



(11) **EP 2 159 509 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2010 Patentblatt 2010/09

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

(21) Anmeldenummer: **09011225.1**

(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 202008011695 U**
30.09.2008 DE 102008049698

(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)
- **Jendrusch, Holger, Dipl.-Ing.**
88430 Rot an der Rot (DE)
- **Blersch, Dietmar, Dipl.-Ing.**
88521 Ertingen (DE)
- **Schmid, Eugen, Dipl.-Ing.**
88400 Biberach (Mettenburg) (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 wenigstens einem thermoakustischen Kühler (10), mit wenigstens einem kalten Wärmetauscher (23,24) zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefrier-raums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie mit Mitteln zur Erfassung eines für die Temperatur des kalten Wärmetauschers (repräsentativen Wertes, wobei das

Kühl- und/oder Gefriergerät eine Steuer- oder Regelungseinheit aufweist, mittels derer die Temperatur und/oder die Menge des dem kalten Wärmetauscher zugeführten Wärmeträgermediums derart einstellbar ist, dass die Temperatur des kalten Wärmetauschers im Kühlbetrieb nicht unter 0°C sinkt.

EP 2 159 509 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem thermoakustischen Kühler, mit einem kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefriertraums des Gerätes sowie mit Mitteln zur Erfassung eines für die Temperatur des kalten Wärmetauschers repräsentativen Wertes.

[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] Bei vorbekannten Kühl- und/oder Gefriergeräten ist es üblich, dass der thermoakustische Kühler mit Pumpe beim Erreichen eines Temperaturschaltwertes ausgeschaltet wird. Dies bedeutet, dass der thermoakustische Kühler sowie die Pumpe ausgeschaltet werden, wenn der Wärmetauscher bzw. der zu kühlende Raum einen bestimmten unteren Temperaturwert erreicht hat. Sodann erfolgt bei ausgeschaltetem thermoakustischen Kühler und Pumpe die Erwärmung des Kühl- bzw. Gefriertraums sowie des kalten Wärmetauschers. Die Einschaltung des thermoakustischen Kühlers mit Pumpe erfolgt erst dann wieder, wenn der kalte Wärmetauscher vollständig abgetaut wurde. Das erneute Einschalten kann beispielsweise bei einer Temperatur des kalten Wärmetauschers von +5 °C erfolgen.

[0004] Diese Vorgehensweise ist insofern nachteilig, als dass der Energieverbrauch des Gerätes vergleichsweise hoch ist und darüber hinaus aufgrund des periodischen Betriebs des thermoakustischen Kühlers und der Pumpe Temperaturschwankungen bestehen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Kühl- und/oder Gefriergerät der eingangs genannten Art in vorteilhafter Weise weiterzubilden, insbesondere dahingehend, dass dieses hinsichtlich des Energieverbrauchs verbessert ist und bei dem Temperaturschwankungen vermieden oder auf ein Minimum reduziert werden.

[0006] 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 wenigstens einen thermoakustischen Kühler, wenigstens einen kalten Wärmetauscher zur Kühlung des Kühl- und/oder Gefriertraums des Kühl- und/oder Gefriergerätes sowie Mittel zur Erfassung eines für die Temperatur des kalten Wärmetauschers repräsentativen Wertes aufweist, wobei das Kühl- und/oder Gefriergerät eine Steuer- oder Regelungseinheit aufweist, mittels derer die Temperatur und/oder die Menge des dem kalten Wärmetauscher zugeführten Wärmeträgermediums derart einstellbar ist, dass die Temperatur des kalten Wärmetauschers im Kühlbetrieb nicht unter +0 °C sinkt. Dies bedeutet, dass die Steuer- oder Regeleinheit die Kälteleistung derart einstellt, dass der kalte Wärmetauscher keine Temperatur von unter 0 °C annimmt, wodurch dessen Vereisung wirksam verhindert werden kann. Aufgrund der verringerten Kälteleistung ist der kalte Wärmetauscher entsprechend der Größe des Kühl- und/oder Gefriertraums vergleichsweise groß auszulegen, um insgesamt die erforderliche Kühlung bereitstellen zu können.

[0007] Das Kühl- und/oder Gefriergerät kann eine Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums aufweisen und die Steuer- oder Regelungseinheit kann derart ausgeführt sein, dass sie auf die Förderleistung der Pumpe einwirkt. Denkbar ist somit beispielsweise, die Förderleistung der Pumpe zu reduzieren, d. h. die Fördermenge des von der Pumpe geförderten Wärmeträgermediums zu verringern, um sicherzustellen, dass der kalte Wärmetauscher keine Temperaturen von unter 0 °C erreicht.

[0008] Ebenso ist es denkbar, dass die Steuer- oder Regelungseinheit derart ausgeführt ist, dass sie auf die Frequenz und/oder Amplitude der in dem thermoakustischen Kühler wirkenden Schallwellen einwirkt. Denkbar ist somit ferner, die Kälteleistung beispielsweise durch eine Reduzierung der Leistung des Resonators zu verringern.

[0009] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuer- oder Regelungseinheit derart ausgeführt ist, dass die Förderleistung der Pumpe und/oder die Frequenz/Amplitude im thermoakustischen Kühler in Abhängigkeit einer Regelabweichung, d. h. der Abweichung des gemessenen Wertes von einem Sollwert oder Sollwertbereich erfolgt. Liegt die gemessene Temperatur bereits im Bereich des Temperatur-Sollwertes, kann eine Veränderung der Förderleistung der Pumpe oder der Frequenz/Amplitude im thermoakustischen Kühler nicht erforderlich sein bzw. je nach Regelabweichung kann eine Steigerung oder Verringerung der Förderleistung der Pumpe bzw. der Leistung des Resonators in Betracht kommen.

[0010] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der thermoakustische Kühler und/oder die Pumpe zur Förderung des Wärmeträgermediums derart ausgeführt sein können, dass sie im Dauerbetrieb laufen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass erfindungsgemäß

ein Abtauzyklus nicht erforderlich ist, da der kalte Wärmetauscher nicht oder allenfalls kurzzeitig bei Temperaturen unter 0 °C betrieben wird. Sollte die Temperatur des kalten Wärmetauschers doch unter 0 °C fallen, kann vorgesehen sein, dass azyklisch ein Abtauzyklus eingeschoben wird, sofern dies erforderlich sein sollte. Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass aufgrund des gleichmäßigen und konstanten Betriebes des thermoakustischen Kühlers und/oder der Pumpe der Energieverbrauch des Gerätes gegenüber vorbekannten Geräten verringert ist und dass auch Temperaturschwankungen nicht oder nur in verringertem Maße auftreten.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] Der warme Teilkreislauf 30 weist einen luftgeköhlten, 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.

[0015] Die kalten Wärmetauscher 23, 24 sind im Kühl- und/oder Gefrierraum oder um den Kühl- und/oder Gefrierraum herum angeordnet, um den Kühl- und/oder Gefrierraum 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 Wär-

metauscher 23, 24 zum thermoakustischen Kühler 10 zurückgeführt.

[0016] 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 Gefrierraum des Kühl- und/oder Gefriergerätes zugeführt. 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.

[0017] 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.

[0018] Grundsätzlich können die in Fig. 1 und 2 gezeigten 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 thermoakustische Kühler 10 bei entsprechender Ventilstellung nicht mehr durchströmt wird.

[0019] Die in Fig. 1 und 2 gezeigten Wärmeträgerkreisläufe mit je einem thermoakustischen Kühler 10 werden im Dauerbetrieb betrieben. Hierzu ist eine nicht näher dargestellte Steuer- und Regelungseinheit vorgesehen, die Teil der Gerätesteuerung ist. Genauso gut kann jedoch ebenfalls vorgesehen sein, dass hierfür eine gesonderte Steuer- und/oder Regelungseinheit vorgesehen ist.

[0020] Mittels dieser Steuer- und Regelungseinheit wird die Temperatur im Innenraum des Kühl- und/oder

Gefriergerätes, also im Kühl- und/oder Gefrierraum derart eingestellt, dass die Temperatur des wenigstens einen kalten Wärmetauschers 23, 24 im Kühlbetrieb nicht unter 0 °C sinkt. Dies wird dadurch erreicht, dass die Förderleistung der Pumpe 21, 31 eingeregelt wird. Hierzu ist ein Sollwertbereich vorgegeben, anhand dessen der mittels eines im Bereich des Kühl- und/oder Gefrierraums oder im Kühl- und/oder Gefrierraum befindlichen Temperatursensor erfasster IstWert abgeglichen wird.

[0021] Alternativ oder gleichzeitig kann vorgesehen sein, dass die Steuer- und/Regelungseinheit die Frequenz und/oder Amplitude des in dem thermoakustischen Kühler 10 wirkenden akustischen Feldes verändert. Unter dem akustischen Feld kann der Abstrahlbereich des Resonators 12 bzw. des Lautsprechers 12 verstanden werden. Hierdurch kann ebenfalls Einfluß auf die Kühlleistung genommen werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Pumpe 21, 31 bereits bei einer für den Dauerbetrieb minimalen und nicht weiter absenkbaren Pumpleistung fördert. Somit kann durch z.B. die Reduzierung der Leistung des Resonators 12 bzw. des Lautsprechers 12 zusätzlich die Kühlleistung verringert werden.

4. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- oder Regelungseinheit derart ausgeführt ist, dass die Temperatur des kalten Wärmetauschers (23, 24) auf einen vorgegebenen Sollwert oder in einem Sollwertbereich eingeregelt wird.
5. Kühl- und/oder Gefriergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermoakustische Kühler (10) und/oder die Pumpe (21, 31) derart ausgeführt sind, dass sie im Dauerbetrieb laufen.

Patentansprüche

1. Kühl- und/oder Gefriergerät mit wenigstens 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 Mitteln zur Erfassung eines für die Temperatur des kalten Wärmetauschers (23, 24) repräsentativen Wertes, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühl- und/oder Gefriergerät eine Steuer- oder Regelungseinheit aufweist, mittels derer die Temperatur und/oder die Menge des dem kalten Wärmetauscher (23, 24) zugeführten Wärmeträgermediums derart einstellbar ist, dass die Temperatur des kalten Wärmetauschers (23, 24) im Kühlbetrieb nicht unter 0°C sinkt.
2. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühl- und/oder Gefriergerät wenigstens eine Pumpe (21, 31) zur Förderung des Wärmeträgermediums aufweist und dass die Steuer- oder Regelungseinheit derart ausgeführt ist, dass sie die Förderleistung der Pumpe (21, 31) verändert.
3. Kühl- und/oder Gefriergerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- oder Regelungseinheit derart ausgeführt ist, dass sie die Frequenz und/oder Amplitude des in dem thermoakustischen Kühler (10) wirkenden akustischen Feldes verändert.

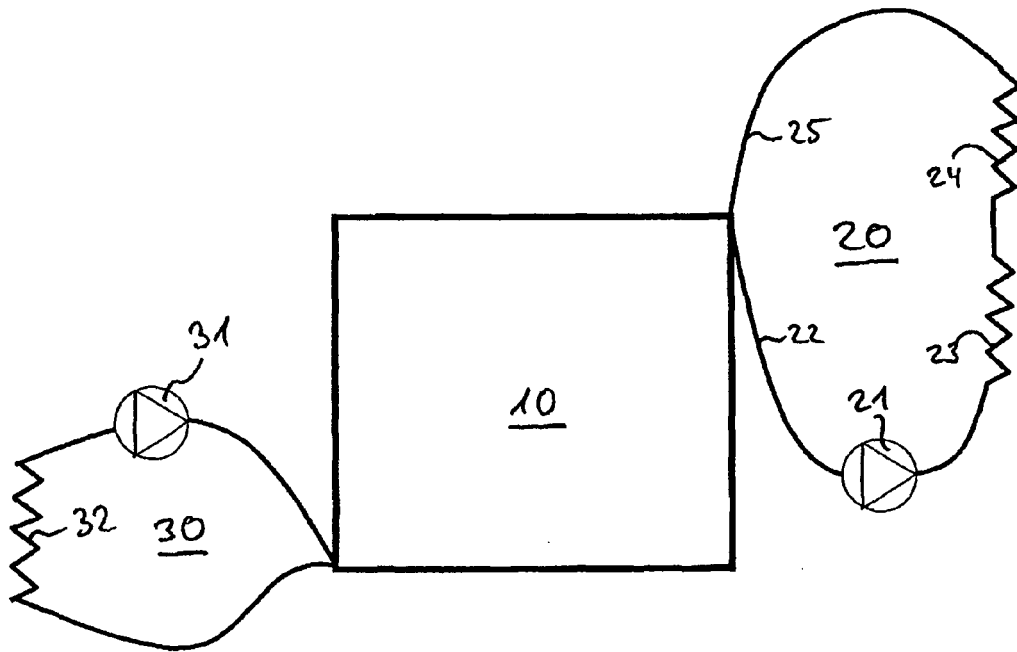


Fig. 1

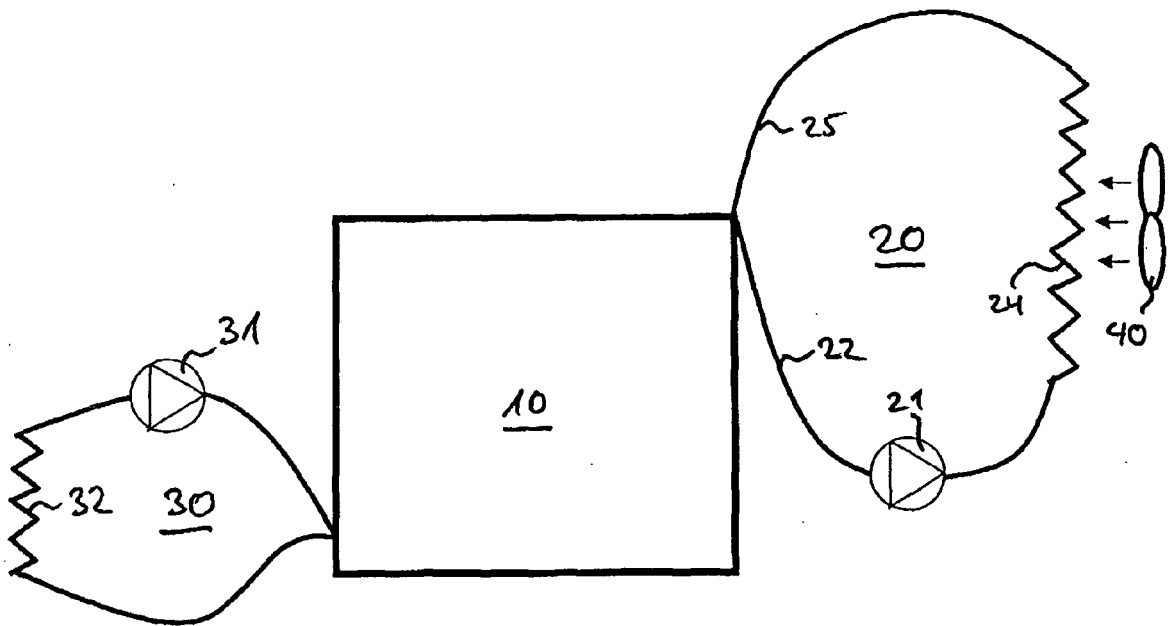


Fig. 2

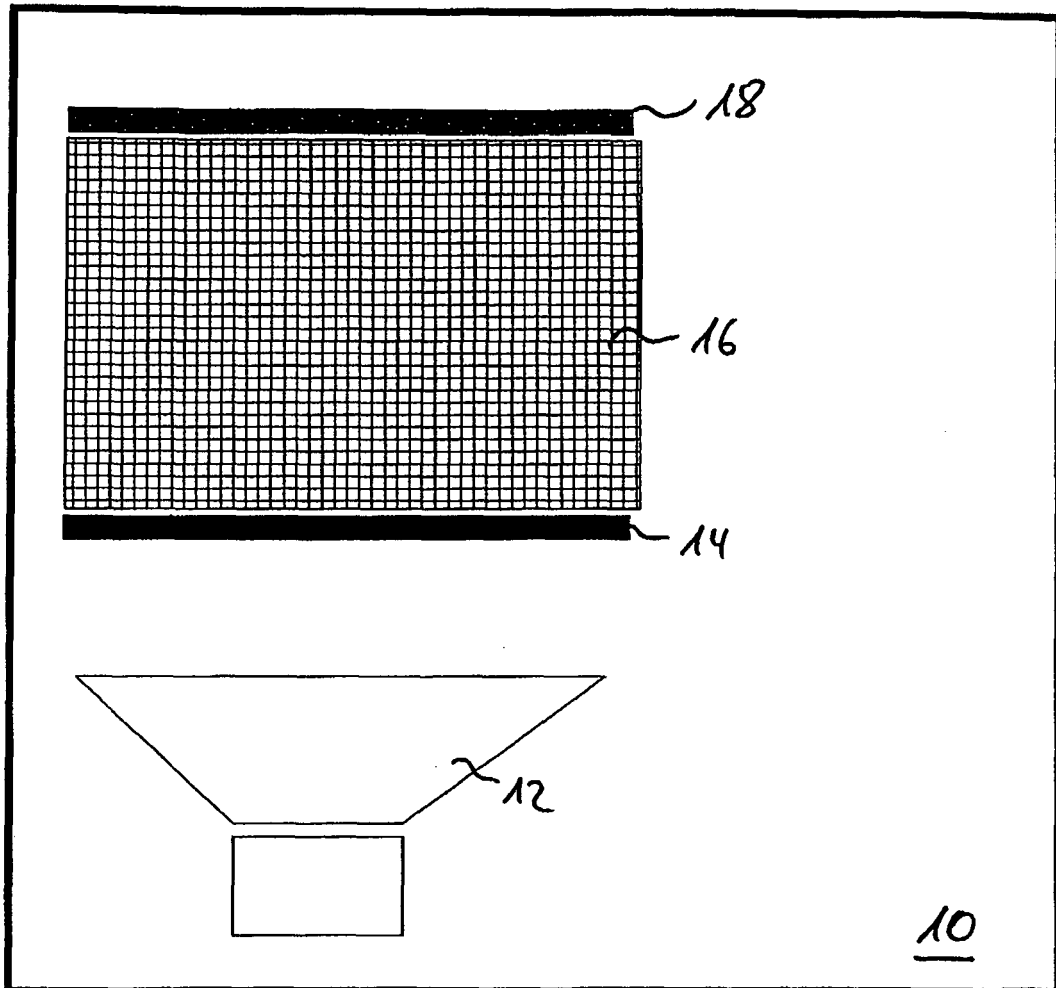


Fig. 3