radiator **91** mit einem zugehörigen Ventilator vorzusehen, ist, Raum zu sparen, und Kosten zu verringern. Jedoch können, da der Ventilator **12** geteilt wird, sich das Abarbeiten zum Verringern des Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdrucks während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens und das Abarbeiten zum Sicherstellen, dass das starke elektrische System nicht überhitzt, überschneiden. Somit wird, wenn sich die zwei Typen von Abarbeitungen über-

schneiden, dem Abarbeiten zum Sicherstellen, dass das starke elektrische System nicht überhitzt, Priorität eingeräumt. Mit anderen Worten wird in einem Fall, in dem das starke elektrische System überhitzen kann wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird, so dass das zweite Kühlwasser nicht länger durch den Sub-Radiator **91** gekühlt wird, der Radiatorventilator **12** nicht angehalten.

[0104] Wenn in Schritt 34 bestimmt wird, dass die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} geringer als der vorbestimmte Wert b ist, schreitet die Routine zu den Schritten 36 bis 38 fort. Zunächst wird in Schritt 36 ein EIN-Leistungswert P_{duty2} [%], der während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens an die Stromwerteeinstelleinrichtung **94** angelegt wird, durch Abrufen einer Tabelle, die einen in **Fig. 8** gezeigten Inhalt hat, in Übereinstimmung mit der durch den Temperatursensor **121** erfassten zweiten Kühlwassertemperatur T_{in} [°C] berechnet.

[0105] Wie in **Fig. 8** gezeigt, verbleibt (ist fest) der während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens an die Stromwerteeinstelleinrichtung **94** angelegte EIN-Leistungswert P_{duty2} auf dem vorbestimmten Wert a [%] in der Nähe von 0 bis die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} den vorbestimmten Wert b [°C] erreicht, und erhöht sich dann in einer schrittweisen Art, um sich so der normalen Charakteristik anzupassen. Zum Vergleich ist in **Fig. 8** die normale Charakteristik als eine gepunktete Linie überlagert. Mit anderen Worten ist, wenn die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} zwischen dem vorbestimmten Wert d und dem vorbestimmten Wert b ist, der an die Stromwerteeinstelleinrichtung **94** angelegte EIN-Leistungswert kleiner als der während eines normalen Betriebs angelegte EIN-Leistungswert, und daher nimmt die Motordrehzahl ab, was zu einer Verringerung der durch die Kühlwasserpumpe **92** ausgestoßenen Kühlwassermenge führt.

[0106] Durch Verringern der Motordrehzahl während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens, so dass die durch die Kühlwasserpumpe **92** ausgestoßene Kühlwassermenge unter die während eines normalen Betriebs ausgestoßene Menge abnimmt, wird eine durch den Sub-Radiator von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge verringert. Wenn die von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge abnimmt, nimmt eine in dem wassergekühlten Kondensator **38'** durch das Kältemittel in das zweite Kühlwasser abgegebene Wärmemenge ebenfalls ab. Wenn die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** durch das Kältemittel in das zweite Kühlwasser abgegebene Wärmemenge abnimmt, kühlt der wassergekühlte Kondensator **38'** das Kältemittel in einem geringeren Ausmaß als während eines normalen Betriebs. Mit anderen Worten ist während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens das Kältemittel an dem

Auslass des wassergekühlten Kondensators **38'** wärmer als während eines normalen Betriebs, und daher nimmt der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck ab.

[0107] In Schritt 37 wird der während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens berechnete EIN-Leistungswert P_{duty2} als der EIN-Leistungswert P_{duty} [%] gesetzt, und der EIN-Leistungswert P_{duty} wird in Schritt 38 an das Register ausgegeben.

[0108] Der in den Schritten 33 und 38 an das Register ausgegebene EIN-Leistungswert P_{duty} wird durch die Motor-Steuerungseinrichtung **71** an die Stromwerteinstelleinrichtung **94** angelegt. Das Abarbeiten der Schritte 14 bis 16 ist identisch zu der ersten Ausführungsform.

[0109] Somit sind in der dritten Ausführungsform die Kühlwasserpassagen **101**, **102** zum Zirkulieren des zweiten Kühlwassers zu dem wassergekühlten Kondensator **38'**, die in den Kühlwasserpassagen zwischengeschaltete Kühlwasserpumpe **92**, um so in der Lage zu sein, die Menge des ausgestoßenen zweiten Kühlwassers leistungs-zu-steuern, und der Sub-Radiator **91** zum Kühlen des zweiten Kühlwassers vorgesehen. Das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringernde Abarbeiten ist ein Ausstoßmengen-verringern des Abarbeiten (siehe Schritte 11, 36, 37 und 38 in **Fig. 6**), in dem die Ausstoßmenge der Kühlwasserpumpe **92**, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einem Fall, in dem das Umgehungsventil nicht in dem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist), verringert. Durch Verringern der Ausstoßmenge der Kühlwasserpumpe **92** kann der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck verringert werden.

[0110] In der dritten Ausführungsform ist der Sub-Radiator **91** parallel zu dem Radiator **11** zum Kühlen des Motorkühlwassers angeordnet, so dass das durch den Sub-Radiator **91** strömende zweite Kühlwasser durch den Radiatorventilator **12** gekühlt wird. In diesem Fall kann, wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird wenn die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} an dem Kühlwasserpumpenauslass gleich dem vorbestimmten Wert b ist oder ihn überschreitet, das starke elektrische System überhitzen. Andererseits wird der Radiatorventilator **12** in der dritten Ausführungsform selbst während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens (einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist) nicht angehalten (siehe Schritte 11, 34 und 35 in **Fig. 6**), wenn die zweite Kühlwassertemperatur T_{in} an dem Kühlwasserpumpenauslass gleich dem vorbestimmten Wert b ist, oder ihn überschreitet, und daher kann verhindert

werden, dass das starke elektrische System überhitzt.

(Vierte und fünfte Ausführungsform)

[0111] **Fig. 9** und **Fig. 11** sind schematische Ansichten, die Gesamtsystemkonfigurationen von Rankine-Kreisläufen gemäß einer vierten und fünften Ausführungsform zeigen. Teilen, die identisch zu der in **Fig. 5** gezeigten dritten Ausführungsform sind, wurden identische Bezugszeichen zugeordnet.

[0112] In der dritten Ausführungsform wird, um die Wärmemenge (eine abgegebene Wärmemenge), die durch den wassergekühlten Kondensator **38'** von dem Kältemittel abgegeben wird, zu verringern, bestimmt, dass die durch den Sub-Radiator **91** von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge (eine abgegebene Wärmemenge) zu verringern ist, wobei der Radiatorventilator **12**, der Luft auf den Sub-Radiator **91** bläst, angehalten wird. In diesem Fall wird der existierende Radiatorventilator **12** verwendet, um Luft auf den Sub-Radiator **91** zu blasen, und daher kann ein Anstieg von Komponentenkosten verhindert werden. Jedoch wird, wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird, nicht länger Luft auf den Sub-Radiator **91** geblasen und als ein Ergebnis kann das starke elektrische System überhitzen. Mit anderen Worten muss der Radiatorventilator **12** innerhalb eines Bereichs, in dem das starke elektrische System nicht überhitzen kann, angehalten werden, und daher ist der Bereich, in dem der Radiatorventilator **12** verwendet werden kann, beschränkt.

[0113] Somit sind in jeder von der vierten und fünften Ausführungsform stellvertretend für den Radiatorventilator **12** zwei Auf-Zu-Ventile **131**, **133** oder **141**, **143** vorgesehen, und der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck wird, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, durch die zwei Auf-Zu-Ventile verringert. Der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck wird durch entweder ein Reduzieren der Wärmemenge (einer abgegebenen Wärmemenge), die, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umdrehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, in dem wassergekühlten Kondensator **38'** von dem zweiten Kühlwasser abgegeben wird, oder einem Verringern einer Wärmemenge (einer aufgenommenen Wärmemenge), die, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, in dem wassergekühlte Kondensator **38'** durch das Kältemittel aufgenommen wird, verringert. In der vierten Ausführungsform wird die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge, verglichen mit dem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, verringert. Zu diesem Zweck ist, wie in **Fig. 9** gezeigt,

in der vierten Ausführungsform ein normal geöffnetes erstes Auf-Zu-Ventil **131** in der Kühlwasserpassage **101** zwischen dem wassergekühlten Zwischenkühler **113** und dem wassergekühlten Kondensator **38'** zwischengeschaltet. Ein normal geschlossenes zweites Auf-Zu-Ventil **133** ist in einer Kühlwasserumgehungspassage **132**, die von stromaufwärts von dem ersten Auf-Zu-Ventil **131** abzweigt, um so die Kühlwasserpassage **38'b** des wassergekühlten Kondensators **38'** zu umgehen, und mit der Kühlwasserpassage **102** zusammenläuft, zwischengeschaltet.

[0114] Ferner ist die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** durch das Kältemittel aufgenommene Wärmemenge in der fünften Ausführungsform, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist, verringert. Zu diesem Zweck ist in der fünften Ausführungsform, wie in **Fig. 11** gezeigt, ein normal geöffnetes drittes Auf-Zu-Ventil **141** in der Kältemittelpassage **43** zwischen dem Rückschlagventil **64** und dem wassergekühlten Kondensator **38'** zwischengeschaltet. Ein normal geschlossenes viertes Auf-Zu-Ventil **143** ist in einer Kältemittelumgehungspassage **142**, die von stromaufwärts von dem dritten Auf-Zu-Ventil **141** abzweigt, um so die Kältemittelpassage **38'a** des wassergekühlten Kondensators **38'** zu umgehen, und mit der Kältemittelpassage **44** zusammenläuft, zwischengeschaltet.

[0115] In **Fig. 10** und **Fig. 12** gezeigte Abläufe betreffen jeweilige der vierten und fünften Ausführungsform und ersetzen den in **Fig. 6** gezeigten Ablauf der dritten Ausführungsform. Mit anderen Worten werden die in **Fig. 10** und **Fig. 12** gezeigten Abläufe in festen Zeitabständen (beispielsweise alle 10 ms) auf den Ablauf von **Fig. 2** folgend ausgeführt, um ein Abarbeiten, um den Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens auszuführen. Teilen, die identisch zu dem in **Fig. 6** gezeigten Ablauf der dritten Ausführungsform sind, wurden identische Bezugszeichen zugeordnet.

[0116] Der in **Fig. 10** gezeigte Ablauf der vierten Ausführungsform unterscheidet sich von dem in **Fig. 6** gezeigten Ablauf der dritten Ausführungsform darin, dass die Schritte 14 bis 16 des in **Fig. 6** gezeigten Ablaufs weggelassen wurden, und die Schritte 41 und 42 an ihrem Platz hinzugefügt wurden. Spezieller wird in den Schritten 41 und 42 eine Schließen-Anweisung an das erste Auf-Zu-Ventil **131** ausgegeben und eine Öffnen-Anweisung wird an das zweite Auf-Zu-Ventil **133** ausgegeben, um die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge zu verringern. Als ein Ergebnis strömt das zweite Kühlwasser nicht länger durch den wassergekühlten Kondensator **38'** (das zweite Kühlwasser strömt durch die Kühlwasserumgehungspassage **132**), und daher nimmt die in dem

wassergekühlten Kondensator **38'** von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge ab, was zu einem entsprechenden Anstieg der Kältemitteltemperatur an dem Auslass des wassergekühlten Kondensators **38'** führt.

[0117] Ferner unterscheidet sich der in **Fig. 12** gezeigte Ablauf der fünften Ausführungsform von dem in **Fig. 6** gezeigten der dritten Ausführungsform darin, dass die Schritte 14 bis 16 des in **Fig. 6** gezeigten Ablaufs weggelassen wurden, und Schritte 51 und 52 an ihrer Stelle hinzugefügt werden. Genauer wird in den Schritten 51 und 52 eine Schließen-Anweisung an das dritte Auf-Zu-Ventil **141** ausgegeben und eine Öffnen-Anweisung wird an das vierte Auf-Zu-Ventil **143** ausgegeben, um die in dem wassergekühlten Kondensator **28'** durch das Kältemittel aufgenommene Wärmemenge zu verringern. Als ein Ergebnis strömt das Kältemittel durch die Kältemittelumgehungspassage **142**, um so den wassergekühlten Kondensator **38'** zu umgehen, und daher nimmt die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** durch das Kältemittel aufgenommene Wärmemenge ab, was zu einem entsprechenden Anstieg der Kältemitteltemperatur an dem Auslass des wassergekühlten Kondensators **38'** führt.

[0118] In der vierten Ausführungsform sind die Kühlwasserpassagen **101**, **102** zum Zirkulieren des zweiten Kühlwassers zu dem wassergekühlten Kondensator **38'**, die in den Kühlwasserpassagen zwischengeschaltete Kühlwasserpumpe **92**, um in der Lage zu sein, die Menge von ausgestoßenem zweiten Kühlwasser leistungs-zu-steuern, und der Sub-Radiator **91** zum Kühlen des zweiten Kühlwassers vorgesehen. Das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringernde Abarbeiten ist ein abgegebene-Wärmemenge-verringerndes Abarbeiten (siehe Schritte 11, 41 und 42 in **Fig. 10**), in dem die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** von dem zweiten Kühlwasser abgegebene Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist), verringert ist. Durch Verringern der Wärmemenge (der abgegebenen Wärmemenge), die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** von dem zweiten Kühlwasser abgegeben wird, kann der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck verringert werden.

[0119] In der fünften Ausführungsform können die Kühlwasserpassagen **101**, **102** zum Zirkulieren des zweiten Kühlwassers zu dem wassergekühlten Kondensator **38'**, die in den Kühlwasserpassagen zwischengeschaltete Kühlwasserpumpe **92**, um so in der Lage zu sein, die Menge von ausgestoßenem zweiten Kühlwasser leistungs-zu-steuern, und der Sub-Radiator **91** zum Kühlen des zweiten Kühl-

wassers vorgesehen sein. Das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringernde Abarbeiten ist ein empfangene-Wärmemenge-verringerndes Abarbeiten (siehe Schritte 11, 51 und 52 in **Fig. 12**), in dem die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** durch das Kältemittel aufgenommene Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem ein Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleiben nicht aufgetreten ist (einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist), verringert wird. Durch Verringern der Wärmemenge (der aufgenommenen Wärmemenge), die in dem wassergekühlten Kondensator **38'** durch das Kältemittel aufgenommen wird, kann der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck verringert werden.

[0120] In jeder der vierten und fünften Ausführungsform sind die zwei neuen Auf-Zu-Ventile **131**, **133** oder **141**, **143** zusätzlich vorgesehen, was zu einem Anstieg der Komponentenkosten führt, aber die Möglichkeit eines Überhitzens des starken elektrischen Systems wenn der Radiatorventilator **12** angehalten wird, muss nicht in Betracht gezogen werden. Mit anderen Worten wird der Bereich, in dem die zwei Auf-Zu-Ventile **131**, **133** oder **141**, **143** verwendet werden können, nicht begrenzt.

[0121] In der vierten Ausführungsform war ein Fall, in dem die zwei Auf-Zu-Ventile **131**, **133** zwischen zwei Positionen, nämlich einer vollständig geöffneten und einer vollständig geschlossenen, geschaltet wurden, beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diesen Fall beschränkt, und stattdessen können anstatt der zwei Auf-Zu-Ventile **131**, **133** beispielsweise zwei Durchflusssteuerungsventile, die in der Lage sind, Durchflussmengen einzustellen, verwendet werden. Während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens können die zwei Durchflusssteuerungsventile so gesteuert werden, dass die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserpassage **38'b** des wassergekühlten Kondensators **38'** strömenden zweiten Kühlwassers gedrosselt ist und das verbleibende zweite Kühlwasser durch die Kühlwasserumgehungspassage **132** strömt. Darüber hinaus kann anstelle eines Bereitstellens von zwei Durchflusssteuerungsventilen, ein einzelnes Durchflusssteuerungsventil, das in der Lage ist, sowohl die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserpassage **38'b** des wassergekühlten Kondensators **38'** strömenden zweiten Kühlwassers als auch die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserumgehungspassage **132** strömenden zweiten Kühlwassers einzustellen, in dem gegabelten Abschnitt der Kühlwasserumgehungspassage **132** vorgesehen sein.

[0122] In gleicher Weise war in der fünften Ausführungsform ein Fall, in dem die zwei Auf-Zu-Ventile **141**, **143** zwischen zwei Positionen, nämlich ei-

ner vollständig geöffneten und einer vollständig geschlossenen, geschaltet wurden, beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diesen Fall beschränkt, und stattdessen können beispielsweise anstatt der zwei Auf-Zu-Ventile **141**, **143** zwei Durchflusssteuerungsventile, die in der Lage sind, Durchflussmengen einzustellen, verwendet werden. Während eines Umgehungsventil-geschlossen-Steckenbleibens können die zwei Durchflusssteuerungsventile so gesteuert werden, dass die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserpassage **38'b** des wassergekühlten Kondensators **38'** strömenden zweiten Kühlwassers gedrosselt ist und das verbleibende zweite Kühlwasser durch die Kältemittelumgehungspassage **142** strömt. Darüber hinaus kann, anstatt eines Bereitstellens von zwei Strömungssteuerungsventilen, ein einzelnes Durchflusssteuerungsventil, das in der Lage ist, sowohl die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserpassage **38'a** des wassergekühlten Kondensators **38'** strömenden Kühlwassers als auch die Durchflussmenge des durch die Kühlwasserumgehungspassage **142** strömenden zweiten Kühlwassers einzustellen, in dem gegabelten Abschnitt der Kältemittelumgehungspassage **142** vorgesehen sein.

(Sechste Ausführungsform)

[0123] **Fig. 13** ist eine schematische Ansicht, die eine Gesamtsystemkonfiguration eines Rankine-Kreises gemäß einer sechsten Ausführungsform zeigt. Teilen, die identisch zu denen in der in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsform sind, wurden identische Bezugszeichen zugeordnet.

[0124] In der ersten Ausführungsform ist die Welle der Kältemittelpumpe **32** koaxial zu der Ausgangswelle der Expansionseinrichtung **37** angeordnet und damit verbunden, so dass die Kältemittelpumpe **32** von der durch die Expansionseinrichtung **37** erzeugten Leistungsabgabe (Energie) angetrieben wird, und dabei erzeugte Energie wird über den Riemenübertragungsmechanismus der Ausgangswelle des Verbrennungsmotors **2** zugeführt. Andernfalls wird die sechste Ausführungsform auf demselben Verbrennungsmotor-betriebenen Fahrzeug **1** wie die erste Ausführungsform angewendet. Jedoch unterscheidet sich die sechste Ausführungsform von der ersten Ausführungsform darin, dass die Kältemittelpumpe **32** geringfügig unterschiedlich konfiguriert ist. Genauer ist die Ausgangswelle der Expansionseinrichtung **37** parallel zu der Ausgangswelle des Verbrennungsmotors **2** so vorgesehen, dass die zwei Wellen über die Expansionseinrichtung-Kupplung **35** durch den Riemenübertragungsmechanismus (**33**, **34**, **2a**) verbunden sind, und die Kältemittelpumpe **32** durch den Motor **151** angetrieben wird.

[0125] Gleich der Konfiguration der sechsten Ausführungsform, in der die Kältemittelpumpe **32** und die

Expansionseinrichtung **37** nicht koaxial angeordnet sind, können die Abläufe der in **Fig. 2** bis

[0126] **Fig. 4** gezeigten ersten und zweiten Ausführungsform auf diese angewendet werden, wie sie sind, und daher können identische Aktionen und Effekte wie bei der ersten und zweiten Ausführungsform erzielt werden.

[0127] In der dritten, vierten und fünften Ausführungsform war der wassergekühlte Kondensator **38'** beschrieben, aber der Kondensator muss nicht durch Wasser gekühlt werden und jeglicher flüssigkeitsgekühlter Kondensator kann verwendet werden.

Bezugszeichenliste

1	Verbrennungsmotor-angetriebenes Fahrzeug
1'	Hybridfahrzeug
2	Verbrennungsmotor
2a	Kurbel-Riemenscheibe (Teil eines Übertragungsmechanismus)
31	Rankine-Kreis
32	Kältemittelpumpe
33	Pumpenriemenscheibe (Teil eines Übertragungsmechanismus)
34	Riemen (Teil eines Übertragungsmechanismus)
35	Expansionseinrichtung-Kupplung (elektromagnetische Kupplung)
36	Wärmetauscher
37	Expansionseinrichtung
38	Kondensator
38'	wassergekühlter Kondensator (flüssigkeits-gekühlter Kondensator)
66	Umgehungsventil
71	Motor-Steuerungseinrichtung
91	Sub-Radiator
92	Kühlwasserpumpe (Kühlflüssigkeitspumpe)
93	Motor
94	Stromwerteeinstelleinrichtung
101, 102	Kühlwasserpassage (Kühlflüssigkeitspassage)
131	erstes Auf-Zu-Ventil
133	zweites Auf-Zu-Ventil
141	drittes Auf-Zu-Ventil
143	viertes Auf-Zu-Ventil

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, aufweisend:

einen Rankine-Kreis, enthaltend:

einen Wärmetauscher, der Abwärme von dem Verbrennungsmotor in einem Kältemittel wiedergewinnt;

eine Expansionseinrichtung, die unter Verwendung des Kältemittels an einem Auslass des Wärmetauschers Energie erzeugt;

einen Kondensator, der das Kältemittel, das aus der Expansionseinrichtung austritt, kondensiert; und eine Kältemittelpumpe, die das Kältemittel, das von dem Kondensator austritt, dem Wärmetauscher zuführt;

einen Übertragungsmechanismus, der konfiguriert ist, eine Ausgangswelle der Expansionseinrichtung über eine elektromagnetische Kupplung an eine Rotationswelle des Verbrennungsmotors zu koppeln, wobei die elektromagnetische Kupplung konfiguriert ist, eingekuppelt und ausgekuppelt zu werden; eine Passage, durch die das Kältemittel, das aus dem Wärmetauscher austritt, strömt, um so die Expansionseinrichtung zu umgehen; und

ein Umgehungsventil, das in der Passage zwischengeschaltet ist,

wobei, wenn die Expansionseinrichtung anzuhalten ist, die elektrische Kupplung von einem eingekuppelten Zustand in einen ausgekuppelten Zustand geschaltet wird nachdem das Umgehungsventil von einem geschlossenen Zustand in einen geöffneten Zustand geschaltet wird, und

wobei, in einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist, ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzendes Abarbeiten, in dem ein Vorne-Hinten-Differenzdruck der Expansionseinrichtung begrenzt wird während die elektromagnetische Kupplung in dem eingekuppelten Zustand beibehalten wird, ausgeführt wird.

2. Die Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in Anspruch 1 definiert, wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-begrenzende Abarbeiten ein Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringernendes Abarbeiten ist, in dem der Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist, verringert wird.

3. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in Anspruch 2 definiert, wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringernende Abarbeiten ein eingegebene-Wärmemenge-verringernendes Abarbeiten ist, in dem eine durch den Wärmetauscher in dem Kältemittel wiedergewonnen Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist, verringert wird.

4. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in Anspruch 2 oder 3 definiert, wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenz-

druck-verringende Abarbeiten ein abgegebene-Wärmemenge-verringendes Abarbeiten ist, in dem eine durch den Kondensator von dem Kältemittel abgegebene Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist, verringert wird.

5. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in Anspruch 4 definiert, wobei, wenn der Kondensator parallel zu einem Radiator zum Kühlen von Motorkühlwasser angeordnet ist, so dass der Kondensator durch einen Radiatorventilator gekühlt wird, wobei das abgegebene-Wärmemenge-verringende Abarbeiten ein Radiatorventilator-anhaltendes Abarbeiten ist, in dem der Radiatorventilator angehalten wird, und wobei, wenn eine Temperatur des Motorkühlwassers einem vorbestimmten vorab definierten Wert gleich wird oder ihn überschreitet, der Radiatorventilator selbst in einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist, nicht angehalten wird.

6. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in einem der Ansprüche 2 bis 5 definiert, wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringende Abarbeiten ein Expansionseinrichtung-Arbeitslast-verringendes Abarbeiten ist, in dem eine Arbeitslast der Expansionseinrichtung verringert wird.

7. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in einem der Ansprüche 2 bis 6 definiert, wobei der Kondensator ein flüssigkeitsgekühlter Kondensator ist, wobei die Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von dem Verbrennungsmotor vergeudet wird, ferner aufweist: eine Kühlflüssigkeitspassage zum Zirkulieren einer zweiten Kühlflüssigkeit zu dem flüssigkeitsgekühlten Kondensator, wobei sich die zweite Kühlflüssigkeit von dem Motorkühlwasser unterscheidet; eine Kühlflüssigkeitspumpe, die in der Kühlflüssigkeitspassage zwischengeschaltet ist, wobei die Kühlflüssigkeitspumpe konfiguriert ist, eine Ausstoßmenge der zweiten Kühlflüssigkeit einzustellen; und einen Sub-Radiator zum Kühlen der zweiten Kühlflüssigkeit, und wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringende Abarbeiten ein Ausstoßmengen-verringendes Abarbeiten ist, in dem eine Ausstoßmenge der Kühlflüssigkeitspumpe, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist, verringert wird.

8. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in Anspruch 7 definiert, wobei, wenn der Sub-Radiator parallel zu einem Radiator zum Kühlen des Motorkühlwassers angeordnet ist, so dass der Sub-Radiator durch einen Radiatorventilator gekühlt wird, wobei, wenn eine Temperatur der zweiten Kühlflüssigkeit an einem Auslass der Kühlflüssigkeitspumpe einem vorbestimmten Wert gleich wird oder ihn überschreitet, der Radiatorventilator, selbst in einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand steckengeblieben ist, nicht angehalten wird.

9. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in einem der Ansprüche 2 bis 8 definiert, wobei der Kondensator ein flüssigkeitsgekühlter Kondensator ist, wobei die Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, ferner aufweist: eine Kühlflüssigkeitspassage zum Zirkulieren einer zweiten Kühlflüssigkeit zu dem flüssigkeitsgekühlten Kondensator, wobei sich die zweite Kühlflüssigkeit von dem Motorkühlwasser unterscheidet; eine Kühlflüssigkeitspumpe, die in der Kühlflüssigkeitspassage zwischengeschaltet ist, wobei die Kühlflüssigkeitspumpe konfiguriert ist, eine Ausstoßmenge der zweiten Kühlflüssigkeit einzustellen; und einen Sub-Radiator zum Kühlen der zweiten Kühlflüssigkeit, und wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringende Abarbeiten ein abgegebene-Wärmemenge-verringendes Abarbeiten ist, in dem eine in dem flüssigkeitsgekühlten Kondensator von der zweiten Kühlflüssigkeit abgegebene Wärmemenge, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist, verringert wird.

10. Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, wie in einem der Ansprüche 2 bis 8 definiert, wobei der Kondensator ein flüssigkeitsgekühlter Kondensator ist, wobei die Einrichtung zum Ausnutzen von Wärme, die von einem Verbrennungsmotor vergeudet wird, ferner aufweist: eine Kühlflüssigkeitspassage zum Zirkulieren einer zweiten Kühlflüssigkeit zu dem flüssigkeitsgekühlten Kondensator, wobei sich die zweite Kühlflüssigkeit von dem Motorkühlwasser unterscheidet; eine Kühlflüssigkeitspumpe, die in der Kühlflüssigkeitspassage zwischengeschaltet ist, wobei die Kühlflüssigkeitspumpe konfiguriert ist, eine Ausstoßmenge der zweiten Kühlflüssigkeit einzustellen; und einen Sub-Radiator zum Kühlen der zweiten Kühlflüssigkeit, und

wobei das Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-verringemde Abarbeiten ein aufgenommene-Wärmemenge-verringenderdes Abarbeiten ist, in dem eine Wärmemenge, die in dem flüssigkeitsgekühlten Kondensator durch das Kältemittel aufgenommen wird, verglichen mit einem Fall, in dem das Umgehungsventil in dem geschlossenen Zustand nicht steckengeblieben ist, verringert wird.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

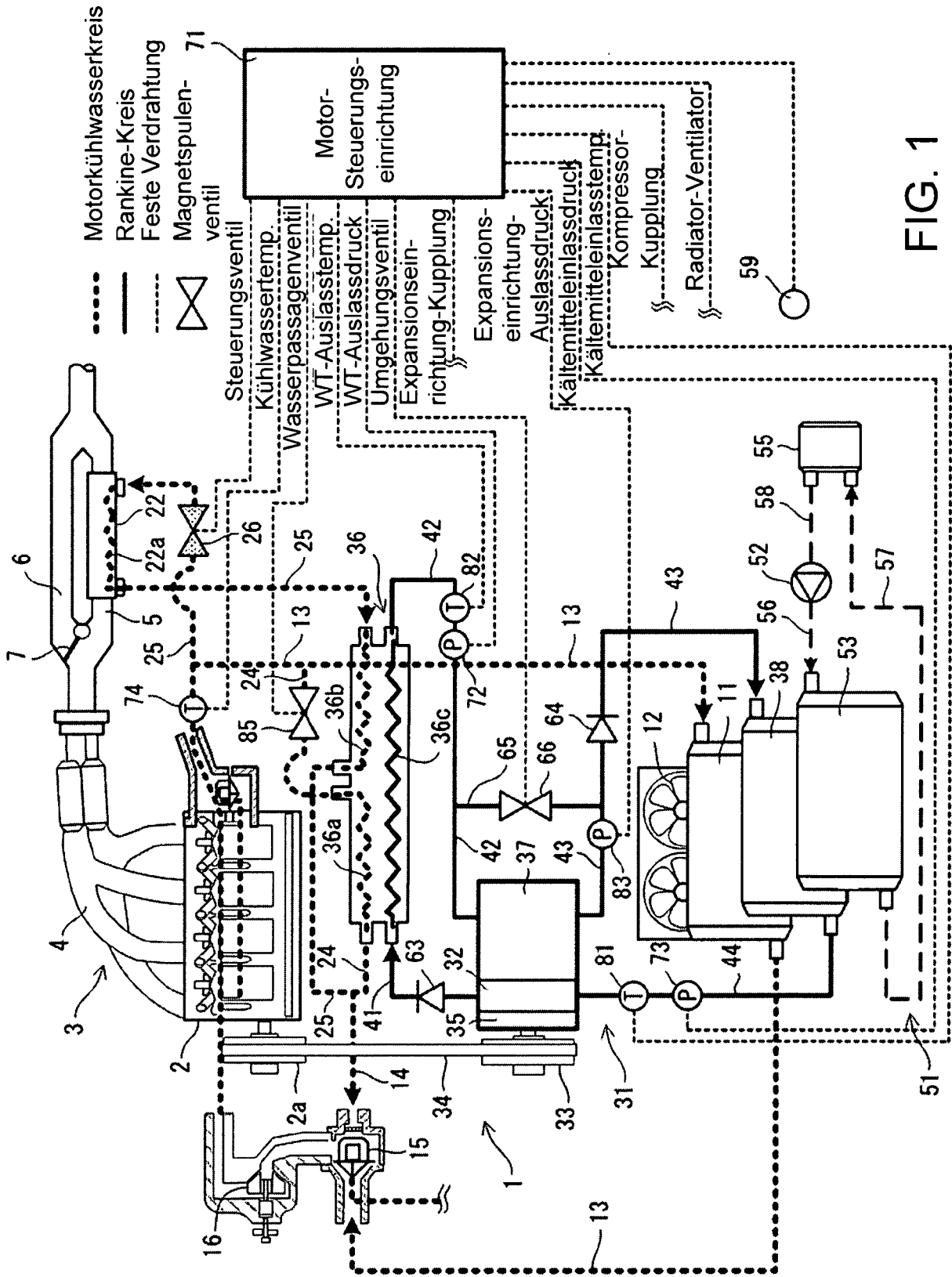


FIG. 1

Expansionseinrichtung-
anhaltendes Abarbeiten

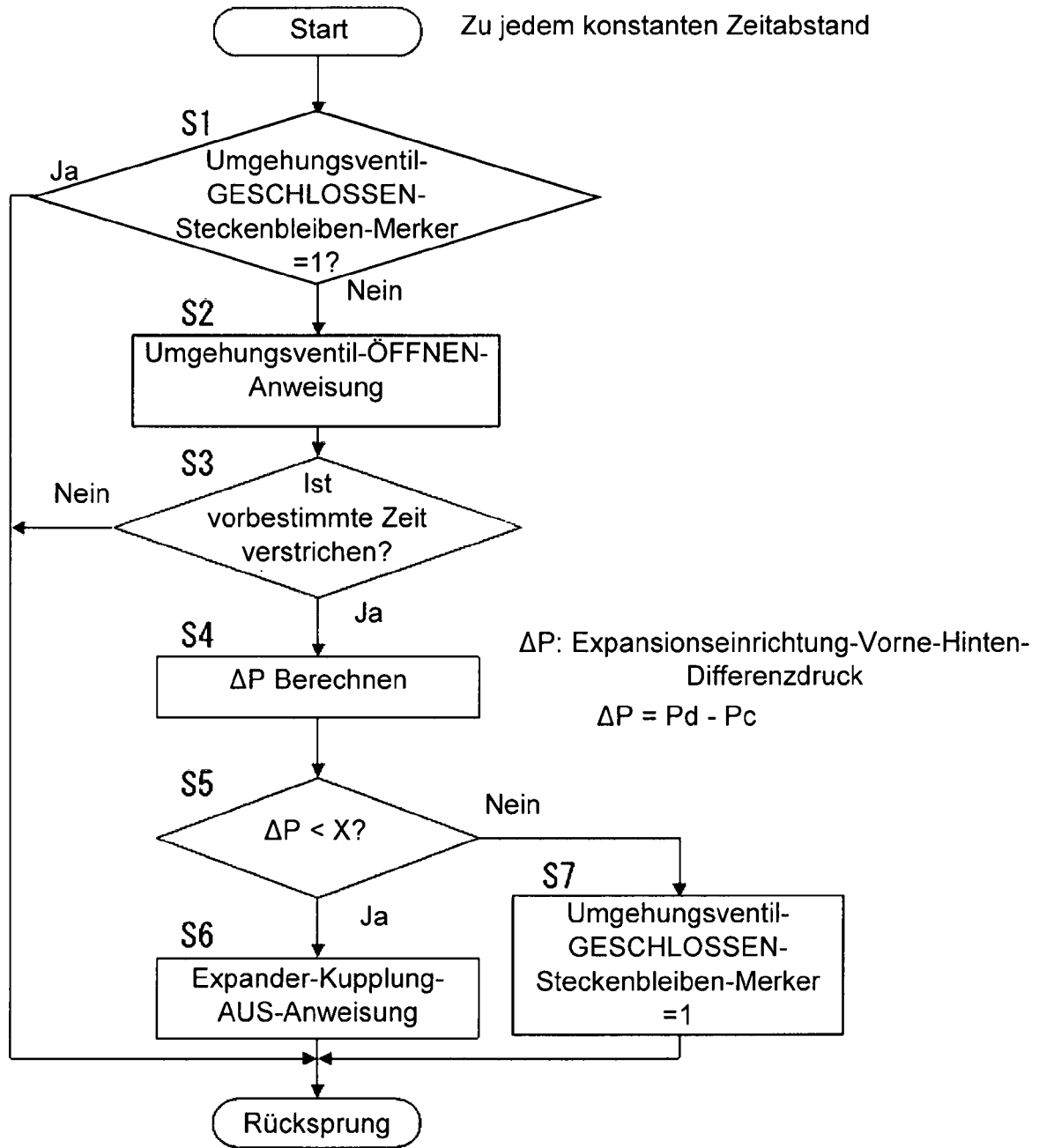


FIG. 2

Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck-
verringern des Abarbeiten

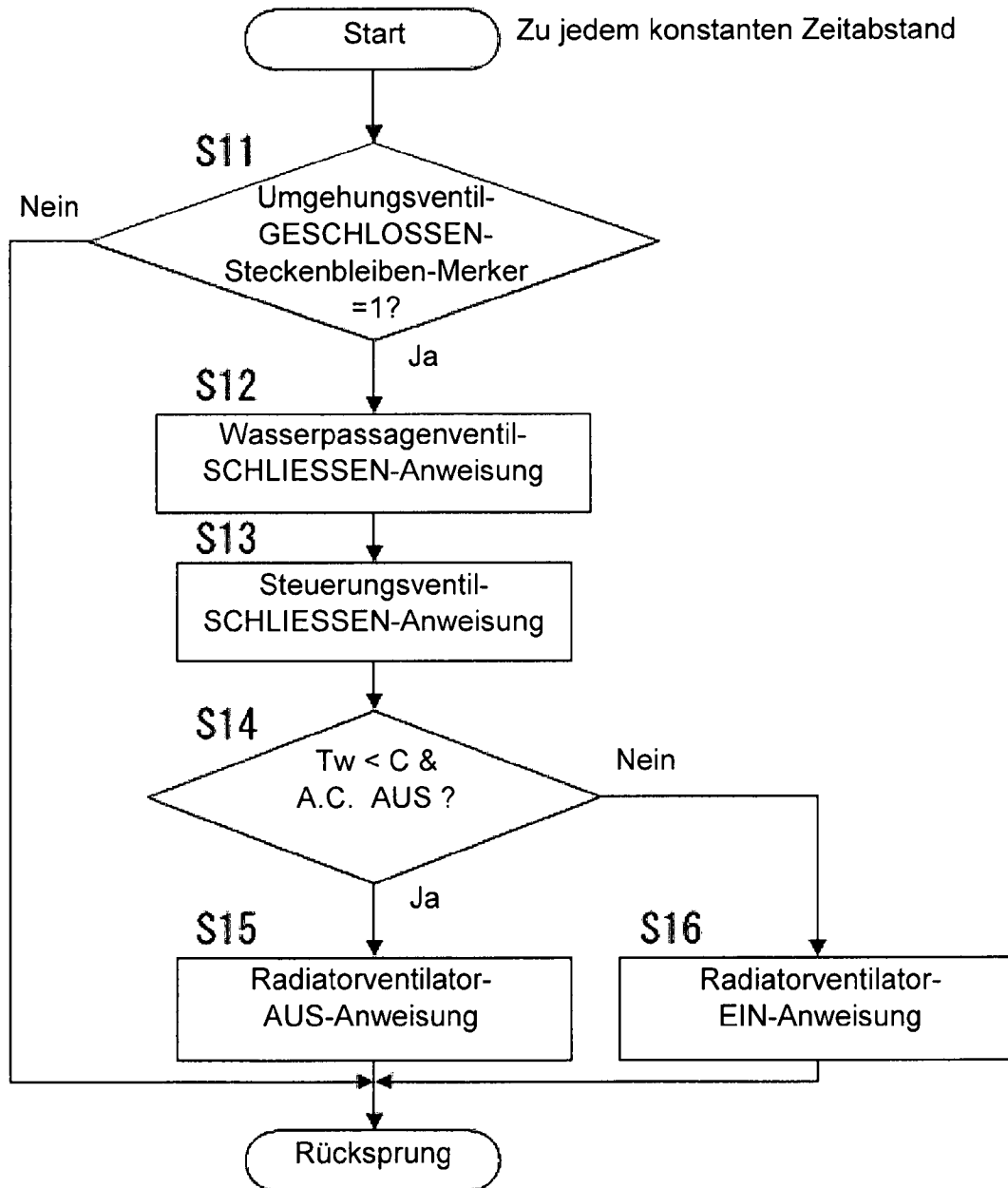


FIG. 3

Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck
 verringerndes Abarbeiten

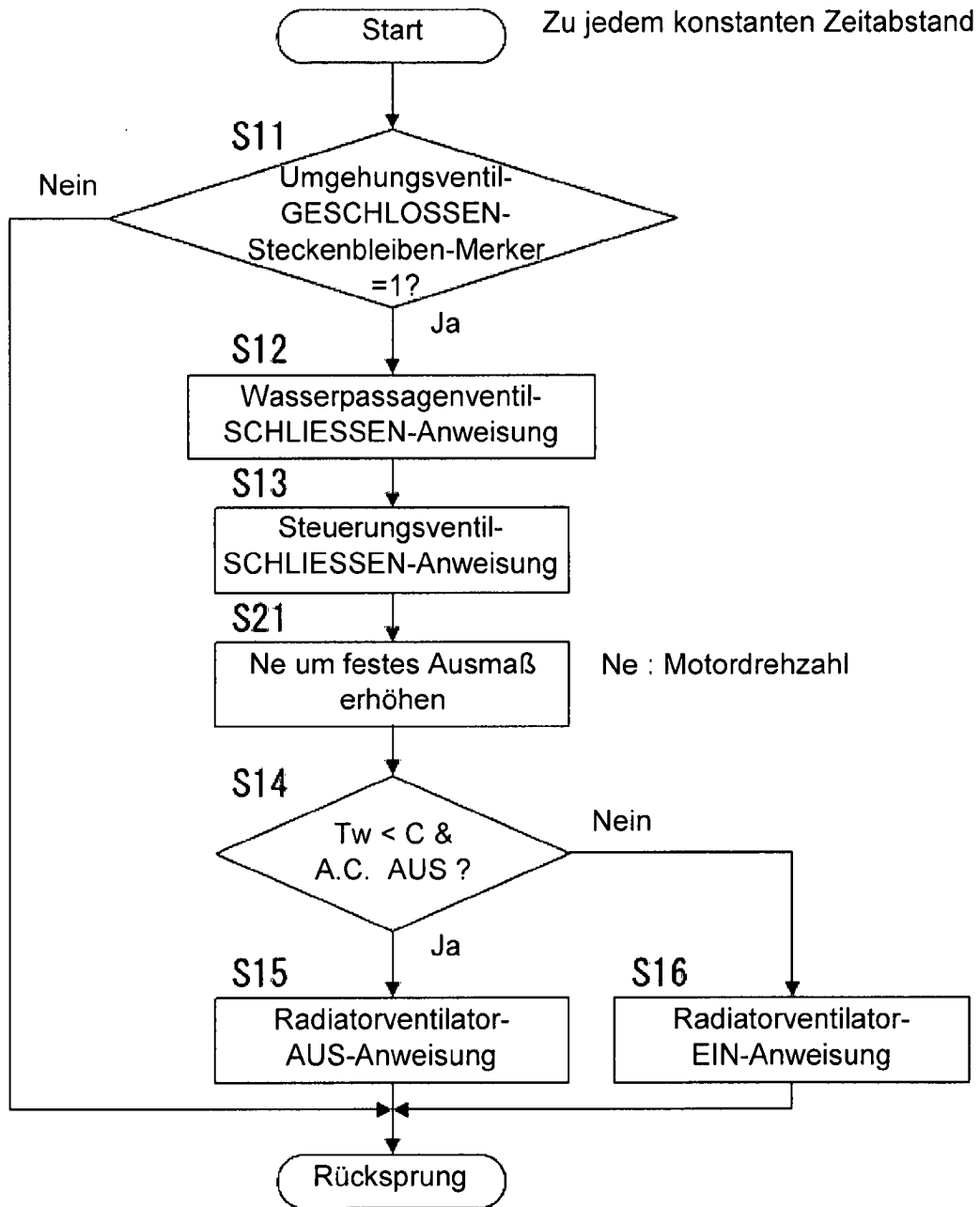


FIG. 4

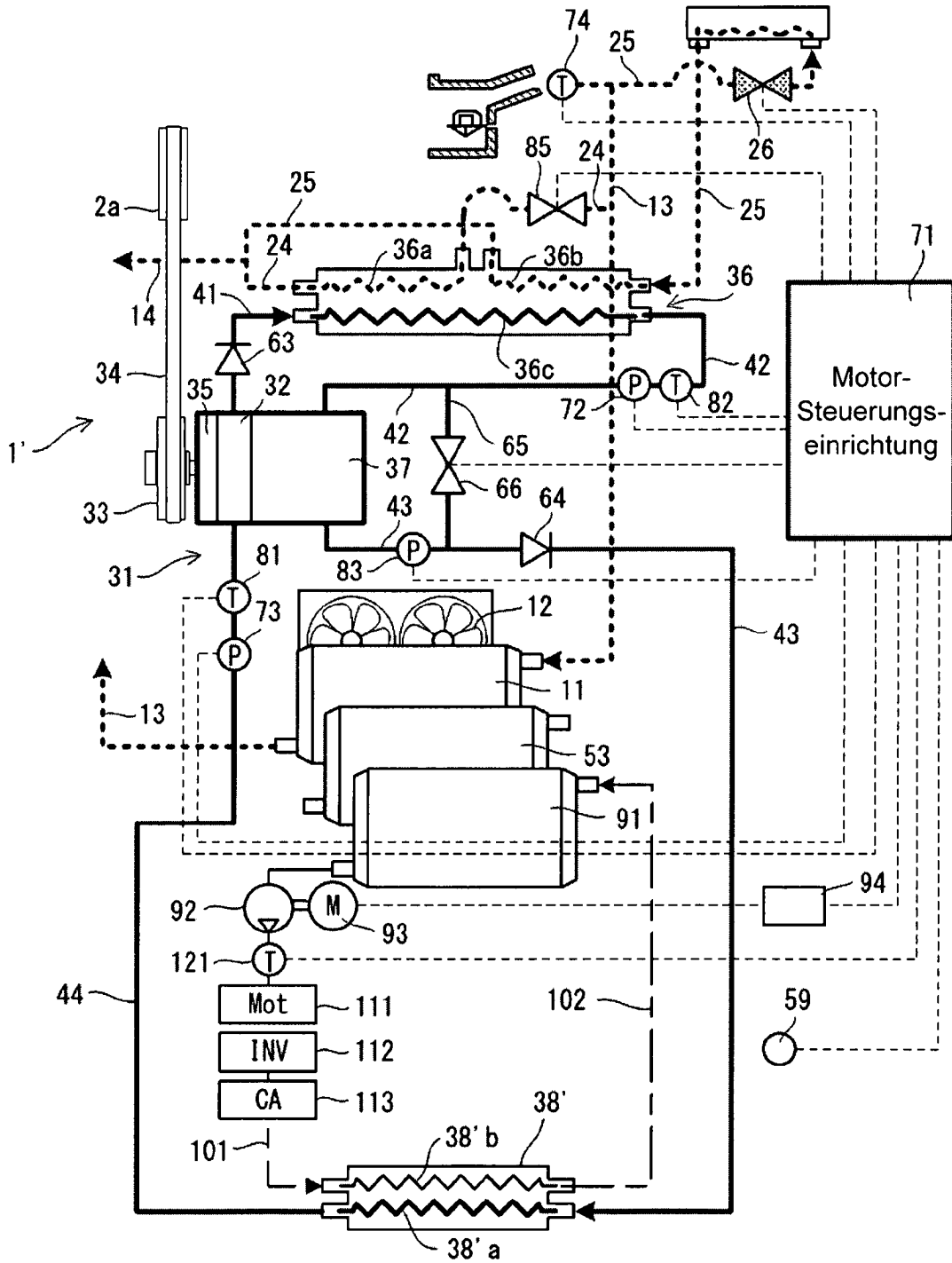


FIG. 5

Expansionseinrichtung-Vorne-Hinten-Differenzdruck
verringertes Abarbeiten

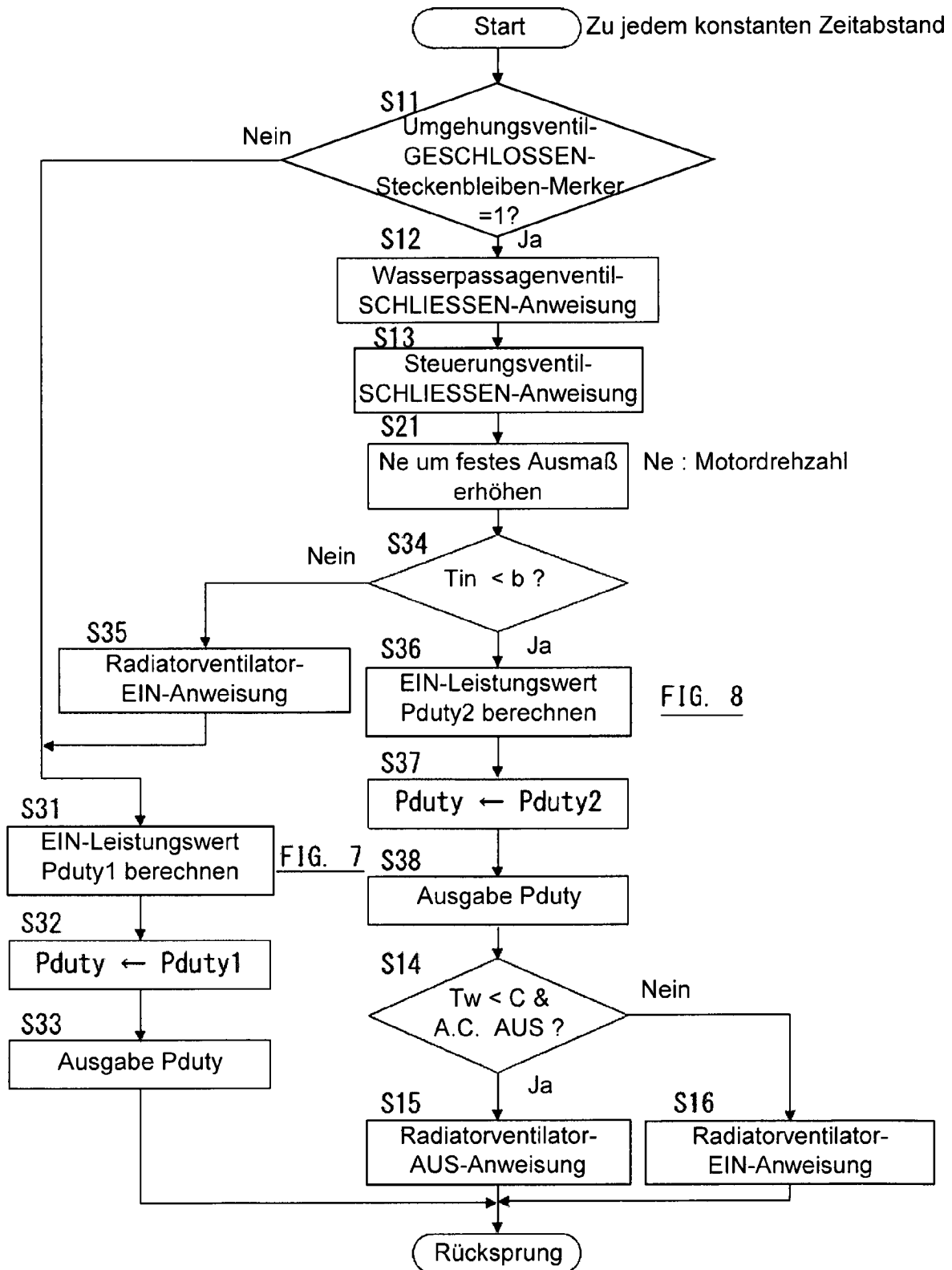


FIG. 6

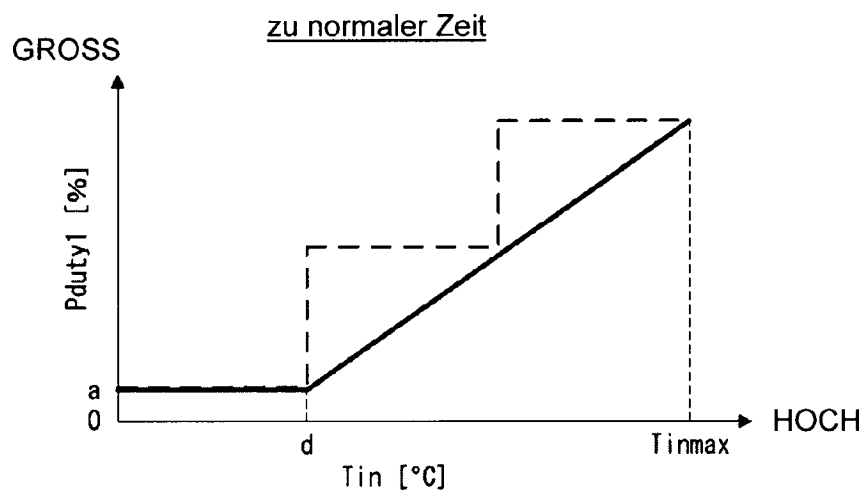


FIG. 7

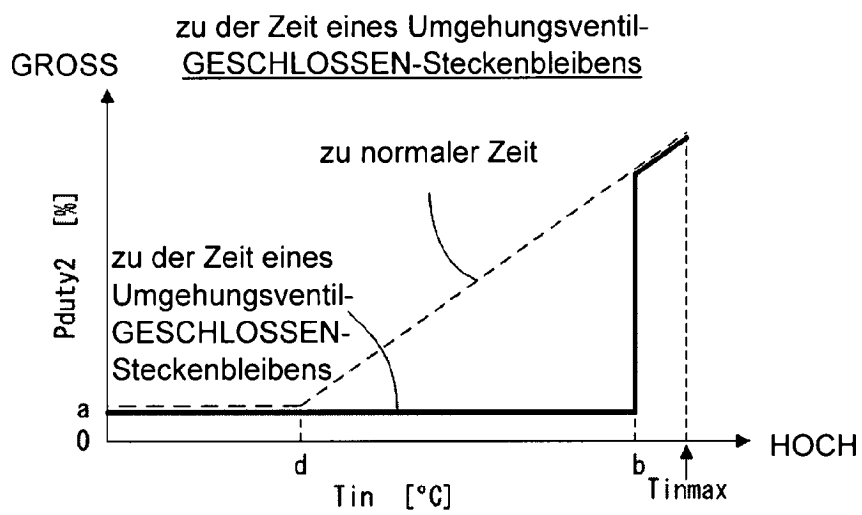


FIG. 8

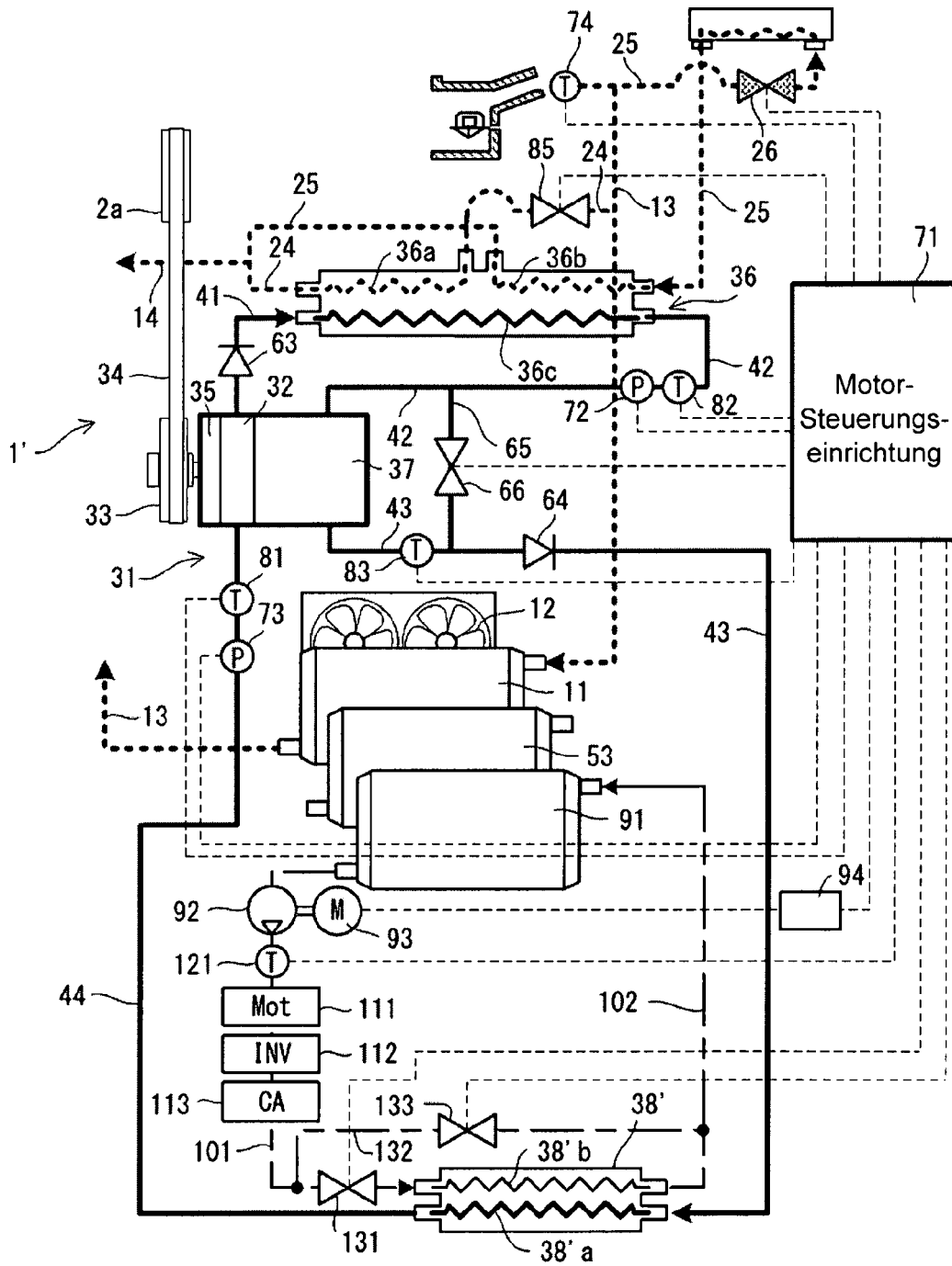


FIG. 9

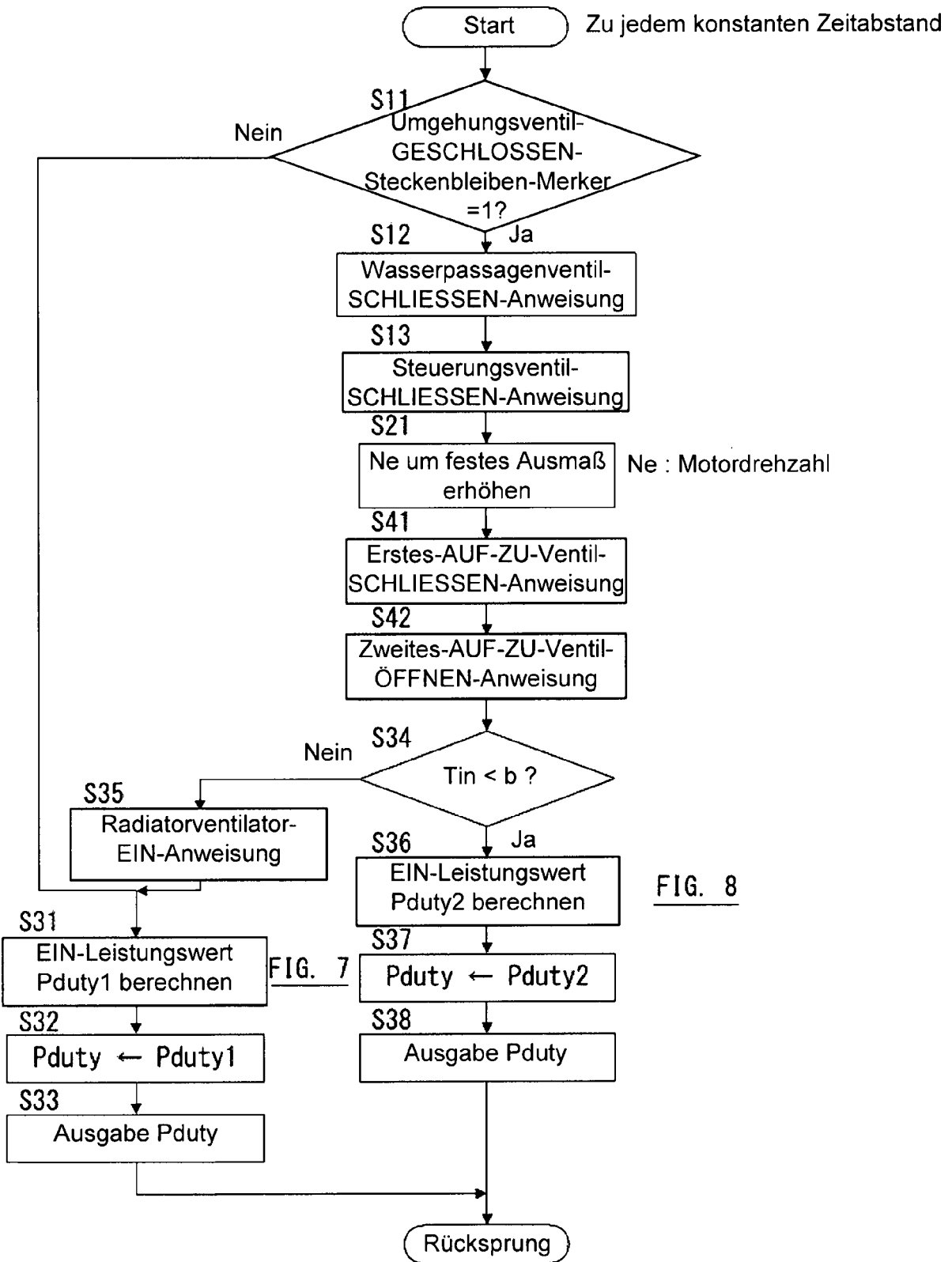


FIG. 10

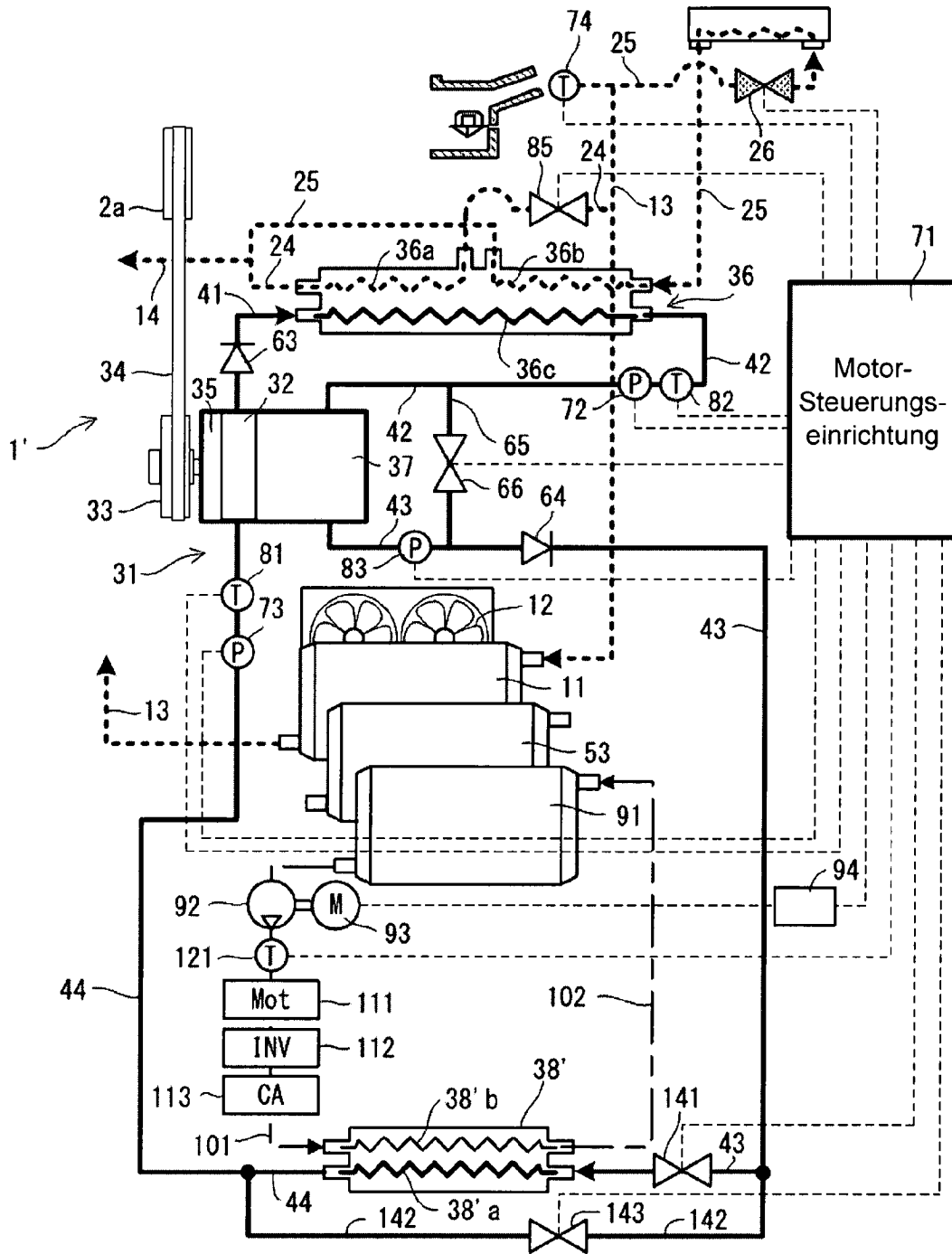
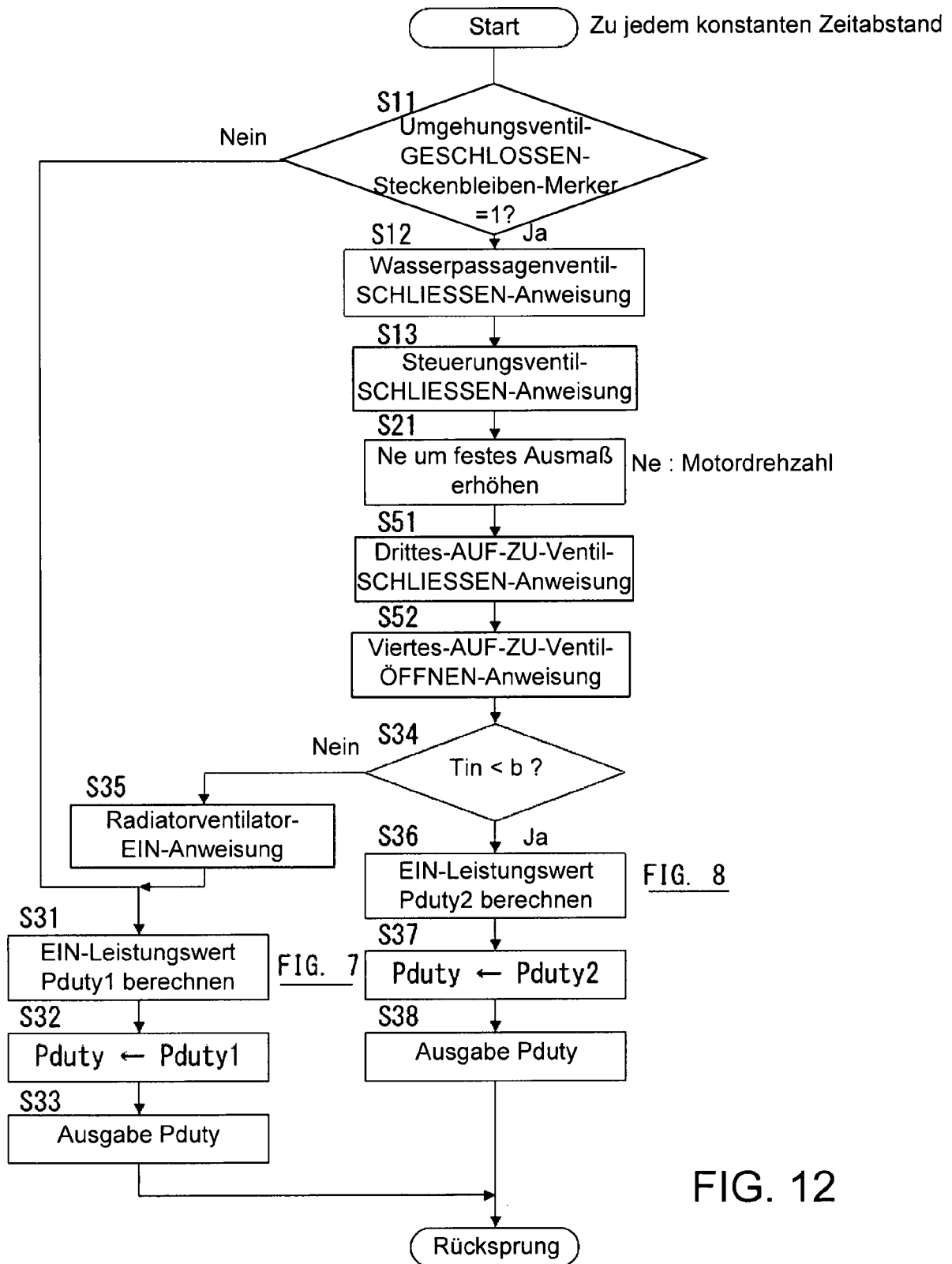


FIG. 11



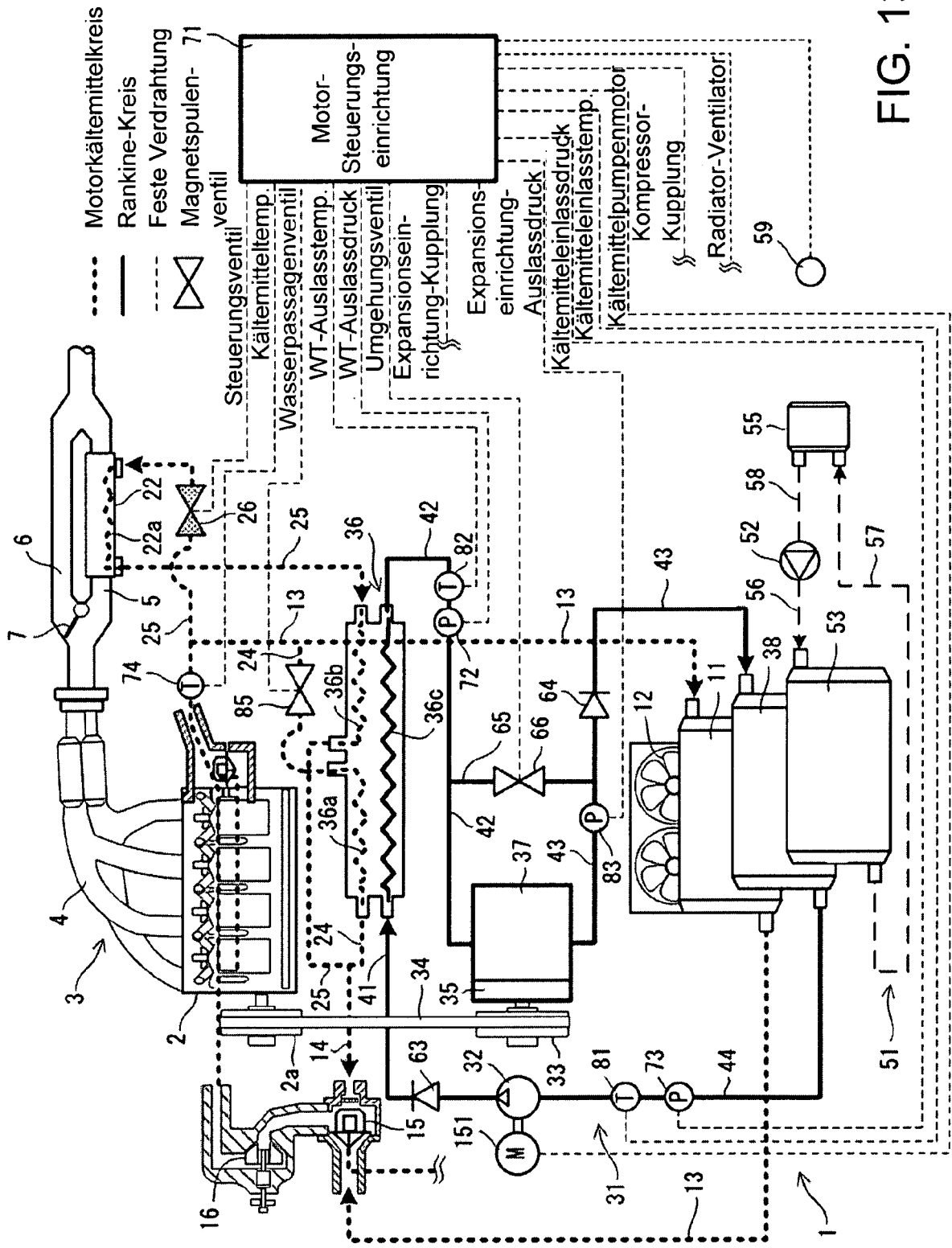


FIG. 13