

(19)



(11)

EP 3 745 074 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.2020 Patentblatt 2020/49

(51) Int Cl.:
F28F 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20172868.0**

(22) Anmeldetag: **05.05.2020**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

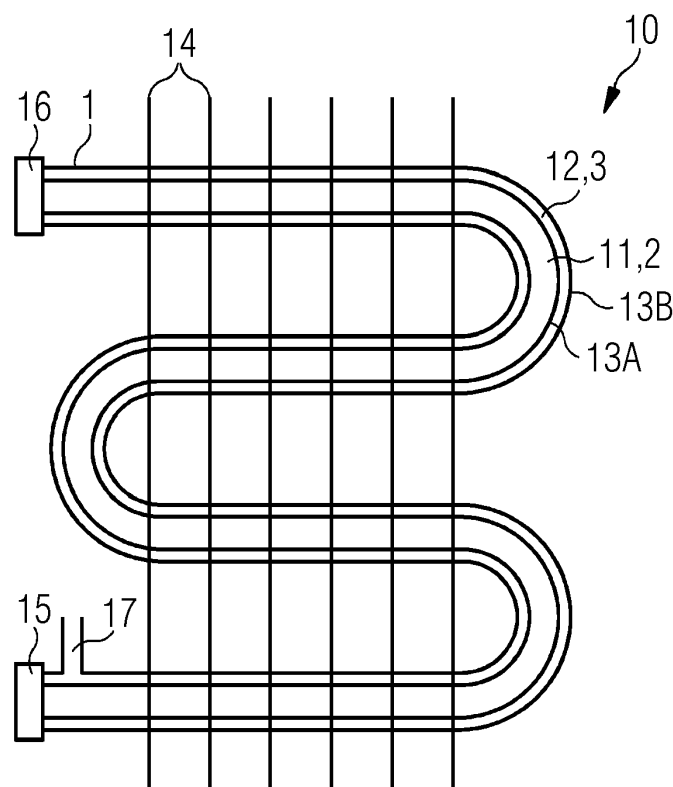
(72) Erfinder: **Kasap, Irfan**
44653 Herne (DE)

(30) Priorität: **29.05.2019 DE 102019207901**

(54) WÄRMETAUSCHER FÜR EINE KLIMAAANLAGE

(57) In mindestens einer Ausführungsform umfasst der Wärmetauscher (10) für eine Klimaanlage ein mehrwandiges Rohr (1) mit einem ersten Kanal (11) und einem zweiten Kanal (12). Der zweite Kanal verläuft dabei um den ersten Kanal und ist durch eine Innenwand (13A)

des Rohrs von dem ersten Kanal getrennt. Der erste Kanal ist zur Führung eines ersten Mediums (2) eingerichtet und der zweite Kanal (3) ist zur Lagerung eines zweiten Mediums eingerichtet.

FIG 1**EP 3 745 074 A1**

Beschreibung

[0001] Es werden ein Wärmetauscher für eine Klimaanlage, ein System und ein Verfahren zum Steuern eines Systems angegeben.

[0002] Ein Wärmetauscher ist in der Druckschrift DE 102015207442 A1 beschrieben.

[0003] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, einen Wärmetauscher für eine Klimaanlage anzugeben, der auch bei Verwendung gefährlicher Kühlmittel einen sicheren Betrieb ermöglicht. Weitere zu lösende Aufgaben bestehen darin, ein System mit einem solchen Wärmetauscher sowie ein Verfahren zum Steuern eines solchen Systems anzugeben.

[0004] Diese Aufgaben werden unter anderem durch die Gegenstände der Patentansprüche 1 und 4 sowie durch das Verfahren des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der weiteren, abhängigen Patentansprüche.

[0005] Zunächst wird ein Wärmetauscher für eine Klimaanlage angegeben. Der Wärmetauscher ist also insbesondere zur Kühlung oder Erwärmung von Umgebungsluft beziehungsweise Raumluft vorgesehen oder eingerichtet. Ein Wärmetauscher wird üblicherweise auch als Wärmeübertrager bezeichnet.

[0006] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Wärmetauscher ein mehrwandiges Rohr mit einem ersten Kanal und einem zweiten Kanal. Unter einem Kanal wird dabei ein Hohlraum verstanden, der mit einem Gas oder einer Flüssigkeit befüllbar ist und/oder durch den ein Gas oder eine Flüssigkeit fließen kann. Die Kanäle weisen beispielsweise jeweils eine Querschnittsfläche von zumindest $0,1 \text{ mm}^2$ oder zumindest 1 mm^2 oder zumindest 100 mm^2 oder zumindest 1 cm^2 auf. Alternativ oder zusätzlich betragen die Querschnittsflächen beider Kanäle höchstens 10 cm^2 oder höchstens 5 cm^2 oder höchstens 1 cm^2 oder höchstens $0,5 \text{ cm}^2$. Die Querschnittsfläche ist dabei eine Fläche senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung des jeweiligen Kanals.

[0007] Gemäß zumindest einer Ausführungsform verläuft der zweite Kanal um den ersten Kanal und ist durch eine Innenwand des Rohrs von dem ersten Kanal getrennt. Insbesondere bildet in einer Querschnittsansicht senkrecht zu einer Haupterstreckungsrichtung des Rohrs beziehungsweise senkrecht zum Rohrverlauf der zweite Kanal eine geschlossene und zusammenhängende Bahn um den ersten Kanal. Der erste Kanal hat in der Querschnittsansicht beispielsweise einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt, der zweite Kanal beispielsweise einen im Wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

[0008] Neben der Innenwand umfasst das Rohr noch eine Außenwand. Die Außenwand verläuft um die Innenwand. Die Innenwand und die Außenwand bilden bevorzugt konzentrische geometrische Körper, beispielsweise konzentrische Röhren, die voneinander beabstandet sind und so einen zweiten Kanal einschließen. Die In-

nenwand und die Außenwand des Rohrs sind beispielsweise in der Querschnittsansicht gesehen ringförmig ausgebildet.

[0009] Anders ausgedrückt umfasst das mehrwandige Rohr ein Innenrohr, welches durch die Innenwand begrenzt ist, und ein Außenrohr, welches durch die Außenwand begrenzt ist. Das Außenrohr verläuft um das Innenrohr und ist von dem Innenrohr beabstandet.

[0010] Die Innenwand ist insbesondere dazu eingerichtet, den ersten Kanal von dem zweiten Kanal zu trennen. Beispielsweise ist die Innenwand im unbeschädigten Zustand des Rohrs undurchlässig für Flüssigkeiten oder Gase.

[0011] Das Rohr ist bevorzugt langgestreckt, so dass ein Durchmesser des Rohrs kleiner, beispielsweise um mindestens einen Faktor 10 oder 100 kleiner, ist als dessen Länge. Die Länge wird entlang des Rohrverlaufs gemessen. Das Rohr verläuft zum Beispiel gekrümmt, beispielsweise mäanderrförmig beziehungsweise schlangelinienförmig. Zum Beispiel umfasst das Rohr zumindest zwei oder zumindest vier Windungen.

[0012] Die Kanäle erstrecken sich entlang des Rohrverlaufs. Die Länge des ersten und/oder zweiten Kanals beträgt bevorzugt im Wesentlichen, das heißt bis auf eine Abweichung von höchstens 10 %, der Länge des Rohrs. Die Innenwand erstreckt sich im intakten Zustand des Rohrs bevorzugt ohne Unterbrechungen über im Wesentlichen die gesamte Länge des Rohrs.

[0013] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der erste Kanal zur Führung eines ersten Mediums eingerichtet. Das erste Medium ist bevorzugt eine Flüssigkeit und/oder ein Gas. Beispielsweise ist der erste Kanal dazu mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung des Wärmetauschers verbunden, über die das erste Medium zugeführt und abgeführt werden kann. Während des Betriebs des Wärmetauschers kann das erste Medium beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von zumindest 1 cm/s durch den ersten Kanal hindurchströmen oder hindurchfließen. Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der zweite Kanal zur Lagerung eines zweiten Mediums eingerichtet. Das zweite Medium ist bevorzugt eine Flüssigkeit und/oder ein Gas. Während des Betriebs und in einem intakten Zustand des Rohrs steht das zweite Medium beispielsweise in dem zweiten Kanal, ohne zu fließen. Die Innenwand sorgt bevorzugt dafür, dass es in einem intakten Zustand des Rohrs zu keiner Durchmischung des ersten Mediums und des zweiten Mediums kommt. Die Außenwand verhindert im intakten Zustand, dass das zweite Medium nach außen dringt. Der zweite Kanal ist im intakten Zustand des Rohrs also zur verlustfreien Lagerung des zweiten Mediums eingerichtet. Zum Beispiel ist im intakten Zustand des Rohrs das zweite Medium unter einem Überdruck bezüglich des Umgebungsdrucks von zumindest 1 bar oder zumindest 2 bar gelagert, ohne dass der Druck in einem Zeitraum von beispielsweise einem Tag signifikant, das heißt um mehr als 1 %, abnimmt.

[0014] In mindestens einer Ausführungsform umfasst

der Wärmetauscher für eine Klimaanlage ein mehrwandiges Rohr mit einem ersten Kanal und einem zweiten Kanal. Der zweite Kanal verläuft dabei um den ersten Kanal und ist durch eine Innenwand des Rohrs von dem ersten Kanal getrennt. Der erste Kanal ist zur Führung eines ersten Mediums eingerichtet und der zweite Kanal ist zur Lagerung eines zweiten Mediums eingerichtet.

[0015] Der Wärmetauscher umfasst bevorzugt neben dem bisher beschriebenen Rohr ein oder mehrere weitere Rohre. Alle hier und im Folgenden im Zusammenhang mit dem einen Rohr beschriebenen Merkmale sind auch für alle weiteren Rohre des Wärmetauschers offenbart. Beispielsweise sind das oder die weiteren Rohre mehrwandig und zur Führung beziehungsweise Lagerung eines ersten Mediums in einem ersten Kanal und eines zweiten Mediums in einem zweiten Kanal eingerichtet. Die mehreren Rohre des Wärmetauschers sind beispielsweise mit derselben Einlassöffnung und/oder derselben Auslassöffnung verbunden. Die vorliegende Erfindung basiert unter anderem auf der Erkenntnis, dass die F-Gas-Verordnung für bewegliche Raumklimageräte vorschreibt, dass Kältemittel mit einem Treibhauspotenzial (englisch Global Warming Potential, kurz GWP) von mehr als 150 ab dem ersten Januar 2020 nicht mehr zugelassen sind. Alternative Kältemittel, die diese Anforderung erfüllen, sind derzeit CO₂ sowie HFO-Kältemittel, wie R1234yf, R1234ze. Allerdings werden diese Kältemittel zum Teil als riskant eingestuft, da sie entweder unter sehr hohen Betriebsdrücken arbeiten, brennbar sind und/oder bei der Verbrennung auch giftig/ätzend sind.

[0016] Der Kreislauf einer Klimaanlage, zum Beispiel einer Klimaanlage für Schienenfahrzeuge, ist in der Regel aufgeteilt in einen Luftbehandlerbereich und einen Aufbereitungsbereich. Der Luftbehandlerbereich umfasst in der Regel einen Wärmetauscher. Ein mögliches Austreten des Kältemittels in die Umgebungsluft im Bereich des Wärmetauschers kann für einen Benutzer der Klimaanlage gefährlich werden. Beispielsweise kann bereits ein Funke im Elektromotor eines Zulufters zur Entzündung des ausgetretenen Kältemittels führen.

[0017] Bei der vorliegenden Erfindung wird von der Idee Gebrauch gemacht, in dem Wärmetauscher ein mehrwandiges Rohr zu verwenden. Ein innerer, erster Kanal ist zur Führung eines ersten Mediums, beispielsweise des Kältemittels, vorgesehen und durch eine Innenwand des Rohrs von einem äußeren, zweiten Kanal, der den ersten Kanal umgibt, umschlossen. Der zweite Kanal ist zur Lagerung eines zweiten Mediums eingerichtet. Das zweite Medium kann mit einem vorgegebenen Druck in dem zweiten Kanal gelagert werden. Kommt es zu einer Beschädigung des Rohrs, führt dies im Allgemeinen zu einer Veränderung des Drucks in dem zweiten Kanal. Eine solche Druckänderung kann gemessen werden und es können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, um ein Austreten oder ein weiteres Austreten des ersten Mediums in die Umgebungsluft zu vermeiden. Insbesondere kann mit einem solchen

Wärmetauscher also eine hohe Sicherheit gewährleistet werden.

[0018] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Wärmetauscher ein Kühlrippenwärmetauscher. Dazu ist das Rohr, insbesondere die Außenwand des Rohrs, mit einer Mehrzahl von Kühlrippen, insbesondere plattenförmigen Kühlrippen, stoffschlüssig verbunden. Das Rohr erstreckt sich bevorzugt senkrecht zu Haupterstreckungsebenen der Kühlrippen und dabei durch die Kühlrippen hindurch. Die Kühlrippen sind bevorzugt übereinander gestapelt und paarweise voneinander beabstandet. Beispielsweise verlaufen die Kühlrippen im Wesentlichen parallel zueinander. Der Wärmetauscher umfasst beispielsweise zumindest fünf oder zumindest zehn oder zumindest 20 solcher Kühlrippen. Jede Kühlrippe weist zum Beispiel eine Fläche von zumindest 10 cm² oder zumindest 100 cm² auf, wobei die Flächen jeweils in einer Ebene senkrecht zum Rohrverlauf gemessen werden.

[0019] Im Betrieb des Wärmetauschers kann Umgebungsluft zwischen den Kühlrippen entlang strömen. Zur Vorgabe einer Strömungsrichtung der Umgebungsluft wird beispielsweise von einem Zulufter Gebrauch gemacht. Die Umgebungsluft kann dann Wärme an die Kühlrippen abgeben, wobei die Wärme von den Kühlrippen auf das Rohr und damit auf das erste Medium übertragen wird.

[0020] Bei dem Wärmetauscher handelt es sich bevorzugt um einen Verdampfer. Das heißt, während des Betriebs ändert sich der Aggregatzustand des ersten Mediums innerhalb des Rohrs von flüssig nach gasförmig. Die dazu nötige Energie wird in Form von Wärmeenergie aus der Umgebungsluft gezogen, wobei sich die Umgebungsluft abkühlt.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Rohr ein Metall, insbesondere Kupfer und/oder Aluminium, oder besteht daraus. Die Kühlrippen umfassen ebenfalls bevorzugt ein Metall, wie Kupfer und/oder Aluminium, oder bestehen daraus.

[0022] Als nächstes wird ein System angegeben. Das System umfasst insbesondere einen wie zuvor beschriebenen Wärmetauscher. Alle im Zusammenhang mit dem Wärmetauscher offenbarten Merkmale sind daher auch für das System offenbart und umgekehrt.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das System einen Wärmetauscher nach einem oder mehreren der zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Ferner umfasst das System ein Druckmessgerät. Das Druckmessgerät ist zur Erfassung eines Drucks in dem zweiten Kanal eingerichtet.

[0024] Im Betrieb ist der zweite Kanal mit dem zweiten Medium unter Druck befüllt. Das Druckmessgerät gibt im Betrieb ein Messsignal, insbesondere ein elektrisches Messsignal, aus. Das Messsignal ist repräsentativ für den Druck in dem zweiten Kanal. Bei dem Druckmessgerät handelt es sich zum Beispiel um einen Drucksensor mit Keramikzelle.

[0025] Gemäß zumindest einer Ausführungsform um-

fasst das System eine Fördereinheit, insbesondere einen Kompressor oder eine Pumpe. Ferner umfasst das System ein Leitungssystem mit einer Zuleitung und einer Ableitung. Die Zuleitung und die Ableitung sind mit dem Wärmetauscher und mit der Fördereinheit derart gekoppelt, dass mit der Fördereinheit das erste Medium über die Zuleitung dem Wärmetauscher zuführbar ist und über die Ableitung vom Wärmetauscher abführbar ist. Über die Ableitung wird das erste Medium dann bevorzugt wieder der Fördereinheit zugeführt. Die Zuleitung ist beispielsweise mit der Einlassöffnung des Rohrs verbunden. Die Ableitung ist zum Beispiel mit der Auslassöffnung des Rohrs verbunden.

[0026] In der Fördereinheit wird das erste Medium beispielsweise komprimiert, zum Beispiel wieder verflüssigt, und dann erneut dem Wärmetauscher zugeführt. Insbesondere bildet das System im intakten Zustand also einen geschlossenen Kreislauf für das erste Medium.

[0027] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das System ein Ventil, insbesondere ein Magnetventil, über das eine Zuführung des ersten Mediums zum Wärmetauscher regulierbar ist. Beispielsweise wird bei der Erfassung eines Druckabfalls im zweiten Kanal das Ventil geschlossen und so eine Zuführung des ersten Mediums in den ersten Kanal des Wärmetauschers unterbrochen.

[0028] Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei dem System um eine Klimaanlage, insbesondere um eine mobile Klimaanlage.

[0029] Darüber hinaus wird ein Fahrzeug mit einem wie zuvor beschriebenen System angegeben. Bei dem Fahrzeug handelt es sich bevorzugt um ein Kraftfahrzeug oder ein Schienenfahrzeug oder ein Flugzeug. In dem Fahrzeug ist der Wärmetauscher bevorzugt zur Kühlung oder Erwärmung von Raumluft in einer Kabine für Personen vorgesehen. Beispielsweise ist der Wärmetauscher in der Kabine angeordnet. Weitere Komponenten des Systems, wie beispielsweise die Fördereinheit, können außerhalb der Kabine angeordnet sein.

[0030] Das System kann des Weiteren auch als Klimaanlage für einen Wohnraum oder einen Arbeitsraum eingesetzt werden.

[0031] Als nächstes wird ein Verfahren zum Steuern eines Systems gemäß einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen angegeben. Alle im Zusammenhang mit dem System offenbarten Merkmale sind daher auch für das Verfahren offenbart und umgekehrt.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist während des Verfahrens der zweite Kanal mit einer vorgegebenen Menge des zweiten Mediums befüllt. Insbesondere ist der zweite Kanal soweit mit dem zweiten Medium befüllt, dass der zweite Kanal unter einem Überdruck bezüglich des Umgebungsdrucks steht. Beispielsweise beträgt der Überdruck in dem zweiten Kanal zumindest 0,5 bar oder zumindest 1 bar oder zumindest 2 bar. Mit anderen Worten wird vor der Durchführung des Verfahrens der zweite Kanal mit dem zweiten Medium befüllt, so dass der zweite Kanal unter Druck steht.

[0033] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird in einem Schritt A) des Verfahrens ein Druck in dem zweiten Kanal erfasst. Der Druck wird mithilfe des Druckmessgeräts erfasst. Beispielsweise wird dazu während des Verfahrens ein Messsignal, insbesondere ein elektrisches Messsignal, des Druckmessgeräts erfasst und ausgewertet. Das Messsignal ist dann repräsentativ für den Druck in dem zweiten Kanal.

[0034] Der Druck wird in dem Schritt A) bevorzugt wiederholt über einen Zeitraum erfasst, so dass eine zeitliche Änderung des Drucks erfassbar wird.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Schritt B), in dem eine Zufuhr des ersten Mediums zu dem Wärmetauscher in Abhängigkeit des erfassten Drucks gesteuert wird. Entspricht der erfasste Druck zum Beispiel einem vorgegebenen Sollwert oder weicht der erfasste Druck von einem vorgegebenen Sollwert um weniger als einen vorgegebenen Schwellwert ab, so kann dem Wärmetauscher das erste Medium zugeführt werden. Entspricht der erfasste Druck dagegen nicht einem vorgegebenen Sollwert oder weicht um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert von dem Sollwert ab, so erfolgt zum Beispiel keine Zufuhr des ersten Mediums zu dem Wärmetauscher oder eine bereits laufende Zufuhr wird verringert oder unterbrochen. Bevorzugt wird die Zufuhr bei einem Druckabfall verhindert.

[0036] Eine Veränderung des Drucks kann auf ein Leck in dem Rohr des Wärmetauschers hinweisen. Vorteilhaft ist das Verfahren unabhängig vom Einbauwinkel des Wärmetauschers durchführbar. Auch ist das Verfahren unabhängig von der Viskosität des ersten Mediums und von der Umgebungstemperatur durchführbar.

[0037] Das Verfahren umfasst beispielsweise einen weiteren Schritt C), der bevorzugt nach oder gleichzeitig mit dem Schritt B) ausgeführt wird und in dem ein Warnsignal ausgegeben wird. Der Schritt C) wird bevorzugt ausgeführt, wenn im Schritt A) der erfasste Druck nicht dem vorgegebenen Sollwert entspricht oder um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert von dem Sollwert abweicht. Aufgrund des Warnsignals kann beispielsweise ein Fahrzeug umfassend das System evakuiert werden.

[0038] Bevorzugt umfasst das Verfahren auch einen Schritt D), der zum Beispiel nach oder gleichzeitig mit dem Schritt B) ausgeführt wird und in dem eine Steuerung des Fahrzeugs umfassend das System verändert wird, falls im Schritt A) der erfasste Druck nicht dem vorgegebenen Sollwert entspricht oder um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert von dem Sollwert abweicht. Zum Beispiel wird im Schritt D) das Fahrzeug zum Stehen gebracht.

[0039] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird während des Verfahrens das erste Medium dem Wärmetauscher zugeführt. Das erste Medium strömt während des Verfahrens, das heißt während der Durchführung der Schritte A) und/oder B), also bereits durch den ersten Kanal, wobei es zu einem Wärmeübertrag zwischen dem ersten Medium und der Umgebungsluft kommt. Nach dem Durchströmen des ersten Kanals wird

das erste Medium wieder aus dem Wärmetauscher abgeführt und zurück zur Fördereinheit geführt. Im Schritt B) wird die Zufuhr des ersten Mediums verringert oder gestoppt, falls der im Schritt A) erfasste Druck von einem vorgegebenen Sollwert um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert abweicht. Insbesondere wird die Zufuhr im Schritt B) verringert oder gestoppt, falls eine zeitliche Änderung, insbesondere ein Abfall des Drucks, erfasst wird.

[0040] Besonders bevorzugt wird nach einem Stoppen der Zufuhr des ersten Mediums zu dem Wärmetauscher ein im ersten Kanal des Wärmetauschers verbliebener Rest des ersten Mediums abgepumpt, um diesen Rest des ersten Mediums an einem Austritt zu hindern. Dies kann beispielsweise mittels der Fördereinheit erfolgen.

[0041] Alternativ oder zusätzlich werden die Schritte A) und B) auch durchgeführt, bevor das erste Medium dem Wärmetauscher zugeführt wird und durch den ersten Kanal strömt. Beispielsweise werden die Schritte A) und B) durchgeführt, wenn der erste Kanal noch frei von dem ersten Medium ist. Falls der ermittelte Druck in dem zweiten Kanal dann von einem vorgegebenen Sollwert um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert abweicht, insbesondere falls eine zeitliche Veränderung des Drucks, zum Beispiel ein Druckabfall, ermittelt wird, wird eine Zufuhr des ersten Mediums zu dem Wärmetauscher unterbunden, das heißt gar nicht erst in Gang gesetzt.

[0042] Da das erste Medium in dem ersten Kanal unter einem Betriebsdruck steht, der insbesondere innerhalb eines Betriebsbereichs variieren kann, ist es vorteilhaft, wenn der Sollwert für den Druck des zweiten Mediums im zweiten Kanal außerhalb dieses Betriebsbereichs liegt.

[0043] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird im Schritt B) das Ventil geschlossen, wobei die Zufuhr des ersten Mediums zum Wärmetauscher verhindert wird.

[0044] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ruht das zweite Medium innerhalb des zweiten Kanals bei einem intakten Rohr. Das heißt, solange das Rohr intakt ist und es zu keiner Veränderung des Drucks in dem zweiten Kanal kommt, bewegt sich das zweite Medium in dem zweiten Kanal nicht. Insbesondere wird der zweite Kanal von dem zweiten Medium also nicht durchströmt. Vielmehr ist das zweite Medium in den zweiten Kanal gefüllt und weist dann im intakten Zustand des Rohrs eine mittlere Geschwindigkeit von Null auf.

[0045] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das erste Medium ein Kühlmittel, insbesondere ein Kühlmittel mit einem Treibhauspotenzial von höchstens 150, bevorzugt von höchstens 50.

[0046] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das erste Medium mindestens einen der folgenden Stoffe oder besteht daraus: CO₂, Hydrofluorolefin, R1234yf, R1234ze, R513A, R450A, R448A, R449A, R452A, R444B, DR3, R455A, R454B, R452B, R32.

[0047] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das zweite Medium eine Wärmeleitfähigkeit von

mindestens 0,10 W/(m·K) oder mindestens 0,15 W/(m·K) auf. Alternativ oder zusätzlich weist das zweite Medium zum Beispiel einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von höchstens $1,0 \cdot 10^{-3}$ 1/K oder höchstens $0,8 \cdot 10^{-3}$ 1/K auf.

[0048] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das zweite Medium ein Öl, zum Beispiel ein Transformatoröl. Es kommt auch ein anderes Medium, wie Antifrogen® als zweites Medium in Frage.

[0049] Das System ist insbesondere zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens eingerichtet. Beispielsweise umfasst das System dazu noch eine Steuereinheit, die die Steuerung der Zufuhr im Schritt B) übernimmt.

[0050] Ferner wird ein Computerprogramm zur Steuerung des Systems angegeben, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einer oder mehreren der zuvor beschriebenen Ausführungsformen durchzuführen.

[0051] Ferner wird ein computerlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist, angegeben.

[0052] Nachfolgend werden ein hier beschriebener Wärmetauscher, ein hier beschriebenes System und ein hier beschriebenes Verfahren unter Bezugnahme auf Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen der Erfindung näher erläutert. Die oben genannten Eigenschaften, Merkmale und Vorteile der Erfindung und die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden durch die folgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den entsprechenden Figuren weitergehend erläutert. Aus den Ausführungsbeispielen ergeben sich weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Wärmetauschers, des Systems und des Verfahrens. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0053] Es zeigen:

Figuren 1 und 2 ein Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers in einer Querschnittsansicht und in einer perspektivischen Darstellung,

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel des Systems in einer Querschnittsansicht,

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel des Systems in perspektivischer Darstellung.

[0054] In den Figuren 1 und 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines Wärmetauschers 10 gezeigt. Figur 1 ist dabei eine Querschnittsansicht, Figur 2 eine perspektivische Ansicht. Der Wärmetauscher 10 umfasst ein doppelwandiges Rohr 1 mit einer Außenwand 13B und einer Innenwand 13A. Das Rohr 1 ist schlangenlinienförmig ausgebildet. Die Innenwand 13A umgibt einen ersten Kanal 11

des Rohrs. Der erste Kanal 11 und die Innenwand 13A sind von einem zweiten Kanal 12 umgeben. Die Außenwand 13B umgibt den zweiten Kanal 12, die Innenwand 13A und den ersten Kanal 11. Insbesondere verlaufen die Außenwand 13B und die Innenwand 13A konzentrisch zueinander. Dabei sind die Innenwand 13A und die Außenwand 13B voneinander beabstandet, so dass sie den zweiten Kanal 12 einschließen. Die Querschnittsflächen der Kanäle 11, 12, bei einem Querschnitt senkrecht zur Papierebene, betragen beispielsweise jeweils zumindest 1 mm².

[0055] Anders ausgedrückt umfasst das Rohr 1 ein Innenrohr, welches durch die Innenwand 13A begrenzt ist, und ein Außenrohr, welches durch die Außenwand 13B begrenzt ist. Das Außenrohr verläuft um das Innenrohr und ist von dem Innenrohr beabstandet. Die Innenwand 13A und die Außenwand 13B bestehen beispielsweise aus Kupfer und/oder Aluminium.

Das Rohr 1 ist mit einer Einlassöffnung 15 und einer Auslassöffnung 16 verbunden. Über die Einlassöffnung 15 ist dem ersten Kanal 11 ein erstes Medium 2 zuführbar. Das erste Medium 2 strömt im bestimmungsgemäßen Betrieb des Wärmetauschers 10 von der Einlassöffnung 15 durch den ersten Kanal 11 bis zur Auslassöffnung 16. Der zweite Kanal 12 ist zur Lagerung eines zweiten Mediums 3 eingerichtet. Durch die Innenwand 13A sind das erste Medium 2 und das zweite Medium 3 entlang des gesamten Rohrverlaufs voneinander getrennt. Im intakten Zustand des Rohrs 1 findet also an keiner Stelle innerhalb des Rohrs 1 eine Durchmischung des ersten Mediums 2 und des zweiten Mediums 3 statt.

[0056] Wie in den Figuren 1 und 2 außerdem zu erkennen ist, ist der zweite Kanal 12 mit einem Verbindungsstück 17 des Wärmetauschers 10 verbunden. Das Verbindungsstück 17 dient insbesondere zur Verbindung des zweiten Kanals 12 mit einem Druckmessgerät, so dass ein Druck innerhalb des zweiten Kanals 12 überwacht beziehungsweise ermittelt werden kann.

[0057] Bei dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Wärmetauscher 10 handelt es sich um einen so genannten Kühlrippenwärmetauscher. Neben dem Rohr 1 umfasst der Wärmetauscher 10 Kühlrippen 14 in Form von Platten. Die Haupterstreckungsebenen der Kühlrippen 14 verlaufen senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung des Rohrs 1. Die Kühlrippen 14 sind übereinandergestapelt und beabstandet zueinander angeordnet, so dass die Haupterstreckungsebenen der Kühlrippen 14 im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Die Kühlrippen 14 sind bevorzugt ebenfalls aus einem Metall, wie Kupfer und/oder Aluminium, gebildet.

[0058] In der Figur 2 ist der Wärmetauscher 10 im Betrieb dargestellt. Über die Einlassöffnung 15 strömt das erste Medium 2 in das Rohr 1 beziehungsweise in den ersten Kanal 11. Über die Auslassöffnung 16 verlässt das erste Medium 2 wieder das Rohr 1. Umgebungsluft strömt zwischen den Kühlrippen 14 hindurch. Dabei kommt es zu einem Wärmeaustausch zwischen der Umgebungsluft und dem ersten Medium 2. So kann die Um-

gebungsluft gekühlt oder erwärmt werden.

[0059] In der Figur 3 ist ein erstes Ausführungsbeispiel des Systems gezeigt. Das System umfasst einen Wärmetauscher 10, beispielsweise den Wärmetauscher der Figuren 1 und 2, und ein Druckmessgerät 20. Das Druckmessgerät 20 ist über das Verbindungsstück 17 mit dem zweiten Kanal 12 gekoppelt, so dass das Druckmessgerät 20 den Druck innerhalb des zweiten Kanals 12 messen kann.

[0060] In der Figur 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des Systems gezeigt. Bei diesem System handelt es sich um eine ganze Klimaanlage. Das System umfasst einen wie zuvor beschriebenen Wärmetauscher 10 und ein Druckmessgerät 20. Ferner umfasst das System eine Fördereinheit 30 in Form eines Kompressors 30, einen Kondensator 60, einen Kondensatorlüfter 61, einen Filtertrockner 70, ein Ventil 50 und einen Zulufter 80. Über eine Zuleitung 41 und eine Ableitung 42 ist der Wärmetauscher 10 mit den weiteren Komponenten des Systems verbunden.

[0061] Im Betrieb des Systems wird mittels des Kompressors 30 das erwärmte, erste Medium 2 in den gezeigten Kreislauf gepumpt. Bei dem ersten Medium 2 handelt es sich beispielsweise um R1234yf oder R1234ze. Durch die Komprimierung in dem Kompressor 30 wird das erste Medium 2 erwärmt, bleibt aber bevorzugt gasförmig.

[0062] Anschließend strömt das erste Medium 2 zu dem Kondensator 60. Mithilfe des Kondensatorlüfters 61 wird Umgebungsluft angesaugt, die dann das Rohrsystem des Kondensators 60 umströmt. Das in dem Rohrsystem strömende erste Medium 2 wird dabei abgekühlt und verflüssigt.

[0063] Das verflüssigte erste Medium 2 läuft durch den Filtertrockner 70 und zu dem Ventil 50. Über das Ventil 50 wird das erste Medium 2 dem Wärmetauscher 10 zugeführt. Das immer noch flüssige erste Medium 2 fließt durch das Rohr 1 des Wärmetauschers 10. Gleichzeitig wird der Wärmetauscher 10 mit Umgebungsluft umströmt. Dazu wird der Zulufter 80 eingesetzt. In dem Rohr 1 verdampft das erste Medium 2. Die dazu nötige Energie wird der umströmenden Umgebungsluft entzogen, wodurch diese abgekühlt wird. Das nun gasförmige erste Medium 2 verlässt wiederum den Wärmetauscher 10 und wird über das Ventil 50 zurück zu dem Kompressor 30 geführt, in dem es dann wieder verdichtet und dadurch erwärmt wird.

[0064] Während des soeben beschriebenen Betriebs des Systems kann das Verfahren zum Steuern des Systems durchgeführt werden. Dabei wird in einem Schritt A der Druck in dem zweiten Kanal 12 des Rohrs 1 des Wärmetauschers 10 mithilfe des Druckmessgeräts 20 erfasst. Der zweite Kanal 12 ist mit dem zweiten Medium 3, beispielsweise mit Öl, gefüllt. Der zweite Kanal 12 und das zweite Medium 3 sind in der Figur 4 aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt.

[0065] Beispielsweise wird der Druck während des Betriebs des Systems wiederholt ermittelt. Ändert sich ir-

gendwann der Druck in dem zweiten Kanal 12, fällt er beispielsweise um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert von einem zuvor vorgegebenen Sollwert ab, so kann dies als Hinweis darauf gewertet werden, dass das Rohr 1 beschädigt ist, zum Beispiel ein Leck aufweist. Dies birgt die Gefahr, dass das erste Medium 2 in die Umgebungsluft entweicht. Beispielsweise könnte sich das erste Medium 2 dann bei Kontakt mit dem Zulufter 80 entzünden.

[0066] In einem Schritt B des Verfahrens wird die Zufuhr des ersten Mediums 11 zu dem Wärmetauscher gesteuert, insbesondere über das Ventil 50. Wird im Schritt A zum Beispiel eine Änderung des Drucks in dem zweiten Kanal 12 ermittelt, so wird im Schritt B die Zufuhr des ersten Mediums 2 zu dem Wärmetauscher 10 gestoppt oder verringert. Beispielsweise wird dazu das Ventil 50 geschlossen.

[0067] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn diese Merkmale oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (10) für eine Klimaanlage umfassend ein mehrwandiges Rohr (1) mit einem ersten Kanal (11) und einem zweiten Kanal (12), wobei

- der zweite Kanal (12) um den ersten Kanal (11) verläuft und durch eine Innenwand (13A) des Rohrs (1) von dem ersten Kanal (11) getrennt ist,
- der erste Kanal (11) zur Führung eines ersten Mediums (2) eingerichtet ist und
- der zweite Kanal (12) zur Lagerung eines zweiten Mediums (3) eingerichtet ist.

2. Wärmetauscher (10) nach Anspruch 1, der ein Kühlrippenwärmetauscher ist.

3. Wärmetauscher (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Rohr (1) Kupfer und/oder Aluminium umfasst.

4. System umfassend

- einen Wärmetauscher (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und
- ein Druckmessgerät (20), wobei
- das Druckmessgerät (20) zur Erfassung eines Drucks in dem zweiten Kanal (12) eingerichtet ist.

5. System nach Anspruch 4, umfassend

- eine Fördereinheit (30) und
- ein Leitungssystem mit einer Zuleitung (41) und einer Ableitung (42), wobei
- die Zuleitung (41) und die Ableitung (42) mit dem Wärmetauscher (10) und mit der Fördereinheit (30) derart gekoppelt sind, dass mit der Fördereinheit (30) das erste Medium (2) über die Zuleitung (41) dem Wärmetauscher (10) zuführbar ist und über die Ableitung (42) vom Wärmetauscher (10) abführbar ist.

6. System nach Anspruch 4 oder 5, umfassend ein Ventil (50), über das eine Zuführung des ersten Mediums (2) zu dem Wärmetauscher (10) regulierbar ist.

7. System nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei das System eine Klimaanlage ist.

8. Fahrzeug, umfassend ein System nach einem der Ansprüche 4 bis 7.

9. Fahrzeug nach Anspruch 8, das ein Schienenfahrzeug ist.

10. Verfahren zum Steuern eines Systems nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei während des Verfahrens der zweite Kanal (12) mit einer vorgegebenen Menge des zweiten Mediums (3) befüllt ist, umfassend die Schritte:

- A) Erfassen eines Drucks in dem zweiten Kanal (12) mithilfe des Druckmessgeräts (20),
- B) Steuern einer Zufuhr des ersten Mediums (2) zu dem Wärmetauscher (10) in Abhängigkeit des erfassten Drucks.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei

- während des Verfahrens das erste Medium (2) dem Wärmetauscher (10) zugeführt wird und durch den ersten Kanal (11) strömt,
- im Schritt B die Zufuhr des ersten Mediums (2) verringert oder gestoppt wird, falls der im Schritt A erfasste Druck von einem vorgegebenen Sollwert um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert abweicht.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei bei einem intakten Rohr (1) das zweite Medium (3) innerhalb des zweiten Kanals (12) ruht.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das erste Medium (2) mindestens einen der folgenden Stoffe umfasst oder daraus besteht: CO₂,

Hydrofluorolefin, R1234yf, R1234ze, R513A, R450A, R448A, R449A, R452A, R444B, DR3, R455A, R454B, R452B, R32.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das zweite Medium (3) eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens 0,1 W/(m·K) und/oder einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von höchstens $1 \cdot 10^{-3}$ 1/K aufweist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das zweite Medium (3) ein Öl ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

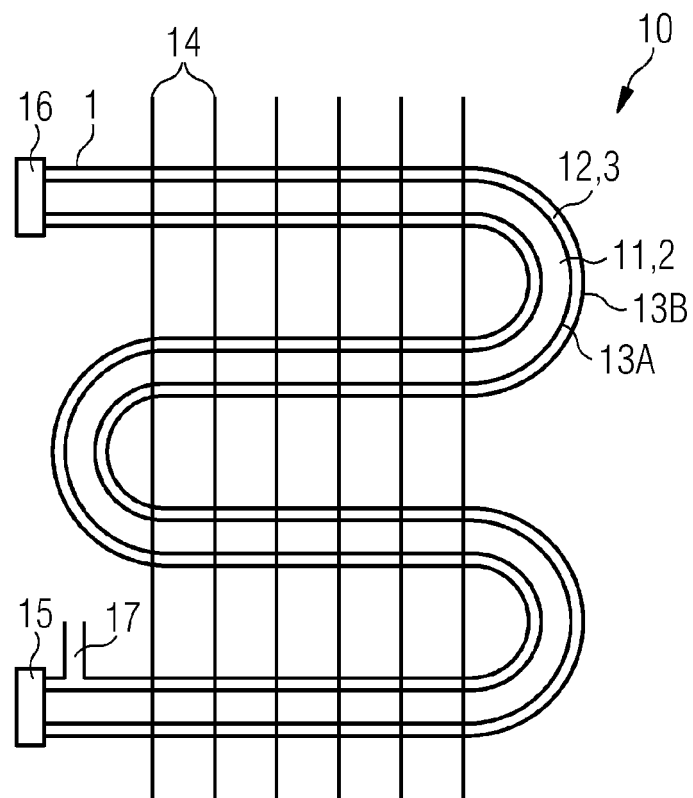


FIG 2

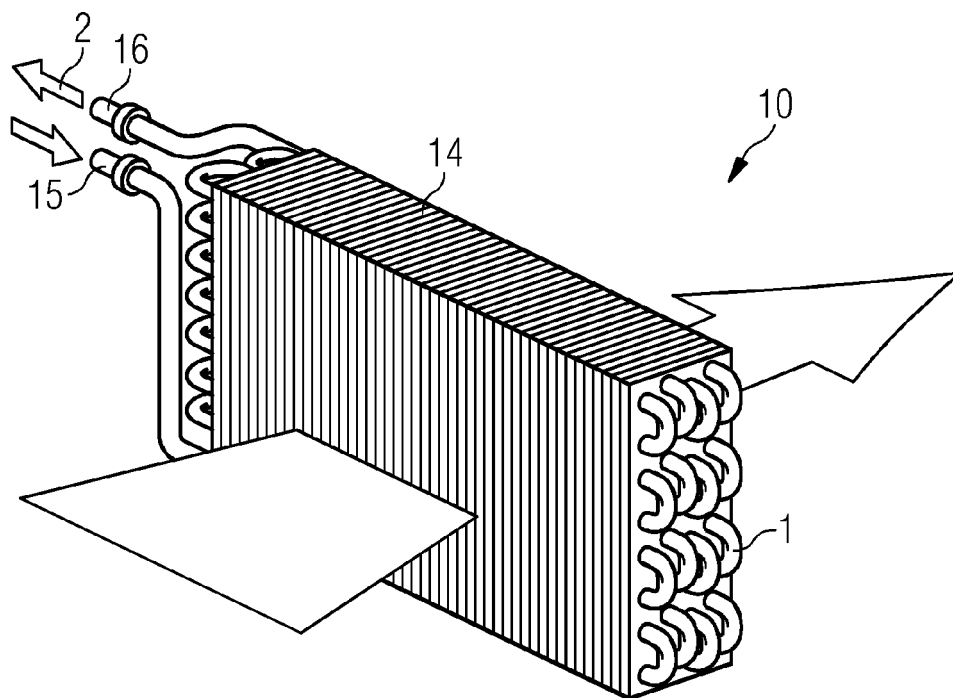


FIG 3

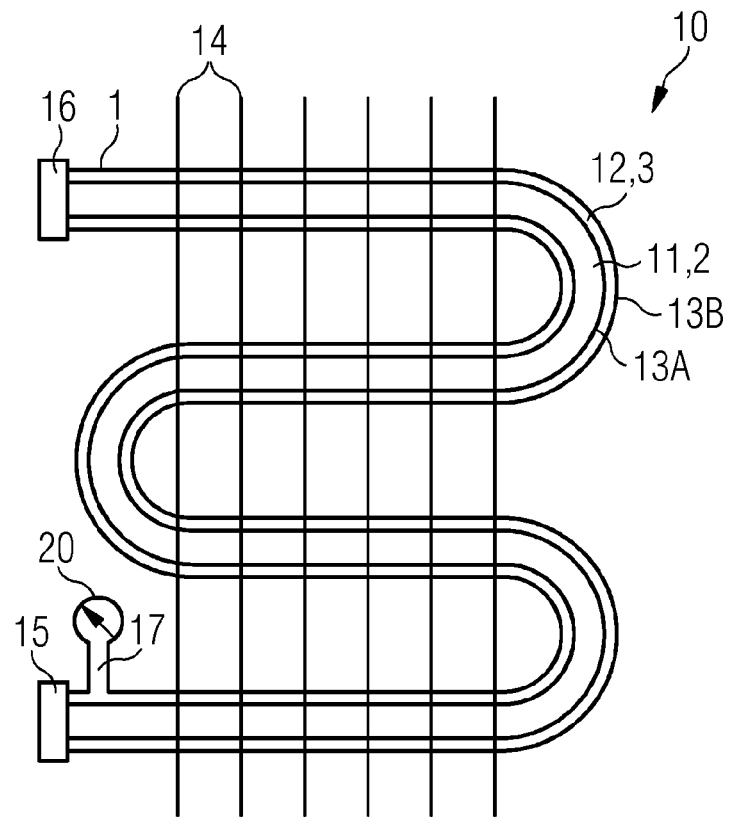
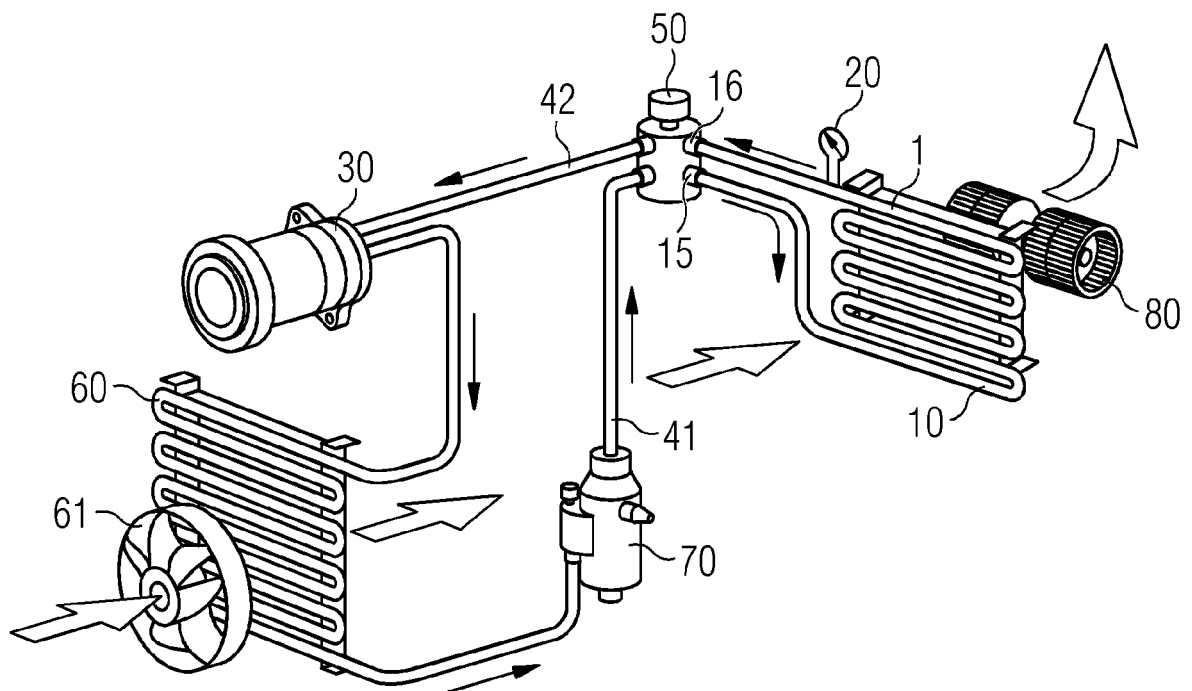


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 17 2868

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)
X	DE 197 21 111 A1 (NIPPON SOKEN [JP]) 27. November 1997 (1997-11-27)	1-9	INV. F28F1/00
Y	* Spalte 5, Zeile 66 - Spalte 7, Zeile 11; Abbildungen 11,12 *	10-15	
X	WO 2017/108289 A1 (TRUMA GERÄTE-TECHNIK GMBH & CO KG [DE]) 29. Juni 2017 (2017-06-29) * das ganze Dokument *	1-3	
Y	DE 31 28 497 A1 (FUNKE WÄRME APPARATE KG [DE]) 3. Februar 1983 (1983-02-03) * Seite 8, Absatz 4 *	10-15	
A	GB 804 592 A (THOMPSON JOHN WATER TUBE BOILERS LTD) 19. November 1958 (1958-11-19) * Abbildung 1 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. September 2020	Prüfer Bain, David
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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 20 17 2868

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.

03-09-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 19721111	A1	27-11-1997	DE 19721111 A1	27-11-1997
				JP H09310935 A	02-12-1997
15	WO 2017108289	A1	29-06-2017	DE 102015122681 A1	29-06-2017
				WO 2017108289 A1	29-06-2017
	DE 3128497	A1	03-02-1983	KEINE	
20	GB 804592	A	19-11-1958	KEINE	
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

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

- DE 102015207442 A1 [0002]