(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 789 732 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

(21) Anmeldenummer: **05775838.5**

(22) Anmeldetag: **29.07.2005**

(51) Int Cl.:
F25B 9/00 *(2006.01)* ***F25B 40/02*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/008255

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/015741 (16.02.2006 Gazette 2006/07)

(54) KÄLTEKREISLAUF UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KÄLTEKREISLAUFES

REFRIGERATION CIRCUIT AND METHOD FOR OPERATING A REFRIGERATION CIRCUIT

CIRCUIT FRIGORIFIQUE ET PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN CIRCUIT FRIGORIFIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **09.08.2004 DE 102004038640**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.05.2007 Patentblatt 2007/22

(60) Teilanmeldung:
07020311.2 / 1 895 246
10167202.0 / 2 244 040
10181303.8 / 2 264 385

(73) Patentinhaber: **Linde Kältetechnik GmbH**
50999 Köln (DE)

(72) Erfinder:
- **HEINBOKEL, Bernd**
  20999 Köln (DE)
- **GERNEMANN, Andreas**
  24939 Flensburg (DE)
- **SCHIERHORN, Uwe**
  50839 Wesseling (DE)

(74) Vertreter: **Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch**
Patentanwälte
Destouchesstrasse 68
80796 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 180 904
EP-A- 0 306 405
EP-A- 0 541 343
EP-A- 1 046 869
EP-A- 1 162 414
WO-A-99/10686
DE-A1- 4 309 137
DE-A1- 19 522 884
FR-A- 2 738 331
US-A- 933 682
US-A- 1 860 447
US-A- 4 430 866
US-A- 4 551 983
US-A- 4 621 505
US-A- 4 742 694
US-A- 4 831 835
US-A1- 2004 069 004
US-B1- 6 470 693

- **OSTERTAG P: "KAELTEPROZESSE DARGESTELLT MIT HILFE DER ENTROPIETAFEL, PASSAGE" KAELTEPROZESSE. DARGESTELLT MIT HILFE DER ENTROPIETAFEL, XX, XX, 1933, Seiten I-67, XP001169097**
- **LAVRENCHENKO G K ET AL: "Characteristics of Voorhees refrigerating machine with hermetic piston compressor producing refrigeration at one or two temperature levels" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, OXFORD, GB, Bd. 20, Nr. 7, 1997, Seiten 517-527, XP004287208 ISSN: 0140-7007**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 05, 31. Mai 1996 (1996-05-31) & JP 08 005163 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 12. Januar 1996 (1996-01-12)**
- **HUFF H-J ET AL: "OPTIONS FOR A TWO-STAGE TRANSCRIPTIONAL CARBON DIOXIDE CYCLE" IIR GUSTAV LORENTZEN CONFERENCE ON NATURAL WORKING FLUIDS. JOINT CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION SECTION B AND E, XX, XX, 17. September 2002 (2002-09-17), Seiten 158-164, XP001176579**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 789 732 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kältekreislauf, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel zirkuliert, aufweisend in Strömungsrichtung einen Verflüssiger, einen Sammelbehälter, eine, einem Verdampfer vorgeschaltete Entspannungsvorrichtung, einen Verdampfer und eine einstufig verdichtende Verdichtereinheit.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes.

[0003] Unter dem Begriff "Verflüssiger" seien sowohl Verflüssiger als auch Gaskühler zu verstehen.

[0004] Gattungsgemäße Kältekreisläufe sind hinlänglich bekannt. Sie werden beispielsweise in Kälteanlagen, so genannten Verbundkälteanlagen, wie sie in Supermärkten zur Anwendung kommen, realisiert. Verbundkälteanlagen versorgen dort im Allgemeinen eine Vielzahl von Kälteverbrauchern, wie etwa Kühlräume, Kühl- und Tiefkühlmöbel. Zu diesem Zweck zirkuliert in ihnen ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel bzw. Kältemittelgemisch.

[0005] Ein zum Stand der Technik zählender Kältekreislauf bzw. eine Kälteanlage, in der ein derartiger Kältekreislauf realisiert wird, sei anhand des in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert.

[0006] Das in dem Kältekreislauf zirkulierende ein- oder mehrkomponentige Kältemittel wird in einem Verflüssiger bzw. Gaskühler A - nachfolgend nurmehr als Verflüssiger bezeichnet-, der im Regelfall außerhalb des Supermarktes, beispielsweise auf dessen Dach, angeordnet ist, durch Wärmetausch, vorzugsweise gegen Außenluft, kondensiert.

[0007] Das flüssige Kältemittel aus dem Verflüssiger A wird über Leitung B einem (Kältemittel)Sammler C zugeführt. Innerhalb eines Kältekreislaufes muss immer soviel Kältemittel vorhanden sein, dass auch bei maximalem Kältebedarf die Verdampfer aller Kälteverbraucher gefüllt werden können. Da jedoch bei niedrigerem Kältebedarf einzelne Verdampfer nur teilweise gefüllt oder sogar vollständig leer sind, muss das überschüssige Kältemittel während dieser Zeiten in dem dafür vorgesehenen Sammler C aufgefangen werden.

[0008] Aus dem Sammler C gelangt das Kältemittel über die Flüssigkeitsleitung D zu den Kälteverbrauchern des so genannten Normalkühlkreislaufes. Hierbei stehen die in der Figur 1 dargestellten Verbraucher F und F' für eine beliebige Anzahl von Verbrauchern des Normalkühlkreislaufes. Jedem der vorgenannten Kälteverbraucher ist ein Expansionsventil E bzw. E' vorgeschaltet, in welchem das in den Kälteverbraucher bzw. den oder die Verdampfer des Kälteverbrauchers strömende Kältemittel entspannt wird. Das so entspannte Kältemittel wird in den Verdampfern der Kältemittelverbraucher F und F' verdampft und kühlt so die entsprechenden Kühlmöbel und -räume.

[0009] Das in den Kälteverbrauchern F und F' des Normalkühlkreislaufes verdampfte Kältemittel wird anschließend über die Saugleitung G der Verdichtereinheit H zugeführt und in dieser auf den gewünschten Druck zwischen 10 und 25 bar verdichtet. Im Regelfall ist die Verdichtereinheit H lediglich einstufig ausgebildet und weist mehrere parallel geschaltete Verdichter auf.

[0010] Das in der Verdichtereinheit H verdichtete Kältemittel wird anschließend über die Druckleitung I wiederum dem bereits erwähnten Verflüssiger A zugeführt.

[0011] Über eine zweite Flüssigkeitsleitung D' wird aus dem Sammler C Kältemittel dem Kondensator K zugeführt und in diesem im Wärmetausch gegen das Kältemittel des noch zu erläuternden Tiefkühlkreislaufes verdampft, bevor es über die Leitung G' der Verdichtereinheit H zugeführt wird.

[0012] Das in dem Kondensator K verflüssigte Kältemittel des Tiefkühlkreislaufes wird über Leitung L dem Sammler M des Tiefkühlkreislaufes zugeführt. Aus diesem wird über die Leitung N das Kältemittel dem Verbraucher P - dieser steht für eine beliebige Anzahl von Verbrauchern -, dem eine Entspannungsvorrichtung O vorgeschaltet ist, zugeführt und in diesem verdampft. Über die Saugleitung Q_wird das verdampfte Kältemittel der ein- oder mehrstufigen Verdichtereinheit R zugeführt, in dieser auf einen Druck zwischen 25 und 40 bar verdichtet und anschließend über die Druckleitung S dem bereits erwähnten Kondensator K zugeführt.

[0013] Als Kältemittel des Normalkühlkreislaufes wird beispielsweise R 404A verwendet, während für den Tiefkühlkreislauf Kohlendioxid zur Anwendung kommt.

[0014] Die in der Figur 1 dargestellten Verdichtereinheiten H und R, die Sammler C und M sowie der Kondensator K sind im Regelfall in einem separaten Maschinenraum angeordnet. Etwa 80 bis 90 % des gesamten Leitungsnetzes sind jedoch in den Verkaufsräumen, den Lagerräumen bzw. anderen für Mitarbeiter und Kunden zugänglichen Räumen eines Supermarktes angeordnet. Solange in diesem Leitungsnetz mit Drücken von nicht mehr als 35 bis 40 bar gearbeitet wird, ist dies für die Supermarktbetreiber sowohl aus psychologischer Sicht als auch aus Kostengründen akzeptabel.

[0015] Derzeit wird dazu übergegangen, auch den vorbeschriebenen Normalkühlkreislauf mit dem Kältemittel CO_2 zu betreiben.

[0016] Der sinnvolle Einsatz des natürlichen Kältemittels CO_2 in der Gewerbekälte scheitert bisher zum einen an der unzureichenden energetischen Effizienz des einfachen, einstufigen Kreisprozesses bei hohen (Außen) Lufttemperaturen. Zum anderen sind aufgrund der Stoffeigenschaften von CO_2 hohe Arbeitsdrücke - bis zu 100 bar und darüber - erforderlich, die eine Fertigung von entsprechenden Kältekreisläufen bzw. Kälteanlagen aus ökonomischen Gründen enorm erschweren. Kommerziell wird das Kältemittel CO_2 daher bisher nur bei Kaskadensystemen in der Tiefkühlung verwendet - wie dies beispielhaft anhand der Figur 1 erläutert ist -, da die dort realisierten Arbeitsdrücke die übliche, maximale Drucklage von 40 bar nicht überschreiten.

[0017] Aufgrund der vorerwähnten höheren Drücke bzw. Drucklage muss das Rohrleitungsnetz des Kälte-

kreislaufes auf diese Drücke bzw. Drucklage ausgelegt werden. Die hierfür erforderlichen Materialien sind jedoch weitaus teurer als diejenigen, die bei den bisher realisierten Drucklagen zur Anwendung kommen können. Darüber hinaus sind derartige, vergleichsweise hohe Drucklagen jedoch auch den Anlagenbetreibern nur sehr schwer zu vermitteln.

[0018] Aus P. Ostertag: Kälteprozesse dargestellt mit Hilfe der Entropietafel, Berlin, Verlag von Julius Springer, 1933, XP-001169097, Seiten 39 bis 43, ist ein Kältekreislauf mit einer zweistufigen Drosselung bekannt. Dabei werden zwei Regulierventile hintereinander geschaltet, zwischen welchen ein Abscheider sitzt. Im ersten Ventil wird auf einen Zwischendruck gedrosselt und der dabei entstehende Dampf ausgeschieden, das zweite Ventil empfängt nur noch den flüssig gebliebenen Teil des Kältemittels, der zum Verdampfer fließt und von da zum Kompressor. Sein Zylinder ist nach Art der Gleichstromdampfmaschine mit Schlitzen versehen, die sich in der Mitte des Mantels befinden und die mit dem Abscheider verbunden sind. Gibt der Kolben diese Schlitze nach Durchlaufen seines Nutzhubes frei, so kann der im Abscheider angesammelte Dampf in den Zylinder einfallen.

[0019] Aus der DE 195 22 884 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb einer Kompressionskälteanlage mit dem Arbeitsmittel Kohlendioxid mit einer zweistufigen Drosselung und Teilung des umlaufenden Arbeitsmittelstromes bekannt. Dabei wird der Arbeitsmittelmassestrom nach der ersten Drosselstufe in einen unterkritisch arbeitenden Mitteldruckabscheidesammler geleitet, der sich im unteren Teil des Mitteldruckabscheidesammler separierende, größere flüssige Arbeitsmittelmassestromanteil dem Verdampfer zugeführt, der im oberen Teil des Mitteldruckabscheiders separierende, kleinere dampfförmige Arbeitsmittelmassestromanteil über eine zweite Drosselstufe bis nahe über den Verdampfungsdruck entspannt. In einem inneren Wärmeübertrager dient der kleinere dampfförmige Arbeitsmittelmassestromanteil durch Verdampfung und Überhitzung zur Unterkühlung des überkritischen Hochdruckgases. Nach der Verdampfung und Überhitzung wird der kleinere Arbeitsmittelmassestromanteil in einem im Verdampfer integrierten Sammelrohr mit den Ausgängen der Verdampferstränge gemischt.

[0020] Aus der US 933 682 ist ein Kältekreislauf bekannt, mit einem Kompressor, der einen Hochdrucksaugeingang und einen Niedrigdrucksaugeingang umfasst, mit einem Kondensator, mit einem Sammelbehälter, der flüssiges Kältemittel in seinem unteren Teil und gasförmiges Kältemittel in seinem oberen Teil beinhaltet, mit einer Leitung die das flüssige Kältemittel von dem Kondensator zu dem Sammelbehälter führt, mit einem Druckreduzierungsventil in dieser Leitung, mit einem Hochdruckkühler, mit einer Leitung, die von dem unteren Teil des Sammelbehälters zu dem Kühler führt, mit einer Leitung, die von dem Kühler zu dem oberen Teil des Sammelbehälters führt, mit einer Leitung, die von dem oberen Teil des Sammelbehälters zu dem Hochdruckeingang des Kompressors führt, mit einem Niedrigdruckkühler, mit einer Leitung, die von dem unteren Teil des Sammelbehälters zu dem Niedrigdruckkühler führt, mit einem Druckreduzierungsventil in dieser Leitung und mit einer Leitung, die von dem Niedrigdruckkühler zu dem Niedrigdrucksaugeingang des Kompressors führt.

[0021] Die EP 0 180 904 B1 offenbart eine Kühlvorrichtung mit einem mehrere Zylinder aufweisenden Kolbenverdichter, die auch einen Unterkühler für die Kälteflüssigkeit in der Leitung zwischen Verflüssiger und Expansionsorgan umfasst.

[0022] Ein weiteres Problem besteht insbesondere bei der Verwendung von CO_2 als Kältemittel darin, dass bei entsprechend hohen Außentemperaturen ein überkritischer Betrieb des Kältekreislaufes erforderlich wird. Hohe Außenlufttemperaturen haben zur Folge, dass am Verdampfereintritt vergleichsweise hohe Drosseldampfanteile auftreten. Dadurch wird die effektive volumetrische Kälteleistung des zirkulierenden Kältemittels verringert, jedoch müssen sowohl Saug- als auch Flüssigkeitsleitungen sowie die Verdampfer entsprechend größer dimensioniert werden, um die Druckverluste so niedrig wie möglich zu halten.

[0023] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen gattungsgemäßen Kältekreislauf sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes anzugeben, der bzw. das die genannten Nachteile vermeidet.

[0024] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Kältekreislauf vorgeschlagen, der sich dadurch auszeichnet, dass zwischen dem Verflüssiger und dem Sammelbehälter eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung angeordnet ist.

[0025] Verfahrensseitg wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass in der zwischen dem Verflüssiger und dem Sammelbehälter angeordneten Zwischen-Entspanriungsvorrichtung eine Entspannung des Kältemittels auf einen (Zwischen)Druck von 5 bis 40 bar erfolgt.

[0026] Der erfindungsgemäße Kältekreislauf, das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes sowie weitere Ausgestaltungen desselben seien nachfolgend anhand der in den Figuren 2 bis 5 gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0027] Hierbei zeigt die Figur 2 eine Verbundkälteanlage, in der eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes realisiert ist. Im Folgenden sei eine Verfahrensweise beschrieben, bei der als Kältemittel HFKW(s), FKW(s) oder CO_2 zur Anwendung kommen kann.

[0028] Das in der Verdichtereinheit 6 auf einem Druck zwischen 10 und 120 bar verdichtete Kältemittel wird über die Druckleitung 7 dem Verflüssiger bzw. Gaskühler 1 zugeführt und in diesem gegen Außenluft kondensiert bzw. enthitzt. Über die Leitungen 2, 2' und 2" wird das Kältemittel dem Kältemittelsammler 3 zugeführt, wobei es nunmehr jedoch erfindungsgemäß in der Zwischen-Entspannungsvorrichtung a auf einen Zwischendruck von 5 bis 40 bar entspannt wird. Diese Zwischenentspannung bietet den Vorteil, dass das nachgeschaltete Leitungsnetz sowie der Sammler 3 nurmehr auf eine nied-

rigere Drucklage ausgelegt sein müssen.

[0029] Der Druck, auf den das Kältemittel in der erwähnten Zwischen-Entspannungsvorrichtung a entspannt wird, wird hierbei vorzugsweise so gewählt, dass er noch unterhalb des niedrigsten zu erwartenden Verflüssigungsdruckes liegt.

[0030] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist die Druckleitung 7 mit dem Sammelbehälter 3, vorzugsweise mit dessen Gasraum, verbunden bzw. verbindbar. Diese Verbindung zwischen Druckleitung 7 und dem Sammelbehälter 3 kann beispielsweise über eine Verbindungsleitung 17, in der ein Entspannungsventil h angeordnet ist, erfolgen.

[0031] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist die Druckleitung 7 mit der den Verflüssiger 1 und den Sammelbehälter 3 verbindenden Leitung bzw. Leitungsabschnitte 2 bzw. 2', 2" verbunden bzw. verbindbar. Diese Verbindung zwischen der Druckleitung 7 und der Leitung 2 bzw. 2', 2" kann beispielsweise über die gestrichelt dargestellte Verbindungsleitung 18, in der ein Ventil j angeordnet ist, erfolgen.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist der Sammelbehälter 3, vorzugsweise dessen Gasraum, mit dem Eingang der Verdichtereinheit 6 verbunden bzw. verbindbar.

[0033] Diese Verbindung zwischen Sammelbehälter 3 und Eingang der Verdichtereinheit 6 kann beispielsweise über eine Verbindungsleitung 12, die wie in der Figur 2 dargestellt, in die Saugleitung 11 mündet, erfolgen.

[0034] Über das in der Leitung 12 vorgesehene Entspannungsventil e und das in der Leitung 17 vorgesehene Entspannungsventil h oder das in der Leitung 18 vorgesehene Ventil j kann der gewählte Zwischendruck nunmehr für alle Betriebsbedingungen konstant gehalten werden. Möglich ist jedoch auch eine Regelung dergestalt, dass ein konstanter Differenzwert zum Saugdruck besteht. Dadurch wird erreicht, dass der Drosseldampfanteil an den Verdampfern vergleichsweise klein ist, was zur Folge hat, dass die Flüssigkeits- und Saugleitungen entsprechend kleiner dimensioniert werden können. Dies gilt auch für die Kondensatleitung, da nunmehr keine gasförmigen Bestandteile über sie zurück in den Verflüssiger 1 strömen müssen. Mittels der Erfindung wird somit auch erreicht, dass sich die erforderliche Kältemittelfüllmenge um bis zu ca. 30 % reduzieren lässt.

[0035] Über die Saugleitung 4 wird Kältemittel aus dem Sammler 3 abgezogen und den Kältemittelverbrauchem bzw. deren Wärmetauscher E2 und E3 zugeführt. Diesen vorgeschaltet ist jeweils ein Entspannungsventil b bzw. c, in denen das in die Kälteverbraucher strömende Kältemittel entspannt wird. Das in den Kälteverbrauchern E2 und E3 verdampfte Kältemittel wird anschließend über die Saugleitung 5 wiederum der Verdichtereinheit 6 zugeführt bzw. durch diese aus den Verdampfern E2 und E3 gesaugt.

[0036] Ein Teil des aus dem Sammler 3 über Leitung 4 abgezogenen Kältemittels wird über Leitung 8 einem oder mehreren Tiefkühlverbrauchern - dargestellt durch den Wärmetauscher E4 -, dem ebenfalls ein Entspannungsventil d vorgeschaltet ist, zugeführt. Dieser Kältemittelteilstrom wird nach der Verdampfung im Wärmetauscher bzw. Kälteverbraucher E4 über die Saugleitung 9 der Verdichtereinheit 10 zugeführt und in dieser auf den Eingangsdruck der Verdichtereinheit 6 verdichtet. Der so verdichtete Kältemittelteilstrom wird anschließend über Leitung 11 der Eingangsseite der Verdichtereinheit 6 zugeführt.

[0037] Die Erfindung weiterbildend wird vorgeschlagen, dass - wie in der Figur 2 dargestellt - dem Sammelbehälter 3 ein Wärmeübertrager E1 vorgeschaltet sein kann.

[0038] Hierbei ist der Wärmeübertrager E1 vorzugsweise eingangsseitig mit dem Ausgang des Verflüssigers 1 verbunden oder verbindbar.

[0039] Wie in der Figur 2 dargestellt, kann nunmehr über Leitung 13, in der ein Entspannungsventil f vorgesehen ist, ein Teilstrom des verflüssigten bzw. enthitzen Kältemittels aus dem Verflüssiger bzw. Gaskühler 1 bzw. der Leitung 2 abgezogen und in dem Wärmeübertrager E1 gegen das zu enthitzende, dem Wärmeübertrager E1 über Leitung 2' zugeführte Kältemittel verdampft werden. Der verdampfte Kältemittelteilstrom wird anschließend über Leitung 14 einem Verdichter 6', der der vorbeschriebenen Verdichtereinheit 6 zugeordnet ist und der vorzugsweise auf einem höheren Druckniveau ansaugt, zugeführt und in diesem auf den gewünschten Enddruck der Verdichtereinheit 6 verdichtet werden.

[0040] Alternativ zu dem vorerwähnten (zusätzlichen) Verdichter 6' kann bei der Verwendung mehrylindrischerer Verdichter auch eine Zuführung des abzusaugenden Drosseldampfanteiles auf einem höheren Druckniveau zu einem oder mehreren Zylindern eines jeden Verdichters erfolgen.

[0041] Mittels des Wärmeübertragers E1 wird der in der Zwischen-Entspannungsvorrichtung a zu entspannende Kältemittelstrom vorzugsweise soweit abgekühlt, dass der Drosseldampfanteil des entspannten Kältemittels minimiert wird.

[0042] Alternativ oder zusätzlich können die im Sammler 3 anfallenden Drosseldampfanteile auch über die Leitung 12 sowie die gestrichelt gezeichnete Leitung 15 mittels des Verdichters 6' auf einem höheren Druckniveau abgesaugt werden.

[0043] In der Figur 3 dargestellt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Kältekreislaufes, bei dem das aus dem Sammelbehälter 3 über die Leitung 4 abgezogene Kältemittel im Wärmetauscher E5 einer Unterkühlung unterworfen wird.

[0044] Hierbei erfolgt die Unterkühlung - entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung - im Wärmetausch mit dem aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 abgezogenen Flashgas.

[0045] Flüssigkeitsleitungen, wie beispielsweise die in den Figuren 2 und 3 dargestellte Leitung 4, mit einem

Temperaturniveau unterhalb der Umgebungstemperatur sind einer Wärmeeinstrahlung ausgesetzt. Diese hat zur Folge, dass das innerhalb der Flüssigkeitsleitung strömende Kältemittel teilweise verdampft, es somit zur Bildung von unerwünschten Dampfanteilen kommt. Um dies zu verhindern, werden Kältemittel bisher entweder durch eine Expansion eines Teilstromes des Kältemittels und anschließender Verdampfung oder durch einen inneren Wärmeübergang gegen einen Sauggasstrom, welches dabei überhitzt wird, unterkühlt.

[0046] Bei dem erfindungsgemäßen Kältekreislauf bzw. der erfindungsgemäßen Verfahrensweise kann der Temperaturabstand zwischen Saug- und Flüssigkeitsleitung bzw. des darin zirkulierenden Kältemittels unter Umständen zu gering sein, um eine innere Wärmeübertragung für die erforderliche Unterkühlung des in der Flüssigkeitsleitung strömenden Kältemittels zu realisieren.

[0047] Die Erfindung weiterbildend wird daher-wie bereits erwähnt - vorgeschlagen, das aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 4 abgezogene Kältemittel im Wärmetauscher bzw. Unterkühler E5 gegen das aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 und im Ventil e entspannte Flashgas zu unterkühlen. Nach Durchgang durch den Wärmetauscher bzw. Unterkühler E5 wird das entspannte und im Wärmetauscher E5 überhitzte Kältemittel über die Leitungsabschnitte 12' und 11 dem Eingang der Verdichtereinheit 6 zugeführt. Durch die Überhitzung des aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 abgezogenen Flashgasstromes wird in der Flüssigkeitsleitung 4 eine ausreichende Unterkühlung des in ihr strömenden Kältemittels erreicht; diese Unterkühlung des Kältemittels verbessert den Regelbetrieb der Entspannungs- bzw. Einspritzventile b, c und d, die den Verdampfern E2, E3 und E4 vorgeschaltet sind.

[0048] Flüssigkeitströpfchen, die aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 aufgrund einer zu kleinen Dimensionierung und/oder Überfüllung des Sammelbehälters 3 nicht abgeschieden und mit dem Flashgas mitgeführt werden, werden spätestens im Wärmetauscher/Unterkühler E5 verdampft Die beschriebene Verfahrensweise hat somit darüber hinaus den Vorteil, dass die Betriebssicherheit der Verdichter bzw. Verdichtereinheit 6 aufgrund einer sicheren Überhitzung des Flashgasstromes erhöht wird.

[0049] Die Figur 4 zeigt eine weitere, Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben,eines Kältekreislaufes. Der Übersichtlichkeit halber ist in der Figur 4 lediglichein Ausschnitt des in der Figur 2 und 3 dargestellten erfindungsgemäßen Kältekreislaufes dargestellt.

[0050] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes weiterbildend wird vorgeschlagen, dass zumindest ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter abgezogenen Flashgases zumindest zeitweilig gegen wenigstens einen Teilstrom des verdichteten Kältemittels überhitzt wird.

[0051] Die Figur 4 zeigt eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der zumindest zeitweilig ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 abgezogenen Flashgases über die Leitung 16 einem Wärmetauscher E6 zugeführt und in diesem gegen das in der Verdichtereinheit 6 verdichtete Kältemittel überhitzt wird.

[0052] Bei der in der Figur 4 dargestellten Verfahrensweise wird der zu überhitzende Flashgasstrom im Wärmetauscher E6 gegen den gesamten, in der Verdichtereinheit 6 verdichteten Kältemittelstrom, der über Leitung 7 dem in der Figur 4 nicht dargestellten Verflüssiger bzw. Enthitzer zugeführt wird, überhitzt

[0053] Nach Durchgang durch den Wärmetauscherl-Überhitzer E6 wird der Flashgasstrom über Leitung 16' dem Eingang des Verdichters 6' der Verdichtereinheit 6 zugeführt.

[0054] Die in der Figur 4 dargestellte Verfahrensweise ermöglicht es sicherzustellen, dass in dem Flashgas enthaltene Flüssiganteile zweifelsfrei verdampft werden, woraus eine erhöhte Sicherheit für die Verdichter bzw. die Verdichtereinheit 6 resultiert.

Patentansprüche

1. Kältekreislauf, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel, insbesondere CO_2, zirkuliert, wobei der Kältekreislauf einen überkritischen Betrieb ermöglicht, aufweisend in Strömungsrichtung einen Verflüssiger/Gaskühler (1), eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a), einen Sammelbehälter (3), eine einem Verdampfer (E2, E3) vorgeschaltete Entspannungsvorrichtung (b, c), einen Verdampfer (E2, E3) und eine einstufig verdichtende Verdichtereinheit (6), wobei der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist, und wobei in der Verbindungsleitung (11, 12) zwischen dem Gasraum des Sammelbehälters (3) und dem Eingang der Verdichtereinheit (6) ein Entspannungsventil (e) vorgesehen ist,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass zwischen dem Sammelbehälter (3) und der einem Verdampfer (E2, E3) vorgeschalteten Entspannungsvorrichtung (b, c) ein Wärmetauscher/Unterkühler (E5) angeordnet ist, und dass in dem Wärmetauscher/Unterkühler (E5) eine Unterkühlung des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Kältemittels gegen das über die Verbindungsleitung (11, 12) aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene und durch das Entspannungsventil (e) entspannte Flashgas erfolgt.

2. Kältekreislauf nach Anspruch 1, wobei dem Sammelbehälter (3) ein Wärmeübertrager (E1) vorgeschaltet ist.

3. Kältekreislauf nach Anspruch 2, wobei der Wärmeübertrager (E1) eingangsseitig mit dem Ausgang

des Verflüssigers/Gaskühlers (1) verbunden oder verbindbar ist (2, 13).

4. Kältekreislauf nach Anspruch 2 oder 3, wobei sich die Leitung (2) von dem Verflüssiger/Gaskühler (1) in einen ersten Leitungsabschnitt (2') und in einen zweiten Leitungsabschnitt (13) aufteilt, wobei in dem zweiten Leitungsabschnitt (13) ein Entspannungsventil (f) angeordnet ist, und wobei das Kältemittel in dem zweiten Leitungsabschnitt (13) in dem Wärmeübertrager (E1) gegen das Kältemittel in dem ersten Leitungsabschnitt (2') verdampft wird.

5. Kältekreislauf nach Anspruch 4, wobei der zweite Leitungsabschnitt (13, 14) nach dem Wärmeübertrager (E1) mit dem Eingang des Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.

6. Kältekreislauf nach Anspruch 4 oder 5, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei die Druckleitung (7) mit der den Verflüssiger/Gaskühler (1) und den Sammelbehälter (3) verbindenden Leitung (2, 2', 2") verbunden oder verbindbar ist.

7. Kältekreislauf nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei die Leitung (18) mit einem darin vorgesehenen Ventil (j) den ersten Leitungsabschnitt (2') nach dem Wärmeübertrager (E1) mit der Druckleitung (7) nach der Verdichtereinheit (6) verbindet.

8. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang eines Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.

9. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei die Druckleitung (7) mit dem Sammelbehälter (3), vorzugsweise mit dessen Gasraum, verbunden oder verbindbar ist.

10. Kältekreislauf nach Anspruch 9, wobei ein Entspannungsventil (h) in der Leitung (17), welche die Druckleitung (7) mit dem Sammelbehälter (3) verbindet, vorgesehen ist.

11. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei ein Wärmetauscher (E6) vorgesehen ist, in dem aus dem Sammelbehälter (12) abgezogenes Flashgas gegen verdichtetes Kältemittel in der Druckleitung (7) überhitzt wird.

12. Kältekreislauf nach Anspruch 11, wobei das Flashgas nach Durchgang durch den Wärmetauscher/Überhitzer (E6) über eine Leitung (16') dem Eingang des Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) zugeführt wird.

13. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das von dem Sammelbehälter (3) abgezogene Kältemittel über eine Leitung (8) einem oder mehreren Tiefkühlverbrauchern (E4), denen ein Entspannungsventil (d) vorgeschaltet ist, zugeführt wird.

14. Kältekreislauf nach Anspruch 13, wobei eine Verdichtereinheit (10) vorgesehen ist, die über eine Saugleitung (9) mit in dem Tiefkühlverbraucher (E4) verdampften Kältemittel versorgt wird, und wobei das in der Verdichtereinheit (10) verdichtete Kältemittel über eine Saugleitung (11) der Verdichtereinheit (6) zugeführt wird.

15. Verfahren zum überkritischen Betrieb eines Kältekreislaufes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel, insbesondere CO_2, zirkuliert, wobei in der zwischen dem Verflüssiger/Gaskühler (1) und dem Sammelbehälter (3) angeordneten Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a) eine Entspannung des Kältemittels auf einen Zwischendruck von 5 bis 40 bar erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass
dass durch das Entspannungsventil (e) in der Verbindungsleitung (11, 12) zwischen dem Gasraum des Sammelbehälters (3) und dem Eingang der Verdichtereinheit (6) der Zwischendruck konstant gehalten wird; und dass das aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene Kältemittel in einem Wärmetauscher/Unterkühler (E5) einer Unterkühlung gegen das aus dem Sammelbehälter (3) über die Verbindungsleitung (11, 12) abgezogene und im Entspannungsventil (e) entspannte Flashgas unterworfen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Kältemittel (2) vor seiner Zwischen-Entspannung (a) abgekühlt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Abkühlung (E1) des Kältemittels (2) gegen einen Teilstrom des Kältemittels (13) erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei zumindest ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Flashgases (12) zumin-

dest zeitweilig gegen das verdichtete Kältemittel (7) überhitzt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei der Zwischendruck mittels wenigstens eines Ventils (e, h, j) auf einen konstanten Wert und/oder auf eine konstante Differenz zu dem Saugdruck geregelt wird.

Claims

1. Refrigeration circuit having a mono- or multi-component refrigerant, especially CO_2, circulating therein, said refrigeration circuit enabling an overcritical operation, said refrigeration circuit comprising, in the direction of flow, a condenser/gascooler (1), an intermediate relief device (a), a collecting container (3), a relief device (b, c) connected upstream of an evaporator (E2, E3), an evaporator (E2, E3) and a compressor unit (6) with single-stage compression, wherein the gas space of the collecting container (3) is connected or connectible to the input of the compressor unit (6), and wherein a relief valve (e) is provided in the connection line (11, 12) between the gas space of the collecting container (3) and the input of the compressor unit (6),
characterized in that
between the collecting container (3) and the expansion device (b, c) connected upstream of an evaporator (E2, E3) there is arranged a heat exchanger/subcooler (E5) and that in the heat exchanger/subcooler (E5) the refrigerant drawn off the collecting container (3) is subcooled with respect to the flash gas being drawn off the collecting container (3) via the connection line (11, 12) and being expanded by the expansion valve (e).

2. Refrigeration circuit according to claim 1, wherein a heat transfer means (E1) is connected upstream of the collecting container (3).

3. Refrigeration circuit according to claim 2, wherein the heat transfer means (E1) is connected or connectible (2, 13) on the input side to the output of the condenser/gascooler (1).

4. Refrigeration circuit according to claim 2 or 3, wherein the line (2) from the condenser/gascooler (1) divides into a first line portion (2') and into a second line portion (13), wherein a relief device (f) is arranged in the second line portion (13), and wherein the refrigerant in the second line portion (13) is evaporated in the heat exchanger (E1) with respect to the refrigerant in the first line portion (2').

5. Refrigeration circuit according to claim 4, wherein the second line portion (13, 14) after the heat exchanger (E1) is connected or connectible to the input of the compressor (6') of the compressor unit (6).

6. Refrigeration circuit according to claim 4 or 5, wherein a pressure line (7) is provided for feeding compressed refrigerant from the compressor unit (6) to the compressor/gascooler (1), and wherein the pressure line (7) is connected or connectible to the line (2, 2', 2") that connects the condenser/gascooler (1) and the collecting container (3).

7. Refrigeration circuit according to any of the claims 4 to 6, wherein a pressure line (7) is provided for feeding compressed refrigerant from the compressor unit (6) to the condenser/gascooler (1), and wherein the line (18) having a valve (j) arranged therein connects the first line portion (2') after the heat exchanger (E1) to the pressure line (7) after the compressor unit (6).

8. Refrigeration circuit according to any of the preceding claims, wherein the gas space of the collecting container (3) is connected or connectible to the input of a compressor (6') of the compressor unit (6).

9. Refrigeration circuit according to any of the preceding claims, wherein a pressure line (7) is provided for feeding compressed refrigerant from the compressor unit (6) to the condenser/gascooler (1), and wherein the pressure line (7) is connected or connectible to the collecting container (3), preferably with the gas space thereof.

10. Refrigeration circuit according to claim 9, wherein a relief valve (h) is provided in the line (17) that connects the pressure line (7) to the collecting container (3).

11. Refrigeration circuit according to any of the preceding claims, wherein a pressure line (7) is provided for feeding compressed refrigerant from the compressor unit (6) to the condenser/gascooler (1) and wherein a heat exchanger (E6) is provided in which the flash gas drawn off the collecting container is superheated against compressed refrigerant in the pressure line (7).

12. Refrigeration circuit according to claim 11, wherein the flash gas after passage through the heat exchanger/superheater (E6) is fed via a line (16') to the input of the compressor (6') of the compressor unit (6).

13. Refrigeration circuit according to any of the preceding claims, wherein the refrigerant drawn off the collecting container (3) is fed via a line (8) to one or more freezing cold consumers (E4) having an expansion valve (d) connected upstream thereof.

14. Refrigeration circuit according to claim 13, wherein a compressor unit (10) is provided that is supplied via a suction line (9) with refrigerant evaporated in the freezing cold consumer (E4), and wherein the refrigerant compressed in the compressor unit (10) is fed to the compressor unit (6) via a suction line (11).

15. Method for overcritical operation of a refrigeration circuit according to any of the preceding claims, in which a mono- or multi-component refrigerant, especially CO_2, circulates, wherein pressure relief of the refrigerant to an intermediate pressure of 5 to 40 bar is effected in the intermediate relief device (a) arranged between the condenser/gascooler (1) and the collecting container (3),
characterized in that
the intermediate pressure is kept constant by means of the relief valve (e) in the connection line (11, 12) between the gas space of the collecting container (3) and the input of the compressor unit (6) and that the refrigerant drawn off the collecting container (3) is subcooled in a heat exchanger/subcooler (E5) with respect to the flash gas being drawn off the collecting container (3) via the connection line (11, 12) and being expanded in the relief valve (e).

16. Method according to claim 15, wherein the refrigerant (2) is subjected to cooling (E1) prior to intermediate pressure-relief (a) of the same.

17. Method according to claim 16, wherein the cooling (E1) of the refrigerant (2) is effected with respect to a partial flow of the refrigerant (13).

18. Method according to any of claims 15 to 17, wherein at least a partial flow of the flash gas (12) withdrawn from the collecting container (3) is superheated (E6, E7) at least temporarily with respect to the compressed refrigerant (7).

19. Method according to any of claims 15 to 18, wherein the intermediate pressure is regulated to a constant value and/or to a constant difference from the suction pressure by means of at least one valve (e, h, j).

Revendications

1. Circuit frigorifique, dans lequel circule un réfrigérant à un ou plusieurs composants, en particulier du CO2, le circuit frigorifique permettant un fonctionnement supercritique et comportant dans le sens d'écoulement un condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1), un dispositif de détente intermédiaire (a), un récipient collecteur (3), un dispositif de détente (b, c) monté en amont d'un évaporateur (E2, E3), un évaporateur (E2, E3) et une unité de compression comprimante à un étage (6), la chambre des gaz du récipient collecteur (3) étant raccordée ou raccordable à l'entrée de l'unité de compression (6) et une vanne de détente (e) étant prévue dans la conduite de raccordement (11, 12) entre la chambre des gaz du récipient collecteur (3) et l'entrée de l'unité de compression (6), **caractérisé**
en ce qu'un échangeur de chaleur/sous-refroidisseur (E5) est disposé entre le récipient collecteur (3) et le dispositif de détente (b, c) monté en amont d'un évaporateur (E2, E3), et en ce que dans l'échangeur de chaleur/sous-refroidisseur (E5) a lieu un sous-refroidissement du réfrigérant soutiré du récipient collecteur (3) par rapport à la vapeur instantanée détendue par la vanne de détente (e) et soutirée du récipient collecteur (3) par le biais de la conduite de raccordement (11, 12).

2. Circuit frigorifique selon la revendication 1, dans lequel un récupérateur de chaleur (E1) est monté en amont du récipient collecteur (3).

3. Circuit frigorifique selon la revendication 2, dans lequel l'entrée du récupérateur de chaleur (E1) est raccordée ou raccordable (2, 13) à la sortie du condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1).

4. Circuit frigorifique selon la revendication 2 ou 3, dans lequel la conduite (2) est divisée par le condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1) en une première section de conduite (2') et une deuxième section de conduite (13), une vanne de détente (f) étant disposée dans la deuxième section de conduite (13), et le réfrigérant étant évaporé dans la deuxième section de conduite (13) dans le récupérateur de chaleur (E1) par rapport au réfrigérant dans la première section de conduite (2').

5. Circuit frigorifique selon la revendication 4, dans lequel la deuxième section de conduite (13, 14) est raccordée ou raccordable à l'entrée du compresseur (6') de l'unité de compression (6) en aval du récupérateur de chaleur (E1).

6. Circuit frigorifique selon la revendication 4 ou 5, dans lequel il est prévu une conduite d'alimentation (7) servant à amener le réfrigérant compressé par l'unité de compression (6) au condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1), et dans lequel la conduite d'alimentation (7) est raccordée ou raccordable à la conduite (2, 2', 2") raccordant le condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1) et le récipient collecteur (3).

7. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel il est prévu une conduite d'alimentation (7) servant à amener le réfrigérant compressé par l'unité de compression (6) au condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1), et

dans lequel la conduite (18), dans laquelle il est prévu une vanne (j), raccorde la première section de conduite (2') en aval du récupérateur de chaleur (E1) à la conduite d'alimentation (7) en aval de l'unité de compression (6).

8. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la chambre des gaz du récipient collecteur (3) est raccordée ou raccordable à l'entrée d'un compresseur (6') de l'unité de compression (6).

9. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il est prévu une conduite d'alimentation (7) servant à amener le réfrigérant compressé depuis l'unité de compression (6) au condenséur/dispositif de refroidissement de gaz (1), et dans lequel la conduite d'alimentation (7) est raccordée ou raccordable au récipient collecteur (3), de préférence à la chambre des gaz de ce dernier.

10. Circuit frigorifique selon la revendication 9, dans lequel il est prévu une vanne de détente (h) dans la conduite (17) qui raccorde la conduite d'alimentation (7) au récipient collecteur (3).

11. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il est prévu une conduite d'alimentation (7) servant à amener le réfrigérant compressé depuis l'unité de compression (6) au condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1), et dans lequel il est prévu un échangeur de chaleur (E6) dans lequel la vapeur instantanée soustraite du récipient collecteur (12) est surchauffée par rapport au réfrigérant compressé dans la conduite d'alimentation (7).

12. Circuit frigorifique selon la revendication 11, dans lequel la vapeur instantanée après avoir traversé l'échangeur de chaleur/surchauffeur (E6) est amenée par une conduite (16') à l'entrée du compresseur (6') de l'unité de compression (6).

13. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le réfrigérant soustrait du récipient collecteur (3) est amené par une conduite (8) à un ou plusieurs consommateurs frigorifiques (E4) en amont desquels est montée une vanne de détente (d).

14. Circuit frigorifique selon la revendication 13, dans lequel il est prévu une unité de compression (10) qui est alimentée par le biais d'une conduite d'aspiration (9) avec le réfrigérant évaporé dans le consommateur frigorifique (E4), et dans lequel le réfrigérant compressé dans l'unité de compression (10) est amené à l'unité de compression (6) par le biais d'une conduite d'aspiration (11).

15. Procédé de fonctionnement supercritique d'un circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel circule un réfrigérant à un ou plusieurs composants, en particulier du CO2, une détente du réfrigérant à une pression intermédiaire de 5 à 40 bars ayant lieu dans le dispositif de détente intermédiaire (a) disposé entre le condenseur/dispositif de refroidissement de gaz (1) et le récipient collecteur (3), **caractérisé en ce que** la pression intermédiaire est maintenue constante par la vanne de détente (e) dans la conduite de raccordement (11, 12) entre la chambre des gaz du récipient collecteur (3) et l'entrée de l'unité de compression (6), et en ce que le réfrigérant soustrait du récipient collecteur (3) est soumis dans un échangeur de chaleur/sous-refroidisseur (E5) à un sous-refroidissement par rapport à la vapeur instantanée soustraite du récipient collecteur (3) par le biais de la conduite de raccordement (11, 12) et détendue dans la vanne de détente (e).

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel le réfrigérant (2) est refroidi avant sa détente intermédiaire (a).

17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel le refroidissement (E1) du réfrigérant (2) a lieu par rapport à un flux partiel du réfrigérant (13).

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, dans lequel au moins un flux partiel de la vapeur instantanée (12) soustraite du récipient collecteur (3) est surchauffé au moins temporairement par rapport au réfrigérant comprimé (7).

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, dans lequel la pression intermédiaire est régulée au moyen d'au moins une vanne (e, h, j) à une valeur constante et/ou à une différence constante par rapport à la pression d'aspiration.

Fig. 1

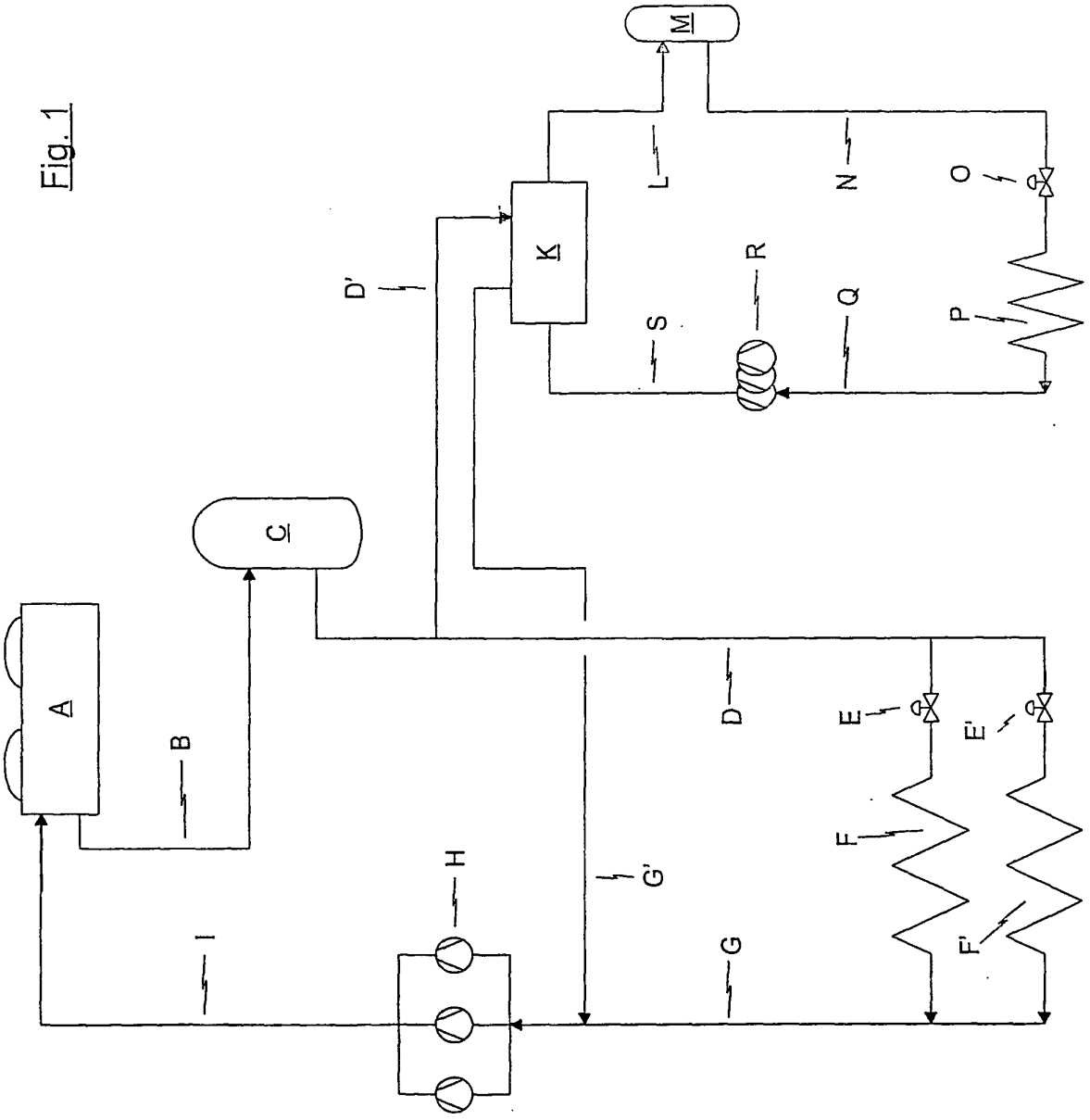


Fig. 2

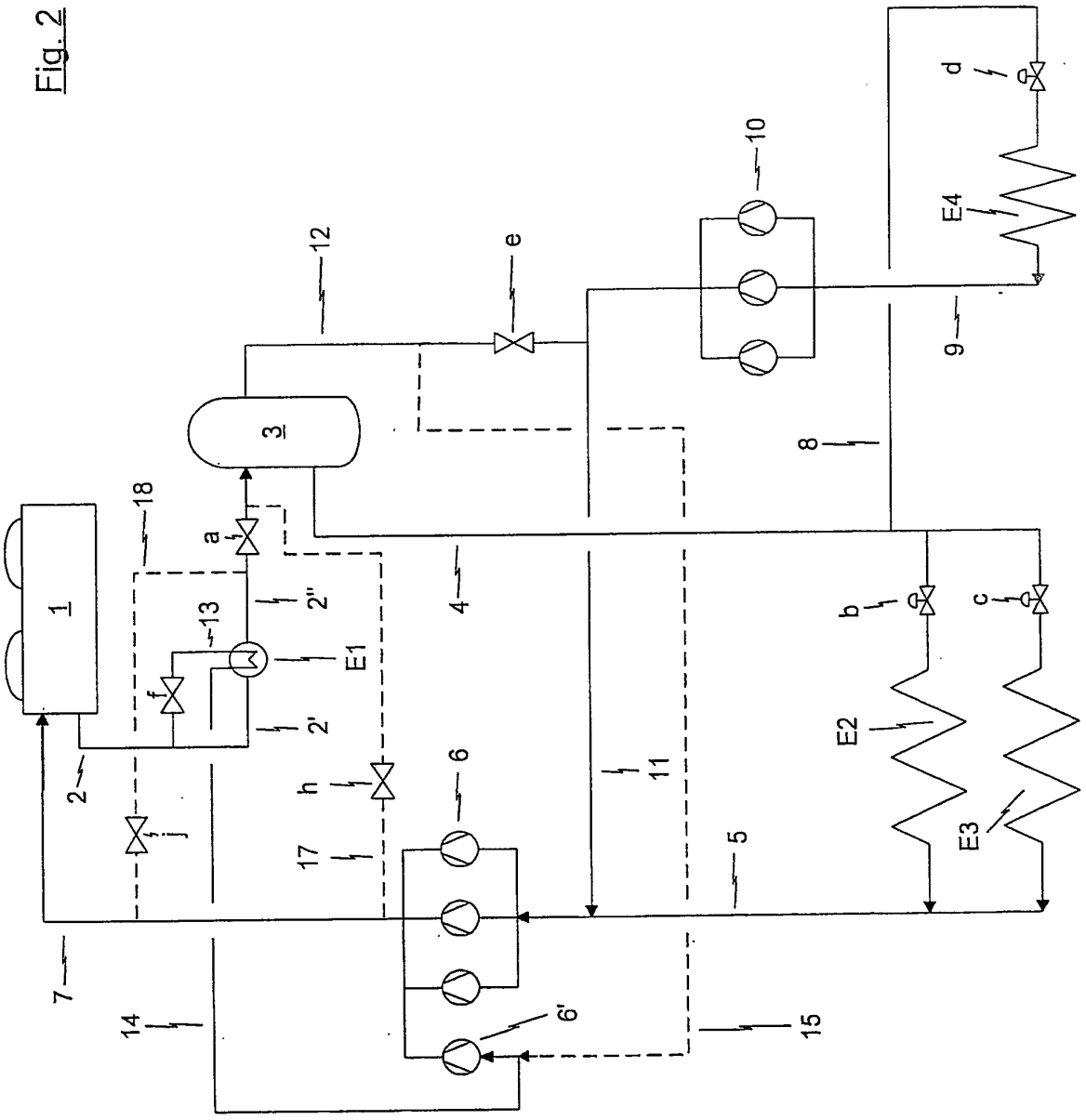


Fig. 3

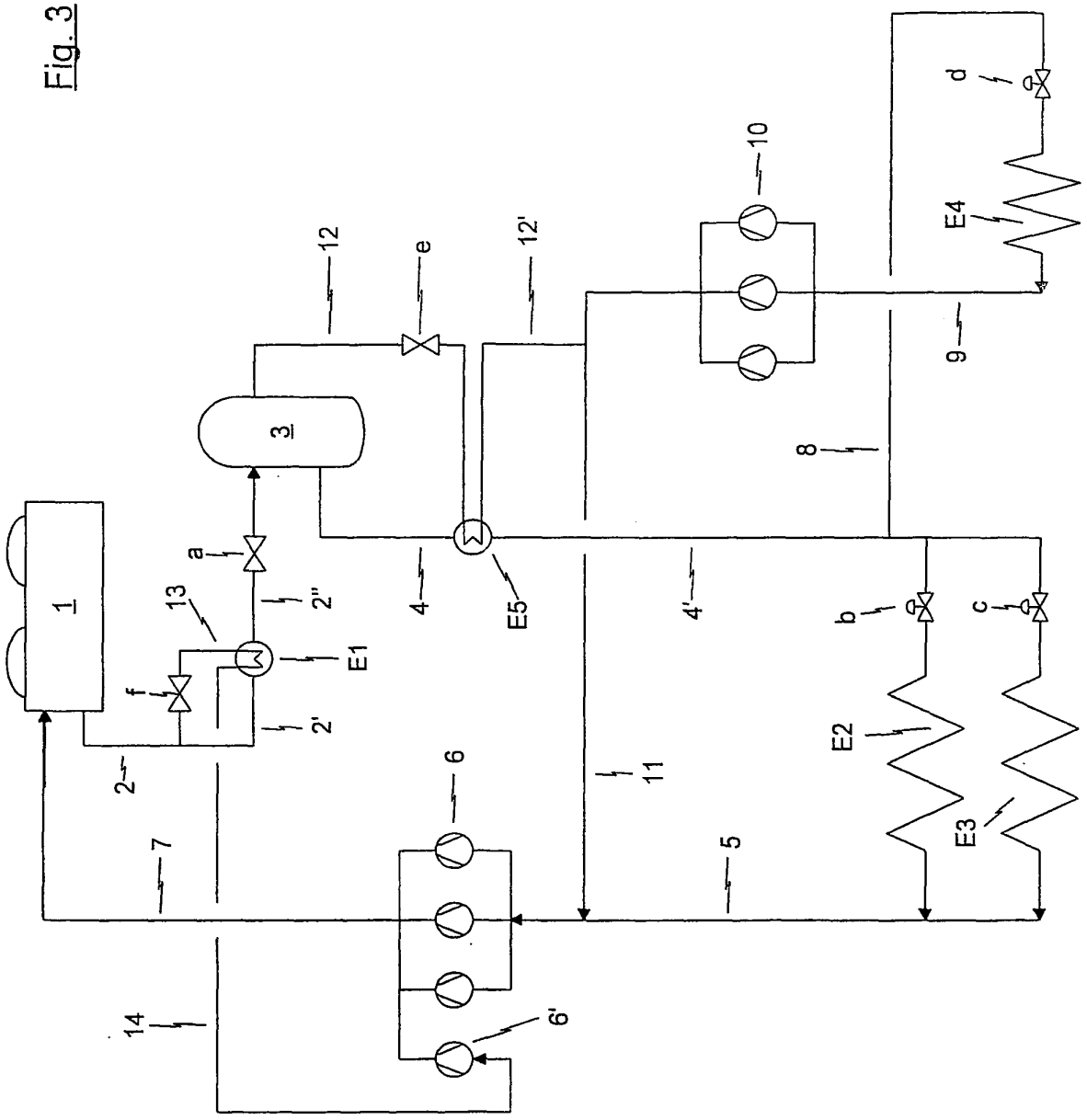
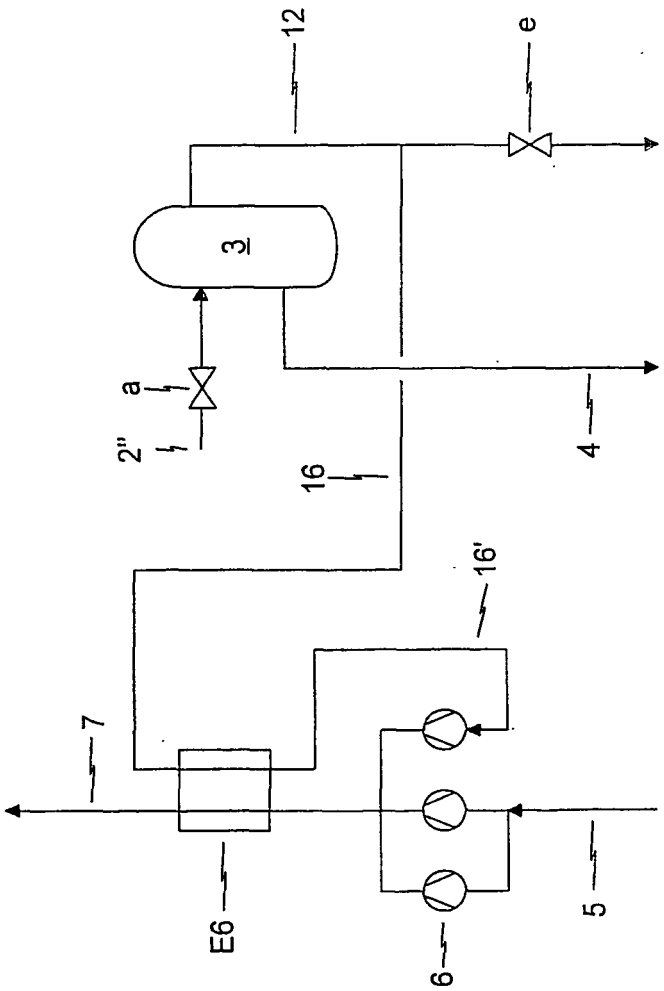


Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19522884 A1 **[0019]**
- US 933682 A **[0020]**
- EP 0180904 B1 **[0021]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **P. Ostertag.** Kälteprozesse dargestellt mit Hilfe der Entropietafel. Verlag von Julius Springer, 1933, 39-43 **[0018]**