



(11) **EP 1 895 246 B3**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Beschränkungsverfahren (B3-2)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(51) Int Cl.:
F25B 9/00^(2006.01) **F25B 41/04^(2006.01)**
F25B 1/10^(2006.01)

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Antrag auf Beschränkung:
B3-2 02.05.2018 Patentblatt 2018/18

(21) Anmeldenummer: **07020311.2**

(22) Anmeldetag: **29.07.2005**

(54) **Kältekreislauf und Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufs**

Refrigeration circuit and method for operating a refrigeration circuit

Circuit frigorifique et procédé 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:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
05775838.5 / 1 789 732

(73) Patentinhaber: **Carrier Corporation Farmington, CT 06034 (US)**

(72) Erfinder:
• **Heinbokel, Bernd**
50999 Köln (DE)
• **Gernemann, Andreas**
2493*9 Flensburg (DE)
• **Schierhorn, Uwe**
50839 Wesseling (DE)

(74) Vertreter: **Schmitt-Nilson Schraud Waibel Wohlfrom**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Destouchesstraße 68
80796 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 431 797 **JP-A- 1 318 860**
JP-A- 55 023 859 **JP-A- 61 064 526**
JP-A- 2003 254 661 **US-A- 2 585 908**
US-A- 5 103 650

- **GEBHARDT D ET AL: "ENTWICKLUNG EINER TRANSKRITISCHEN ZWEISTUFIGEN SUPERMARKTKAELTEANLAGE FUER TIEF- UND NORMALKUEHLUNG (2)//DEVELOPMENT OF A SUPERMARKET TRANSCRITICAL MULTISTAGE REFRIGERATING PLANT FOR CHILLING AND FREEZING" KAELTE UND KLIMATECHNIK, GENTNER, STUTTGART, DE, Bd. 56, 1. Oktober 2003 (2003-10-01), Seiten 54-65, XP008028730 ISSN: 0343-2246**
- **SCHIESARO P ET AL: "DEVELOPMENT OF A TWO STAGE CO2 SUPERMARKET SYSTEM" IIR CONFERENCE. NEW TECHNOLOGIES IN COMMERCIAL REFRIGERATION, XX, XX, 22. Juli 2002 (2002-07-22), Seiten 1-10, XP001169091**

EP 1 895 246 B3

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 Entspannungs Vorrichtung, einen Verdampfer und eine einstufig verdichtende Verdichtereinheit. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes.

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

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.

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 Ausführungsbeispiels näher erläutert.

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.

Das flüssige Kältemittel aus dem Verflüssiger A wird über Leitung B einem (Kältemittel)Sammel 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.

[0002] 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.

[0003] Das in den Kälteverbrauchern F und F' des Normalkühlkreislaufes verdampfte Kältemittel wird anschließend über die Saugleitung G der Verdichtereinheit H zu-

geführt 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.

[0004] Das in der Verdichtereinheit H verdichtete Kältemittel wird anschließend über die Druckleitung I wiederum dem bereits erwähnten Verflüssiger A zugeführt.

[0005] 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.

[0006] 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 Entspannungs Vorrichtung 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.

[0007] Als Kältemittel des Normalkühlkreislaufes wird beispielsweise R 404A verwendet, während für den Tiefkühlkreislauf Kohlendioxid zur Anwendung kommt.

[0008] 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.

[0009] Derzeit wird dazu übergegangen, auch den vorbeschriebenen Normalkühlkreislauf mit dem Kältemittel CO₂ zu betreiben.

[0010] Der sinnvolle Einsatz des natürlichen Kältemittels CO₂ in der Gewerbekälte scheidet bisher zum einen an der unzureichenden energetischen Effizienz des einfachen, einstufigen Kreisprozesses bei hohen (Außen)Lufttemperaturen. Zum anderen sind aufgrund der Stoffeigenschaften von CO₂ 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 CO₂ 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.

[0011] 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.

[0012] Ein weiteres Problem besteht insbesondere bei der Verwendung von CO₂ als Kältemittel darin, dass bei entsprechend hohen Außentemperaturen ein überkritischer Betrieb des Kältekreislaufes erforderlich wird. Hohe Außenlufttemperaturen haben zur Folge, dass am Verdampfeintritt 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.

[0013] Aus der EP 0 431 797 A2 ist ein Kühlsystem bekannt, das einen Kondensator zum Abgeben von Wärme in die Umgebung, einen Kältemittelbehälter, der Kältemittel empfängt und eine Mischung des gasphasigen und flüssigphasigen Kältemittels erlaubt, wobei sich das flüssigphasige Kältemittel in dem unteren Bereich des Behälters sammelt, eine Einrichtung, um Kältemittel von der Auslassseite des Kondensators an den Behälter zu liefern, wenigstens einen ersten Verdichter, der das Kältemittel durch den Kondensator leitet, wenigstens einen Verdampfer, der in einer Niedrigtemperaturumgebung arbeitet, wenigstens einen zweiten Verdichter, der Kältemittel durch den Niedrigtemperaturverdampfes ansaugt, und eine Wärmeaustauschleitung in dem unteren Bereich des Behälters aufweist, die normalerweise in flüssigem Kältemittel eingetaucht ist, wobei der Auslass des zweiten Verdichters an das Einlassende der Wärmetauscherleitung angeschlossen ist.

[0014] Aus der JP 61 064526 ist eine Kühleinrichtung für ein Kraftfahrzeug bekannt. Das Kältemittel wird in den inneren Teil einer ersten Verdichtungskammer eingesaugt, die der neunte Zylinder eines Verdichters ist, der aus zehn Zylindern besteht, und zwar von einer Saugöffnung zum Kühlen, und das Kältemittel wird in eine Kammer mit einer schrägen Platte von einer Einlassöffnung eingesaugt, mit einem höheren Druck als das Kältemittel, das in den inneren Teil des zweiten Verdichters eingesaugt wird, der ein erster Zylinder ist, von einer Ansaugöffnung zum Kältemittelfluss in die inneren Teile des ersten und des zweiten Verdichters durch die Unterschiede in dem Druck, wenn ein Kolben ein Verbindungsloch erreicht. Als ein Ergebnis wird der Druck für das Kältemittel innerhalb der beiden Verdichter angehoben, bevor es durch einen Verdichter verdichtet wird, und die gleiche Menge von Kältemittelabsaugung kann durch einen kompakteren Verdichter erhalten werden.

[0015] Aus der US-A-5,103,650 ist ein Kältesystem mit einer Vielzahl von Verdampfern bekannt. Bei diesem System sind drei Paare von Entspannungsventilen und

Verdampfern hintereinander geschaltet, und es sind drei ebenfalls hintereinander geschaltete Verdichter vorgesehen.

[0016] Aus SCHIESARO P ET AL: "Development Of A Two Stage CO₂ Supermarket System", IIR Conference. New Technologies in Commercial Refrigeration, XX, XX, 22. Juli 2002 (2002-07-22), Seiten 1-10, XP001169091 ist ein Kältekreislauf bekannt, der einen zweistufigen Verdichter auf der Hochdruckseite, einen internen Wärmetauscher zwischen dem Gas, das bei geringem Druck durch den Hochdruckverdichter abgezogen wird und dem aus dem Gaskühler ausgestoßenen Gas, und einen Sammelbehälter aufweist, der Kohlendioxid im flüssigen/gasförmigen Zustand aufweist. Von dem Sammelbehälter pumpt eine Pumpe das flüssige CO₂ an den Normalkühl-Kälteverbraucher, von wo es zum den Sammelbehälter zurückfließt. Zusätzlich gelangt das flüssige CO₂ von dem Sammelbehälter über ein thermostatisches Ventil zu dem Direktexpansions-Verdampfer eines Tiefkühlkälteverbrauchers, und nach Verdampfung darin wird das CO₂ durch einen Niederdruckverdichter abgezogen, verdampft und wieder im gasförmigen Zustand in den Sammelbehälter abgegeben, in dem das Gas entthitzt und dann durch den auf gleichem Druckniveau liegenden, zweistufigen Hochdruckverdichter abgezogen wird, ohne dass in der vom Sammelbehälter zum zweistufigen Hochdruckverdichter führenden Leitung ein Ventil angeordnet ist.

[0017] Die JP 1 318860 A zeigt einen Kältekreislauf mit einem Verdichter, der einen Normalkühlverdichterabschnitt 4 und einen Tiefkühlverdichterabschnitt 3 aufweist, mit einem Sammelbehälter 8, mit einem Normalkühlverdampfer 12 und einem Tiefkühlverdampfer 10. Flüssiges Kältemittel wird von der Unterseite des Sammelbehälter 8 über eine Leitung 8a an den Normalkühlverdampfer 12 und über eine separate Leitung, in der ein Druckverminderer 9 angeordnet ist, an einen Tiefkühlverdampfer 10 zugeführt. Von dem Tiefkühlverdampfer 10 gelangt das dort verdampfte Kältemittel dann zu dem Tiefkühlverdichterabschnitt 3, und das in dem Normalkühlverdampfer 12 verdampfte Kältemittel gelangt in den Normalkühlverdichterabschnitt 4. Gasförmiges Kältemittel gelangt von dem oberen Bereich des Sammelbehälters 8 zu dem auf gleichem Druckniveau liegenden Normalkühlverdichterabschnitt 4, ohne dass in dieser Leitung ein Ventil vorgesehen ist.

[0018] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen gattungsgemässen Kältekreislauf sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes anzugeben, der bzw. das die genannten Nachteile vermeidet.

[0019] Diese Aufgabe durch den Kältekreislauf gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufs gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0020] In dem Kältekreislauf ist zwischen dem Verflüssiger und dem Sammelbehälter eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung angeordnet.

[0021] Verfahrensseitig erfolgt in der zwischen dem Verflüssiger und dem Sammelbehälter angeordneten

Zwischen-Entspannungsvorrichtung eine Entspannung des Kältemittels auf einen (Zwischen)Druck von 5 bis 40 bar.

[0022] Der erfindungsgemäße Kältekreislauf, das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes sowie weitere Ausgestaltungen desselben seien nachfolgend anhand der in den Figuren 2 bis 4 gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0023] Hierbei zeigt die Figur 2 seine 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 CO₂ zur Anwendung kommen kann.

[0024] 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 nunmehr auf eine niedrigere Drucklage ausgelegt sein müssen.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist der Sammelbehälter 3, vorzugsweise dessen Gasraum, mit dem Eingang der Verdichtereinheit 6 verbunden bzw. verbindbar.

[0029] 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.

[0030] Über das in der Leitung 12 vorgesehene Entspannungsventil e und das in der Leitung 17 vorgesehene Entspannungsventil h oder das in der Leitung 18 vor-

gesehene 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.

[0031] Über die Saugleitung 4 wird Kältemittel aus dem Sammler 3 abgezogen und den Kältemittelverbrauchern 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.

[0032] 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.

[0033] Die Erfindung weiterbildend wird vorgeschlagen, dass -wie in der Figur 2 dargestellt- dem Sammelbehälter 3 ein Wärmeübertrager E1 vorgeschaltet sein kann.

[0034] Hierbei ist der Wärmeübertrager E1 vorzugsweise eingangsseitig mit dem Ausgang des Verflüssigers 1 verbunden oder verbindbar.

[0035] Wie in der Figur 2 dargestellt, kann nunmehr über Leitung 13, in der ein Entspannungsventil f vorgesehen ist, ein Teilstrom des verflüssigten bzw. enthitzten Kältemittels aus dem Verflüssiger bzw. Gaskühler 1 bzw. der Leitung 2 abgezogen und in dem Wärmeübertrager E1 gegen das zu enthaltende, 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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

[0039] Hierbei erfolgt die Unterkühlung - entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung - im Wärmetausch mit dem aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung abgezogenen Flashgas.

[0040] 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

[0041] 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.

[0042] 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. Enspritzventile b, c und d, die den Verdampfern E2, E3 und E4 vorgeschaltet sind.

[0043] 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/Un-

terkühler 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.

[0044] 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 lediglich ein Ausschnitt des in der Figur 2 und 3 dargestellten erfindungsgemäßen Kältekreislaufes dargestellt

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] Nach Durchgang durch den Wärmetauscher/Überhitzer E6 wird der Flashgasstrom über Leitung 16' dem Eingang des Verdichters 6' der Verdichtereinheit 6 zugeführt.

[0049] 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, 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 Verdichtereinheit (6), wobei eine weitere Verdichtereinheit (10) sowie wenigstens ein Tiefkühlverbraucher (E4) mit einem vorgeschalteten Entspannungsventil (d) vorgesehen sind, wobei im Betrieb über eine Saugleitung (4) Kältemittel aus dem Sammelbehälter (3) abgezogen, in der Entspannungsvorrichtung (b, c) entspannt und den Verdampfern (E2, E3) zugeführt und nach Verdampfung in den Verdampfern (E2, E3) über eine Saugleitung (5) der Verdichtereinheit (6) zugeführt wird sowie ein

- Kältemittelteilstrom aus dem Sammelbehälter (3) über die Saugleitung (4) und eine davon abzweigende Leitung (8) dem wenigstens einen Tiefkühlverbraucher (E4) zugeführt und nach der darin erfolgten Verdampfung der weiteren Verdichtereinheit (10) zugeführt wird, wobei der Kältekreislauf einen überkritischen Betrieb ermöglicht, wobei die weitere Verdichtereinheit (10) im Betrieb den Kältemittelteilstrom auf den Eingangsdruck der Verdichtereinheit (6) verdichtet und über eine Saugleitung (11), die vor der Verdichtereinheit (6) in die Saugleitung (5) mündet, der Eingangsseite der Verdichtereinheit (6) zuführt, und 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.
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 (1) verbunden oder verbindbar ist.
 4. Kältekreislauf nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Wärmeübertrager (E1) ausgangsseitig mit dem Eingang eines Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.
 5. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.
 6. 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.
 7. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Druckleitung (7) mit dem Sammelbehälter (3), vorzugsweise mit dessen Gasraum, oder mit der den Verflüssiger/Gaskühler (1) und den Sammelbehälter (3) verbindenden Leitung (2, 2', 2'') verbunden oder verbindbar ist.
 8. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen dem Sammelbehälter (3) und der einem Verdampfer vorgeschalteten Entspannungsrichtung (c, b, d) ein Wärmetauscher/Unterkühler (E5) angeordnet ist.
 9. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Wärmetauscher/Unterkühler (E5) eingangsseitig mit dem Gasraum des Sammelbehälters (3) verbunden oder verbindbar ist.
 10. Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend die folgenden Schritte:
 - Entspannen des Kältemittels in der zwischen dem Verflüssiger/Gaskühler (1) und dem Sammelbehälter (3) angeordneten Zwischen-Entspannungsrichtung (a) auf einen Zwischen-Druck von 5 bis 40 bar,
 - Abziehen von Kältemittel aus dem Sammelbehälter (3) und Zuführen desselben zu den Verdampfern (E2, E3) über eine Saugleitung (4),
 - Entspannen des Kältemittels in den Verdampfern (E2, E3) vorgeschalteten Entspannungsventilen (b, c),
 - Verdampfen des Kältemittels in den Verdampfern (E2, E3) und Zuführen des verdampften Kältemittels zu der Verdichtereinheit (6) über eine Saugleitung (5),
 - Zuführen eines Kältemittelteilstroms aus dem Sammelbehälter (3) zu dem wenigstens einen Tiefkühlverbraucher (E4) über die Saugleitung (4) und eine davon abzweigende Leitung (8),
 - Verdampfen des Kältemittelteilstroms in dem wenigstens einen Tiefkühlverbraucher (E4),
 - Zuführen des verdampften Kältemittelteilstroms zu der weiteren Verdichtereinheit (10), wobei ein überkritischer Betrieb ermöglicht wird, wobei die weitere Verdichtereinheit (10) den Kältemittelteilstrom auf den Eingangsdruck der Verdichtereinheit (6) verdichtet und über eine Saugleitung (11), die vor der Verdichtereinheit (6) in die Saugleitung (5) mündet, der Eingangsseite der Verdichtereinheit (6) zuführt, und wobei der Zwischendruck mittels eines in der Verbindungsleitung (11, 12) zwischen dem Gasraum des Sammelbehälters (3) und dem Eingang der Verdichtereinheit (6) vorgesehenen Entspannungsventils (e) auf einen konstanten Wert geregelt wird.
 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Kältemittel (2) vor seiner Zwischen-Entspannung (a) abgekühlt wird
 12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Abkühlung (E1) des Kältemittels (2) gegen einen Teilstrom des Kältemittels (13) erfolgt.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene Kältemittel (4) unterkühlt wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Unterküh-

lung (E5) des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Kältemittels (4) gegen das aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene Flashgas (12) erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei zumindest ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Flashgases (12) zumindest zeitweilig gegen das verdichtete Kältemittel (7) überhitzt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, 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. A refrigeration circuit, comprising, in the flow direction, a liquefier/gas cooler (1), an intermediate expansion device (a), a collecting container (3), an expansion device (b, c) upstream of an evaporator (E2, E3), an evaporator (E2, E3) and a compressor unit (6), wherein an additional compressor unit (10) and at least one deep-freezing consumer (E4) with an upstream expansion valve (d) are provided, wherein, during operation, refrigerant is drawn via a suction line (4) from the collecting container (3), expanded in the expansion device (b, c) and supplied to the evaporators (E2, E3), and, after evaporation in the evaporators (E2, E3), supplied via a suction line (5) to the compressor unit (6), and a partial refrigerant flow from the collecting container (3) is supplied via the suction line (4) and a line (8) branching off therefrom to the at least one deep-freezing consumer (E4), and, after the evaporation that has occurred therein, it is supplied to the additional compressor unit (10), wherein the refrigeration circuit enables a supercritical operation, wherein, during operation, the additional compressor unit (10) compresses the partial refrigerant flow to the inlet pressure of the compressor unit (6) and supplies it, via a suction line (11) leading in front of the compressor unit (6) into the suction line (5), to the inlet side of the compressor unit (6), and wherein the gas space of the collecting container (3) is connected or can be connected to the inlet of the compressor unit (6), and wherein, in the connecting line (11, 12), between the gas space of the collecting container (3) and the inlet of the compressor unit (6), an expansion valve (e) is provided.
2. The refrigeration circuit according to Claim 1, wherein a heat exchanger (E1) is located upstream of the collecting container (3).
3. The refrigeration circuit according to Claim 2, where-

in the heat exchanger (E1) is connected or can be connected on the inlet side to the outlet of the liquefier (1).

4. The refrigeration circuit according to Claim 2 or 3, wherein the heat exchanger (E1) is connected or can be connected on the outlet side to the inlet of a compressor (6') of the compressor unit (6).
5. The refrigeration circuit according to any one of the preceding claims, wherein the gas space of the collecting container (3) is connected or can be connected to the inlet of the compressor unit (6).
6. The refrigeration circuit according to any one of the preceding claims, wherein the gas space of the collecting container (3) is connected or can be connected to the inlet of a compressor (6') of the compressor unit (6).
7. The refrigeration circuit according to any one of the preceding claims, wherein the pressure line (7) is connected or can be connected to the collecting container (3), preferably to the gas space thereof, or to the line (2, 2', 2'') connecting the liquefier/gas cooler (1) and the collecting container (3).
8. The refrigeration circuit according to any one of the preceding claims, wherein, between the collecting container (3) and the expansion device (c, b, d) upstream of an evaporator, a heat exchanger/subcooler (E5) is arranged.
9. The refrigeration circuit according to any one of the preceding claims, wherein the heat exchanger/subcooler (E5) is connected or can be connected on the inlet side to the gas space of the collecting container (3).
10. Method for operating a refrigeration circuit according to any one of the preceding claims, comprising the following steps:
- expanding the refrigerant in the intermediate expansion device (a) arranged between the liquefier/gas cooler (1) and the collecting container (3) to an intermediate pressure of 5 to 40 bar, drawing refrigerant from the collecting container (3) and supplying same to the evaporators (E2, E3) via a suction line (4),
expanding the refrigerant in expansion valves (b, c) upstream of the evaporators (E2, E3), evaporating the refrigerant in the evaporators (E2, E3) and supplying the evaporated refrigerant to the compressor unit (6) via a suction line (5),
supplying a partial refrigerant flow from the collecting container (3) to the at least one deep-

freezing consumer (E4) via the suction line (4) and a line (8) branching off therefrom, evaporating the partial refrigerant flow in the at least one deep-freezing consumer (E4), supplying the evaporated partial refrigerant flow to the additional compressor unit (10), wherein a supercritical operation is enabled, wherein the additional compressor unit (10) compresses the partial refrigerant flow to the inlet pressure of the compressor unit (6) and supplies it, via a suction line (11) leading in front of the compressor unit (6) into the suction line (5), to the inlet side of the compressor unit (6), and wherein the intermediate pressure is regulated to a constant value by means of an expansion valve (e) provided in the connecting line (11, 12) between the gas space of the collecting container (3) and the inlet of the compressor unit (6).

11. The method according to Claim 10, wherein the refrigerant (2) is cooled before the intermediate expansion (a) thereof.
12. The method according to Claim 11, wherein the cooling (E1) of the refrigerant (2) occurs against a partial flow of the refrigerant (13).
13. The method according to any one of Claims 10 to 12, wherein the refrigerant (4) drawn from the collecting container (3) is subcooled.
14. The method according to Claim 13, wherein the subcooling (E5) of the refrigerant (4) drawn from the collecting container (3) occurs against the flash gas (12) drawn from the collecting container (3).
15. The method according to any one of Claims 10 to 14, wherein at least one partial flow of the flash gas (12) drawn from the collecting container (3) is superheated at least temporarily against the compressed refrigerant (7).
16. The method according to any one of Claims 10 to 15, wherein the intermediate pressure is regulated by means of at least one valve (e, h, j) to a constant value and/or to a constant difference with respect to the suction pressure.

Revendications

1. Circuit frigorifique, présentant, dans le sens d'écoulement, un condenseur/refroidisseur de gaz (1), un dispositif de détente intermédiaire (a), un récipient collecteur (3), un dispositif de détente (b, c) installé en amont d'un évaporateur (E2, E3), un évaporateur (E2, E3) et un groupe compresseur (6), un autre groupe compresseur (10) ainsi qu'au moins un con-

sommateur congélateur (E4) étant prévu avec une soupape de détente (d) installée en amont, un réfrigérant étant prélevé du récipient collecteur (3) lors du fonctionnement par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration (4), étant détendu dans le dispositif de détente (b, c) et étant amené aux évaporateurs (E2, E3) et puis, après l'évaporation dans les évaporateurs (E2, E3), étant amené au groupe compresseur (6) par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration (5) et un flux partiel de réfrigérant provenant du récipient collecteur (3) également étant amené à l'au moins un consommateur congélateur (E4) par l'intermédiaire du conduit d'aspiration (4) et d'un conduit (8) déviant de ce dernier et étant amené, après l'évaporation s'y déroulant, à l'autre groupe compresseur (10), le circuit frigorifique permettant un fonctionnement surcritique, l'autre groupe compresseur (10) compressant, lors du fonctionnement, le flux partiel de réfrigérant à la pression d'entrée du groupe compresseur (6) et l'amenant, par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration (11), qui débouche dans le conduit d'aspiration (5) avant le groupe compresseur (6), au côté d'entrée du groupe compresseur (6), et le compartiment à gaz du récipient collecteur (3) étant relié ou pouvant être relié à l'entrée du groupe compresseur (6), et une soupape de détente (e) étant prévue dans le conduit de liaison (11, 12) entre le compartiment à gaz du récipient collecteur (3) et l'entrée du groupe compresseur (6).

2. Circuit frigorifique selon la revendication 1, un échangeur de chaleur (E1) étant installé en amont du récipient collecteur (3).
3. Circuit frigorifique selon la revendication 2, l'échangeur de chaleur (E1) étant relié ou pouvant être relié côté entrée à la sortie du condenseur (1).
4. Circuit frigorifique selon la revendication 2 ou 3, l'échangeur de chaleur (E1) étant relié ou pouvant être relié côté sortie à l'entrée d'un compresseur (6') du groupe compresseur (6).
5. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, le compartiment à gaz du récipient collecteur (3) étant relié ou pouvant être relié à l'entrée du groupe compresseur (6).
6. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, le compartiment à gaz du récipient collecteur (3) étant relié ou pouvant être relié à l'entrée d'un compresseur (6') du groupe compresseur (6).
7. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, le conduit de pression (7) étant relié ou pouvant être relié au récipient collecteur (3), de préférence au compartiment à gaz de ce

dernier, ou au conduit (2, 2', 2'') reliant le condenseur/refroidisseur de gaz (1) et le récipient collecteur (3).

8. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, un échangeur de chaleur/sous-refroidisseur (E5) étant disposé entre le récipient collecteur (3) et le dispositif de détente (c, b, d) installé en amont d'un évaporateur.
9. Circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'échangeur de chaleur/sous-refroidisseur (E5) étant relié ou pouvant être relié côté entrée au compartiment à gaz du récipient collecteur (3).
10. Procédé servant à faire fonctionner un circuit frigorifique selon l'une quelconque des revendications précédentes, présentant les étapes suivantes consistant à :

détendre le réfrigérant dans le dispositif de détente intermédiaire (a) disposé entre le condenseur/refroidisseur de gaz (1) et le récipient collecteur (3) à une pression intermédiaire allant de 5 à 40 bar,

prélever le réfrigérant du récipient collecteur (3) et l'amener aux évaporateurs (E2, E3) par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration (4),
détendre le réfrigérant dans les soupapes de détente (b, c) installées en amont des évaporateurs (E2, E3),

évaporer le réfrigérant dans les évaporateurs (E2, E3) et amener le réfrigérant évaporé au groupe compresseur (6) par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration (5),

amener un flux partiel de réfrigérant provenant du récipient collecteur (3) à l'au moins un consommateur congélateur (E4) par l'intermédiaire du conduit d'aspiration (4) et d'un conduit (8) déviant de ce dernier,

évaporer le flux partiel de réfrigérant dans l'au moins un consommateur congélateur (E4),
amener le flux partiel de réfrigérant évaporé à l'autre groupe compresseur (10);

un fonctionnement supercritique devenant possible,

l'autre groupe compresseur (10) compressant le flux partiel de réfrigérant à la pression d'entrée du groupe compresseur (6) et l'amenant, par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration (11), qui débouche dans le conduit d'aspiration (5) avant le groupe compresseur (6); au côté d'entrée du groupe compresseur (6), et la pression intermédiaire étant régulée à une valeur constante au moyen d'une soupape de détente (e) prévue dans le conduit de liaison (11, 12) entre le compartiment à gaz du récipient collecteur (3) et l'en-

trée du groupe compresseur (6).

11. Procédé selon la revendication 10, le réfrigérant (2) étant refroidi avant sa détente intermédiaire (a).
12. Procédé selon la revendication 11, le refroidissement (E1) du réfrigérant (2) se déroulant contrairement à un flux partiel du réfrigérant (13).
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, le réfrigérant (4) prélevé du récipient collecteur (3) étant sous-refroidi.
14. Procédé selon la revendication 13, le sous-refroidissement (E5) du réfrigérant (4) prélevé du récipient collecteur (3) se déroulant contrairement au gaz de vaporisation éclair (12) prélevé du récipient collecteur (3).
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, au moins un flux partiel du gaz de vaporisation éclair (12) prélevé du récipient collecteur (3) étant surchauffé au moins de manière temporaire contrairement au réfrigérant (7) condensé.
16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, la pression intermédiaire étant régulée à une valeur constante au moyen au moins d'une soupape (e, h, j) et/ou à une différence constante par rapport à la pression d'aspiration.

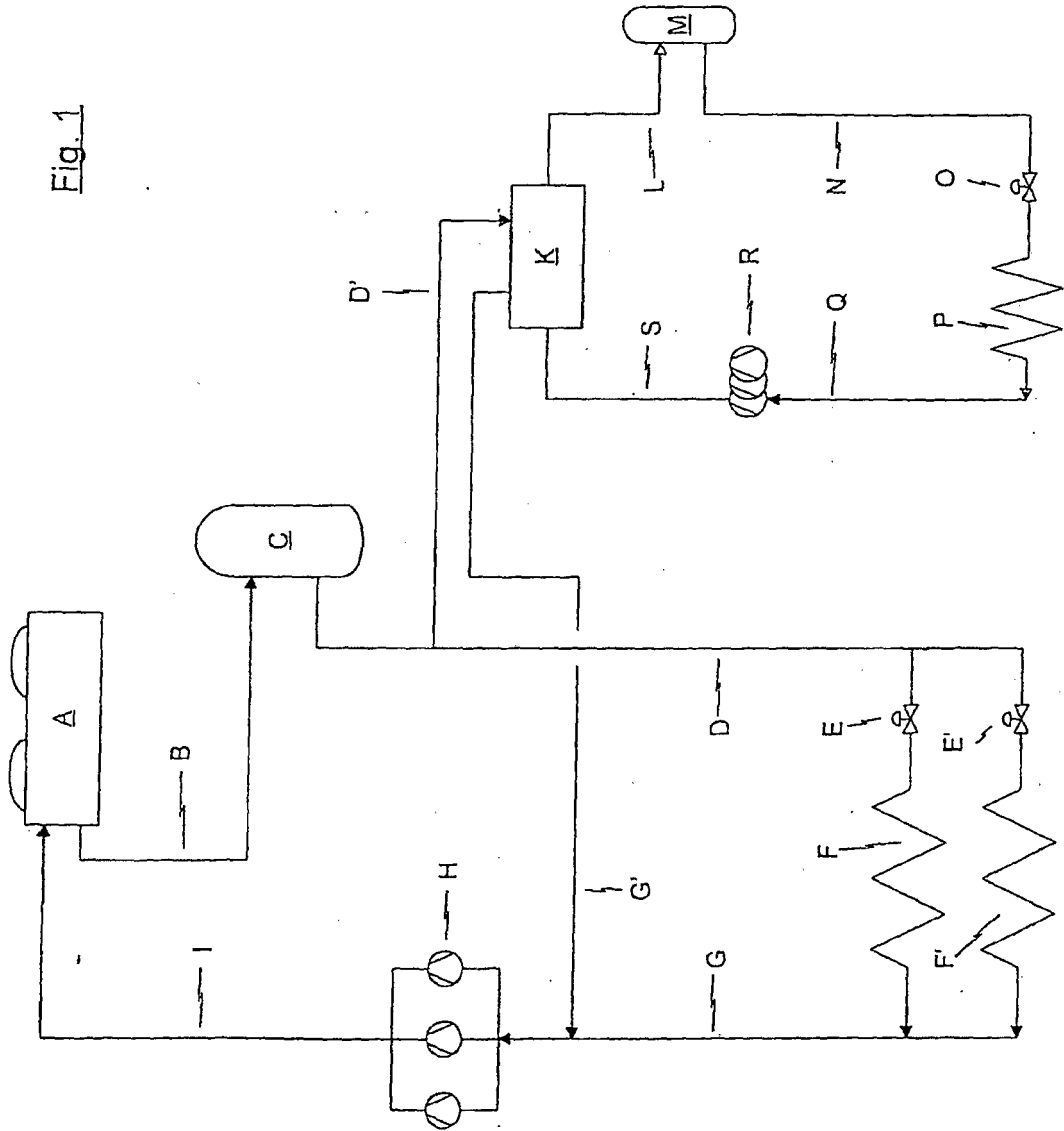


Fig. 2

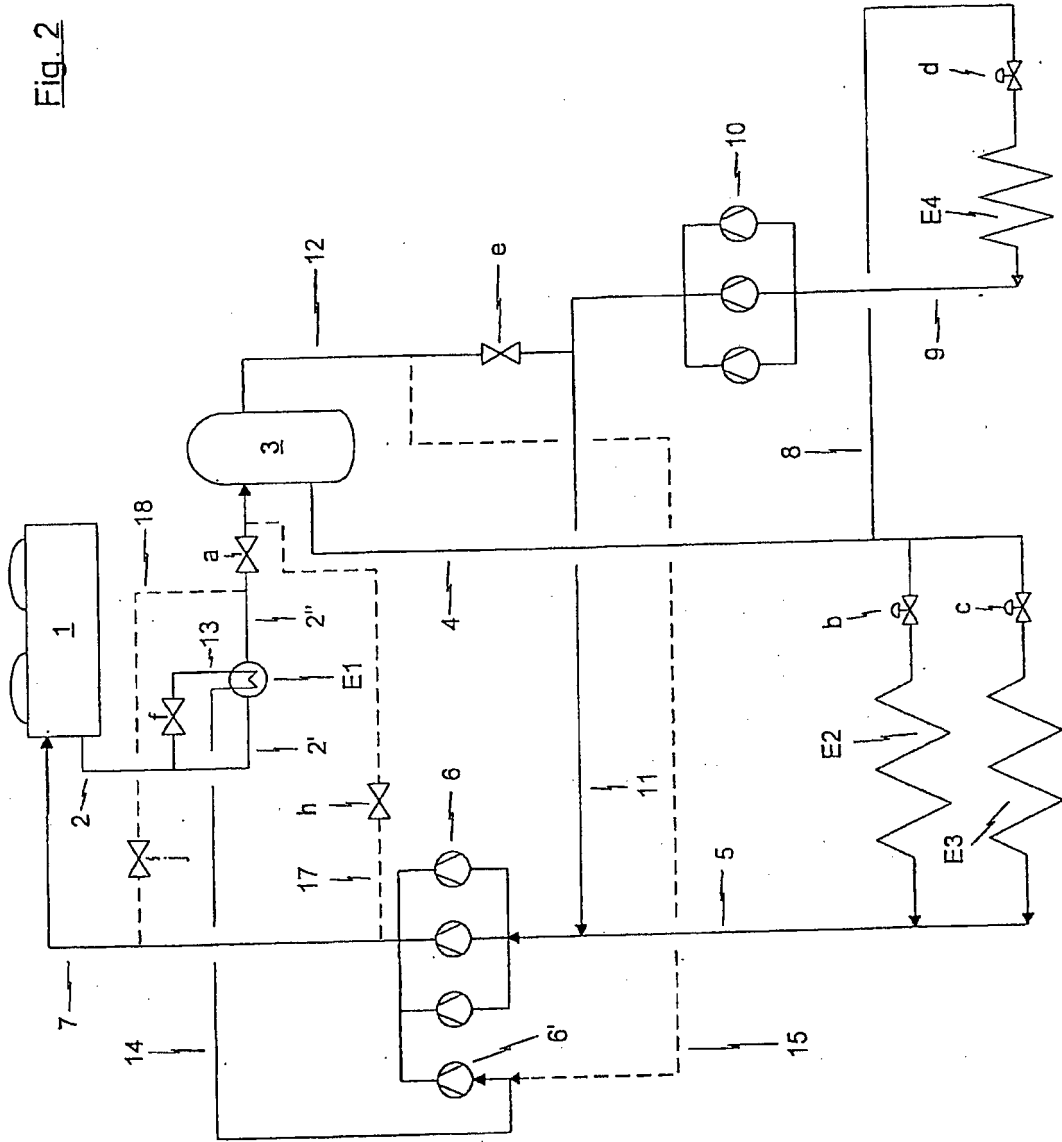


Fig. 3

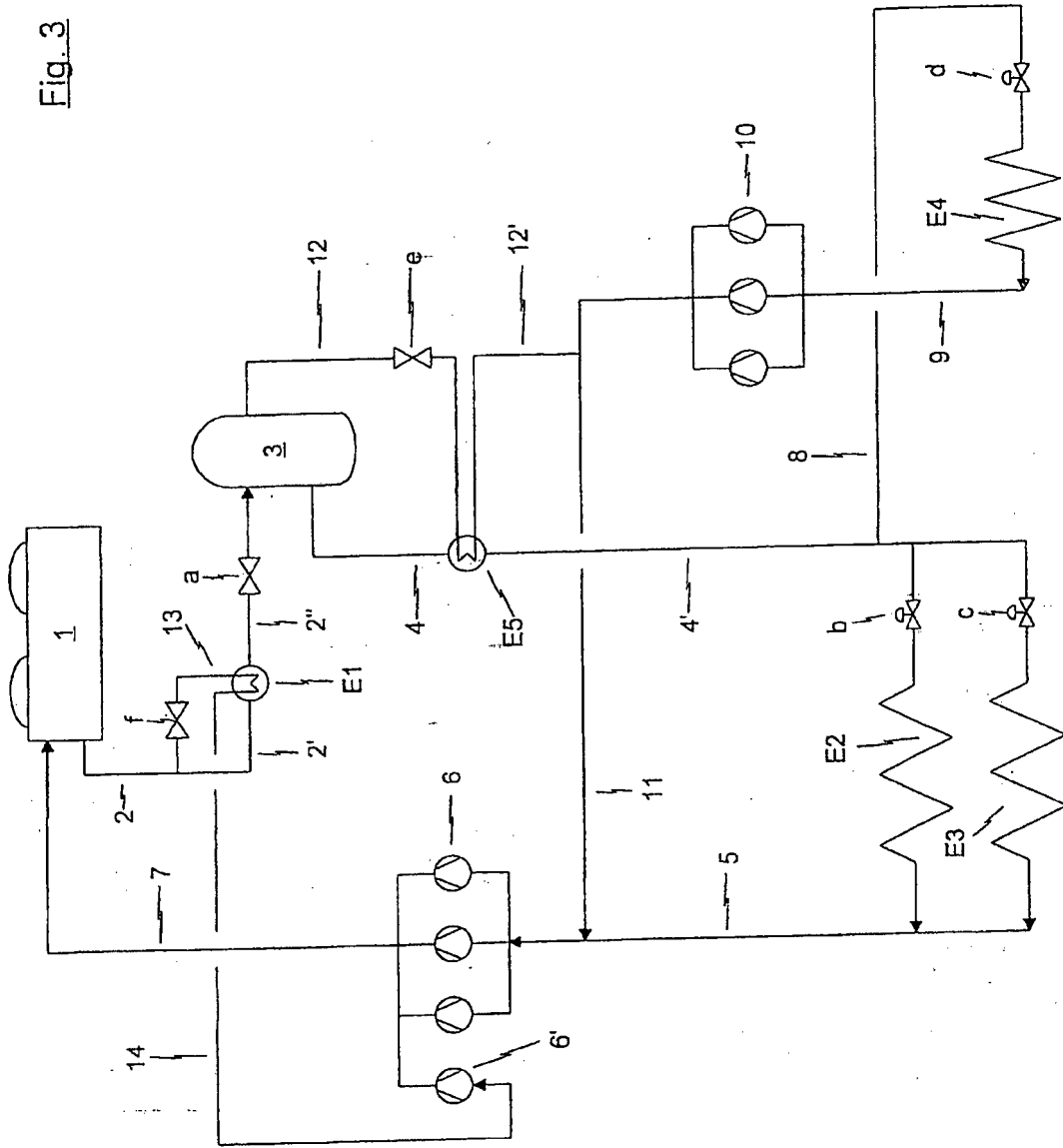
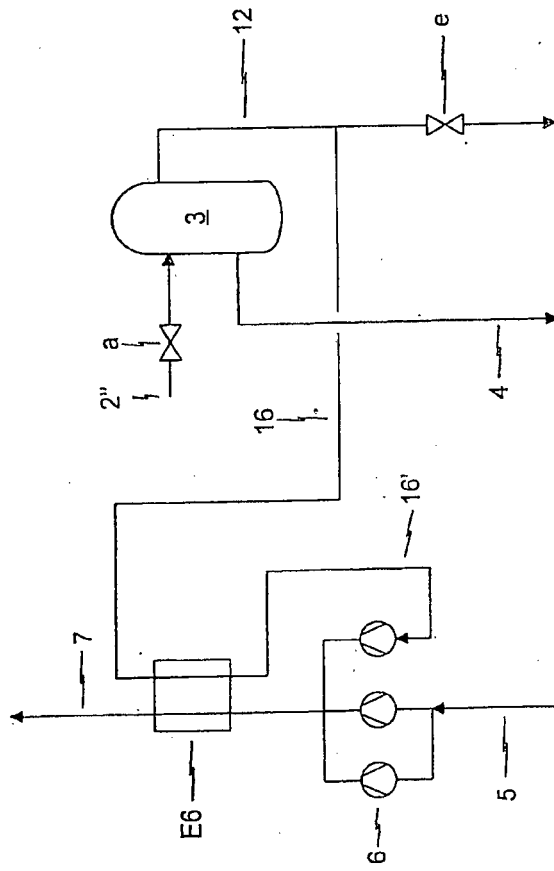


Fig. 4



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

- EP 0431797 A2 [0013]
- JP 61064526 A [0014]
- US 5103650 A [0015]
- JP 1318860 A [0017]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **SCHIESARO P et al.** Development Of A Two Stage CO2 Supermarket System. *IIR Conference. New Technologies in Commercial Refrigeration, XX, XX*, 22. Juli 2002, 1-10 [0016]