



(10) **DE 11 2019 006 207 B4** 2024.08.01

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 006 207.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/047487**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/121923**  
(86) PCT-Anmeldetag: **04.12.2019**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **18.06.2020**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **02.09.2021**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **01.08.2024**

(51) Int Cl.: **F01P 7/10** (2006.01)  
**B60H 1/00** (2006.01)  
**B60K 11/08** (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:

<b>2018-234415</b>	<b>14.12.2018</b>	<b>JP</b>
<b>2019-207741</b>	<b>18.11.2019</b>	<b>JP</b>

(73) Patentinhaber:

**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

(74) Vertreter:

**TBK, 80336 München, DE**

(72) Erfinder:

**Kazari, Kengo, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Uno, Takahiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>11 2011 101 957</b>	<b>T5</b>
<b>JP</b>	<b>3 600 164</b>	<b>B2</b>
<b>JP</b>	<b>2012- 17 092</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2020- 97 407</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Fahrzeugwärmeaustauschsystem**

(57) Hauptanspruch: Wärmeaustauschsystem, das Folgendes aufweist:

einen Wärmetauscher (35) für einen Wärmeaustauschkreislauf (30) einer Klimaanlage eines Fahrzeugs, wobei der Wärmetauscher (35) gestaltet ist, um Wärme zwischen einem durch den Wärmeaustauschkreislauf (30) zirkulierenden Wärmemedium und einer von einer vorderen Seite des Fahrzeugs in einen Brennkraftmaschinenraum (42) eingeführten Luft auszutauschen, so dass das Wärmemedium Wärme von der Luft aufnimmt oder Wärme an die Luft ableitet;

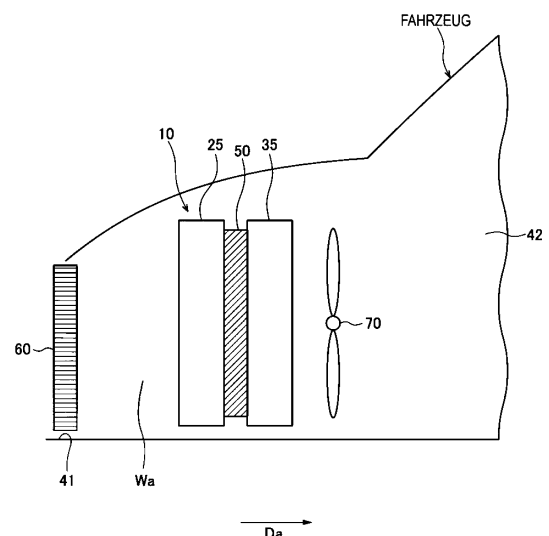
einen Kühler (25) für ein Kühlsystem (20), der so gestaltet ist, dass er eine Wärmequelle in dem Fahrzeug kühlt, wobei der Kühler (25) so gestaltet ist, dass er Wärme tauscht zwischen einem Kühlwasser zum Kühlen der Wärmequelle in dem Fahrzeug und der Luft, die von der vorderen Seite des Fahrzeugs in den Brennkraftmaschinenraum (42) eingeführt wird;

ein Verbindungsbauteil, das eine thermische Verbindung zwischen dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) herstellt;

eine Blende (60), die so gestaltet ist, dass sie wahlweise die Zufuhr von Luft zu dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) zulässt und verhindert, und

ein Steuerungsgerät (61), das so gestaltet ist, dass es die Blende (60) steuert, um sie wahlweise zu öffnen und zu schließen, wobei

eine für den Wärmeaustauschkreislauf (30) erforderliche Wärmefahrmengende des Wärmetauschers (35) als eine erforderliche Wärmefahrmengende (QA) definiert ist, eine für das Kühlsystem (20) erforderliche Wärmeableitungsmenge des Kühlers (25) als eine erforderliche Wärmeableitungsmenge (QB) definiert ist, das Steuerungsgerät (61) des Weiteren ...



**Beschreibung**

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf und beansprucht die Vorteile der Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-234415, die am 14. Dezember 2018 eingereicht wurde, und der japanischen Patentanmeldung Nr. 2019-207741 (veröffentlicht als JP 2020 – 97 407 A), die am 18. November 2019 eingereicht wurde.

**Technisches Gebiet**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Fahrzeugwärmeaustauschsystem.

**Stand der Technik**

**[0003]** In einem Fahrzeug wird Luft durch eine Grillöffnung in einen Brennkraftmaschinenraum eingeführt und einem Kühler und einem Außenwärmetauscher einer Fahrzeugklimaanlage zugeführt. Durch den Außenwärmetauscher strömt ein Wärmemedium eines Kältekreislaufs oder eines Wärmepumpenkreislaufs der Fahrzeugklimaanlage. Der Außenwärmetauscher ist so gestaltet, dass er Wärme zwischen dem durch den Außenwärmetauscher strömenden Wärmemedium und der Luft austauscht, wodurch Wärme des Wärmemediums an die Luft abgeleitet oder Wärme der Luft in das Wärmemedium aufgenommen wird. Durch den Kühler strömt ein Kühlwasser zur Kühlung einer Brennkraftmaschine. Der Kühler ist so gestaltet, dass er Wärme zwischen dem durch den Kühler strömenden Kühlwasser und der Luft austauscht und so Wärme des Kühlwassers an die Luft ableitet.

**[0004]** Das Fahrzeug kann eine Blende (Klappe) aufweisen, die so gestaltet ist, dass sie das Strömen von Luft in den Brennkraftmaschinenraum durch die Grillöffnung vorübergehend verhindert. In JP 3 600 164 B2 ist beispielsweise das Wärmeaustauschsystem offenbart, das den Außenwärmetauscher, den Kühler und die Blende aufweist.

**[0005]** Das in JP 3 600 164 B2 offenbarte Wärmeaustauschsystem weist ein Gebläse auf, das so gestaltet ist, dass es die durch die Grillöffnung eingeführte Luft zu dem Außenwärmetauscher und dem Kühler zuführt. Das Gebläse wird üblicherweise in eine Vorwärtsrichtung gedreht, so dass die durch die Grillöffnung eingeführte Luft in Richtung des Außenwärmetauschers und des Kühlers strömt. Bei dem in JP 3 600 164 B2 offenbarten Wärmeaustauschsystem wird der Außenwärmetauscher als ein Verdampfer eines Wärmepumpenkreislaufs verwendet. Wenn der Außenwärmetauscher als der Verdampfer dient, kann das in der Luft enthaltene Wasser an einer Außenfläche des Außenwärmetauschers kondensieren, wodurch auf der Außenfläche des Außenwärmetauschers Reif

erzeugt werden kann. In dem in JP 3 600 164 B2 offenbarten Wärmeaustauschsystem wird, wenn der Reif auf dem Außenwärmetauscher erzeugt wird, ein Abtaubetrieb (Entfrostsungsbetrieb) zum Beseitigen des Reifs auf dem Außenwärmetauscher ausgeführt. Spezifisch wird bei diesem Wärmeaustauschsystem die Blende für die Grillöffnung geschlossen und das Gebläse während des Abtaubetriebs in die entgegengesetzte Richtung gedreht. Als Ergebnis wird die vom Kühler erwärmte Luft zum Außenwärmetauscher geblasen und wird der Reif an dem Außenwärmetauscher beseitigt (entfernt).

**[0006]** Weitere Wärmeaustauschsysteme gemäß dem Stand der Technik sind in DE 11 2011 101 957 T5 und JP 2012 - 17 092 A offenbart.

**[0007]** In einer Gestaltung, in der das Gebläse in der entgegengesetzten Richtung gedreht wird, um die Wärme des Kühlers zu dem Außenwärmetauscher zu übertragen, wie bei dem in JP 3 600 164 B2 offenbarten Wärmeaustauschsystem, ist eine Leistung zum Drehen des Gebläses in der entgegengesetzten Richtung erforderlich, und dadurch kann sich der Energieverbrauch des Fahrzeugs erhöhen.

**[0008]** Es sei darauf hingewiesen, dass dieses Problem nicht auf das Wärmeaustauschsystem beschränkt ist, das das Gebläse während des Abtaubetriebs antreibt, sondern dass dieses Problem bei Wärmeaustauschsystemen, die das Gebläse beim Wärmeaustausch zwischen dem Außenwärmetauscher und dem Kühler antreiben, häufig auftritt.

**Zusammenfassung der Erfindung**

**[0009]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Wärmeaustauschsystem eines Fahrzeugs bereitzustellen, das einen Energieverbrauch reduzieren kann.

**[0010]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird jeweils durch ein Wärmeaustauschsystem mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

**[0011]** Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gezeigt.

**[0012]** Erfindungsgemäß kann, da der Wärmetauscher und der Kühler durch das Verbindungsbauteil thermisch verbunden sind, Wärme wirksam zwischen dem Wärmetauscher und dem Kühler übertragen werden, wenn die Blende eine Luftströmung zu dem Wärmetauscher und dem Kühler blockiert. Somit kann, auch wenn es erforderlich ist, ein Gebläse zu drehen, um Wärme zwischen dem Wärmetauscher und dem Kühler auszutauschen, eine Drehzahl des Gebläses reduziert werden. Des Wei-

teren ist es möglich, das Gebläse je nach Bedingungen abzuschalten. Somit kann der Energieverbrauch reduziert werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**Fig. 1** ist ein Blockschaubild einer schematischen Gestaltung eines Fahrzeugwärmeaustauschsystems einer ersten Ausführungsform.

**Fig. 2** ist ein schematisches Schaubild einer Gestaltung eines Fahrzeugs der ersten Ausführungsform.

**Fig. 3** ist ein Blockschaubild, das ein Betriebsbeispiel des Fahrzeugwärmeaustauschsystems der ersten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 4** ist eine perspektivische Querschnittsansicht eines Kühlers, eines Außenwärmetauschers und von Lamellen (Rippen) der ersten Ausführungsform.

**Fig. 5** ist ein Diagramm, das einen Vergleich des Energieverbrauchs des Fahrzeugs der ersten Ausführungsform zwischen einem Fall mit offener Blende und einem Fall mit geschlossener Blende zeigt.

**Fig. 6** ist ein Blockschaubild, das eine elektrische Gestaltung des Fahrzeugwärmeaustauschsystems der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 7** ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der von einer Klimaanlage-ECU der ersten Ausführungsform ausgeführt wird.

**Fig. 8** ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der von einer Kühlungs-ECU der ersten Ausführungsform ausgeführt wird.

**Fig. 9** ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der von einer Blenden-ECU der ersten Ausführungsform ausgeführt wird.

**Fig. 10** ist ein Diagramm, das ein Verhältnis zwischen einer Wärmeübertragungsmenge zwischen dem Kühler und dem Außenwärmetauscher der ersten Ausführungsform und einer Geschwindigkeit der durch sie strömenden Luft zeigt.

**Fig. 11** ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der von einer Blenden-ECU einer zweiten Ausführungsform ausgeführt wird.

**Fig. 12** ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines Prozesses zeigt, der von einer Klimaanlage-ECU einer dritten Ausführungsform ausgeführt wird.

**Fig. 13** ist ein schematisches Schaubild einer Gestaltung eines Fahrzeugs einer weiteren Ausführungsform.

#### Beschreibung der Ausführungsform

**[0013]** Nachstehend ist eine Ausführungsform des Wärmeaustauschsystems eines Fahrzeugs unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Um das Verständnis der Beschreibung zu erleichtern, werden den gleichen Komponenten in den jeweiligen Zeichnungen so weit wie möglich die gleichen Bezugszeichen zugeordnet und wird eine sich wiederholende Beschreibung der gleichen Komponenten weggelassen.

#### (Erste Ausführungsform)

**[0014]** Zunächst wird eine erste Ausführungsform eines Wärmeaustauschsystems 10 für ein Fahrzeug beschrieben, das in **Fig. 1** dargestellt ist. Ein Fahrzeug, in dem das Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform montiert ist, ist ein Elektrofahrzeug, ein Plug-in-Hybridfahrzeug oder dergleichen, das mit der Kraft (durch die Leistung) eines Elektromotors fährt. Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist das Fahrzeugwärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform ein Kühlsystem 20 und einen Wärmepumpenkreislauf 30 auf.

**[0015]** Das Kühlsystem 20 ist ein System, das so gestaltet ist, dass es einen Motorgenerator 21, eine Batterie 22 und einen Inverter 23, die in dem Fahrzeug montiert sind, kühlt, indem es ein Kühlwasser durch diese Elemente zirkulieren lässt. Wie vorstehend beschrieben, sind die Wärme erzeugenden Quellen, auf die das Kühlsystem 20 der vorliegenden Ausführungsform abzielt, der Motorgenerator 21, die Batterie 22 und der Inverter 23.

**[0016]** Der Motorgenerator 21 wird durch elektrische Energie angetrieben, die von der Batterie 22 geliefert wird. Die Leistung (Kraft) des Motorgenerators 21 wird auf die Räder des Fahrzeugs übertragen, so dass sich das Fahrzeug fortbewegt. Des Weiteren erzeugt der Motorgenerator 21 regenerative Energie auf der Grundlage der von den Rädern übertragenen kinetischen Energie, wenn das Fahrzeug angehalten wird. Die durch die regenerative Energieerzeugung erzeugte elektrische Leistung (Strom) des Motorgenerators 21 wird in die Batterie 22 geladen.

**[0017]** Die Batterie 22 ist aus einer auf- und entladbaren Sekundärbatterie, wie z. B. einer Lithium-Ionen-Batterie, hergestellt. Die in der Batterie 22 geladene elektrische Energie wird nicht nur dem Motorgenerator 21 sondern auch verschiedenen in dem Fahrzeug montierten elektronischen Vorrichtungen zugeführt.

**[0018]** Der Inverter 23 wandelt den in der Batterie 22 geladenen Gleichstrom in Wechselstrom um und liefert den Wechselstrom an den Motorgenerator 21. Des Weiteren wandelt der Inverter 23 den durch die regenerative Energieerzeugung des Motorgenerators 21 erzeugten Wechselstrom in Gleichstrom um und lädt die Batterie 22.

**[0019]** Das Kühlsystem 20 weist eine Pumpe 24 und einen Kühler 25 auf. Das Kühlsystem 20 hat eine Struktur, in der der Motorgenerator 21, die Batterie 22, die Pumpe 24, der Inverter 23 und der Kühler 25 ringförmig mit Rohren (Leitungen) verbunden sind. In dem Kühlsystem 20 zirkuliert das Kühlwasser durch die Rohre, die zwischen den Elementen verbinden.

**[0020]** Die Pumpe 24 ist eine so genannte elektrische Pumpe, die so gestaltet ist, dass sie auf der Grundlage von elektrischer Energie arbeitet, die von der Batterie 22 geliefert wird. Die Pumpe 24 ist so gestaltet, dass sie das Kühlwasser durch jedes Element in dem Kühlsystem 20 zirkulieren lässt, indem sie das durch das Kühlsystem 20 zirkulierende Kühlwasser pumpt.

**[0021]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist der Kühler 25 in einer Mitte eines Luftdurchgangs *Wa* angeordnet, der sich von einer in einem vorderen Abschnitt des Fahrzeugs definierten Grillöffnung 41 zu einem Brennkraftmaschinenraum 42 erstreckt. Der Kühler 25 ist so gestaltet, dass er das Kühlwasser kühlt, indem er Wärme zwischen dem durch den Kühler 25 strömenden Kühlwasser und einer durch die Grillöffnung 41 in den Brennkraftmaschinenraum 42 eingeführten Luft erwärmt und die Wärme des Kühlwassers an die Luft abgibt.

**[0022]** Wie in **Fig. 1** gezeigt, zirkuliert in dem Kühlsystem 20 das durch den Kühler 25 gekühlte Kühlwasser durch den Motorgenerator 21, die Batterie 22 und den Inverter 23 und wird die Wärme dieser Elemente von dem Kühlwasser aufgenommen. Als Ergebnis werden der Motorgenerator 21, die Batterie 22 und der Inverter 23 gekühlt.

**[0023]** Der Wärmepumpenkreislauf 30 ist ein System einer Klimaanlage, der zum Erwärmen und Kühlen von Luft, die in den Fahrzeugaum zugeführt wird, gestaltet ist. In dieser Ausführungsform entspricht der Wärmepumpenkreislauf 30 einem Wärmeaustauschkreislauf einer Klimaanlage. Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist der Wärmepumpenkreislauf 30 einen Verdichter 31, einen Innenkühler 32, ein erstes Dreiwegeventil 33, ein erstes Expansionsventil 34, einen Außenwärmetauscher 35, ein zweites Dreiwegeventil 36, ein zweites Expansionsventil 37 und einen Verdampfer 38 auf. Der Wärmepumpenkreislauf 30 hat eine Struktur, in der diese Elemente ringförmig mit Rohren (Leitungen) verbunden sind. In dem Wärme-

pumpenkreislauf 30 zirkuliert ein Wärmemedium durch die Rohre, die die Elemente miteinander verbinden. Der Wärmepumpenkreislauf 30 kann in einem Kühlmodus zum Kühlen einer klimatisierten Luft und in einem Heizmodus zum Heizen der klimatisierten Luft betrieben werden. Durchgezogenen Linien in **Fig. 1** zeigen Rohre, durch die das Wärmemedium strömt, wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Kühlmodus arbeitet, und gestrichelte Linien in **Fig. 1** zeigen Rohre, durch die das Wärmemedium in dem Kühlmodus nicht strömt. Des Weiteren zeigen durchgezogene Linien in **Fig. 3** Rohre, durch die das Wärmemedium strömt, wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus betrieben wird, und zeigen gestrichelte Linien in **Fig. 3** Rohre, durch die das Wärmemedium in dem Heizmodus nicht strömt.

**[0024]** Der Verdichter 31 ist so gestaltet, dass er das Wärmemedium ansaugt und verdichtet und das verdichtete Wärmemedium an den Innenkühler 32 abgibt.

**[0025]** Wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus betrieben wird, ist der Innenkühler 32 so gestaltet, dass er die klimatisierte Luft erwärmt, indem er Wärme an die klimatisierte Luft aus dem aus dem Verdichter 31 abgegebenen Medium abgibt. Das Wärmemedium, das durch den Innenkühler 32 geströmt ist, strömt in das erste Dreiwegeventil 33.

**[0026]** Das erste Dreiwegeventil 33 ist so gestaltet, dass es das von dem Innenkühler 32 strömende Wärmemedium wahlweise zu einem Durchgang *W11* oder einem Bypassdurchgang *W12* strömen lässt. Der Durchgang *W11* ist ein Durchgang, in dem das erste Expansionsventil 34 angeordnet ist. Der Bypassdurchgang *W12* ist ein Durchgang, der das erste Expansionsventil 34 umgeht. Wie in **Fig. 1** dargestellt, lässt das erste Dreiwegeventil 33, wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Kühlmodus arbeitet, das von dem Innenkühler 32 strömende Medium durch den Bypassdurchgang *W12* strömen. Des Weiteren, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus arbeitet, lässt das erste Dreiwegeventil 33 das von dem Innenkühler 32 strömende Medium durch den Durchgang *W11* strömen.

**[0027]** Wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus arbeitet, expandiert und dekomprimiert das erste Expansionsventil 34 das von dem Innenkühler 32 in den Durchgang *W11* strömende Medium.

**[0028]** Das Wärmemedium, das den Durchgang *W11* und das erste Expansionsventil 34 passiert hat, oder das Wärmemedium, das den Bypassdurchgang *W12* passiert und das erste Expansionsventil 34 umgangen hat, strömt in den Außenwärmetau-

scher 35. Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist der Außenwärmetauscher 35 in der Mitte des sich von der Grillöffnung 41 zu dem Brennkraftmaschinenraum 42 erstreckenden Luftdurchgangs Wa angeordnet, ähnlich wie der Kühler 25. Der Außenwärmetauscher 35 ist an einer Position stromabwärtig des Kühlers 25 in einer Luftströmungsrichtung Da angeordnet. Bei Betrieb des Wärmepumpenkreislaufts 30 in dem Kühlmodus, wie in **Fig. 1** gezeigt ist, dient der Außenwärmetauscher 35 als ein Kondensator zum Kühlen des durch ihn zirkulierenden Wärmemediums. Das heißt, der Außenwärmetauscher 35 tauscht Wärme zwischen dem Wärmemedium und einer Luft aus und gibt Wärme des Wärmemediums an die Luft ab. Des Weiteren dient der Außenwärmetauscher 35 als ein Verdampfer zum Erwärmen des Wärmemediums, wenn der Wärmepumpenkreislauft 30 in dem Heizmodus betrieben wird, wie in **Fig. 3** dargestellt. Das heißt, der Außenwärmetauscher 35 tauscht Wärme zwischen dem durch ihn strömenden Wärmemedium und einer Luft aus und das Wärmemedium nimmt die Wärme der Luft auf. Das Wärmemedium, das durch den Außenwärmetauscher 35 geströmt ist, strömt in das zweite Dreiwegeventil 36.

**[0029]** Das zweite Dreiwegeventil 36 ist so gestaltet, dass das Wärmemedium wahlweise von dem Außenwärmetauscher 35 zu einem Durchgang W21 oder einem Bypassdurchgang W22 strömt. Der Durchgang W21 ist ein Durchgang, in dem das zweite Expansionsventil 37 und der Verdampfer 38 angeordnet sind. Der Bypassdurchgang W22 ist ein Durchgang, der das zweite Expansionsventil 37 und den Verdampfer 38 umgeht. Wie in **Fig. 1** dargestellt, lässt das zweite Dreiwegeventil 36 das von dem Außenwärmetauscher 35 strömende Medium in den Durchgang W21 strömen, wenn der Wärmepumpenkreislauft 30 in dem Kühlmodus betrieben wird. Des Weiteren, wie in **Fig. 3** gezeigt, wenn der Wärmepumpenkreislauft 30 in dem Heizmodus arbeitet, ermöglicht das zweite Dreiwegeventil 36 dem von dem Außenwärmetauscher 35 strömenden Wärmemedium, in den Bypassdurchgang W12 zu strömen.

**[0030]** Wenn der Wärmepumpenkreislauft 30 in dem Kühlmodus arbeitet, expandiert und dekomprimiert das zweite Expansionsventil 37 das von dem Außenwärmetauscher 35 strömende Wärmemedium. Das durch das zweite Expansionsventil 37 dekomprimierte Wärmemedium strömt in den Verdampfer 38. Der Verdampfer 38 ist so gestaltet, dass er die klimatisierte Luft kühlt, indem er Wärme zwischen dem durch den Verdampfer 38 strömenden Wärmemedium und der klimatisierten Luft austauscht und Wärme der klimatisierten Luft in das Wärmemedium aufnimmt.

**[0031]** Als nächstes ist ein Betriebsbeispiel des Wärmepumpenkreislaufts 30 spezifisch beschrieben.

**[0032]** Wie in **Fig. 1** gezeigt, zirkuliert das Medium in dem Kühlmodus des Wärmepumpenkreislaufts 30 durch „den Kompressor 31, den Innenkühler 32, den Außenwärmetauscher 35, das zweite Expansionsventil 37, den Verdampfer 38 und den Kompressor 31“ in dieser Reihenfolge. In diesem Fall strömt in dem Wärmepumpenkreislauft 30 das aus dem Verdichter 31 abgegebene Wärmemedium mit hoher Temperatur und hohem Druck in den Innenkühler 32. Zu diesem Zeitpunkt kann die klimatisierte Luft nicht zu dem Innenkühler 32 in der Klimaanlage strömen, so dass das durch den Innenkühler 32 strömende Wärmemedium keine Wärme mit der klimatisierten Luft austauscht und in den Außenwärmetauscher 35 strömt.

**[0033]** Der Außenwärmetauscher 35 dient als der Kondensator, wenn der Wärmepumpenkreislauft 30 in dem Kühlmodus betrieben wird. Das heißt, dass in dem Außenwärmetauscher 35 das durch den Außenwärmetauscher 35 strömende Wärmemedium mit hoher Temperatur und hohem Druck Wärme mit der Luft ableitet, so dass die Wärme des Wärmemediums an die Luft abgeleitet wird und das Wärmemedium gekühlt und kondensiert wird.

**[0034]** Das in dem Außenwärmetauscher 35 gekühlte Wärmemedium wird durch das zweite Expansionsventil 37 dekomprimiert, so dass es einen niedrigen Druck hat, und strömt in den Verdampfer 38. In dem Verdampfer 38 tauscht das unter niedrigem Druck durch den Verdampfer 38 strömende Wärmemedium Wärme mit der außerhalb des Verdampfers 38 strömenden klimatisierten Luft aus, so dass Wärme der klimatisierten Luft von dem Wärmemedium aufgenommen wird und das Wärmemedium verdampft. Durch den Wärmeaustausch zwischen der klimatisierten Luft und dem Wärmemedium in dem Verdampfer 38 wird die klimatisierte Luft gekühlt. Die gekühlte klimatisierte Luft wird in den Fahrzeugraum geleitet (zugeführt), um den Fahrzeugraum zu kühlen. Das in dem Verdampfer 38 verdampfte Wärmemedium wird von dem Verdichter 31 wieder angesaugt und verdichtet und rezirkuliert (zirkuliert wieder) durch den Wärmepumpenkreislauft 30.

**[0035]** Andererseits strömt, wie in **Fig. 3** gezeigt, bei einem Betrieb des Wärmepumpenkreislaufts 30 in dem Heizmodus das Wärmemedium in dieser Reihenfolge durch „den Kompressor 31, den Innenkühler 32, das erste Expansionsventil 34, den Außenwärmetauscher 35 und den Kompressor 31“. In diesem Fall strömt in dem Wärmepumpenkreislauft 30 das aus dem Verdichter 31 abgegebene Hochtemperatur-Hochdruck-Wärmemedium in den Innenkühler 32. Dabei wird die Wärme des durch den Innenkühler 32 strömenden Wärmemediums durch einen Wärmeaustausch zwischen dem Wärmemedium und der klimatisierten Luft an die klimatisierte Luft abgegeben und wird die klimatisierte Luft

erwärmt. Die erwärmte Luft wird in den Fahrzeugraum geleitet (zugeführt), um den Fahrzeugraum zu erwärmen (heizen).

**[0036]** Das Wärmemedium, das den Innenkühler 32 durchlaufen hat, wird durch das erste Expansionsventil 34 auf einen niedrigen Druck dekomprimiert und strömt in den Außenwärmetauscher 35. Der Außenwärmetauscher 35 dient als ein Verdampfer, wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus betrieben wird. Das heißt, in dem Außenwärmetauscher 35 wird ein Wärmeaustausch zwischen dem durch den Außenwärmetauscher 35 zirkulierenden Wärmemedium und der außerhalb des Außenwärmetauschers 35 strömenden Luft ausgeführt, so dass die Wärme der Luft durch das Wärmemedium aufgenommen wird und das Wärmemedium verdampft. Das in dem Außenwärmetauscher 35 verdampfte Wärmemedium strömt durch den Bypassdurchgang W22, wird von dem Verdichter 31 wieder angesaugt und verdichtet und zirkuliert erneut durch den Wärmepumpenkreislauf 30.

**[0037]** Als nächstes werden die Strukturen des Kühlers 25 und des Außenwärmetauschers 35 spezifisch beschrieben.

**[0038]** Wie in **Fig. 4** dargestellt, hat der Kühler 25 eine Struktur, in der mehrere flache Rohre 250 in vorbestimmten Abständen gestapelt sind. Die Rohre 250 sind aus einem Metall wie z. B. einer Aluminiumlegierung hergestellt. Jedes der Rohre 250 definiert darin einen Durchgang 251 für das Kühlwasser, das durch das Kühlsystem 20 zirkuliert. Zwischen benachbarten Rohren der Rohre 250 sind Zwischenräume definiert, durch die die durch die Grillöffnung 41 eingeführte Luft strömt. In dem Kühler 25 findet ein Wärmeaustausch zwischen dem durch die Rohre 250 strömenden Kühlwasser und der außerhalb der Rohre 250 strömenden Luft statt.

**[0039]** Ähnlich wie der Kühler 25 hat der Außenwärmetauscher 35 eine Struktur, in der mehrere flache Rohre 350 in vorbestimmten Abständen gestapelt sind. Die Rohre 350 sind ebenfalls aus einem Metall wie z. B. einer Aluminiumlegierung hergestellt. Jedes der Rohre 350 definiert darin einen Durchgang 351 für das durch den Wärmepumpenkreislauf 30 zirkulierende Wärmemedium. Zwischen benachbarten Rohren der Rohre 350 sind Zwischenräume definiert, durch die die durch die Grillöffnung 41 eingeführte Luft strömt. In dem Außenwärmetauscher 35 wird ein Wärmeaustausch zwischen dem durch die Rohre 350 strömenden Wärmemedium und der außerhalb der Rohre 350 strömenden Luft ausgeführt.

**[0040]** Lamellen (Rippen) 50 sind in den Zwischenräumen zwischen den Rohren 250 des Kühlers 25 und in den Zwischenräumen zwischen den Rohren

350 des Außenwärmetauschers 35 angeordnet. Jede der Rippen 50 erstreckt sich zwischen dem Zwischenraum von benachbarten Rohren der Rohre 250 des Kühlers 25 und dem Zwischenraum von benachbarten Rohren der Rohre 350 des Außenwärmetauschers 35. Jede der Rippen 50 ist eine sogenannte gewellte Rippe, die durch Biegen einer dünnen Metallplatte in eine wellenförmige Form ausgebildet ist. Die Rippen 50 sind mit den Rohren 250 des Kühlers 25 und den Rohren 350 des Außenwärmetauschers 35 durch Hartlöten oder ähnliches verbunden. Die Rippen 50 erhöhen die Kontaktflächen zwischen der Luft und dem Kühler 25 und zwischen der Luft und dem Außenwärmetauscher 35, um die Wärmeübertragungsflächen des Kühlers 25 und des Außenwärmetauschers 35 zu erhöhen. Als Ergebnis können die Wärmeaustauschleistungen des Kühlers 25 und des Außenwärmetauschers 35 verbessert werden.

**[0041]** Der Kühler 25 und der Außenwärmetauscher 35 sind durch die Rippen 50 physikalisch und thermisch miteinander verbunden. Das heißt, der Kühler 25 und der Außenwärmetauscher 35 können über die Rippen 50 Wärme zu- und voneinander übertragen. Wie vorstehend beschrieben, entsprechen die Rippen 50 in der vorliegenden Ausführungsform einem Verbindungsbauteil, das eine thermische Verbindung zwischen dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 herstellt.

**[0042]** Andererseits weist das Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 2** gezeigt, des Weiteren eine Blende (Klappe) 60 und ein Gebläse 70 auf.

**[0043]** Die Blende 60 ist in der Grillöffnung 41 angeordnet. Somit ist die Blende 60 an einer Position stromaufwärtig des Kühlers 25 und des Außenwärmetauschers 35 in der Luftströmungsrichtung Da angeordnet. Die Blende 60 hat mehrere Lamellen. Die Blende 60 ist so gestaltet, dass sie die Grillöffnung 41 durch Bewegen der Lamellen öffnet und schließt. Wenn die Blende 60 geöffnet ist, wird während der Fahrt des Fahrzeugs Luft durch die Grillöffnung 41 in den Kühler 25, den Außenwärmetauscher 35 und den Brennkraftmaschinenraum 42 eingeführt. Wenn die Blende 60 geschlossen ist, wird dem Kühler 25, dem Außenwärmetauscher 35 und dem Brennkraftmaschinenraum 42 keine Luft durch die Grillöffnung 41 zugeführt. Auf diese Weise kann die Blende 60 wahlweise die Strömung zu dem Kühler 25 und zu dem Außenwärmetauscher 35 zulassen oder unterbinden (verhindern). Durch Schließen der Blende 60 kann das aerodynamische Verhalten des Fahrzeugs verbessert werden, so dass die Kraftstoffeffizienz des Fahrzeugs verbessert werden kann. Insbesondere ist der Luftwiderstand des Fahrzeugs bei geschlossener Blende 60 geringer als der Luftwiderstand des Fahrzeugs bei

geöffneter Blende 60, so dass die Fahrlast des Fahrzeugs reduziert wird. Als Ergebnis können, wie in **Fig. 5** gezeigt, nicht nur die Fahrlast des Fahrzeugs, sondern auch die elektrischen Leistungen einer Hilfsmaschine, einer Hilfswärmequelle, wie z. B. eines PTC-Heizers, und des Verdichters 31, sowie die Verluste des Motorgenerators (MG) 21 und des in dem Fahrzeug montierten Inverters (INV) 23 reduziert werden.

**[0044]** Das Gebläse 70 ist an einer Position stromabwärtig des Kühlers 25 und des Außenwärmetauschers 35 in der Luftströmungsrichtung Da angeordnet. Wenn das Fahrzeug beispielsweise stillsteht oder mit geringer Geschwindigkeit fährt, kann die zu dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 zugeführte Luftmenge unzureichend sein. In einem solchen Fall führt das Gebläse 70 dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 Luft zu und ergänzt einen Mangel an der Luft.

**[0045]** Als nächstes wird eine elektrische Gestaltung des Wärmeaustauschsystems 10 der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0046]** Wie in **Fig. 6** gezeigt, weist das Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform eine Kühlungs-ECU (Electronic Control Unit bzw. elektronische Steuerungseinheit) 28, die so gestaltet ist, dass sie das Kühlsystem 20 steuert, eine Klimaanlage-ECU 84, die so gestaltet ist, dass sie eine Klimaanlage 90 des Fahrzeugs steuert, eine Pumpen-ECU 29, die so gestaltet ist, dass sie die Pumpe 24 steuert, eine Blenden-ECU 61, die so gestaltet ist, dass sie die Blende 60 steuert, und eine Lüfter-ECU 71 auf, die so gestaltet ist, dass sie das Gebläse 70 steuert. Jedes der Steuerungsgeräte bzw. ECUs 28, 29, 61, 71 und 84 ist hauptsächlich aus einem Mikrocomputer gebildet, der eine CPU, einen Speicher und ähnliches enthält und so gestaltet ist, dass er eine Zielvorrichtung in einer integrierten Weise steuert.

**[0047]** Ausgangssignale von verschiedenen Sensoren, die in dem Kühlsystem 20 und dem Fahrzeug montiert sind, werden in die Kühlungs-ECU 28 über ein fahrzeuginternes Netzwerk Lc eingegeben. Beispiele für die Sensoren weisen einen Einlasswassertempersensor 26 und einen Auslasswassertempersensor 27 auf. Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist der Einlasswassertempersensor 26 in einem Rohr angeordnet, das an einer Position stromaufwärtig des Kühlers 25 in einer Strömungsrichtung des Kühlwassers angeordnet ist. Der Einlasswassertempersensor 26 ist so gestaltet, dass er eine Temperatur Tin des in den Kühler 25 strömenden Kühlwassers erfasst und Signale gemäß der erfassten Temperatur Tin des Kühlwassers ausgibt. Der Auslasswassertempersensor 27 ist in einem Rohr angeordnet, das an einer Position stromabwärtig des Kühlers 25

in Strömungsrichtung des Kühlwassers angeordnet ist. Der Auslasswassertempersensor 27 ist so gestaltet, dass er eine Temperatur Tout des von dem Kühler 25 strömenden Kühlwassers erfasst und Signale gemäß der erfassten Temperatur Tout des Kühlwassers ausgibt. Im Folgenden wird der Einfachheit halber die von dem Einlasswassertempersensor 26 erfasste Temperatur Tin des Kühlwassers als eine „Einlasswassertemperatur Tin“ und die von dem Auslasswassertempersensor 27 erfasste Temperatur Tout des Kühlwassers als eine „Auslasswassertemperatur Tout“ bezeichnet.

**[0048]** Die Kühlungs-ECU 28 ist so gestaltet, dass sie die Einlasswassertemperatur Tin und die Auslasswassertemperatur Tout auf der Grundlage von Ausgangssignalen der Sensoren 26, 27 ermittelt und Zustandsgrößen, die zum Steuern des Kühlsystems 20 erforderlich sind, auf der Grundlage von Ausgangssignalen anderer Sensoren ermittelt. Die Kühlungs-ECU 28 ist so gestaltet, dass es einen Steuerungsbefehlswert an die Pumpen-ECU 29 zur Steuerung der Pumpe 24 auf der Grundlage der von den Sensoren ermittelten Informationen übermittelt. Die Pumpen-ECU 29 ist gestaltet, um die Pumpe 24 basierend auf dem Steuerungsbefehlswert zu steuern und eine Kühlungssteuerung auszuführen, um den Motorgenerator 21, die Batterie 22 und den Inverter 23 zu kühlen.

**[0049]** Ausgangssignale verschiedener in der Klimaanlage 90 und dem Fahrzeug montierter Sensoren werden in die Klimaanlage-ECU 84 eingegeben. Beispiele für die Sensoren weisen einen Innenlufttempersensor 80, einen Außenlufttempersensor 81, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 82 und einen Einlasstempersensor 39 auf. Der Innenlufttempersensor 80 ist so gestaltet, dass er eine Innenlufttemperatur Tr erfasst, die eine Temperatur innerhalb des Fahrzeugs ist, und Signale ausgibt, die der erfassten Innenlufttemperatur Tr entsprechen. Der Außenlufttempersensor 81 ist so gestaltet, dass er eine Außentemperatur Tam erfasst, die eine Temperatur außerhalb des Fahrzeugs ist, und Signale ausgibt, die der erfassten Außentemperatur Tam entsprechen. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 82 ist gestaltet, um eine Geschwindigkeit V des Fahrzeugs zu erfassen, die eine Geschwindigkeit ist, mit der das Fahrzeug fährt, und um Signale auszugeben, die der erfassten Geschwindigkeit V entsprechen. Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist der Einlasstempersensor 39 gestaltet, um eine Temperatur Tc des Wärmemediums zu erfassen, das in den Außenwärmetauscher 35 strömt, und um Signale auszugeben, die der erfassten Temperatur Tc des erfassten Wärmemediums entsprechen.

**[0050]** Des Weiteren ist die Klimaanlage-ECU 84 gestaltet, um Signale einzugeben, die von einer

Betätigungsvorrichtung 83 übertragen werden. Die Betätigungsvorrichtung 83 ist ein Teil, der von einem Benutzer beim Betrieb der Klimaanlage 90 bedient/betätigt wird. Mit der Betätigungsvorrichtung 83 kann die Temperatur in dem Fahrzeuginnenraum festgelegt werden. Die Betätigungsvorrichtung 83 ist gestaltet, um eine Information über eine festgelegte Temperatur  $T_s$  in dem Fahrzeuginnenraum, die vom Benutzer eingegeben wird, an die Klimaanlage-ECU 84 zu übertragen.

**[0051]** Die Klimaanlage-ECU 84 ist gestaltet, um Informationen über die Innenlufttemperatur  $T_r$ , die Außenlufttemperatur  $T_{am}$  und die Geschwindigkeit  $V$  des Fahrzeugs basierend auf Ausgangssignalen von den Sensoren 80 bis 82 zu ermitteln und verschiedene Zustandsgrößen zu ermitteln, die zum Steuern der Klimaanlage 90 basierend auf Ausgangssignalen von anderen Sensoren erforderlich sind. Des Weiteren ist die Klimaanlage-ECU 84 so gestaltet, dass sie verschiedene von dem Benutzer festgelegte Einstellinformationen von der Betätigungsvorrichtung 83 ermittelt. Die Klimaanlage-ECU 84 ist so gestaltet, dass sie den Wärmepumpenkreislauf 30 und die Klimaanlage 90 basierend auf den ermittelten Informationen integriert steuert.

**[0052]** Die Blenden-ECU 61 ist mit der Kühlungs-ECU 28 und der Klimaanlage-ECU 84 über das fahrzeuginterne Netzwerk  $L_c$  kommunikativ verbunden. Die Blenden-ECU 61 kann verschiedene Informationen mit jeder der ECUs 28, 29, 71 und 84 über das fahrzeuginterne Netzwerk  $L_c$  austauschen. Bei den zwischen den ECUs 28, 29, 61, 71 und 84 ausgetauschten Informationen handelt es sich z. B. um die von den verschiedenen Sensoren erfassten Werte. Des Weiteren fordert die Kühlungs-ECU 28 die Blenden-ECU 61 auf, die Blende 60 basierend auf einem Betriebszustand des Kühlsystems 20 zu öffnen oder zu schließen. Des Weiteren fordert die Klimaanlage-ECU 84 die Blenden-ECU 61 auf, die Blende 60 basierend auf einem Betriebszustand des Wärmepumpenkreislauf 30 zu öffnen oder zu schließen. Die Blenden-ECU 61 ist so gestaltet, dass sie ein Öffnen/Schließen der Blende 60 auf der Grundlage der Anforderungen der Kühlungs-ECU 28 und der Klimaanlage-ECU 84 steuert. In dieser Ausführungsform entspricht die Blenden-ECU 61 einem Steuerungsgerät.

**[0053]** Die Lüfter-ECU 71 ist so gestaltet, dass sie eine Drehzahl des Gebläses 70 auf der Grundlage von Anforderungen von der Kühlungs-ECU 28 und der Klimaanlage-ECU 84 steuert. Des Weiteren ist die Lüfter-ECU 71 gestaltet, um eine Drehzahl  $N_f$  des Gebläses 70 von dem Gebläse 70 zu ermitteln.

**[0054]** Als nächstes wird ein spezifischer Ablauf einer Anforderungsverarbeitung zum Öffnen und Schließen der Blende 60 beschrieben, der von der

Kühlungs-ECU 28 und der Klimaanlage-ECU 84 ausgeführt wird. Zunächst wird der Ablauf eines Prozesses beschrieben, der von der Klimaanlage-ECU 84 ausgeführt wird, mit Bezug auf **Fig. 7**. Die Klimaanlage-ECU 84 führt wiederholt den in **Fig. 7** gezeigten Prozess in einem vorbestimmten Zyklus aus, wenn der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus betrieben wird.

**[0055]** Wie in **Fig. 7** gezeigt, berechnet die Klimaanlage-ECU 84 zunächst in Schritt S10 eine erforderliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_A$  des Außenwärmetauschers 35. Insbesondere berechnet die Klimaanlage-ECU 84 mit einem Kennfeld und einer Berechnungsformel eine Wärmeableitungsmenge des Innenkühlers 32, die erforderlich ist, um die Innenlufttemperatur  $T_r$  näher an die eingestellte Temperatur  $T_s$  in dem Fahrzeugraum zu bringen, basierend auf einer Abweichung zwischen der festgelegten Temperatur  $T_s$  und der Innenlufttemperatur  $T_r$ . Die Klimaanlage-ECU 84 berechnet die erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_A$ , die eine Wärmeableitungsmenge ist, die das Wärmedium in dem Außenwärmetauscher 35 ableiten muss, aus der berechneten Wärmeableitungsmenge des Innenkühlers 32 mit einer Berechnungsformel, einem Kennfeld und dergleichen.

**[0056]** Die Klimaanlage-ECU 84 berechnet in Schritt S11, der auf den Schritt S10 folgt, eine tatsächliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$ , die eine Wärmeableitungsmenge ist, die tatsächlich von dem Wärmedium in dem Außenwärmetauscher 35 aufgenommen wird. Die tatsächliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$  kann nach dem folgenden Verfahren berechnet werden.

**[0057]** Die tatsächliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$  des Außenwärmetauschers 35 kann aus einer Temperaturdifferenz  $\Delta T$ , die eine Abweichung zwischen einer Temperatur des durch den Außenwärmetauscher 35 strömenden Wärmediums und der Außentemperatur  $T_{am}$  ist, und aus einer dem Außenwärmetauscher 35 zugeführten Luftmenge  $G_A$  mit einer Formel und dergleichen berechnet werden. Somit ermittelt die Klimaanlage-ECU 84 der vorliegenden Ausführungsform Informationen über die Außenlufttemperatur  $T_{am}$  basierend auf den Ausgangssignalen des Außenlufttemperatursensors 81. Des Weiteren hat die Klimaanlage-ECU 84 Informationen über die Drehzahl des Verdichters 31, da die Klimaanlage-ECU 84 eine Drehzahl des Verdichters 31 als die Steuerung des Wärmepumpenkreislaufs 30 steuert. Es besteht eine Korrelation zwischen der Drehzahl des Verdichters 31 und der Temperatur des erwärmten Mediums des Außenwärmetauschers 35. Die Klimaanlage-ECU 84 berechnet die Temperatur des Wärmediums des Außenwärmetauschers 35 aus der Drehzahl des Verdichters 31 mit einer Berechnungsformel oder



einem Kennfeld, das die Korrelation aufzeigt. Die Klimaanlage-ECU 84 berechnet die Temperaturdifferenz  $\Delta T$ , die die Abweichung zwischen der berechneten Temperatur des Wärmemediums des Außenwärmetauschers 35 und der Außenlufttemperatur  $T_{am}$  ist. Des Weiteren berechnet die Klimaanlage-ECU 84 aus der Geschwindigkeit  $V$  des Fahrzeugs und der Drehzahl  $N_f$  des Gebläses 70, die von der Lüfter-ECU 71 ermittelt werden kann, die zu dem Außenwärmetauscher 35 geblasene Luftmenge  $GA$ . Die Klimaanlage-ECU 84 berechnet die tatsächliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$  des Außenwärmetauschers 35 aus der berechneten Temperaturdifferenz  $\Delta T$  und der zu dem Außenwärmetauscher 35 geblasenen Luftmenge  $GA$  mit einer Berechnungsformel oder dergleichen.

**[0058]** Die Klimaanlage-ECU 84 bestimmt in Schritt S12 nach dem Schritt S11, ob die tatsächliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$  des Außenwärmetauschers 35 größer ist als die erforderliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_A$ . Wenn die Klimaanlage-ECU 84 in dem Schritt S12 eine bejahende Entscheidung trifft, d.h. wenn die tatsächliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$  des Außenwärmetauschers 35 größer als die erforderliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_A$  ist, bestimmt die Klimaanlage-ECU 84, dass die Wärmeaufnahme von der Luft in dem Außenwärmetauscher 35 nicht erforderlich ist. In diesem Fall legt die Klimaanlage-ECU 84 in Schritt S13 ein erstes Anforderungs-Flag  $F1$  auf „0“ fest, um die Blenden-ECU 61 aufzufordern, die Blende 60 zu schließen.

**[0059]** Andererseits, wenn die Klimaanlage-ECU 84 in dem Schritt S12 eine verneinende Bestimmung vornimmt, d.h. wenn die tatsächlich erwärmte Wärmeaufnahmemenge  $Q_a$  des Außenwärmetauschers 35 kleiner oder gleich der erforderlichen Wärmeaufnahmemenge  $Q_A$  ist, bestimmt die Klimaanlage-ECU 84, dass eine Wärmeaufnahme von der Luft in dem Außenwärmetauscher 35 erforderlich ist. In diesem Fall legt die Klimaanlage-ECU 84 in Schritt S14 das erste Anforderungs-Flag  $F1$  auf „1“ fest, um die Blenden-ECU 61 aufzufordern, die Blende 60 zu öffnen.

**[0060]** Nach dem Ausführen des Prozesses des Schritts S13 oder des Prozesses des Schritts S14 überträgt die Klimaanlage-ECU 84 die Information über das erste Anforderungs-Flag  $F1$  in Schritt S15 an die Blenden-ECU 61. Anschließend überträgt die Klimaanlage-ECU 84 in Schritt S16 die Information über die erforderliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_A$  an die Blenden-ECU 61 und beendet dann den Ablauf der in **Fig. 7** dargestellten Prozesse.

**[0061]** Als nächstes wird der Ablauf des von der Kühlungs-ECU 28 ausgeführten Prozesses unter Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben. Die Kühlungs-

ECU 28 führt den in **Fig. 8** dargestellten Prozess wiederholt in einem vorbestimmten Zyklus aus.

**[0062]** Wie in **Fig. 8** gezeigt, berechnet die Kühlungs-ECU 28 in Schritt S20 einen abgeschätzten Wert  $TE_{in}$  einer Einlasswassertemperatur, die eine abgeschätzte Temperatur des Kühlwassers ist, das in den Kühler 25 strömen soll, zu einem Zeitpunkt, an dem eine vorbestimmte Zeitdauer seit dem vorliegenden Zeitpunkt vergangen ist. Insbesondere bestimmt die Kühlungs-ECU 28 eine Änderungsrate der Einlasswassertemperatur  $T_{in}$  pro Zeiteinheit basierend auf mehreren Werten der Einlasswassertemperatur  $T_{in}$ , die von dem Einlasswassertempersensor 26 erfasst wurden, bevor die vorbestimmte Zeitdauer ab dem vorliegenden Zeitpunkt verstrichen ist. Die Kühlungs-ECU 28 berechnet den abgeschätzten Wert  $TE_{in}$  der Einlasswassertemperatur zu einem Zeitpunkt, an dem die vorbestimmte Dauer verstrichen ist, basierend auf der berechneten Änderungsrate der Einlasswassertemperatur  $T_{in}$  pro Zeiteinheit und der vorliegenden Einlasswassertemperatur  $T_{in}$ , die von dem Einlasswassertempersensor 26 erfasst wurde. In dieser Ausführungsform entspricht der abgeschätzte Wert  $TE_{in}$  der Einlasswassertemperatur zu einem Zeitpunkt, an dem die vorbestimmte Dauer vergangen ist, einer Temperatur des Kühlers 25 zu einem Zeitpunkt, an dem die vorbestimmte Dauer vergangen ist.

**[0063]** In Schritt S21, der auf den Schritt S20 folgt, bestimmt die Kühlungs-ECU 28, ob der abgeschätzte Wert  $TE_{in}$  der Einlasswassertemperatur zu einem Zeitpunkt, an dem die vorbestimmte Dauer vergangen ist, kleiner als ein vorbestimmter Temperaturschwellenwert  $T_{th}$  ist. Der Temperaturschwellenwert  $T_{th}$  ist eine Obergrenze der Einlasswassertemperatur  $T_{in}$ , die erforderlich ist, um die Kühlzustände des Motorgenerators 21, der Batterie 22 und des Inverters 23 aufrechtzuerhalten, die Kühlziele des Kühlsystems 20 sind. Der Temperaturschwellenwert  $T_{th}$  wird im Voraus durch Experimente o.ä. festgelegt und wird in dem Speicher der Kühlungs-ECU 28 gespeichert.

**[0064]** Wenn die Kühlungs-ECU 28 in dem Schritt S21 eine positive Bestimmung vornimmt, d.h. wenn der abgeschätzte Wert  $TE_{in}$  der Einlasswassertemperatur zu einem Zeitpunkt, an dem die vorbestimmte Dauer verstrichen ist, kleiner ist als der Temperaturschwellenwert  $T_{th}$ , bestimmt die Kühlungs-ECU 28, dass eine Kühlleistung des Kühlsystems 20 gesichert ist. In diesem Fall legt die Kühlungs-ECU 28 in Schritt S22 ein zweites Anforderungs-Flag  $F2$  auf „0“ fest, um die Blenden-ECU 61 aufzufordern, die Blende 60 zu schließen.

**[0065]** Wenn die Kühlungs-ECU 28 in dem Schritt S21 eine negative Bestimmung vornimmt, d.h. wenn der abgeschätzte Wert  $TE_{in}$  der Einlasswas-

sertemperatur zu einem Zeitpunkt, an dem die vorbestimmte Dauer verstrichen ist, gleich oder größer als der Temperaturschwellenwert  $T_{th}$  ist, bestimmt die Kühlungs-ECU 28, dass die Kühlleistung des Kühlsystems 20 nicht gesichert ist. In diesem Fall ist es erforderlich, die Wärme des Wärmemediums an die Luft in dem Kühler 25 abzuleiten. Daher legt die Kühlungs-ECU 28 in Schritt S23 das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ fest, um die Blenden-ECU 61 aufzufordern, die Blende 60 zu öffnen.

**[0066]** Nach Ausführen des Prozesses des Schritts S22 oder des Prozesses des Schritts S23 überträgt die Kühlungs-ECU 28 in Schritt S24 Informationen über das zweite Anforderungs-Flag F2 an die Blenden-ECU 61. Daraufhin berechnet die Kühlungs-ECU 28 in Schritt S25 eine erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_B$  des Kühlers 25. Da die Kühlungs-ECU 28 die Pumpe 24 steuert, hat die Kühlungs-ECU 28 insbesondere Informationen über die Pumpendrehzahl der Pumpe 24. Die Kühlungs-ECU 28 berechnet eine Strömungsrate des durch den Kühler 25 strömenden Kühlwassers aus der Drehzahl der Pumpe 24 mit einer Berechnungsformel oder ähnlichem. Des Weiteren berechnet die Kühlungs-ECU 28 eine Abweichung zwischen der Einlasswassertemperatur  $T_{in}$  und der Auslasswassertemperatur  $T_{out}$  des Kühlers 25 und berechnet aus der berechneten Abweichung und der Strömungsrate des durch den Kühler 25 strömenden Kühlwassers mit einer Berechnungsformel o.ä. eine tatsächliche Ableitungsmenge des Kühlers 25. Die Kühlungs-ECU 28 berechnet aus der tatsächlichen Wärmeableitungsmenge des Kühlers 25 und ihrem Trend die erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_B$  des Kühlers 25, d.h. eine Wärmemenge, die von dem Kühler 25 abgeleitet werden muss, damit die Einlasswassertemperatur  $T_{in}$  des Kühlers 25 eine vorbestimmte Temperatur nicht erreicht. Die vorbestimmte Temperatur ist eine Obergrenze der Einlasswassertemperatur  $T_{in}$  des Kühlers 25, die den Betrieb des Motorgenerators 21, der Batterie 22 und des Inverters 23 sicherstellen kann. Die vorbestimmte Temperatur wird im Voraus durch Versuche und dergleichen festgelegt.

**[0067]** In Schritt S26, der auf den Schritt S25 folgt, überträgt die Kühlungs-ECU 28 die Informationen über die berechnete erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_B$  des Kühlers 25 an die Blenden-ECU 61 und beendet dann einen Ablauf des in **Fig. 8** dargestellten Prozesses.

**[0068]** Andererseits steuert die Blenden-ECU 61 das Öffnen und Schließen der Blende 60 auf der Grundlage des ersten Anforderungs-Flags F1, das von der Klimaanlage-ECU 84 übertragen wird, und des zweiten Anforderungs-Flags F2, das von der Kühlungs-ECU 28 übertragen wird. Als nächstes wird der Ablauf des Prozesses, der von der Blen-

den-ECU 61 ausgeführt wird, unter Bezugnahme auf **Fig. 9** näher beschrieben. Die Blenden-ECU 61 führt den in **Fig. 9** dargestellten Prozess wiederholt in einem vorbestimmten Zyklus aus.

**[0069]** Wie in **Fig. 9** gezeigt, bestimmt die Blenden-ECU 61 in Schritt S30, ob sowohl das erste Anforderungs-Flag F1, das von der Klimaanlage-ECU 84 übertragen wird, als auch das zweite Anforderungs-Flag F2, das von der Kühlungs-ECU 28 übertragen wird, auf „0“ festgelegt sind. Wenn sowohl das erste Anforderungs-Flag F1 als auch das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „0“ festgelegt sind, ist die Wärmeaufnahme des Außenwärmetauschers 35 nicht erforderlich und ist die Wärmeableitung des Kühlers 25 nicht erforderlich. Wenn also sowohl das erste Anforderungs-Flag F1 als auch das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „0“ festgelegt sind, trifft die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S30 eine positive Entscheidung, versetzt die Blende 60 in Schritt S31 in einen geschlossenen Zustand und beendet den Ablauf des in **Fig. 9** dargestellten Prozesses. Dass sich die Blende 60 in dem geschlossenen Zustand befindet, bedeutet, dass ein Teil oder alle Teile der Blende 60 geschlossen sind.

**[0070]** Wenn die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S31 eine negative Bestimmung vornimmt, bestimmt die Blenden-ECU 61 in Schritt S32, ob sowohl das erste Anforderungs-Flag F1 als auch das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ festgelegt sind. Wenn sowohl das erste Anforderungs-Flag F1 als auch das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ festgelegt sind, ist eine Wärmeaufnahme des Außenwärmetauschers 35 und ist eine Wärmeableitung des Kühlers 25 erforderlich. In dieser Situation ist das Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform so gestaltet, dass es die Blende 60 schließt, wenn die Wärmeaufnahme des Außenwärmetauschers 35 und die Wärmeableitung des Kühlers 25 durch eine Wärmeübertragung zwischen dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 über die Rippen 50 erfüllt werden kann. Als Ergebnis kann eine Zeitdauer, in der die Blende 60 geschlossen ist, verlängert werden und kann die aerodynamische Leistung des Fahrzeugs verbessert werden.

**[0071]** Insbesondere, wenn sowohl das erste Anforderungs-Flag F1 als auch das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ festgelegt sind, führt die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S32 eine positive Bestimmung durch und bestimmt, ob die erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_A$  des Außenwärmetauschers 35 geringer ist als die erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_B$  des Kühlers 25 in Schritt S33. Wenn die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S32 eine negative Bestimmung vornimmt, d.h. wenn die erforderliche Wärmeaufnahmemenge  $Q_A$  des Außenwärmetauschers 35 gleich oder größer ist als die erforderliche Wärmeableitungsmenge  $Q_B$  des Kühlers 25, steuert

die Blenden-ECU 61 die Blende 60, um diese zu öffnen.

**[0072]** Wenn die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S33 eine positive Bestimmung vornimmt, d.h. wenn die erforderliche Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 kleiner ist als die erforderliche Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25, berechnet die Blenden-ECU 61 in Schritt S34 einen Bestimmungswert auf der Grundlage der folgenden Gleichung f1.

$$QC = QB - QA - \alpha(f1)$$

**[0073]** Ein Korrekturwert  $\alpha$  in der Gleichung f1 ist eine Wärmemenge, die durch eine Wärmeübertragung zwischen dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 durch die Lamellen 50 verloren geht. Der Korrekturwert  $\alpha$  weist z. B. eine Wärmemenge auf, die von den Lamellen 50 an die Luft abgegeben wird. Der Korrekturwert  $\alpha$  wird im Voraus durch Experimente und dergleichen erhalten und wird in dem Speicher der Blenden-ECU 61 gespeichert. Wenn der Korrekturwert  $\alpha$  in Bezug auf die erforderliche Wärmeaufnahmemenge QA und die erforderliche Wärmeableitungsmenge QB vernachlässigbar klein ist, kann der Korrekturwert  $\alpha$  auf „0“ festgelegt werden.

**[0074]** Die Blenden-ECU 61 bestimmt in Schritt S35 nach dem Schritt S34, ob der Bestimmungswert QC größer als ein vorbestimmter Schwellenwert Qth ist. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht der Prozess des Schrittes S35 einem Prozess der Bestimmung, ob die erforderliche Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 ergänzt werden kann. Wenn die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S35 eine positive Bestimmung vornimmt, d. h., wenn der Bestimmungswert QC größer als der Schwellenwert Qth ist, bestimmt die Blenden-ECU 61, dass die erforderliche Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 ergänzt werden kann. In diesem Fall steuert die Blenden-ECU 61 die Blende 60 zum Schließen in Schritt S36 und beendet den Ablauf des in **Fig. 9** dargestellten Prozesses.

**[0075]** Des Weiteren, wenn die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S35 eine negative Bestimmung vornimmt, das heißt, wenn der Bestimmungswert QC kleiner oder gleich dem Schwellenwert Qth ist, bestimmt die Blenden-ECU 61, dass die erforderliche Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 nicht ausreichend durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 ergänzt werden kann. In diesem Fall steuert die Blenden-ECU 61 die Blende 60 in Schritt S37 zum Öffnen und beendet den Ablauf des in **Fig. 9** dargestellten Prozesses.

**[0076]** Andererseits, wenn die Blenden-ECU 61 in dem Schritt S32 eine negative Bestimmung vornimmt, d.h. wenn entweder das erste Anforderungs-Flag F1 oder das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ festgelegt ist, steuert die Blenden-ECU 61 die Blende 60, um sie in Schritt S38 zu öffnen, und beendet einen Ablauf des in **Fig. 9** dargestellten Prozesses.

**[0077]** Gemäß dem Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben ist, können die in den folgenden Punkten (1) bis (4) dargestellten Vorteile erhalten werden.

(1) Da der Kühler 25 und der Außenwärmetauscher 35 durch die Rippen (Lamellen) 50 thermisch verbunden sind, können der Kühler 25 und der Außenwärmetauscher 35 Wärme zwischen ihnen austauschen. Daher kann die Drehzahl des Gebläses 70 verlangsamt werden, selbst wenn es erforderlich ist, das Gebläse 70 zu drehen, um Wärme zwischen dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 auszutauschen. Es ist auch möglich, das Gebläse 70 je nach den Bedingungen anzuhalten. Dadurch kann der Energieverbrauch reduziert werden.

(2) Wenn das Fahrzeug die Blende 60 nicht aufweist, strömt die Luft durch die Grillöffnung 41 und passiert den Kühler 25 und den Außenwärmetauscher 35, so dass die Wärme des Kühlers an die Luft abgeleitet wird. Dadurch wird die Wärme des Kühlers 25 weniger wahrscheinlich auf den Außenwärmetauscher 35 übertragen. Genauer gesagt, wie in **Fig. 10** gezeigt, nimmt die Wärmemenge, die von dem Kühler 25 zu dem Außenwärmetauscher 35 übertragen wird, ab, wenn die durch den Kühler 25 strömende Luftmenge erhöht (vergrößert) wird. In dieser Hinsicht schließt die Blenden-ECU 61 in dem Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform die Blende 60, wenn der Außenwärmetauscher 35 als ein Verdampfer dient, mit anderen Worten, wenn der Außenwärmetauscher 35 als eine Wärmeaufnahmeinrichtung dient, die Wärme von der Luft aufnimmt. Wenn die Blende 60 geschlossen ist, wird verhindert, dass Luft zu dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 strömt, so dass die Wärme des Kühlers 25 weniger wahrscheinlich an die Luft abgeleitet wird. Daher können der Kühler 25 und der Außenwärmetauscher 35 effizienter Wärme zwischen ihnen austauschen.

(3) Wenn sowohl das erste Anforderungs-Flag F1 als auch das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ festgelegt sind, und wenn die Blenden-ECU 61 bestimmt, dass der Bestimmungswert QC, der durch Subtraktion der erforderlichen Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 von der erforderlichen Wärmeab-

leitungsmenge QB des Kühlers 25 berechnet wird, größer als der Schwellenwert  $Q_{th}$  ist, steuert die Blenden-ECU 61 die Blende 60, um diese zu schließen. Als Ergebnis wird die Blende 60 geschlossen, wenn die erforderliche Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 ergänzt werden kann, so dass die Zeitdauer, in der die Blende 60 geschlossen ist, verlängert werden kann. Als Ergebnis kann das aerodynamische Verhalten des Fahrzeugs verbessert werden. Daher ist es möglich, die Kraftstoffeffizienz des Fahrzeugs zu verbessern und einen Fahrtbereich zu verlängern. Es ist auch möglich, einen Zeitraum zu verlängern, in dem der Wärmepumpenkreislauf 30 in dem Heizmodus betrieben werden kann.

(4) Die Blenden-ECU 61 ist gestaltet, um den Bestimmungswert QC zu berechnen, indem des Weiteren der Korrekturwert  $\alpha$ , der basierend auf einer Wärmeableitungsmenge der Lamellen 50 festgelegt wird, von einem Differenzwert subtrahiert wird, der durch Subtraktion der erforderlichen Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35 von der erforderlichen Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 berechnet wird. Als Ergebnis ist es möglich, den Bestimmungswert QC unter Berücksichtigung der Wärmeableitungsmenge durch die Lamellen 50 zu berechnen, so dass es möglich ist, genauer zu bestimmen, ob die Blende 60 geschlossen werden kann.

(Zweite Ausführungsform)

**[0078]** Als nächstes wird ein Wärmeaustauschsystem 10 einer zweiten Ausführungsform beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich Unterschiede zu dem Wärmeaustauschsystem 10 der ersten Ausführungsform beschrieben.

**[0079]** Wie in **Fig. 11** gezeigt, steuert die Blenden-ECU 61 die Blende 60 in Schritt S37, um diese zu öffnen, und steuert den Betrieb des Gebläses 70 durch Übertragen des Steuerungsbefehlswertes für das Gebläse 70 an die Lüfter-ECU 71 in Schritt S39. Der Prozess des Schritts S39 wird wie folgt ausgeführt.

**[0080]** Die Blenden-ECU 61 überträgt einen Einschaltdauerwert (engl. „duty value“) an die Lüfter-ECU 71 als den Steuerungsbefehlswert für das Gebläse 70. Die Lüfter-ECU 71 steuert das Gebläse 70 basierend auf dem Einschaltdauerwert. Der Einschaltdauerwert gibt ein Erregungssteuerungsmaß des Gebläses 70 an. Wenn sich der Einschaltdauerwert erhöht, erhöht sich das Erregungsmaß des Gebläses, so dass die Drehzahl des Gebläses 70 steigt. Andererseits sinkt mit abnehmendem Ein-

schaltdauerwert das Erregungsmaß des Gebläses 70, so dass die Drehzahl des Gebläses 70 sinkt.

**[0081]** Des Weiteren berechnet die Blenden-ECU 61 die Wärmeaustauschmenge QD zwischen dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35. Die Wärmeaustauschmenge QD wird z.B. wie folgt berechnet. Zunächst schätzt die Blenden-ECU 61 die Temperatur des Kühlers 25 auf der Grundlage der Temperatur des Einlasses  $T_{in}$ , die vom Wassertemperatursensor 26 erfasst wird. Des Weiteren schätzt die Blenden-ECU 61 die Temperatur des Außenwärmetauschers 35 basierend auf der Temperatur  $T_c$  des Kältemittels, die von dem Einlasstemperatursensor 39 erfasst wird. Die Blenden-ECU 61 berechnet eine Temperaturdifferenz zwischen der abgeschätzten Temperatur des Kühlers 25 und der abgeschätzten Temperatur des Außenwärmetauschers 35 und berechnet die Wärmeaustauschmenge QD basierend auf der berechneten Temperaturdifferenz. Die Blenden-ECU 61 kann die Temperatur des Kühlers 25 auf der Grundlage der Auslasswassertemperatur  $T_{out}$  schätzen, die von dem Auslasswassertemperatursensor 27 erfasst wird. Des Weiteren kann die Blenden-ECU 61, wenn das Wärmeaustauschsystem 10 einen Sensor aufweist, der so gestaltet ist, dass er die Temperatur des Kältemittels an einer Position stromabwärtig des Außenwärmetauschers 35 erfasst, die Temperatur des Außenwärmetauschers 35 basierend auf der Temperatur des Kältemittels, die von diesem Sensor erfasst wird, schätzen. Des Weiteren ist es möglich, anstelle des Sensors, der so gestaltet ist, dass er die Temperatur des Kältemittels erfasst, einen Sensor zu verwenden, der so gestaltet ist, dass er einen Druck des Kältemittels erfasst.

**[0082]** Des Weiteren berechnet die Blenden-ECU 61 einen ersten Subtraktionswert D1 durch Subtraktion der Wärmeaustauschmenge QD von der erforderlichen Wärmeaufnahmemenge QA des Außenwärmetauschers 35. Die Blenden-ECU 61 hat ein Kennfeld, das Verhältnisse zwischen der Wärmeaufnahmemenge des Außenwärmetauschers 35 und dem Einschaltdauerwert des Gebläses 70 zeigt, und die Blenden-ECU 61 berechnet einen ersten Einschaltdauerwert DA des Gebläses 70 aus dem ersten Subtraktionswert D1 mit diesem Kennfeld.

**[0083]** Des Weiteren berechnet die Blenden-ECU 61 einen zweiten Subtraktionswert D2 durch Subtraktion der Wärmeaustauschmenge QD von der erforderlichen Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25. Die Blenden-ECU 61 hat ein Kennfeld, das Verhältnisse zwischen der Wärmeableitungsmenge des Kühlers 25 und dem Einschaltdauerwert des Gebläses 70 zeigt, und berechnet mit diesem Kennfeld aus dem zweiten Subtraktionswert D2 einen zweiten Einschaltdauerwert DB des Gebläses 70.

**[0084]** Die Blenden-ECU 61 legt den größeren von dem ersten Einschaltdauerwert DA und dem zweiten Einschaltdauerwert DB als den Einschaltdauerwert DC des Gebläses 70 fest und sendet den festgelegten Einschaltdauerwert DC an die Lüfter-ECU 71 zur Steuerung des Gebläses 70.

**[0085]** Gemäß dem Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform, die vorstehend beschrieben ist, können die in Punkt (5) dargestellten Vorteile des Weiteren erhalten werden.

(5) Wenn die Blenden-ECU 61 bestimmt, dass der Bestimmungswert QC kleiner oder gleich dem Schwellenwert Qth ist, steuert die Blenden-ECU 61 die Blende 60, um diese zu öffnen, und steuert das Gebläse 70 zum Betrieb basierend auf dem ersten subtrahierten Wert D1, der durch Subtraktion der Wärmeaustauschmenge QD von der erforderlichen Wärmeaufnahme Q<sub>A</sub> des Außenwärmetauschers 35 berechnet wird, und dem zweiten subtrahierten Wert D2, der durch Subtraktion der Wärmeaufnahme QD von der erforderlichen Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 berechnet wird. Gemäß dieser Gestaltung kann, verglichen zu dem Fall, in dem das Gebläse 70 auf der Grundlage der erforderlichen Wärmeaufnahme Q<sub>A</sub> des Außenwärmetauschers 35 und der erforderlichen Wärmeableitungsmenge QB des Kühlers 25 angetrieben wird, die Drehzahl des Gebläses 70 verlangsamt werden, während die Wärmeableitung in dem Kühler 25 und die Wärmeaufnahme in dem Außenwärmetauscher 35 erfüllt werden. Dadurch ist es möglich, den Energieverbrauch zu reduzieren.

(Dritte Ausführungsform)

**[0086]** Als nächstes wird eine dritte Ausführungsform des Wärmeaustauschsystems 10 beschrieben. Nachstehend werden hauptsächlich die Unterschiede zu dem Wärmeaustauschsystem 10 der ersten Ausführungsform beschrieben.

**[0087]** Wie mit einer gestrichelten Linie in **Fig. 1** dargestellt, weist das Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform einen Kältemitteldrucksensor 85 auf, der so gestaltet ist, dass er einen Druck Pa des von dem Außenwärmetauscher 35 strömenden Kältemittels erfasst. In dieser Ausführungsform entspricht der Kältemitteldrucksensor 85 einem Sensor, der so gestaltet ist, dass er den Druck des Kältemittels erfasst, das durch den Außenwärmetauscher 35 strömt. Wie mit der gestrichelten Linie in **Fig. 6** dargestellt, werden die Ausgangssignale des Kältemitteldrucksensors 85 an die Klimaanlage-ECU 84 übertragen. Die Klimaanlage-ECU 84 ist so gestaltet, dass sie einen in **Fig. 12** dargestellten Prozess auf der Grundlage

des vom Kältemitteldrucksensor 85 erfassten Drucks Pa des Kältemittels, der von dem Innenlufttemperatursensor 80 erfassten Innentemperatur Tr und der von dem Außenlufttemperatursensor 81 erfassten Außentemperatur Tam ausführt.

**[0088]** Wie in **Fig. 12** gezeigt, berechnet die Klimaanlage-ECU 84 zunächst in Schritt S40 einen Sollkältemitteldruck PA. Spezifisch berechnet die Klimaanlage-ECU 84 einen Basiswert PAb des Sollkältemitteldrucks aus der Außenlufttemperatur Tam durch Verwendung eines in dem Speicher gespeicherten Kennfeldes. In diesem Kennfeld erhöht sich der Basiswert PAb des Sollkältemitteldrucks mit steigender Außentemperatur Tam. Des Weiteren berechnet die Klimaanlage-ECU 84 eine Abweichung  $\Delta T$  ( $= T_s - T_r$ ) zwischen der festgelegten Temperatur Ts in dem Fahrzeuginnenraum und der Innenlufttemperatur Tr und berechnet aus der Abweichung  $\Delta T$  einen Korrekturwert  $\Delta PA$  für den Sollkältemitteldruck anhand des in dem Speicher gespeicherten Kennfeldes. In diesem Kennfeld erhöht sich der Korrekturwert  $\Delta PA$ , wenn sich die Abweichung  $\Delta T$  erhöht, und der Korrekturwert  $\Delta PA$  verringert sich, wenn sich die Abweichung  $\Delta T$  verringert. Die Klimaanlage-ECU 84 erhält einen endgültigen Sollkältemitteldruck PA ( $= PAb + \Delta PA$ ), indem sie den Korrekturwert  $\Delta PA$  zu dem Basiswert PAb des Sollkältemitteldrucks addiert.

**[0089]** Das Klimaanlage-ECU 84 ermittelt in Schritt S41, der auf den Schritt S40 folgt, Informationen über einen tatsächlichen Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35 auf der Grundlage von Ausgangssignalen des Kältemitteldrucksensors 85.

**[0090]** Die Klimaanlage-ECU 84 bestimmt, ob der tatsächliche Druck Pa größer als der Sollkältemitteldruck PA ist, und zwar in Schritt S42, der auf den Schritt S41 folgt. Wenn der tatsächliche Kältemitteldruck Pa größer als der Sollkältemitteldruck PA ist, trifft die Klimaanlage-ECU 84 in dem Schritt S42 eine positive Bestimmung und weist die Blenden-ECU 61 in Schritt S43 an, die Blende 60 zu schließen. Andererseits, wenn der tatsächliche Druck Pa gleich oder niedriger als der Soll Druck PA ist, macht die Klimaanlage-ECU 84 eine negative Bestimmung in dem Schritt S42 und weist die Blenden-ECU 61 an, die Blende 60 in Schritt S44 zu öffnen. Die Blenden-ECU 61 ist so gestaltet, dass sie die Blende 60 wahlweise öffnet und schließt, basierend auf der Anweisung von der Klimaanlage-ECU 84.

**[0091]** Als nächstes wird ein Betriebsbeispiel des Wärmeaustauschsystems 10 der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0092]** Wenn der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35 zu niedrig wird, vereist der Außenwärmetauscher 35. Daher wird der Sollkälte-

mitteldruck PA gemäß der Außentemperatur Tam festgelegt. Wird dagegen der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35 zu hoch, wird die Temperaturdifferenz zwischen dem Kältemittel in dem Außenwärmetauscher 35 und der Außenluft Tam zu klein. Dadurch verringert sich die Wärmeaufnahme des Außenwärmetauschers 35. Wenn die Wärmemenge, die der Außenwärmetauscher 35 von der Außenluft aufnimmt, klein ist, sinkt der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35, und wenn die Wärmemenge, die der Außenwärmetauscher 35 von der Außenluft aufnimmt, groß ist, erhöht sich der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35. Das heißt, wenn die Blende 60 geöffnet ist und eine Strömungsgeschwindigkeit der Außenluft, die dem Außenwärmetauscher 35 zugeführt wird, strömt, erhöht sich der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35. Wenn zu diesem Zeitpunkt der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35 höher ist als der Sollkältemitteldruck PA, kann die Strömungsgeschwindigkeit der dem Außenwärmetauscher 35 zugeführten Außenluft verlangsamt werden, d.h. die Blende 60 kann geschlossen werden.

**[0093]** Wenn der Druck Pa des Kältemittels in dem Außenwärmetauscher 35 höher ist als der Sollkältemitteldruck PA, kann die Drehzahl des Gebläses 70 verringert werden, anstatt die Blende 60 zu schließen.

**[0094]** Gemäß dem Wärmeaustauschsystem 10 der vorliegenden Ausführungsform ist es nicht erforderlich, die in dem Wärmeaustauschsystem 10 der ersten Ausführungsform verwendeten Wärmemengen QA, Qa, QB und Qc zu berechnen, so dass der Berechnungsprozess vereinfacht werden kann.

(Weitere Ausführungsformen)

**[0095]** Die vorangehenden Ausführungsformen können in den folgenden Modi praktiziert werden.

**[0096]** In dem Wärmeaustauschsystem 10 jeder Ausführungsform ist das Verbindungsbauteil, das die thermische Verbindung zwischen dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 herstellt, nicht auf die Rippen (Lamellen) 50 beschränkt und es kann ein anderes geeignetes Bauteil sein.

**[0097]** Die Blende 60 kann in dem Luftdurchgang Wa angeordnet sein, der sich von der Grillöffnung 41 zu dem Brennkraftmaschinenraum 42 erstreckt. Des Weiteren kann die Blende 60 an einer Position stromabwärtig des Außenwärmetauschers 35 in der Luftströmungsrichtung angeordnet sein.

**[0098]** Die wärmeerzeugenden Quellen, die durch das Kühlsystem 20 gekühlt werden, sind nicht auf

den Motorgenerator 21, die Batterie 22 und den Inverter 23 beschränkt, sondern können auch andere wärmeerzeugende Quellen sein, die in dem Fahrzeug montiert sind.

**[0099]** Wenn die Blenden-ECU 61 der ersten Ausführungsform die negative Bestimmung in dem Schritt S32 in **Fig. 9** vornimmt, d.h. wenn entweder das erste Anforderungs-Flag F1 oder das zweite Anforderungs-Flag F2 auf „1“ festgelegt ist, kann die Blenden-ECU 61 die Blende 60 schließen.

**[0100]** Die ECU (Steuerungsgerät) und deren in der vorliegenden Ausführungsform beschriebenes Steuerungsverfahren können mit einem oder mehreren speziellen Computern ausgeführt werden, die mit zumindest einem Prozessor und zumindest einem Speicher ausgestattet sind, der so programmiert ist, dass er eine oder mehrere mit einem Computerprogramm verkörperte Funktionen ausführt. Die Steuerungsvorrichtung und das in der vorliegenden Ausführungsform beschriebene Steuerungsverfahren können mit einem speziellen Computer ausgeführt werden, der mit mindestens einem Prozessor ausgestattet ist, der mindestens eine spezielle Hardware-Logikschaltung aufweist. Die Steuerungsvorrichtung und das in der vorliegenden Offenbarung beschriebene Steuerungsverfahren können mit mindestens einem Spezialcomputer ausgeführt werden, der mit einer Kombination aus einem Prozessor und einem Speicher versehen ist, der programmiert ist, um eine oder mehrere Funktionen auszuführen, und mindestens einen Prozessor aufweist, der mit mindestens einer Hardware-Logikschaltung versehen ist. Das Computerprogramm kann in Form von Befehlen, die von einem Computer ausgeführt werden können, in einem greifbaren, nicht-übertragbaren, computerlesbaren Medium gespeichert sein. Die spezielle Hardware-Logikschaltung und die Hardware-Logikschaltung können eine digitale Schaltung mit mehreren Logikschaltungen aufweisen oder eine analoge Schaltung sein.

**[0101]** Wenn die Gestaltungen der vorstehenden Ausführungsformen für ein Fahrzeug mit einem Elektromotor, wie z.B. ein Elektrofahrzeug, angewandt werden, kann der Brennkraftmaschinenraum 42 ein Raum sein, in dem der Elektromotor aufgenommen ist.

**[0102]** Wie in **Fig. 13** gezeigt, kann der Kühler 25 an einer Position stromabwärtig des Außenwärmetauschers 35 in der Luftströmungsrichtung Da angeordnet sein. Übrigens, auch wenn die Blende 60 geschlossen ist, können Zwischenräume zwischen den Lamellen der Blende 60 vorhanden sein. So kann eine geringe Menge an Luft durch die Zwischenräume in den Brennkraftmaschinenraum 42 strömen. Wenn die Lamellen 50 nicht in der in **Fig. 13** dargestellten Gestaltung vorgesehen sind,

kann es aufgrund der durch die Zwischenräume in den Brennkraftmaschinenraum 42 strömenden Luft schwierig sein, die Wärme des Kühlers 25 an den Außenwärmetauscher 35 zu übertragen. Insbesondere, wenn der Kühler 25 an einer Position stromabwärtig des Außenwärmetauschers 35 in der Luftströmungsrichtung Da angeordnet ist, wie in **Fig. 13** gezeigt, strömt die Luft, die Wärme von dem Kühler 25 aufgenommen hat, in den Brennkraftmaschinenraum 42, ohne durch den Außenwärmetauscher 35 zu strömen. Wenn also die Rippen 50 nicht vorhanden sind, ist es schwierig, die Wärme des Kühlers 25 an den Außenwärmetauscher 35 zu übertragen. Wenn der Kühler 25 und der Außenwärmetauscher 35 durch die Rippen 50 thermisch verbunden sind, wie in **Fig. 13** dargestellt, kann die Wärme des Kühlers 25 durch die Rippen 50 an den Außenwärmetauscher 35 übertragen werden, selbst wenn eine geringe Menge an Luft zu dem Kühler 25 und dem Außenwärmetauscher 35 strömt, während die Blende 60 geschlossen ist.

**[0103]** Bei dem in den **Fig. 9** und **11** dargestellten Prozess der Schritte S31 und S36 kann die Blende 60 aus einem Zustand der Blende 60 in den Schritten S37 und S38 in eine Schließrichtung bewegt werden, anstatt die Blende 60 vollständig zu schließen. Das Gleiche gilt für den Prozess des Schrittes S43 von **Fig. 12**.

**[0104]** Der Außenwärmetauscher 35 ist nicht auf diejenigen beschränkt, der als eine Wärmeaufnahmevorrichtung verwendet wird, die Wärme von der Luft aufnimmt, und kann auch als ein Kühler verwendet werden, der Wärme an die Luft ableitet.

**[0105]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen spezifischen Beispiele beschränkt. Das heißt, der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist durch die beiliegenden Ansprüche definiert.

### Patentansprüche

1. Wärmeaustauschsystem, das Folgendes aufweist:  
einen Wärmetauscher (35) für einen Wärmeaustauschkreislauf (30) einer Klimaanlage eines Fahrzeugs, wobei der Wärmetauscher (35) gestaltet ist, um Wärme zwischen einem durch den Wärmeaustauschkreislauf (30) zirkulierenden Wärmemedium und einer von einer vorderen Seite des Fahrzeugs in einen Brennkraftmaschinenraum (42) eingeführten Luft auszutauschen, so dass das Wärmemedium Wärme von der Luft aufnimmt oder Wärme an die Luft ableitet;  
einen Kühler (25) für ein Kühlsystem (20), der so gestaltet ist, dass er eine Wärmequelle in dem Fahrzeug kühlt, wobei der Kühler (25) so gestaltet ist, dass er Wärme tauscht zwischen einem Kühlwasser

zum Kühlen der Wärmequelle in dem Fahrzeug und der Luft, die von der vorderen Seite des Fahrzeugs in den Brennkraftmaschinenraum (42) eingeführt wird;

ein Verbindungsbauteil, das eine thermische Verbindung zwischen dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) herstellt;

eine Blende (60), die so gestaltet ist, dass sie wahlweise die Zufuhr von Luft zu dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) zulässt und verhindert, und

ein Steuerungsgerät (61), das so gestaltet ist, dass es die Blende (60) steuert, um sie wahlweise zu öffnen und zu schließen, wobei

eine für den Wärmeaustauschkreislauf (30) erforderliche Wärmeaufnahme menge des Wärmetauschers (35) als eine erforderliche Wärmeaufnahme menge (QA) definiert ist,

eine für das Kühlsystem (20) erforderliche Wärmeableitungsmenge des Kühlers (25) als eine erforderliche Wärmeableitungsmenge (QB) definiert ist, das Steuerungsgerät (61) des Weiteren gestaltet ist, um:

zu bestimmen, ob die erforderliche Wärmeaufnahme menge (QA) durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge (QB) ergänzt werden kann; und die Blende (60) so zu steuern, dass sie sich in eine Schließrichtung bewegt, wenn bestimmt wird, dass die erforderliche Wärmeaufnahme menge (QA) durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge (QB) ergänzt werden kann.

2. Wärmeaustauschsystem nach Anspruch 1, wobei

ein Wert, der durch Subtraktion der erforderlichen Wärmeaufnahme menge (QA) des Wärmetauschers (35) von der erforderlichen Wärmeableitungsmenge (QB) des Kühlers (25) berechnet wird, als ein Bestimmungswert (QC) definiert ist,

eine tatsächlich durch den Wärmetauscher (35) aufgenommene Wärmemenge als eine tatsächliche Wärmeaufnahme menge (Qa) des Wärmetauschers (35) definiert ist,

das Steuerungsgerät (61) des Weiteren gestaltet ist, um

zu bestimmen, ob der Bestimmungswert (QC) größer als ein vorbestimmter Schwellenwert (Qth) ist, wenn die tatsächliche Wärmeaufnahme menge (Qa) kleiner oder gleich der erforderlichen Wärmeaufnahme menge (QA) des Wärmetauschers (35) ist und eine Temperatur (TEin) des Kühlers (25) zu einem Zeitpunkt, zu dem eine vorbestimmte Dauer vergangen ist, gleich oder höher als eine vorbestimmte Temperatur (Tth) ist, wobei

das Steuerungsgerät (61) des Weiteren gestaltet ist, um:

zu bestimmen, dass die erforderliche Wärmeaufnahme menge (QA) durch die erforderliche Wärmeableitungsmenge (QB) ergänzt werden kann, wenn bestimmt wird, dass der Bestimmungswert (QC)

größer als der vorbestimmte Schwellenwert ( $Q_{th}$ ) ist; und  
die Blende (60) so zu steuern, dass sie sich in die Schließrichtung bewegt.

3. Wärmeaustauschsystem nach Anspruch 2, wobei das Steuerungsgerät (61) des Weiteren so gestaltet ist, dass es den Bestimmungswert (QC) berechnet, indem es einen Korrekturwert ( $\alpha$ ), der auf der Grundlage einer Wärmeableitungsmenge des Verbindungsbauteils festgelegt ist, von einem Differenzwert subtrahiert, der berechnet wird, indem die erforderliche Wärmeaufnahmemenge (QA) des Wärmetauschers (35) von der erforderlichen Wärmeableitungsmenge (QB) des Kühlers (25) subtrahiert wird.

4. Wärmeaustauschsystem nach Anspruch 2 oder 3, das des Weiteren Folgendes aufweist:  
ein Gebläse (70), das gestaltet ist, um zu dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) Luft zuzuführen, wobei  
das Steuerungsgerät (61) des Weiteren gestaltet ist, um:  
die Blende (60) zu öffnen, einen ersten subtrahierten Wert (D1) zu berechnen, indem eine Wärmeaustauschmenge zwischen dem Kühler (25) und dem Wärmetauscher (35) von der erforderlichen Wärmeaufnahmemenge (QA) des Wärmetauschers (35) subtrahiert wird, und einen zweiten subtrahierten Wert (D2) zu berechnen, indem die Wärmeaustauschmenge zwischen dem Kühler (25) und dem Wärmetauscher (35) von der erforderlichen Wärmeableitungsmenge (QB) des Kühlers (25) subtrahiert wird, wenn bestimmt wird, dass der Bestimmungswert (QC) kleiner als oder gleich dem vorbestimmten Schwellenwert ( $Q_{th}$ ) ist; und  
das Gebläse (70) auf der Grundlage entweder des ersten subtrahierten Wertes (D1) oder des zweiten subtrahierten Wertes (D2) zu steuern.

5. Wärmeaustauschsystem, das Folgendes aufweist:  
einen Wärmetauscher (35) für einen Wärmeaustauschkreislauf (30) einer Klimaanlage eines Fahrzeugs, wobei der Wärmetauscher (35) gestaltet ist, um Wärme zwischen einem durch den Wärmeaustauschkreislauf (30) zirkulierenden Wärmemedium und einer von einer vorderen Seite des Fahrzeugs in einen Brennkraftmaschinenraum (42) eingeführten Luft auszutauschen, so dass das Wärmemedium Wärme von der Luft aufnimmt oder Wärme an die Luft ableitet;  
einen Kühler (25) für ein Kühlsystem (20), der so gestaltet ist, dass er eine Wärmequelle in dem Fahrzeug kühlt, wobei der Kühler (25) so gestaltet ist, dass er Wärme tauscht zwischen einem Kühlwasser zum Kühlen der Wärmequelle in dem Fahrzeug und der Luft, die von der vorderen Seite des Fahrzeugs in den Brennkraftmaschinenraum (42) eingeführt

wird;  
ein Verbindungsbauteil, das eine thermische Verbindung zwischen dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) herstellt;  
eine Blende (60), die so gestaltet ist, dass sie wahlweise die Zufuhr von Luft zu dem Wärmetauscher (35) und dem Kühler (25) zulässt und verhindert, und  
ein Steuerungsgerät (61), das so gestaltet ist, dass es die Blende (60) steuert, um sie wahlweise zu öffnen und zu schließen, wobei  
das Steuerungsgerät (61) des Weiteren gestaltet ist, um:  
einen Solldruck des durch den Wärmetauscher (35) strömenden Wärmemediums auf der Grundlage einer Außenlufttemperatur, die eine Temperatur außerhalb eines Fahrzeugraums ist, und einer Innenlufttemperatur festzulegen, die eine Temperatur innerhalb des Fahrzeugraums ist; und  
die Blende (60) so zu steuern, dass sie sich in eine Schließrichtung bewegt, wenn ein Druck des durch den Wärmetauscher (35) strömenden Wärmemediums größer als der Solldruck ist.

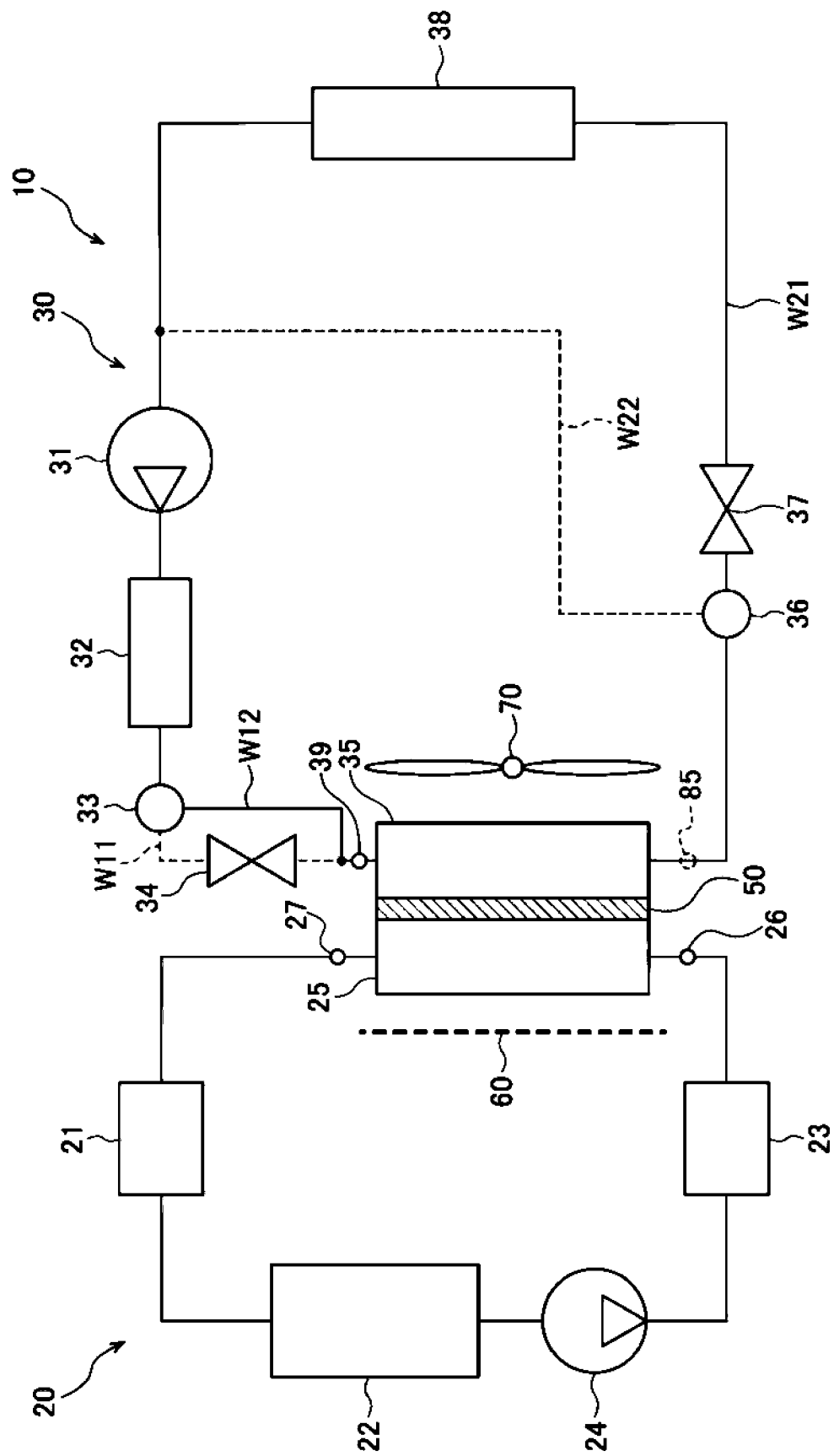
6. Wärmeaustauschsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Blende in einer Grillöffnung (41) des Fahrzeugs oder einem sich zwischen der Grillöffnung (41) und dem Brennkraftmaschinenraum (42) erstreckenden Luftdurchgang ( $W_a$ ) angeordnet ist.

7. Wärmeaustauschsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Kühler (25) an einer Position stromaufwärtig des Wärmetauschers (35) in einer Luftströmungsrichtung ( $D_a$ ) angeordnet ist.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen



FIG. 1



**FIG. 2**

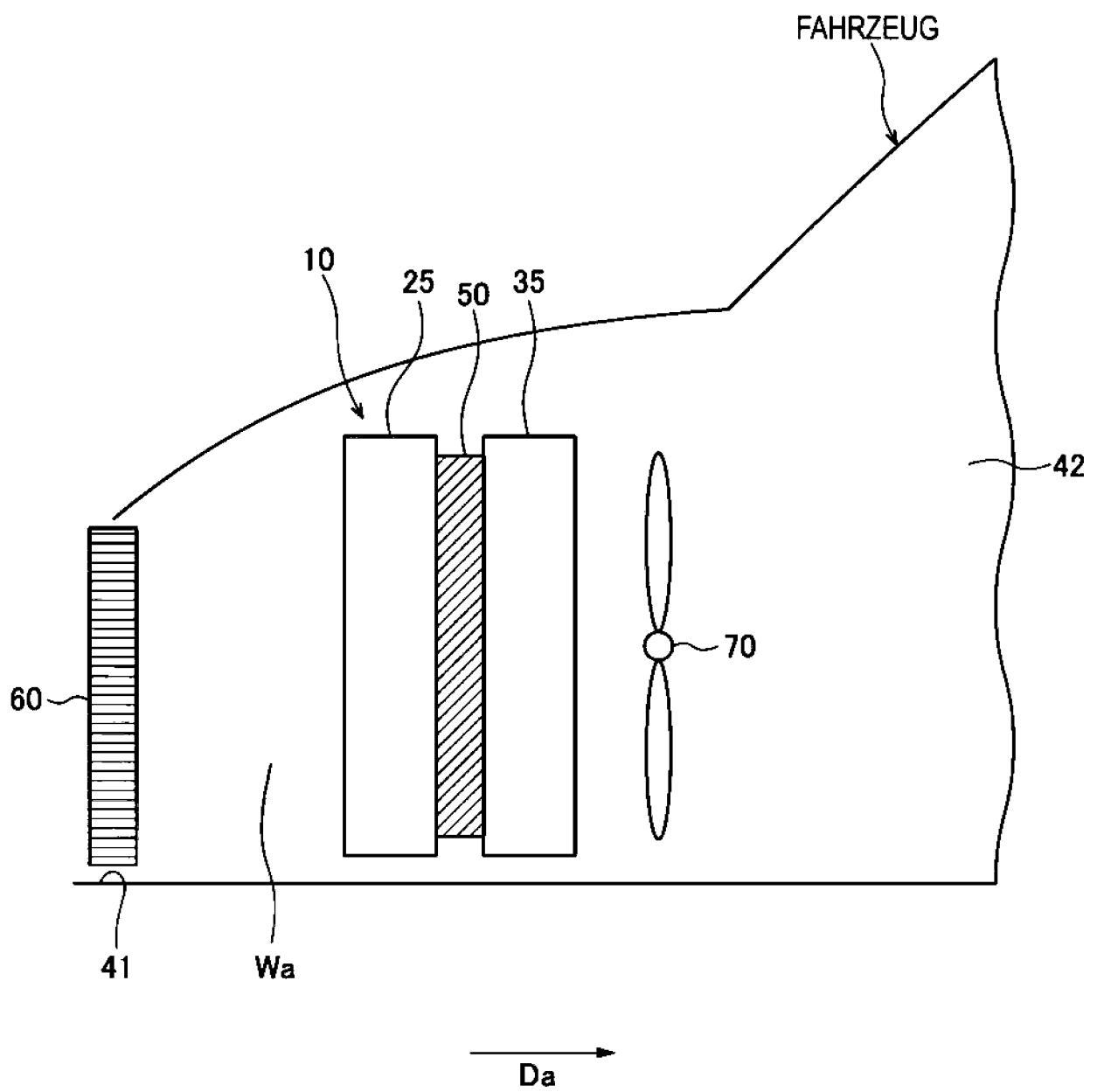
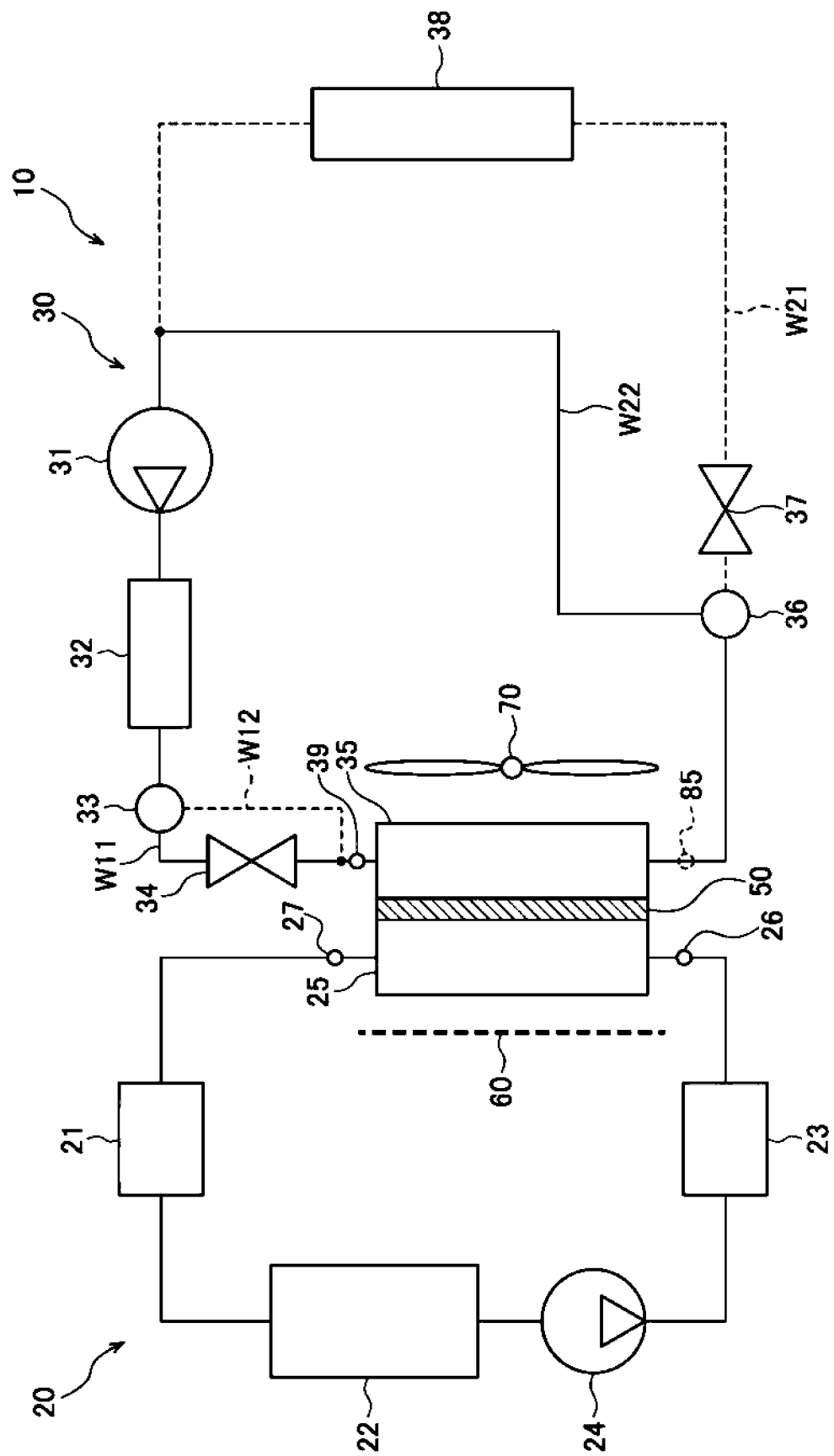
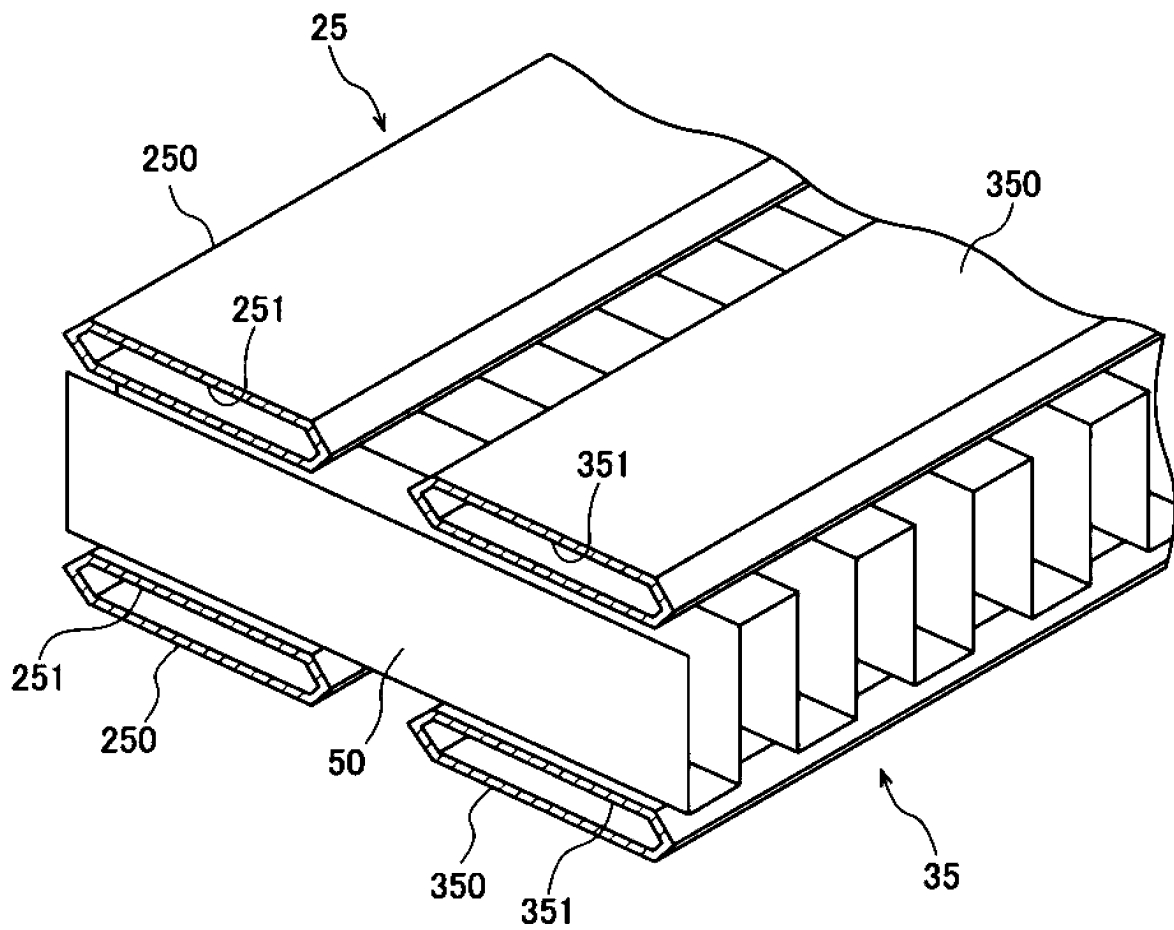


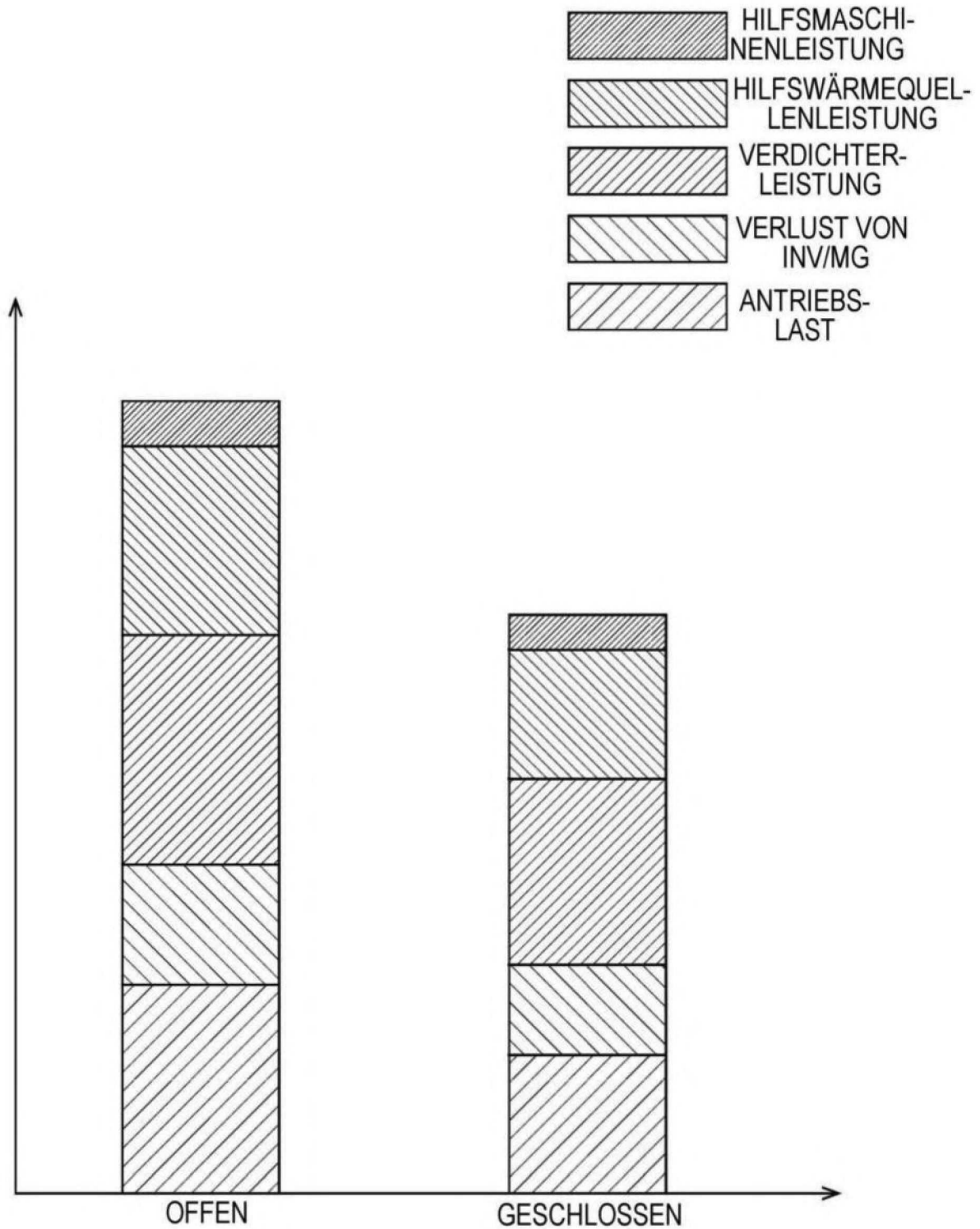
FIG. 3

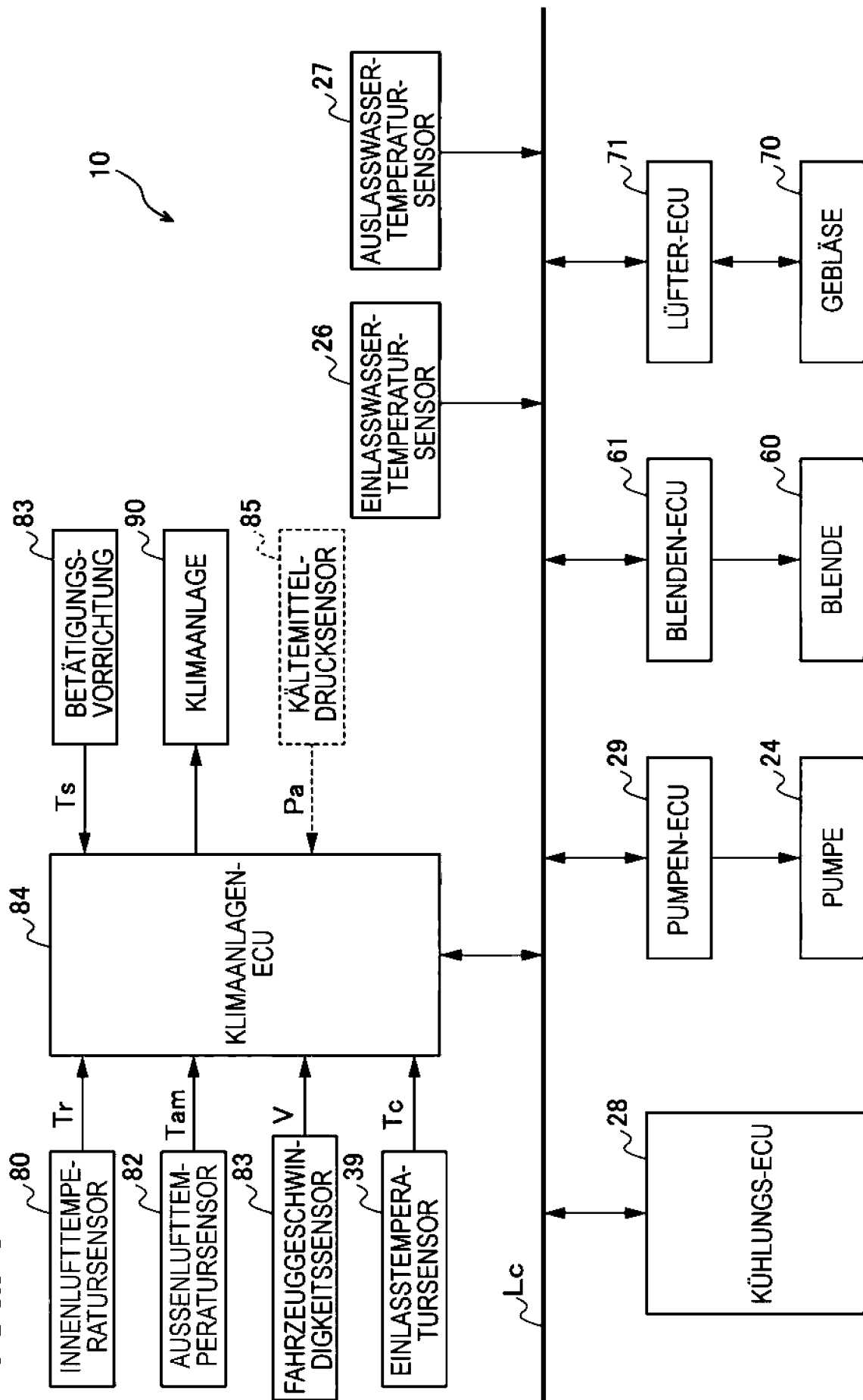


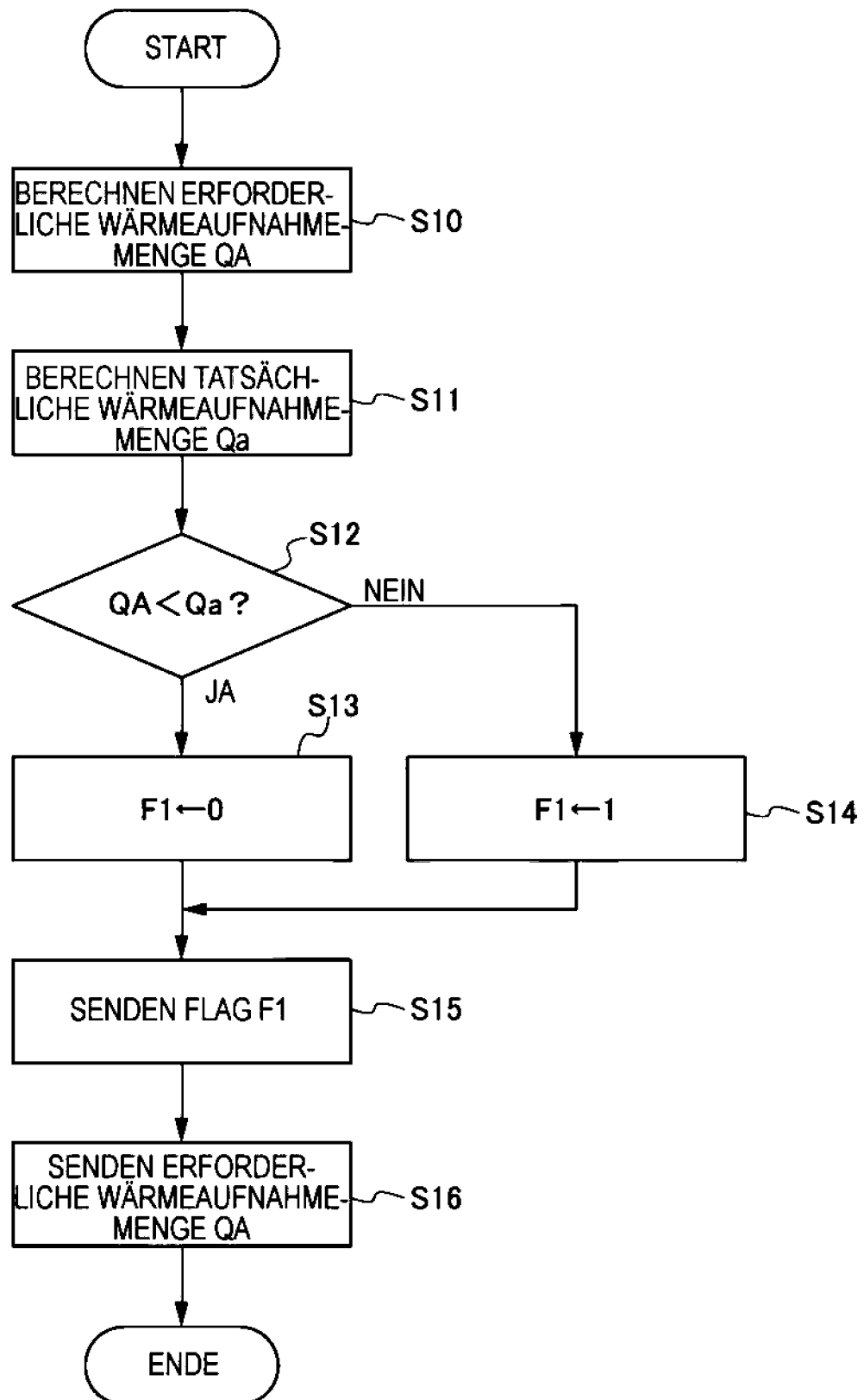
**FIG. 4**

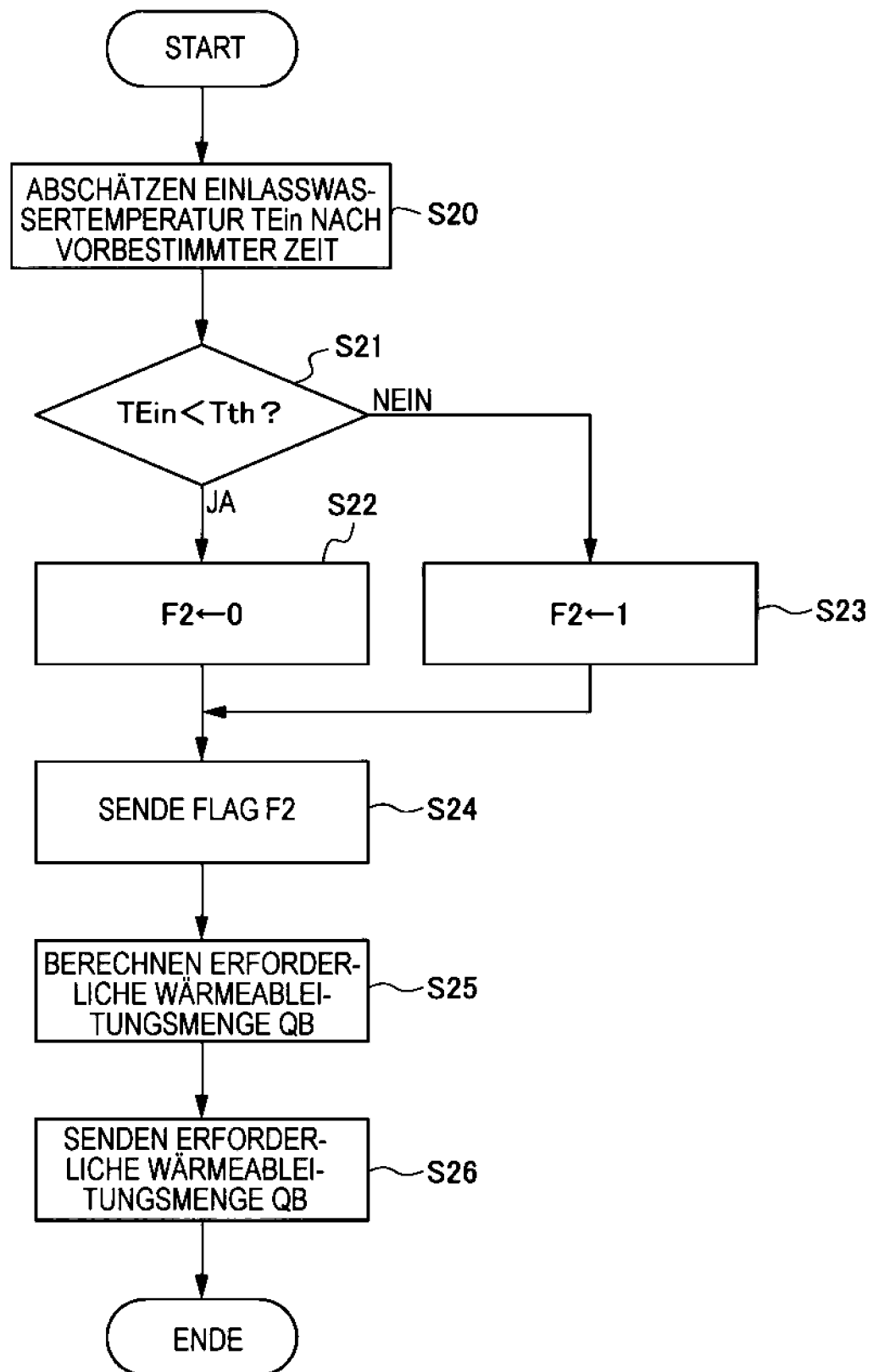


**FIG. 5**

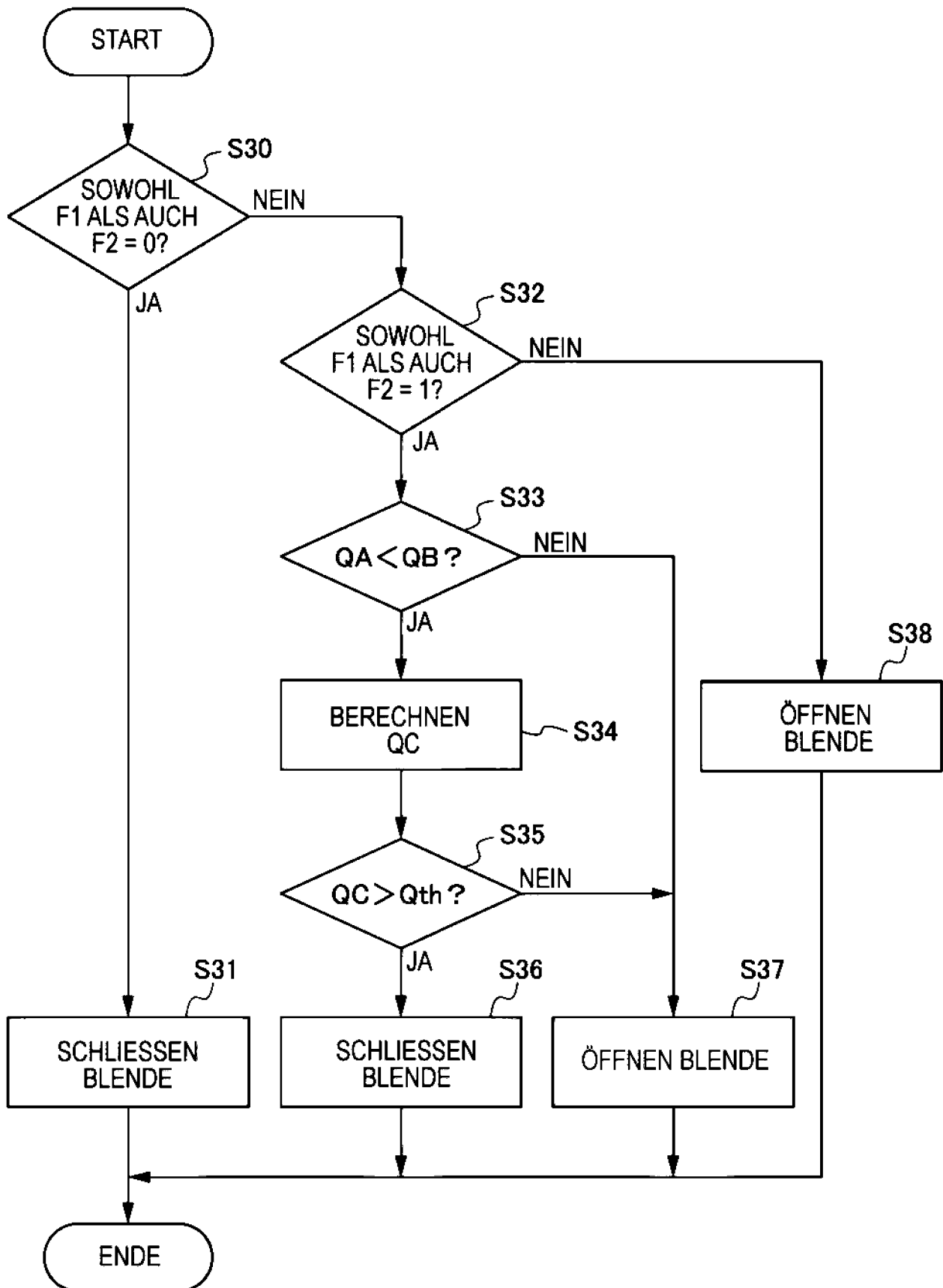


**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 8**



**FIG. 9**

**FIG. 10**

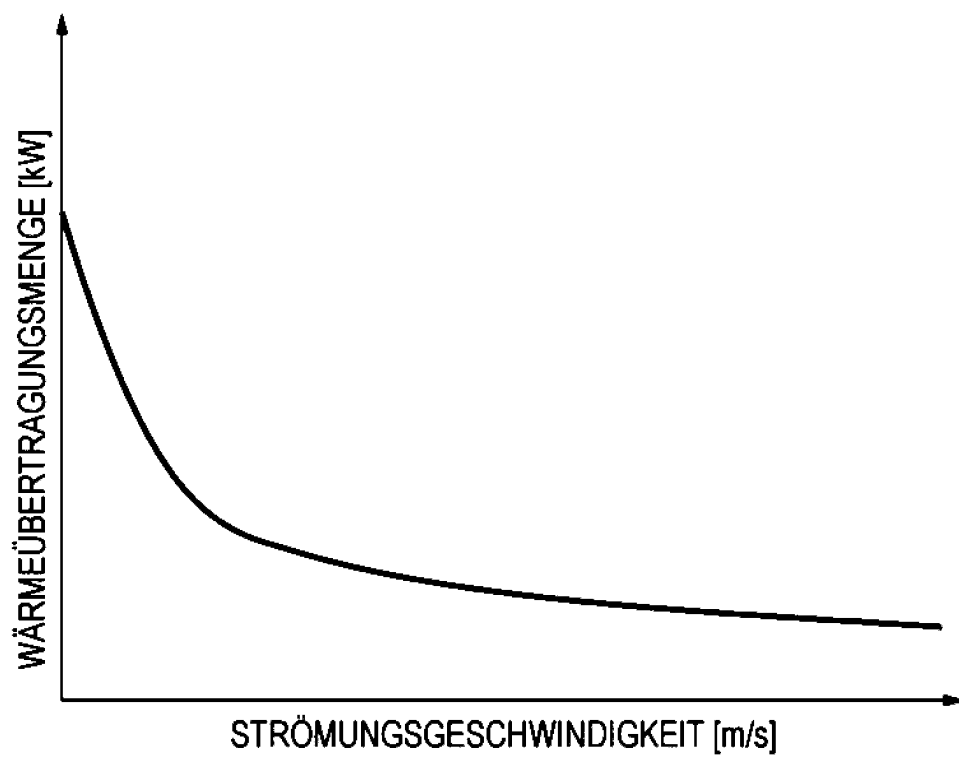
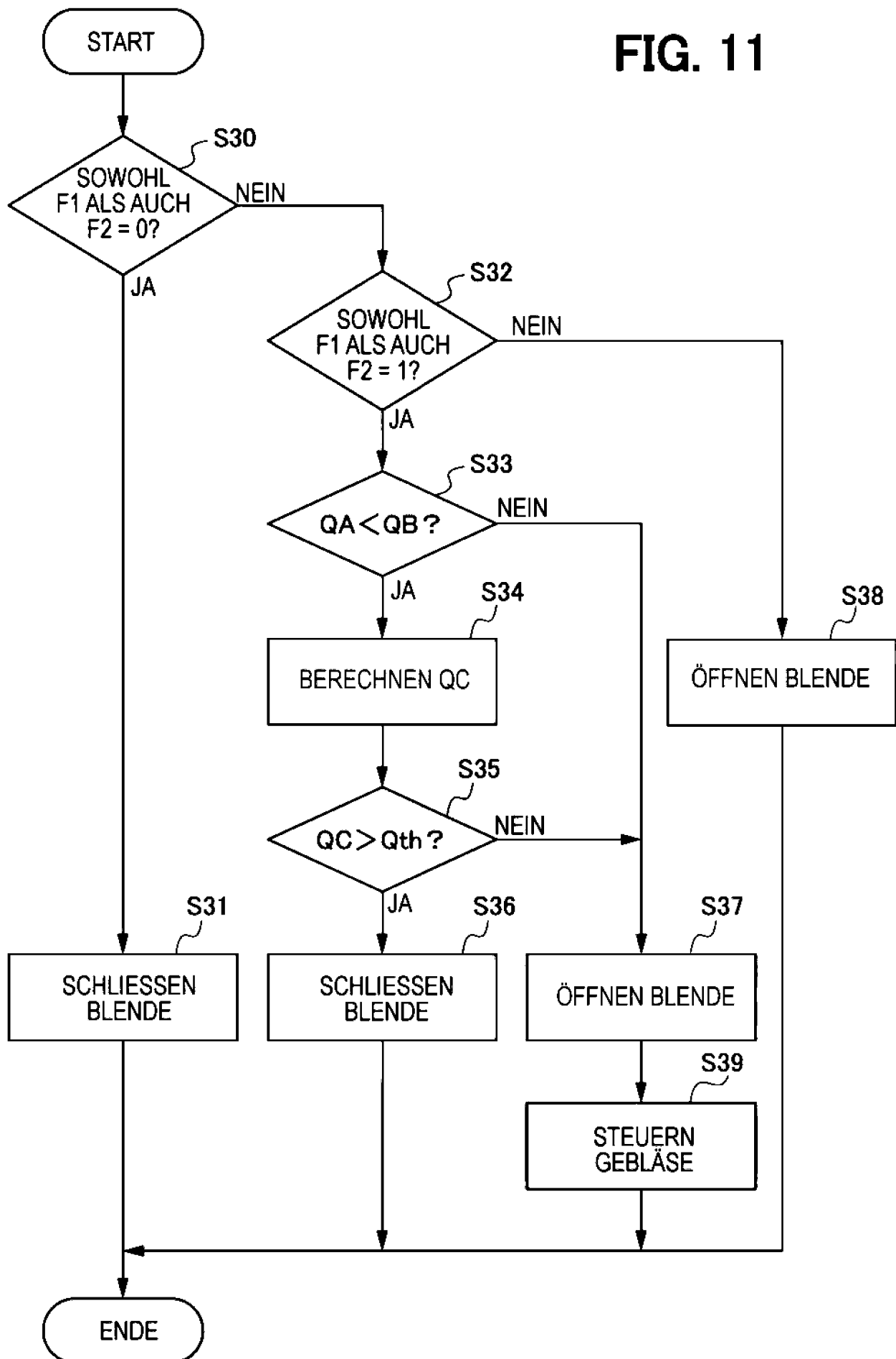
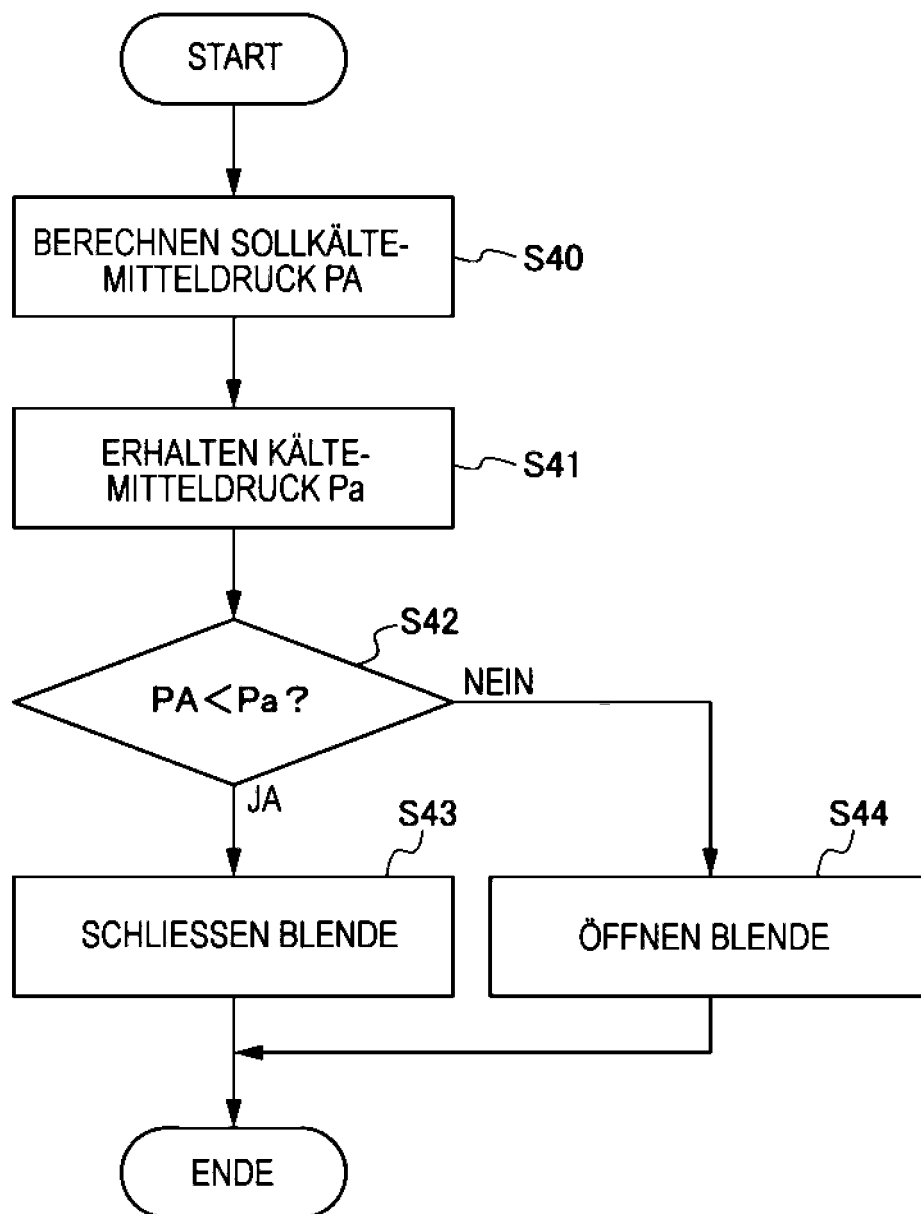


FIG. 11



**FIG. 12**

**FIG. 13**

