



(11) **EP 3 333 507 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(51) Int Cl.:
F25B 39/02 ^(2006.01) **F28F 13/18** ^(2006.01)
F28F 1/40 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17205398.5**

(22) Anmeldetag: **05.12.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Kühn, Roland Wolfgang**
15732 Eichwalde (DE)
• **Mähne, Kilian**
12157 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Hertin und Partner**
Rechts- und Patentanwälte PartG mbB
Kurfürstendamm 54/55
10707 Berlin (DE)

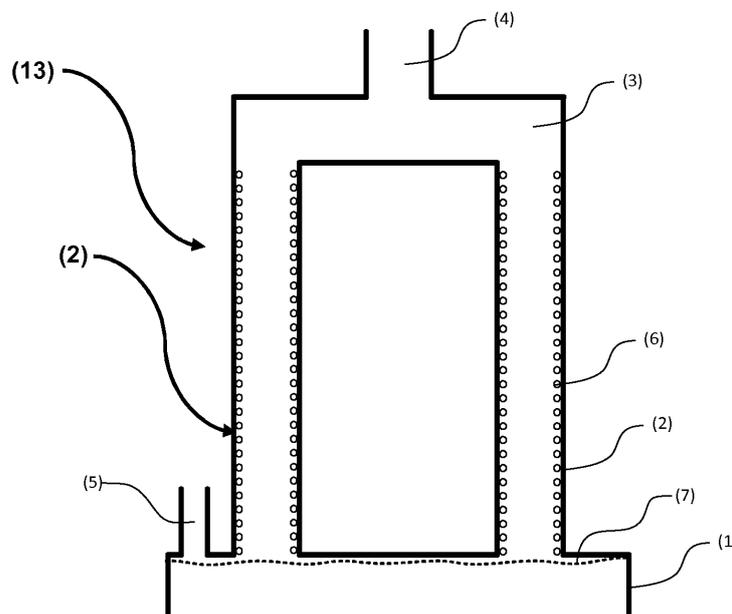
(30) Priorität: **06.12.2016 DE 102016123512**

(71) Anmelder: **Coolar UG (beschränkte Haftung)**
10437 Berlin (DE)

(54) **VERDAMPFERVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Verdampfvorrichtung umfassend mindestens ein Flüssigkeitsreservoir und mindestens zwei Verdampferrohre.

Fig. 1



EP 3 333 507 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verdampfvorrichtung umfassend mindestens ein Flüssigkeitsreservoir und mindestens zwei parallel geschaltete Verdampferrohre. Die Verdampfvorrichtung ist insbesondere für den Einsatz in Kältemaschinen gedacht, welche vorzugsweise direkt einen mit Gas gefüllten Raum kühlen.

[0002] Für die Verdampfung von Kältemitteln werden in der Kompressionskältetechnik typischerweise Rohr- oder Rohrbündelwärmeübertrager oder Plattenwärmeübertrager verwendet. Plattenwärmeübertrager sind zumeist als überflutete Verdampfer ausgeführt, in welchen sich die Dampfblasen durch deren Auftriebskraft und meist unterstützt durch eine erzwungene Strömung durch den Wärmeübertrager bewegen. Kälteanlagen mit überflutetem Verdampfer besitzen auf der Niederdruckseite üblicherweise einen Behälter, in dem flüssiges Kältemittel mit einer Gas- oder Dampfüberlagerung unter Sattdampfbedingungen vorgehalten wird. Der Druck in diesem Behälter wird typischerweise auf einem bestimmten Wert gehalten, der durch die erforderlichen Temperaturen in dem zu kühlenden Raum festgelegt wird.

[0003] Bei Rohr- oder Rohrbündelverdampfern wird das Kältemittel zumeist mithilfe eines Aufgabesystems von außen auf ein Rohr verrieselt oder sie werden ebenfalls als überflutete Verdampfer ausgeführt. Es sind auch Rohrwärmeübertrager bekannt, bei denen das Kältemittel in einem horizontalen oder nahezu horizontalen beziehungsweise leicht geneigten Rohr innerhalb einer erzwungenen Strömung verdampft, wobei die Rohrwärmeübertrager aus mehreren nebeneinanderliegenden, verbundenen und seriell durchströmten Rohren gebildet sein können. Eine solche Vorrichtung ist zum Beispiel aus der WO 2007 115 877 bekannt. Wärmerohre besitzen üblicherweise einen geringen Strömungswiderstand und einen guten Wärmetransport, liegen allerdings als geschlossene Vorrichtung mit typischerweise geringer Ausdehnung vor.

[0004] Nachteilig bei den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen ist, dass überflutete Verdampfer oder Rohr- oder Rohrbündelverdampfer, bei denen die Verdampfung innerhalb des Rohres stattfindet, eine sehr kleine Querschnittsfläche für den strömenden verdampften Dampfstrom aufweisen, wodurch die Druckverluste sehr hoch ausfallen beziehungsweise eine Dampfbewegung durch freie Konvektion stark gehemmt wird. Außerdem ist die zu verdampfende Flüssigkeitsschicht auf der wärmeübertragenden Oberfläche relativ dick, wodurch nachteilhafterweise der Wärmewiderstand vergrößert wird.

[0005] Berieselte Rohrbündelwärmeübertrager haben zwar den Vorteil einer großen freien Querschnittsfläche für den Dampfstrom und dünner Flüssigkeitsschichten, benötigen allerdings eine Druckerhöhungseinrichtung, um nicht verdampfte Flüssigkeit über das Rohrbündel zu befördern und erneut zu verrieseln. Beide Systeme weisen daher ohne Druckerhöhungseinrichtungen zur Strömungserzeugung eine geringe Leistungsdichte auf.

mungserzeugung eine geringe Leistungsdichte auf.

[0006] Bei Wärmerohren kann das Kältemittel nicht aus den Wärmerohren herausströmen, da dies sofort zur Austrocknung führen würde. Somit kann das Kältemittel nicht am Kältemittelkreislauf in einer Kälteanlage teilnehmen. Außerdem ist ihre kleine wärmeübertragende Oberfläche durch die geringe räumliche Ausdehnung nicht ausreichend für die Wärmeaufnahme in einer Kälteanlage. Insbesondere bei Kälteanlagen, welche direkt ein Gas kühlen, wird eine große Fläche wegen des großen Wärmewiderstandes im Gas benötigt. Daher sind Wärmerohre nicht für den Einsatz als Verdampfer in Kälteanlagen geeignet.

[0007] Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Verdampfvorrichtung bereitzustellen, die nicht die Nachteile und Mängel des Standes der Technik aufweist, die Druckverluste innerhalb einer Kälteanlage reduziert und den Wärmewiderstand vermindert, so dass die Leistungsdichte der Kälteanlage erhöht wird, wobei der Betrieb einer solchen Vorrichtung insbesondere ohne Druckerhöhungseinrichtung, wie beispielsweise einer Pumpe, möglich sein soll.

[0008] Erfindungsgemäß ist zur Lösung der Aufgabe eine Verdampfvorrichtung vorgesehen umfassend mindestens ein Flüssigkeitsreservoir und mindestens zwei im Wesentlichen parallel geschaltete Verdampferrohre, wobei die Verdampferrohre eine Kapillarstruktur aufweisen und das Flüssigkeitsreservoir unterhalb der Verdampferrohre angeordnet vorliegt und mit den Verdampferrohren flüssigkeits- und/oder dampfleitend in Verbindung steht.

[0009] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass das Verdampferrohr bevorzugt synonym als vertikales Rohr bezeichnet wird. Weiter wird die Verdampfvorrichtung bevorzugt auch als Verdampfer bezeichnet. Der Begriff "parallel geschaltet" kann bevorzugt auch als "strömungstechnisch parallel" verstanden werden und bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass eine Strömung vorrangig im Wesentlichen gleichzeitig durch die mindestens zwei Verdampferrohre strömt. Insbesondere unterscheidet sich eine strömungstechnische Parallelität von einem hintereinander Durchfließen zweier Rohre. Der Begriff "im Wesentlichen" ist für den Fachmann nicht unklar, da der Fachmann weiß, dass eine strömungstechnische Parallelität keine strenge geometrische Parallelität voraussetzt, sondern vorzugsweise bedeutet, dass die Strömung im Wesentlichen gleichzeitig durch die Verdampferrohre strömt. Diese sind im Sinne der Erfindung parallelgeschaltet, wobei der Begriff der Parallelschaltung dem Fachmann aus der Elektrotechnik bekannt ist. Im Gegensatz zur Elektrotechnik muss in der Erfindung keine strenge Parallelität vorliegen, da der Stoffstrom in den parallel geschalteten Rohren durchaus unterschiedlich groß sein kann. Die Parallelschaltung der Verdampferrohre kann vorzugsweise ebenfalls bedeuten, dass die Rohre auch geometrisch im Wesentlichen parallel vorliegen, allerdings ist diese geometrische Parallelität keine Voraussetzung für die strömungstechni-

sche Parallelschaltung der Verdampferrohre.

[0010] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Verdampfer aus mindestens einem Flüssigkeitsreservoir und mindestens zwei strömungstechnisch parallel geschalteten vertikalen Rohren besteht, welche an das Flüssigkeitsreservoir anschließen. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass das Flüssigkeitsreservoir mit den Verdampferrohren so in Verbindung steht, dass Flüssigkeiten, Gase oder Dampf die Verbindung zwischen Verdampferrohr und Flüssigkeitsreservoir passieren können.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Verdampfervorrichtung eine Dampf-gasse zum Durchlass einer Dampfströmung im Inneren der Verdampferrohre. Es ist bevorzugt, dass die Dampf-gasse im Inneren der Verdampferrohre gebildet wird, wobei der Begriff "Dampfgasse" im Sinne der Erfindung bevorzugt einen Bereich im Inneren der Verdampferrohre beschreibt, durch den Gas oder Dampf hindurchströmen und/oder hindurchgeleitet werden kann.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Flüssigkeitsreservoir vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit einer Flüssigkeit befüllbar, wobei der durchschnittliche Fachmann weiß, dass eine im Wesentlichen vollständige Befüllung technisch dieselbe Wirkung hervorruft wie eine vollständige Befüllung und dass sich eine im Wesentlichen vollständige Befüllung aufgrund von Umwelteinflüssen, beispielsweise durch Verdampfen oder Flüssigkeitsverlust, aus einer vollständigen Befüllung ergeben kann.

[0013] Es ist insbesondere bevorzugt, dass die Flüssigkeit ein Kältemittel, bevorzugt Wasser, Ethanol oder Ammoniak ist. Der durchschnittliche Fachmann weiß, dass es sich bei Wasser um die chemische Verbindung mit der Summenformel H_2O , bei Ethanol um den einwertigen Alkohol mit der Summenformel C_2H_6O und bei Ammoniak um die chemische Verbindung mit der Summenformel NH_3 handelt, wobei diese Verbindungen als natürliche Kältemittel in der Natur vorkommen. Es ist bevorzugt, dass das Kältemittel in der Lage ist, Wärmeenergie zu transportieren, wobei vorzugsweise bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufgenommen und bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgegeben wird. Vorteilhaft an der Verwendung von natürlichen Kältemitteln ist, dass diese bei ihrem Einsatz als Arbeitsmedium keine Fluorchlorkohlenwasserstoffe freisetzen und damit nicht zum Abbau der Ozonschicht und zur Förderung des Treibhauseffekts beitragen.

[0014] Ein bevorzugt besonders guter Transport von Flüssigkeiten, Gasen oder Dampf vom Flüssigkeitsreservoir in die Verdampferrohre hinauf kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch erreicht werden, dass mindestens ein Verdampferrohr in das Flüssigkeitsreservoir hineinragt. Der Begriff "hineinragen" bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass ein unteres Ende eines Verdampferrohrs in die Flüssigkeit, die sich in dem Flüssigkeitsreservoir befindet, ein-

taucht. Dieses Eintauchen kann so erfolgen, dass eine Öffnung des Verdampferrohres, das bevorzugt den unteren Abschluss des Rohres bildet, vorzugsweise ganz oder teilweise von der Flüssigkeit im Flüssigkeitsreservoir bedeckt ist, wobei es insbesondere bevorzugt ist, wenn die Öffnung des Verdampferrohrs so in die Flüssigkeit eintaucht, dass sich die Öffnung vollständig in der Flüssigkeit befindet. Insbesondere wird dadurch die flüssigkeits- und/oder dampfleitende Verbindung zwischen dem Flüssigkeitsreservoir beziehungsweise der Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir und dem Verdampferrohr gebildet. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, wenn ein Teil der Flüssigkeit im Flüssigkeitsreservoir in den Verdampferrohren zu stehen kommt, d. h. dass insbesondere ein unterer Bereich des Verdampferrohrs mit Flüssigkeit gefüllt ist. Diese Situation wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als teilüberflutetes Verdampferrohr bezeichnet. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass die Verdampferrohre, die vorzugsweise eine Kapillarstruktur aufweisen, in das Flüssigkeitsreservoir hinein verlängert werden können.

[0015] Das Flüssigkeitsreservoir ist vorzugsweise horizontal oder nahezu horizontal ausgebildet. Dies bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass seine Bodenfläche auf einer im Wesentlichen geraden Ebene steht, so dass die Oberfläche des im Flüssigkeitsreservoir befindlichen Kältemittels oder die Oberfläche der im Flüssigkeitsreservoir befindlichen Flüssigkeit die gerade Ebene, auf der die Vorrichtung steht, bevorzugt wieder spiegelt. Der Begriff "im Wesentlichen" ist für den Fachmann nicht unklar, weil der Fachmann weiß, dass Kälteanlagen vorteilhafterweise auf ebenen Untergründe aufzustellen sind. Es ist im Sinne der Erfindung besonders bevorzugt, dass die Verdampfung von der Flüssigkeitsoberfläche her erfolgt, d. h. dass die Verdampfungswirkung in einem oberen Bereich der Flüssigkeit im Flüssigkeitsreservoir umfassend die Oberfläche der Flüssigkeit, besonders stark ausgebildet ist.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegen die Verdampferrohre im Wesentlichen senkrecht zu dem Flüssigkeitsreservoir angeordnet vor. Es kann im Sinne der Erfindung auch bevorzugt sein, dass die Verdampferrohre mit dem Flüssigkeitsreservoir einen Winkel α einschließt, wobei der Winkel α im Bereich von 30 bis 90° liegt, besonders bevorzugt bei 45° oder 90°. Diese bevorzugte Anordnung der vertikalen Rohre gegenüber dem Flüssigkeitsreservoir stellt eine erhebliche Abkehr vom Stand der Technik dar, wonach bei Kompressionskühlschränken ein Neigungswinkel beispielsweise kleiner als 5° ist. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Winkel zwischen einem oberen Abschluss des Flüssigkeitsreservoirs, bei dem es sich zum Beispiel um eine obere gedachte bevorzugt plane Abschlussebene des Reservoirs handeln kann, und den Seitenwänden der Verdampferrohre gebildet wird. Dann bilden beispielsweise eine in der Abschlussebene liegende Gerade und eine bevorzugt in Dampf- richtung angeordnete und zu dieser parallel, innerhalb einer Sei-

tenwand des Verdampferrohres liegende Gerade die Schenkel des Winkels α . Besonders für große Verdampfervorrichtungen kann es vorteilhaft sein, die Verdampferrohre nicht vertikal, sondern in einem Neigungswinkel α zum Flüssigkeitsreservoir anzuordnen, um durch die bevorzugt schräge Anordnung den Kapillareffekt zu unterstützen.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Kapillarstruktur von einer strukturierten Oberfläche und/oder einem Kapillarmaterial gebildet, wobei die Kapillarstruktur Materialien umfasst, die ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend aufgesinterte Partikel und/oder Späne, vorzugsweise aus Metall, Glasfasergewebe, Strukturen aufweisend enge Strömungshohlräume, wie Metallschwämme, eingeritzte, aufgesinterte, aufgelötete und/oder aufgeschweißte Kanäle und/oder eine Kombination daraus. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass die Verdampferrohre bevorzugt innen mit einer strukturierten Oberfläche überzogen sind, die vorteilhafterweise Kapillareffekte hervorruft, wodurch die im Flüssigkeitsreservoir befindliche Flüssigkeit die Wände hinaufgezogen wird und einen dünnen Film mit einer großen Verdampfungsoberfläche bildet.

[0018] Der Begriff "Kapillareffekt" bezeichnet im Sinne der Erfindung bevorzugt das Verhalten von Flüssigkeiten in engen Röhren, Spalten oder Hohlräumen in Feststoffen, die bevorzugt als Kapillaren bezeichnet werden. Kapillareffekte basieren auf der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten und der Grenzflächenspannung, die sich zwischen einer Flüssigkeit und einer festen Oberfläche bildet, wobei sich vorteilhafterweise bedingt durch Kapillareffekte Flüssigkeitssäulen auch entgegen der Schwerkraft in Kapillaren ausbilden können. Tests haben gezeigt, dass vor allem Kapillarstrukturen, die von strukturierten Oberflächen innerhalb von vertikalen Verdampferrohren gebildet werden, gute Kapillarwirkungseigenschaften aufweisen, vor allem dann, wenn sie durch aufgesinterte Partikel oder Späne, vorzugsweise aus Metall, eingeritzte, aufgesinterte, aufgelötete oder aufgeschweißte kleine Kanäle sowie Glasfasergewebe oder andere Strukturen mit engen Strömungshohlräumen wie Metallschwämmen hergestellt werden. Weiche Strukturen, wie Glasfasergewebe, können beispielsweise über eine unter Spannung stehende Spirale an die Innenseite eines Verdampferrohres angedrückt werden oder im Inneren der Verdampferrohre vorliegen.

[0019] Durch die Kapillarwirkung der Kapillarstruktur, insbesondere der strukturierten Oberfläche und/oder des Kapillarmaterials, die bevorzugt in den Verdampferrohren angeordnet vorliegt, wird das Kältemittel in einem dünnen Film nach oben in das Verdampferrohr transportiert. Die Raumrichtung "nach oben" beschreibt im Sinne der Erfindung bevorzugt die von dem Flüssigkeitsreservoir wegweisende Raumrichtung, die in Richtung eines Dampfabzugs zeigt. Durch den Transport der Flüssigkeit beziehungsweise des Kältemittels aus dem Flüssigkeitsreservoir entsteht innerhalb der Verdampferrohre ein be-

vorzugt großflächig ausgebildeter, dünner Film, der ähnlich zu einem Film ist, der bei der aktiven äußeren Berieselung von Rohren entsteht. Durch die Ausbildung des dünnen Films aus dem Kältemittel verbleibt vorteilhafterweise ein genügend großer Querschnitt innerhalb der Verdampferrohre für die Dampfströmung im Rohrrinneren frei. Darüber hinaus wird vorteilhafterweise der Wärmetransportwiderstand durch den dünnen Film minimiert. Ein dünner Film ist im Sinne der Erfindung bevorzugt ein Film, dessen Querschnitt den überwiegenden Strömungsquerschnitt des Rohres frei lässt. Der für die Dampfströmung verbleibende Querschnitt des Verdampferrohres wird im Sinne der Erfindung bevorzugt als "Dampfgasse" bezeichnet. Nicht verdampftes Kältemittel wird vorteilhafterweise über die Kapillarwirkung der Rohroberfläche neu über die Oberfläche verteilt. Hierzu wird im Gegensatz zu bekannten Systemen und Vorrichtungen aus dem Stand der Technik keine zusätzliche Energie benötigt. Durch die Verdampfung innerhalb der Rohre wird eine direkte Wärmeaufnahme aus der Umgebung um die Rohre herum ermöglicht, ohne dass zusätzliche Energie zugeführt werden muss oder eine Weiterverteilung erforderlich ist. Somit stellt die vorliegende Erfindung eine Abkehr vom bekannten Stand der Technik dar, bei dem die Fachwelt davon ausgegangen war, dass eine Neuverteilung des nicht benötigten Kältemittels ohne eine weitere Energiezufuhr nicht möglich ist.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es bevorzugt, dass die strukturierte Oberfläche fest mit den Verdampferrohren verbindbar ist. Dies bedeutet im Sinne der Erfindung, dass die strukturierte Oberfläche mit den Verdampferrohren verbunden werden kann und dass eine im Normalbetrieb der Verdampfervorrichtung nicht lösbare Verbindung zwischen der Innenseite des Verdampferrohres und dem Material der strukturierten Oberfläche besteht. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, wenn diese im Normalbetrieb nicht lösbare Verbindung durch die Verbindungsverfahren Sintern, Einritzen, Aufpressen, Auflöten und/oder Aufschweißen gebildet wird, wobei auch andere Verbindungsverfahren, die der Fachmann kennt, denkbar sind.

[0021] In einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Kapillarmaterial lösbar mit den Verdampferrohren verbindbar. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Kapillarstruktur von dem Kapillarmaterial gebildet wird. Im Fall von nicht fest mit den Verdampferrohren verbundenen Kapillarstrukturen, wie beispielsweise Glasfasergewebe, kann eine Verlängerung des Verdampferrohres in das Flüssigkeitsreservoir hinein auch ohne ein gleichzeitiges Hineinreichen des Verdampferrohres dorthin realisiert werden, indem beispielsweise ein Teil des Kapillarmaterials in die Flüssigkeit, die sich im Flüssigkeitsreservoir befindet, hineinreicht beziehungsweise in sie eintaucht. Durch diese Art der Verlängerung kann beispielsweise ein Teil der Kapillarstruktur auch dann benetzt werden, wenn das Flüssigkeitsreservoir nicht vollständig gefüllt ist, wodurch vorteilhafterweise trotzdem ein guter Kältemitteltransport in

die Verdampferrohre hinauf ermöglicht wird.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfassen die Verdampferrohre Messing und/oder Kupfer. Tests haben gezeigt, dass sich Kupferrohre besonders gut als Verdampferrohre im Sinne der Erfindung eignen, da diese eine hohe Wärmeleitfähigkeit für den Wärmetransport besitzen. Außerdem lassen sich diese gut verarbeiten, insbesondere miteinander verlöten. Messingrohre haben den Vorteil einer starken Korrosionsbeständigkeit und lassen sich gemeinsam mit Kupferteilen besonders einfach, beispielsweise durch Verlöten, verbinden. Es kann im Sinne der Erfindung auch bevorzugt sein, dass die Verdampferrohre Aluminium umfassen. Aluminium besitzt ähnliche Vorteile, lässt sich allerdings schwieriger langfristig stabil mit den vorgenannten Materialien verbinden. Eine Ausführung der Erfindung, bei der die Verdampfervorrichtung Aluminium umfasst, ist daher besonders bevorzugt, wenn im Wesentlichen die gesamte Kälteanlage oder Teilkomponenten im Wesentlichen ganz aus Aluminium gefertigt sind.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Innendurchmesser der Verdampferrohre kleiner als 35 mm, bevorzugt kleiner als 30 mm und besonders bevorzugt kleiner als 27 mm. In dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können im Flüssigkeitsreservoir oder in den bevorzugt teilüberfluteten Verdampferrohren Dampfblasen entstehen, die oberhalb des bevorzugten Durchmessers nicht derart das Rohr hinaufsteigen können, dass die Flüssigkeit eine wesentliche Teilstrecke des Verdampferrohres mit vor sich hergeschoben wird. Durch den bevorzugt im Wesentlichen fast vollständig befüllten Zustand des Flüssigkeitsreservoirs kann bevorzugt schwallweise Flüssigkeit in die vorzugsweise vertikal verlaufenden Verdampferrohre gedrückt werden, wodurch sich zeitweise ein erhöhter Füllstand in den Verdampferrohren ergibt. Durch den bevorzugten Innendurchmesser des Verdampferrohres können die Dampfblasen in den Verdampferrohren aufsteigen, bis sie platzen und/oder langsam an der zu verdampfenden und vor den Dampfblasen hergeschobenen Flüssigkeit vorbeiströmen. Dadurch werden die Verdampferrohre vorteilhafterweise bevorzugt zyklisch von innen mit Flüssigkeit benetzt, wodurch sich besonders schnell ein großflächiger, dünner Flüssigkeitsfilm auf der Innenseite der Verdampferrohre ausbilden kann. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Höhe, bis zu der das Verdampferrohr mit der Flüssigkeit benetzt wird sowie die Benetzungsgeschwindigkeit, gleichzeitig gegenüber der einfachen Benetzung durch die strukturierte Oberfläche wesentlich erhöht wird.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Innendurchmesser der Verdampferrohre kleiner als 20 mm, bevorzugt kleiner als 16 mm und besonders bevorzugt kleiner als 13 mm. Wenn die Verdampferrohre mit einem solchen bevorzugten Innendurchmesser ausgeführt werden, kann die Höhe der Flüssigkeitsförderung durch die Dampfblasen vorteilhaft

terweise nochmals erhöht werden. Gleichzeitig ergibt sich für weich strukturierte Materialien mit Kapillarwirkung, wie beispielsweise Glasfasergewebe, der Vorteil, dass diese bei den bevorzugten Durchmessern dieser Ausführungsform der Erfindung auch ohne eine zusätzliche versteifende und/oder andrückende Struktur, wie beispielsweise die oben genannte Spirale, an den Innenseiten der Verdampferrohre haften bleiben, insbesondere dann, wenn es sich um voluminöse Kapillarmaterialien handelt.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform besteht ein direkter räumlicher Kontakt zwischen dem Flüssigkeitsreservoir und einer Umgebung der Verdampfervorrichtung, wobei dieser räumliche Kontakt bevorzugt einen thermischen Kontakt zwischen der Flüssigkeit im Flüssigkeitsreservoir und der Umgebung darstellt. Dies ergibt sich vorteilhafterweise daraus, dass keine wärmetransporthemmenden Dämmschichten um das Flüssigkeitsreservoir aufgebaut werden müssen. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass die Umgebung gekühlt werden soll, weswegen auch von einer "zu kühlenden Umgebung" oder einem "Kühlraum" gesprochen werden kann. Der Begriff "räumlicher Kontakt" bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass zwei Objekte nebeneinander und/oder in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet vorliegen. Im vorliegenden Fall wird der räumliche Kontakt bevorzugt dadurch gebildet, dass das Flüssigkeitsreservoir und/oder seine Außenwände direkt an eine Umgebung, die bevorzugt ein Gasvolumen darstellt, angrenzen, wobei ein Wärmeaustausch zwischen dem Flüssigkeitsreservoir und/oder seinen Außenwänden und der Umgebung ermöglicht wird, der im Sinne der Erfindung bevorzugt als "thermischer Kontakt" bezeichnet wird.

[0026] Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, die Verdampfervorrichtung so in einem zu kühlenden Raum anzuordnen, dass das Flüssigkeitsreservoir mit der zu kühlenden Umgebung im direkten thermischen Kontakt steht. Vorteilhafterweise wird dadurch der zuvor beschriebene Effekt der Flüssigkeitsförderung nochmals erhöht, so dass die bevorzugt tief im Flüssigkeitsreservoir entstehenden Dampfblasen auch dann Flüssigkeit in die Verdampferrohre fördern können, wenn das Flüssigkeitsreservoir nicht fast vollständig mit Flüssigkeit gefüllt ist. Ein besonderer Vorteil besteht in diesem Fall darin, dass dann auch das Flüssigkeitsreservoir zur Verdampfung der Flüssigkeit beitragen kann.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Verdampferrohre einen eckigen Kanal, wobei insbesondere bevorzugt ist, dass der eckige Kanal Platten aufweist, die in einem kleinsten Abstand einen Abstand von maximal 5 bis 15 mm, bevorzugt 8 bis 12 mm, besonders bevorzugt 10 mm aufweisen. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Verdampferrohre vorzugsweise zwei Platten umfasst, die miteinander einen breiten Kanal bilden und an den Außenrändern miteinander verbunden sind. Diese Verbindung kann beispielsweise direkt oder durch je eine weitere Platte erfolgen.

Die Tiefe des Kanals im Sinne der Erfindung wird bevorzugt als Abstand zwischen den Platten bezeichnet und die Breite des Kanals bezieht sich bevorzugt auf die Breite der oben genannten Platten. Es ist insbesondere bevorzugt, dass sich die genannten Zahlenangaben nicht auf die Breite der Platten beziehen, sondern vorzugsweise auf deren Abstand, d.h. insbesondere die Kanaltiefe. Insbesondere umfasst diese bevorzugte Ausführungsform die Verwendung von eckigen Kanälen anstatt von Rohren. Tests haben gezeigt, dass insbesondere Rechteckkanäle besonders gut geeignet sind. Die bevorzugt so ausgebildeten Kanäle können an einer oder mehreren Innenflächen eine Kapillarstruktur, beispielsweise eine strukturierte Oberfläche mit Kapillarkwirkung, aufweisen. Es hat sich gezeigt, dass eine optimale Verteilung von Kältemittel mithilfe von Dampfblasen dann ermöglicht wird, wenn ein Abstand zwischen den Platten, die bevorzugt die größte Fläche des Rechteckkanals darstellen, maximal 5 bis 15 mm, bevorzugt maximal 8 bis 12 mm, besonders bevorzugt maximal 10 mm beträgt.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Verdampfvorrichtung ein Aufgabesystem mit Auslauföffnungen zur Abgabe von Kältemittel an die Verdampferrohre, wobei das Aufgabesystem bevorzugt oberhalb der Verdampferrohre angeordnet vorliegt. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, ein Aufgabesystem vorzusehen, welches bevorzugt höher gelegen ist als das Flüssigkeitsreservoir. Es ist darüber hinaus bevorzugt, dass das Aufgabesystem Auslauföffnungen enthält, um von oben Kältemittel auf die vorzugsweise vertikal verlaufenden Verdampferrohre zu verteilen und/oder aufzugeben. Dadurch kann Flüssigkeit besonders schnell von einem oberen Bereich der Verdampfvorrichtung über die bevorzugt gesamte Fläche der Verdampferrohre verteilt werden. Dies kann beispielsweise durch Ausnutzung der Schwerkraft erreicht werden, wenn die Flüssigkeit beispielsweise von einem höher gelegenen zweiten Flüssigkeitsreservoir ausgegeben wird, wobei dieses zweite Flüssigkeitsreservoir zum Beispiel von der Apparatur gebildet werden kann, in der die Verdampfvorrichtung verwendet wird. Für andere Anwendungen kann es auch bevorzugt sein, die Aufgabe der Flüssigkeit durch die Verwendung eines erhöhten Druckes antreiben zu lassen. Insbesondere kann durch die Verwendung des Aufgabesystems die Größe der benetzten Oberfläche der Innenseiten der Verdampferrohre und die Benetzungsgeschwindigkeit gegenüber einer alleinig kapillar ausgebildeten Wirkung nochmals erhöht beziehungsweise eine zeitlich konstantere Benetzung der Innenrohroberfläche mit Flüssigkeit im Vergleich zur Benetzung durch die im Flüssigkeitsreservoir entstehenden Dampfblasen ermöglicht werden. Es ist insbesondere bevorzugt, dass das Aufgabesystem von einem Rohr mit Öffnungen, zum Beispiel kleinen Löchern im Abstand der Verdampferrohrwände, gebildet werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform des Aufgabesystems sind die Öffnungen nach oben ausgerichtet, wodurch Schmutzpartikel vorteilhafterweise in dem Auf-

gabesystem verbleiben und die Verdampferrohre nicht verschmutzen und insbesondere nicht zu einer Verstopfung der Aufgabeöffnungen führen.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Verdampfvorrichtung einen Dampfabzug zum Entweichen von dampfförmiger Flüssigkeit. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Dampfabzug an einem hoch gelegenen Punkt der Verdampfvorrichtung angeordnet vorliegt, besonders bevorzugt mindestens aber höher angeordnet als die halbe Höhe der mindestens zwei Verdampferrohre. Es ist insbesondere bevorzugt, dass der Dampfabzug direkt an einem höchsten Punkt der Verdampfvorrichtung angeordnet vorliegt, wobei durch den Dampfabzug die bevorzugt dampfförmige verdampfte Flüssigkeit entweichen kann. Die Verdampferrohre können bevorzugt gemeinsam mittels einer Dampfzusammenführung mit dem Dampfabzug verbunden werden.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform liegt oberhalb des Dampfabzugs ein Hohlraum zum Sammeln von nicht kondensierbaren Gasen angeordnet vor. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Dampfabzug nicht an der höchsten Stelle der Verdampfvorrichtung angeordnet vorliegt, weil dann am Kopf der Verdampfvorrichtung ein freies Volumen verfügbar bleibt, in welchem sich bestimmte nicht kondensierbare Gase sammeln, die andere Prozesse nachteilhafterweise stören können, wenn sie ungehindert durch den Dampfabzug entweichen. Es ist darüber hinaus bevorzugt, dass die Verdampfvorrichtung einen Verdampferzulauf zur Zuführung von zu verdampfender Flüssigkeit umfasst. Vorteilhafterweise kann mit dem Verdampferzulauf die zu verdampfende Flüssigkeit der Verdampfvorrichtung so zugeführt werden, dass das Zusammenlaufen bevorzugt im Flüssigkeitsreservoir ermöglicht wird. Dies ist besonders vorteilhaft, da sich auf diese Weise keine Flüssigkeit außerhalb des Flüssigkeitsreservoirs und/oder außerhalb der mindestens zwei Verdampferrohre ansammeln kann.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt geometrisch zwischen den mindestens zwei Verdampferrohren mindestens ein Zulauf angeordnet vor. Vorzugsweise liegt der mindestens eine Zulauf zwischen den Verdampferrohren mit einer Steigleitung mit direktem thermischem Kontakt zum Kühlraum angeordnet vor. Mit anderen Worten: es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Zulauf eine Steigleitung umfasst, die in einem direkten thermischen Kontakt zu einem Kühlraum steht. Der Begriff "Kühlraum" beschreibt im Sinne der Erfindung bevorzugt den Raum, der unter Verwendung der Verdampfvorrichtung gekühlt werden soll. Dabei kann es sich beispielsweise um den Raum handeln, in dem die Verdampfvorrichtung aufgestellt ist. Der Begriff "direkter thermischer Kontakt" kann im Sinne der Erfindung bevorzugt als unmittelbarer thermischer Kontakt verstanden werden. Dies bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass keine zusätzlichen Gegenstände zwischen dem Zulauf und dem Kühlraum vor-

gesehen sind.

[0032] Es kann insbesondere bevorzugt sein, dass der Zulauf unten in die Steigleitung aus einem Anschluss erfolgt, der im Wesentlichen senkrecht zu einer Ebene der Verdampfervorrichtung steht. Vorzugsweise wird das Zulaufrohr von einer bevorzugt vollständig gefüllten Steigleitung gebildet. Diese erstreckt sich vorzugsweise über einen wesentlichen Teil der Höhe der Verdampferrohre und endet oberhalb der halben Höhe der Verdampferrohre. Das obere Ende des Zulaufrohres ist bevorzugt mit mindestens einem Verdampferrohr verbunden. Es ist bevorzugt, dass das Zulaufrohr in direktem thermischen Kontakt mit dem zu kühlenden Raum steht. Dies ist mit einer Vielzahl von Vorteilen verbunden. Zum einen steht das im Zulaufrohr stehende oder langsam strömende Kältemittel vorteilhafterweise als Kältespeicher für den zu kühlenden Raum zur Verfügung. Zum anderen bildet die erhöhte Verbindung mit dem Verdampferrohr für das Verdampferrohr überraschenderweise eine Art Aufgabesystem, ohne dass ein separates Bauteil als Aufgabesystem in die Verdampfervorrichtung eingeführt werden muss. Beide Effekte können noch verstärkt werden, wenn sowohl das Zulaufrohr, als auch die verbundenen Verdampferrohre von unten in die Verbindung mit den Verdampferrohren hineinragen und diese Verbindung insbesondere horizontal ausgeführt wird. Damit wird eine Verteilung des Kältemittels über die angebrachten Verdampferrohre ermöglicht und ein zusätzliches erhöhtes Kältemittelreservoir gebildet, welches wiederum als Kältespeicher zur Verfügung steht.

[0033] Besonders bevorzugte Ausführungsformen werden in den beigefügten Figuren gezeigt, ohne dass die Erfindung auf diese beschränkt ist. Es zeigt

Figur 1 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) mit einem Flüssigkeitsreservoir (1) und zwei Verdampferrohren (2), sowie einer Dampfzusammenführung (3) und einem Dampfabzug (4).

Figur 2 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13), wobei die Innenseite der Verdampferrohre (2) mit der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) benetzt ist.

Figur 3 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) mit Seitenwänden (9) der Verdampferrohre (2), die in das Flüssigkeitsreservoir (1) hineinragen.

Figur 4 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13), bei der sich in der Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1) Dampfblasen (10) bilden.

Figur 5 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) und die Auswirkung von Dampfblasen (10) bei nicht vollständiger

Befüllung.

Figur 6 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13), bei der die Verdampferrohre (2) um einen Winkel α (12) geneigt sind.

Figur 7 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) mit einem zusätzlichen Aufgabesystem (14)

Figur 8 eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) mit einem Verdampferzulauf (5) in Form eines Steigrohres (15) mit einer Verdampferrohranbindung (17).

[0034] Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) mit einem Flüssigkeitsreservoir (1) und zwei Verdampferrohren (2). Insbesondere zeigt Figur 1 eine Kapillarstruktur (6), die an den Innenseiten der bevorzugt zwei Verdampferrohre (2) angeordnet vorliegt. Die Verdampferrohre (2) können vorzugsweise als erstes und zweites Verdampferrohr bezeichnet werden. Die Kapillarstruktur (6) kann beispielsweise von einer strukturierten Oberfläche oder von einem Kapillarmaterial gebildet werden, wobei die strukturierte Oberfläche bevorzugt fest und/oder das Kapillarmaterial bevorzugt lösbar mit den Verdampferrohren (2) verbindbar ist. Vorzugsweise umfasst die Kapillarstruktur (6) Materialien, die ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend aufgesinterte Partikel und/oder Späne, vorzugsweise aus Metall, Glasfasergewebe, Strukturen aufweisend enge Strömungshohlräume, wie Metallschwämme, eingeritzte, aufgepresste, aufgelötete und/oder aufgeschweißte Kanäle und/oder eine Kombination daraus. Die Kapillarstruktur (6) kann demnach sowohl als strukturierte Oberfläche auf den Innenseiten der Verdampferrohre (2) vorliegen, wobei diese dann insbesondere im Normalbetrieb der Verdampfervorrichtung (13) nicht-lösbar mit den Seitenwänden verbunden ist, als auch als Kapillarmaterial im Innenraum der Verdampferrohre (2) vorliegen, wobei dies dann beispielsweise den Innenraum der Verdampferrohre (2) ausfüllt oder mittels einer Spirale an die Seitenwände des Verdampferrohres (2) gedrückt werden kann.

[0035] Weiter umfasst die in Figur 1 dargestellte bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) eine Dampfzusammenführung (3) und einen Dampfabzug (4). Oberhalb des Flüssigkeitsreservoirs (1) ist ein Verdampferzulauf (5) angeordnet, durch den die zu verdampfende Flüssigkeit (7) der Verdampfervorrichtung (13) so zugeführt werden kann, dass das Zusammenlaufen im Flüssigkeitsreservoir (1) ermöglicht wird und sich keine Flüssigkeit (7) außerhalb des Flüssigkeitsreservoirs (1) oder außerhalb der Verdampferrohre (2) ansammeln kann. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Dampfabzug (4) an einem hoch gelegenen, insbesondere am höchstgelegenen Punkt der Verdampfervor-

richtung (13) angeordnet vorliegt, damit sich das aus der Verdampfvorrichtung (13) abzuführende Gas sammeln kann, um zu einem geeigneten Zeitpunkt aus der Vorrichtung (13) abgelassen zu werden.

[0036] Es ist bevorzugt, dass das Flüssigkeitsreservoir (1) vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit zu verdampfender Flüssigkeit (7) gefüllt ist und dass die Verdampfung von der Oberfläche (8) der Flüssigkeit (7) erfolgt. Es ist insbesondere bevorzugt, innerhalb der Verdampfvorrichtung (13) eine besonders große Flüssigkeitsoberfläche (8) bereitzustellen, um eine möglichst große Verdampfungswirkung zu erreichen. Es ist bevorzugt, dass das Flüssigkeitsreservoir (1) horizontal oder nahezu horizontal ausgerichtet ist und mit den Verdampferrohren (2) in Verbindung steht, wobei diese Verbindung insbesondere flüssigkeits- und dampfleitend ausgebildet ist.

[0037] Die Kapillarstruktur (6), die sich vorzugsweise an den Innenseiten der Verdampferrohre (2) befindet, ist so ausgestaltet, dass kapillare Effekte hervorgerufen werden, die zu einer Wanderung beziehungsweise einem Transport der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) entlang der Innenwände der Verdampferrohre (2) führen, wodurch die Innenseiten der Verdampferrohre (2) mit einem dünnen Film bestehend aus der Flüssigkeit (7), insbesondere dem Kältemittel, benetzt werden. Dadurch wird vorteilhafterweise eine besonders große Verdampfungsoberfläche (8) der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) gebildet, was eine wirksame Verdampfung der Flüssigkeit (7) befördert. Es ist insbesondere bevorzugt, wenn die Verdampferrohre (2) Kupfer und/oder Messing umfassen. Es sind aber auch Verdampferrohre (2), die Aluminium umfassen oder aus Aluminium bestehen, denkbar. Es ist im Sinne der Erfindung besonders bevorzugt, wenn die Verdampferrohre (2) möglichst hoch mit der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) benetzt werden, damit sich eine besonders große Verdampfungsoberfläche (8) bildet und die Verdampfung der Flüssigkeit (7) verbessert wird.

[0038] Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfvorrichtung (13), wobei die Innenseiten der Verdampferrohre (2) mit der zu verdampfenden Flüssigkeit benetzt sind. Insbesondere zeigt Figur 2 ein Flüssigkeitsreservoir (1), das vollständig mit der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) gefüllt ist. Die Flüssigkeit (7) steht gemäß Figur 2 so hoch in der Verdampfvorrichtung (13), dass die Flüssigkeit (7) auch in die unteren Bereiche der Verdampferrohre (2) hineinreicht. Die so gekennzeichneten Verdampferrohre (2) werden im Sinne der Erfindung bevorzugt auch als "teilüberflutete Verdampferrohre" bezeichnet. Durch die Kapillareffekte, die von der Kapillarstruktur (6) in den Verdampferrohren (2) hervorgerufen wird, wird die Flüssigkeit (7) an den Seitenwänden der Verdampferrohre (2) hinaufgezogen, insbesondere bildet sich ein dünner Flüssigkeitsfilm, der im Sinne der Erfindung bevorzugt eine Verdampfungs- oder Flüssigkeitsoberfläche (8) bildet, wobei die Vergrößerung dieser Oberfläche (8) ein Ziel der vorliegenden Er-

findung ist, um eine möglichst große Verdampfungswirkung bezüglich der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1) zu erzielen.

[0039] Bei der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform ragen die Seitenwände (9) der Verdampferrohre (2) in das Flüssigkeitsreservoir (1) beziehungsweise die dort enthaltene Flüssigkeit (7) hinein. Dadurch wird vorteilhafterweise eine Benetzung der an den Seitenwänden (9) der Verdampferrohre (2) vorgesehenen Kapillarstruktur (6) mit der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) erreicht. Des Weiteren kann Kapillarmaterial, das sich beispielsweise im Innenraum der Verdampferrohre (2) befindet, in Kontakt mit der Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1) gelangen. Dadurch wird es vorteilhafterweise möglich, dass die Flüssigkeit (7) durch die Kapillareffekte und -kräfte in das Kapillarmaterial eingesogen wird, wodurch sich vorteilhafterweise die Oberfläche (8) der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) erheblich erhöht, so dass eine besonders wirksame Verdampfung der Flüssigkeit (7) erreicht wird, auch wenn das Reservoir (1) nicht vollständig mit der Flüssigkeit (7) befüllt ist.

[0040] Figur 4 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfvorrichtung (13), bei der sich in der Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1) Dampfblasen (10) bilden. In Figur 4 sind diese Dampfblasen (10) dargestellt, die im Flüssigkeitsreservoir (1) oder in den teilüberfluteten Verdampferrohren (2) entstehen können. Insbesondere bei geringen Innendurchmessern der Verdampferrohre (2) können diese Dampfblasen (10) nicht frei durch die Verdampferrohre (2) strömen. Wenn das Flüssigkeitsreservoir (1) vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit zu verdampfender Flüssigkeit (7) gefüllt ist, wird bevorzugt schwallweise Flüssigkeit (7) in die Verdampferrohre (2) gedrückt, wodurch sich vorzugsweise zeitweise ein erhöhter Füllstand (11) in den Verdampferrohren (2) bildet. Durch den bevorzugten Innendurchmesser der Verdampferrohre (2) können die Dampfblasen (10) in den Verdampferrohren (2) aufsteigen bis sie platzen oder langsam an der zu verdampfenden Flüssigkeit (7) vorbeiströmen, wodurch die Verdampferrohre (2) bevorzugt zyklisch von innen mit Flüssigkeit (7) benetzt werden. Dadurch kann sich besonders schnell der erwünschte, flächig ausgebildete dünne Flüssigkeitsfilm auf der Innenseite der Verdampferrohre (2) oder auf der Kapillarstruktur (6) ausbilden.

[0041] Figur 5 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfvorrichtung (13) und die Auswirkung von Dampfblasen (10) bei nicht vollständiger Befüllung des Flüssigkeitsreservoirs (1). In Figur 5 ist insbesondere die Verdampfvorrichtung (13) in einer zu kühlenden Umgebung aufgestellt, wobei ein thermischer Kontakt zwischen den Außenwänden des Flüssigkeitsreservoirs (1) und der zu kühlenden Umgebung gebildet wird. In dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entstehen die Dampfblasen (10) insbesondere auch in der Nähe des Bodens des Flüssigkeitsreservoirs (1), wobei die Dampfblasen (10) auch in dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in die Verdampferrohre (2) ge-

langen. Durch die besonders tiefe, d.h. in Bodennähe des Flüssigkeitsreservoirs (1) erfolgende Entstehung der Dampfblasen (10) innerhalb der Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1), gelangen die Dampfblasen (10) mit großer Geschwindigkeit in die Verdampferrohre (2), weswegen sie innerhalb der Rohre (2) besonders hochsteigen können und somit die Benetzung der Innenseiten der Verdampferrohre (2) vorteilhafterweise weiter verbessern können.

[0042] Diese Wirkung wird insbesondere dann verstärkt, wenn die Verdampferrohre (2) einen besonders kleinen Innendurchmesser, besonders bevorzugt kleiner als 13 mm, aufweisen. Verdampferrohre (2) mit einem so geringen Durchmesser weisen darüber hinaus den Vorteil auf, dass das Kapillarmaterial, das nicht fest mit den Seitenwänden der Verdampferrohre (2) verbunden ist, ohne zusätzliche versteifende oder befestigende Strukturen in den Verdampferrohren (2) gehalten werden kann, da es aufgrund seiner voluminösen Struktur gegen die Seitenwände der Verdampferrohre (2) gedrückt wird.

[0043] Figur 6 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13), bei der die Verdampferrohre (2) mit einem oberen Abschluss des Flüssigkeitsreservoirs (1) einen Winkel α (12) einschließen. Insbesondere zeigt Figur 6 eine Verdampfervorrichtung (13) mit geneigten Verdampferrohren (2), wobei die Neigung mit dem Neigungswinkel α (12) erfolgt. Der Neigungswinkel (12) wird zwischen den Seitenwänden der Verdampferrohre (2) und einer gedachten oberen Abschlusssebene des Flüssigkeitsreservoirs (1) gebildet. Auch bei dieser bevorzugten Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) bilden sich innerhalb der Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1) Dampfblasen (10), die in den Verdampferrohren (2) emporsteigen und zur Benetzung der Kapillarstruktur (6) an den Seitenwänden oder im Inneren der Verdampferrohre (2) beitragen.

[0044] Figur 7 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13) mit einem zusätzlichen Aufgabesystem (14), mit dem Flüssigkeit (7), die in einen oberen Bereich der Verdampfervorrichtung (13) gelangt ist, in die Verdampferrohre (2) zurückgeführt werden kann, ohne dass dafür zusätzlich Energie aufgewendet werden muss. Es ist insbesondere bevorzugt, dass das Aufgabesystem von einem Rohr mit Öffnungen, zum Beispiel kleinen Löchern im Abstand der Verdampferrohrwände, gebildet wird. Die Vorrichtung des Aufgabesystems (14) ermöglicht es vorteilhafterweise, Kältemittel, das sich im Bereich des Aufgabesystems (14) der Verdampfervorrichtung (13) gesammelt hat, in die Verdampferrohre (2) zurückzuführen. Dies geschieht vorzugsweise durch die Ausnutzung der Schwerkraft oder durch Druckanwendung. Die Ausnutzung der Schwerkraft ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Aufgabesystem (14) in einem oberen Bereich der Verdampfervorrichtung (13), und somit bevorzugt oberhalb der Verdampferrohre (2), angeordnet vorliegt, so dass das Kältemittel beispielsweise durch die Öffnungen im Rohr, welches vorzugsweise das Aufgabesystem (14) bildet, hindurchflie-

ßen und somit in den Bereich der Verdampferrohre (2) gelangen kann. Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung eines Aufgabesystems (14) die Benetzung der Kapillarstruktur (6) in den Verdampferrohren (2) weiter stark verbessern kann, wobei sich insbesondere die Geschwindigkeit, mit der die Kapillarstruktur (6) benetzt wird, gegenüber einer alleinig kapillar ausgebildeten Benetzung erhöht.

[0045] Figur 8 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Verdampfervorrichtung (13), bei welcher der Verdampferzulauf (5) von hinten in die Verdampfervorrichtung (13) hineingeführt wird und die zu verdampfende Flüssigkeit (7) über eine Steigleitung (15) und eine Verdampferrohranbindung (17) zugeführt wird. Dadurch fließt die zu verdampfende Flüssigkeit (7) über die Verdampferrohre (2) in das primäre Flüssigkeitsreservoir (1). Durch die in die Verdampferrohranbindung (17) hineinragende Steigleitung und Verdampferrohre (16) wird vorteilhafterweise ein erhöhtes Flüssigkeitsreservoir (18) mit der Flüssigkeitsoberfläche (8) gebildet.

Bezugszeichenliste

[0046]

- | | |
|----|--|
| 1 | Flüssigkeitsreservoir |
| 2 | vertikales Rohr/Verdampferrohr |
| 3 | Dampfzusammenführung |
| 4 | Dampfzug |
| 5 | Verdampferzulauf |
| 6 | Kapillarstruktur |
| 7 | zu verdampfende Flüssigkeit |
| 8 | Flüssigkeitsoberfläche/Verdampfungsoberfläche |
| 9 | Seitenwände der Verdampferrohre, die in das Flüssigkeitsreservoir hineinragen |
| 10 | Dampfblasen |
| 11 | (erhöhter) Füllstand |
| 12 | Winkel α |
| 13 | Verdampfervorrichtung |
| 14 | Aufgabesystem |
| 15 | Steigleitung des Verdampferzulaufs |
| 16 | Seitenwände der Steigleitung des Verdampferzulaufs, die in die Verdampferrohranbindung hineinragen |
| 17 | Verdampferrohranbindung |
| 18 | erhöhtes Flüssigkeitsreservoir |

Patentansprüche

1. Verdampfervorrichtung (13) umfassend mindestens ein Flüssigkeitsreservoir (1) und mindestens zwei im Wesentlichen parallel geschaltete Verdampferrohre (2) **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdampferrohre (2) eine Kapillarstruktur (6) aufweisen und das Flüssigkeitsreservoir (1) unterhalb der Verdampferrohre (2) angeordnet vorliegt und mit

- den Verdampferrohren (2) flüssigkeits- und/oder dampfleitend in Verbindung steht.
2. Verdampfvorrichtung (13) nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfvorrichtung (13) eine Dampfzelle zum Durchlass einer Dampfströmung im Inneren der Verdampferrohre (2) umfasst.
 3. Verdampfvorrichtung (13) nach Anspruch 1 und/oder Anspruch 2
dadurch gekennzeichnet, dass das Flüssigkeitsreservoir (1) vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit einer Flüssigkeit (7) befüllbar ist, wobei die Flüssigkeit (7) ein Kältemittel, bevorzugt Wasser, Ethanol oder Ammoniak ist.
 4. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Verdampferrohre (2) in das Flüssigkeitsreservoir (1) hineinragt.
 5. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampferrohre (2) im Wesentlichen senkrecht zu dem Flüssigkeitsreservoir (1) angeordnet vorliegen oder dass die Verdampferrohre (2) mit dem Flüssigkeitsreservoir (1) einen Winkel α (12) einschließt, wobei der Winkel α (12) im Bereich von 30 bis 90 ° liegt, besonders bevorzugt bei 45 ° oder 90 °.
 6. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillarstruktur (6) von einer strukturierten Oberfläche und/oder einem Kapillarmaterial gebildet wird, wobei die Kapillarstruktur (6) Materialien umfasst, die ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend aufgesinterte Partikel und/oder Späne, vorzugsweise aus Metall, Glasfasergewebe, Strukturen aufweisend enge Strömungshohlräume, wie Metallschwämme, eingeritzte, aufgesprengte, aufgelötete und/oder aufgeschweißte Kanäle und/oder eine Kombination daraus.
 7. Verdampfvorrichtung (13) nach Anspruch 6
dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte Oberfläche fest mit den Verdampferrohren (2) verbindbar ist oder
 8. Verdampfvorrichtung (13) nach Anspruch 6
dadurch gekennzeichnet, dass das Kapillarmaterial lösbar mit den Verdampferrohren (2) verbindbar ist.
 9. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass ein direkter räumlicher Kontakt zwischen dem Flüssigkeitsreservoir (1) und einer Umgebung der Verdampfvorrichtung (13) besteht, wobei dieser räumliche Kontakt einen thermischen Kontakt zwischen der Flüssigkeit (7) im Flüssigkeitsreservoir (1) und der Umgebung darstellt.
 10. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampferrohre (2) einen eckigen Kanal umfassen, wobei der eckige Kanal Platten aufweist, die in einem kleinsten Abstand einen Abstand von maximal 5 bis 15 mm, bevorzugt 8 bis 12 mm, besonders bevorzugt 10 mm aufweisen.
 11. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfvorrichtung (13) ein Aufgabesystem (14) mit Auslauföffnungen zur Abgabe von Kältemitteln an das mindestens eine Verdampferrohr (2) umfasst, wobei das Aufgabesystem (14) oberhalb der Verdampferrohre (2) angeordnet vorliegt.
 12. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampferrohre (2) Messing und/oder Kupfer umfasst.
 13. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb des Dampfzuges (4) ein Hohlraum zum Sammeln von nicht kondensierbaren Gasen angeordnet vorliegt.
 14. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfvorrichtung (13) einen Dampfzug (4) zum Entweichen von dampfförmiger Flüssigkeit und/oder einen Verdampferzulauf (5) zur Zuführung von zu verdampfender Flüssigkeit (7) umfasst.
 15. Verdampfvorrichtung (13) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Verdampferrohren mindestens ein Zulauf angeordnet vorliegt, wobei der Zulauf eine Steigleitung umfasst, die in einem direkten thermischen Kontakt zu einem Kühlraum steht.

Fig. 1

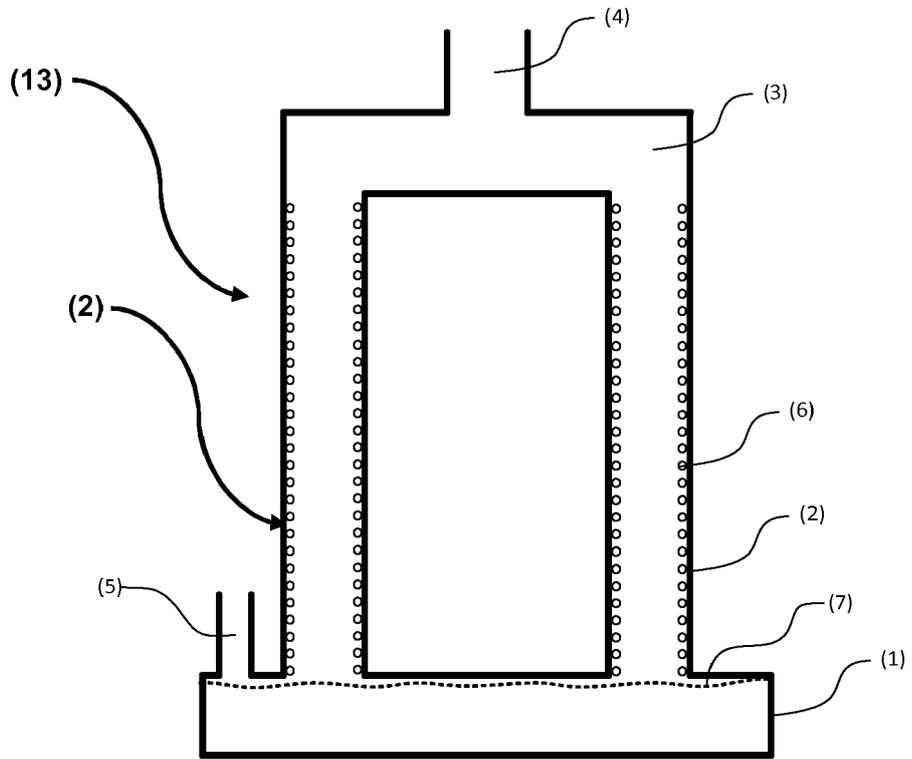


Fig. 2

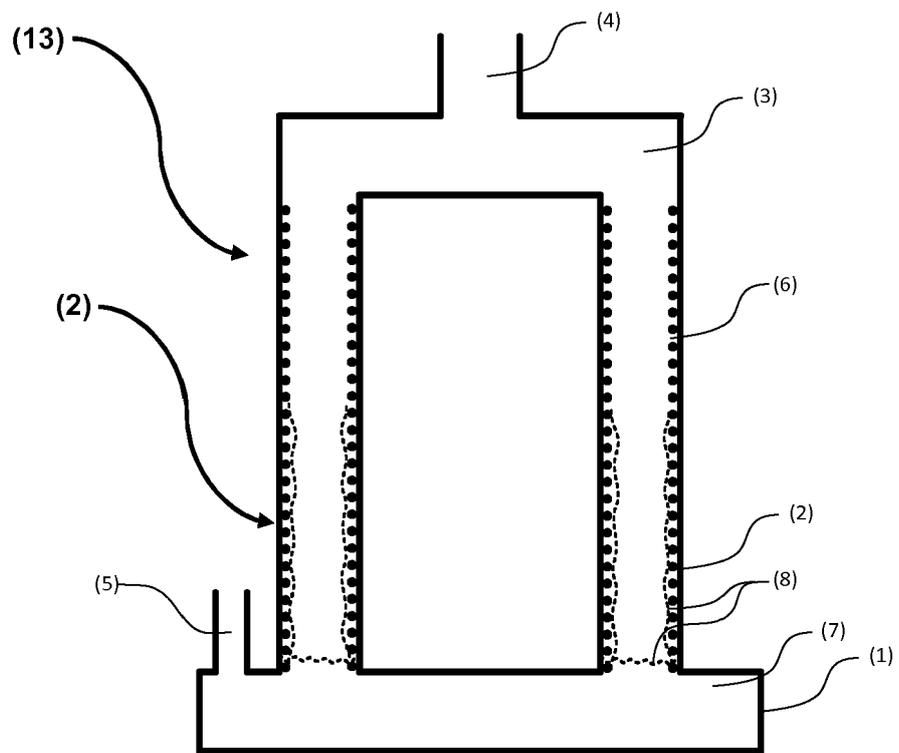


Fig. 3

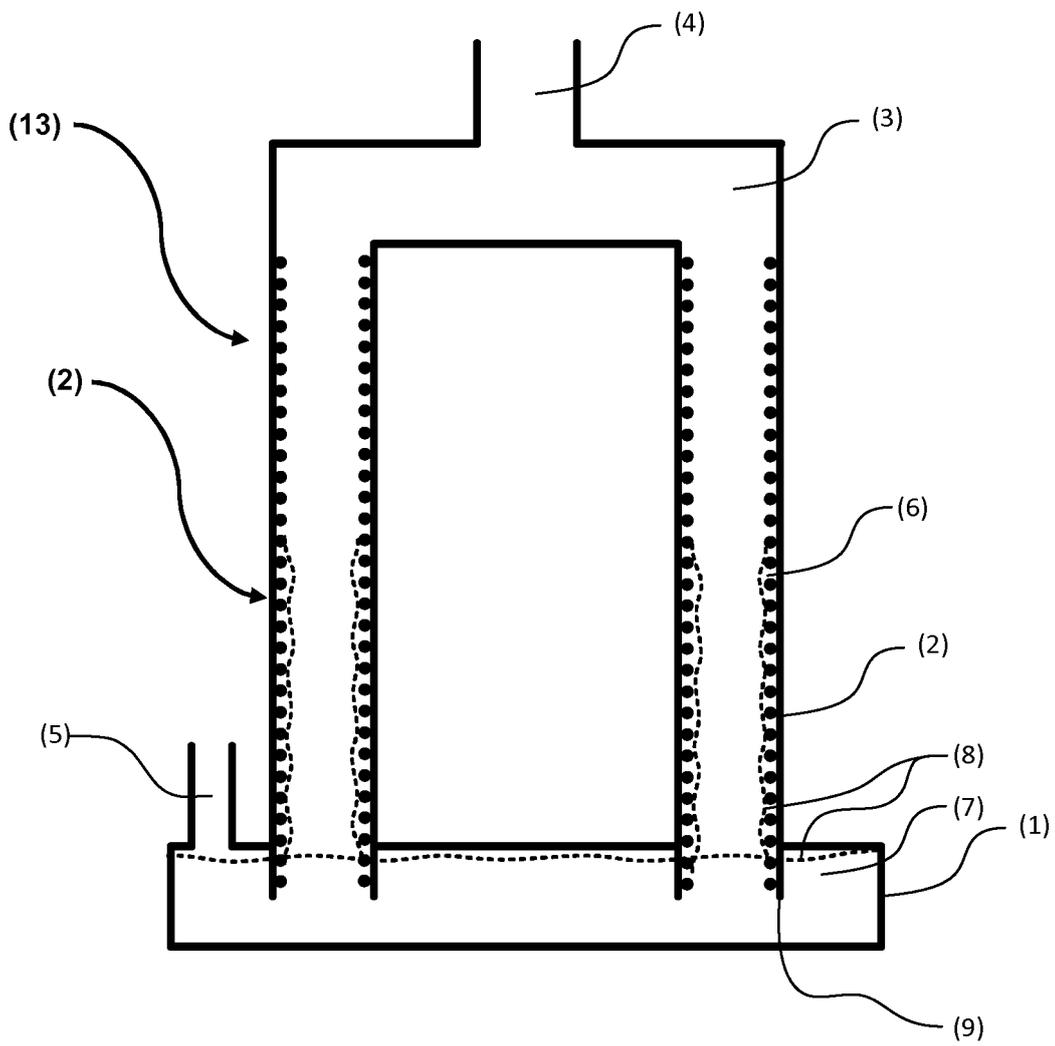


Fig. 4

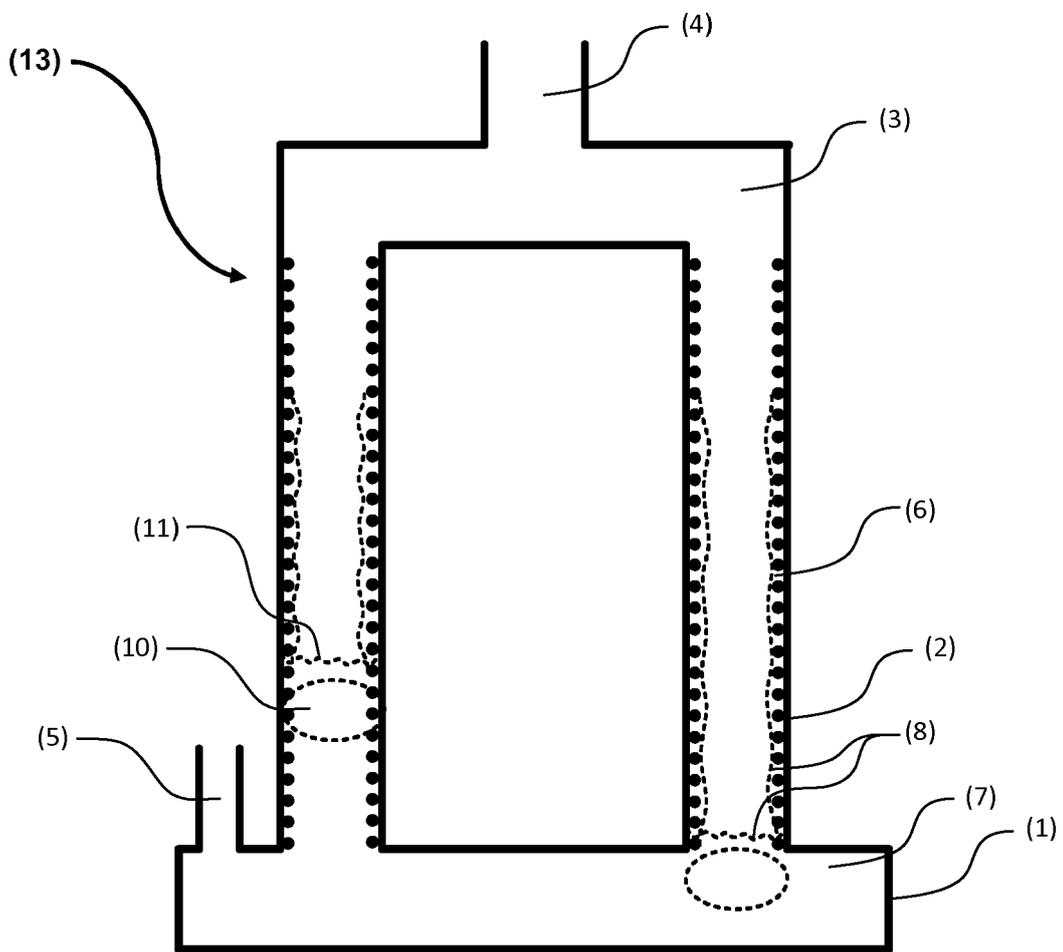


Fig. 5

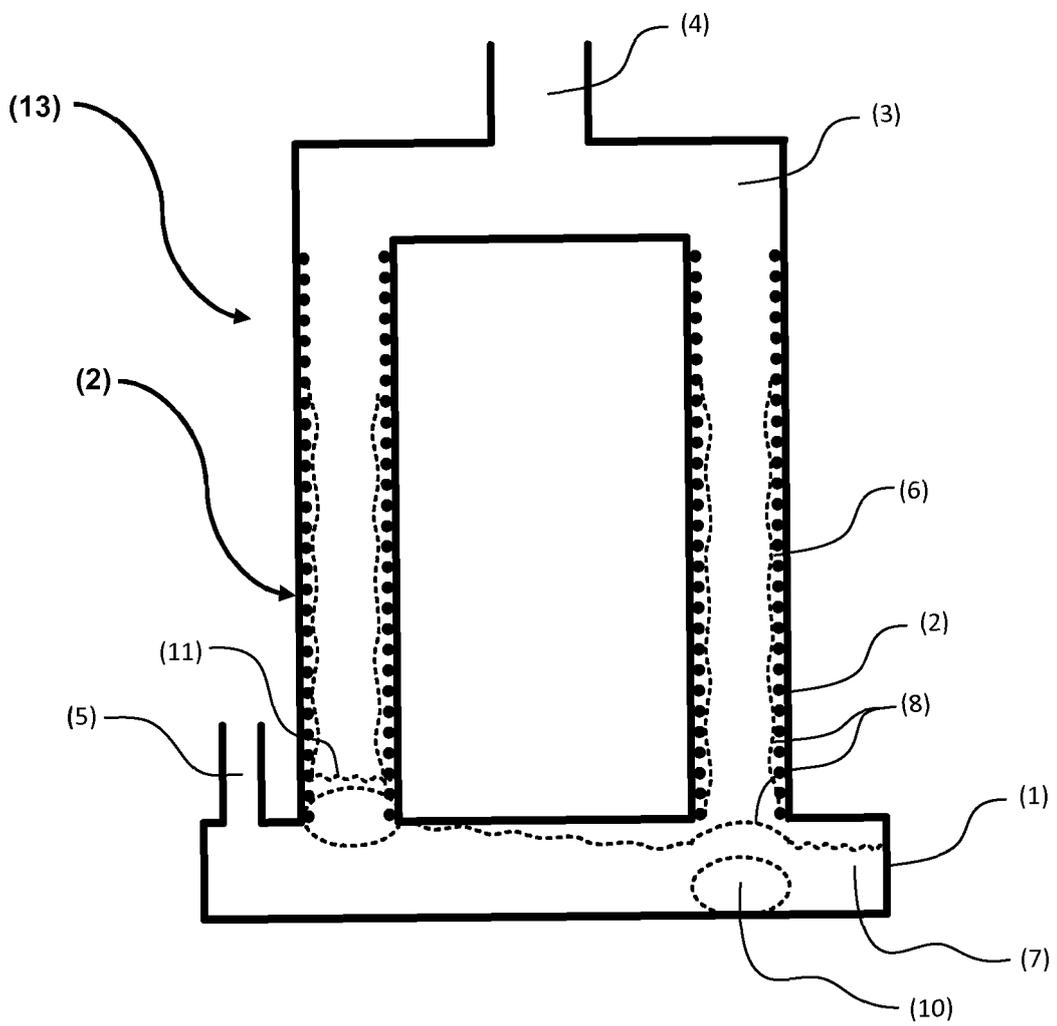


Fig. 6

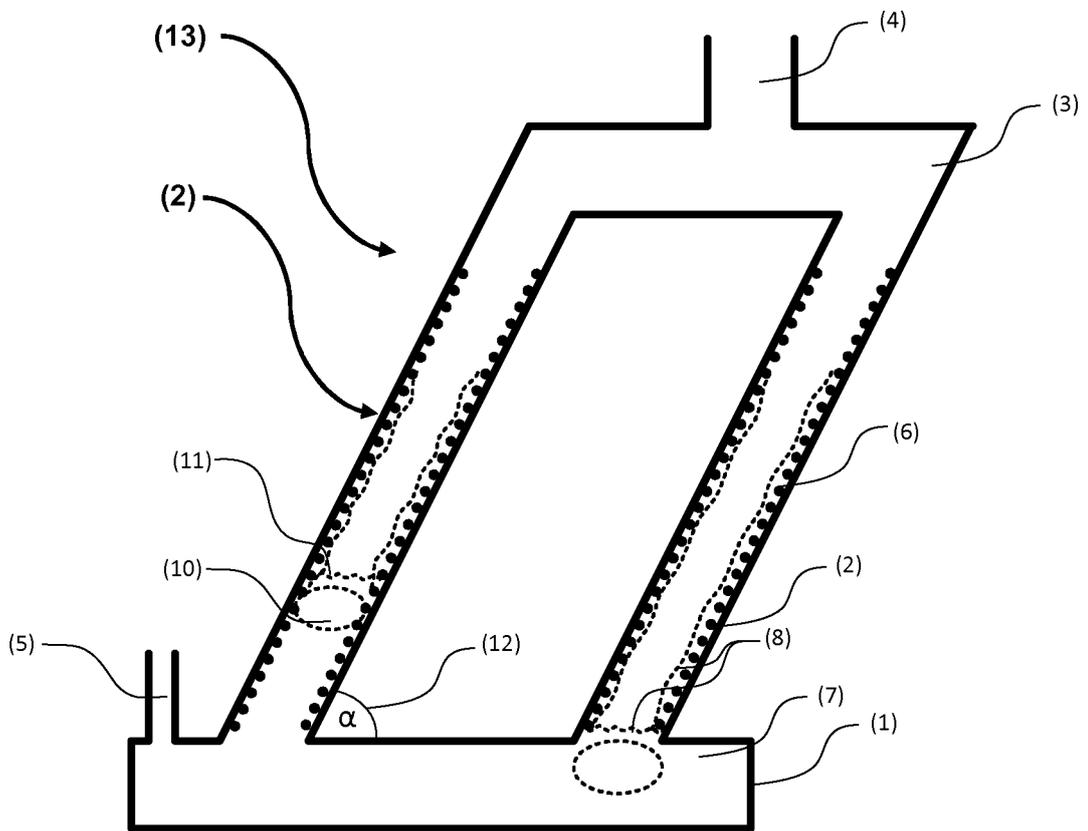


Fig. 7

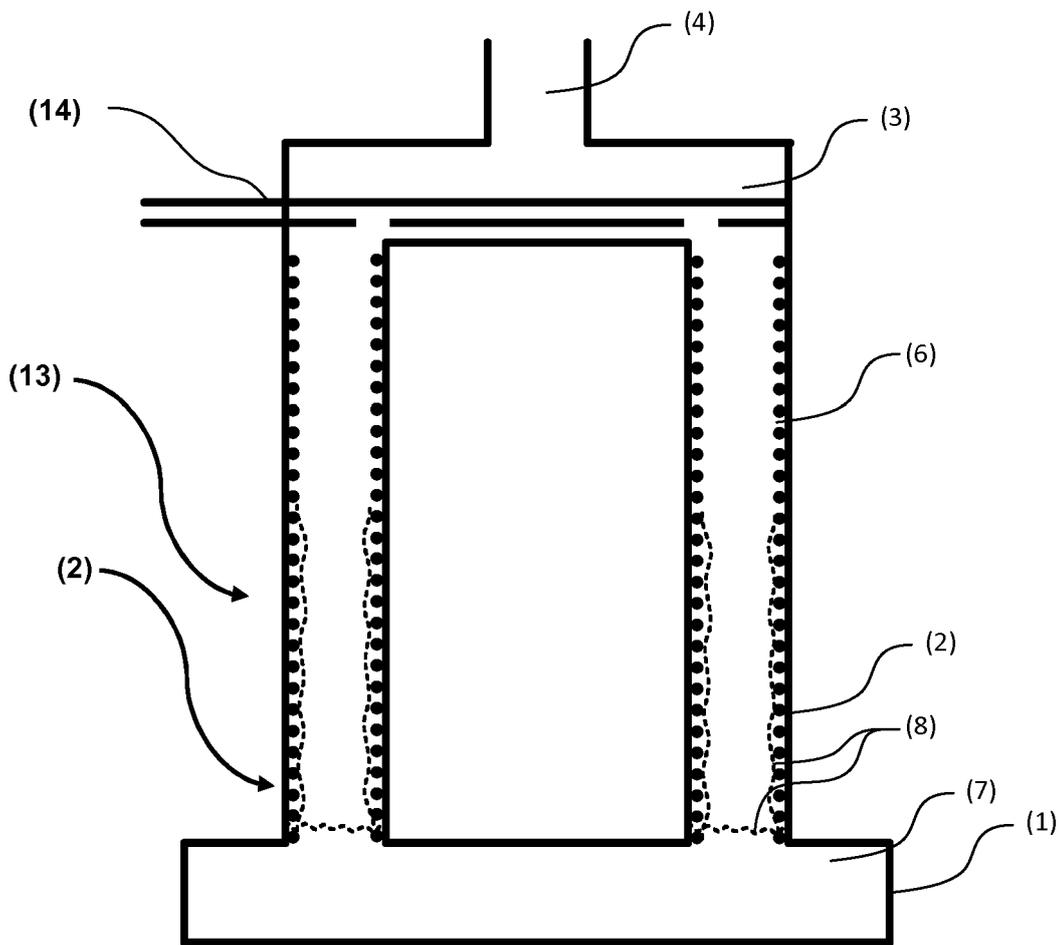
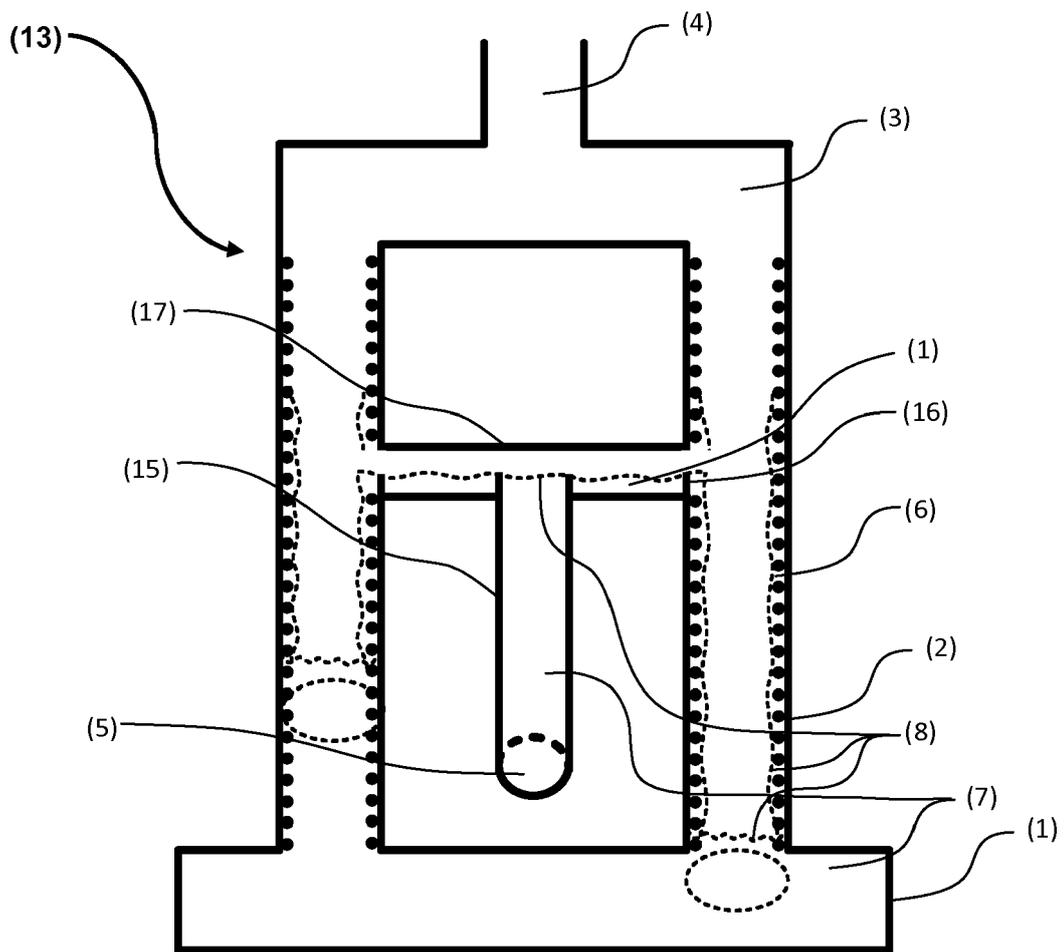


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 20 5398

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 34 08 981 A1 (KRAFTWERK UNION AG [DE]) 12. September 1985 (1985-09-12) * Seite 5, Zeile 24 - Seite 6, Zeile 28; Abbildung 1 *	1-15	INV. F25B39/02 F28F13/18 F28F1/40
Y	JP H02 89997 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 29. März 1990 (1990-03-29) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-7,9-15	
Y	DE 25 52 679 A1 (HITACHI LTD) 16. Juni 1976 (1976-06-16) * Seite 6; Abbildungen *	1-7,9-15	
Y	JP S61 15090 A (MITSUBISHI METAL CORP) 23. Januar 1986 (1986-01-23) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-6,8-15	
Y	JP S55 60185 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 7. Mai 1980 (1980-05-07) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-6,8-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. April 2018	Prüfer Ritter, Christoph
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 5398

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3408981 A1	12-09-1985	AT 391541 B DE 3408981 A1 DK 109585 A JP S60205107 A	25-10-1990 12-09-1985 13-09-1985 16-10-1985
JP H0289997 A	29-03-1990	JP 2548605 B2 JP H0289997 A	30-10-1996 29-03-1990
DE 2552679 A1	16-06-1976	DE 2552679 A1 US 4044797 A	16-06-1976 30-08-1977
JP S6115090 A	23-01-1986	KEINE	
JP S5560185 A	07-05-1980	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- WO 2007115877 A [0003]