



(10) **DE 10 2012 108 109 B4** 2014.04.10

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 109.3**

(22) Anmeldetag: **31.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **06.03.2014**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **10.04.2014**

(51) Int Cl.: **H05K 7/20** (2006.01)

H02B 1/56 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

F28F 1/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Rittal GmbH & Co. KG, 35745, Herborn, DE

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 28209, Bremen, DE

(72) Erfinder:

**Cacho Alonso, Juan Carlos, 35745, Herborn, DE;
Klassen, Samuel, 35708, Haiger, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2007 054 724 A1

DE 10 2008 059 023 A1

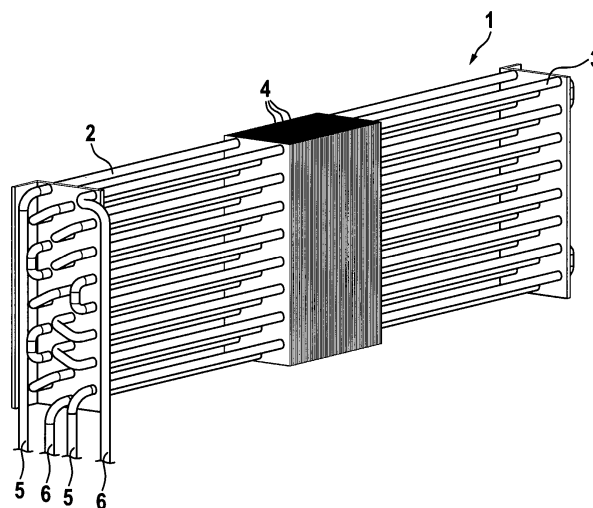
DE 200 08 411 U1

US 6 039 111 A

US 6 053 238 A

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher für die Schaltschrankkühlung und eine entsprechende Kühlanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher (1) für die Schaltschrankkühlung, mit einem ersten Leitungssystem (2) für ein erstes Kühlmittel und mit mindestens einem von dem ersten Leitungssystem (2) fluidisch abgetrennten zweiten Leitungssystem (3) für ein zweites Kühlmittel, wobei das erste und das zweite Leitungssystem (2, 3) thermisch miteinander gekoppelt sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (1) eine Mehrzahl Lamellen (4) aufweist, wobei benachbarte Lamellen (4) zwischen sich einen Luftströmungskanal durch den Wärmetauscher (1) ausbilden, und wobei das erste und das zweite Leitungssystem (2, 3) über die Mehrzahl Lamellen (4) thermisch miteinander gekoppelt sind. Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Kühlanordnung mit einem solchen Wärmetauscher.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für die Schaltschrankkühlung und eine entsprechende Kühlanordnung. Ein gattungsgemäßer Wärmetauscher weist ein erstes Leitungssystem für ein erstes Kühlmittel und ein von dem ersten Leitungssystem fluidisch abgetrenntes zweites Leitungssystem für ein zweites Kühlmittel auf, wobei das erste und das zweite Leitungssystem für den Wärmeaustausch thermisch miteinander gekoppelt sind.

[0002] Aus der DE 200 08 411 U1 ist ein Aggregatschrank für eine Druckmaschine bekannt, der einen Wärmetauscher mit den zuvor genannten Merkmalen aufweist. Ähnliche Wärmetauscher beschreiben auch die DE 10 2007 054 724 A1, die DE 10 2008 059 023 A1, die US 6,053,238 A und die US 6,039,111 A.

[0003] Bei der Schaltschrankkühlung ist es ein fortwährendes Problem, dass die Umgebungstemperaturen des Schaltschranks über den Jahresverlauf sowie die Verlustleistungen und die damit einhergehende Abwärme der in dem Schaltschrank aufgenommenen Komponenten starken Schwankungen ausgesetzt sein können, wobei unabhängig von diesen Schwankungen die im Schaltschrankinnenraum vorherrschende Lufttemperatur unterhalb eines bestimmten Wertes gehalten werden muss, um zu vermeiden, dass die in dem Schaltschrank aufgenommenen Komponenten Schaden nehmen. Die für die Schaltschrankkühlung verwendeten Kühlgeräte, seien es passive oder aktive Geräte, weisen jedoch stets einen schmalen Kühlleistungsbereich auf, in welchem sie energieeffizient arbeiten können. Verdichter getriebene Kühlgeräte arbeiten beispielsweise im Dauerbetrieb am energieeffizientesten. Die im Dauerbetrieb erzielbare maximale Kühlleistung des Verdichter getriebenen Kühlkreislaufes muss jedoch an maximale Umgebungstemperaturen und maximale Verlustleistungen der in dem Schaltschrank aufgenommenen Komponenten angepasst sein, damit auch in Extremsituationen eine ausreichende Kühlung gewährleistet werden kann. Dies hat zur Folge, dass der Verdichter getriebene Kühlkreislauf über den Jahresverlauf stets im An-Aus-Betrieb läuft, mit den entsprechenden Nachteilen hinsichtlich des Energieverbrauchs.

[0004] Grundsätzlich ist es zur Steigerung der Energieeffizienz des Kühlgeräts wünschenswert, dass die Zeitdauer, in welcher der Verdichter getriebene Kühlkreislauf in Betrieb ist, so kurz wie möglich gehalten wird.

[0005] Um diesem Problem zu begegnen, sind aus dem Stand der Technik kombinierte Kühlgeräte bekannt, welche zusätzlich zu einem aktiven Kühlkreislauf, wie einem Verdichter getriebenen Kühlkreislauf

oder einem Kaltwassersatz, einen passiven Kühlkreislauf oder ein passives Kühlelement, beispielsweise in Form eines Luft-Luft-Wärmetauschers, aufweisen. Solche Kühlgeräte werden im weiteren Verlauf der Anmeldung auch als „Hybridkühlgeräte“ bezeichnet. Aktive Kühlkreisläufe weisen eine Kältemaschine oder eine Kaltwassersatz auf, die Kälte in das System einbringen und in der Regel zur Kühlung eines Kühlmediums dienen. Die Kältemaschine kann beispielsweise einen Verdichter aufweisen. Der Kaltwassersatz kann im einfachsten Fall ein Kaltwasserreservoir aufweisen, wobei der Fachmann verstehen wird, dass „Wasser“ bei Kühlanwendungen nicht beschränkend auszulegen ist, sondern lediglich als Synonym für die aus dem Stand der Technik bekannten Kühl- oder Kältemittel, allgemein als „Kühlmedium“ bezeichnet, verwendet wird. Passive Kühlkreisläufe weisen dementsprechend keine Kältemaschine oder Kaltwasserquelle auf. Es erfolgt keine aktive Kühlung eines Kühlmediums.

[0006] Diese Kühlgeräte sind derart ausgelegt, dass über einen möglichst breiten Umgebungstemperaturbereich des Schaltschranks sowie für möglichst hohe Verlustleistungen der in dem Schaltschrank aufgenommenen Komponenten allein passiv über den Luft-Luft-Wärmetauscher die notwendige Kühlung des Schaltschrankinnenraums bereit gestellt werden kann, so dass der aktive Kühlkreislauf, also beispielsweise der Verdichter getriebene Kühlkreislauf nur dann unterstützend in Betrieb genommen werden muss, wenn die mit Hilfe des Luft-Luft-Wärmetauschers erzielbare Kühlleistung nicht ausreicht.

[0007] Dadurch bedingt, dass sich der strukturelle Aufbau eines Kühlgeräts, das auf einem Luft-Luft-Wärmetauscher basiert, von dem eines Kühlgeräts, das auf einem Verdichter getriebenen Kühlkreislauf basiert, grundsätzlich unterscheidet, ist es bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kühlgeräten bisher nicht, oder nur unter hohem Aufwand möglich, dass der auf dem Luft-Luft-Wärmetauscher basierende Kühlkreislauf parallel zu dem Verdichter getriebenen Kühlkreislauf betrieben wird. Darüber hinaus ist es bei den bekannten Kühlgeräten für die Umschaltung zwischen den genannten Kühlprozessen stets notwendig, dass strukturelle Änderungen im Inneren des Kühlgeräts vorgenommen werden müssen. Beispielsweise muss die Luftführung durch das Umschwenken von Klappen und dergleichen an den gewünschten Kühlprozess angepasst werden. Dies erfordert entsprechende Stellmechanismen und die Verwendung von Stellmotoren, welche die Zuverlässigkeit des Systems herabsetzen und dessen Komplexität erhöhen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund kritisch, dass der Ausfall des Kühlgeräts dazu führen kann, dass das System aus elektronischen Komponenten, welches in dem Schaltschrankinnenraum aufgenommen ist, ausfällt oder sogar zerstört wird.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen Wärmetauscher für die Schaltschrankkühlung und einen entsprechenden Schaltschrank bereit zu stellen, welche die energieeffiziente und sichere Kühlung des Schaltschranks gewährleisten, wobei diese darüber hinaus die besonders flexible Anpassung des Kühlgeräts an die individuellen Gegebenheiten, wie Verlustleistung der Schaltschrankkomponenten und Umgebungstemperatur des Schaltschranks, ermöglichen sollen.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch einen Kühlanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 6 oder den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Die verbleibenden abhängigen Ansprüche betreffen jeweils vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0010] Erfindungsgemäß weist der Wärmetauscher eine Mehrzahl vorzugsweise parallel zueinander ausgerichteter Lamellen auf, wobei benachbarte Lamellen zwischen sich einen Luftströmungskanal durch den Wärmetauscher ausbilden, und wobei das erste und das zweite Leitungssystem über die Mehrzahl Lamellen für den Wärmeaustausch thermisch miteinander gekoppelt sind. Die Lamellen dienen dazu, die grundsätzlich unabhängig voneinander gebildeten, insbesondere fluidisch voneinander abgetrennten, Leitungssysteme des Wärmetauschers thermisch aneinander zu koppeln, so dass immer dann ein Wärmeaustausch zwischen dem ersten und dem zweiten Leitungssystem besteht, wenn die Temperaturdifferenz der in beiden Leitungssystemen vorgehaltenen Kühlmittel ungleich Null ist.

[0011] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher ist daher prinzipiell ein luftgekühlter Lamellenwärmetauscher, der den Wärmeaustausch zwischen der ihn durchströmenden Luft und einem Kühlmittel des ersten und/oder einem weiteren Kühlmittel des zweiten Leitungssystems ermöglicht. Eines der Leitungssysteme kann dabei beispielsweise Bestandteil eines aktiven Kühlprozesses, etwa Bestandteil eines Verdichter getriebenen Kühlkreislaufes, sein, während das andere Leitungssystem beispielsweise in einen passiven Kühlkreislauf eingebunden ist. Der erfindungsgemäße Wärmetauscher zeichnet sich auch gerade dadurch aus, dass er, wenn er für den Aufbau eines Kühlgeräts für die Schaltschrankkühlung verwendet wird, eine hohe Variabilität hinsichtlich des realisierten Kühlprozesses bietet. Grundsätzlich ist der erfindungsgemäße Wärmetauscher jedoch nicht auf Schaltschrankkühlanwendungen beschränkt, vielmehr kann er in unterschiedlichsten industriellen Kühlanwendungen oder auch in Haushalt Verwendung finden.

[0012] Vorzugsweise sind das erste und das zweite Leitungssystem in Luftströmungsrichtung durch den

Wärmetauscher hintereinander angeordnet. Ist eines der beiden Leitungssysteme Bestandteil eines passiven Kühlsystems und das andere Leitungssystem Bestandteil eines aktiven Kühlsystems, ist es zweckmäßig, dass das Leitungssystem des passiven Kühlkreislaufes in Luftströmungsrichtung vor dem Leitungssystem des aktiven Kühlkreislaufes angeordnet ist.

[0013] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher soll ein modulares Bauteil sein, welches dazu dienen kann, in ein und derselben Ausführungsform für die Ausgestaltung unterschiedlichster Kühlgeräte für die Schaltschrankklimatisierung zu dienen. Um seine flexible Integration in ein Schaltschrankkühlgerät zu ermöglichen, ist bei einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das erste und das zweite Leitungssystem jeweils einen Anschluss für einen Kühlmittelvorlauf und einen Anschluss für einen Kühlmittelrücklauf aufweist.

[0014] Die erfindungsgemäße Kühlanordnung umfasst einen Schaltschrank und ein Kühlgerät, das einen ersten und einen zweiten Wärmetauscher der vorgenannten Art aufweist, wobei der erste Wärmetauscher in einem ersten Luftgang mit einem ersten Lufteinlass und einem ersten Luftauslass, die zur Umgebung des Schaltschranks hin geöffnet sind, und der zweite Wärmetauscher in einem zweiten Luftgang mit einem zweiten Lufteinlass und einem zweiten Luftauslass, die zu einem Innenraum des Schaltschranks hin geöffnet sind, angeordnet ist, wobei das erste Leitungssystem des ersten Wärmetauschers mit dem ersten Leitungssystem des zweiten Wärmetauschers einen ersten geschlossenen Kühlmittelkreislauf und das zweite Leitungssystem des ersten Wärmetauschers mit dem zweiten Leitungssystem des zweiten Wärmetauschers einen zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislauf bildet.

[0015] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist das Kühlgerät ein an einer vertikalen Wand des Schaltschranks befestigtes Wandkühlgerät. Dabei ist vorzugsweise der erste Wärmetauscher zumindest teilweise oberhalb des zweiten Wärmetauschers angeordnet, wobei mindestens einer der beiden Kühlmittelkreisläufe ein passiver ist. Wenn die Wärmetauscher wie zuvor beschrieben angeordnet sind und einer der beiden Kühlmittelkreisläufe ein geschlossener, passiver ist, wird bei Schaltschranktemperaturen, die oberhalb der Umgebungstemperatur des Schaltschranks liegen, wenn der passive Kühlmittelkreislauf zumindest teilweise mit einem Kühlmittel gefüllt ist, das in dem passiven Kühlmittelkreislauf im Bereich des zweiten Wärmetauschers vorgehaltene Kühlmittel aufgrund der Schaltschrankluftwärme vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand übergehen, in den ersten Wärmetauscher aufsteigen, dort von der kühleren Umgebungsluft abgekühlt werden und somit kondensieren, um daraufhin

schwerkraftgetrieben wieder in den zweiten Wärmetauscher zurückzufließen. Während das Kühlmittel beim Verdampfen im zweiten Wärmetauscher Wärme aufnimmt, gibt es dieselbe Wärmemenge beim Kondensieren im ersten Wärmetauscher wieder ab. Diese Wärmemenge entzieht das Kühlmittel im zweiten Wärmetauscher gerade der den zweiten Wärmetauscher durchströmenden Schaltschrankluft und gibt sie beim Kondensieren im ersten Wärmetauscher an die Umgebungsluft ab. Es findet somit ein Nettowärmefluss von dem zweiten Luftgang in den ersten Luftgang statt.

[0016] Bei der bevorzugten Ausführungsform ist einer der beiden Kühlmittelkreisläufe ein passiver und der andere ein aktiver, vorzugsweise Verdichter oder Pumpen getriebener Kreislauf, wobei der erste Wärmetauscher in dem ersten Luftgang und der zweite Wärmetauscher in dem zweiten Luftgang derart angeordnet sind, dass das Leitungssystem des passiven Kühlmittelkreislaufes in Luftströmungsrichtung vor dem Leitungssystem des aktiven Kühlmittelkreislaufes angeordnet ist. Der aktive Kühlmittelkreislauf kann dabei vielfältig ausgestaltet sein. Er kann beispielsweise ein Verdichterkreislauf sein, mit einem Verdichter, einem Verflüssiger, einem Expansionsventil und einem Verdampfer, wobei der Verflüssiger und der Verdampfer gerade durch den ersten und den zweiten Wärmetauscher bereitgestellt werden. Er kann jedoch auch ein Kaltwasserkreislauf sein, bei dem der Wärmetransport über die Zirkulation eines flüssigen Kühlmittels, vorzugsweise Wasser, erfolgt. Das den zweiten Wärmetauscher in dem zweiten Luftgang durchströmende Flüssigkühlmittel kann dabei mit Hilfe einer externen Kaltwasserquelle oder über den in dem ersten Luftgang angeordneten ersten Wärmetauscher bereitgestellt sein.

[0017] Eine alternative erfindungsgemäße Kühlanordnung weist einen Schaltschrank und ein Kühlgerät auf, das einen ersten und einen zweiten erfindungsgemäßen Wärmetauscher aufweist, wobei wiederum der erste Wärmetauscher in einem ersten Luftgang mit einem ersten Lufteinlass und einem ersten Luftauslass, die zur Umgebung des Schaltschranks hin geöffnet sind, und der zweite Wärmetauscher in einem zweiten Luftgang mit einem zweiten Luftgang mit einem zweiten Lufteinlass und einem zweiten Luftauslass, die zu einem Innenraum des Schaltschranks hin geöffnet sind, angeordnet ist, wobei entweder:

1. das erste und das zweite Leitungssystem des ersten Wärmetauschers in Reihe geschaltet sind, wobei die in Reihe geschalteten Leitungssysteme entweder mit dem ersten oder dem zweiten Leitungssystem des zweiten Wärmetauschers einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf bilden, und wobei das Leitungssystem des zweiten Wärmetauschers, welches nicht Bestandteil des geschlossenen Kühlmittelkreislaufes ist, von einem Kühlmittel durchströmt ist; oder

2. das erste und das zweite Leitungssystem des zweiten Wärmetauschers in Reihe geschaltet sind, wobei die in Reihe geschalteten Leitungssysteme entweder mit dem ersten oder dem zweiten Leitungssystem des ersten Wärmetauschers einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf bilden, und wobei das Leitungssystem des ersten Wärmetauschers, welches nicht Bestandteil des geschlossenen Kühlmittelkreislaufes ist, von einem Kühlmittel durchströmt ist.

[0018] Dabei kann vorgesehen sein, dass der erste Wärmetauscher zumindest teilweise oberhalb des zweiten Wärmetauschers angeordnet ist, wobei der geschlossene Kühlmittelkreislauf ein passiver und das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem Bestandteil eines aktiven, vorzugsweise Pumpen oder Verdichter getriebenen Kühlkreislaufes ist.

[0019] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Wärmetauscher, der das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem aufweist, ein Verdampfer oder ein Luft-Wasser-Wärmetauscher des aktiven Kühlkreislaufes und zugleich, wenn das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem Bestandteil des ersten Wärmetauschers ist, ein Verflüssiger des passiven Kühlkreislaufes, oder, wenn das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem Bestandteil des zweiten Wärmetauschers ist, ein Verdampfer des passiven Kühlkreislaufes.

[0020] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist einer der Kühlmittelkreisläufe ein passiver und der andere ein verdichtergetriebener Kühlmittelkreislauf, wobei ein Verdichter und ein Expansionsmittel des aktiven Kühlmittelkreislaufes jeweils entweder über eine wahlweise öffnen- und verschließbare Bypassleitung überbrückt sind, oder einen Zustand einnehmen können, in welchem ein Kühlmittelsieb im Wesentlichen ohne Druckverlust passieren kann. Bei dieser Ausführungsform weist das Hybridkühlgerät vier unterschiedliche Betriebsmodi auf. In einem ersten Betriebsmodus wird der erste Kühlmittelkreislauf aktiv betrieben und der zweite Kühlmittelkreislauf ist deaktiviert. In einem zweiten Betriebsmodus wird der erste Kühlmittelkreislauf passiv betrieben und der zweite Kühlmittelkreislauf ist deaktiviert. In einem dritten Betriebsmodus wird der erste Kühlmittelkreislauf aktiv und der zweite Kühlmittelkreislauf passiv betrieben. In einem vierten Betriebsmodus wird sowohl der erste als auch der zweite Kühlmittelkreislauf passiv betrieben. Der erste Kühlmittelkreislauf muss somit nur dann aktiv betrieben werden, wenn die Summe aus den Kühlleistungen des ersten und des zweiten Kühlmittelkreislaufes, wenn neben dem zweiten auch der erste Kühlmittelkreislauf passiv betrieben wird, nicht ausreicht.

[0021] Anstelle der Bypassleitungen kann auch vorgesehen sein, dass das Expansionsmittel bzw. der

Verdichter einen Zustand einnehmen können, in welchem sie das Kühlmittel im Wesentlichen ohne Druckverlust passieren lassen. So kann bei Expansionsmitteln, welche beispielsweise als Expansionsventile mit einem Nadelventil ausgebildet sind, das Ventil in eine Offenstellung gebracht werden, in welcher das Kühlmittel das Expansionsventil im Wesentlichen ungehindert passieren kann. Ebenso ist es denkbar, dass der Verdichter entweder eine integrierte Bypassleitung aufweist oder eine Betriebsstellung einnehmen kann, in welche das Kühlmittel ihn ungehindert passieren kann.

[0022] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachstehenden Figuren erläutert. Dabei zeigt:

[0023] Fig. 1 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers, bei dem, zur besseren Veranschaulichung, die Lamellen teilweise weggelassen worden sind;

[0024] Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht eines Hybridkühlgeräts für den Wandaufbau, das eine Heatpipe mit einem Verdichter getriebenen Kühlkreislauf kombiniert;

[0025] Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Kühlgerät, das ausschließlich eine Heatpipe aufweist;

[0026] Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Hybridkühlgerät, das einen Kaltwassersatz im Innenkreis aufweist;

[0027] Fig. 5 eine Variante der Ausführungsform gemäß Fig. 4, bei der ein Kaltwassersatz im Außenkreis angeordnet ist;

[0028] Fig. 6 ein Hybridkühlgerät für den Dachaufbau, bei dem ein Kaltwassersatz im Außenkreis angeordnet ist;

[0029] Fig. 7 eine Variante des Kühlgeräts gemäß Fig. 6, bei der ein Kaltwassersatz im Außenkreis angeordnet ist; und

[0030] Fig. 8 ein Hybridkühlgerät, bei dem der aktive Kühlkreislauf über Bypässe wahlweise passiv geschaltet werden kann.

[0031] Der Wärmetauscher **1** gemäß Fig. 1 weist ein erstes Leitungssystem **2**, in dem ein erstes Kühlmittel geführt ist, und ein zweites Leitungssystem **3**, in dem ein zweites Kühlmittel geführt ist, auf. Die Leitungssysteme **2**, **3** sind jeweils aus parallelen Rohrbahnen zusammengesetzt, die sich zwischen zwei Längsenden des Wärmetauschers **1** erstrecken. An den Längsenden sind die parallelen Rohrleitungen derart miteinander verbunden, dass das Kühlmittel zwischen einem jeweiligen Kühlmittelvorlauf **5** und einem Kühlmittelrücklauf **6** geführt ist. Der in Fig. 1 dargestell-

te Wärmetauscher **1** ist darauf ausgelegt, durch seine in der Darstellung vertikalen Längsseiten hindurch von einem Gas, beispielsweise Luft, durchströmt zu werden. Der Wärmetauscher **1** weist eine Mehrzahl Lamellen **4** auf, wobei benachbarte Lamellen jeweils zwischen sich einen Luftströmungskanal durch den Wärmetauscher hindurch ausbilden. Darüber hinaus haben die Lamellen **4**, welche auch entsprechend eines Plattenwärmetauschers als Platten ausgebildet sein können, die Aufgabe, das erste und das zweite Leitungssystem **2**, **3** für den Wärmeaustausch thermisch miteinander zu koppeln. Bei der zuvor beschriebenen Strömungsrichtung der den Wärmetauscher **1** durchströmenden Luft sind das erste und das zweite Leitungssystem **2**, **3** in Luftströmungsrichtung hintereinander angeordnet. Ist das erste Leitungssystem **2** Bestandteil eines passiven Kühlkreislaufes und das zweite Leitungssystem **3** Bestandteil eines aktiven Kühlkreislaufes, und ist darüber hinaus vorgesehen, dass die Kühlung der den Wärmetauscher **1** durchströmenden Luft bevorzugt über den passiven Kühlprozess erfolgt, kann vorgesehen sein, dass der aktive Kühlprozess nur dann aktiviert wird, wenn die von dem passiven Kühlkreislauf bereitgestellte Kühlleistung nicht ausreicht. Da die beiden Kühlkreisläufe unabhängig voneinander realisiert sind, ist es für das Zuschalten des aktiven Kühlkreislaufes nicht notwendig, dass der passive Kühlkreislauf unterbrochen oder gar vollständig deaktiviert wird. Wenn der aktive Kühlkreislauf deaktiviert ist und die Kühlung somit über den passiven Kühlkreislauf erfolgen soll, dienen die Rohrleitungen des Leitungssystems des aktiven Kühlkreislaufes in dem ersten Wärmetauscher **1** aufgrund der mit Hilfe der Lamellen **4** realisierten Wärmekopplung dazu, die Kühlleistung des Leitungssystems des passiven Kühlkreislaufes zu erhöhen. Selbst wenn der aktive Kühlkreislauf somit deaktiviert ist, ist dessen Leitungssystem in dem Wärmetauscher **1** nicht nutzlos. Vielmehr dient dieses in diesem Fall zur Erhöhung des Wirkungsgrades des passiven Kühlkreislaufes. Wenn beide Kühlkreisläufe aktiviert sind, erfolgt ebenfalls ein Wärmetransport zwischen dem ersten und dem zweiten Leitungssystem **2**, **3** entsprechend einem sich einstellenden Temperaturgradienten, wodurch Wärme- oder Kältespitzen innerhalb des Wärmetauschers **1** vermieden werden, so dass wiederum eine Erhöhung des Wirkungsgrades des Wärmetauschers erreicht wird.

[0032] Die Fig. 2 zeigt einen Schaltschrank **7**, bei dem das Kühlgerät **8** als ein Wandkühlgerät ausgebildet ist. Der Schaltschrank **7** umfasst einen Schaltschrankinnenraum **7.1**, wobei an einer Außenwand des Schaltschranks **7** das Kühlgerät **8** angesetzt ist und wobei der Innenraum **7.1** des Schaltschranks **7** über einen Lufteinlass **10** und einen Luftauslass **11** mit dem zweiten Luftgang **12** des Kühlgeräts **8** fluidisch in Verbindung steht. Die in dem Schaltschrank **7.1** aufgenommene Luft wird mit Hilfe des Lüfters **17** durch den Luftgang **12** transportiert. In dem zwei-

ten Luftgang **12** ist ein zweiter erfindungsgemäßer Wärmetauscher **1.2** gemäß **Fig. 1** angeordnet. Fluidisch abgetrennt von dem zweiten Luftgang **12** weist das Kühlgerät **8** einen ersten Luftgang **9** auf, welcher über einen Lufteinlass **10** und einen Luftauslass **11** mit der Umgebung des Schaltschranks **7** fluidisch in Verbindung steht. Wiederum dient ein Lüfter **17** dazu, Umgebungsluft über den Einlass **10** in den ersten Luftgang **9** des Kühlgeräts **8** zu transportieren. In dem ersten Luftgang **9** ist ein erster erfindungsgemäßer Wärmetauscher **1.1** gemäß **Fig. 1** angeordnet, der von der durch den ersten Luftgang **9** geführten Luft durchströmt wird. Die Wärmetauscher **1.1**, **1.2** stehen derart fluidisch miteinander in Verbindung, dass das erste Leitungssystem **2** des ersten Wärmetauschers **1.1** mit dem ersten Leitungssystem **2** des zweiten Wärmetauschers **1.2** einen ersten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **13** und das zweite Leitungssystem **3** des ersten Wärmetauschers **1.1** mit dem zweiten Leitungssystem **3** des zweiten Wärmetauschers **1.2** einen zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **14** bildet.

[0033] Der erste geschlossene Kühlmittelkreislauf **13** ist bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 2** ein Verdichter getriebener Kühlmittelkreislauf mit einem Verdichter **15** und einem Expansionsventil **16**. Demzufolge hat der erste Wärmetauscher **1.1** soweit er den ersten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **13** betrifft, die Funktion eines Kondensators und der zweite Wärmetauscher **1.2**, soweit er den ersten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **13** betrifft, die Funktion eines Verdampfers.

[0034] Der zweite geschlossene Kühlmittelkreislauf **14** bildet einen passiven Kühlkreislauf. Dazu ist der erste Wärmetauscher **1.1** oberhalb des zweiten Wärmetauschers **1.2** angeordnet. Der zweite geschlossene Kühlmittelkreislauf **14** ist zumindest teilweise mit einem Kühlmittel gefüllt. Das flüssige Kühlmittel lagert sich schwerkraftbedingt im unteren Bereich des zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislaufes **14** ab. Dort ist gerade der zweite Wärmetauscher **1.2** angeordnet. Der zweite Wärmetauscher **1.2** wird von der durch den zweiten Luftgang **12** transportierten warmen Schaltschrankluft durchströmt. Dabei erwärmt sich das Kühlmittel des zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislaufes **14**, woraufhin dieses zumindest teilweise verdampft. Das verdampfende Kühlmittel steigt in den ersten Wärmetauscher **1.1** auf. Dieser wird von der kühlen Umgebungsluft des Schaltschranks **7**, welche durch den ersten Luftgang **9** mit Hilfe des Lüfters **17** transportiert wird, abgekühlt, woraufhin das gasförmige Kühlmittel in dem ersten Wärmetauscher **1.1** kondensiert. Das kondensierte Kühlmittel wandert schwerkraftgetrieben aus dem ersten Wärmetauscher **1.1** zurück in den tiefer gelegenen zweiten Wärmetauscher **1.2** und kann dort erneut verdampfen und in den ersten Wärmetauscher **1.1** aufsteigen.

[0035] Das Kühlgerät **8** gemäß **Fig. 2** kann somit wahlweise in drei verschiedenen Kühlmodi betrieben werden, nämlich ausschließlich aktiv, ausschließlich passiv, oder hybrid, wobei im Hybridbetrieb insbesondere vorgesehen sein kann, dass der passive Kühlprozess permanent betrieben wird, während der aktive Kühlprozess dazu dient, die mit Hilfe des passiven Kühlprozesses bereitgestellte Kühlleistung soweit zu ergänzen, dass in Summe mindestens die geforderte Kühlleistung zur Verfügung gestellt wird.

[0036] In den **Fig. 3** bis **Fig. 7** ist dargestellt, dass im Wesentlichen ein und derselbe Kühlgerätaufbau dazu dienen kann, eine ganze Vielfalt von unterschiedlichen Kühlprozessen zu realisieren. Dabei betreffen die Ausführungsformen gemäß den **Fig. 3** bis **Fig. 5** Wandkühlgeräte und die Ausführungsformen gemäß den **Fig. 6** und **Fig. 7** Kühlgeräte, die als Dachaufbauten ausgebildet sind.

[0037] Das Kühlgerät **8** gemäß **Fig. 3** weist zwei erfindungsgemäße Wärmetauscher **1.1**, **1.2** auf, bei denen jeweils das erste und das zweite Leitungssystem **2**, **3** derart parallel geschaltet sind, dass der jeweilige Wärmetauscher **1.1**, **1.2** jeweils einen Anschluss für einen Kühlmittelvorlauf und einen Anschluss für einen Kühlmittelrücklauf aufweist. Der Kühlkreislauf weist keine aktiven Komponenten wie Kompressoren, Verdichter oder Pumpen auf und basiert somit auf dem bereits zuvor beschriebenen Heat-Pipe-Prinzip. Dazu ist insbesondere notwendig, dass der erste Wärmetauscher **1.1** zumindest teilweise oberhalb des zweiten Wärmetauschers **1.2** angeordnet ist.

[0038] Wie **Fig. 4** zeigt, kann im Wesentlichen derselbe Aufbau des Kühlgeräts **8** dazu verwendet werden, einen hybriden Kühlprozess zu realisieren, bei dem das erste und das zweite Leitungssystem **2**, **3** des ersten Wärmetauschers **1.1** parallel geschaltet sind, und wobei diese mit einem der beiden Leitungssysteme **2**, **3** des zweiten Wärmetauschers **1.2** einen passiven, geschlossenen Kühlkreislauf **13** bilden. Das verbleibende Leitungssystem **2**, **3** des zweiten Wärmetauschers **1.2** bildet mit einer Kaltwasserquelle **18** einen zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **14**. Die Kaltwasserquelle **18** stellt gekühltes Wasser bereit, welches durch den Wärmetauscher **1.2** zirkuliert wird und ist nicht Bestandteil des Kühlgeräts **8**. Dieser zusätzliche aktive Kühlmittelkreislauf **14** kann somit dazu dienen, entweder bei hohen Verlustleistungen der in dem Schaltschrankinnenraum **7.1** aufgenommenen Komponenten oder bei hohen Umgebungstemperaturen des Schaltschranks **7** eine zusätzliche Kühlleistung zur Verfügung zu stellen, welche die mit Hilfe des passiven Kühlkreislaufes **13** bereitgestellte Kühlleistung soweit ergänzt, dass in Summe eine ausreichende Schaltschrankkühlung zur Verfügung gestellt wird.

[0039] Insbesondere bei hohen Umgebungstemperaturen kann es entsprechend dem Aufbau gemäß **Fig. 5** zweckmäßig sein, den zusätzlichen aktiven Kühlmittelkreislauf **14** mit Hilfe des in den zweiten Luftgang **9** integrierten Wärmetauschers **1.1** zu realisieren.

[0040] Die **Fig. 6** und **Fig. 7** zeigen, dass analog zu den **Fig. 3** und **Fig. 4** Kühlgeräte **8** für den Dachaufbau realisiert werden können, welche die erfindungsgemäße hohe Variabilität aufweisen. Auch bei Kühlgeräten, die als Dachaufbauten realisiert sind, ist es dem Anwender freigestellt, den aktiven Kühlmittelkreislauf **14** neben dem passiven Kühlmittelkreislauf **13** entweder im Außenkreis über den ersten Wärmetauscher **1.1** (siehe **Fig. 6**), oder im Innenkreis über den zweiten Wärmetauscher **1.2** (siehe **Fig. 7**) zu realisieren.

[0041] Die **Fig. 8** beschreibt eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridkühlgeräts **8**, mit einem ersten und einem zweiten erfindungsgemäßen Wärmetauscher **1**, die einen ersten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **13** und einen zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislauf **14** thermisch miteinander koppeln. Der erste geschlossene Kühlmittelkreislauf **13** ist ein aktiver Kühlmittelkreislauf, der in Kühlmittelströmungsrichtung hintereinander einen Verdichter **15**, einen Verflüssiger in Form des oberen Wärmetauschers **1**, ein Expansionsmittel **16** und einen Verdampfer in Form des unteren Wärmetauschers **1** aufweist. Der Verdichter **15** und das Expansionsmittel **16** sind über eine Bypassleitung **19**, die jeweils ein Ventil **20** aufweist, überbrückt. In der Schließstellung der Ventile **20** kann der erste geschlossene Kühlmittelkreislauf **13** aktiv betrieben werden. Sind die Ventile **20** geöffnet, bilden die Wärmetauscher **1** eine Heatpipe und somit einen passiven Kühlmittelkreislauf. Die beiden Kühlmittelkreisläufe **13**, **14** sind derart zueinander angeordnet, dass die jeweiligen Kältemittel in entgegengesetzter Richtung zueinander transportiert werden, wenn der erste Kühlmittelkreislauf **13** aktiv betrieben wird. In dem zweiten Kühlmittelkreislauf **14** ist ein zweites Kühlmittel zwischen dem Verdampfer und dem Verflüssiger geführt. Der Verflüssiger und der Verdampfer sind jeweils derart ausgestaltet, dass die beiden Kühlmittelkreisläufe **13**, **14** über den Verdampfer und den Verflüssiger thermisch miteinander gekoppelt sind. Der Verflüssiger ist um einen vertikalen Abstand oberhalb von dem Verflüssiger angeordnet. Der Verflüssiger ist in einem von einem ersten Teilgehäuse des Kühlgeräts gebildeten ersten Luftgang **9** des Kühlgeräts **8** und der Verdampfer sowie der Verdichter **15** und das Expansionsmittel **16** sind in einem von einem zweiten Teilgehäuse des Kühlgeräts gebildeten zweiten Luftgang **12** angeordnet. Durch den ersten Luftgang **9** und insbesondere den Verflüssiger wird Umgebungsluft des Schaltschranks mit Hilfe eines Lüfters **17** transportiert. Durch den zweiten Luftgang

12 und insbesondere den Verdampfer wird erwärmte Luft aus dem Schaltschrankinnern mit Hilfe eines weiteren Lüfters **17** transportiert. Die Ventile **20** in den Bypassleitungen **19** sind vorzugsweise elektrisch ansteuerbare Magnetventile.

[0042] Das zweite Kühlmittel in dem zweiten Kühlmittelkreislauf **14** wird über die warme Schaltschrankluft, welche durch den zweiten Luftgang **12** transportiert wird, erwärmt, woraufhin dieses zumindest teilweise verdampft oder seine Dichte zumindest insofern verringert, dass es entlang dem zweiten Kühlmittelkreislauf **14** von dem Verdampfer in den Verflüssiger transportiert wird. Der Verflüssiger wird von kühler Umgebungsluft des Schaltschranks umströmt. Dadurch kondensiert bzw. verdichtet sich das Kühlmittel derart, dass es entlang dem Kühlmittelkreislauf **14** zurück in den Verdampfer fließt, um dort erneut von der warmen Schaltschrankluft erwärmt zu werden. Befindet sich der erste Kühlmittelkreislauf **13** ebenso im passiven Betriebsmodus, kann auch in diesem das Kältemittel in der zuvor mit Bezug auf den zweiten Kühlmittelkreislauf **14** beschriebenen Weise zwischen dem Verdampfer und dem Verflüssiger zirkulieren. In diesem Fall ist die Transportrichtung des ersten Kühlmittels in dem ersten Kühlmittelkreislauf **13** entgegen der eingezeichneten Strömungsrichtung **x**. Die eingezeichnete Strömungsrichtung **x** des ersten Kühlmittels in dem ersten Kühlmittelkreislauf **13** entspricht derjenigen, welche sich bei dem aktiven Betrieb des ersten Kühlmittelkreislaufes **13** einstellt. In diesem Fall bewegen sich die Kühlmittel in dem ersten und dem zweiten Kühlmittelkreislauf **13**, **14** somit in entgegengesetzter Richtung, wodurch der Wirkungsgrad des Verdampfers bzw. des Verflüssigers weiter verbessert wird.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (**1**) für die Schaltschrankkühlung, mit einem ersten Leitungssystem (**2**) für ein erstes Kühlmittel und mit mindestens einem von dem ersten Leitungssystem (**2**) fluidisch abgetrennten zweiten Leitungssystem (**3**) für ein zweites Kühlmittel, wobei das erste und das zweite Leitungssystem (**2**, **3**) thermisch miteinander gekoppelt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (**1**) eine Mehrzahl Lamellen (**4**) aufweist, wobei benachbarte Lamellen (**4**) zwischen sich einen Luftströmungskanal durch den Wärmetauscher (**1**) ausbilden, und wobei das erste und das zweite Leitungssystem (**2**, **3**) über die Mehrzahl Lamellen (**4**) thermisch miteinander gekoppelt sind.
2. Wärmetauscher (**1**) nach Anspruch 1, bei dem die Lamellen (**4**) parallel zueinander ausgerichtet sind.
3. Wärmetauscher (**1**) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das erste und das zweite Leitungssystem (**2**, **3**)

in Luftströmungsrichtung durch den Wärmetauscher (1) unmittelbar oder mittelbar hintereinander angeordnet sind.

4. Wärmetauscher (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das erste und das zweite Leitungssystem (2, 3) jeweils einen Anschluss für einen Kühlmittelvorlauf (5) und einen Anschluss für einen Kühlmittelrücklauf (6) aufweist.

5. Wärmetauscher (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem zumindest eines der Leitungssysteme (2, 3) mäanderförmig geführt ist, so dass die Ausbildung von Siphons verhindert wird.

6. Kühlanordnung mit einem Schaltschrank (7) und einem Kühlgerät (8), das einen ersten und einen zweiten Wärmetauscher (1.1, 1.2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 aufweist, wobei der erste Wärmetauscher (1.1) in einem ersten Luftgang (9) mit einem ersten Lufteinlass (10) und einem ersten Luftauslass (11), die zur Umgebung des Schaltschranks (7) hin geöffnet sind, und der zweite Wärmetauscher (1.2) in einem zweiten Luftgang (12) mit einem zweiten Lufteinlass (10) und einem zweiten Luftauslass (11), die zu einem Innenraum (7.1) des Schaltschranks (7) hin geöffnet sind, angeordnet ist, wobei das erste Leitungssystem (2) des ersten Wärmetauschers (1.1) mit dem ersten Leitungssystem (2) des zweiten Wärmetauschers (1.2) einen ersten geschlossenen Kühlmittelkreislauf (13) und das zweite Leitungssystem (3) des ersten Wärmetauschers (1.1) mit dem zweiten Leitungssystem (3) des zweiten Wärmetauschers (1.2) einen zweiten geschlossenen Kühlmittelkreislauf (11) bildet.

7. Kühlanordnung nach Anspruch 6, bei der der erste Wärmetauscher (1.1) zumindest teilweise oberhalb des zweiten Wärmetauschers (1.2) angeordnet ist, wobei mindestens einer der beiden Kühlmittelkreisläufe (13, 14) ein passiver ist.

8. Kühlanordnung nach Anspruch 6 oder 7, bei der einer der beiden Kühlmittelkreisläufe (13, 14) ein passiver und der andere ein aktiver Kühlmittelkreislauf ist, wobei der erste Wärmetauscher (1.1) in dem ersten Luftgang (9) und der zweite Wärmetauscher (1.2) in dem zweiten Luftgang (12) derart angeordnet sind, dass das Leitungssystem des passiven Kühlmittelkreislaufes in Luftströmungsrichtung vor dem Leitungssystem des aktiven Kühlmittelkreislaufes angeordnet ist.

9. Kühlanordnung mit einem Schaltschrank (7) und einem Kühlgerät (8), das einen ersten und einen zweiten Wärmetauscher (1.1, 1.2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 aufweist, wobei der erste Wärmetauscher (1.1) in einem ersten Luftgang (9) mit einem ersten Lufteinlass (10) und einem ersten Luftauslass (11), die zur Umgebung des Schaltschranks (7) hin

geöffnet sind, und der zweite Wärmetauscher (1.2) in einem zweiten Luftgang mit einem zweiten Lufteinlass (10) und einem zweiten Luftauslass (11), die zu einem Innenraum (7.1) des Schaltschranks (7) hin geöffnet sind, angeordnet ist, bei dem entweder

1. das erste und das zweite Leitungssystem (2, 3) des ersten Wärmetauschers (1.1) in Reihe geschaltet sind, wobei die in Reihe geschalteten Leitungssysteme (2, 3) entweder mit dem ersten oder dem zweiten Leitungssystem (2, 3) des zweiten Wärmetauschers (1.2) einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf bilden, und wobei das Leitungssystem (2, 3) des zweiten Wärmetauschers (1.2), welches nicht Bestandteil des geschlossenen Kühlmittelkreislaufes ist, von einem Kühlmittel durchströmt ist; oder

2. das erste und das zweite Leitungssystem (2, 3) des zweiten Wärmetauschers (1.2) in Reihe geschaltet sind, wobei die in Reihe geschalteten Leitungssysteme (2, 3) entweder mit dem ersten oder dem zweiten Leitungssystem (2, 3) des ersten Wärmetauschers (1.1) einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf bilden, und wobei das Leitungssystem (2, 3) des ersten Wärmetauschers (1.2), welches nicht Bestandteil des geschlossenen Kühlmittelkreislaufes ist, von einem Kühlmittel durchströmt ist.

10. Kühlanordnung nach Anspruch 9, bei der der erste Wärmetauscher (1.1) zumindest teilweise oberhalb des zweiten Wärmetauschers (1.2) angeordnet ist, wobei der geschlossene Kühlmittelkreislauf ein passiver und das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem Bestandteil eines aktiven Kühlkreislaufes ist.

11. Kühlanordnung nach Anspruch 10, bei der der Wärmetauscher (1.1, 1.2), der das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem (2, 3) aufweist, ein Verdampfer oder ein Luft-Wasser-Wärmetauscher des aktiven Kühlkreislaufes und zugleich, wenn das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem (2, 3) Bestandteil des ersten Wärmetauschers (1.1) ist, ein Verflüssiger des passiven Kühlkreislaufes, oder, wenn das von dem Kühlmittel durchströmte Leitungssystem (2, 3) Bestandteil des zweiten Wärmetauschers (1.2) ist, ein Verdampfer des passiven Kühlkreislaufes ist.

12. Kühlanordnung nach Anspruch 6 oder 7, bei der einer der beiden Kühlmittelkreisläufe (13, 14) ein passiver und der andere ein Verdichter getriebener Kühlmittelkreislauf ist, wobei ein Verdichter (15) und ein Expansionsmittel (16) des aktiven Kühlmittelkreislaufes jeweils entweder über eine wahlweise öffnen- und verschließbare Bypassleitung (19) überbrückt sind, oder einen Zustand einnehmen können, in welchem ein Kühlmittel sie mit einem geringeren oder im Wesentlichen ohne Druckverlust passieren kann.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

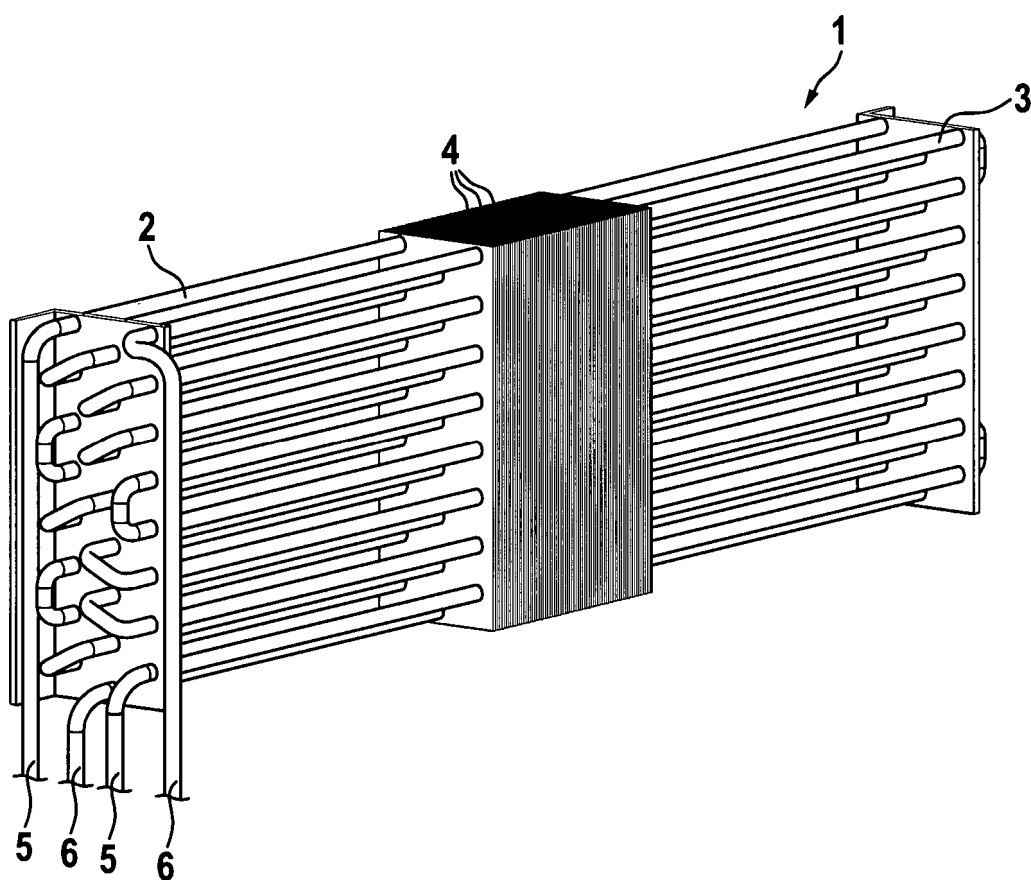


Fig. 1

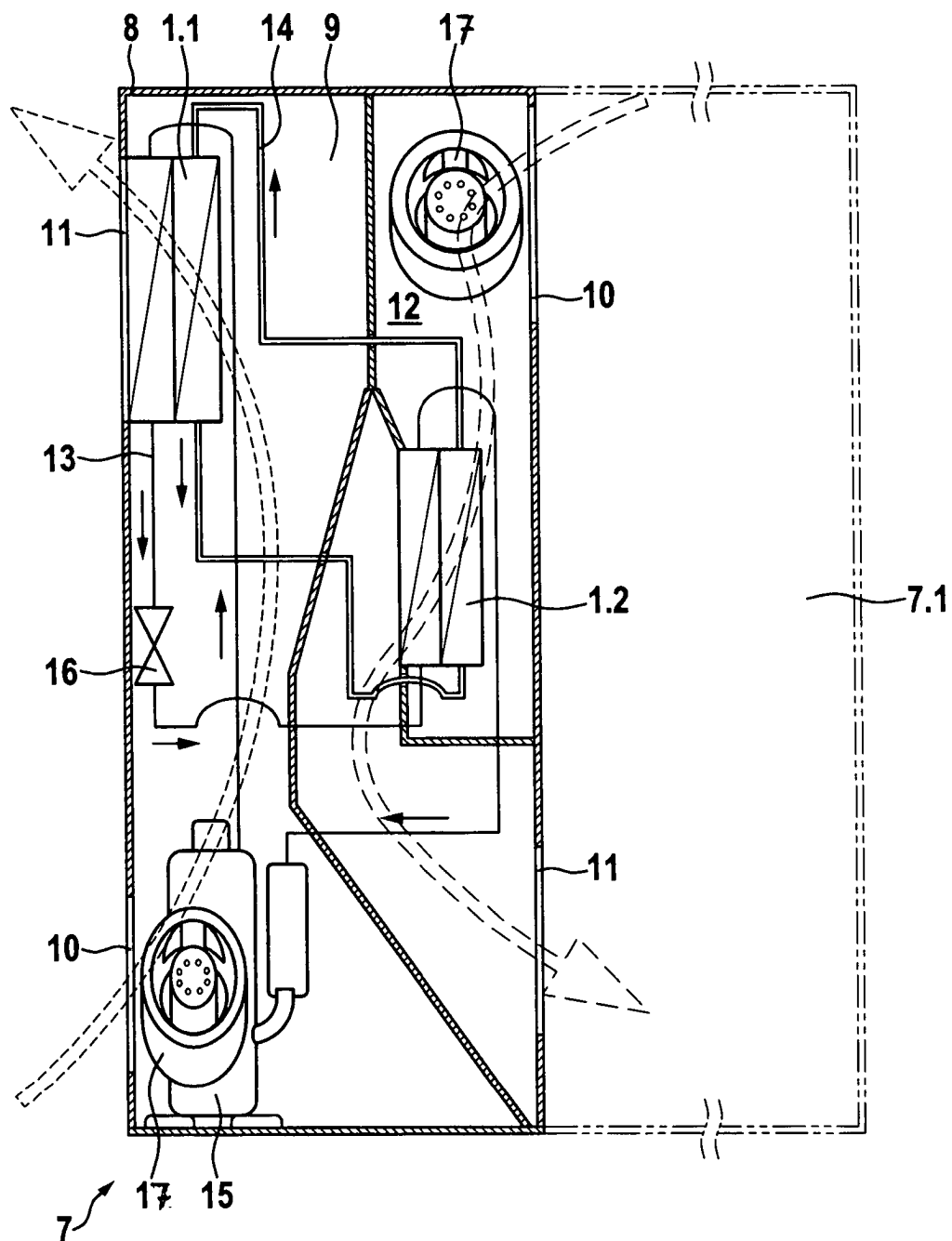


Fig. 2

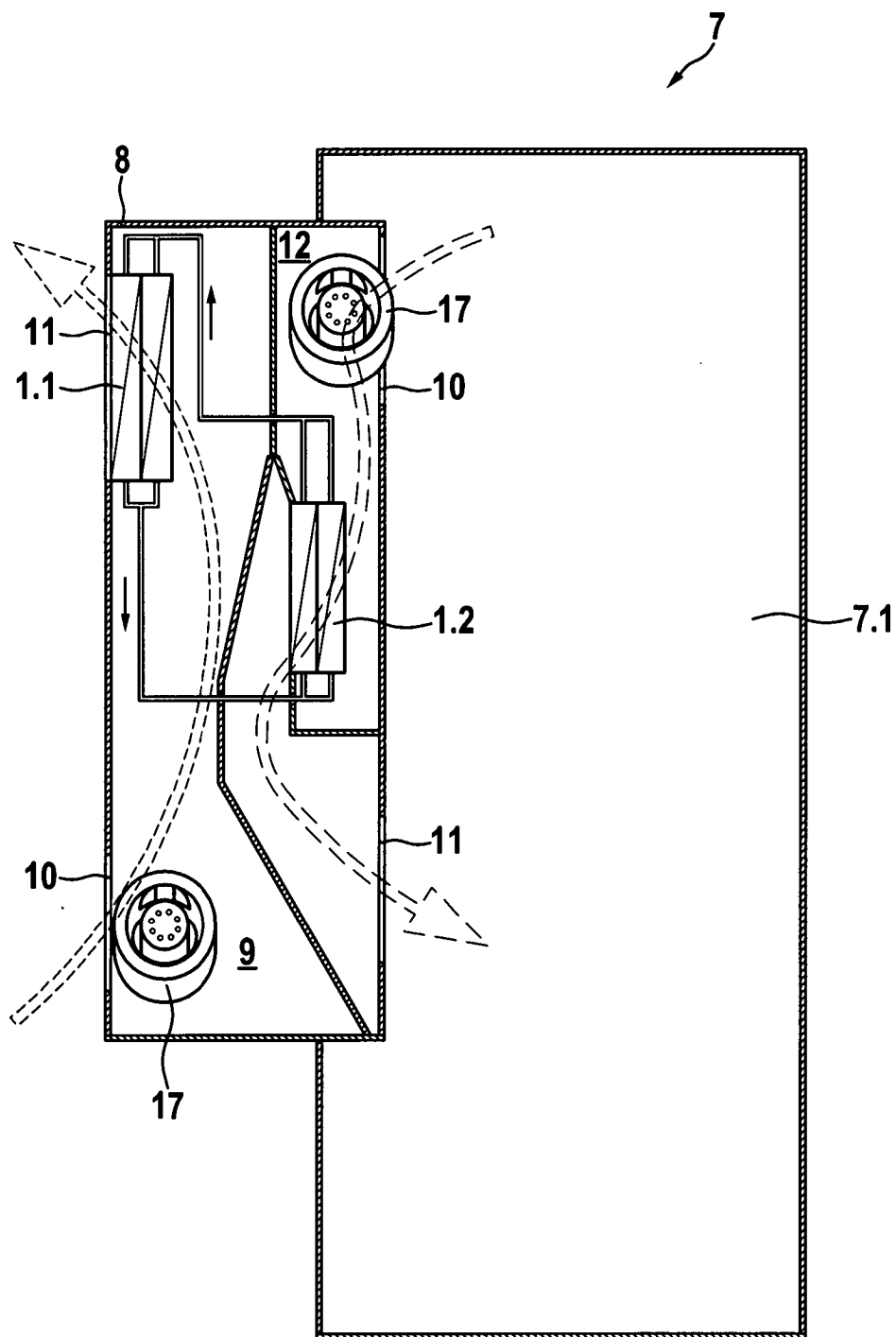


Fig. 3

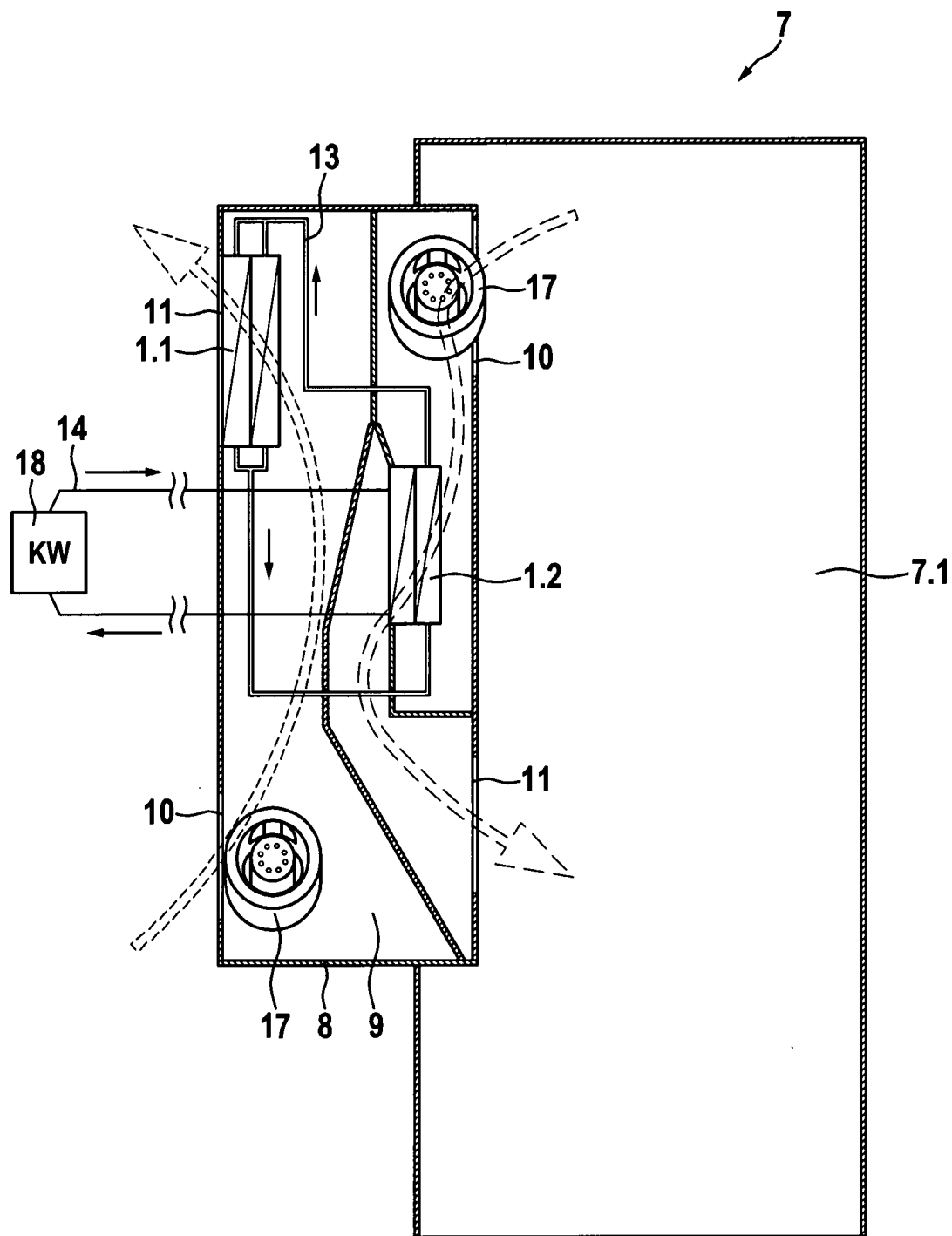


Fig. 4

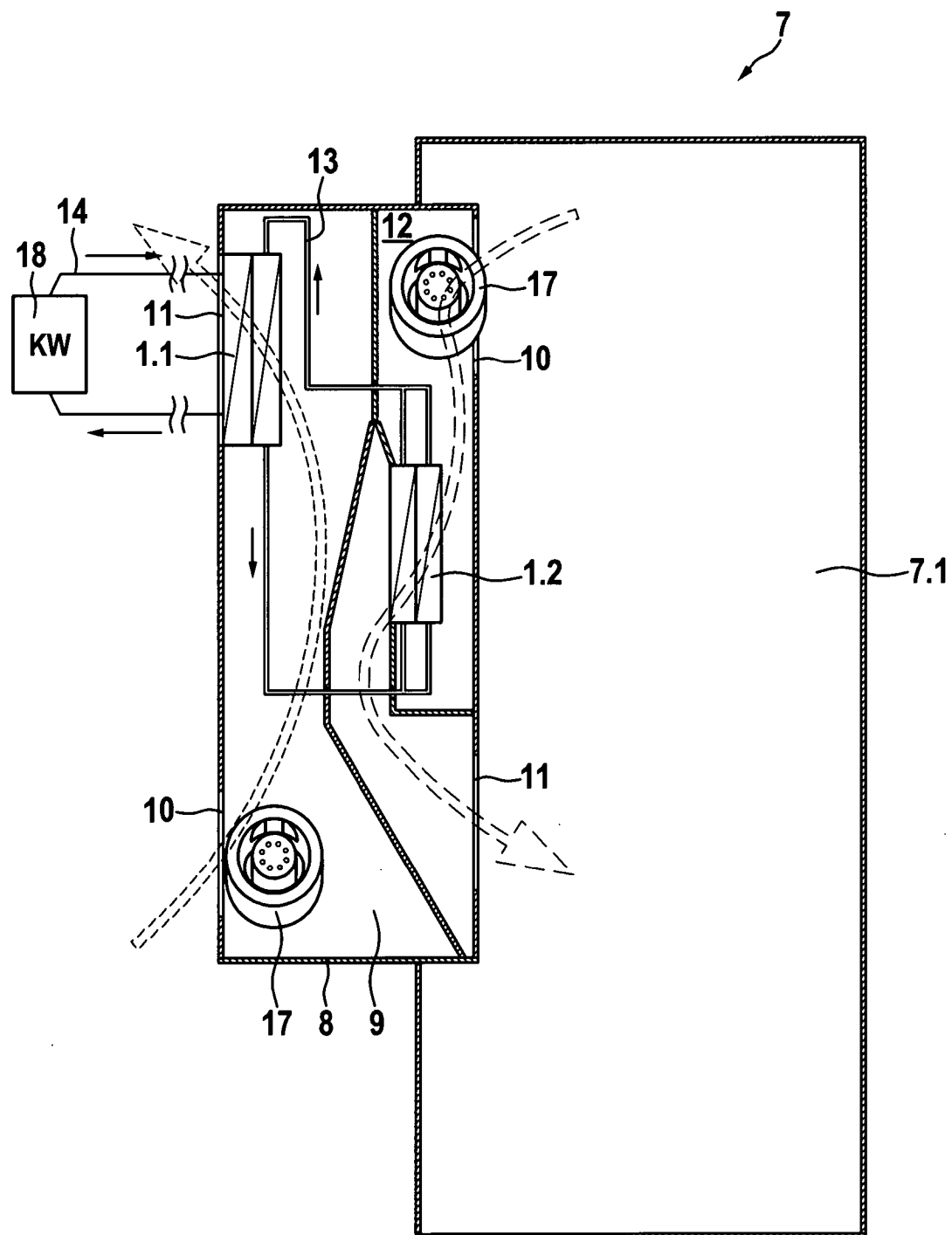
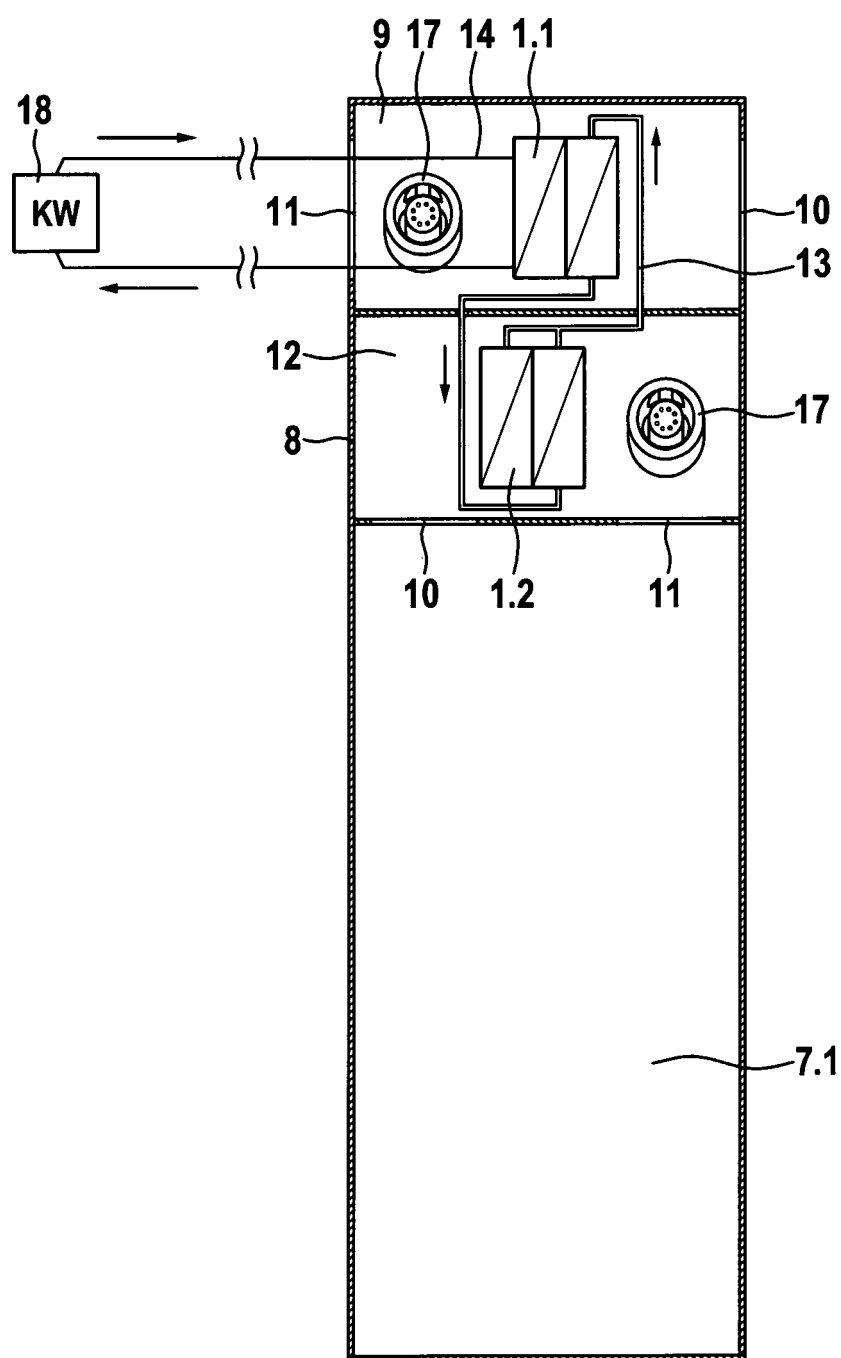


Fig. 5



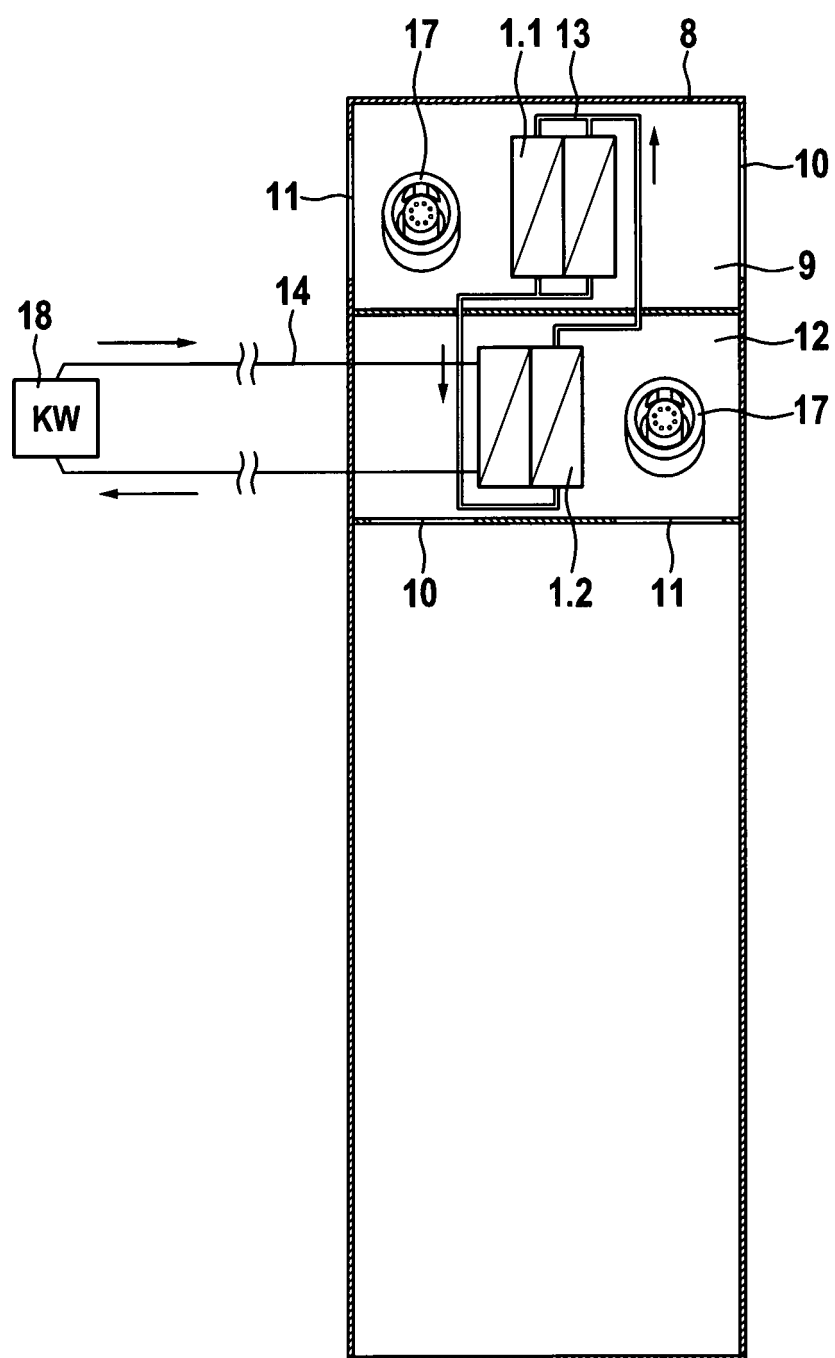


Fig. 7

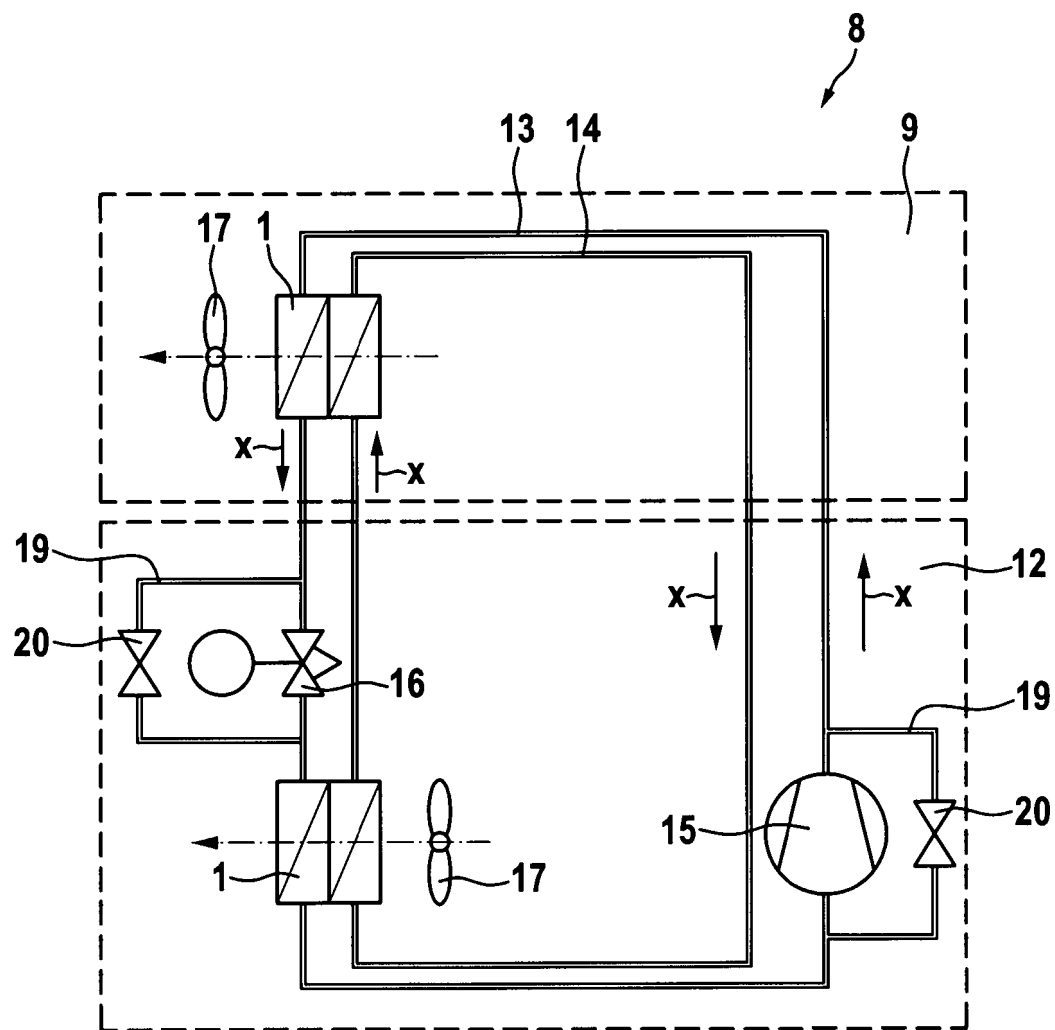


Fig. 8