



(11) **EP 2 159 518 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2010 Patentblatt 2010/09

(51) Int Cl.:
F25D 11/02 ^(2006.01) **F25B 25/00** ^(2006.01)
F25B 9/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09011222.8**

(22) Anmeldetag: **01.09.2009**

(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

(30) Priorität: **02.09.2008 DE 202008011669 U**
30.09.2008 DE 102008049697

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

(72) Erfinder:
• **Ertel, Thomas, Dipl.-Ing.**
88299 Leutkirch (DE)
• **Gindele, Thomas, Dipl.-Ing.**
88299 Leutkirch (DE)
• **Wiest, Matthias**
88416 Ochsenhausen (Hattenburg) (DE)
• **Siegel, Didier, Dipl.-Ing**
88416 Steinhausen (DE)

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

(54) **Kühl- und/oder Gefriergerät**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler (10), wenigstens eine Pumpe (21) zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23,24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums

des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher (32) zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst, wobei der warme Wärmetauscher (32) eine Querschnittsfläche zwischen 14 mm² und 54 mm² aufweist.

EP 2 159 518 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf, der einen thermoakustischen Kühler, wenigstens eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Gerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst.

[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 Wärmeträgerkreislauf umfaßt einen sogenannten kalten Wärmetauscher, den genannten thermoakustischen Kühler, einen warmen Wärmetauscher und eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums durch den Wärmeträgerkreislauf. Während der Resonator des thermoakustischen Kühlers in Betrieb ist überträgt das Arbeitsmedium Wärme vom ersten Wärmeüberträger auf den zweiten. Anschließend wird die Wärme auf das Wärmeträgermedium übertragen. Das Wärmeträgermedium wird dann mittels der Pumpe in den warmen Wärmetauscher gefördert, in dem es abgekühlt wird. Mit derselben oder einer zweiten Pumpe wird das Wärmeträgermedium im kalten Wärmetauscher des thermoakustischen Kühlers abgekühlt und dem kalten Kreislauf zugeführt.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kühl- und/oder Gefriergerät der eingangs genannten Art in vorteilhafter Weise weiterzubilden, insbesondere dahingehend, dass dessen Energieverbrauch gegenüber bekannten Geräten verringert wird.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist vorgesehen, dass ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf versehen ist, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler, wenigstens eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgerme-

diums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Gerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst. Dabei weist der warme Wärmetauscher einen Querschnitt zwischen 14 mm² und 54 mm² auf.

[0006] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass der warme Wärmetauscher einen Querschnitt zwischen 24 mm² und 44 mm², vorzugsweise zwischen 30 mm² und 38 mm² und besonders bevorzugt zwischen 32 mm² und 36 mm² aufweist. Ein besonders bevorzugter Wert liegt bei 34 mm².

[0007] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit den Merkmalen des Anspruchs 3. Danach ist vorgesehen, dass ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf versehen ist, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler, wenigstens eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst, wobei der kalte Wärmetauscher einen Querschnitt zwischen 30 mm² und 70 mm² aufweist.

[0008] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass der kalte Wärmetauscher einen Querschnitt zwischen 40 mm² und 60 mm², vorzugsweise zwischen 46 mm² und 54 mm² und besonders bevorzugt zwischen 48 mm² und 52 mm² aufweist. Ein besonders geeigneter Wert für die Querschnittsfläche des kalten Wärmetauschers liegt bei 50 mm².

[0009] Unter dem Begriff "Querschnitt" ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung der Innenquerschnitt, d.h. der für das Wärmeträgermedium zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt des bzw. der Wärmetauscher zu verstehen. Es kann sich bei den angegebenen Werten um Absolutwerte oder auch um Mittelwerte handeln.

[0010] Grundsätzlich liegt der Vorteil eines großen Querschnitts in dem vergleichsweise geringen Druckverlust und in einer daraus resultierenden geringen Energieaufnahme der das Wärmeträgermedium fördernden Pumpe. Die Vorteile eines kleinen Querschnitts liegen in der vergleichsweise geringen Füllmenge, was zu einer kurzen Abtauphase führt und eine bessere Kälteleistung mit sich bringt. Durch die vorliegende Erfindung wird ein optimaler Kompromiss zwischen der Kälteleistung einerseits und der Energieaufnahme durch die Pumpe andererseits erzielt. Insgesamt wird durch die vorliegende Erfindung ein geringer Energieverbrauch des thermoakustischen Kühlers in einem Kühl- und/oder Gefriergerät erzielt.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn sowohl der kalte Wärmetauscher als auch der warme Wärmetauscher die oben genannten bevorzugten Querschnittswerte aufweist. Demgemäß besteht eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung darin, dass das Kühlgerät nach Anspruch 3 oder 4 gemäß dem kennzeichnenden Teil eines der Ansprüche 1 oder 2 ausgeführt ist.

[0012] Die Querschnittsfläche des warmen und/oder des kalten Wärmetauscher kann konstant sein, d.h. sich entlang des Strömungsweges nicht oder kaum ändern.

[0013] Denkbar ist es jedoch auch, dass die Querschnittsfläche des warmen und/oder des kalten Wärmetauschers variabel ist, d.h. sich entlang des Strömungsweges des Wärmeträgermediums durch den bzw. die Wärmetauscher ändert und dass es sich bei den Querschnittswerten gemäß der Ansprüche 1 bis 4 um Mittelwerte handelt.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der warme Wärmetauscher und/oder der kalte Wärmetauscher aus einem Rohr oder aus zwei oder mehr als zwei Rohren besteht, die parallel verlaufen können. Denkbar ist somit die Aufteilung des Wärmeträgermediums auf mehrere Rohre.

[0015] Sofern der warme Wärmetauscher und/oder der kalte Wärmetauscher aus zwei oder mehr als zwei Rohren besteht, kann es sich bei den Querschnittswerten gemäß der Ansprüche 1 bis 4 um die Gesamtquerschnittsfläche der zwei oder mehr als zwei Rohre handeln, d.h. um die Summe der Querschnitte der einzelnen Rohre. In diesem Fall können somit anstelle eines Rohres mehrere Rohre mit kleinerer Querschnittsfläche vorgesehen sein.

[0016] Die Rohre können im Querschnitt rund sein oder auch eine beliebige andere Querschnittsform aufweisen.

[0017] Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Danach ist vorgesehen, dass ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf versehen ist, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler, wenigstens eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefriertraums des Gerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst, wobei die Querschnittsfläche des kalten Wärmetauschers größer ist als die Querschnittsfläche des warmen Wärmetauschers. Handelt es sich um Querschnittsflächen, die sich entlang des Strömungsweges ändern, kann vorgesehen sein, dass der Mittelwert der Querschnittsfläche des kalten Wärmetauschers größer ist als der Mittelwert der Querschnittsfläche des warmen Wärmetauschers. Von der Erfindung ist jedoch selbstverständlich auch eine Ausführung mit konstanten oder mit im Wesentlichen konstanten, d.h. sich entlang des Strömungsweges nicht oder nicht wesentlich ändernden Querschnittsflächen erfasst. Denkbar ist es beispielsweise, dass die Querschnittsfläche des kalten Wärmetauschers die des warmen Wärmetauschers um Werte im Bereich > 0 bis 25 mm^2 übersteigt.

[0018] Grundsätzlich ist von der Erfindung jedoch auch der Fall erfasst, dass die Querschnittsflächen beider Wärmetauscher, also der Wärmetauscher auf der kalten und auf der warmen Seite des Wärmeträgerkreislaufs, identisch sind.

[0019] Vorzugsweise ist das Kühl- und/oder Gefriergerät dabei gemäß dem kennzeichnenden Teil eines der Ansprüche 1 bis 9 ausgeführt.

[0020] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels dargestellt.

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

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

Fig. 3: eine schematische Darstellung eines thermoakustischen Kühlers.

[0021] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeträgerkreislaufs für ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem thermoakustischen Kühler 10. Dabei befindet sich der thermoakustische Kühler 10 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.

[0022] Dabei ist der kalte Teilkreislauf 20 mit einer Pumpe 21 und zwei seriell geschalteten kalten Wärmetauscher 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.

[0023] Der warme Teilkreislauf 30 weist einen luftgekühlten, an der Außenseite des Kühl- und/oder Gefriergerätes angebrachten warmen Wärmetauscher 32 auf, der zur Wärmeabfuhr aus dem Wärmeträgermedium in die Umgebung dient. Das Wärmeträgermedium im warmen Teilkreislauf 30 wird dabei durch die Pumpe 31 gefördert.

[0024] Die kalten Wärmetauscher 23, 24 sind im Kühl- und/oder Gefriertraum oder um den Kühl- und/oder Gefriertraum herum angeordnet, um den Kühl- und/oder Gefriertraum zu kühlen bzw. Wärme aus diesem abzuführen. Über die Leitung 22 wird Wärmeträgermedium zur Pumpe 21 geführt und danach durch die kalten Wärmetauscher 23, 24 gepumpt. Mittels der Leitung 25 wird das Wärmeträgermedium nach Durchlaufen der kalten Wärmetauscher 23, 24 zum thermoakustischen Kühler 10 zurückgeführt.

[0025] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Wärmeträgerkreislaufs mit thermoakustischem Kühler 10. Vergleichbare Komponenten sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Dabei ist der kalte Teilkreislauf 20 mit einem großen, kalten Wärmetauscher 24 ausgeführt. Mittels eines Ventilators 40 wird dabei warme Luft aus dem Kühl- und/oder Gefriertraum des Kühl- und/

oder Gefriergerätes zuführt. Durch diese Zwangskonvektion kann eventuell anhaftende Feuchtigkeit getrocknet werden. 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 zugeführte Luft, wie dies in vergleichbarer Form bereits aus sogenannten NoFrost-Geräten bekannt ist.

[0026] Fig. 3 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 14, 18 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 14 geführt wird, eine Erwärmung und das Wärmeträgermedium, das durch die abgekühlte Wärmetauschereinheit 18 geführt wird, eine Abkühlung. Dabei steht der kalte Wärmeüberträger 18 mit dem kalten Teilkreislauf 20 und der warme Wärmeüberträger 14 mit dem warmen Teilkreislauf 30 in Verbindung.

[0027] In dem hier dargestellten Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und 2 ist vorgesehen, dass der mittlere Strömungsquerschnitt der kalten Wärmetauschers 23, 24 bei 50 mm² liegt und dass der mittlere Strömungsquerschnitt des warmen Wärmetauschers 32 bei 34 mm² liegt.

[0028] Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Energieaufnahme der Pumpe (n) 21, 31 vergleichsweise gering und die Kälteleistung der Wärmetauscher 23, 24, 32 vergleichsweise groß ist. Die vorliegende Erfindung stellt einen optimalen Kompromiss zwischen diesen Parametern dar und erlaubt es somit, ein Kühl- bzw. Gefriergerät mit thermoakustischer Kühlung bereitzustellen, das eine geringe Energieaufnahme aufweist.

[0029] Der kalte Wärmetauscher 23, 24 und/oder der warme Wärmetauscher 32 kann aus einem einzigen Rohr oder aus zwei oder auch aus mehr als zwei Rohren bestehen, die von dem Wärmeträgermedium durchströmt werden. Dabei können die zwei oder mehr als zwei Rohre parallel verlegt sein. Zwingend erforderlich ist dies jedoch nicht.

[0030] Grundsätzlich können die Teilkreisläufe 20, 30 beliebig ausgeführt sein. In diesem Zusammenhang ist z.B. denkbar, mittels Ventilen und zugehöriger Steuerung die Teilkreisläufe 20, 30 nochmals zu unterteilen. So kann der Teilkreislauf 20 in zwei Unterkreisläufe unterteilt werden, die jeweils einen kalten oder einen der kalten Wärmetauscher 23, 24 aufweisen. Auch kann vorgesehen sein, dass z.B. an 3-Wege-Ventilen Bypassleitungen abzweigen, mittels der die Teilkreisläufe 20, 30 verbunden werden können, so dass der thermoakusti-

sche Kühler 10 bei entsprechender Ventilstellung nicht mehr durchströmt wird.

5 Patentansprüche

1. Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler (10), wenigstens eine Pumpe (31, 32) zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher (32) zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst,
dadurch gekennzeichnet,
dass der warme Wärmetauscher (32) eine Querschnittsfläche zwischen 14 mm² und 54 mm² aufweist.
2. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der warme Wärmetauscher (32) eine Querschnittsfläche zwischen 24 mm² und 44 mm², vorzugsweise zwischen 30 mm² und 38 mm² und besonders bevorzugt zwischen 32 mm² und 36 mm² aufweist.
3. Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler (10), wenigstens eine Pumpe (31, 32) zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrierraums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher (32) zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst,
dadurch gekennzeichnet,
dass der wenigstens eine kalte Wärmetauscher (23, 24) eine Querschnittsfläche zwischen 30 mm² und 70 mm² aufweist.
4. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine kalte Wärmetauscher (23, 24) eine Querschnittsfläche zwischen 40 mm² und 60 mm², vorzugsweise zwischen 46 mm² und 54 mm² und besonders bevorzugt zwischen 48 mm² und 52 mm² aufweist.
5. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühl- und/oder Gefriergerät gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 oder 2 ausgeführt ist.
6. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche des warmen und/oder des/der kalten Wärmetauschers (23, 24, 32) konstant ist.

7. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche des warmen und/oder des/der kalten Wärmetauscher (23, 24, 32) variabel ist und dass es sich bei den Querschnittswerten gemäß der Ansprüche 1 bis 4 um Mittelwerte handelt. 5

8. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der warme Wärmetauscher (32) und/oder der/die kalte Wärmetauscher (23, 24) aus einem Rohr oder aus zwei oder mehr als zwei vorzugsweise parallel verlaufenden Rohren besteht. 10

9. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der warme Wärmetauscher (32) und/oder der/die kalte Wärmetauscher (23, 24) aus zwei oder mehr als zwei parallel verlaufenden Rohren besteht und dass es sich bei den Querschnittswerten gemäß der Ansprüche 1 bis 4 um die Gesamtquerschnittsfläche der zwei oder mehr als zwei Rohre handelt. 15
20

10. Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem Wärmeträgerkreislauf, der wenigstens einen thermoakustischen Kühler (10), wenigstens eine Pumpe (31, 32) zur Förderung des Wärmeträgermediums, wenigstens einen kalten Wärmetauscher (23, 24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefriertraums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie wenigstens einen warmen Wärmetauscher (32) zur Kühlung des Wärmeträgermediums umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche des warmen Wärmetauschers (32) geringer ist als die Querschnittsfläche des wenigstens einen kalten Wärmetauschers (23, 24). 25
30
35

11. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühl- und/oder Gefriergerät gemäß dem kennzeichnenden Teils eines der Ansprüche 1 bis 9 ausgeführt ist. 40

45

50

55

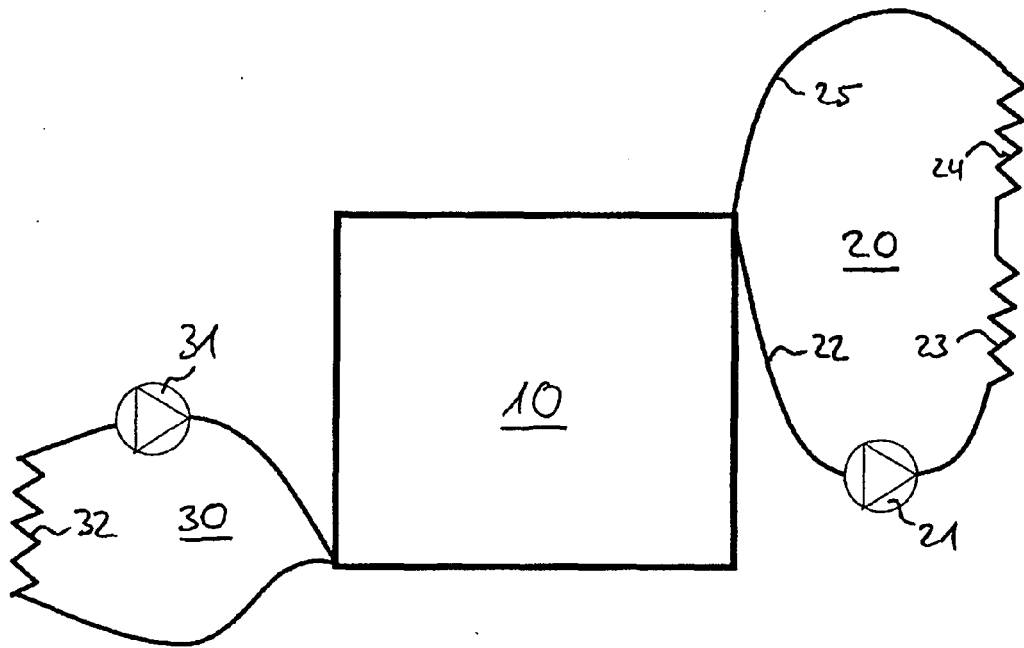


Fig. 1

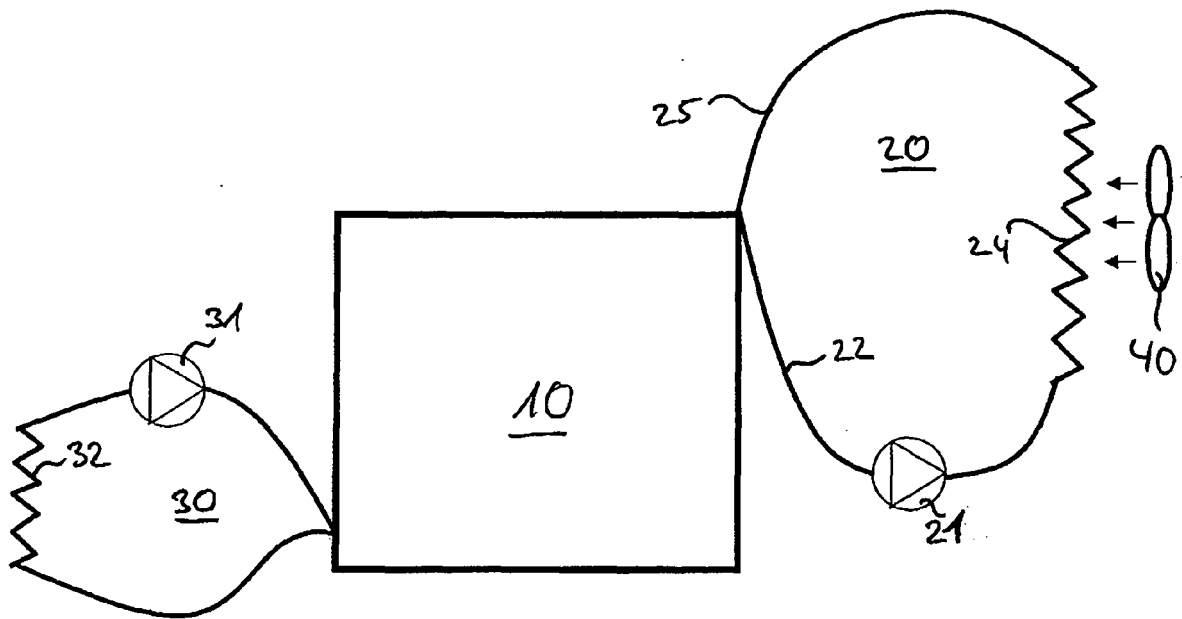


Fig. 2

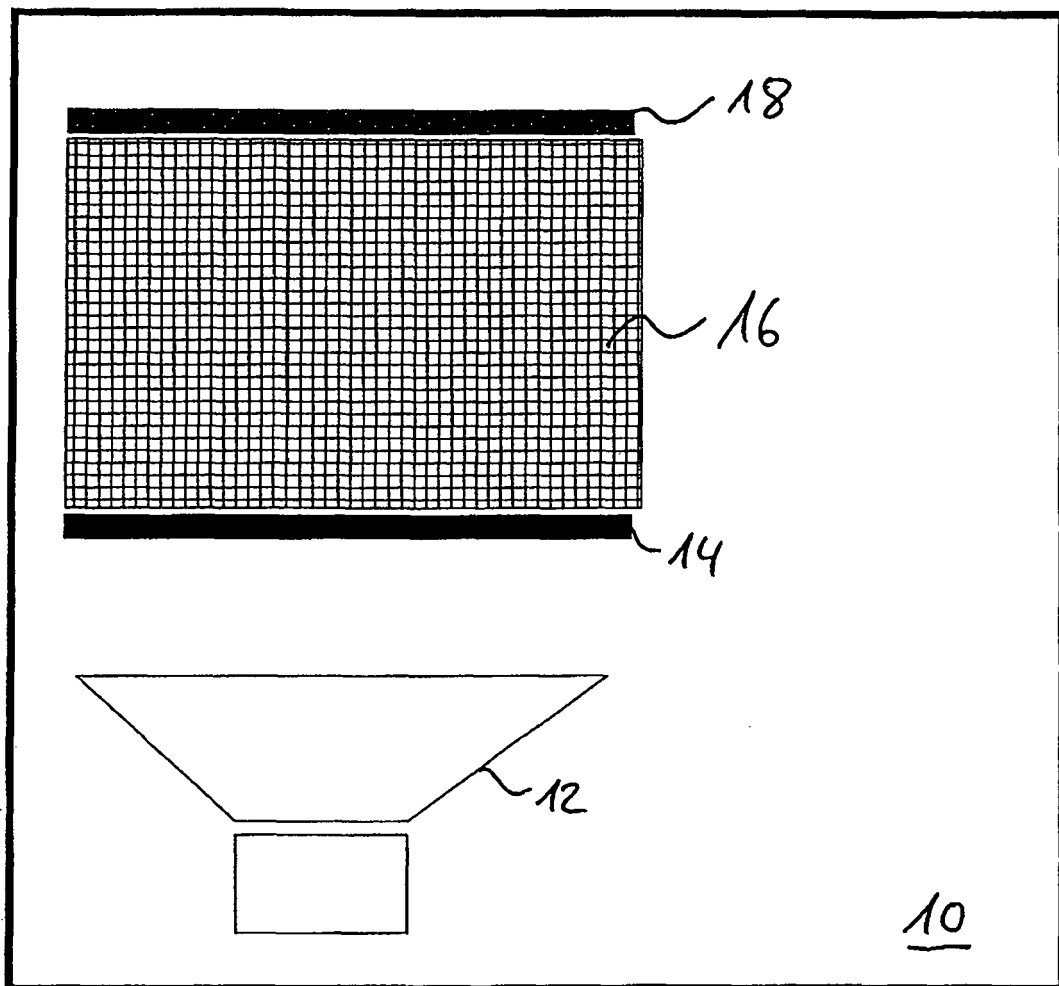


Fig. 3