



(10) **DE 11 2015 000 583 T5** 2016.11.03

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/115550**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 000 583.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/052533**  
(86) PCT-Anmeldetag: **29.01.2015**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.08.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **03.11.2016**

(51) Int Cl.: **C09K 5/04 (2006.01)**  
**F25B 1/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**JP2014017031**      **31.01.2014**      **JP**  
**JP2014148350**      **18.07.2014**      **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,**  
**80639 München, DE**

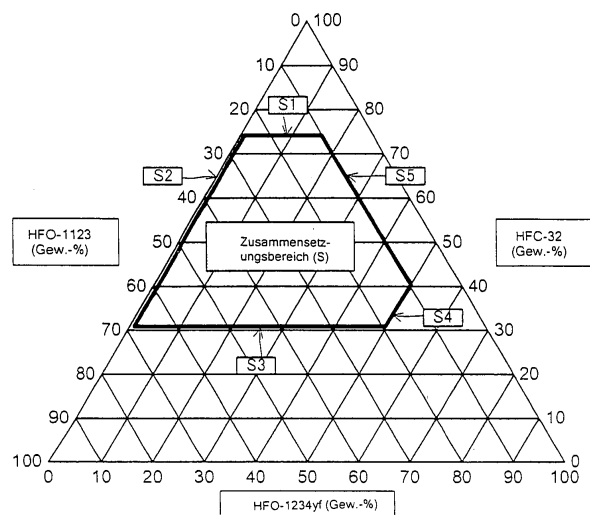
(72) Erfinder:  
**Fukushima, Masato, Tokyo, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem und Wärmekreisprozesssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Bereitstellung eines Arbeitsfluids für einen Wärmekreisprozess, das ein geringes Potenzial für eine globale Erwärmung und eine hohe Dauerbeständigkeit aufweist und das R410A ersetzen kann, einer Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, welche dieses umfasst, sowie eines Wärmekreisprozesssystems, bei dem die Zusammensetzung eingesetzt wird.

Ein Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, das Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan enthält, wobei der Anteil der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids mehr als 90 Massen-% und höchstens 100 Massen-% beträgt, und auf der Basis der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan der Anteil von Trifluorethylen mindestens 10 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von 2,3,3,3-Tetrafluorpropen höchstens 50 Massen-% beträgt und der Anteil von Difluormethan mehr als 30 Massen-% und höchstens 75 Massen-% beträgt.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, eine Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, die das Arbeitsfluid umfasst, und ein Wärmekreisprozesssystem, bei dem die Zusammensetzung eingesetzt wird.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** In dieser Beschreibung werden abgekürzte Bezeichnungen von halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen in Klammern nach den Verbindungsbezeichnungen angegeben und in dieser Beschreibung werden je nach Erfordernis die abgekürzten Bezeichnungen anstelle der Verbindungsbezeichnungen verwendet.

**[0003]** Bisher wurde als Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, wie z. B. ein Kältemittel für ein Kühlgerät, ein Kältemittel für eine Klimaanlage, ein Arbeitsfluid für ein Energieerzeugungssystem (wie z. B. eine Abwärmerückgewinnungsenergieerzeugung), ein Arbeitsfluid für eine Transportvorrichtung für latente Wärme (wie z. B. ein Wärmerohr) oder ein Sekundärkühlfluid, ein Chlorfluorkohlenstoff (CFC), wie z. B. Chlortrifluormethan oder Dichlordifluormethan, oder ein Chlorfluorkohlenwasserstoff (HCFC), wie z. B. Chlordifluormethan, verwendet. Einflüsse von CFCs und HCFCs auf die Ozonschicht in der Stratosphäre sind jedoch aufgezeigt worden und deren Verwendung wird derzeit reglementiert.

**[0004]** Unter den vorstehend genannten Umständen wurde als Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess ein Fluorkohlenwasserstoff (HFC), der einen geringeren Einfluss auf die Ozonschicht ausübt, wie z. B. Difluormethan (HFC-32), Tetrafluorethan oder Pentafluorethan (HFC-125), anstelle von CFCs und HCFCs verwendet. Beispielsweise ist R410A (ein pseudoazeotropes Mischkältemittel aus HFC-32 und HFC-125 in einem Massenverhältnis von 1:1) ein Kältemittel, das verbreitet verwendet wurde. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass HFCs eine globale Erwärmung verursachen können.

**[0005]** R410A wurde aufgrund von dessen hoher Kühlkapazität verbreitet für eine gebräuchliche Klimaanlage verwendet, wie z. B. eine sogenannte Klimaanlageeinheit oder ein Raumklimatisiergerät. Es weist jedoch ein hohes Potenzial für eine globale Erwärmung (GWP) von 2088 auf und demgemäß war die Entwicklung eines Arbeitsfluids mit einem niedrigen GWP erwünscht. Ferner war die Entwicklung eines Arbeitsfluids unter der Bedingung erwünscht, dass R410A einfach ersetzt wird und vorliegende Geräte, so wie sie sind, verwendet werden.

**[0006]** Demgemäß wurde in den letzten Jahren ein Hydrofluorolefin (HFO), d. h., ein HFC mit einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung, erwartet, bei dem es sich um ein Arbeitsfluid mit einem geringeren Einfluss auf die Ozonschicht handelt, und das einen geringeren Einfluss auf die globale Erwärmung aufweist, da es wahrscheinlich ist, dass die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung durch OH-Radikale in der Luft zersetzt wird. In dieser Beschreibung wird ein gesättigter HFC als HFC bezeichnet und von einem HFO unterschieden, falls nichts anderes angegeben ist. Ferner kann ein HFC in manchen Fällen als gesättigter Fluorkohlenwasserstoff bezeichnet werden.

**[0007]** 2,3,3,3-Tetrafluorpropen (HFO-1234yf) ist als Arbeitsfluid mit einem geringen Potenzial für eine globale Erwärmung (GWP) bekannt. Obwohl HFO-1234yf einen hohen Leistungskoeffizienten aufweist, ist dessen Kühlkapazität verglichen mit R410A gering und es kann nicht für herkömmliche Klimaanlagen, usw., verwendet werden, für die R410A verwendet worden ist, wie z. B. eine sogenannte Klimaanlageeinheit und eine Raumklimaanlage.

**[0008]** Als Arbeitsfluid, bei dem ein HFO verwendet wird, offenbart beispielsweise das Patentdokument 1 eine Technik, die ein Arbeitsfluid betrifft, bei dem Trifluorethylen (HFO-1123) verwendet wird, das die vorstehend genannten Eigenschaften aufweist und mit dem ein hervorragendes Kreisprozessleistungsvermögen erhalten wird. Das Patentdokument 1 offenbart auch einen Versuch, ein Arbeitsfluid zu erhalten, das HFO-1123 und verschiedene HFCs in einer Kombination umfasst, um die Flammhemmung, das Kreisprozessleistungsvermögen, usw., des Arbeitsfluids zu verbessern.

**[0009]** Es war bekannt, dass HFO-1134yf als HFO zur Verwendung als Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess geeignet ist und eine Technik in Bezug auf HFO-1234yf wurde entwickelt. Beispielsweise offenbart das Patentdokument 2 Zusammensetzungen, die HFO-1234yf enthalten, die bei der Herstellung von HFO-1234yf

durch ein spezifisches Verfahren erhältlich sind. Es sind viele Zusammensetzungen in dem Patentdokument 2 offenbart und Zusammensetzungen, die HFO-1234yf und HFO-1123 enthalten, sind umfasst. HFO-1123 ist jedoch nur als ein Nebenprodukt von HFO-1234yf zusammen mit vielen anderen Verbindungen offenbart, und das Patentdokument 2 offenbart nicht die Verwendung einer Zusammensetzung, welche die zwei in einem spezifischen Verhältnis enthält, als Arbeitsfluid, und dass die Zusammensetzung einen hervorragenden Leistungskoeffizienten und eine hervorragende Kühlkapazität aufweist.

**[0010]** Bisher wurde eine Kombination aus HFO-1234yf und HFO-1123 als Alternative zu R410A nicht gefunden oder in irgendwelchen Dokumenten angegeben, und zwar im Hinblick auf das Erhalten eines Arbeitsfluids, das in der Praxis geeignet ist und bei dem die Ausgewogenheit der Kapazität, der Effizienz und des Temperaturgleits berücksichtigt ist.

**[0011]** Von HFO-1123 ist bekannt, dass es bei einer hohen Temperatur oder mit einer Zündquelle bei hohem Druck einer sogenannten Selbstzersetzung unterliegt. Daher wurde ein Versuch zur Unterdrückung einer Selbstzersetzungsreaktion durch Mischen von HFO-1123 mit einer weiteren Komponente, wie z. B. Vinylidenfluorid, zur Bildung eines Gemischs mit einem verminderten Gehalt von HFO-1123 beschrieben (Nicht-Patentdokument 1).

**[0012]** Das Nicht-Patentdokument 1 offenbart jedoch keine Zusammensetzung, mit der ein Arbeitsfluid mit einer Dauerbeständigkeit verwendet werden kann, während das Kreisprozessleistungsvermögen von HFO-1123 ohne irgendwelche speziellen Maßnahmen bei den Temperatur- und Druckbedingungen aufrechterhalten werden kann, bei denen HFO-1123 als Arbeitsfluid verwendet wird, und auch kein Verfahren, mit dem es stabil hergestellt werden kann. In einem Fall, bei dem HFO-1123 als Arbeitsfluid verwendet wird, sind eine Zusammensetzung, mit der das Arbeitsfluid keiner Selbstzersetzung unterliegt, sowie ein stabiles Herstellungsverfahren erforderlich.

## DOKUMENTE DES STANDES DER TECHNIK

### PATENTDOKUMENTE

#### **[0013]**

Patentdokument 1: WO 2012/157764  
Patentdokument 2: JP 2012-505296 A

### NICHT-PATENTDOKUMENT

#### **[0014]**

Nicht-Patentdokument 1: Combustion, Explosion, and Shock Waves, Band 42, Nr. 2, Seiten 140 bis 143, 2006

## OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

### TECHNISCHES PROBLEM

**[0015]** Der vorliegende Erfinder hat bestätigt, dass die kritische Temperatur von HFO-1123 59,2°C beträgt. Folglich wurde gefunden, dass als Alternative zu dem herkömmlich verwendeten R410A HFO-1123 eine niedrige kritische Temperatur aufweist und es Arbeitsfluide nur in einem beschränkten Bereich ersetzen kann. Ferner können selbst dann, wenn verschiedene HFCs, die in dem Patentdokument 1 offenbart sind, kombiniert werden, ein ausreichender Leistungskoeffizient und eine ausreichende Kühlkapazität nicht notwendigerweise erreicht werden. Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Arbeitsfluids für einen Wärmekreisprozess, das nicht nur die kritische Temperatur, sondern auch ein ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen als Alternative zu R410A gleichzeitig erreicht, einer Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, die das Arbeitsfluid umfasst, und eines Wärmekreisprozesssystems, bei dem die Zusammensetzung eingesetzt wird.

**[0016]** Ferner ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, mit dem ein in der Praxis ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen erhalten wird, während der Einfluss auf die globale Erwärmung vermindert wird, und das ohne irgendwelche speziellen Maßnahmen eine hohe Dauerbeständigkeit aufweist, eine Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, die das Arbeitsfluid umfasst, und ein Wärmekreisprozesssystem, bei dem die Zusammensetzung eingesetzt wird, bereitzustellen.

## LÖSUNG DES PROBLEMS

**[0017]** Unter diesen Umständen hat der vorliegende Erfinder die vorliegende Erfindung dadurch gemacht, dass absichtlich HFO-1234yf, das eine niedrige Kühlkapazität aufweist, und ferner HFC-32 in einer Kombination mit HFO-1123 zum Erhalten eines Arbeitsfluids mit einer spezifischen Zusammensetzung verwendet werden.

**[0018]** D. h., die vorliegende Erfindung stellt ein Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, eine Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem und ein Wärmekreisprozesssystem der folgenden [1] bis [8] bereit.

[1] Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, das HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 enthält, wobei der Anteil der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids mehr als 90 Massen-% und höchstens 100 Massen-% beträgt, und auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1123 mindestens 10 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von HFO-1234yf höchstens 50 Massen-% beträgt und der Anteil von HFC-32 mehr als 30 Massen-% und höchstens 75 Massen-% beträgt.

[2] Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess nach [1], wobei der Anteil von HFC-32 auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 mehr als 30 Massen-% und höchstens 44 Massen-% beträgt.

[3] Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess nach [1] oder [2], wobei auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1123 mindestens 20 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt und der Anteil von HFO-1234yf höchstens 40 Massen-% beträgt.

[4] Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess nach einem von [1] bis [3], wobei auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1234yf mindestens 5 Massen-% und höchstens 40 Massen-% beträgt.

[5] Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, die das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, das in einem von [1] bis [4] definiert ist, und ein Schmieröl umfasst.

[6] Wärmekreisprozesssystem, bei dem die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem eingesetzt wird, die in [5] definiert ist.

[7] Wärmekreisprozesssystem nach [6], das eine Kühlvorrichtung, eine Klimaanlage, ein Energieerzeugungssystem, eine Wärmetransportvorrichtung oder ein Sekundärkühlgerät ist.

[8] Wärmekreisprozesssystem nach [6], das eine Raumklimaanlage, eine Waren- oder Lagerhausklimaanlageneinheit, eine Gebäudeklimaanlageneinheit, eine Pflanzenklimaanlageneinheit, eine Gasmotorwärmepumpe, ein Zugklimatisierungssystem, ein Kraftfahrzeugklimatisierungssystem, ein eingebauter Schaukasten, ein freistehender Schaukasten, eine Industriegefrierkombination, eine Eisherstellungsmaschine oder ein Verkaufsautomat ist.

## VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

**[0019]** Das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess und die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, die das Arbeitsfluid enthält, der vorliegenden Erfindung haben einen geringeren Einfluss auf die globale Erwärmung und weisen ein in der Praxis ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen auf, wenn sie für einen Wärmekreisprozess verwendet werden, und sie weisen eine hervorragende Dauerbeständigkeit auf.

**[0020]** Das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung, bei dem die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, hat einen geringeren Einfluss auf die globale Erwärmung und weist ein in der Praxis ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen sowie eine hervorragende Dauerbeständigkeit auf.

**[0021]** Ferner weist das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung die vorstehend genannten hervorragenden Eigenschaften auf und kann herkömmlich verwendetes R410A ersetzen.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0022]** Fig. 1 ist ein Diagramm, das einen Zusammensetzungsbereich einer Ausführungsform eines Arbeitsfluids für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung in Dreieckskoordinaten einer Zusammensetzung (Massen-%) eines Gemischs aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 zeigt.

**[0023]** Fig. 2 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Zusammensetzung und dem Temperaturschlepp eines Mischfluids aus HFO-1123 und HFO-1234yf zeigt.

**[0024]** Fig. 3 ist eine schematische Aufbauansicht, die ein Kühlkreisprozesssystem als ein Beispiel eines Wärmekreisprozesssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0025]** Fig. 4 ist ein Diagramm, das einen bevorzugten Zusammensetzungsbereich einer Ausführungsform eines Arbeitsfluids für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung in Dreieckskoordinaten einer Zusammensetzung (Massen-%) eines Gemischs aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 zeigt.

**[0026]** Fig. 5 ist ein Diagramm, das einen mehr bevorzugten Zusammensetzungsbereich einer Ausführungsform eines Arbeitsfluids für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung in Dreieckskoordinaten einer Zusammensetzung (Massen-%) eines Gemischs aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 zeigt.

**[0027]** Fig. 6 ist ein Kreisprozessdiagramm, das die Zustandsänderung eines Arbeitsfluids in einem Kühlkreisprozesssystem in der Fig. 3 auf einer Druck-Enthalpie-Auftragung zeigt.

## BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0028]** Nachstehend wird die vorliegende Erfindung detailliert beschrieben.

### <Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess>

**[0029]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung ist ein Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, das HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 enthält, wobei der Anteil der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids mehr als 90 Massen-% und höchstens 100 Massen-% beträgt, und auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1123 mindestens 10 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von HFO-1234yf höchstens 50 Massen-% beträgt und der Anteil von HFC-32 mehr als 30 Massen-% und höchstens 75 Massen-% beträgt.

**[0030]** Als Wärmekreisprozess kann ein Wärmekreisprozess durch einen Wärmetauscher, wie z. B. einen Kühler oder einen Verdampfer, ohne irgendeine besondere Beschränkung verwendet werden.

**[0031]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung, das HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 innerhalb der vorstehend genannten Bereiche enthält, ist ein ausgewogenes Arbeitsfluid, das die Nachteile der jeweiligen Verbindungen ausgleicht, während es die Eigenschaften der jeweiligen Verbindungen nutzt. Insbesondere handelt es sich um ein Arbeitsfluid, das ein in der Praxis ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen als Alternative zu herkömmlichem R410A aufweist, ein geringes Potenzial für eine globale Erwärmung aufweist und keine Selbstzersetzungsseigenschaft aufweist.

**[0032]** Nachstehend wird die Zusammensetzung des Arbeitsfluids gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis Fig. 3 beschrieben.

**[0033]** Die Fig. 1 zeigt den Zusammensetzungsbereich in einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 umfasst und keine andere Komponente enthält, d. h., der Zusammensetzungsbereich, bei dem auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1123 mindestens 10 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von HFO-1234yf höchstens 50 Massen-% beträgt und der Anteil von HFC-32 mehr als 30 Massen-% und höchstens 75 Massen-% beträgt (nachstehend manchmal als der Zusammensetzungsbereich (S) bezeichnet). Die Fig. 1 zeigt Dreieckskoordinaten, welche die Zusammensetzung (Massen-%) von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 durch die jeweiligen drei Seiten zeigen, und ein fünfeckiger Bereich, der durch eine dicke durchgezogene Linie umgeben ist, entspricht dem Zusammensetzungsbereich (S) eines Arbeitsfluids gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0034]** Die Seiten (S1) bis (S5) des Fünfecks, die in der Fig. 1 den Zusammensetzungsbereich (S) angeben, zeigen jeweils die Grenzen der folgenden Bereiche. In den folgenden Formeln geben die abgekürzten Bezeichnungen der jeweiligen Verbindungen die Anteile (Massen-%) der jeweiligen Verbindungen auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids an, d. h., der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32.

(S1)  $\text{HFC-32} \leq 75 \text{ Massen-\%}$

(S2)  $0 \text{ Massen-\%} < \text{HFO-1234yf}$

(S3)  $30 \text{ Massen-\%} < \text{HFC-32}$

(S4)  $\text{HFO-1234yf} \leq 50 \text{ Massen-\%}$

(S5)  $10 \text{ Massen-\%} \leq \text{HFO-1123}$

**[0035]** Nachstehend wird die Beziehung zwischen dem Zusammensetzungsbereich (S) und dem Leistungsvermögen als Arbeitsfluid, insbesondere dem Potenzial für eine globale Erwärmung, dem Kreisprozessleistungsvermögen, dem Temperaturgleit und der Selbstzersetzungseigenschaft beschrieben.

(Potenzial für eine globale Erwärmung (GWP))

**[0036]** In dieser Beschreibung ist das GWP ein Wert (100 Jahre) in dem vierten Sachstandsbericht (2007) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), falls nichts anderes angegeben ist. Ferner wird das GWP eines Gemischs als Gewichtsmittel durch die Zusammensetzungsmasse angegeben.

**[0037]** Die GWPs von HFO-1234yf und HFC-32, die in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung enthalten sind, betragen 4 bzw. 675 und das Potenzial für eine globale Erwärmung (100 Jahre) von HFO-1123 beträgt 0,3 als ein Wert, der gemäß dem vierten Sachstandsbericht des IPCC gemessen worden ist.

**[0038]** In dem Zusammensetzungsbereich (S), der in der **Fig. 1** gezeigt ist, gemäß einer Ausführungsform des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung ist die Zusammensetzung mit dem höchsten GWP die Zusammensetzung bei dem oberen rechten Winkel des Fünfecks, d. h., die Zusammensetzung, die HFO-1123:HFO-1234yf:HFC-32 von 10 Massen-%:15 Massen-%:75 Massen-% umfasst und das GWP mit der Zusammensetzung wird als  $(0,3 \times 10 + 4 \times 15 + 675 \times 75)/100 = 506,9$  berechnet. Dies ist ein Wert von höchstens 1/4 verglichen mit dem GWP von R410A von 2087,5.

**[0039]** Das GWP eines Gemischs ist ein gewichteter Durchschnitt durch die Zusammensetzungsmasse jeder Komponente, wie sie vorstehend beschrieben worden ist. Da die GWPs von HFO-1123 und HFO-1234yf verglichen mit dem GWP von HFC-32 sehr niedrig sind, hängt das GWP einer Zusammensetzung, die HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 umfasst, stark von dem Gehalt von HFC-32 ab.

**[0040]** Demgemäß ist im Hinblick nur auf das GWP des Arbeitsfluids in den Dreieckskoordinaten in der **Fig. 1** das GWP der Zusammensetzung umso niedriger und umso mehr bevorzugt, je näher diese an der unteren Seite liegt. In der vorliegenden Erfindung ist jedoch die untere Seite in dem Zusammensetzungsbereich (S) unter Berücksichtigung der Ausgewogenheit des Kreisprozessleistungsvermögens, des Temperaturgleits und der Selbstzersetzungseigenschaft, wie sie nachstehend beschrieben werden, auf (S3) 30 Massen-% < HFC-32 beschränkt.

**[0041]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann neben HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 eine optionale Komponente in einem Anteil von höchstens 10 Massen-% enthalten. Es ist bevorzugt, dass das Arbeitsfluid als optionale Komponente keine Komponente enthält, die das GWP des Arbeitsfluids übermäßig erhöht. Das GWP des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung beträgt vorzugsweise höchstens 500, mehr bevorzugt höchstens 300.

(Kreisprozessleistungsvermögen)

**[0042]** Das Kreisprozessleistungsvermögen des Arbeitsfluids kann ein Leistungskoeffizient und eine Kühlkapazität sein.

**[0043]** Der Leistungskoeffizient und die Kühlkapazität von jedem von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32, die in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung enthalten sind, die durch die nachstehend genannten Beispiele gemessen werden, sind als relative Werte auf der Basis von R410A (1,000) in der Tabelle 1 gezeigt.

**[0044]** Wie es aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, kann, obwohl HFO-1123 eine hervorragende Kühlkapazität als Arbeitsfluid aufweist, es im Hinblick auf den Leistungskoeffizienten verglichen mit anderen HFOs gegebenenfalls nicht ausreichend sein. Ferner kann, wenn HFO-1123 allein verwendet wird, im Hinblick auf die kritische Temperatur ein ausreichendes Kühlkreisprozess-Leistungsvermögen in manchen Fällen für eine Anwendung nicht erwartet werden, in der R410A verwendet worden ist.

**[0045]** HFO-1234yf ist ein HFO, das die Kühlkapazität und den Leistungskoeffizienten als Arbeitsfluid in einer ausgewogenen Weise aufweist. Obwohl die kritische Temperatur (94,7°C) von HFO-1234yf verglichen mit HFO-1123 hoch ist, ist dessen Kapazität, wenn es allein verwendet wird, verglichen mit R410A unzureichend.

**[0046]** Ferner ist, obwohl HFC-32 in Bezug auf den Leistungskoeffizienten und die Kühlkapazität hervorragend ist, dessen GWP verglichen mit HFO-1123 und HFO-1234yf hoch. Das GWP von HFC-32 ist jedoch verglichen mit R410A sehr niedrig.

[TABELLE 1]

	Zusammensetzung des Arbeitsfluids [Massen-%]			Relatives Leistungsvermögen (relativ zu R410A)		GWP
	HFO-1123	HFO-1234yf	HFC-32	Relativer Leistungskoeffizient	Relative Kühlkapazität	
Bsp. 33	100	0	0	0,921	1,146	0,3
Bsp. 34	0	100	0	1,046	0,422	4,0
Bsp. 35	0	0	100	1,009	1,109	675,0
Bsp. 57 (R410A)	Arbeitsfluid, das HFC-125 und HFC-32 in einem Massenverhältnis von 1:1 umfasst			1,000	1,000	2087,5

**[0047]** Dabei ist in dem Zusammensetzungsbereich (S) in der **Fig. 1**, der den Zusammensetzungsbereich von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung angibt, die Zusammensetzung mit einem Leistungskoeffizienten als relatives Leistungsvermögen relativ zu R410A (nachstehend manchmal als „relativer Leistungskoeffizient“ bezeichnet) von mindestens 1,000 eine Zusammensetzung auf der Seite (S5) und in deren Umgebung. Ferner ist die Zusammensetzung mit dem minimalen relativen Leistungskoeffizienten eine Zusammensetzung bei dem linken unteren Winkel in dem Fünfeck, das den Zusammensetzungsbereich (S) angibt.

**[0048]** Ferner ist in dem Zusammensetzungsbereich (S) in der **Fig. 1** die Zusammensetzung mit einer Kühlkapazität als relatives Leistungsvermögen relativ zu R410A (nachstehend manchmal als „relative Kühlkapazität“ bezeichnet) von mindestens 1,000 eine Zusammensetzung auf der Seite (S2) und in deren Umgebung. Ferner ist die Zusammensetzung mit dem minimalen relativen Leistungskoeffizienten einer Zusammensetzung bei dem am meisten rechts gelegenen Winkel in dem Fünfeck, das den Zusammensetzungsbereich (S) angibt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die relative Kühlkapazität stark von dem Gehalt von HFO-1234yf abhängt.

**[0049]** Wenn der relative Leistungskoeffizient und der relative Kühlkoeffizient bestimmte Werte oder höher sind und ein Produkt des relativen Leistungskoeffizienten und der relativen Kühlkapazität als Index ein bestimmter Wert oder höher ist, kann davon ausgegangen werden, dass ein solches Arbeitsfluid eine gute Ausgewogenheit des Kreisprozessleistungsvermögens aufweist.

**[0050]** Das Arbeitsfluid weist vorzugsweise einen relativen Leistungskoeffizienten von mindestens 0,958 und eine relative Kühlkapazität von mindestens 0,820, mehr bevorzugt einen relativen Leistungskoeffizienten von mindestens 0,980 und eine relative Kühlkapazität von mindestens 0,950, besonders bevorzugt einen relativen Leistungskoeffizienten von mindestens 1,000 und eine relative Kühlkapazität von mindestens 1,000 auf. Im Hinblick auf den relativen Leistungskoeffizienten beträgt (S2) vorzugsweise 5 Massen-%  $\leq$  HFO-1234yf, mehr bevorzugt 8 Massen-%  $\leq$  HFO-1234yf. Ferner beträgt in Bezug auf die Beziehung zwischen dem relativen Leistungskoeffizienten und dem relativen Kühlkoeffizienten in einem Fall, bei dem sowohl der relative Leistungskoeffizient als auch der relative Kühlkoeffizient niedriger als 1,000 ist, deren Produkt vorzugsweise mindestens 0,950.

**[0051]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann eine von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 verschiedene optionale Komponente in einem Anteil von höchstens 10 Massen-% enthalten. Es ist bevorzugt, dass das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung als optionale Komponente keine Komponente enthält, die den relativen Leistungskoeffizienten und den relativen Kühlkoeffizienten des Arbeitsfluids übermäßig vermindert.

(Temperaturgleit)

**[0052]** In einem Fall, bei dem ein Gemisch als Arbeitsfluid verwendet wird, handelt es sich vorzugsweise um ein azeotropes Gemisch oder ein pseudoazeotropes Gemisch wie z. B. R410A. Ein nicht-azeotropes Gemisch weist ein Problem dahingehend auf, dass es dann, wenn es von einem Druckbehälter in einen Kühlschrank

oder eine Klimatisierungsvorrichtung eingebracht wird, einer Zusammensetzungsänderung unterliegt. Ferner ist es sehr wahrscheinlich, dass sich dann, wenn ein Kältemittel aus einem Kältschrank oder einer Klimatisierungsvorrichtung austritt, die Kältemittelzusammensetzung in dem Kältschrank oder der Klimatisierungsvorrichtung ändert und eine Wiederherstellung der ursprünglichen Kältemittelzusammensetzung ist kaum möglich. Solche Probleme können mit einem azeotropen oder pseudoazeotropen Gemisch vermieden werden.

**[0053]** Als Index für die vorstehend genannten Eigenschaften eines Gemischs als das Arbeitsfluid wird üblicherweise der folgende „Temperaturgleit“ verwendet. Der Temperaturgleit ist als Unterschied von Eigenschaften wie z. B. der Anfangstemperatur und der Endtemperatur des Verdampfens in einem Verdampfer oder des Kondensierens in einem Kühler als Beispiel eines Wärmetauschers definiert. Der Temperaturgleit eines azeotropen Mischfluids ist 0 und der Temperaturgleit eines pseudoazeotropen Mischfluids, wie z. B. R410A, liegt extrem nahe bei 0.

**[0054]** Wenn der Temperaturgleit groß ist, neigt z. B. die Einlasstemperatur eines Verdampfers dazu, niedrig zu sein, und es ist wahrscheinlich, dass ein Einfrieren auftritt. Ferner soll in einem Wärmekreisprozesssystem die Wärmetauscheffizienz dadurch verbessert werden, dass das Arbeitsfluid und das Wärmequellefluid, wie z. B. Wasser oder die Luft, die in den Wärmetauschern strömt, im Gegenstrom strömen. Da die Temperaturdifferenz des Wärmequellefluids in einem stabilen Betriebszustand gering ist, ist es schwierig, ein Wärmekreisprozesssystem mit einer guten Energieeffizienz mit einem nicht-azeotropen Mischfluid mit einem großen Temperaturgleit zu erhalten. Demgemäß ist ein nicht-azeotropes Mischfluid mit einem geeigneten Temperaturgleit erwünscht.

**[0055]** HFO-1123 und HFO-1234yf in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung liegen nicht in einem azeotropen Zustand vor. Die Beziehung zwischen dem Temperaturgleit und der Zusammensetzung eines Mischfluids aus HFO-1123 und HFO-1234yf, die durch das in den nachstehend genannten Beispielen beschriebene Verfahren gemessen worden ist, ist in der **Fig. 2** gezeigt. Ferner wurde durch die vorliegenden Erfinder bestätigt, dass HFO-1123 und HFC-32 innerhalb eines Zusammensetzungsbereichs von 99:1 bis 1:99, als Massenverhältnis, in der Form eines pseudoazeotropen Gemischs nahe an einem azeotropen Gemisch vorliegen.

**[0056]** Aufgrund der vorstehend genannten Beziehung wird davon ausgegangen, dass ein Gemisch aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 einen Temperaturgleit aufweist. Ferner kann aufgrund der Beziehung zwischen HFO-1123 und HFO-1234yf und der Beziehung zwischen HFO-1123 und HFC-32 in dem Zusammensetzungsbereich (S) in der **Fig. 1**, der den Zusammensetzungsbereich von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung angibt, folgendes bestätigt werden.

**[0057]** In dem Zusammensetzungsbereich (S) in der **Fig. 1** ist der Temperaturgleit umso näher bei 0, je größer die Nähe zu der Seite (S2) ist, d. h., je niedriger der Gehalt von HFO-1234yf ist. Ferner ist der Temperaturgleit mit einer Zusammensetzung an der Untergrenze von (S2), d. h., an dem unteren linken Winkel in dem Fünfeck, das den Zusammensetzungsbereich (S) angibt, am kleinsten. Andererseits ist der Temperaturgleit umso größer, je höher der Gehalt von HFO-1234yf ist, d. h., je größer die Nähe zu der Seite (S4) ist. Ferner ist der Temperaturgleit mit einer Zusammensetzung an der Untergrenze von (S4), d. h., an dem unteren rechten Winkel in dem Fünfeck, das den Zusammensetzungsbereich (S) angibt, am größten.

**[0058]** Ferner sind in der Tabelle 2 die Zusammensetzung, der Temperaturgleit und das GWP eines Arbeitsfluids mit einem Gehalt von HFO-1234yf von 50 Massen-% von Arbeitsfluiden, die in Beispielen der vorliegenden Erfindung und in Vergleichsbeispielen hergestellt worden sind, gezeigt. Ferner sind für einen Vergleich der Temperaturgleit und das GWP eines Arbeitsfluids, das HFO-1123 und HFO-1234yf in einem Massenverhältnis von 1:1 umfasst, und von R410A gezeigt.

[TABELLE 2]

	Arbeitsfluidzusammensetzung [Massen-%]			Temperaturgleit [°C]	GWP
	HFO-1123	HFO-1234yf	HFC-32		
Bsp. 5	10	50	40	5,8	272,0
Bsp. 30	20	50	30	6,6	204,6
Bsp. 27	30	50	20	7,1	137,1
Bsp. 19	40	50	10	7,3	69,6



Bsp. 36	50	50	0	7,2	2,2
Bsp. 57 (R410A)	Arbeitsfluid, das HFC-125 und HFC-32 in einem Massenverhältnis von 1:1 umfasst			0,2	2087,5

**[0059]** Wie es aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, ist selbst bei dem gleichen Gehalt von HFO-1234yf, der 50 Massen-% beträgt, verglichen mit HFO-1123 der Temperaturleit gering, wenn der Gehalt von HFO-32 hoch ist. Demgemäß wird als das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung z. B. der Zusammensetzungsbereich (S), bei dem es sich um eine Zusammensetzung mit einem niedrigen GWP und einem kleinen Temperaturleit handelt, in den Dreieckskoordinaten in der **Fig. 1** ausgewählt.

**[0060]** In dem Zusammensetzungsbereich (S) beträgt in einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 umfasst, unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und die Tabelle 2 der Temperaturleit weniger als 6,6°C, wobei es sich als Alternative zu R410A um einen in der Praxis bevorzugten Bereich handelt. Der Temperaturleit des Arbeitsfluids, das HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 umfasst, beträgt mehr bevorzugt weniger als 5,8°C.

**[0061]** Ferner kann das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung eine von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 verschiedene optionale Komponente in einem Anteil von höchstens 10 Massen-% enthalten. Es ist bevorzugt, dass das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung als optionale Komponente keine Komponente enthält, die den Temperaturleit des Arbeitsfluids übermäßig erhöht. Der Temperaturleit des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung beträgt vorzugsweise höchstens 6°C, mehr bevorzugt höchstens 5°C.

**[0062]** Der Einfluss in einem Wärmekreisprozesssystem, wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung einen Temperaturleit aufweist, wird unter Bezugnahme auf einen Fall beschrieben, bei dem das Arbeitsfluid für ein Wärmekreisprozesssystem verwendet wird, das in der **Fig. 3** gezeigt ist. Die **Fig. 3** ist eine schematische Aufbauansicht, die ein Kühlkreisprozesssystem als ein Beispiel eines Wärmekreisprozesssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0063]** Ein Kühlkreisprozesssystem **10** umfasst einen Kompressor **11** zum Komprimieren eines Arbeitsfluids (Dampf), einen Kühler **12** zum Kühlen und Verflüssigen des Arbeitsfluids, der aus dem Kompressor **11** ausgetragen wird, ein Expansionsventil **13** zum Expandieren lassen des aus dem Kühler **12** ausgetragenen Arbeitsfluids (Flüssigkeit) und einen Verdampfer **14** zum Erwärmen und Verdampfen des Arbeitsfluids in einem flüssigen Zustand, das aus dem Expansionsventil **13** ausgetragen worden ist.

**[0064]** In dem Kühlkreisprozesssystem **10** nimmt die Temperatur des Arbeitsfluids von einem Einlass in die Richtung eines Auslasses des Verdampfers **14** beim Verdampfen zu und im Gegensatz dazu nimmt die Temperatur von einem Einlass in die Richtung eines Auslasses des Kühlers **12** zum Zeitpunkt der Kondensation zu. In dem Kühlkreisprozesssystem **10** wird dies durch einen Wärmetausch zwischen dem Arbeitsfluid und einem Wärmequellefluid wie z. B. Wasser oder die Luft, das so strömt, dass es auf das Arbeitsfluid in dem Verdampfer **14** oder dem Kühler **12** gerichtet ist, erreicht. Das Wärmequellefluid ist in dem Kühlkreisprozesssystem **10** in dem Verdampfer **14** durch  $E \rightarrow E'$  dargestellt und in dem Kühler **12** durch  $F \rightarrow F'$  dargestellt.

**[0065]** Wenn hier ein einzelnes Fluid oder ein azeotropes Mischfluid verwendet wird, ist, da kein Temperaturleit vorliegt, die Temperaturdifferenz zwischen der Auslasstemperatur und der Einlasstemperatur des Verdampfers **14** im Wesentlichen konstant, wobei jedoch, wenn ein nicht-azeotropes Mischfluid verwendet wird, die Temperaturdifferenz nicht konstant sein wird. Beispielsweise ist in einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid bei 0°C in dem Verdampfer **14** verdampft werden soll, die Einlasstemperatur niedriger als 0°C und in dem Verdampfer **14** kann ein Einfrieren auftreten. Insbesondere ist die Einlasstemperatur umso niedriger und das Auftreten eines stärkeren Einfrierens umso wahrscheinlicher, je größer der Temperaturleit ist.

**[0066]** Ferner kann sich in einem Fall, bei dem ein nicht-azeotropes Mischfluid mit einem großen Temperaturleit für das Kühlkreisprozesssystem **10** verwendet wird, da sich die Zusammensetzungen der gasförmigen Phase und der flüssigen Phase signifikant voneinander unterscheiden, dann, wenn das nicht-azeotrope Mischfluid, das in dem System **10** zirkuliert, austritt, die Zusammensetzung des nicht-azeotropen Mischfluids, das in dem System **10** zirkuliert, zwischen vor und nach dem Austreten signifikant ändern.

**[0067]** Ferner wird z. B., wie es in dem Kühlkreisprozesssystem **10** gezeigt ist, üblicherweise in dem Wärmekreisprozesssystem die Wärmetauscheffizienz dadurch verbessert, dass das Arbeitsfluid und das Wärmequellefluid, wie z. B. Wasser oder die Luft, das oder die in Wärmetauschern, wie z. B. dem Verdampfer **14** und

dem Kühler **12**, strömt, in einer Gegenstromströmung strömt. Da hier die Temperaturdifferenz des Wärmequellfluids klein ist, ist es üblicherweise in einem stabilen Langzeitbetriebszustand mit Ausnahme der Zeit des Hochfahrens schwierig, ein Wärmekreisprozesssystem mit einer guten Energieeffizienz mit einem nicht-azeotropen Mischfluid mit einem großen Temperaturgleit zu erhalten. Demgemäß ist ein nicht-azeotropes Mischfluid mit einem geeigneten Temperaturgleit erwünscht.

**[0068]** Wie es vorstehend beschrieben worden ist, ist der Zusammensetzungsbereich der Kombination aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung ein Bereich, in dem das Arbeitsfluid einen praktikablen Temperaturgleit aufweist.

(Selbstzersetzungseigenschaft)

**[0069]** Es ist bekannt, dass HFO-1123, das in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung enthalten ist, eine Selbstzersetzungseigenschaft aufweist. Bei den Temperatur- und Druckbedingungen, bei denen HFO-1123 als Arbeitsfluid verwendet wird, war eine Zusammensetzung, mit der das Arbeitsfluid mit einer Dauerbeständigkeit verwendet wird, während das Kühlkreisprozessleistungsvermögen von HFO-1123 beibehalten wird, nicht bekannt. Demgemäß hat der vorliegende Erfinder bestätigt, dass eine Selbstzersetzung bei den Temperatur- und Druckbedingungen, bei denen eine Zusammensetzung, die HFO-1123 enthält, als Arbeitsfluid verwendet wird, unterdrückt werden kann, wenn der Gehalt von HFO-1123 auf der Basis der Gesamtmenge der Zusammensetzung höchstens 70 mol-% beträgt.

<Bewertung der Selbstzersetzungseigenschaft von HFO-1123>

**[0070]** Die Selbstzersetzungseigenschaft wurden in einer Anlage gemäß dem Verfahren A bewertet, die als Anlage zur Messung des Verbrennungsbereichs eines Halogen-enthaltenden Gasgemischs durch individuelle Bekanntgaben in dem Hochdruckgassicherheitsgesetz („High Pressure Gas Safety Act“) empfohlen wird.

**[0071]** Insbesondere wird ein Mischfluid von HFO-1123 und HFO-1234yf, HFO-1123 und HFC-32 oder HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in verschiedenen Anteilen in einen kugelförmigen druckbeständigen Reaktor mit einem Innenvolumen von 650 cm<sup>3</sup> und einer vorbestimmten Temperatur, die von außen für einen vorbestimmten Druck eingestellt wird, eingebracht, und dann wurde ein Platindraht, der in dem Inneren angeordnet war, geschmolzen, so dass eine Energie von etwa 30 J eingebracht wurde. Ob die Selbstzersetzungsreaktion stattfand oder nicht, wurde durch Messen der Temperatur- und Druckänderungen in dem druckbeständigen Reaktor nach der Anwendung bestätigt. Ein Fall, bei dem eine Druckzunahme und eine Temperaturzunahme bestätigt wurden, wurde so bewertet, dass eine Selbstzersetzungsreaktion stattgefunden hat. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 bezüglich Mischfluiden von HFO-1123 und HFO-1234yf, in der Tabelle 4 bezüglich Mischfluiden von HFO-1123 und HFC-32 und in der Tabelle 5 bezüglich Mischfluiden von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 gezeigt. Der Druck in den Tabellen 3 bis 5 ist der Überdruck.

[Tabelle 3]

HFO-1123/HFO-1234yf		Druck [MPaG]		Temperatur [°C]		Selbstzersetzungsreaktion
[Massen-%/ Massen-%]	[Mol-%/ Mol-%]	Vor der Zündung	Nach der Zündung	Vor der Zündung	Nach der Zündung	
52/48	60/40	0,98	0,98	250	250,2	Keine
63/37	70/30	0,98	0,98	250	250,2	Keine
74/26	80/20	0,98	4,00	250	291,6	Fand statt
87/13	90/10	0,98	4,80	250	291,1	Fand statt

[Tabelle 4]

HFO-1123/HFC-32		Druck [MPaG]		Temperatur [°C]		Selbstzersetzungsreaktion
[Massen-%/ Massen-%]	[Mol-%/ Mol-%]	Vor der Zündung	Nach der Zündung	Vor der Zündung	Nach der Zündung	

70/30	60/40	0,98	0,98	250	250.5	Keine
80/20	72/28	0,98	0,98	250	250.4	Keine
85/15	78/22	0,98	4,60	250	290,0	Fand statt

[Tabelle 5]

HFO-1123/HFO-1234yf/HFO-32		Druck [MPaG]		Temperatur [°C]		Selbstzersetzungsreaktion
[Massen-%/Massen-%]	[Mol-%/Mol-%]	Vor der Zündung	Nach der Zündung	Vor der Zündung	Nach der Zündung	
70/10/20	64/7/29	0,98	0,98	250	250.5	Keine
70/20/10	70/14/16	0,98	0,98	250	250.5	Keine
80/10/10	78/7/15	0,98	4,00	250	289,5	Fand statt

**[0072]** Der Zusammensetzungsbereich (S) des Arbeitsfluids gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält keinen Zusammensetzungsbereich mit einer Selbstzersetzungseigenschaft, was so bestätigt worden ist. D. h., wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung ein Arbeitsfluid innerhalb des vorstehend genannten Zusammensetzungsbereichs (S) ist, das nur aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 besteht, beträgt der Gehalt von HFO-1123 auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids höchstens 70 mol-%.

**[0073]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann neben HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 eine optionale Komponente in einem Anteil von höchstens 10 Massen-% enthalten. Als optionale Komponente wird vorzugsweise eine Verbindung ohne Selbstzersetzungseigenschaft ausgewählt.

**[0074]** Das Arbeitsfluid in dem Zusammensetzungsbereich (S) ist ein Arbeitsfluid mit jeweiligen Eigenschaften von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in einer ausgewogenen Weise, bei dem Mängel der jeweiligen Komponenten unterdrückt sind. D. h., das Arbeitsfluid in dem Zusammensetzungsbereich (S) ist ein Arbeitsfluid, das ein geringes GWP aufweist, bei dem die Dauerbeständigkeit sichergestellt ist und das einen kleinen Temperaturgleit und ein bestimmtes Leistungsvermögen und eine bestimmte Effizienz aufweist, wenn es für einen Wärmekreisprozess verwendet wird, und folglich wird mit einem solchen Arbeitsfluid ein vorteilhaftes Kreisprozessleistungsvermögen erhalten.

**[0075]** In einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung nur aus den drei Verbindungen HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 besteht, kann eine bevorzugte Zusammensetzung eine Zusammensetzung sein, bei der auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1123 mindestens 10 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von HFO-1234yf höchstens 50 Massen-% beträgt und der Anteil von HFC-32 mehr als 30 Massen-% und höchstens 44 Massen-% beträgt. Dieser Zusammensetzungsbereich wird nachstehend als der Zusammensetzungsbereich (P) beschrieben.

**[0076]** Der Zusammensetzungsbereich (P) in einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 umfasst, ist in Dreieckskoordinaten in der **Fig. 4** gezeigt. D. h., die **Fig. 4** zeigt Dreieckskoordinaten, welche die Zusammensetzung (Massen-%) von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 durch die jeweiligen drei Seiten angeben, und ein bandförmiger fünfeckiger Bereich, der durch eine fette durchgezogene Linie umgeben ist, im Wesentlichen in dem Mittelabschnitt der Dreieckskoordinaten entspricht dem Zusammensetzungsbereich (P) eines bevorzugten Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung.

**[0077]** Die Seiten (P1) bis (P5) des Fünfecks, das den Zusammensetzungsbereich (P) in der **Fig. 4** angibt, geben jeweils Grenzen der folgenden Bereiche an. In den folgenden Formeln geben abgekürzte Bezeichnungen der jeweiligen Verbindungen die Anteile (Massen-%) der jeweiligen Verbindungen auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids an, d. h., der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32, und zwar in der gleichen Weise, wie dies vorstehend für (S1) bis (S5) der Fall ist.

- (P1) HFC-32  $\leq$  44 Massen-%
- (P2) 0 Massen-%  $<$  HFO-1234yf
- (P3) 30 Massen-%  $<$  HFC-32
- (P4) HFO-1234yf  $\leq$  50 Massen-%
- (P5) 10 Massen-%  $\leq$  HFO-1123

**[0078]** Von den vorstehenden (P1) bis (P5) in dem Zusammensetzungsbereich (P) sind (P2) bis (P5) mit (S2) bis (S5) in dem Zusammensetzungsbereich (S) identisch. In dem Zusammensetzungsbereich (P) ist der obere Grenzgehalt von HFC-32 niedriger und die Obergrenze des GWP ist niedriger als in dem Zusammensetzungsbereich (S). In dem Zusammensetzungsbereich (P), der in der **Fig. 4** gezeigt ist, ist die Zusammensetzung mit dem höchsten GWP die Zusammensetzung bei dem oberen rechten Winkel des Fünfecks, d. h., die Zusammensetzung, die HFO-1123:HFO-1234yf:HFC-32 von 10 Massen-%:46 Massen-%:44 Massen-% umfasst und das GWP mit der Zusammensetzung wird als  $(0,3 \times 10 + 4 \times 46 + 675 \times 44)/100 = 298,9$  berechnet. Im Hinblick auf einen hohen relativen Leistungskoeffizienten beträgt (P2) vorzugsweise 5 Massen-%  $\leq$  HFO-1234yf, mehr bevorzugt 8 Massen-%  $\leq$  HFO-1234yf.

**[0079]** Ferner kann in einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung aus den drei Verbindungen HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 zusammengesetzt ist, eine weitere bevorzugte Zusammensetzung eine Zusammensetzung sein, bei der auf der Basis der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 der Anteil von HFO-1123 mindestens 20 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von HFO-1234yf höchstens 40 Massen-% beträgt und der Anteil von HFC-32 mehr als 30 Massen-% und höchstens 75 Massen-% beträgt. Mehr bevorzugt ist eine solche Zusammensetzung, bei welcher die Obergrenze des Anteils von HFC-32 44 Massen-% beträgt. Ferner ist eine solche Zusammensetzung bevorzugt, bei welcher die Untergrenze des Anteils von HFO-1234yf 5 Massen-% beträgt. Der weitere bevorzugte Zusammensetzungsbereich wird nachstehend als der Zusammensetzungsbereich (M) beschrieben.

**[0080]** Der Zusammensetzungsbereich (M) in einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess der vorliegenden Erfindung HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 umfasst, ist in Dreieckskoordinaten in der **Fig. 5** gezeigt. D. h., die **Fig. 5** zeigt Dreieckskoordinaten, welche die Zusammensetzung (Massen-%) von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 durch die jeweiligen drei Seiten angeben, und ein fünfeckiger Bereich, der durch eine fette durchgezogene Linie auf der linken Seite umgeben ist, im Wesentlichen in dem Mittelabschnitt der Dreieckskoordinaten entspricht dem Zusammensetzungsbereich (M) des weiteren bevorzugten Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung.

**[0081]** Die Seiten (M1) bis (M5) des Fünfecks, das den Zusammensetzungsbereich (M) in der **Fig. 5** angibt, geben jeweils Grenzen der folgenden Bereiche an. In den folgenden Formeln geben abgekürzte Bezeichnungen der jeweiligen Verbindungen die Anteile (Massen-%) der jeweiligen Verbindungen auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids an, d. h., der Gesamtmenge von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32, und zwar in der gleichen Weise, wie dies vorstehend für (S1 bis (S5) der Fall ist.

- (M1) HFC-32  $\leq$  44 Massen-%
- (M2) 5 Massen-%  $\leq$  HFO-1234yf
- (M3) 30 Massen-%  $<$  HFC-32
- (M4) HFO-1234yf  $\leq$  40 Massen-%
- (M5) 20 Massen-%  $\leq$  HFO-1123

**[0082]** Von den vorstehenden (M1) bis (M5) in dem Zusammensetzungsbereich (M) sind (M1) und (M3) mit (P1) und (P3) in dem Zusammensetzungsbereich (P) identisch. In dem Zusammensetzungsbereich (M) ist verglichen mit dem Zusammensetzungsbereich (P) der Bereich des HFO-1234yf-Gehalts von „mehr als 0 Massen-% und höchstens 50 Massen-%“ auf „mindestens 5 Massen-% und höchstens 40 Massen-%“ eingeschränkt und die Untergrenze des HFO-1123-Gehalts wurde von 10 Massen-% auf 20 Massen-% erhöht. Innerhalb eines solchen Bereichs wird die Obergrenze des Temperaturgleits vermindert und die Untergrenze des Produkts aus dem relativen Leistungskoeffizienten und der relativen Kühlkapazität wird erhöht. Im Hinblick auf einen hohen relativen Leistungskoeffizienten beträgt (M2) mehr bevorzugt 8 Massen-%  $\leq$  HFO-1234yf. Ferner beträgt im Hinblick auf eine hohe relative Kühlkapazität (M4) mehr bevorzugt HFO-1234yf  $\leq$  35 Massen-%.

**[0083]** Das Arbeitsfluid in dem Zusammensetzungsbereich (M) ist ein Arbeitsfluid mit jeweiligen Eigenschaften von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in einer ausgewogenen Weise, bei dem Mängel der jeweiligen Komponenten unterdrückt sind. D. h., das Arbeitsfluid in dem Zusammensetzungsbereich (M) ist ein Arbeitsfluid, bei dem die Obergrenze des GWP auf einen niedrigen Wert von höchstens 300 vermindert ist, bei dem die Dauerbeständigkeit sichergestellt ist und das einen kleinen Temperaturleit von weniger als 5,8 und ei-

nen relativen Leistungskoeffizienten und eine relative Kühlkapazität nahe bei 1 aufweist, wenn es für einen Wärmekreisprozess verwendet wird, und folglich wird mit einem solchen Arbeitsfluid ein vorteilhaftes Kreisprozessleistungsvermögen erhalten.

[Optionale Komponente]

**[0084]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann gegebenenfalls eine Verbindung, die üblicherweise für ein Arbeitsfluid verwendet wird, in einem Anteil von höchstens 10 Massen-% auf der Basis des gesamten Arbeitsfluids zusätzlich zu HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in einem Bereich enthalten, der die Effekte der vorliegenden Erfindung nicht beeinträchtigt. Selbst wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung eine optionale Verbindung zusätzlich zu HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 enthält (die als optionale Komponente bezeichnet wird), wird der Temperaturgleit des Arbeitsfluids nicht 0 betragen und das Arbeitsfluid weist einen beträchtlichen Temperaturgleit auf. Der Temperaturgleit des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung variiert abhängig von dem Mischungsverhältnis von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 und der gegebenenfalls enthaltenen optionalen Komponente.

**[0085]** Die optionale Komponente umfasst einen von HFC-32 verschiedenen HFC oder ein HFO (einen HFC mit einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung), das von HFO-1123 und HFO-1234yf verschieden ist.

(Von HFC-32 verschiedener HFC)

**[0086]** Als von HFC-32 verschiedener HFC, den das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung gegebenenfalls enthalten kann, wird z. B. ein HFC mit einem Effekt zum Vermindern des Temperaturgleits, zur Verbesserung der Kapazität oder zur weiteren Erhöhung der Effizienz verwendet, wenn er in einer Kombination mit HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 für einen Wärmekreisprozess verwendet wird. Wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung einen solchen von HFC-32 verschiedenen HFC enthält, wird ein vorteilhafteres Kreisprozessleistungsvermögen erhalten.

**[0087]** Von einem HFC ist bekannt, dass er verglichen mit HFO-1123 und HFO-1234yf ein hohes GWP aufweist. Demgemäß wird ein HFC als optionale Komponente im Hinblick auf eine Einstellung des GWP innerhalb eines akzeptablen Bereichs zusätzlich zu einer Verbesserung des Kreisprozessleistungsvermögens als Arbeitsfluid ausgewählt.

**[0088]** Ein HFC als eine optionale Komponente, die einen geringeren Einfluss auf die Ozonschicht aufweist und die einen geringeren Einfluss auf die globale Erwärmung aufweist, ist besonders bevorzugt ein C<sub>1-5</sub>-HFC. Der von HFC-32 verschiedene HFC kann linear, verzweigt oder cyclisch sein.

**[0089]** Der von HFC-32 verschiedene HFC kann z. B. Difluorethan, Trifluorethan, Tetrafluorethan, Pentafluorethan (HFC-125), Pentafluorpropan, Hexafluorpropan, Heptafluorpropan, Pentafluorbutan oder Heptafluorocyclopentan sein.

**[0090]** Insbesondere ist der von HFC-32 verschiedene HFC im Hinblick auf einen geringeren Einfluss auf die Ozonschicht und ein hervorragendes Kühlkreisprozessleistungsvermögen vorzugsweise 1,1-Difluorethan (HFC-152a), 1,1,1-Trifluorethan (HFC-143a), 1,1,2,2-Tetrafluorethan (HFC-134), 1,1,1,2-Tetrafluorethan (HFC-134a) oder HFC-125, mehr bevorzugt HFC-134a oder HFC-125.

**[0091]** HFC-134a und HFC-125 weisen jedoch sehr hohe Potenziale für eine globale Erwärmung von 1430 bzw. 3500 auf. Wenn sie als optionale Komponenten des Arbeitsfluids verwendet werden, werden sie so einbezogen, dass das GWP des Arbeitsfluids den akzeptablen Bereich nicht übersteigt.

**[0092]** Der von HFC-32 verschiedene HFC kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

(Von HFO-1123 und HFO-1234yf verschiedenes HFO)

**[0093]** Das von HFO-1123 und HFO-1234yf verschiedene HFO kann z. B. 1,2-Difluorethylen (HFO-1132), 2-Fluorpropen (HFO-1261yf), 1,1,2-Trifluorpropen (HFO-1243yc), trans-1,2,3,3,3-Pentafluorpropen (HFO-1225ye(E)), cis-1,2,3,3,3-Pentafluorpropen (HFO-1225ye(Z)), trans-1,3,3,3-Tetrafluorpropen (HFO-1234ze(E)), cis-1,3,3,3-Tetrafluorpropen (HFO-1234ze(Z)) oder 3,3,3-Trifluorpropen (HFO-1243zf) sein.

**[0094]** Insbesondere ist das von HFO-1123 und HFO-1234yf verschiedene HFO im Hinblick auf eine hohe kritische Temperatur und eine hervorragende Dauerbeständigkeit und einen hervorragenden Leistungskoeffizienten vorzugsweise HFO-1234ze(E) oder HFO-1234ze(Z), mehr bevorzugt HFO-1234ze(E).

**[0095]** Das HFO, das von HFO-1123 und HFO-1234yf verschieden ist, kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0096]** In einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung die optionale Komponente enthält, beträgt deren Gehalt höchstens 10 Massen-%, vorzugsweise höchstens 8 Massen-%.

**[0097]** Der Gehalt der optionalen Komponente wird im Hinblick auf die Verminderung des Temperaturgleits, die Verbesserung der Kapazität oder die weitere Erhöhung der Effizienz, während die Dauerbeständigkeit sichergestellt ist, und die weitere Berücksichtigung des Potenzials zur globalen Erwärmung, wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung für einen Wärmekreisprozess verwendet wird, in einer geeigneten Weise innerhalb des vorstehend genannten Bereichs eingestellt.

**[0098]** Der Zusammensetzungsbereich durch HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 in dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung ist ein Zusammensetzungsbereich, in dem die Ausgewogenheit der Dauerbeständigkeit, der Temperaturleit, die Kühlkapazität, der Leistungskoeffizient und das Potenzial für eine globale Erwärmung durch die drei Komponenten allein eingestellt wird, und demgemäß kann eine Verbesserung von irgendeiner solcher Eigenschaften ohne Stören der Ausgewogenheit durch Zusetzen einer optionalen Komponente in manchen Fällen schwierig sein. Insbesondere wenn das Arbeitsfluid in dem vorstehend genannten bevorzugten Zusammensetzungsbereich liegt, ist eine solche Verbesserung schwierig. Demgemäß enthält das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung vorzugsweise keine andere Komponente als HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 mit Ausnahme der folgenden anderen optionalen Komponente, die zur Verbesserung der Löslichkeit in einem Schmieröl oder zum Verleihen einer Flammhemmung einbezogen wird.

(Andere optionale Komponente)

**[0099]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann als von der vorstehend genannten optionalen Komponente verschiedene Komponente Kohlendioxid, einen Kohlenwasserstoff, ein Chlorfluorolefin (CFO) oder ein Hydrochlorfluorolefin (HCFO), usw., enthalten. Eine solche andere optionale Komponente ist vorzugsweise eine Komponente, die einen geringeren Einfluss auf die Ozonschicht aufweist und die einen geringeren Einfluss auf die globale Erwärmung aufweist.

**[0100]** Der Kohlenwasserstoff kann z. B. Propan, Propylen, Cyclopropan, Butan, Isobutan, Pentan oder Isopentan sein.

**[0101]** Der Kohlenwasserstoff kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0102]** In einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung einen Kohlenwasserstoff enthält, beträgt dessen Gehalt höchstens 10 Massen-%, vorzugsweise von 1 bis 5 Massen-%, mehr bevorzugt von 3 bis 5 Massen-% pro 100 Massen-% des Arbeitsfluids. Wenn der Gehalt des Kohlenwasserstoffs mindestens die Untergrenze ist, wird die Löslichkeit eines Mineralschmieröls in dem Arbeitsfluid günstig sein.

**[0103]** Das CFO kann z. B. Chlorfluorpropen oder Chlorfluorethylen sein. Im Hinblick auf die Unterdrückung einer Entflammbarkeit des Arbeitsfluids ohne signifikante Verminderung des Kreisprozessleistungsvermögens des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung ist das CFO vorzugsweise 1,1-Dichlor-2,3,3,3-tetrafluorpropen (CFO-1214ya), 1,3-Dichlor-1,2,3,3-Tetrafluorpropen (CFO-1214yb) oder 1,2-Dichlor-1,2-difluorethylen (CFO-1112).

**[0104]** Das CFO kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0105]** Wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung das CFO enthält, beträgt dessen Gehalt höchstens 10 Massen-%, vorzugsweise von 1 bis 8 Massen-%, mehr bevorzugt von 2 bis 5 Massen-% pro 100 Massen-% des Arbeitsfluids. Wenn der Gehalt des CFO mindestens die Untergrenze ist, ist es wahrscheinlich, dass die Entflammbarkeit des Arbeitsfluids vermindert wird. Wenn der Gehalt des CFO höchstens die Obergrenze ist, ist es wahrscheinlich, dass ein günstiges Kreisprozessleistungsvermögen erhalten wird.

**[0106]** Das HCFO kann z. B. Hydrochlorfluorpropen oder Hydrochlorfluorethylen sein. Im Hinblick auf die Unterdrückung einer Entflammbarkeit des Arbeitsfluids ohne signifikante Verminderung des Kreisprozessleistungsvermögens des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung ist das HCFO vorzugsweise 1-Chlor-2,3,3,3-tetrafluorpropen (HCFO-1224yd) oder 1-Chlor-1,2-difluorethylen (HCFO-1122).

**[0107]** Das HCFO kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0108]** In einem Fall, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung das HCFO enthält, beträgt der Gehalt des HCFO pro 100 Massen-% des Arbeitsfluids der vorliegenden Erfindung höchstens 10 Massen-%, vorzugsweise von 1 bis 8 Massen-%, mehr bevorzugt von 2 bis 5 Massen-%. Wenn der Gehalt des HCFO mindestens die Untergrenze ist, ist es wahrscheinlich, dass die Entflammbarkeit des Arbeitsfluids vermindert wird. Wenn der Gehalt des HCFO höchstens die Obergrenze ist, ist es wahrscheinlich, dass ein günstiges Kreisprozessleistungsvermögen erhalten wird.

**[0109]** Wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung die vorstehend genannte optionale Komponente enthält, beträgt der Gesamtgehalt solcher optionaler Komponenten in dem Arbeitsfluid höchstens 10 Massen-%, vorzugsweise höchstens 8 Massen-%, mehr bevorzugt höchstens 5 Massen-% pro 100 Massen-% des Arbeitsfluids.

**[0110]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung ist ein Arbeitsfluid, das durch Mischen von HFO-1123, das ein hervorragendes Leistungsvermögen als Arbeitsfluid aufweist, und HFO-1234yf, das die Kapazität und die Effizienz als Arbeitsfluid in einer ausgewogenen Weise aufweist, wobei es sich bei beiden um HFOs mit einem geringeren Einfluss auf die globale Erwärmung handelt, sowie HFC-32, das ein relativ hohes, jedoch beträchtlich niedriges GWP bezogen auf R410A aufweist, das bezüglich des Leistungskoeffizienten und der Kühlkapazität hervorragend ist und eine azeotrope oder pseudoazeotrope Zusammensetzung mit HFO-1123 bildet, in einer Kombination in einem Anteil erhalten wird, so dass das Kreisprozessleistungsvermögen verglichen mit einem Fall verbessert wird, bei dem sie jeweils alleine verwendet werden, und zwar unter Berücksichtigung des Temperaturslits in einem Mischfluid der drei, und das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung weist ein in der Praxis ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen auf, während der Einfluss auf die Dauerbeständigkeit und die globale Erwärmung vermindert ist.

[Anwendung auf ein Wärmekreisprozesssystem]

<Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem>

**[0111]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann in einer Anwendung auf ein Wärmekreisprozesssystem als Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung üblicherweise gemischt mit einem Schmieröl verwendet werden. Die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung, die das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung und ein Schmieröl umfasst, kann ferner bekannte Additive enthalten, wie z. B. einen Stabilisator und eine Leckerfassungssubstanz.

(Schmieröl)

**[0112]** Als Schmieröl kann ein bekanntes Schmieröl, das für die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem zusammen mit einem Arbeitsfluid, das einen halogenierten Kohlenwasserstoff umfasst, verwendet worden ist, ohne irgendeine spezielle Beschränkung verwendet werden. Das Schmieröl kann z. B. insbesondere ein Sauerstoff-enthaltendes synthetisches Öl (wie z. B. ein Esterschmieröl oder ein Etherschmieröl), ein fluoriertes Schmieröl, ein Mineralschmieröl oder ein synthetisches Kohlenwasserstofföl sein.

**[0113]** Das Esterschmieröl kann z. B. ein Esteröl einer zweibasigen Säure, ein Polyolesteröl, ein Komplexesteröl oder ein Polycarbonatöl sein.

**[0114]** Das Esteröl einer zweibasigen Säure ist vorzugsweise ein Ester einer zweibasigen C<sub>5-10</sub>-Säure (wie z. B. Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Suberinsäure, Azelainsäure oder Sebacinsäure) mit einem einwertigen C<sub>1-15</sub>-Alkohol, der linear ist oder eine verzweigte Alkylgruppe aufweist (wie z. B. Methanol, Ethanol, Propanol, Butanol, Pentanol, Hexanol, Heptanol, Octanol, Nonanol, Decanol, Undecanol, Dodecanol, Tridecanol, Tetradecanol oder Pentadecanol). Insbesondere können z. B. Ditridecylglutarat, Di(2-ethylhexyl)adipat, Diisodecyladipat, Ditridecyladipat oder Di(3-ethylhexyl)sebacat genannt werden.

**[0115]** Das Polyolesteröl ist vorzugsweise ein Ester eines Diols (wie z. B. Ethylenglykol, 1,3-Propandiol, Propylenglykol, 1,4-Butandiol, 1,2-Butandiol, 1,5-Pentandiol, Neopentylglykol, 1,7-Heptandiol oder 1,12-Dodecandiol) oder eines Polyols, das von 3 bis 20 Hydroxygruppen aufweist (wie z. B. Trimethylolethan, Trimethylolpropan, Trimethylolbutan, Pentaerythrit, Glycerin, Sorbit, Sorbitan oder Sorbit/Glycerin-Kondensat) mit einer C<sub>6-20</sub>-Fettsäure (wie z. B. einer linearen oder verzweigten Fettsäure, wie z. B. Hexansäure, Heptansäure, Octansäure, Nonansäure, Decansäure, Undecansäure, Dodecansäure, Eicosansäure oder Ölsäure, oder einer sogenannten Neosäure, die ein quaternäres  $\alpha$ -Kohlenstoffatom aufweist).

**[0116]** Das Polyolesteröl kann eine freie Hydroxygruppe aufweisen.

**[0117]** Das Polyolesteröl ist vorzugsweise ein Ester (wie z. B. Trimethylolpropantripelargonat, Pentaerythrit-2-ethylhexanoat oder Pentaerythrittetrapelargonat) eines gehinderten Alkohols (wie z. B. Neopentylglykol, Trimethylolethan, Trimethylolpropan, Trimethylolbutan oder Pentaerythrit).

**[0118]** Das Komplexesteröl ist ein Ester einer Fettsäure und einer zweibasigen Säure mit einem einwertigen Alkohol und einem Polyol. Die Fettsäure, die zweibasige Säure, der einwertige Alkohol und das Polyol können derart sein, wie es vorstehend definiert worden ist.

**[0119]** Das Polyolcarbonatöl ist ein Ester von Kohlensäure mit einem Polyol.

**[0120]** Das Polyol kann das vorstehend beschriebene Diol oder das vorstehend beschriebene Polyol sein. Ferner kann das Polyolcarbonatöl ein Ringöffnungspolymer eines cyclischen Alkylencarbonats sein.

**[0121]** Das Etherschmieröl kann ein Polyvinyletheröl oder ein Polyoxyalkylenöl sein.

**[0122]** Das Polyvinyletheröl kann ein Öl sein, das durch Polymerisieren eines Vinylethermonomers, wie z. B. eines Alkylvinylethers, erhalten wird, oder ein Copolymer, das durch Copolymerisieren eines Vinylethermonomers und eines Kohlenwasserstoffmonomers mit einer olefinischen Doppelbindung erhalten wird.

**[0123]** Das Vinylethermonomer kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0124]** Bei dem Kohlenwasserstoffmonomer, das eine olefinische Doppelbindung aufweist, kann es sich z. B. um Ethylen, Propylen, verschiedene Formen von Buten, verschiedene Formen von Penten, verschiedene Formen von Hexen, verschiedene Formen von Hepten, verschiedene Formen von Octen, Diisobutylen, Triisobutylen, Styrol,  $\alpha$ -Methylstyrol oder Alkyl-substituiertes Styrol handeln. Das Kohlenwasserstoffmonomer, das eine olefinische Doppelbindung aufweist, kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0125]** Das Polyvinylethercopolymer kann jedwedes von einem Blockcopolymer und einem statistischen Copolymer sein. Das Polyvinyletheröl kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0126]** Das Polyoxyalkylenöl kann z. B. Polyoxyalkylenmonool, ein Polyoxyalkylenpolyol, ein Alkylether eines Polyoxyalkylenmonools oder eines Polyoxyalkylenpolyols oder ein Ester eines Polyoxyalkylenmonools oder eines Polyoxyalkylenpolyols sein.

**[0127]** Das Polyoxyalkylenmonool oder das Polyoxyalkylenpolyol kann eines sein, das z. B. durch ein Verfahren des Unterziehens eines C<sub>2-4</sub>-Alkylenoxids (wie z. B. Ethylenoxid oder Propylenoxid) einer Ringöffnungsadditionspolymerisation mit einem Initiator wie z. B. Wasser oder einer Hydroxygruppe-enthaltenden Verbindung in der Gegenwart eines Katalysators, wie z. B. eines Alkalihydroxids erhalten wird. Ferner kann ein Molekül der Polyoxyalkylenkette einzelne Oxyalkyleneinheiten oder zwei oder mehr Typen von Oxyalkyleneinheiten enthalten. Es ist bevorzugt, dass in einem Molekül mindestens Oxypropyleneinheiten enthalten sind.

**[0128]** Der Initiator, der für die Reaktion verwendet werden soll, kann z. B. Wasser, ein einwertiger Alkohol, wie z. B. Methanol oder Butanol, oder ein mehrwertiger Alkohol, wie z. B. Ethylenglykol, Propylenglykol, Pentaerythrit oder Glycerin, sein.

**[0129]** Das Polyoxyalkylenöl ist vorzugsweise ein Alkylether oder ein Ester eines Polyoxyalkylenmonools oder Polyoxyalkylenpolyols. Ferner ist das Polyoxyalkylenpolyol vorzugsweise ein Polyoxyalkylenglykol. Besonders bevorzugt ist ein Alkylether eines Polyoxyalkylenglykols, bei dem die endständige Hydroxygruppe des Poly-



oxyalkylenglykols mit einer Alkylgruppe, wie z. B. einer Methylgruppe, verkappt ist, was als Polyglykolöl bezeichnet wird.

**[0130]** Das fluorierte Schmieröl kann z. B. eine Verbindung, bei der die Wasserstoffatome eines synthetischen Öls (wie z. B. des nachstehend genannten Mineralöls, Poly- $\alpha$ -olefins, Alkylbenzols oder Alkyl-naphthalins), durch Fluoratome substituiert sind, ein Perfluorpolyetheröl oder ein fluoriertes Silikonöl sein.

**[0131]** Das Mineralschmieröl kann z. B. ein Naphthenmineralöl oder ein Paraffinmineralöl sein, das durch Reinigen einer Schmierölfraction erhalten wird, die durch eine Destillation bei Atmosphärendruck oder eine Vakuumdestillation eines Rohöls durch eine Reinigungsbehandlung (wie z. B. eine Lösungsmittelentasphaltierung, eine Lösungsmittelextraktion, ein Hydrocracken, ein Lösungsmittelentwachsen, ein katalytisches Entwachsen, ein Hydrotreating oder eine Tonbehandlung) erhalten worden ist, gegebenenfalls in einer Kombination, sein.

**[0132]** Das synthetische Kohlenwasserstofföl kann z. B. ein Poly- $\alpha$ -olefin, ein Alkylbenzol oder ein Alkyl-naphthalin sein.

**[0133]** Das Schmieröl kann allein oder einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0134]** Das Schmieröl ist im Hinblick auf die Verträglichkeit mit dem Arbeitsfluid vorzugsweise mindestens ein Mitglied, das aus einem Polyolesteröl, einem Polyvinyletheröl und einem Polyglykolöl ausgewählt ist.

**[0135]** Die Menge des Schmieröls ist innerhalb eines Bereichs, der die Wirkungen der vorliegenden Erfindung nicht beträchtlich vermindert, nicht beschränkt und sie beträgt vorzugsweise von 10 bis 100 Massenteile, mehr bevorzugt von 20 bis 50 Massenteile pro 100 Massenteile des Arbeitsfluids.

(Stabilisator)

**[0136]** Der Stabilisator ist eine Komponente, welche die Stabilität des Arbeitsfluids gegen Wärme und eine Oxidation verbessert. Als Stabilisator kann ein bekannter Stabilisator, der für ein Wärmekreisprozesssystem zusammen mit einem Arbeitsfluid, das einen halogenierten Kohlenwasserstoff umfasst, verwendet worden ist, wie z. B. ein die Oxidationsbeständigkeit verbesserndes Mittel, ein die Wärmebeständigkeit verbesserndes Mittel oder ein Metalldeaktivator, ohne irgendwelche speziellen Beschränkungen verwendet werden.

**[0137]** Das die Oxidationsbeständigkeit verbessernde Mittel und das die Wärmebeständigkeit verbessernde Mittel können z. B. N,N'-Diphenylphenylendiamin, p-Octyldiphenylamin, p,p'-Dioctyldiphenylamin, N-Phenyl-1-naphthylamin, N-Phenyl-2-naphthylamin, N-(p-Dodecyl)phenyl-2-naphthylamin, Di-1-naphthylamin, Di-2-naphthylamin, N-Alkylphenothiazin, 6-(t-Butyl)phenol, 2,6-Di-(t-butyl)phenol, 4-Methyl-2,6-di-(t-butyl)phenol oder 4,4'-Methylenbis(2,6-di-t-butylphenol) sein. Jedes des die Oxidationsbeständigkeit verbessernden Mittels und des die Wärmebeständigkeit verbessernden Mittels kann allein oder in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden.

**[0138]** Der Metalldeaktivator kann z. B. Imidazol, Benzimidazol, 2-Mercaptobenzothiazol, 2,5-Dimercaptothiadiazol, Salicylidenpropylendiamin, Pyrazol, Benzotriazol, Tritriazol, 2-Methylbenzamidazol, 3,5-Dimethylpyrazol, Methylenbisbenzotriazol, eine organische Säure oder ein Ester davon, ein primäres, sekundäres oder tertiäres aliphatisches Amin, ein Aminsatz einer organischen Säure oder anorganischen Säure, eine heterocyclische Stickstoff-enthaltende Verbindung, ein Aminsatz eines Alkylphosphats oder ein Derivat davon sein.

**[0139]** Die Menge des Stabilisators ist innerhalb eines Bereichs, der die Wirkungen der vorliegenden Erfindung nicht beträchtlich vermindert, nicht beschränkt und sie beträgt vorzugsweise höchstens 5 Massenteile, mehr bevorzugt höchstens 1 Massenteil pro 100 Massenteile des Arbeitsfluids.

(Leckerfassungssubstanz)

**[0140]** Die Leckerfassungssubstanz kann z. B. ein Ultraviolettfluoreszenzfarbstoff, ein stark riechendes Gas oder ein Geruchsmaskierungsmittel sein.

**[0141]** Bei dem Ultraviolettfluoreszenzfarbstoff kann es sich um Ultraviolettfluoreszenzfarbstoffe handeln, die für ein Wärmekreisprozesssystem zusammen mit einem Arbeitsfluid, das einen halogenierten Kohlenwasserstoff umfasst, verwendet worden sind, wie z. B. Farbstoffe, die beispielsweise in dem US-Patent Nr. 4,249, 412, JP 10-502737 A, JP 2007-511645 A, JP 2008-500437 A und JP 2008-531836 A offenbart sind.

**[0142]** Bei dem Geruchsmaskierungsmittel kann es sich um bekannte Duftstoffe handeln, die für ein Wärmekreisprozesssystem zusammen mit einem Arbeitsfluid, das einen halogenierten Kohlenwasserstoff umfasst, verwendet worden sind, wie z. B. Duftstoffe, die beispielsweise in JP 2008-500437 A und JP 2008-531836 A offenbart sind.

**[0143]** In einem Fall, bei dem die Leckerfassungssubstanz verwendet wird, kann ein Solubilisierungsmittel verwendet werden, das die Löslichkeit der Leckerfassungssubstanz in dem Arbeitsfluid verbessert.

**[0144]** Bei dem Solubilisierungsmittel kann es sich um eines handeln, wie es z. B. in JP 2007-511645 A, JP 2008-500437 A und JP 2008-531836 A offenbart ist.

**[0145]** Die Menge der Leckerfassungssubstanz ist innerhalb eines Bereichs, der die Wirkungen der vorliegenden Erfindung nicht beträchtlich vermindert, nicht beschränkt und sie beträgt vorzugsweise höchstens 2 Massenteile, mehr bevorzugt höchstens 0,5 Massenteile pro 100 Massenteile des Arbeitsfluids.

#### <Wärmekreisprozesssystem>

**[0146]** Das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung ist ein System, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. Wenn das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung auf ein Wärmekreisprozesssystem angewandt wird, wird das Arbeitsfluid üblicherweise verwendet, wie es in der Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem vorliegt. Das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung kann ein Wärmepumpensystem sein, das Wärme nutzt, die durch einen Kühler erhalten worden ist, oder es kann sich um ein Kühlkreisprozesssystem handeln, das die Kälte nutzt, die durch einen Verdampfer erhalten worden ist.

**[0147]** Das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung kann z. B. insbesondere ein Kühlgerät, eine Klimaanlage, ein Energieerzeugungssystem, eine Wärmeübertragungsvorrichtung und ein Sekundärkühlgerät sein. Von diesen wird das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung, das in einer Arbeitsumgebung bei einer höheren Temperatur ein stabiles Wärmekreisprozessleistungsvermögen zeigt, in vielen Fällen vorzugsweise als Klimaanlage verwendet, die im Außenbereich angeordnet werden soll. Ferner wird das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung vorzugsweise auch für ein Kühlsystem verwendet.

**[0148]** Die Klimaanlage kann z. B. spezifisch eine Raumklimaanlage, eine Klimaanlageinheit (wie z. B. eine Waren- oder Lagerhausklimaanlageinheit, eine Gebäudeklimaanlageinheit oder eine Pflanzenklimaanlageinheit, eine Gasmotorwärmepumpe, ein Zugklimatisierungssystem oder ein Kraftfahrzeugklimatisierungssystem sein.

**[0149]** Das Kühlgerät kann z. B. insbesondere ein Schaukasten (wie z. B. ein eingebauter Schaukasten oder ein freistehender Schaukasten), eine Industriegefrierkombination, ein Verkaufsautomat oder eine Eisherstellungsmaschine sein.

**[0150]** Das Energieerzeugungssystem ist vorzugsweise ein Energieerzeugungssystem mittels eines Rankine-Kreisprozesssystems.

**[0151]** Das Energieerzeugungssystem kann z. B. insbesondere ein System sein, bei dem in einem Verdampfer ein Arbeitsfluid z. B. durch geothermische Energie, Sonnenwärme oder Abwärme in einem mittleren bis hohen Temperaturbereich in einem Bereich von 50 bis 200°C erwärmt wird und das verdampfte Arbeitsfluid in einem Zustand bei hoher Temperatur und hohem Druck durch eine Expansionsvorrichtung adiabatisch expandiert wird, so dass durch die Arbeit, die durch die adiabatische Expansion erzeugt wird, ein Energieerzeuger betrieben wird, so dass eine Energieerzeugung durchgeführt wird.

**[0152]** Ferner kann das Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung eine Wärmetransportvorrichtung sein. Die Wärmetransportvorrichtung ist vorzugsweise eine Transportvorrichtung für latente Wärme.

**[0153]** Die Transportvorrichtung für latente Wärme kann z. B. ein Wärmerohr sein, das einen Transport von latenter Wärme mittels eines Verdampfens, Siedens, Kondensierens, usw., eines Arbeitsfluids, das in eine Vorrichtung gefüllt ist, und eines geschlossenen Zweiphasen-Thermosiphons durchführt. Ein Wärmerohr wird auf eine relativ kleine Kühlvorrichtung angewandt, wie z. B. eine Kühlvorrichtung eines wärmeerzeugenden Abschnitts einer Halbleitervorrichtung und eines elektronischen Geräts. Ein geschlossenes Zweiphasen-Thermosiphon wird verbreitet für einen Gas/Gas-Wärmetauscher, zum Beschleunigen des Schmelzens von Schnee

und zur Verhinderung eines Einfrierens von Straßen verwendet, da es keinen Drän erfordert und dessen Struktur einfach ist.

**[0154]** Nachstehend wird als ein Beispiel des Wärmekreisprozesssystems gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Kühlkreisprozesssystem unter Bezugnahme auf ein Kühlkreisprozesssystem **10** beschrieben, das in den Grundzügen vorstehend beschrieben worden ist und dessen schematische Aufbauansicht in der **Fig. 3** als Beispiel gezeigt ist. Ein Kühlkreisprozesssystem ist ein System, das Kälte nutzt, die durch einen Verdampfer erzeugt worden ist.

**[0155]** Ein Kühlkreisprozesssystem **10**, das in der **Fig. 3** gezeigt ist, ist ein System, das im Allgemeinen einen Kompressor **11** zum Komprimieren eines Arbeitsfluid dampfs A zum Bilden eines Hochtemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluid dampfs B, einen Kühler **12** zum Kühlen und Verflüssigen des Arbeitsfluid dampfs B, der aus dem Kompressor **11** ausgetragen wird, zum Bilden eines Niedertemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluids C, ein Expansionsventil **13** zum Expandieren lassen des Arbeitsfluids C, das aus dem Kühler **12** ausgetragen wird, zum Bilden eines Niedertemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluids D, einen Verdampfer **14** zum Erwärmen des Arbeitsfluids D, das aus dem Expansionsventil **13** ausgetragen wird, zum Bilden eines Hochtemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluid dampfs A, eine Pumpe **15** zum Zuführen eines Lastfluids E zu dem Verdampfer **14** und eine Pumpe **16** zum Zuführen eines Fluids F zu dem Kühler **12** umfasst.

**[0156]** In dem Kühlkreisprozesssystem **10** wird ein Kreisprozess aus den folgenden (i) bis (iv) wiederholt.

- (i) Ein Arbeitsfluid dampf A, der aus einem Verdampfer **14** ausgetragen wird, wird durch einen Kompressor **11** zum Bilden eines Hochtemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluid dampfs B komprimiert (nachstehend als „AB-Prozess“ bezeichnet).
- (ii) Der Arbeitsfluid dampf B, der aus dem Kompressor **11** ausgetragen wird, wird durch ein Fluid F in einem Kühler **12** zum Bilden eines Niedertemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluids C gekühlt und verflüssigt. Dabei wird das Fluid F zum Bilden eines Fluids F' erwärmt, das aus dem Kühler **12** ausgetragen wird (nachstehend als „BC-Prozess“ bezeichnet).
- (iii) Das Arbeitsfluid C, das aus dem Kühler **12** ausgetragen wird, wird in einem Expansionsventil **13** zum Bilden eines Niedertemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluids D expandiert (nachstehend als „CD-Prozess“ bezeichnet).
- (iv) Das Arbeitsfluid D, das aus dem Expansionsventil **13** ausgetragen wird, wird durch ein Lastfluid E in dem Verdampfer **14** zum Bilden eines Hochtemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluid dampfs A erwärmt. Dabei wird das Lastfluid E abgekühlt und wird zu einem Lastfluid E', das aus dem Verdampfer **14** ausgetragen wird (nachstehend als „DA-Prozess“ bezeichnet).

**[0157]** Das Kühlkreisprozesssystem **10** ist ein Kreisprozesssystem, das eine adiabatisch-isentropische Änderung, eine isenthalpische Änderung und eine isobarische Änderung umfasst. Die Zustandsänderung des Arbeitsfluids, wie sie auf einer Druck-Enthalpie-Auftragung (Kurve) dargestellt ist, wie sie in der **Fig. 6** gezeigt ist, kann als Trapez mit den Punkten A, B, C und D als Eckpunkte dargestellt werden.

**[0158]** Der AB-Prozess ist ein Prozess, bei dem eine adiabatische Kompression durch den Kompressor **11** durchgeführt wird, so dass der Hochtemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluid dampf A in einen Hochtemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluid dampf B umgewandelt wird, und er ist in der **Fig. 6** durch die Linie AB dargestellt.

**[0159]** Der BC-Prozess ist ein Prozess, bei dem ein isobarisches Kühlen in dem Kühler **12** durchgeführt wird, so dass der Hochtemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluid dampf B in ein Niedertemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluid C umgewandelt wird, und er ist in der **Fig. 6** durch die Linie BC dargestellt. Der Druck in diesem Prozess ist der Kondensationsdruck. Von den zwei Schnittpunkten der Druck-Enthalpie-Auftragung und der BC-Linie ist der Schnittpunkt  $T_1$  auf der Seite mit hoher Enthalpie die Kondensationstemperatur und der Schnittpunkt  $T_2$  auf der Seite mit niedriger Enthalpie ist die Kondensationssiedepunkttemperatur. Dabei wird der Temperaturgleit in einem Fall, bei dem ein Gemisch von HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 ein nicht-azeotropes Mischfluid ist, durch die Differenz zwischen  $T_1$  und  $T_2$  dargestellt.

**[0160]** Der CD-Prozess ist ein Prozess, bei dem die isenthalpische Expansion durch das Expansionsventil **13** zum Umwandeln des Niedertemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluids C in ein Niedertemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluid D ausgeführt wird, und er ist in der **Fig. 6** durch die Linie CD dargestellt.  $T_2 - T_3$  entspricht dem Unterkühlungsgrad (nachstehend gegebenenfalls als „SC“ bezeichnet) des Arbeitsfluids in dem Kreisprozess von (i) bis (iv), wobei  $T_3$  die Temperatur des Niedertemperatur/Hochdruck-Arbeitsfluids C ist.

**[0161]** Der DA-Prozess ist ein Prozess, bei dem ein isobarisches Erwärmen in dem Verdampfer **14** durchgeführt wird, so dass das Niedertemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluid D wieder in einen Hochtemperatur/Niederdruck-Arbeitsfluiddampf A umgewandelt wird, und er ist in der **Fig. 6** durch die Linie DA dargestellt. Der Druck in diesem Prozess ist der Verdampfungsdruck. Von den zwei Schnittpunkten der Druck-Enthalpie-Auftragung und der DA-Linie ist der Schnittpunkt  $T_6$  auf der Seite mit hoher Enthalpie die Verdampfungstemperatur.  $T_7 - T_6$  entspricht dem Überwärmungsgrad (nachstehend gegebenenfalls als „SH“ bezeichnet) des Arbeitsfluids in dem Kreisprozess von (i) bis (iv), wobei  $T_7$  die Temperatur des Arbeitsfluiddampfs A ist.  $T_4$  gibt die Temperatur des Arbeitsfluids D an.

**[0162]** Dabei wird das Kreisprozessleistungsvermögen des Arbeitsfluids z. B. durch die Kühlkapazität (nachstehend gegebenenfalls als „Q“ bezeichnet) und den Leistungskoeffizienten (nachstehend gegebenenfalls als „COP“ bezeichnet) des Arbeitsfluids bewertet. Q und COP des Arbeitsfluids werden jeweils gemäß den folgenden Formeln (1) und (2) aus den Enthalpien  $h_A$ ,  $h_B$ ,  $h_C$  und  $h_D$  in den jeweiligen Zuständen A (nach dem Verdampfen, hohe Temperatur und niedriger Druck), B (nach dem Komprimieren, hohe Temperatur und hoher Druck), C (nach der Kondensation, niedrige Temperatur und hoher Druck) und D (nach der Expansion, niedrige Temperatur und niedriger Druck) des Arbeitsfluids erhalten:

$$Q = h_A - h_D \quad (1)$$

$$\text{COP} = Q/\text{Kompressionsarbeit} = (h_A - h_D)/(h_B - h_A) \quad (3)$$

**[0163]** COP steht für die Effizienz in dem Kühlkreisprozesssystem und ein höherer COP bedeutet, dass eine höhere Ausgangsleistung, wie z. B. Q, durch eine kleinere Eingangsleistung, wie z. B. die elektrische Energie, die zum Betreiben eines Kompressors erforderlich ist, erhalten werden kann.

**[0164]** Ferner steht Q für die Kapazität zum Kühlen eines Lastfluids und ein höheres Q bedeutet, dass in dem gleichen System mehr Arbeit geleistet werden kann. Mit anderen Worten, es bedeutet, dass mit einem Arbeitsfluid, das ein höheres Q aufweist, das gewünschte Leistungsvermögen mit einer kleineren Menge erhalten werden kann, wodurch das System verkleinert werden kann.

**[0165]** In dem Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist es z. B. in einem Kühlkreisprozesssystem **10**, das in der **Fig. 3** gezeigt ist, verglichen mit einem Fall, bei dem R410 (ein Gemisch von HFC-32 und HFC-125 in einem Massenverhältnis von 1:1) eingesetzt wird, das herkömmlich für eine Klimaanlage oder dergleichen verwendet worden ist, möglich, hohe Niveaus von Q und COP zu erreichen, d. h., solche, die gleich oder höher sind als diejenigen von R410A, während das Potenzial für eine globale Erwärmung beträchtlich vermindert wird.

**[0166]** Da ferner der Temperaturschleif des Arbeitsfluids, das in der Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem enthalten ist, auf ein bestimmtes Niveau oder weniger vermindert ist, können die Zusammensetzungsänderung, wenn die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem von einem Druckbehälter in einen Kühlschrank oder ein Klimatisierungsgerät eingebracht wird, und eine Änderung der Kältemittelzusammensetzung in einem Kühlschrank oder einem Klimatisierungsgerät, wenn das Kältemittel aus dem Kühlschrank oder dem Klimatisierungsgerät austritt, auf niedrigere Niveaus vermindert werden. Da ferner das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung keine Selbstzersetzungs-eigenschaft aufweist, wird ein Wärmekreisprozesssystem, bei dem es eingesetzt wird, mit einer hohen Dauerbeständigkeit ohne irgendwelche speziellen Maßnahmen zur Verbesserung der Dauerbeständigkeit arbeiten.

**[0167]** Bei dem Betrieb des Wärmekreisprozesssystems ist es zur Vermeidung von Nachteilen aufgrund eines Einbeziehens von Feuchtigkeit oder eines Einbeziehens eines nicht-kondensierenden Gases, wie z. B. Sauerstoff, bevorzugt, ein Mittel zum Unterdrücken eines solchen Einbeziehens bereitzustellen.

**[0168]** Wenn in dem Wärmekreisprozesssystem Feuchtigkeit vorliegt, kann ein Problem insbesondere dann auftreten, wenn das Wärmekreisprozesssystem bei einer niedrigen Temperatur verwendet wird. Beispielsweise können Probleme wie z. B. ein Einfrieren in einem Kapillarröhrchen, eine Hydrolyse des Arbeitsfluids oder des Schmieröls, eine Zersetzung von Materialien durch eine Säurekomponente, die in dem Kreisprozess gebildet worden ist, die Bildung von Verunreinigungen, usw., auftreten. Insbesondere wenn das Schmieröl ein Polyglykolöl oder ein Polyolesteröl ist, weist es Eigenschaften einer extrem starken Feuchtigkeitsabsorption auf und es ist wahrscheinlich, dass es einer Hydrolyse unterliegt, und ein Einbeziehen von Feuchtigkeit verschlechtert die Eigenschaften des Schmieröls und es kann eine bedeutende Ursache zur Beeinträchtigung der Langzeitzuverlässigkeit eines Kompressors sein. Demgemäß ist es zum Unterdrücken der Hydrolyse des

Schmieröls erforderlich, die Feuchtigkeitskonzentration in dem Wärmekreisprozesssystem einzustellen bzw. zu kontrollieren.

**[0169]** Als Verfahren zum Kontrollieren bzw. Einstellen der Feuchtigkeitskonzentration in dem Wärmekreisprozesssystem kann ein Verfahren genannt werden, bei dem ein Feuchtigkeitsentfernungsmittel, wie z. B. ein Trockenmittel (wie z. B. Silicagel, aktiviertes Aluminiumoxid oder Zeolith), verwendet wird. Das Trockenmittel wird im Hinblick auf die Entwässerungseffizienz vorzugsweise mit dem Arbeitsfluid in einem flüssigen Zustand in Kontakt gebracht. Beispielsweise befindet sich das Trockenmittel am Auslass des Kühlers **12** oder am Einlass des Verdampfers **14**, so dass es mit dem Arbeitsfluid in Kontakt gebracht wird.

**[0170]** Das Trockenmittel ist im Hinblick auf die chemische Reaktivität des Trockenmittels und des Arbeitsfluids und die Feuchtigkeitsabsorptionskapazität des Trockenmittels vorzugsweise ein Zeolith-Trockenmittel.

**[0171]** Das Zeolith-Trockenmittel ist in einem Fall, bei dem ein Schmieröl mit einer großen Feuchtigkeitsabsorption verglichen mit einem herkömmlichen Mineralschmieröl verwendet wird, vorzugsweise ein Zeolith-Trockenmittel, das eine Verbindung, die durch die folgende Formel (3) dargestellt ist, im Hinblick auf eine hervorragende Feuchtigkeitsabsorptionskapazität als Hauptkomponente enthält.



worin M ein Element der Gruppe 1 ist, wie z. B. Na oder K, oder ein Element der Gruppe 2 ist, wie z. B. Ca, n die Wertigkeit von M ist und x und y Werte sind, die durch die Kristallstruktur festgelegt sind. Die Porengröße kann durch Verändern von M eingestellt werden.

**[0172]** Bei der Auswahl des Trockenmittels sind die Porengröße und die Bruchfestigkeit wichtig.

**[0173]** In einem Fall, bei dem ein Trockenmittel mit einer Porengröße, die größer ist als die Molekülgröße des Arbeitsfluids, verwendet wird, wird das Arbeitsfluid in dem Trockenmittel adsorbiert und als Ergebnis wird eine chemische Reaktion zwischen dem Arbeitsfluid und dem Trockenmittel stattfinden, was zu einem unerwünschten Phänomen, wie z. B. zur Bildung eines nicht-kondensierenden Gases, einer Verminderung der Festigkeit des Trockenmittels und einer Verminderung der Adsorptionskapazität, führt.

**[0174]** Demgemäß ist es bevorzugt, als Trockenmittel ein Zeolith-Trockenmittel mit einer geringen Porengröße zu verwenden. Besonders bevorzugt ist ein synthetischer Natrium/Kalium-Zeolith des Typs A, der eine Porengröße von höchstens 3,5 Å aufweist. Durch die Verwendung eines synthetischen Natrium/Kalium-Zeoliths des Typs A mit einer Porengröße, die geringer ist als die Molekülgröße des Arbeitsfluids, kann in dem Wärmekreisprozesssystem ohne Adsorbieren des Arbeitsfluids nur Feuchtigkeit selektiv adsorbiert und entfernt werden. Mit anderen Worten, es ist weniger wahrscheinlich, dass das Arbeitsfluid in dem Trockenmittel adsorbiert wird, wodurch das Auftreten einer Wärmezersetzung weniger wahrscheinlich ist und als Ergebnis eine Zersetzung von Materialien, die das Wärmekreisprozesssystem bilden, und die Bildung von Verunreinigungen unterdrückt werden können.

**[0175]** Die Größe des Zeolith-Trockenmittels beträgt vorzugsweise etwa 0,5 bis etwa 5 mm, da dann, wenn sie zu gering ist, ein Ventil oder ein dünner Abschnitt in Röhren des Wärmekreisprozesssystems verstopft werden kann, und dann, wenn sie zu groß ist, die Trockenkapazität vermindert wird. Dessen Form ist vorzugsweise körnig oder zylindrisch.

**[0176]** Das Zeolith-Trockenmittel kann durch Verfestigen von pulverförmigem Zeolith durch ein Bindemittel (wie z. B. Bentonit) zu einer optionalen Form ausgebildet werden. Solange das Trockenmittel vorwiegend aus dem Zeolith-Trockenmittel zusammengesetzt ist, kann ein anderes Trockenmittel (wie z. B. Silikagel oder aktiviertes Aluminiumoxid) in einer Kombination verwendet werden.

**[0177]** Der Anteil des Zeolith-Trockenmittels auf der Basis des Arbeitsfluids ist nicht speziell beschränkt.

**[0178]** Wenn ein nicht-kondensierendes Gas in das Wärmekreisprozesssystem einbezogen wird, hat dies nachteilige Wirkungen, wie z. B. ein Wärmeübertragungsversagen in dem Kühler oder dem Verdampfer und eine Zunahme des Arbeitsdrucks, und es ist erforderlich, dessen Einbeziehen soweit wie möglich zu verhindern. Insbesondere reagiert Sauerstoff, bei dem es sich um eines von nicht-kondensierenden Gasen handelt, mit dem Arbeitsfluid oder dem Schmieröl und fördert deren Zersetzung.

**[0179]** Die Konzentration des nicht-kondensierenden Gases beträgt vorzugsweise höchstens 1,5 Vol.-%, besondere bevorzugt höchstens 0,5 Vol.-%, bezogen auf den Volumenanteil auf der Basis des Arbeitsfluids, in einer gasförmigen Phase des Arbeitsfluids.

**[0180]** Gemäß dem vorstehend beschriebenen Wärmekreisprozesssystem der vorliegenden Erfindung, bei dem das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, das eine hohe Dauerbeständigkeit aufweist, kann ein in der Praxis ausreichendes Wärmekreisprozessleistungsvermögen erhalten werden, während der Einfluss auf die globale Erwärmung vermindert ist und im Wesentlichen kein Problem in Bezug auf den Temperaturgleit vorliegt.

## BEISPIELE

**[0181]** Nachstehend wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Beispiele detaillierter beschrieben. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die vorliegende Erfindung keinesfalls auf spezifische Beispiele beschränkt ist. Die Bsp. 1 bis 14 und 37 bis 56 sind Beispiele der vorliegenden Erfindung und die Bsp. 15 bis 36 sind Vergleichsbeispiele. Das Bsp. 57 ist ein Beispiel für R410A (ein Mischfluid aus HFC-32 und HFC-125 in einem Massenverhältnis von 1:1), das für eine Vergleichsbewertung in den folgenden Beispielen der vorliegenden Erfindung und Vergleichsbeispielen verwendet wird, und es handelt sich um ein Referenzbeispiel.

[Bsp. 1 bis 56]

**[0182]** In den Bsp. 1 bis 32, 37 bis 56 wurde ein Arbeitsfluid hergestellt, das ein Gemisch von HFO-1123, HFO-1234yf und HFO-32 in einem Verhältnis umfasst, wie es in der Tabelle 6 oder 7 angegeben ist, und der Temperaturgleit und das Kühlkreisprozessleistungsvermögen (Kühlkapazität Q und Leistungskoeffizient COP) wurden mit den folgenden Verfahren gemessen. In den Bsp. 33, 34 und 35 wurde ein Arbeitsfluid mit einer Einzelzusammensetzung aus HFO-1123, HFO-1234yf oder HFO-32 hergestellt und im Bsp. 36 wurde ein Arbeitsfluid hergestellt, das HFO-1123 und HFO-1234yf in einem Massenverhältnis von 1:1 umfasste, und der Temperaturgleit und das Kühlkreisprozessleistungsvermögen (Kühlkapazität Q und Leistungskoeffizient COP) wurden in der gleichen Weise wie vorstehend gemessen.

[Messung des Temperaturgleits und des Kühlkreisprozessleistungsvermögens]

**[0183]** Der Temperaturgleit und das Kühlkreisprozessleistungsvermögen (Kühlkapazität und Leistungskoeffizient) wurden bezüglich eines Falls gemessen, bei dem das Arbeitsfluid auf ein Kühlkreisprozesssystem **10**, wie es in der **Fig. 3** gezeigt ist, und einen Wärmekreisprozess, wie er in der **Fig. 6** gezeigt ist, angewandt wurde, d. h., es wurden eine adiabatische Kompression durch einen Kompressor **11** in dem AB-Prozess, ein isobarisches Kühlen durch einen Kühler **12** in dem BC-Prozess, eine isenthalpische Expansion durch ein Expansionsventil **13** in dem CD-Prozess und ein isobarisches Erwärmen durch einen Verdampfer **14** in dem DA-Prozess durchgeführt.

**[0184]** Eine Messung wurde durch Einstellen der durchschnittlichen Verdampfungstemperatur des Arbeitsfluids in dem Verdampfer **14** auf 0°C, der durchschnittlichen Kondensationstemperatur des Arbeitsfluids in dem Kühler **12** auf 40°C, des Unterkühlungsgrads (SC) des Arbeitsfluids in dem Kühler **12** auf 5°C und des Überwärmungsgrads (SH) des Arbeitsfluids in dem Verdampfer **14** auf 5°C durchgeführt. Ferner wurde davon ausgegangen, dass kein Verlust bei der Anlageneffizienz und kein Druckverlust in den Leitungen und dem Wärmetauscher auftrat.

**[0185]** Die Kühlkapazität und der Leistungskoeffizient wurden gemäß den vorstehenden Formeln (1) und (2) aus Enthalpien h in den jeweiligen Zuständen des Arbeitsfluids erhalten, d. h., A (nach dem Verdampfen, hohe Temperatur und niedriger Druck), B (nach der Kompression, hohe Temperatur und hoher Druck), C (nach der Kondensation, niedrige Temperatur und hoher Druck) und D (nach der Expansion, niedrige Temperatur und niedriger Druck).

**[0186]** Die thermodynamischen Eigenschaften, die zur Berechnung des Kreisprozessleistungsvermögens erforderlich sind, wurden auf der Basis der verallgemeinerten Zustandsgleichung (Soave-Redlich-Kwong-Gleichung) auf der Basis des Gesetzes des entsprechenden Zustands und verschiedener thermodynamischer Gleichungen berechnet. Wenn ein charakteristischer Wert nicht zur Verfügung stand, wurde er unter Verwendung einer Abschätzungstechnik auf der Basis eines Gruppenbeitragsverfahrens berechnet.

**[0187]** Die Kühlkapazität und der Leistungskoeffizient wurden als relative Werte auf der Basis der Kühlkapazität und des Leistungskoeffizienten von R410A erhalten, die in der gleichen Weise, wie es vorstehend beschrieben worden ist, in dem nachstehend genannten Beispiel 57 gemessen worden sind, und jeweils 1,000 betragen. Der Temperaturleit, die Kühlkapazität (relativ zu R410A) und der Leistungskoeffizient (relativ zu R410A) sind in den Tabellen 6 und 7 gezeigt.

[TABELLE 6]

	Arbeitsfluidzusammensetzung				Relatives Leistungsvermögen (relativ zu R410A)			Temperaturlleit	
	HFO-1123		HFO-1234yf	HFC-32	Leistungs-koeffizient	Kühlkapazität	Leistungskoeffizient x Kühlkapazität	[°C]	GWP
	[Massen-%]	[mol-%]	[Massen-%]	[Mas-sen-%]					
Bsp. 1	50	42	10	40	0,965	1,123	1,083	1,6	270,6
Bsp. 2	40	34	20	40	0,978	1,048	1,025	3,1	270,9
Bsp. 3	30	26	30	40	0,994	0,974	0,968	4,5	271,3
Bsp. 4	20	18	40	40	1,010	0,899	0,909	5,4	271,7
Bsp. 5	10	9	50	40	1,026	0,825	0,846	5,8	272,0
Bsp. 6	40	32	10	50	0,975	1,117	1,089	1,7	338,0
Bsp. 7	30	24	20	50	0,989	1,042	1,031	3,1	338,4
Bsp. 8	20	17	30	50	1,004	0,967	0,971	4,2	338,8
Bsp. 9	10	9	40	50	1,020	0,892	0,910	4,8	339,1
Bsp. 10	30	23	10	60	0,986	1,107	1,091	1,7	405,5
Bsp. 11	20	16	20	60	1,000	1,032	1,031	2,9	405,9
Bsp. 12	10	8	30	60	1,014	0,957	0,970	3,6	406,2
Bsp. 13	20	15	10	70	0,996	1,093	1,088	1,6	473,0
Bsp. 14	10	7	20	70	1,009	1,018	1,028	2,5	473,3
Bsp. 15	80	78	10	10	0,936	1,105	1,034	1,1	68,1
Bsp. 16	70	70	20	10	0,947	1,034	0,979	2,6	68,5
Bsp. 17	60	62	30	10	0,960	0,962	0,924	4,3	68,9
Bsp. 18	50	53	40	10	0,977	0,891	0,870	5,9	69,3
Bsp. 19	40	44	50	10	0,995	0,820	0,816	7,3	69,6
Bsp. 20	30	34	60	10	1,013	0,747	0,757	8,2	70,0
Bsp. 21	20	23	70	10	1,028	0,672	0,690	8,2	70,4
Bsp. 22	10	12	80	10	1,039	0,593	0,617	6,9	70,7
Bsp. 23	70	64	10	20	0,944	1,118	1,056	1,3	135,6
Bsp. 24	60	57	20	20	0,956	1,045	1,000	2,9	136,0
Bsp. 25	50	48	30	20	0,971	0,972	0,944	4,5	136,4
Bsp. 26	40	40	40	20	0,988	0,900	0,889	6,0	136,7
Bsp. 27	30	31	50	20	1,006	0,827	0,832	7,1	137,1
Bsp. 28	20	21	60	20	1,023	0,753	0,770	7,6	137,5



[TABELLE 7]

	Arbeitsfluidzusammensetzung					Relatives Leistungsvermögen (relativ zu R410A)			Temperaturgleit	
	HFO-1123		HFO-1234yf	HFC-32	Leistungskoeffizient	Kühlkapazität	Leistungskoeffizient x Kühlkapazität	[°C]	GWP	
	[Massen-%]	[mol-%]	[Massen-%]	[Massen-%]						
Bsp. 29	10	11	70	20	1,037	0,676	0,702	7,2	137,8	
Bsp. 30	20	19	50	30	1,016	0,828	0,842	6,6	204,6	
Bsp. 31	10	10	60	30	1,032	0,753	0,777	6,7	204,9	
Bsp. 32	10	7	10	80	1,005	1,076	1,082	1,4	540,4	
Bsp. 33	100	100	0	0	0,921	1,146	1,056	0	0,3	
Bsp. 34	0	0	100	0	1,046	0,422	0,441	0	4,0	
Bsp. 35	0	0	0	100	1,009	1,109	1,118	0	675,0	
Bsp. 36	50	58	50	0	0,984	0,805	0,792	7,2	2,2	
Bsp. 37	40	31	5	55	0,974	1,150	1,120	1,1	371,6	
Bsp. 38	40	33	15	45	0,977	1,083	1,058	2,4	304,5	
Bsp. 39	40	35	25	35	0,980	1,012	0,992	3,8	237,4	
Bsp. 40	45	35	5	50	0,969	1,155	1,119	1,0	337,8	
Bsp. 41	45	37	10	45	0,970	1,121	1,087	1,7	304,3	
Bsp. 42	45	38	15	40	0,971	1,085	1,054	2,4	270,7	
Bsp. 43	45	39	20	35	0,973	1,049	1,021	3,1	237,2	
Bsp. 44	50	40	5	45	0,964	1,158	1,116	1,0	304,1	
Bsp. 45	50	43	15	35	0,966	1,087	1,049	2,3	237,0	
Bsp. 46	55	45	5	40	0,958	1,160	1,112	0,9	270,4	
Bsp. 47	55	47	10	35	0,959	1,124	1,078	1,6	236,8	
Bsp. 48	30	25	25	45	0,991	1,008	0,999	3,8	304,8	
Bsp. 49	30	24	15	55	0,987	1,075	1,061	2,4	371,9	
Bsp. 50	30	22	5	65	0,984	1,138	1,120	1,1	439,0	
Bsp. 51	35	31	30	35	0,988	0,975	0,964	4,5	237,6	
Bsp. 52	35	30	25	40	0,986	1,011	0,996	3,8	271,1	
Bsp. 53	35	29	20	45	0,984	1,045	1,029	3,1	304,7	
Bsp. 54	35	28	15	50	0,982	1,079	1,060	2,4	338,2	
Bsp. 55	35	27	10	55	0,980	1,113	1,091	1,8	371,8	
Bsp. 56	35	26	5	60	0,979	1,145	1,120	1,1	405,3	

**[0188]** Wie es aus den Ergebnissen in den Tabellen 6 und 7 ersichtlich ist, weisen die Arbeitsfluide in den Bsp. 1 bis 14 und 37 bis 56, die Zusammensetzungen innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung aufweisen, ein GWP und einen Temperaturgleit bei niedrigen Niveaus auf, weisen einen Leistungskoeffizienten und eine Kühlkapazität relativ zu R410A auf sehr hohen Niveaus auf und weisen eine hohe Dauerbeständigkeit auf, und zwar verglichen mit den Arbeitsfluiden in den Bsp. 15 bis 36, die Zusammensetzungen außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung aufweisen, die ein höheres GWP oder einen höheren Temperaturgleit aufweisen, die einer Selbstzersetzungsreaktion von HFO-1123 unterliegen können oder die einen Leistungskoeffizienten und eine Kühlkapazität relativ zu R410A auf sehr niedrigen Niveaus aufweisen.

**[0189]** Ein GWP und ein Temperaturgleit auf niedrigen Niveaus und ein Leistungskoeffizient und eine Kühlkapazität relativ zu R410A auf sehr hohen Niveaus bedeuten ein Niveau, bei dem alle Bedingungen eines GWP von höchstens 510, eines Temperaturgleits von weniger als 6,6, eines relativen Leistungskoeffizienten von mindestens 0,958 und einer relativen Kühlkapazität von mindestens 0,820 erfüllt sind, und ferner beträgt, wenn sowohl der relative Leistungskoeffizient als auch die relative Kühlkapazität niedriger als 1,000 ist, deren Produkt mindestens 0,950.

[Beispiel 57]

**[0190]** Im Beispiel 57 wurden in Bezug auf R410A (ein Mischfluid aus HFC-32 und HFC-125 in einem Massenverhältnis von 1:1) für einen relativen Vergleich mit den vorstehenden Bsp. 1 bis 56 der Temperaturgleit und das Kühlkreisprozessleistungsvermögen (Kühlkapazität Q und Leistungskoeffizient COP) in der gleichen Weise wie vorstehend gemessen. Die Kühlkapazität und der Leistungskoeffizient betragen 1,000, wie es in der Tabelle 8 gezeigt ist. Der Temperaturgleit und das Ergebnis der Berechnung des GWP sind in der Tabelle 8 gezeigt.

[Tabelle 8]

	Arbeitsfluidzusammensetzung [Gew.-%]		Relatives Leistungsvermögen (relativ zu R410A)		Temperaturgleit	GWP
	HFC-125	HFC-32	Leistungskoeffizient	Kühlkapazität	[°C]	
Bsp. 57 (R410A)	50	50	1,000	1,000	0,2	2087,5

**[0191]** Da R410A ein herkömmliches Arbeitsfluid ist, basiert in den Beispielen das Kreisprozessleistungsvermögen auf diesem Arbeitsfluid und wenn das Kreisprozessleistungsvermögen eines Arbeitsfluids das gleiche Niveau erreicht, wird das Arbeitsfluid so bewertet, dass es ein in der Praxis ausreichendes Kreisprozessleistungsvermögen aufweist. R410A besteht nur aus HFCs und es weist ein hohes Potenzial für eine globale Erwärmung GWP auf.

**[0192]** Die Kühlkapazität eines Arbeitsfluids ist ein Faktor, der die Größe der Vorrichtung selbst bestimmt. Wenn HFO-1123 mit einer Verbindung mit einer niedrigeren Kühlkapazität als HFO-1123, wie z. B. HFO-1234yf, kombiniert wird, weist das Gemisch (Arbeitsfluid), das die Kombination umfasst, eine niedrigere Kühlkapazität auf als das Arbeitsfluid, das nur aus HFO-1123 besteht. Demgemäß sind, wenn ein solches Gemisch als Alternative zu R410A verwendet wird, um die niedrige Kühlkapazität auszugleichen, eine Zunahme der Größe einer Vorrichtung selbst und eine Erhöhung der verwendeten Energie erforderlich.

**[0193]** D. h., das Kombinieren von HFO-1123 und einer Verbindung mit einer niedrigeren Kühlkapazität als HFO-1123 ist als Mittel zum Lösen der Aufgaben der vorliegenden Erfindung nicht geeignet. Insbesondere ist unter den vorliegenden Umständen, bei denen das Ersetzen nur des Arbeitsfluids erwünscht ist, ohne eine herkömmliche Vorrichtung, bei der R410A eingesetzt wird, zu ersetzen, eine Zunahme der Größe der Vorrichtung ungünstig.

**[0194]** Für das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung wird jedoch HFO-1123 absichtlich mit HFO-1234yf kombiniert, bei dem es sich um eine Verbindung mit einer niedrigeren Kühlkapazität als HFO-1123 handelt, und ferner wird HFC-32 als eine essentielle Komponente zugesetzt, wodurch eine vorgegebene Kühlkapazität oder höher erreicht wurde.

**[0195]** Der Leistungskoeffizient von HFO-1123 allein erreicht kein ausreichendes Niveau, es weist jedoch einen günstigen relativen Leistungskoeffizienten auf. Der Leistungskoeffizient gibt die Effizienz des Arbeitsfluids an und ist sehr wichtig, wenn die Effizienz der Anlage berücksichtigt wird.

**[0196]** Im Hinblick auf den Temperaturgleit ist, da HFC-32 und HFO-1123 eine azeotrope Zusammensetzung oder eine pseudoazeotrope Zusammensetzung bilden, die Tendenz des Temperaturgleits des Mischfluids aus HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 mit der Tendenz des Temperaturgleits eines Mischfluids aus HFO-1123 und HFO-1234yf identisch, und der Temperaturgleit kann auf einen bestimmten Wert oder weniger vermindert werden, wenn der Zusammensetzungsbereich des Arbeitsfluids innerhalb des Zusammensetzungsbereichs der vorliegenden Erfindung liegt, und demgemäß kann das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung als eine Alternative zu R410A verwendet werden.

**[0197]** Wie es vorstehend beschrieben worden ist, wird aufgrund der vorstehend genannten Ergebnisse gefunden, dass in den Bsp. 1 bis 14 und 37 bis 56, bei denen es sich um Beispiele der vorliegenden Erfindung handelt, das Kreisprozessleistungsvermögen bezogen auf R410A auf einem in der Praxis ausreichenden Niveau liegt. Dabei ist HFC-32 eine Verbindung, die ein hohes GWP aufweist. Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung, das HFC-32 und HFO-1123 sowie HFO-1234yf umfasst, die in einer Kombination extrem niedrige GWPs aufweisen, weist verglichen mit R410A ein beträchtlich niedriges GWP auf.

**[0198]** Ferner weist, wie es vorstehend beschrieben worden ist, HFO-1123 als solches eine Selbstzersetzungseigenschaft auf, wobei jedoch das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung, das HFO-1123, HFO-1234yf und HFC-32 mit einer Zusammensetzung innerhalb eines in der Praxis ausreichenden Bereichs umfasst, eine verminderte Selbstzersetzung und eine hohe Dauerbeständigkeit aufweist.

**[0199]** Gemäß dem Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung kann das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung, das ein niedriges GWP und eine hohe Dauerbeständigkeit aufweist, als Alternative zu einem R410A-Arbeitsfluid ohne Ersetzen einer Anlage verwendet werden und die vorliegende Erfindung ist unter solchen vorliegenden Umständen geeignet.

#### GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

**[0200]** Das Arbeitsfluid der vorliegenden Erfindung ist als Kältemittel für einen Kühlschrank (wie z. B. einen eingebauten Schaukasten, einen freistehenden Schaukasten, eine Industriegefrierkombination, einen Verkaufsautomaten oder eine Eisherstellungsmaschine), als Kältemittel für eine Klimaanlage (wie z. B. eine Raumklimaanlage, eine Waren- oder Lagerhausklimaanlageneinheit, eine Gebäudeklimaanlageneinheit, eine Pflanzenklimaanlageneinheit, eine Gasmotorwärmepumpe, ein Zugklimatisierungssystem oder ein Kraftfahrzeugklimatisierungssystem), als Arbeitsfluid für ein Energieerzeugungssystem (wie z. B. eine Abwärmerückgewinnungsenergieerzeugung), als Arbeitsfluid für eine Wärmetransportvorrichtung (wie z. B. ein Wärmerohr) oder als Sekundärkühlfluid geeignet.

**[0201]** Die gesamte Offenbarung der japanischen Patentanmeldung Nr. 2014-017031, die am 31. Januar 2014 eingereicht worden ist, und der japanischen Patentanmeldung Nr. 2014-148350, die am 18. Juli 2014 eingereicht worden ist, einschließlich die Beschreibungen, die Patentansprüche, die Zeichnungen und die Zusammenfassungen, sind in ihrer Gesamtheit unter Bezugnahme hierin einbezogen.

#### BEZUGSZEICHEN

**10:** Kühlkreisprozesssystem, **11:** Kompressor, **12:** Kühler, **13:** Expansionsventil, **14:** Verdampfer, **15, 16:** Pumpe.

#### Patentansprüche

1. Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, das Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan enthält, wobei der Anteil der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan auf der Basis der Gesamtmenge des Arbeitsfluids mehr als 90 Massen-% und höchstens 100 Massen-% beträgt, und auf der Basis der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan der Anteil von Trifluorethylen mindestens 10 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt, der Anteil von 2,3,3,3-Tetrafluorpropen höchstens 50 Massen-% beträgt und der Anteil von Difluormethan mehr als 30 Massen-% und höchstens 75 Massen-% beträgt.

2. Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess nach Anspruch 1, wobei der Anteil von Difluormethan auf der Basis der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan mehr als 30 Massen-% und höchstens 44 Massen-% beträgt.

3. Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess nach Anspruch 1 oder 2, wobei auf der Basis der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan der Anteil von Trifluorethylen mindestens 20 Massen-% und weniger als 70 Massen-% beträgt und der Anteil von 2,3,3,3-Tetrafluorpropen höchstens 40 Massen-% beträgt.

4. Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei auf der Basis der Gesamtmenge von Trifluorethylen, 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und Difluormethan der Anteil von 2,3,3,3-Tetrafluorpropen mindestens 5 Massen-% und höchstens 40 Massen-% beträgt.

5. Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem, die das Arbeitsfluid für einen Wärmekreisprozess, das in einem der Ansprüche 1 bis 4 definiert ist, und ein Schmieröl umfasst.

6. Wärmekreisprozesssystem, bei dem die Zusammensetzung für ein Wärmekreisprozesssystem eingesetzt wird, die im Anspruch 5 definiert ist.

7. Wärmekreisprozesssystem nach Anspruch 6, das eine Kühlvorrichtung, eine Klimaanlage, ein Energieerzeugungssystem, eine Wärmetransportvorrichtung oder ein Sekundärkühlgerät ist.

8. Wärmekreisprozesssystem nach Anspruch 6, das eine Raumklimaanlage, eine Waren- oder Lagerhausklimaanlageneinheit, eine Gebäudeklimaanlageneinheit, eine Pflanzenklimaanlageneinheit, eine Gasmotorwärmepumpe, ein Zugklimatisierungssystem, ein Kraftfahrzeugklimatisierungssystem, ein eingebauter Schaukasten, ein freistehender Schaukasten, eine Industriegefrierkombination, eine Eisherstellungsmaschine oder ein Verkaufsautomat ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

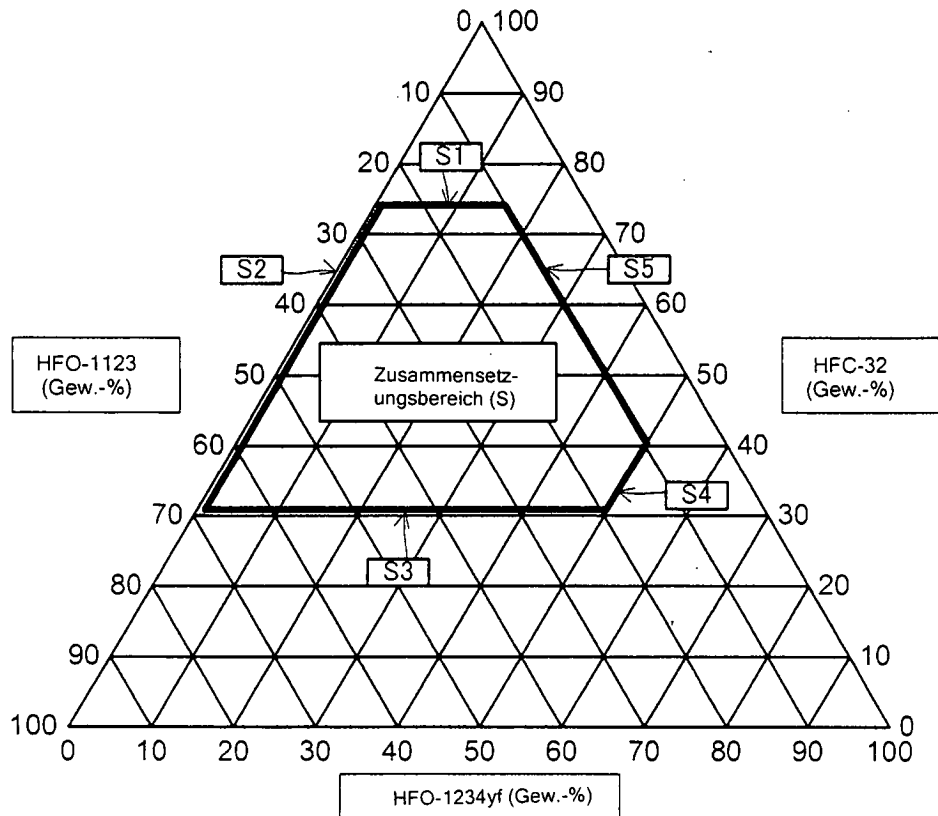


Fig. 2

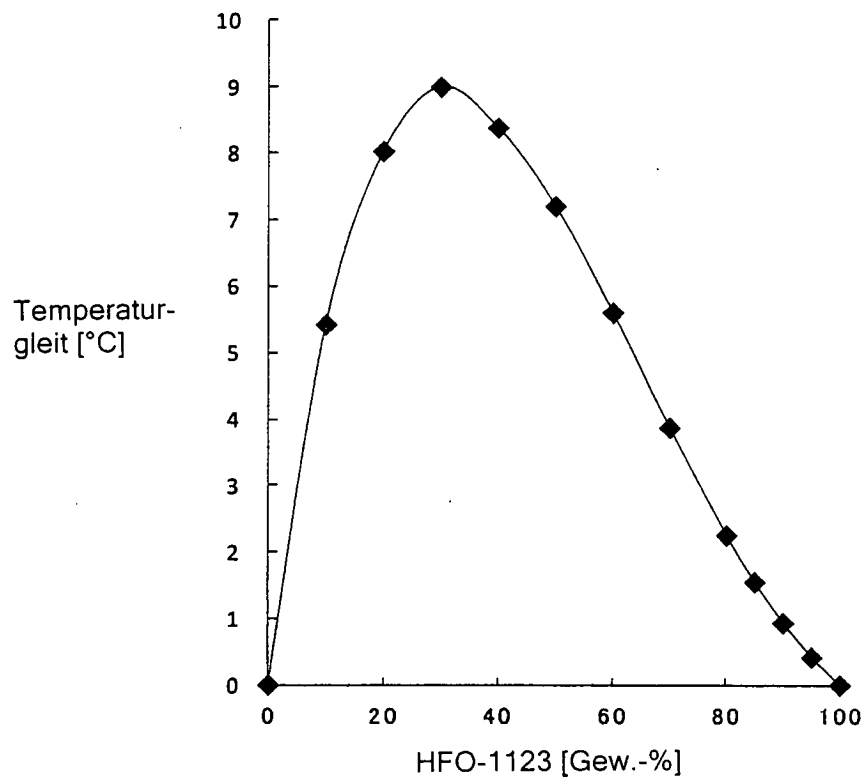


Fig. 3

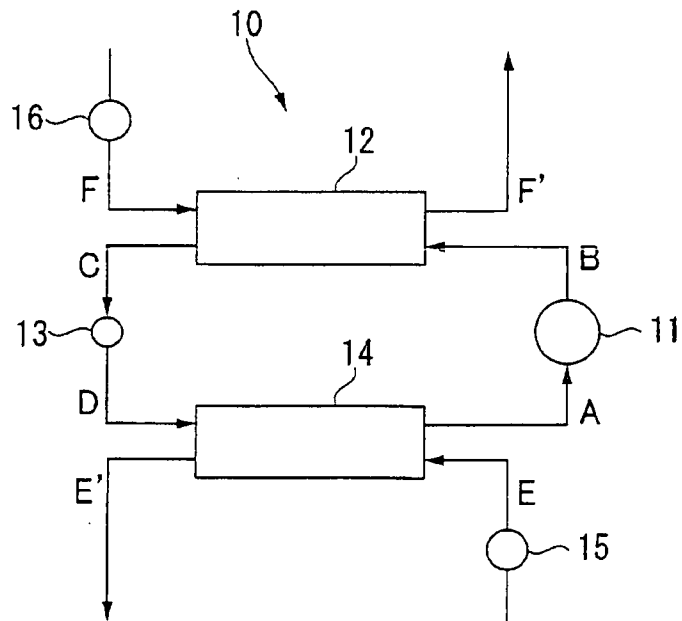


Fig. 4

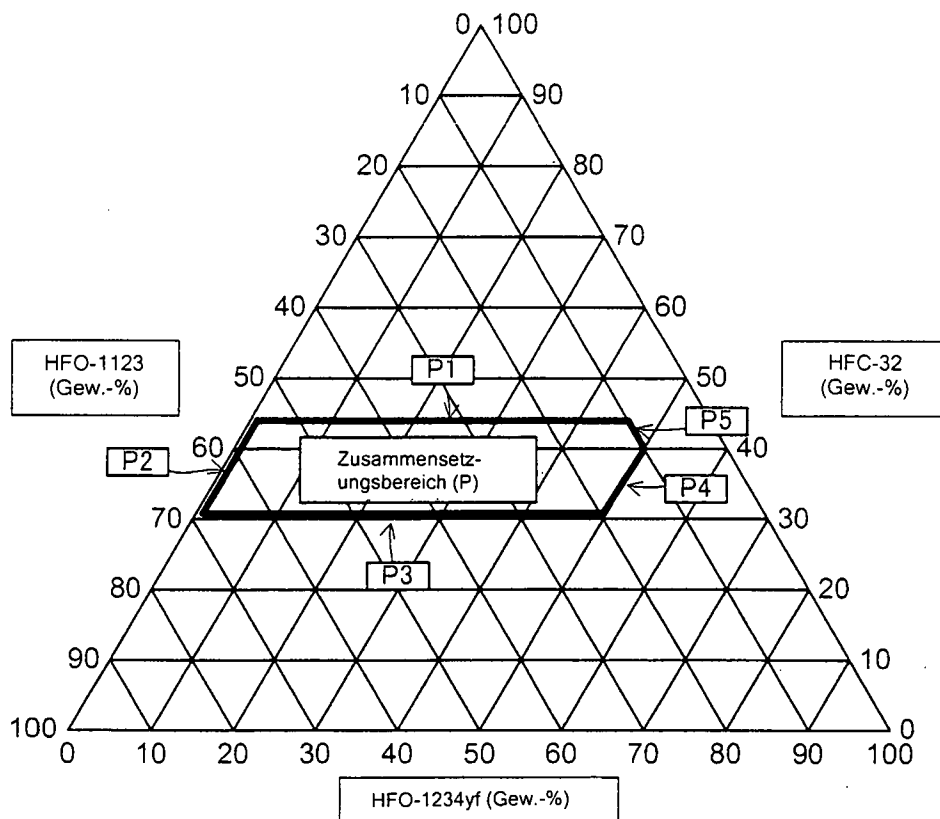


Fig. 5

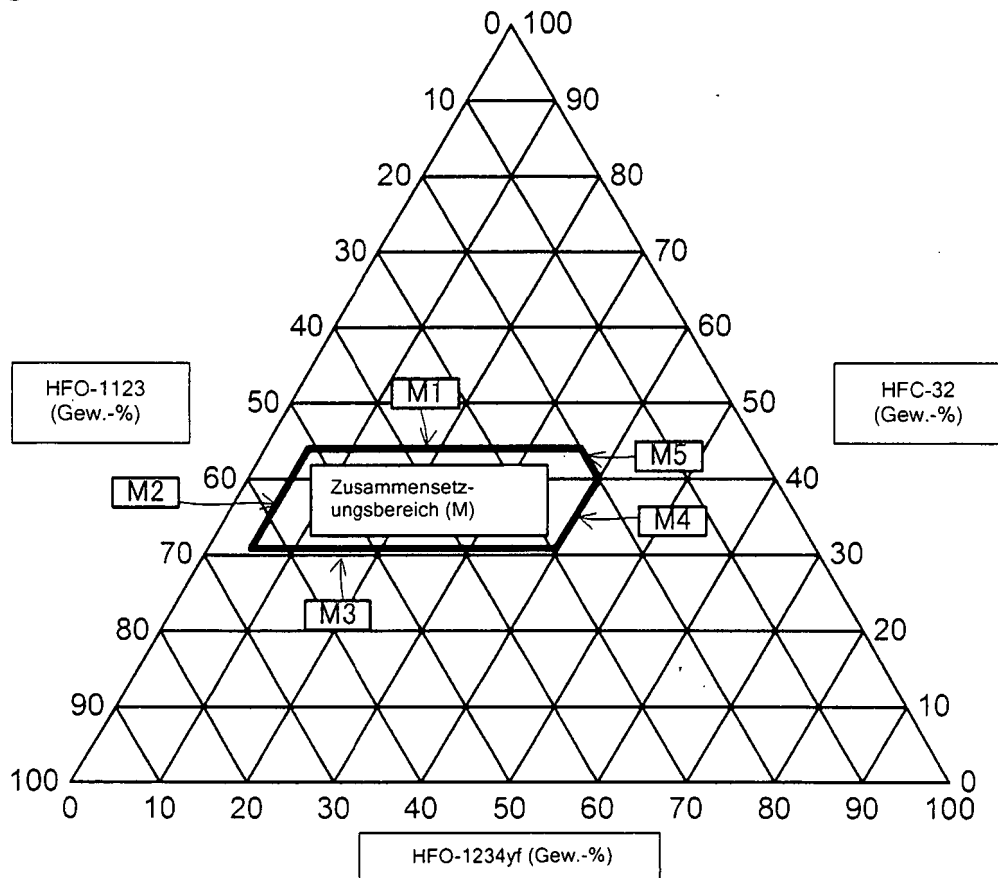


Fig. 6

