

(19)



(11)

EP 2 159 519 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2010 Patentblatt 2010/09

(51) Int Cl.:
F25D 21/00 (2006.01) F25B 9/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09011093.3**

(22) Anmeldetag: **28.08.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

- **Gindele, Thomas**
88299 Leutkirch (DE)
- **Jendrusch, Holger**
88430 Rot an der Rot (DE)
- **Blersch, Dietmar**
88521 Ertingen (DE)
- **Schmid, Eugen**
88400 Biberach (Mettenburg) (DE)
- **Wiest, Matthias**
88416 Ochsenhausen (Hattenburg) (DE)
- **Siegel, Didier**
88416 Steinhausen (DE)

(30) Priorität: **28.08.2008 DE 202008011493 U**
28.08.2008 DE 202008011494 U
05.11.2008 DE 102008055959

(71) Anmelder: **Liebherr-Hausgeräte Ochsenhausen GmbH**
88416 Ochsenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Herrmann, Uwe et al**
Lorenz - Seidler - Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Ertel, Thomas**
88299 Leutkirch (DE)

(54) **Kühl- und/oder Gefriergerät**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem thermoakustischen Kühler (10), mit einem kalten Wärmetauscher (23,24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Gerätes sowie mit

Steuermitteln, wobei die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass in dem Kühlmodus des Gerätes das in dem thermoakustischen Kühler (10) gekühlte Wärmeträgermedium dem kalten Wärmetauscher (23,24) zugeführt wird.

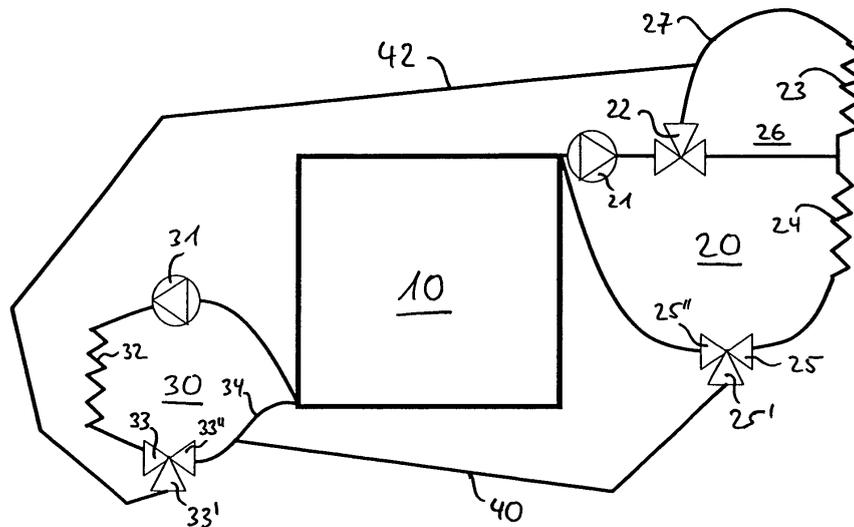


Fig. 1

EP 2 159 519 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem thermoakustischen Kühler, mit einem kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Gerätes sowie mit Steuermitteln, wobei die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass in dem Kühlmodus des Gerätes das in dem thermoakustischen Kühler gekühlte Wärmeträgermedium dem kalten Wärmetauscher zugeführt wird.

[0002] Bei der thermoakustischen Kühlung wird der Effekt genutzt, dass akustische Wellen (Schallwellen) inhomogene Temperaturverteilungen an begrenzenden Kontaktflächen erzeugen können. Zum Beispiel wird durch einen Resonator (z.B. Lautsprecher) das Arbeitsmedium (z.B. Helium) zu monochromatischen Schwingungen hoher Intensität angeregt. Das Arbeitsmedium wird durch die longitudinalen Wellen in einem sogenannten Stack hin und hergeleitet. Dieser Stack besteht vorzugsweise aus einem Material mit hoher Wärmekapazität und geringer Wärmeleitfähigkeit. Durch die longitudinale Schwingung wird nun durch Kompression und Expansion des Arbeitsmediums dieses lokal erwärmt und abgekühlt. Im vereinfachten Modell werden viele nebeneinander liegende Gaspakete betrachtet, die in ihrer Zusammenarbeit dem einen Wärmetauscher (kaltes Reservoir) Wärme entnehmen und jeweils um eine Schwingungsamplitude pro Gaspaket längs des Stacks zum anderen Wärmetauscher (warmes Reservoir) transportieren. Mit diesem Prozess ist es möglich, Wärme von einem Wärmeüberträger auf einen anderen zu übertragen und somit eine Kältemaschine anzutreiben.

[0003] Ein denkbarer Kältekreislauf umfasst einen kalten Wärmetauscher, den thermoakustischen Kühler, einen warmen Wärmetauscher und eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums. Während der Resonator des thermoakustischen Kühlers läuft, wird das durch den thermoakustischen Kühler strömende Wärmeträgermedium in einem Wärmeüberträger erwärmt und sodann mittels der genannten Pumpe in den warmen Wärmetauscher geführt, in dem es abgekühlt wird. Der warme Wärmetauscher entspricht dabei in seiner Funktion dem Verflüssiger eines allgemein bekannten Kühlkreislaufs mit Kompressor, Verflüssiger und Verdampfer. Währenddessen wird im zweiten Wärmeüberträger im thermoakustischen Kühler das Wärmeträgermedium abgekühlt und durchströmt anschließend den kalten Wärmetauscher, der sich üblicherweise in dem Kühl- bzw. dem Gefrierraum bzw. in dessen Bereich befindet und zur Aufnahme von Wärme aus diesem Raum dient.

[0004] Während des Betriebes kann es dazu kommen, dass der kalte Wärmetauscher, der im oder im Bereich des Kühl- und/oder Gefrierraumes angeordnet ist, vereist, so dass die Notwendigkeit besteht, diesen abzutauen. Die Abtauung erfolgt üblicherweise bei abgeschalteter Pumpe und bei abgeschaltetem thermoakustischen Kühler und so lange, bis ein bestimmter Temperaturwert erreicht oder überschritten ist. Anschließend wird der

Kühlkreislauf wie oben beschrieben wieder in Betrieb genommen und es erfolgt eine Kühlung des Kühl- bzw. Gefrierraumes mittels des von dem kalten Wärmeträgermedium durchströmten kalten Wärmetauschers.

5 **[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kühl- und/oder Gefriergerät der eingangs genannten Art in vorteilhafter Weise weiterzubilden, insbesondere dahingehend, dass die Abtaudauer reduziert wird.

10 **[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist vorgesehen, dass ein Kühl- und/oder Gefriergerät einen thermoakustischen Kühler, wenigstens einen kalten Wärmetauscher zur
15 Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Kühl- und/oder Gefriergeräts sowie Steuermittel aufweist, wobei die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass in dem Kühlmodus des Kühl- und/oder Gefriergerätes das in dem thermoakustischen Kühler gekühlte Wärmeträgermedium dem wenigstens einem kalten Wärmetauscher zugeführt wird. Dabei sind die Steuermittel des Weiteren derart ausgeführt, dass im Abtaumodus des Kühl- und/oder Gefriergerätes der thermoakustische Kühler abgeschaltet wird und/oder dass das in dem thermoakustischen
20 Kühler erwärmte Wärmeträgermedium dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher zugeführt wird. Abweichend von dem Kühlbetrieb, in dem dem kalten Wärmetauscher das in dem thermoakustischen Kühler gekühlte Wärmeträgermedium zugeführt wird, ist in dem Abtaumodus nun vorgesehen, dass das in dem thermoakustischen Kühler erwärmte Wärmeträgermedium dem kalten Wärmetauscher zugeführt wird, wodurch sich dessen Temperatur schneller erhöht und die Abtaudauer dementsprechend reduziert wird. Auch ist es denkbar, bei
25 Weiterlaufen der das Wärmeträgermedium fördernden Pumpe den thermoakustischen Kühler im Abtaumodus des Gerätes abzuschalten. Eine Veränderung einer etwaigen Ventilschaltung ist dabei nicht erforderlich.

[0007] Es ist denkbar, dass die Steuermittel in Strömungsrichtung des Wärmeträgermediums stromaufwärts des thermoakustischen Kühlers und stromaufwärts des wenigstens einen kalten Wärmetauschers wenigstens ein Ventil sowie eine Ventilsteuerung umfassen. Bei den Ventilen kann es sich beispielsweise um bistabile oder monostabile Ventile handeln.

[0008] Es kann vorgesehen sein, dass das Kühl- und/oder Gefriergerät ferner wenigstens einen warmen Wärmetauscher aufweist und dass eines der Ventile zwischen dem warmen Wärmetauscher und dem thermoakustischen Kühler angeordnet ist.

[0009] Darüber hinaus ist es möglich, dass die Steuermittel des Weiteren derart ausgeführt sind, dass in dem Abtaumodus des Kühl- und/oder Gefriergerätes mittels wenigstens einer Pumpe warmes Wärmeträgermedium
30 von dem warmen Wärmetauscher zu dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher gefördert wird. Dieser vorteilhaften Ausgestaltung liegt somit der Gedanke zu Grunde, warmes Wärmeträgermedium von dem warmen

Wärmetauscher unmittelbar oder mittelbar in den kalten Wärmetauscher zu fördern, um den Abtauvorgang des kalten Wärmetauschers zu beschleunigen. Diese Förderung wird beispielsweise mittels einer während der Abtauphase wenigstens zeitweise in Betrieb befindlichen Pumpe vorgenommen, bei der es sich vorzugsweise um die genannte Pumpe des Kühlkreislaufes handelt, die im Kühlbetrieb die Förderung des Wärmeträgermediums durchführt.

[0010] Denkbar ist es, dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass wenigstens eine Pumpe während der gesamten Dauer fördert, in der sich das Kühl- und/oder Gefriergerät in dem Abtaumodus befindet oder auch nur während eines oder mehrerer Zeitabschnitte während der Abtauphase. Die Phase, während der sich das in dem Abtaumodus befindet, kann mit dem Begriff Abtauphase bezeichnet sein.

[0011] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass die Pumpe wenigstens in der Anfangsphase der Abtauphase fördert. In diesem Zeitabschnitt ist das in dem warmen Wärmetauscher befindliche Wärmeträgermedium vergleichsweise warm und ist daher besonders geeignet, um die Abtaudauer des kalten Wärmetauschers zu verringern.

[0012] Während der Endphase der Abtauphase kann es dazu kommen, dass sich das in dem warmen Wärmetauscher befindliche Wärmeträgermedium weitgehend abgekühlt hat und daher nur noch eine vergleichsweise geringe Temperatur aufweist, so dass in diesem Fall vorgesehen sein kann, die Pumpe auszuschalten bzw. dieses nur noch geringfügig erwärmte Wärmeträgermedium nicht in den kalten Wärmetauscher zu fördern.

[0013] Jedoch ist es alternativ oder zusätzlich dazu möglich, dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass die Pumpe wenigstens in der Endphase der Abtauphase fördert. In dieser Phase ist der Temperaturgradient zwischen dem kalten Wärmetauscher und der dieser umgebenden Luft vergleichsweise klein, so dass es gerade dann sinnvoll sein kann, das Abtauen durch die Zufuhr von warmem Wärmeträgermedium aus dem warmen Wärmetauscher zu fördern.

[0014] Ferner ist es möglich, dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass wenigstens eine Pumpe nicht zu Beginn und/oder nicht zum Ende der Abtauphase fördert.

[0015] Denkbar ist es, einen Temperatursensor vorzusehen, der die Temperatur des warmen Wärmetauschers oder des den warmen Wärmetauscher durchströmenden Wärmeträgermediums unmittelbar oder mittelbar erfasst. Das z.B. als Steuereinheit ausgeführten Steuermittel kann in diesem Falle derart ausgeführt sein, dass sie die Pumpe in Abhängigkeit davon betreibt, welche Temperatur der warme Wärmetauscher bzw. das in diesem befindliche oder diesen durchströmende Wärmeträgermedium aufweist. Denkbar ist es, beispielsweise die Förderung des warmen Wärmeträgermediums aus

dem warmen in den kalten Wärmetauscher nur solange vorzunehmen, solange das in dem warmen Wärmetauscher befindliche Wärmeträgermedium eine bestimmte Temperatur nicht unterschreitet.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass das Wärmeträgermedium von dem warmen Wärmetauscher über die/den beim Umschalten von dem Kühlmodus auf den Abtaumodus warme Einheit/Bereich des thermoakustischen Kühlers zu dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher geführt wird. Der thermoakustische Kühler weist in dieser Ausgestaltung der Erfindung einen kalten und einen warmen Bereich bzw. eine kalte und eine warme Einheit auf, die sich abwechselnd in dem kalten bzw. warmen Zustand befinden. In dieser Ausgestaltung der Erfindung ist nun vorgesehen, dass die Strömungsführung des aus dem warmen Wärmetauscher strömenden Wärmeträgers zu dem zuletzt warmen Bereich bzw. der zuletzt warmen Einheit des thermoakustischen Kühlers und von dort zu dem abzutauenden kalten Wärmetauscher erfolgt, um eine möglichst hohe Temperatur des warmen Wärmeträgermediums aufrecht zu erhalten.

[0017] Vorzugsweise ist stromaufwärts und stromabwärts des wenigstens einen kalten Wärmetauschers jeweils wenigstens ein Ventil angeordnet. Dadurch ergibt sich der Vorteil, über diese Ventile zusätzliche Leitungen z. B. zur Zuführung von zusätzlichem Wärmeträgermedium anzuschließen.

[0018] Darüber hinaus ist denkbar, dass angeschlossen an den thermoakustischen Kühler ein kalter Teilkreislauf und ein warmer Teilkreislauf ausgebildet ist, wobei der kalte Teilkreislauf wenigstens eine Pumpe, ein Ventil und wenigstens einen kalten Wärmetauscher aufweist und wobei der warme Teilkreislauf wenigstens eine Pumpe und wenigstens einen warmen Wärmetauscher aufweist. Dabei ist der kalte Teilkreislauf dafür vorgesehen, Wärme aus dem Innenraum des Kühl- und/oder Gefriergerätes abzuführen. Der warme Teilkreislauf dient dazu, Wärme an die Umgebung abzugeben. Der thermoakustische Kühler sitzt dabei zwischen dem kalten und dem warmen Teilkreislauf.

[0019] Weiter ist denkbar, dass der kalte Teilkreislauf wenigstens zwei kalte Wärmetauscher und einen Unterkreislauf aufweist, der an einem stromaufwärts der kalten Wärmetauscher angeordneten Ventil angeschlossen ist und einen kalten Wärmetauscher aufweist.

[0020] Vorzugsweise ist dieser Unterkreislauf dem Kühlteil des Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeordnet und entzieht mit dem darin befindlichen kalten Wärmetauscher dem Kühlteil des Kühl- und/oder Gefriergerätes Wärme. Mittels des stromaufwärts angeordneten Ventils kann der Unterkreislauf, der dem Kühlteil zugeordnet ist, entkoppelt werden, so dass der übrige Teilkreislauf weiter kalt betrieben werden kann. Der übrige Teilkreislauf kann dabei vorteilhafterweise dem Gefrierteil bzw. einem Gefrierteil des Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeordnet sein.

[0021] Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass Bypassleitungen zur Umgehung des thermoakustischen Kühlers vorgesehen sind, wobei eine erste Bypassleitung am stromabwärts der kalten Wärmetauscher angeordneten Ventil angeschlossen ist und den kalten Teilkreislauf mit dem warmen Teilkreislauf verbindet und wobei eine zweite Bypassleitung vorgesehen ist, die an einem Ventil im warmen Teilkreislauf angeschlossen ist und den warmen Teilkreislauf mit dem kalten Teilkreislauf verbindet. So kann vorteilhafterweise bei entsprechender Ventilstellung der thermoakustische Kühler überbrückt werden, so dass warmes Wärmeträgermedium aus dem warmen Teilkreislauf über die Bypassleitungen in den kalten Teilkreislauf gepumpt werden kann, vorzugsweise mittels der im warmen Teilkreislauf befindlichen Pumpe. Zugleich wird das kalte Wärmeträgermedium aus dem kalten Teilkreislauf in den warmen Teilkreislauf gepumpt und dort aufgewärmt. Hierdurch kann der Abtauvorgang deutlich beschleunigt werden.

[0022] Bevorzugt wird es, wenn die zweite Bypassleitung den warmen Teilkreislauf mit dem Unterkreislauf des kalten Teilkreislaufs verbindet.

[0023] Es kann des Weiteren vorgesehen sein, dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass die Umschaltung von dem Kühlmodus auf den Abtaumodus durch einen zeitlichen Versatz in der Ansteuerung der Ventile oder durch einen zeitlichen Versatz des Betriebes des thermoakustischen Kühlers oder durch eine Umkehr der Förderrichtung des Wärmeträgermediums erfolgt.

[0024] Denkbar ist es somit, beim Umschalten von dem Kühlmodus auf den Abtaumodus oder auch bei dem Umschalten von dem Abtaumodus auf den Kühlmodus den thermoakustischen Kühler unverändert weiterzubetreiben und die Strömungsführung des Wärmeträgermediums nur durch einen zeitlichen Versatz der Ventilsteuerung zu ändern. Dabei muss die Pumpe, die den kalten Kreislauf betreibt, ausgeschaltet sein.

[0025] Weiter ist denkbar, dass die Ventile als 3-Wege-Ventile und/oder Magnetventile ausgeführt sind.

[0026] Denkbar ist ferner, dass der thermoakustische Kühler zwei oder mehr als zwei Wärmetauschereinheiten umfasst, die derart ausgeführt sind, dass in diesen zyklisch eine Erwärmung oder Abkühlung des diese durchströmenden Wärmeträgermediums erfolgt.

[0027] Es wird bevorzugt, wenn die Wärmetauschereinheiten des thermoakustischen Kühlers aus einem Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit bestehen oder ein solches Material aufweisen.

[0028] Des Weiteren ist denkbar, dass der thermoakustische Kühler ein Schallwellenabgabemittel, eine dem warmen Teilkreislauf zugeordnete Wärmetauschereinheit, einen Stack und eine dem kalten Teilkreislauf zugeordnete Wärmetauschereinheit aufweist. Besonders bevorzugt wird in diesem Zusammenhang, wenn die vom Schallwellenabgabemittel abgestrahlten Schallwellen direkt auf die dem warmen Teilkreislauf zugeordneten Wärmetauschereinheit gerichtet sind.

[0029] Es ist ferner denkbar, dass das Schallwellen-

abgabemittel des thermoakustischen Kühlers einen Lautsprecher bzw. Resonator umfasst.

[0030] Es ist des Weiteren möglich, dass die am thermoakustischen Kühler anliegende Frequenz und/oder Amplitude modulierbar und/oder umkehrbar ist, so dass die dem kalten Teilkreislauf zugeordnete Wärmetauschereinheit erwärmbar und/oder die dem warmen Teilkreislauf zugeordnete Wärmetauschereinheit abkühlbar ist. So kann zur Reduzierung der Abkühldauer vorteilhafterweise die Frequenz und/oder Amplitude des thermoakustischen Kühlers derart angepasst werden, dass die kalte Wärmetauschereinheit im thermoakustischen Kühler warm wird und dementsprechend die warme Wärmetauschereinheit kalt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass während des Betriebes des thermoakustischen Kühlers warmes bzw. erwärmtes Wärmeträgermedium in den kalten Wärmetauscher gelangen und die Abtaudauer deutlich reduzieren kann.

[0031] Weiterhin ist denkbar, dass wenigstens ein Ventilator vorgesehen ist, der dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher warme Luft aus dem Kühl- und/oder Gefrierraum des Kühl- und/oder Gefriergerätes zuführt. Durch diese Form der Zwangskonvektion kann eventuell anhaftende Feuchtigkeit getrocknet werden. Ferner kann ein verbesserter Wärmeübergang vom Kühl- und/oder Gefrierraum auf den/die entsprechenden Wärmetauscher erreicht werden.

[0032] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nun anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Zeichnung eines Kreislaufs mit thermoakustischen Kühler;

Fig. 2: eine schematische Zeichnung eines Kühlkreislaufs mit thermoakustischen Kühler in einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 3: eine schematische Zeichnung eines Kühlkreislaufs mit thermoakustischen Kühler in einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 4: eine schematische Zeichnung eines Kühlkreislaufs mit thermoakustischen Kühler in einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 5: eine schematische Darstellung eines thermoakustischen Kühlers.

[0033] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kühlkreislaufs für ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem thermoakustischen Kühler 10. Dabei befindet sich der thermoakustische Kühler zwischen einem kalten Teilkreislauf 20 und einem warmen Teilkreislauf 30, die jeweils an einer Seite des thermoakustischen Kühlers 10 angeschlossen sind. Der Teilkreislauf 20 weist dabei eine Pumpe 21 auf, die stromabwärts des thermoakustischen Kühlers 10 im kalten

Teilkreislauf 20 angeordnet ist.

[0034] Nachgeordnet der Pumpe 21 befindet sich ein als 3-Wege-Ventil ausgeführtes Ventil 22, von dem mit der Leitung 27 beginnend ein kalter Unterkreislauf 26 abzweigt. Der kalte Unterkreislauf 26 weist dabei einen kalten Wärmetauscher 23 auf, der dem Kühlteil eines Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeordnet ist. Stromabwärts des kalten Wärmetauschers 23 und stromabwärts des Ventils 22 befindet sich ein weiterer kalter Wärmetauscher 24, der im hier gezeigten Ausführungsbeispiel dem Gefrierteil eines Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeordnet ist. Dabei ist es möglich, bei entsprechender Schaltung des Ventils 22 den kalten Wärmetauscher 23 und 24 parallel mit Wärmeträgermedium zu versorgen bzw. Wärmeträgermedium in die Wärmetauscher 23 und 24 einzuspritzen. Durch die Serienschaltung des kalten Wärmetauschers 23 mit dem kalten Wärmetauscher 24, wobei der kalte Wärmetauscher 23 auslaufseitig mit dem Einlauf des kalten Wärmetauschers 24 verbunden ist, verhindert, dass es zu Verlagerungen des Wärmeträgermediums kommt.

[0035] Stromabwärts des kalten Wärmetauschers 24 befindet sich ein weiteres 3-Wege-Ventil 25, von ein Auslauf 25" zurück zum thermoakustischen Kühler führt und von dessen weiteren Auslauf bzw. Ventilausgang 25' eine Bypassleitung 40 abzweigt, die zur Leitung 34 des warmen Teilkreislaufs 30 führt. Dabei ist die Leitung 34 eine Rückführleitung 34, die Wärmeträgermedium aus dem warmen Wärmekreislauf 30 zurück zum thermoakustischen Kühler 10 führt. Der warme Teilkreislauf 30 wird dabei von einer Pumpe 31 betrieben, die das Wärmeträgermedium kommend vom thermoakustischen Kühler in den warmen Wärmetauscher 32 hineinpumpt. Der warme Wärmetauscher 32 ist z.B. luftgekühlt sowie auf der Außenseite des Gerätes angeordnet und dient zur Wärmeabfuhr aus dem Wärmeträgermedium in die Umgebung. Stromabwärts des warmen Wärmetauschers 32 befindet sich ein weiteres 3-Wege-Ventil 33, das ebenfalls zwei Ausläufe 33', 33" aufweist. Dabei ist der Auslauf 33' mit einer weiteren Bypassleitung 42 verbunden, mittels derer warmes Wärmeträgermedium zur Leitung 27 des kalten Unterkreislaufs 26 zugeführt werden kann. Im Arbeitsbetrieb ist jedoch der Ventilauslauf 33' gesperrt, so dass vom warmen Wärmetauscher 32 kommende Wärmeträgermedium über die Leitung 34 erneut dem thermoakustischen Kühler 10 zugeführt wird.

[0036] Durch die Bypassleitungen 40, 42 wird es möglich, dass der thermoakustische Kühler 10 während der Abtauphase ein- oder ausgeschaltet sein kann.

[0037] Für den Abtauvorgang ist nun denkbar, dass es zu einer "Umkehr der Förderrichtung" kommt.

[0038] Unter dem Begriff der "Umkehr der Förderrichtung" ist zu verstehen, dass das Wärmeträgermedium das System in zum Kühlmodus umgekehrter Richtung durchströmt. Dies kann durch eine Umkehr der Förderrichtung der Pumpe oder dadurch erreicht werden, dass die Förderrichtung der Pumpe unverändert bleibt und die Förderrichtung des Wärmeträgermediums durch eine

geänderte Leitungsverschaltung vorgenommen wird.

[0039] In dem Fall, in dem die Ventilausgänge 25' und 33' der Ventile 25 und 33 geöffnet sind, während jeweils die übrigen Ventilausgänge 25", 33" geschlossen sind, ist es möglich, den kalten Teilkreislauf 20 unter Umgehung des thermoakustischen Kühlers 10 einfach abzutauen. Hierzu wird die Pumpe 31 benutzt, mittels derer warmes Kühlmedium aus dem warmen Teilkreislauf 30 über die Leitung 42 zum kalten Teilkreislauf 20 geführt wird, dort durch die kalten Wärmetauscher 23 und 24 strömt und diese hierdurch abtaut. Der Kreislauf wird sodann für den Abtauvorgang durch die Bypassleitung 40 geschlossen, mittels derer das Kühlmedium zurück zum warmen Teilkreislauf 30 und über die Leitung 34 der Pumpe 31 erneut zugeführt wird.

[0040] Die Pumpe 21 im kalten Teilkreislauf kann hier vorteilhafterweise ausgeschaltet sein.

[0041] Fig. 2 zeigt im Wesentlichen einen vergleichbaren Kreislaufaufbau eines Kühlkreislaufs eines Kühl- und/oder Gefriergerätes, wie er in Fig. 1 gezeigt ist. Hierbei sind jedoch keine Bypassleitungen vorhanden, mittels derer der thermoakustische Kühler ausgeblendet bzw. umgangen werden kann. Gleiche bzw. vergleichbare Komponenten sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0042] Für den Abtauvorgang wird bei dieser Ausführungsform lediglich der thermoakustische Kühler 10 ausgeschaltet, so dass die Pumpen 21, 31 somit warmes Wärmeträgermedium in den kalten Teilkreislauf 20 einfördern. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass die Pumpe 21 nicht betrieben wird. In dem Fall, in dem beispielsweise geräteseitig erkannt wird, dass der im Unterkreislauf 26 befindliche kalte Wärmetauscher 23 keiner Abtauerung bedarf, kann durch entsprechendes Sperren des Ventils 22 erreicht werden, dass das warme Wärmeträgermedium kommend aus dem warmen Teilkreislauf 30 nur den kalten Wärmetauscher 24 durchströmt.

[0043] Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung eine weitere Ausführungsform eines Kühlkreislaufs mit thermoakustischem Kühler 10. Dabei ist der kalte Teilkreislauf 20 mit einer Pumpe 21 und zwei seriell geschalteten kalten Wärmetauschern 23, 24 ausgeführt. Dabei kann der erste kalte Wärmetauscher 24 dem Gefrierteil und der zweite kalte Wärmetauscher 23 dem Kühlteil des Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeordnet sein. Der warme Teilkreislauf 30 ist vergleichbar der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ausgeführt und weist einen luftgekühlten, an der Außenseite des Kühl- und/oder Gefriergerätes angebrachten warmen Wärmetauscher 32 auf.

[0044] Darüber hinaus Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Kühlkreislaufs mit thermoakustischem Kühler 10. Dabei ist der kalte Teilkreislauf 20 mit einem großen, kalten Wärmetauscher 24 ausgeführt. Mittels eines Ventilators 50 wird dabei warme Luft aus dem Kühl- und/oder Gefrierraum des Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeführt. Durch diese Zwangskonvektion kann eventuell anhaftende Feuchtigkeit getrocknet wer-

den. Ferner wird ein verbesserter Wärmeübergang vom Kühl- und/oder Gefrierraum auf den/die entsprechenden Wärmetauscher erreicht. Die Wärmeaufnahme durch den kalten Wärmetauscher 24 erfolgt somit im Wesentlichen durch die durch den Ventilator 50 zugeführte Luft, wie dies in vergleichbarer Form bereits aus sogenannten NoFrost-Geräten bekannt ist.

[0045] Fig. 5 zeigt den schematischen Aufbau eines thermoakustischen Kühlers 10, der zwei Wärmetauschereinheiten 14, 18 umfasst, die als bauliche Einheit oder auch voneinander getrennt ausgeführt sein können. Diese Wärmetauschereinheiten bestehen aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit oder weisen ein solches Material auf. Durch die durch den Resonator 12 erzeugten Schallwellen werden die Gasmoleküle im Stack 16 erwärmt und transportieren Wärme von dem kalten Wärmeüberträger 18 auf den warmen Wärmeüberträger 14. Dementsprechend erfährt das Wärmeträgermedium das durch die erwärmte Wärmetauschereinheit geführt wird, eine Erwärmung und das Wärmeträgermedium, das durch die abgekühlte Wärmetauschereinheit geführt wird, eine Abkühlung.

[0046] Die in Fig. 1-4 gezeigten Ausführungsformen lassen sich im Abtaumodus folgendermaßen betreiben:

[0047] Grundsätzlich können bei allen in Fig. 1-4 gezeigten Ausführungsformen ein oder mehrere Temperatursensoren zur Erfassung der Temperatur der kalten Wärmetauscher 23, 24 vorgesehen sein. In Abhängigkeit von der erfassten Temperatur kann der Abtaumodus gestartet werden. Selbstverständlich ist es dabei möglich, dass die erfasste Temperatur der kalten Wärmetauscher 23, 24 ein Parameter von mehreren Parametern ist, die als Entscheidungskriterium für das Auslösen des Abtaumodus herangezogen werden. Insbesondere kann bei allen in Fig. 1-4 gezeigten Ausführungsbeispielen vorgesehen sein, dass der thermoakustische Kühler 10 während des Abtaumodus ausgeschaltet ist. Das Aus- und Einschalten kann dabei automatisch z.B. durch die Gerätesteuerung vorgenommen werden.

[0048] Durch die Steuermittel kann der in Fig. 1 gezeigte Kreislauf derart betrieben werden, dass zumindest die Pumpe 31 während der gesamten Zeitspanne bzw. Abtauphase fördert oder dass nur während einer Zeitspanne, die kürzer ist als die Abtauphase, Wärmeträgermedium durch die Pumpe 31 gefördert wird. Insbesondere kann dabei, z.B. in Abhängigkeit von der mittels nicht näher gezeigter Sensoren erfassten Temperatur der kalten Wärmetauscher 23, 24 die Pumpe 31 im Wechsel zur Pumpe 22 betrieben werden. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Pumpe 31 schubweise, also periodisch mit vorgegebener Zeitdauer oder eingeregelt nach der erfassten Temperatur an den kalten Wärmetauscher 23, 24 fördert. Es ist auch und/oder zusätzlich möglich, dass eine Pumpe 21, 31 zu Beginn und/oder zum Ende der Abtauphase fördert. Genausogut kann vorgesehen sein, dass die Pumpe 21, 31 nicht zu Beginn und nicht zum Ende der Abtauphase fördert, sondern nur in einem dazwischenliegenden Zeitraum inner-

halb der Abtauphase.

[0049] Die Bypassleitungen 40, 42 sind dabei freigeschaltet, während der thermoakustische Kühler 10 ausgeblendet ist. Dies wird durch eine entsprechende Stellung der Ventile 22, 25, 33 erreicht, wobei insbesondere die Ventilausgänge 25', 33' geöffnet sind.

[0050] Bei den in Fig. 2-4 gezeigten Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass mittels der Steuermittel die Kreisläufe derart geschaltet wird, dass das Wärmeträgermedium von dem warmen Wärmetauscher 32 über die warme Wärmetauschereinheit 14 des thermoakustischen Kühlers 10 zu den kalten Wärmetauschern 23, 24 geleitet wird. Dies ist auch bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform grundsätzlich möglich, wobei hierzu die Ventile 22, 25, 33 jeweils mit allen Ventilausgängen geöffnet sind und keine Leitung sperren.

[0051] Des Weiteren kann alternativ oder zusätzlich die am thermoakustischen Kühler 10 anliegende Frequenz und/oder Amplitude moduliert und/oder umgekehrt werden, so dass die dem kalten Teilkreislauf 20 zugeordnete Wärmetauschereinheit 18 erwärmt und/oder die dem warmen Teilkreislauf 30 zugeordnete Wärmetauschereinheit 14 abkühlbar ist. So kann zur Reduzierung der Abkühldauer vorteilhafterweise die Frequenz und/oder Amplitude des thermoakustischen Kühlers 10 derart angepasst werden, dass die kalte Wärmetauschereinheit 18 im thermoakustischen Kühler 10 warm wird und dementsprechend die warme Wärmetauschereinheit 14 kalt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass während des Betriebes des thermoakustischen Kühlers 10 warmes bzw. erwärmtes Wärmeträgermedium in den bzw. die kalten Wärmetauscher 23, 24 gelangen und die Abtaudauer deutlich reduzieren kann.

Patentansprüche

1. Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem thermoakustischen Kühler (10), mit wenigstens einem kalten Wärmetauscher (23, 24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie mit Steuermitteln, wobei die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass in dem Kühlmodus des Kühl- und/oder Gefriergerätes das in dem thermoakustischen Kühler (10) gekühlte Wärmeträgermedium dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) zugeführt wird, wobei die Steuermittel des Weiteren derart ausgeführt sind, dass in dem Abtaumodus des Kühl- und/oder Gefriergerätes der thermoakustische Kühler (10) abgeschaltet wird und/oder dass das in dem thermoakustischen Kühler (10) erwärmte Wärmeträgermedium dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) zugeführt wird.
2. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel in Strömungsrichtung des Wärmeträgermediums stromaufwärts des thermoakustischen Kühlers (10)

- und stromaufwärts des wenigstens einen kalten Wärmetauschers (23, 24) wenigstens ein Ventil (22, 25, 33) sowie eine Ventilsteuerung umfassen.
3. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühl- und/oder Gefriergerät ferner einen warmen Wärmetauscher (32) aufweist und dass eines der Ventile (33) zwischen dem warmen Wärmetauscher (32) und dem thermoakustischen Kühler (10) angeordnet ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Steuermittel des Weiteren derart ausgeführt sind, dass in dem Abtaumodus des Kühl- und/oder Gefriergerätes mittels wenigstens einer Pumpe (21, 31) warmes Wärmeträgermedium von dem warmen Wärmetauscher (32) zu dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) gefördert wird.
 4. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass wenigstens eine Pumpe (21, 31) während der gesamten Zeitspanne (Abtauphase) fördert, in der sich das Gerät in dem Abtaumodus befindet, oder während einer Zeitspanne, die kürzer ist als die Abtauphase.
 5. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass wenigstens eine Pumpe (21, 31) wenigstens zu Beginn der Abtauphase fördert und/oder dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass wenigstens eine Pumpe (21, 31) wenigstens zum Ende der Abtauphase fördert.
 6. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass wenigstens eine Pumpe (21, 31) nicht zu Beginn und/oder nicht zum Ende der Abtauphase fördert.
 7. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursensor vorgesehen ist, der die Temperatur des warmen Wärmetauschers (32) oder die Temperatur des den warmen Wärmetauscher (32) durchströmenden Wärmeträgermediums erfasst und dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass sie die Pumpe (21, 31) in Abhängigkeit des mittels des Temperatursensors ermittelten Temperaturwertes betreiben und/oder dass die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass das Wärmeträgermedium von dem warmen Wärmetauscher (32) über die beim Umschalten von dem Kühlmodus auf den Abtaumodus warme Wärmetauschereinheit (14) des thermoakustischen Kühlers (10) zu dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) geführt wird.
 8. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromaufwärts und stromabwärts des wenigstens einen kalten Wärmetauschers (23, 24) jeweils wenigstens ein Ventil (22, 25) angeordnet ist und/oder dass angeschlossen an den thermoakustischen Kühler (10) ein kalter Teilkreislauf (20) und ein warmer Teilkreislauf (30) ausgebildet ist, wobei der kalte Teilkreislauf (20) wenigstens eine Pumpe (21), ein Ventil (22) und wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) aufweist und wobei der warme Teilkreislauf (30) wenigstens eine Pumpe (31) und wenigstens einen warmen Wärmetauscher (32) aufweist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, daß der kalte Teilkreislauf (20) wenigstens zwei kalte Wärmetauscher (23, 24) und einen Unterkreislauf (26) aufweist, der an einem stromaufwärts der kalten Wärmetauscher (23, 24) angeordneten Ventil (22) angeschlossen ist und einen kalten Wärmetauscher (23) aufweist.
 9. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bypassleitungen (40, 42) zur Umgehung des thermoakustischen Kühlers (10) vorgesehen sind, wobei eine erste Bypassleitung (40) am stromabwärts der kalten Wärmetauscher (23, 24) angeordneten Ventil (25) angeschlossen ist und den kalten Teilkreislauf (20) mit dem warmen Teilkreislauf (30) verbindet und wobei eine zweite Bypassleitung (42) vorgesehen ist, die an einem Ventil (33) im warmen Teilkreislauf (30) angeschlossen ist und den warmen Teilkreislauf (30) mit dem kalten Teilkreislauf (20) verbindet, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die zweite Bypassleitung (42) den warmen Teilkreislauf mit dem Unterkreislauf (26) des kalten Teilkreislaufs (20) verbindet.
 10. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuermittel derart ausgeführt sind, dass die Umschaltung von dem Kühlmodus auf den Abtaumodus durch einen zeitlichen Versatz in der Ansteuerung der Ventile (22, 25, 33) oder durch einen zeitlichen Versatz des Betriebes des thermoakustischen Kühlers (10) oder durch eine Umkehr der Förderrichtung des Wärmeträgermediums erfolgt.
 11. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventile (22, 25, 33) als 3-Wege-Ventile und/oder Magnetventile ausgeführt sind.
 12. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermoakustische Kühler (10) zwei oder mehr als zwei Wärmetauschereinheiten (14, 18) umfaßt, die derart ausgeführt sind, dass in diesen zyklisch eine Erwärmung und Abkühlung des diese

durchströmenden Wärmeträgermediums erfolgt und/ oder daß die Wärmetauschereinheiten (14, 18) des thermoakustischen Kühlers (10) aus einem Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit bestehen oder ein solches Material aufweisen.

5

13. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermoakustische Kühler (10) ein Schallwellenabgabemittel (12), eine dem warmen Teilkreislauf (30) zugeordnete Wärmetauschereinheit (14), einen Stack (16) und eine dem kalten Teilkreislauf (20) zugeordnete Wärmetauschereinheit (18) aufweist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass das Schallwellenabgabemittel (12) des thermoakustischen Kühlers (10) einen Lautsprecher bzw. Resonator umfasst.
- 10
- 15
14. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die am thermoakustischen Kühler (10) anliegende Frequenz und/oder Amplitude modulierbar und/oder umkehrbar ist, so dass die dem kalten Teilkreislauf (20) zugeordnete Wärmetauschereinheit (18) erwärmbar und/oder die dem warmen Teilkreislauf (30) zugeordnete Wärmetauschereinheit (14) abkühlbar ist.
- 20
- 25
15. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Ventilator (50) vorgesehen ist, der dem wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) warme Luft aus dem Kühl- und/oder Gefrierraum des Kühl- und/oder Gefriergerätes zuführt.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

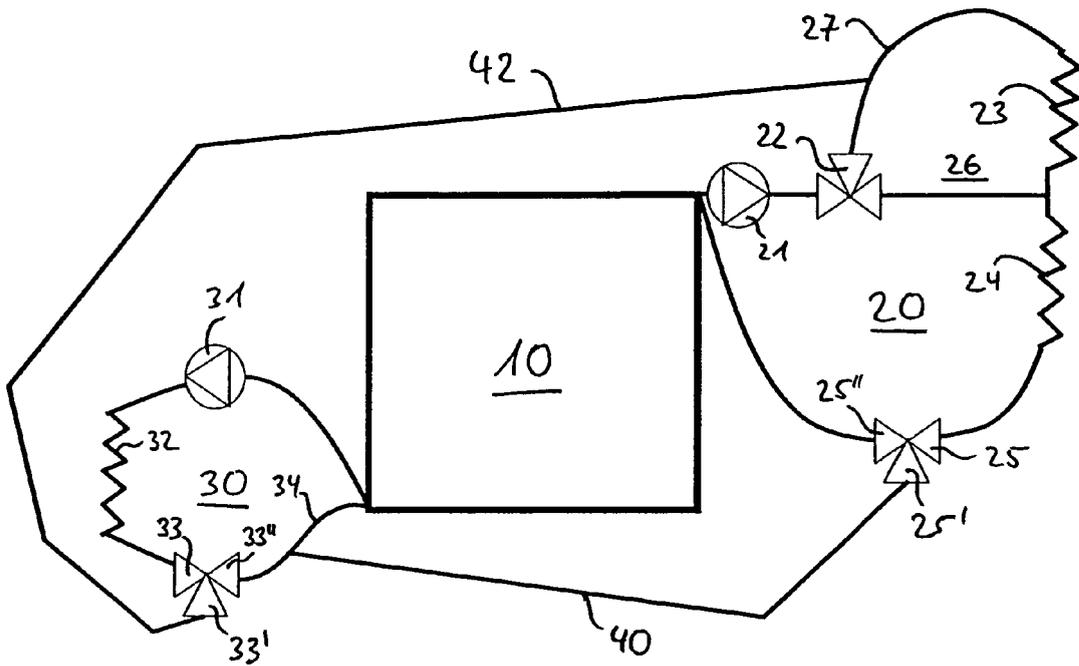


Fig. 1

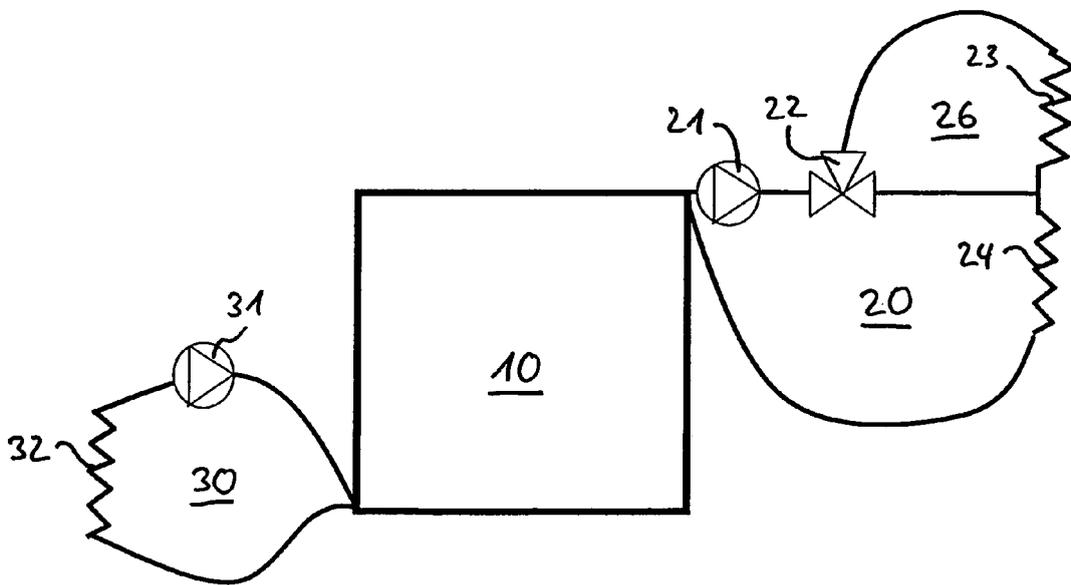


Fig. 2

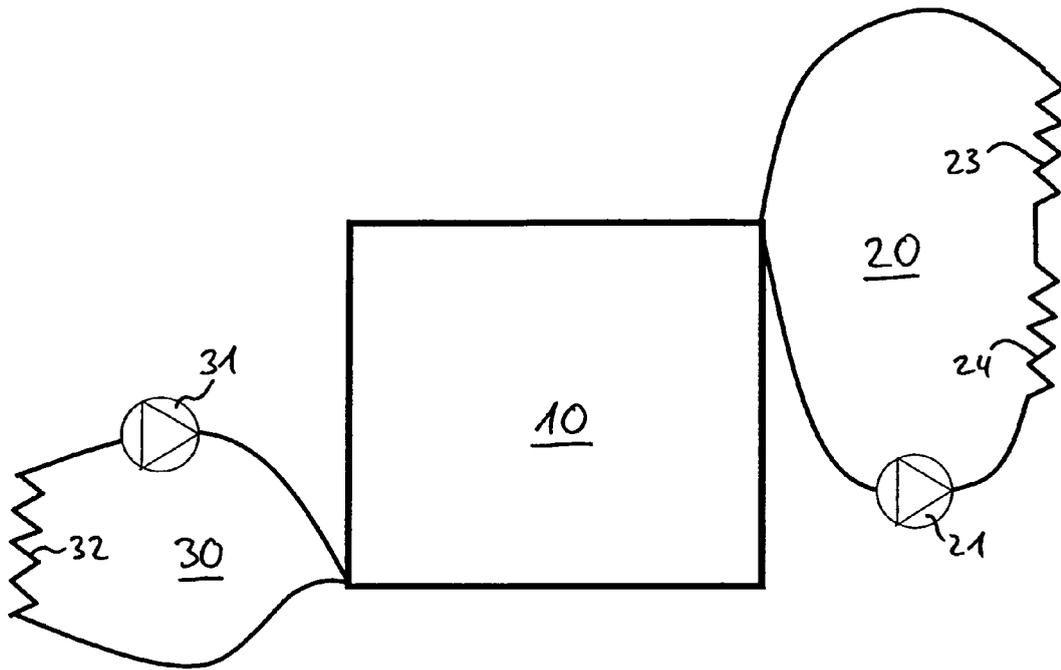


Fig. 3

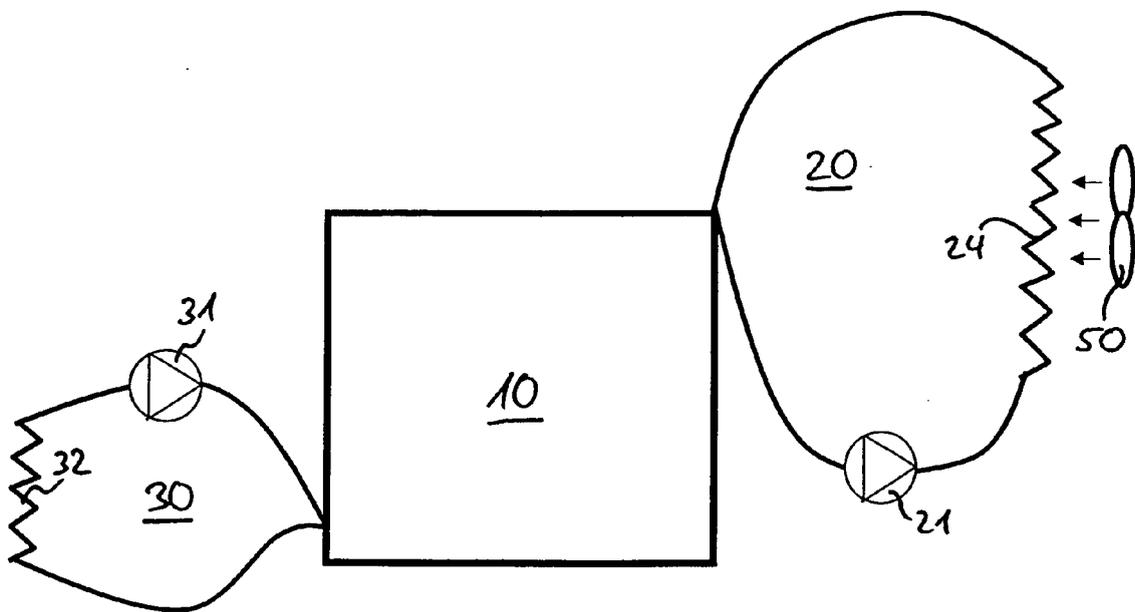


Fig. 4

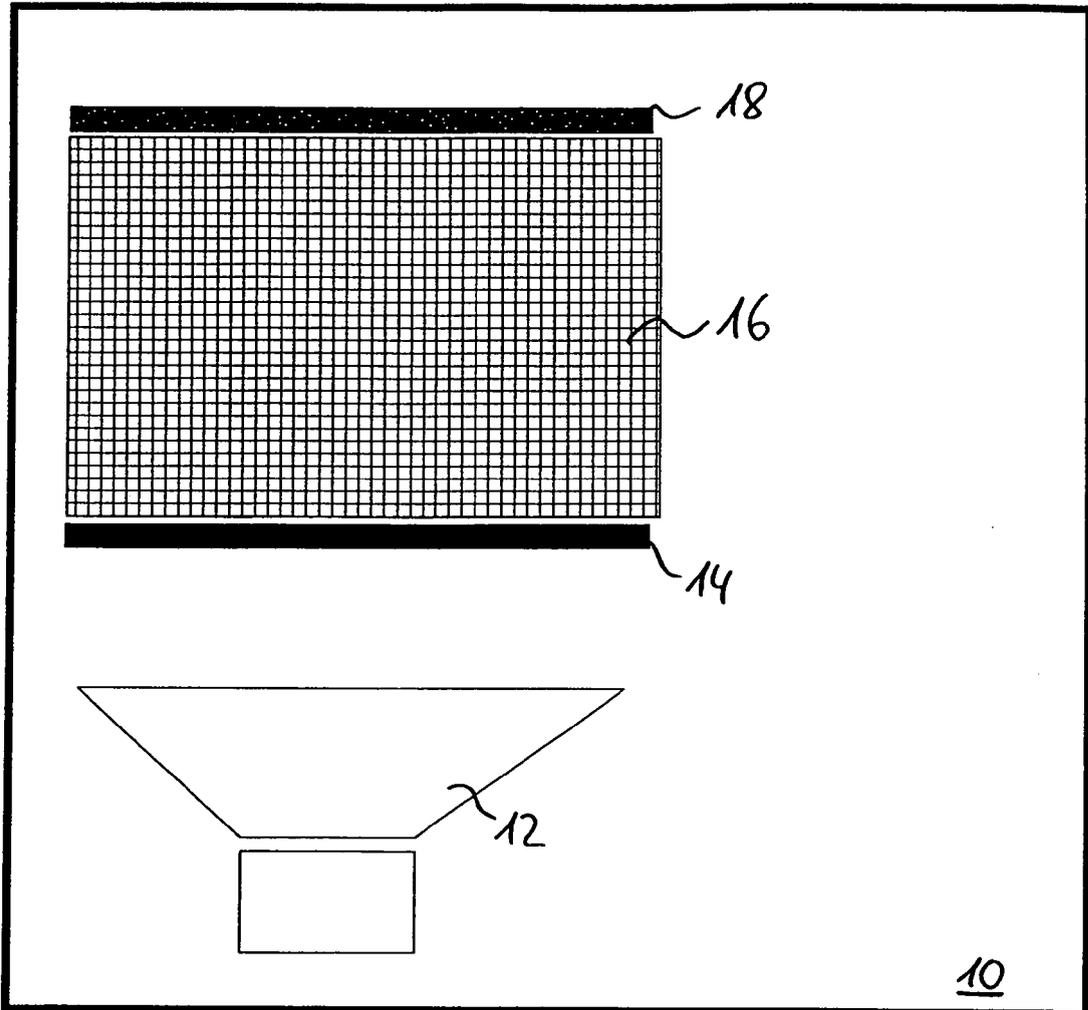


Fig. 5