

(19)



(11)

**EP 3 569 953 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**30.03.2022 Patentblatt 2022/13**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F25B 39/02<sup>(2006.01)</sup> F25B 39/04<sup>(2006.01)</sup>**  
**F25B 9/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **19174389.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F25B 39/02; F25B 9/008; F25B 39/04;**  
**F25B 2339/04; F25B 2339/047**

(22) Anmeldetag: **14.05.2019**

**(54) KÄLTEKREISLAUFVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER KÄLTEKREISLAUFVORRICHTUNG MIT EINEM HYBRIDVERDAMPFER**

COOLANT CIRCUIT RUNNING DEVICE AND METHOD FOR OPERATING A COOLANT CIRCUIT RUNNING DEVICE WITH A HYBRID EVAPORATOR

DISPOSITIF DE CIRCUIT RÉFRIGÉRANT ET PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF DE CIRCUIT RÉFRIGÉRANT DOTÉ D'UN ÉVAPORATEUR HYBRIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **15.05.2018 DE 102018111542**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.11.2019 Patentblatt 2019/47**

(73) Patentinhaber: **Meyer, Friedhelm**  
**35099 Burgwald (DE)**

(72) Erfinder: **Meyer, Friedhelm**  
**35099 Burgwald (DE)**

(74) Vertreter: **Rings, Rolf**  
**Klingseisen, Rings & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Postfach 10 15 61**  
**80089 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 408 626 DE-A1-102004 004 027**  
**DE-A1-102005 056 651 DE-A1-102008 062 486**  
**JP-A- S6 048 496 US-A- 3 545 063**

**EP 3 569 953 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kältekreislaufvorrichtung mit einem von Kältemittel durchströmten Kältekreis mit mindestens einem Verdampfer, einem Verflüssiger, einem Expansionsmittel sowie mindestens einem Verdampfer. Die Erfindung betrifft insbesondere solch eine Kältekreislaufvorrichtung, bei welcher der so gebildete Kältekreislauf mit einem Kühlmittelkreislauf thermisch gekoppelt ist. Die Erfindung bezieht sich noch genauer auf einen CO<sub>2</sub>-betriebenen Kältekreislauf und eine entsprechende Kältekreislaufvorrichtung, wobei die Erfindung insbesondere die Ausgestaltung und den Betrieb des Verdampfers als ein sogenannter Hybridverdampfer betrifft. Die Erfindung bezieht sich ebenso auf ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Kältekreislaufvorrichtung mit einem CO<sub>2</sub>-basierten Kältemittel und einem glykolbasierten Kühlmittel in einem damit gekoppelten Kühlmittelkreislauf.

**[0002]** Bei den im Stand der Technik bekannten derartigen Kältekreislaufvorrichtungen und entsprechenden Betriebsverfahren für Kältekreislaufvorrichtungen mit CO<sub>2</sub>-Kältemittel besteht ein Problem dahingehend, dass nur vergleichsweise geringe Wirkungsgrade erzielt werden können. Ferner weisen die im Stand der Technik bekannten derartigen Vorrichtungen den Nachteil auf, dass es zu unerwünschten Flüssigkeitsschlägen in einem Verdichter des Kältekreislaufs durch das nicht vollständig verdampfte Kältemittel kommen kann. Die bisher bekannten derartigen Kältekreislaufvorrichtungen hatten außerdem den Nachteil, dass ein ungleichmäßiges Betriebsverhalten gegeben war. Die Temperaturbereiche und die Betriebsbereiche derartiger Kältekreislaufvorrichtungen waren zudem bisher vergleichsweise beschränkt.

**[0003]** Das Dokument DE3408626 offenbart eine Kältekreislaufvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0004]** Demgegenüber ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kältekreislaufvorrichtung mit einem CO<sub>2</sub>-basierten Kältemittel und mindestens einem Verdampfer sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Kältekreislaufvorrichtung vorzuschlagen, bei welchen eine höhere Effizienz erzielt wird bei einem gleichmäßigeren Betriebsverhalten und einer größeren Betriebssicherheit über eine langfristige Betriebsdauer.

**[0005]** Diese Aufgabe wird mit einer Kältekreislaufvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie mit einem Verfahren mit den Schritten nach Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird eine Kältekreislaufvorrichtung mit einem von Kältemittel durchströmten Kältekreis K aus mindestens einem Verdichter, einem Kondensator, einem Expansionsmittel und mindestens einem Verdampfer vorgesehen sowie einem thermisch mit dem Kältekreis K gekoppelten Kühlmittelkreislauf aus ei-

nem wasserbasierten Kühlmittel, beispielsweise Glykol, oder einem Kühlmittelgemisch, wobei der Verdampfer und/oder der Kondensator mit mindestens einem Kältemittelkanal und mindestens einem parallel dazu verlaufenden Kühlmittelkanal versehen ist, wobei der Verdampfer und/oder Kondensator ein gekoppeltes Rohr-in-Rohr-System sind/ist mit einem Innenrohr und einem dieses außen umgebenden Außenrohr, wobei zwischen Innenrohr und Außenrohr ein enger Ringspalt gebildet ist.

**[0007]** Ein enger Ringspalt zwischen dem Innenrohr und Außenrohr im Sinne der Erfindung ist ein solcher Ringspalt, der im Verhältnis zu den Durchmessern des Außenrohrs und des Innenrohrs eine geringe Abmessung aufweist, beispielsweise in der Größenordnung von weniger als 10 % des Durchmessers des Innenrohrs. Gemäß der Erfindung ist der enge Ringspalt in seiner Abmessung auf das spezifische Volumen des Kältemittels angepasst, welches vorzugsweise ein CO<sub>2</sub>-basiertes Kältemittel ist. Dies bedeutet, dass das spezifische Volumen und die Größe des Ringspalts aufeinander abgestimmt sind, so dass die Leistung des Verdampfers bzw. Kondensators optimiert ist und gewährleistet werden kann. Mit der Erfindung wird somit ein als Doppelrohr gebildeter Verdampfer und/oder Kondensator bereitgestellt, in welchem ein Kältemittelkanal in Form eines engen Ringspalts zwischen einem Außenrohr und einem Innenrohr vorhanden ist, während in dem Innenrohr ein wasserbasiertes Kühlmittel oder ähnliches vorhanden ist. Dieses kann strömend oder stehend in dem Innenrohr vorhanden sein. Die Anordnung des CO<sub>2</sub>-Kältemittels in dem Ringspalt zwischen Außenrohr und Innenrohr kann auch umgekehrt werden, nämlich in dem Sinne, dass der Verdampfer oder der Kondensator zumindest bereichsweise einen Wechsel zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr vorsieht, wie es weiter unten beschrieben werden wird.

**[0008]** Die Vorteile eines so gebildeten Hybridverdampfers für eine Kältekreislaufvorrichtung haben sich insbesondere bei Kältekreislaufvorrichtungen auf Basis eines CO<sub>2</sub> als Kältemittel gezeigt: Mit kleineren Temperaturdifferenzen werden ein stabilerer Betrieb und eine höhere Effizienz erreicht. Durch den so vorgesehenen Verdampfer mit einem Innenrohr für das Kühlmittel (z. B. Glykol) und einem außen von dem Innenrohr vorgesehenen vorbeiströmenden Kältemittel haben sich überraschenderweise auch bessere Betriebsbedingungen eingestellt. Insbesondere lassen sich so die schädlichen Flüssigkeitsschläge am Verdichter vermeiden, wenn, wie häufig im Stand der Technik, noch nicht verdampftes Kältemittel in dem Verdichter komprimiert wird und so zu Schäden an dem Verdichter oder gar zu einer Zerstörung des Verdichters führen kann. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Kältekreislaufvorrichtung wurde überraschenderweise trotz der geringeren Temperaturdifferenzen eine relativ hohe Effizienz in der Leistungsfähigkeit erzielt. Überraschenderweise wurde trotz der geringen Temperaturdifferenzen zwischen dem innen-

liegenden Kühlmittel und dem außen vorbeiströmenden Kältemittel ein hoher Wirkungsgrad erreicht. Die größere Wärmeübertragungsfläche aufgrund des innenliegenden Kühlmittels in dem Innenrohr des Hybridverdampfers führt bei solch einem Rohr-in-Rohr-System zu dem Ergebnis, dass mit CO<sub>2</sub> betriebene Kältekreislaufvorrichtungen sehr stabil und ruhig betrieben werden können ohne die sonst vorhandenen Turbulenzen in dem CO<sub>2</sub>-Kältemittelkreis.

**[0009]** Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung ist in dem Innenrohr des Verdampfers ein vorzugsweise stehendes Kühlmittel, beispielsweise ein glykolbasiertes Kühlmittel, vorhanden und strömt in dem Ringspalt ein CO<sub>2</sub>-Kältemittel. Das Kühlmittel in dem im Durchmesser vergleichsweise großen Innenrohr im Verhältnis zu dem Durchmesser des Außenrohrs gibt auch in nicht unerheblicher Menge selbst Wärme an das Kältemittel ab. Auf diese Weise ist nicht nur der Außenmantel des Außenrohrs für die Kälteerzeugungswirkung verwendbar, sondern auch die Mantelfläche des Innenrohrs, in welchem das Glykol als Kühlmittel eingefüllt oder strömen gelassen wird.

**[0010]** Gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt der Erfindung sind das Innenrohr und das Außenrohr des Verdampfers mit einem nahe beieinander liegenden Durchmesser Verhältnis von  $D_1/D_2$  von mindestens 4/5 vorgesehen.

**[0011]** Gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt der Erfindung ist das Außenrohr als ein Rohrmantel gebildet, welcher das Innenrohr des Verdampfers mindestens abschnittsweise umschließt. Der als Rohrmantel gebildete Bereich des Kältemittelkanals (Außenrohr) weist die entsprechenden Einlässe und Auslässe für ein Strömenlassen des Kältemittels in dem Kältekreislauf K auf. Der Verdampfer kann so als ein kompakter, rohrförmiger Verdampfer realisiert werden. Der konstruktive Aufwand zur Herstellung des Rohr-in-Rohr-Systems des erfindungsgemäßen Verdampfers ist vergleichsweise gering.

**[0012]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr des Verdampfers ein enger Ringspalt von weniger als 10 % des Durchmessers  $D_1$  des Innenrohrs vorgesehen. Durch den vergleichsweise engen Ringspalt, in welchem das Kältemittel des Kältekreislaufs strömt, wird eine optimale Geschwindigkeit des CO<sub>2</sub>-Kältemittels erreicht. Die Größe des Ringspalts ist auf das spezifische Volumen des als Kältemittel verwendeten CO<sub>2</sub> abgestimmt.

**[0013]** Gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt der Erfindung ist in dem Verdampfer der Kältekreislaufvorrichtung ein Ringspalt für Kältemittel des Kältekreislaufs K gebildet, welcher mindestens abschnittsweise mit Wärmebrücken zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr versehen ist. Mittels solcher Wärmebrücken, die beispielsweise in Form von einer Metallspirale verwirklicht sein können, wird eine noch bessere Wärmeübertragung an dem Verdampfer erreicht. Die Wärmeaufnahme wird erhöht, und ein höherer Wirkungsgrad kann somit mit

vergleichsweise geringem Aufwand erzielt werden. Alternativ können auch Wärmebrücken in Form von Stegen zwischen Rohrwänden vorgesehen sein.

**[0014]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine Kältekreislaufvorrichtung mit einem Verdampfer und/oder einem Kondensator mit einem Rohr-in-Rohr-System vorgesehen, wobei das Rohr-in-Rohr-System mit einem integrierten Wechsel zwischen Innenrohr und Außenrohr aufgebaut ist. Das Innenrohr und das Außenrohr sind somit mindestens einmal abwechselnd in einer einzigen Komponente der Kältekreislaufvorrichtung kombiniert. Vorzugsweise sind mehrere Wechsel zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr innerhalb des Verdampfers oder des Kondensators vorgesehen. Ein Wechsel zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr bedeutet, dass das Kältemittel und das Kühlmittel, welche in ihren entsprechenden Kanälen in dem Innenrohr und dem Außenrohr vorhanden sind, wechselweise außen oder innen sind. Durch solch ein wechselweises Tauschen von Innenrohr/Außenrohr in ein und dergleichen Komponente kann ein besseres Gleichgewicht in der Leistung und im Betrieb erreicht werden. Auf diese Weise wird der schlechtere Wärmeübergang von dem inneren Rohr zur Außenseite hin, welches quasi durch das äußere Rohr, das es umgibt, isoliert wird, ausgeglichen. Auch kann mit einem solchen spezifischen Wechsel der Innenseite/Außenseite und damit einem Umtausch von außenliegendem Kältemittel zu innenliegendem Kältemittel ein besonderer Betrieb der Kältekreislaufvorrichtung erreicht werden. Es ist auch denkbar, dass eine solche Kältekreislaufvorrichtung für einen Heizbetrieb im Winter, beispielsweise zum Abtauen, verwendet wird und in umgekehrter Schaltung für einen Kühlbetrieb im Sommer in einer Klimaanlage verwendet wird. Mit der erfindungsgemäßen Lösung eines wechselweisen Tausches von Innenrohr zu Außenrohr kann somit mit dem gleichen Kreislauf eine größere Variantenvielfalt an Betriebsweisen erzielt werden. Auch lässt sich so weiter die Effizienz des Verdampfers und/oder des Kondensators erhöhen.

**[0015]** Gemäß einem weiteren diesbezüglichen Aspekt der Erfindung ist der Ringspalt als ein Kältemittelkanal gebildet, welcher über die Längserstreckung des Verdampfers oder des Kondensators abwechselnd außen und innen liegt. Die konstruktive Ausgestaltung eines solchen Wechsels zwischen innen und außen liegendem Ringspalt kann mit dem Fachmann bekannten Mitteln realisiert werden. Das Innenrohr und das Außenrohr können beispielsweise über eine verjüngte Stelle und ein Leitungssystem realisiert werden. Die konstruktive Ausgestaltung des Tausches zwischen Innenrohr und Außenrohr kann auch durch den Verlauf der Kanäle, insbesondere des äußeren Ringspalts, realisiert werden.

**[0016]** Die Erfindung betrifft ebenso ein Verfahren nach Anspruch 9 zum Betrieb einer Kältekreislaufvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit mindestens einem Verdampfer für ein CO<sub>2</sub>-Kältemittel zur Wärmeaufnahme einer Kälteanlage oder dergleichen, wobei

das Verfahren gekennzeichnet ist durch einen Verdampfer, der als ein Hybridverdampfer in Form eines Rohr-in-Rohr-Systems mit einem innen strömenden oder stehenden Kühlmittel, insbesondere einem auf Glykol basierenden Kühlmittel, und einem davon außen vorbeiströmenden CO<sub>2</sub>-Kältemittel betrieben wird. Mit einem so durchgeführten Verfahren lässt sich ein CO<sub>2</sub>-basierter Kältekreislauf in stabilerer Art und Weise betreiben. Es entstehen keine unerwünschten Druckspitzen, und eine Flüssigkeitskomprimierung in dem Verdichter wird so ebenfalls effektiv vermieden. Nicht zuletzt lassen sich mit vergleichsweise geringen Temperaturdifferenzen in solch einem CO<sub>2</sub>-basierten Kältekreislauf dennoch hohe Wirkungsgrade erzielen.

**[0017]** Das Verfahren kann sowohl kontinuierlich als auch im Taktbetrieb umgesetzt werden. Mit dem so betriebenen Verfahren wird die Kältekreislaufvorrichtung zudem mit überraschend hohen Wirkungsgraden betrieben, die sich einstellen, obwohl sich das Kühlmittel in einem innenliegenden Innenrohr befindet und das Kältemittel außen in einem Ringspalt des Außenrohrs vorbeiströmt. Durch das Kühlmittel im Innenrohr ergibt sich eine dämpfende Wirkung im Taktbetrieb.

**[0018]** Weitere Vorteile, Merkmale und Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden mehr im Detail anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verdampfers für eine Kältekreislaufvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verdampfers für eine Kältekreislaufvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 3 eine schematische perspektivische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verdampfers oder Kondensators für eine Kältekreislaufvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 4 eine ausschnittsweise Längsschnittansicht des erfindungsgemäßen Verdampfers oder Kondensators gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel.

**[0019]** Die Fig. 1 zeigt in einer schematischen Perspektivansicht ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verdampfers für eine Kältekreislaufvorrichtung. Der Verdampfer 1 ist ein Verdampfer vom Typ Doppelrohr, d. h. mit einem gekoppelten Rohr-in-Rohr-System und einem Innenrohr 2 sowie einem Außenrohr 3. Der Verdampfer 1 wird mit einem Kühlmittelkreislauf aus einem wasserbasierten Kühlmittel oder Kühlmittelgemisch sowie mit einem Kältemittel betrieben, das ein CO<sub>2</sub>-basiertes Kältemittel ist. Der Verdampfer 1 weist für das CO<sub>2</sub>-Kältemittel einen Kältemittelkanal in einem Ringspalt 4 zwischen dem Innenrohr 2 und dem Außen-

rohr 3 auf. Das Kühlmittel wiederum strömt oder ist vorgesehen in dem Innenrohr 2. Das Verhältnis der Durchmesser  $D_1/D_2$  von dem Innenrohr ( $D_1$ ) zu dem Außenrohr ( $D_2$ ) ist so gewählt, dass ein vergleichsweise enger Ringspalt 4 in dem Doppelrohr des Verdampfers 1 gebildet wird. Der Ringspalt 4 ist bei diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, um das strömende CO<sub>2</sub> als ein Kältemittel zu enthalten. Mit den Pfeilen in Fig. 1 und in Fig. 2 sind der jeweilige Kältemittelstrom in dem Ringspalt 4 und der Kühlmittelstrom in dem Innenrohr 2 mit Pfeilen angedeutet.

**[0020]** Die Ströme von Kältemittel und Kühlmittel können auch in gegenläufiger Art und Weise vorgesehen werden. Durch den vergleichsweise engen Ringspalt 4 wird das in diesem Ausführungsbeispiel außen strömende Kältemittel durch einen auf das spezifische Volumen von CO<sub>2</sub> angepassten Ringspalt 4 geleitet. Das außen strömende Kältemittel in dem Ringspalt 4 umgibt quasi das innen vorhandene Kühlmittel in dem Innenrohr 2, das beispielsweise ein Glykol oder ein anderes wasserbasiertes Kühlmittel sein kann. Überraschenderweise hat sich mit dieser Form eines Verdampfers 1 eine hohe Effizienz in der Leistungsfähigkeit gezeigt. Eine damit betriebene Kältekreislaufvorrichtung ist durch einen stabilen und ruhigen Betrieb gekennzeichnet. Unerwünschte Stöße in der Kältekreislaufvorrichtung, insbesondere vor dem Verdichter, werden somit vermieden.

**[0021]** In der Fig. 2 ist in einer teilweisen perspektivischen schematischen Ansicht ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verdampfers 1 gezeigt. Im Unterschied zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel ist hier in dem Ringspalt 4 zwischen dem Innenrohr 2 und dem Außenrohr 3 ein zusätzliches Wärmeübertragungsmittel eingebaut, nämlich in Form von einer gewellten Wärmebrücke 5. Die Wärmebrücke 5 kann als ein gewelltes Blech zwischen das Außenrohr 3 und das Innenrohr 2 eingebracht werden. Auf diese Weise wird der Wärmeübergang weiter verbessert. Ansonsten entspricht dieses zweite Ausführungsbeispiel der Fig. 2 im Wesentlichen demjenigen der zuvor beschriebenen Fig. 1. Auch hier sind die Rohrdurchmesser  $D_1$  von dem Innenrohr 2 und der Rohrdurchmesser  $D_2$  von dem Außenrohr 3 derart vorgesehen, dass ein vergleichsweise enger Ringspalt 4 gebildet wird, in welchem vorzugsweise ein CO<sub>2</sub> als Kältemittel strömt. In dem Innenrohr 2 strömt ein Kühlmittel oder ist ein Kühlmittel eingeschlossen, welches nicht strömt. Der erfindungsgemäße Verdampfer 1, welcher alternativ auch als ein Kondensator ausgestaltet werden könnte, weist so eine konstruktiv einfache Gestalt in Form eines Doppelrohrs oder eines Rohr-in-Rohr-Systems auf. Mit einem einfachen Innenrohr 2 und einem dieses umgebenden Außenrohr 3 in einer vordefinierten Durchmesserabmessung kann so ein hocheffizienter Verdampfer oder Kondensator realisiert werden, der mit einem CO<sub>2</sub> als Kältemittel auf effiziente Weise betrieben werden kann.

**[0022]** Die Fig. 3 zeigt in einer perspektivischen schematischen Ansicht ein drittes Ausführungsbeispiel eines

erfindungsgemäßen Verdampfers 1 oder Kondensators. Die diesbezügliche Fig. 4 zeigt dieses Ausführungsbeispiel in einer teilweisen Längsschnittansicht zur Verdeutlichung des Prinzips eines Wechsels zwischen Innenrohr/Außenrohr gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei diesem Verdampfer 1 ist erfindungsgemäß ein Wechsel zwischen dem Innenrohr 2 und dem Außenrohr 3 vorgesehen. Wie dies in Fig. 3 und Fig. 4 schematisch angedeutet ist, wird der in dem äußeren Ringspalt 4 liegende Kältemittelkanal an einer Wechselstelle in das Innere des Verdampfers 1 umgeleitet, und der zuvor innenliegende Kühlmittelkanal in dem Innenrohr 2 wird nach außen geleitet. Mit solch einem periodischen Wechsel zwischen Innenrohr und Außenrohr kann ein Verdampfer 1 bereitgestellt werden, welcher ein verbessertes Gleichgewicht in der Betriebsweise aufweist. Wegen des schlechteren Wärmeübergangs des inneren Rohrs auf das äußere Rohr, wobei letzteres das Innenrohr quasi isoliert, kann so zumindest abschnittsweise ein Austausch zwischen Innenrohr und Außenrohr in dem Verdampfer 1 realisiert werden. Das Doppelrohr des Verdampfers 1 wechselt somit mindestens einmal, vorzugsweise jedoch mehrmals, zwischen dem innenliegenden und außenliegenden Ringspalt 2, in welchem vorzugsweise das CO<sub>2</sub> als ein Kältemittel strömt. Mit einem solchen Wechsel der innenliegenden und außenliegenden Kanäle des Doppelrohrs des Verdampfers 1 kann auch der Betrieb auf unterschiedliche Anwendungen angepasst werden. Der Heizbetrieb im Winter kann beispielsweise für ein Abtauen eines vereisten Verdampfers verwendet werden. Im Sommer hingegen kann ein solcher Verdampfer/Kondensator als ein Kühlelement für eine Klimaanlage dienen. Auch bei dieser dritten Ausführungsform der Erfindung ist der Ringspalt 4 als ein vergleichsweise enger Ringspalt im Verhältnis zu den Durchmessern D<sub>1</sub> und D<sub>2</sub> von dem Innenrohr und dem Außenrohr vorgesehen, wie es zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel erläutert wurde. Vorzugsweise ist die Größenordnung im Bereich von 10 % oder weniger von dem Durchmesser D<sub>1</sub> des Innenrohrs. Mit solch einem engen Ringspalt hat sich gezeigt, dass man eine besonders gute Abstimmung auf das spezifische Volumen des CO<sub>2</sub>-Kältemittels erreicht. Ein so konstruierter Verdampfer 1 hat daher Vorteile hinsichtlich der Effizienz, der Variabilität in dem Betrieb und der Anwendungsmöglichkeiten in einer Kältekreislaufvorrichtung.

### Patentansprüche

1. Kältekreislaufvorrichtung mit einem von Kältemittel durchströmten Kältekreis K aus mindestens einem Verdichter, einem Kondensator, einem Expansionsmittel und mindestens einem Verdampfer (1) sowie einem thermisch mit dem Kältekreis K gekoppelten Kühlmittelkreislauf aus einem wasserbasierten Kühlmittel oder Kühlmittelgemisch, wobei der Verdampfer (1) und/oder der Kondensator mit mindes-

tens einem Kältemittelkanal und mindestens einem parallel dazu verlaufenden Kühlmittelkanal versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kältemittel CO<sub>2</sub> ist, dass der Verdampfer (1) und/oder der Kondensator ein gekoppeltes Rohr-in-Rohr-System sind/ist mit einem Innenrohr (2) und einem dieses außen umgebenden Außenrohr (3), wobei zwischen Innenrohr (2) und Außenrohr (3) ein im Verhältnis zu den Durchmessern von Innenrohr (2) und Außenrohr (3) enger Ringspalt (4) gebildet ist, dass das spezifische Volumen des Kältemittels auf die Größe des Ringspalts (4) abgestimmt ist und dass zwischen Innenrohr (2) und Außenrohr (3) ein enger Ringspalt (4) von weniger als 10 % des Durchmessers D<sub>1</sub> des Innenrohrs (2) vorgesehen ist.

2. Kältekreislaufvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenrohr (2) ein vorzugsweise stehendes Kühlmittel, insbesondere ein glykolbasiertes Kühlmittel, enthält und dass das CO<sub>2</sub>-Kältemittel in dem Ringspalt (4) strömt.

3. Kältekreislaufvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenrohr (2) und das Außenrohr (3) mit einem nahe beieinander liegenden Durchmesser Verhältnis D<sub>1</sub>/D<sub>2</sub> von mindestens 4/5 vorgesehen sind.

4. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außenrohr (3) als ein Rohrmantel gebildet ist, welcher das Innenrohr (2) mindestens abschnittsweise umschließt.

5. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ringspalt (4) für Kältemittel des Kältekreises K im Verdampfer (1) gebildet ist, welcher mindestens abschnittsweise mit Wärmebrücken (5) zwischen Innenrohr (2) und Außenrohr (3) versehen ist.

6. Kältekreislaufvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr-in-Rohr-System des Verdampfers (1) und/oder des Kondensators mit einem integrierten Wechsel zwischen Innenrohr (2) und Außenrohr (3) aufgebaut ist.

7. Kältekreislaufvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringspalt (4) als ein Kältemittelkanal gebildet ist, welcher über die Längserstreckung des Verdampfers (1) oder Kondensators abwechselnd außen und innen liegt.

8. Verfahren zum Betrieb einer Kältekreislaufvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit mindestens einem Verdampfer (1) für ein CO<sub>2</sub>-Kältemittel zur Wärmeaufnahme einer Kältean-

lage oder dergleichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdampfer (1) als ein Hybridverdampfer in Form eines Rohr-in-Rohr-Systems mit einem innen strömenden oder stehenden Kühlmittel, insbesondere einem glykolbasierten Kühlmittel, und einem davon außen vorbei strömenden CO<sub>2</sub>-Kältemittel betrieben wird und dass zwischen Innenrohr (2) und Außenrohr (3) ein enger Ringspalt (4) von weniger als 10 % des Durchmessers D<sub>1</sub> des Innenrohrs (2) vorgesehen ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Kältemittel in einem als Ringspalt (4) geformten Bereich des Verdampfers (1) außen von einem in einem Innenrohr (2) eingefüllten Kühlmittel strömen gelassen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Kältekreislaufvorrichtung für einen Kühlbetrieb eines Kühlgerätes verwendet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei ein kontinuierlicher Betrieb des Verdampfers (1) bei variierender Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels erfolgt.

#### Claims

1. Refrigeration cycle device with a refrigeration circuit K, with refrigerant flowing through it, made of at least one compressor, a condenser, an expansion means and at least one evaporator (1) and a circuit for cooling a water-based coolant or coolant mixture thermally coupled with the refrigerant circuit K, whereby the evaporator (1) and/or the condenser is provided with at least one refrigerant channel and at least one coolant channel running parallel to it, **characterised in that** the refrigerant is CO<sub>2</sub>, that the evaporator (1) and/or the condenser are/is a coupled pipe-in-pipe system with an inner pipe (2) and an outer pipe (3) surrounding it outside, whereby a narrow circular gap (4) is formed between the inner pipe (2) and the outer pipe (3) in relation to the diameters of the inner pipe (2) and the outer pipe (3), that the specific volume of the refrigerant is matched to the size of the circular gap (4) and that a narrow circular gap (4) of less than 10% of the diameter D<sub>1</sub> of the inner pipe (2) is provided between the inner pipe (2) and the outer pipe (3).
2. Refrigeration cycle device according to Claim 1, **characterised in that** the inner pipe (2) contains a preferably stationary coolant, in particular a glycol-based coolant and that the CO<sub>2</sub> refrigerant flows in the circular gap (4).
3. Refrigeration cycle device according to Claim 1 or

2, **characterised in that** the inner pipe (2) and the outer pipe (3) are provided with a close-lying diameter ratio D<sub>1</sub>/D<sub>2</sub> of at least 4/5.

4. Refrigeration cycle device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the outer pipe (3) is formed as a pipe casing, which encloses the inner pipe (2) at least in sections.
5. Refrigeration cycle device according to one of the preceding claims, **characterised in that** a circular gap (4) for refrigerant of the refrigeration circuit K is formed in the evaporator (1), the gap being provided at least in sections with heat bridges (5) between the inner pipe (2) and the outer pipe (3).
6. Refrigeration cycle device according to one of the preceding claims, **characterised in that** the pipe-in-pipe system of the evaporator (1) and/or the condenser is constructed with an integrated exchange between the inner pipe (2) and the outer pipe (3).
7. Refrigeration cycle device according to Claim 6, **characterised in that** the circular gap (4) is formed as a refrigerant channel, which lies along the longitudinal extension of the evaporator (1) or condenser, alternating outside and inside.
8. Method for operating a refrigeration cycle device according to one of the preceding claims with at least one evaporator (1) for a CO<sub>2</sub> refrigerant for absorbing heat of a refrigeration system or the like, **characterised in that** the evaporator (1) is operated as a hybrid evaporator in the form of a pipe-in-pipe system with a coolant flowing or stationary inside, in particular a glycol-based coolant, and a CO<sub>2</sub> refrigerant of the system flowing past outside, and that a narrow circular gap (4) of less than 10% of the diameter D<sub>1</sub> of the inner pipe (2) is provided between the inner pipe (2) and the outer pipe (3).
9. Method according to Claim 8, whereby the refrigerant is allowed to flow in an area of the evaporator (1) formed as a narrow circular gap (4) outside a coolant contained in an inner pipe (2).
10. Method according to Claim 8 or 9, whereby the refrigeration cycle device is used for a cooling operation of a cooling unit.
11. Method according to one of Claims 8 to 10, whereby continuous operation of the evaporator (1) takes place with a varying flow speed of the refrigerant.

#### Revendications

1. Dispositif de circuit réfrigérant avec un circuit réfri-

- gérant K parcouru par un fluide réfrigérant et constitué d'au moins un compresseur, un condenseur, un dispositif d'expansion et au moins un évaporateur (1), ainsi qu'un circuit de fluide réfrigérant couplé thermiquement au circuit réfrigérant K et constitué d'un fluide réfrigérant ou d'un mélange de fluides réfrigérants à base d'eau, l'évaporateur (1) et/ou le condenseur étant pourvu(s) d'au moins un canal de fluide réfrigérant et d'au moins un canal de fluide réfrigérant s'étendant parallèlement à celui-ci, **caractérisé en ce que** le fluide réfrigérant est du CO<sub>2</sub>, et **en ce que** l'évaporateur (1) et/ou le condenseur est/sont un système couplé de tubes dans des tubes avec un tube intérieur (2) et un tube extérieur (3) entourant ce dernier à l'extérieur, un espace annulaire étroit (4) étant formé entre le tube intérieur (2) et le tube extérieur (3) par rapport aux diamètres du tube intérieur (2) et du tube extérieur (3), et **en ce que** le volume spécifique du réfrigérant est adapté à la taille de l'espace annulaire (4), et **en ce qu'**un espace annulaire étroit (4) de moins de 10% du diamètre D1 du tube intérieur (2) est prévu entre le tube intérieur (2) et le tube extérieur (3).
2. Dispositif de circuit réfrigérant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube intérieur (2) contient un réfrigérant de préférence statique, en particulier un réfrigérant à base de glycol, et **en ce que** le réfrigérant CO<sub>2</sub> s'écoule dans l'espace annulaire (4).
3. Dispositif de circuit réfrigérant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le tube interne (2) et le tube externe (3) sont pourvus d'un rapport de diamètre proche D1/D2 d'au moins 4/5.
4. Dispositif de circuit réfrigérant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le tube extérieur (3) est réalisé sous la forme d'une enveloppe tubulaire qui entoure le tube intérieur (2) au moins par sections.
5. Dispositif de circuit réfrigérant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un espace annulaire (4) pour le fluide réfrigérant du circuit réfrigérant K est formé dans l'évaporateur (1), qui est pourvu au moins par sections de ponts thermiques (5) entre le tube intérieur (2) et le tube extérieur (3).
6. Dispositif de circuit réfrigérant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système à tubes de l'évaporateur (1) et/ou du condenseur est réalisé avec un changement intégré entre le tube intérieur (2) et le tube extérieur (3).
7. Dispositif de circuit réfrigérant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'espace annulaire (4) est formé comme un canal de réfrigérant qui est situé alternativement à l'extérieur et à l'intérieur sur l'extension longitudinale de l'évaporateur (1) ou du condenseur.
8. Procédé d'exploitation d'un dispositif de circuit réfrigérant selon l'une des revendications précédentes avec au moins un évaporateur (1) pour un réfrigérant CO<sub>2</sub> pour l'absorption de chaleur d'un système réfrigérant ou similaire, **caractérisé en ce que** l'évaporateur (1) est exploité comme un évaporateur hybride sous la forme d'un système tube en tube avec un réfrigérant à écoulement interne ou stationnaire, en particulier un réfrigérant à base de glycol, et un réfrigérant CO<sub>2</sub> s'écoulant à l'extérieur, et **en ce qu'**un espace annulaire étroit (4) de moins de 10 % du diamètre D1 du tube interne (2) est prévu entre le tube interne (2) et le tube externe (3).
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel le réfrigérant dans une région de l'évaporateur (1) formée comme un espace annulaire (4) est autorisé à s'écouler vers l'extérieur à partir d'un réfrigérant rempli dans un tube interne (2).
10. Procédé de la revendication 8 ou 9, dans lequel le dispositif de circuit réfrigérant est utilisé pour une opération de refroidissement d'un appareil de réfrigération.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans lequel le fonctionnement continu de l'évaporateur (1) est effectué avec un débit variable du réfrigérant.

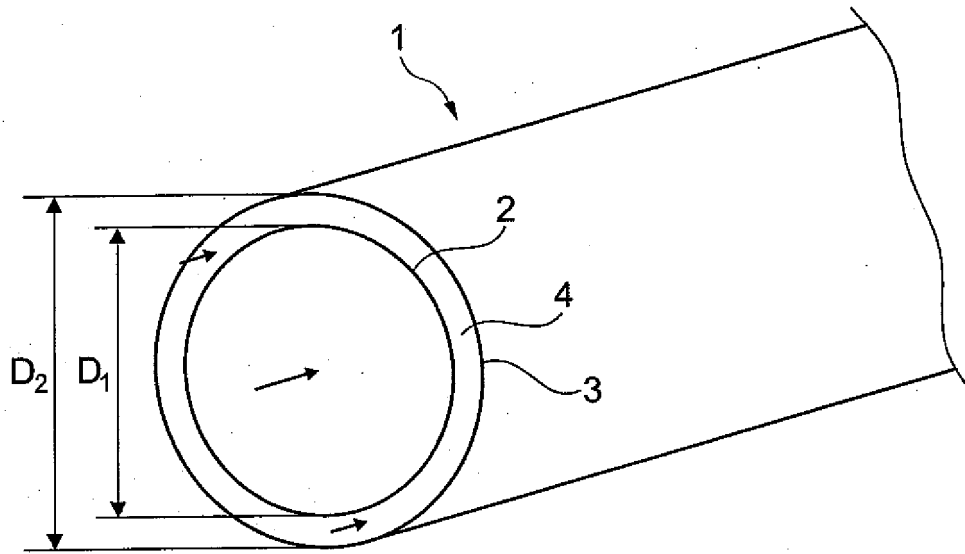


Fig. 1

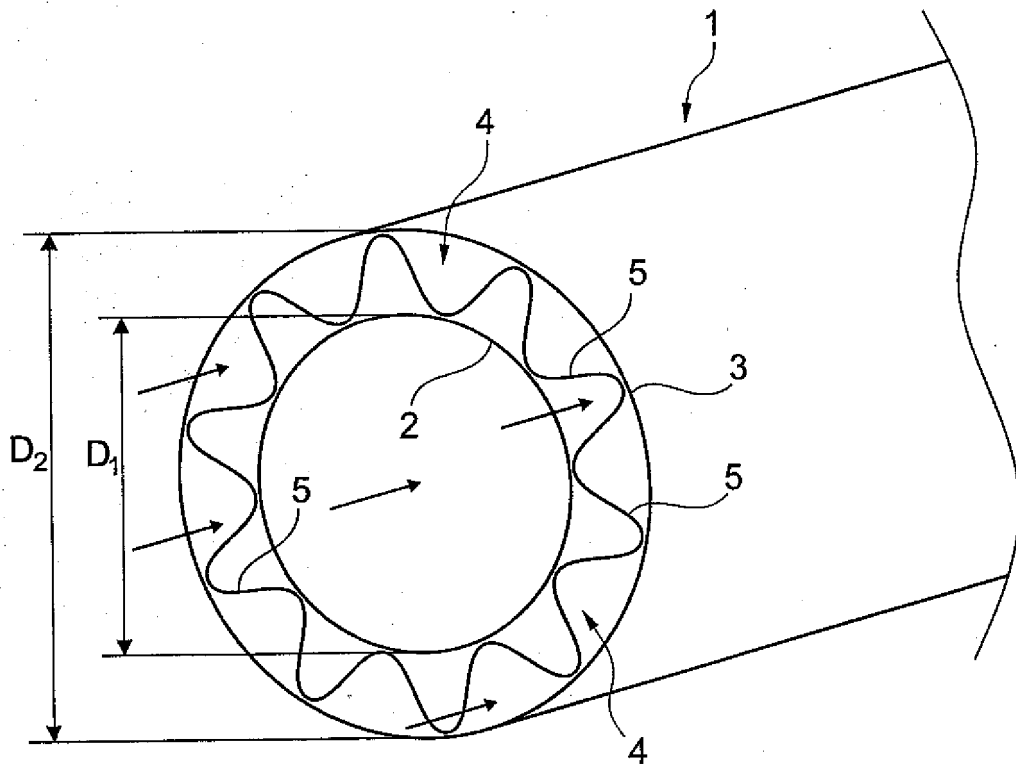
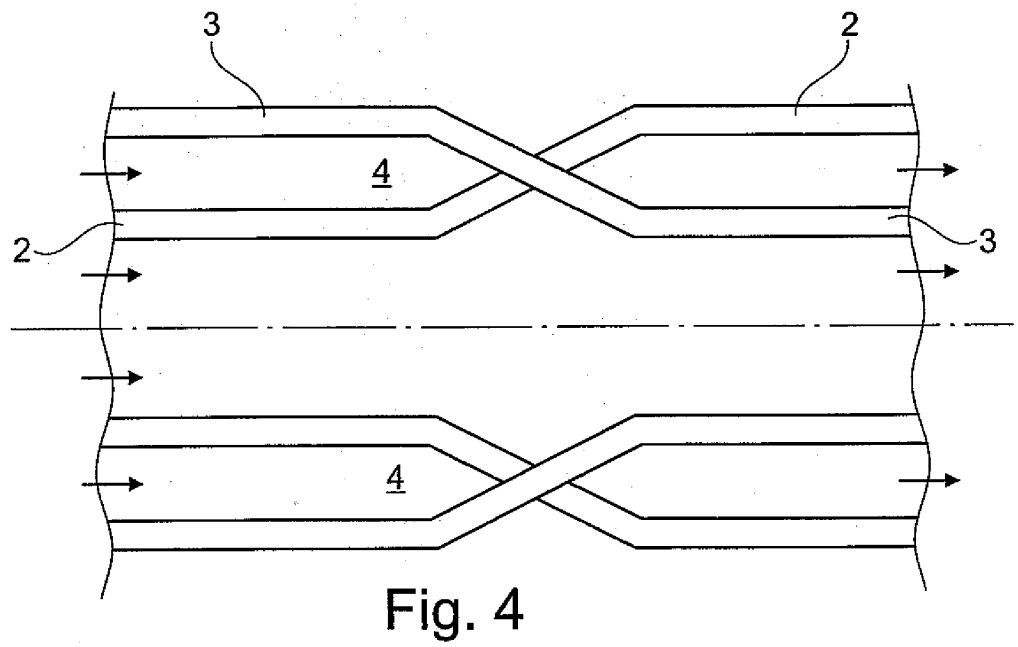
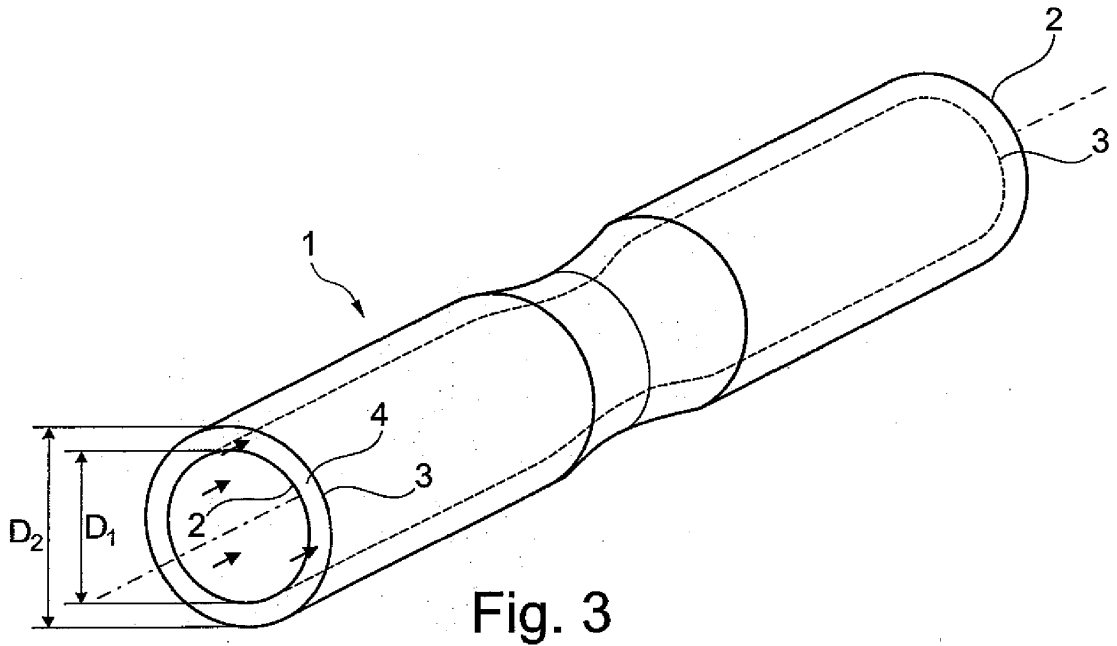


Fig. 2



**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 3408626 [0003]