

(19)



(11)

EP 2 607 821 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(51) Int Cl.:

F25D 11/02 (2006.01)

F25B 21/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12008480.1**

(22) Anmeldetag: **20.12.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(30) Priorität: **23.12.2011 CH 20492011**

(71) Anmelder: **V-Zug AG**

6301 Zug (CH)

(72) Erfinder:

- **Werner, Jürg**
CH-8908 Hedingen (CH)
- **Stahl, Stefan**
CH-8965 Berikon (CH)
- **Kaiser, Andreas**
CH-8406 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Sutter, Kurt**

E. Blum & Co. AG
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) Haushalts-Kühlgerät mit Wärmepumpe und Peltier-Element

(57) In einem Haushalts-Kühlgerät ist eine Wärmepumpe (4 - 6) zum Kühlen des Nutzraums (1) vorgesehen. Zusätzlich hierzu besitzt das Kühlgerät mindestens ein Peltier-Element (7, 12), um einen Teil des Innenraums (1) zusätzlich zu kühlen. Dies erlaubt eine genaue-

re Temperaturregelung und eine einfache Anpassung des Geräts an jeweilige Anforderungen. Vorteilhaft ist das Peltier-Element (7, 12) an einer Kammer (10) am Boden des Nutzraums (1) angeordnet, und zwar an deren Oberseite.

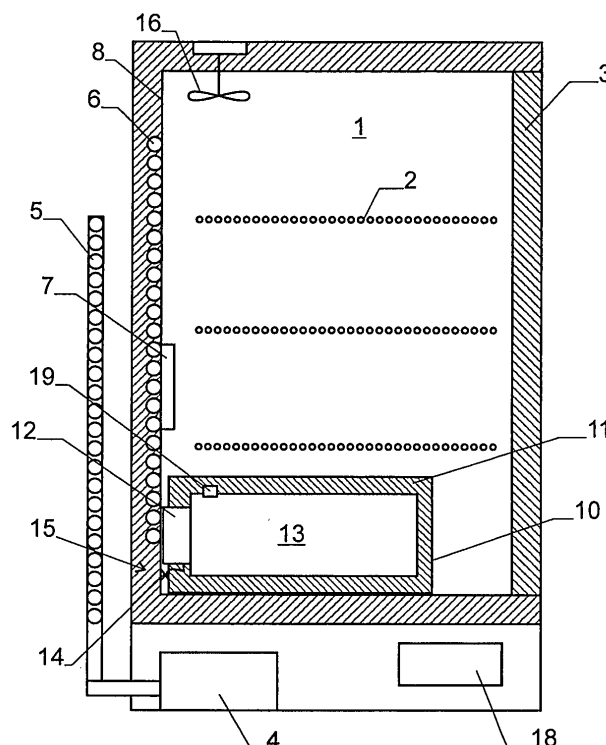


Fig. 1

EP 2 607 821 A2

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Haushalts-Kühlgerät mit einem Nutzraum zur Aufnahme von Kühlgut und mit einer Wärmepumpe zum Kühlen des Nutzraums. Unter "Haushalts-Kühlgerät" wird dabei ein Kühlgerät für den Haushaltbereich bezeichnet, insbesondere ein Kühlschrank, eine Kühltruhe oder ein anderes Gerät zum Kühlen von Lebensmitteln, einschliesslich Getränke.

Hintergrund

[0002] Kühlschränke, Kühltruhen, Klimaschränke für Getränke (z.B. Wein), etc. besitzen in der Regel einen Nutzraum zur Aufnahme des Kühlguts und eine Wärmepumpe zum Kühlen des Nutzraums.

[0003] Wärmepumpen sind in der Anwendung wenig flexibel, d.h. sie können den jeweiligen Anforderungen nicht sehr gut angepasst werden. Sollen z.B. unterschiedliche Teile des Nutzraums auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden, so sind komplexe mechanische Bauteile wie z.B. Zusatzventile oder zusätzliche Verdampfer erforderlich. Sollen gewisse Temperaturen sehr exakt eingehalten werden, so wird eine aufwändige Kontrolle und Steuerung der Wärmepumpe benötigt.

Darstellung der Erfindung

[0004] Es stellt sich deshalb die Aufgabe, ein Haushalt-Kühlgerät der eingangs genannten Art bereitzustellen, dessen Kühlsystem möglichst hohe Flexibilität besitzt.

[0005] Diese Aufgabe wird um Haushalts-Kühlgerät gemäss Anspruch 1 erfüllt. Demgemäss besitzt das Haushalts-Kühlgerät, zusätzlich zur Wärmepumpe, mindestens ein Peltier-Element zum zusätzlichen Kühlen des Innenraums einer Kammer. Das Peltier-Element ist derart angeordnet und ausgestaltet, dass es in der Lage ist, den Innenraum der Kammer zusätzlich zu kühlen. Unter einem "zusätzlichen Kühlen" wird dabei verstanden, dass das Peltier-Element derart angeordnet und angesteuert ist, dass es dazu in der Lage ist, im Innenraum der Kammer eine geringere Temperatur zu erzeugen, als dies ohne das Peltier-Element oder bei ausgeschaltetem Peltier-Element der Fall wäre.

[0006] Da ein Peltier-Element wesentlich einfacher geregelt oder gesteuert werden kann als eine Wärmepumpe, wird eine höhere Flexibilität als mit nur der Wärmepumpe erreicht. Die Wärmepumpe kann jedoch eine Hauptlast der Kühlung übernehmen, so dass ein Peltier-Element nur geringer Leistung benötigt wird.

[0007] Vorteilhaft ist das Peltier-Element derart angeordnet, dass eine erste Seite des Peltier-Elements von der Wärmepumpe gekühlt werden kann. Unter dem Begriff "erste Seite" ist dabei eine der thermisch aktiven,

d.h. kühl- bzw. heizbaren Seiten des Peltier-Elements zu verstehen. Somit wird also sozusagen eine Serieschaltung von Peltier-Element und Wärmepumpe erreicht, was es erlaubt, die zu erreichende Temperaturdifferenz zwischen der Wärmepumpe und dem Peltier-Element aufzuteilen. Auf diese Weise kann der Temperaturabfall über dem Peltier-Element kleiner gehalten werden, wodurch dessen Effizienz ansteigt.

[0008] Weiter kann das Gerät eine Steuerung besitzen, welche dazu ausgestaltet ist, das Peltier-Element derart zu steuern, dass es die Kammer wahlweise kühlt oder heizt. Mit anderen Worten kann der Strom durch das Peltier-Element also von der Steuerung umgepolt werden.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung können der Innenraum der Kammer sowie der Nutzraum des Kühlgeräts direkt vom Verdampfer der Wärmepumpe gekühlt werden, und insbesondere ist der Verdampfer so ausgestaltet, dass pro Verdampfer-Flächeneinheit aus dem Innenraum mehr Wärme abführbar ist als aus dem Nutzraum.

[0010] Vorteilhaft ist die Kammer am Boden des Nutzraums angeordnet.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung ist das Peltier-Element an einer Wand der Kammer angeordnet, welche an den Nutzraum und nicht an den Verdampfer angrenzt. Insbesondere kann das Peltier-Element an einer oberen Wand der Kammer angeordnet werden, wo es in thermischem Kontakt mit dem Nutzraum steht.

[0012] Weiter kann ein Ventilator vorgesehen sein, mit welchem ein Luftfluss über eine Seite des Peltier-Elements erzeugt werden kann. Auf diese Weise kann der Wärmeübertrag zwischen Peltier-Element und Innenraum bzw. Kammer verbessert werden.

[0013] Beim Haushalts-Kühlgerät kann es sich, wie erwähnt, insbesondere um einen Kühlschrank, eine Kühltruhe oder einen Getränkekühler (inkl. Klimaschrank für Wein) handeln, wobei die Temperaturbereiche entsprechend angepasst sind.

[0014] Der Begriff Wärmepumpe bezeichnet im vorliegenden Text

- ein System mit einem Kreislauf mit Kompressor, Kondensator, Verdampfer und Expansionsventil (bzw. Kapillare), durch welchen ein Fluid gepumpt wird, das im Kondensator kondensiert und Wärme abgibt und im Verdampfer verdampft und Wärme aufnimmt oder
- eine Absorptions- oder Adsorptionswärmepumpe.

[0015] Ein Peltier-Element ist keine Wärmepumpe in diesem Sinne.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Weitere Ausgestaltungen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen

Ansprüchen und aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen vereinfachten Schnitt durch ein Kühlgerät,
- Fig. 2 einen Detailschnitt durch ein in der Wand versenktes Peltier-Element und
- Fig. 3 einen Schnitt durch eine weitere Ausführung des Kühlgeräts.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0017] Das Kühlgerät gemäss Fig. 1 besitzt einen Innenraum 1 zur Aufnahme des Kühlguts. Im Innenraum sind z.B. Tablare oder Gitter 2 vorgesehen, um das Kühlgut zu lagern. Eine Türe 3 verschafft dem Benutzer Zugang zum Innenraum.

[0018] Zur Kühlung des Innenraums dient primär eine Wärmepumpe. Diese umfasst in bekannter Weise einen Kompressor 4, mit welchem ein Fluid durch einen Kondensator 5 ausserhalb des Geräts, ein Expansionsventil oder eine einfache Kapillare (nicht gezeigt) sowie einen Verdampfer 6 geführt wird. Dabei wird der Verdampfer 6 resp. dessen Oberfläche, die in thermischem Kontakt mit dem Innenraum 1 steht, gekühlt, während der Kondensator 5 Wärme an die Umgebung abgibt. Der Verdampfer ist angrenzend an eine Innenwand 8 des Innenraums 1 angeordnet, innerhalb der Isolation.

[0019] An oder im Innenraum 2 ist mindestens ein Peltier-Element 7, 12 vorgesehen.

[0020] In der Ausführung nach Fig. 1 ist ein erstes Peltier-Element 7 an oder in der Innenwand 8 des Innenraums 1 angeordnet, so dass eine erste (vom Innenraum 1 abgewandte) der zwei aktiven Seiten des Peltier-Elements 7 thermisch mit dem Verdampfer 6 gekoppelt ist, während die zweite Seite zum Innenraum hin orientiert ist.

[0021] In der Ausführung nach Fig. 1 steht das Peltier-Element 7 über die Wandfläche hinaus in den Innenraum 1 vor. Das Peltier-Element 7 kann jedoch auch in der Innenwand 8 mindestens teilweise versenkt angeordnet sein, wie dies in Fig. 2 illustriert ist, so dass die Oberfläche im Wesentlichen flach ist oder zumindest im Bereich des Peltier-Elements weniger vorsteht. Dies vereinfacht die Reinigung derselben.

[0022] In Fig. 1 ist weiter eine Kammer 10 dargestellt, welche eine Isolation 11 gegen den Nutzraum 1 aufweist. Ein Peltier-Element 12 dient dazu, den Innenraum 13 der Kammer 10 zu kühlen.

[0023] Die Kammer 11 kann vollständig vom Innenraum 1 isoliert sein, oder auch nur teilweise, um z.B. einen zumindest begrenzten Luftaustausch zu erlauben. Die Isolation 11 besteht vorzugsweise aus thermischem Dämmmaterial, bei geringen Temperaturunterschieden genügen jedoch auch Wände z.B. aus Kunststoff.

[0024] In der Ausführung nach Fig. 1 ist die Kammer 10 als aus dem Nutzraum 1 entnehmbare Einheit ausgestaltet, d.h. die Kammer 10 kann als Ganzes dem Nutz-

raum 1 entnommen werden. Dies ermöglicht eine flexible Konfiguration des Geräts mit oder ohne Kammer 10.

[0025] Das Peltier-Element 12 ist vorzugsweise an oder in der Kammer 10 angeordnet und bildet eine Einheit mit dieser.

[0026] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, erstreckt sich das Peltier-Element 12 vorzugsweise durch die Isolation 11 der Kammer 10 hindurch, so dass die Wärme von dessen äusserer Seite abgeführt werden kann. Zu diesem Zweck ist das Peltier-Element 12 vorzugsweise so an der Kammer 10 angeordnet, dass dessen äussere aktive Seite in Wärmekontakt mit einer von der Wärmepumpe gekühlten Oberfläche, vorzugsweise der an den Verdampfer 6 angrenzenden Oberfläche der Innenwand 8, gebracht werden kann.

[0027] Damit die Kammer 10 samt Peltier-Element 12 dem Innenraum 1 einfach entnommen bzw. in diesen eingesetzt werden kann, ist in der Ausführung nach Fig. 1 ein Stromübertragungssystem 14 vorgesehen. Dieses ist zweiteilig ausgeführt, wobei die beiden Teile dazu geeignet sind, bei eingesetzter Kammer 10 das Peltier-Element 12 mit Strom versorgen. In einer besonders einfachen Ausführung wird das Stromübertragungssystem von Kontakten 15 an der Kammer 10 und im Innenraum 1 gebildet. Die Kontakte 15 können z.B. als Steckkontakte oder Berührungskontakte ausgestaltet sein. Denkbar ist auch die Verwendung eines induktiven Stromübertragungssystems.

[0028] In der Ausführung nach Fig. 1 ist die Kammer 10 aus dem Innenraum 1 entnehmbar. Die Kammer 10 kann jedoch auch fest im oder am Innenraum 1 angeordnet sein.

[0029] Um den Wärmeübertrag zwischen dem Peltier-Element 7 bzw. 12 und dem Innenraum 1 bzw. 13 zu verbessern, kann ein Ventilator 16 vorgesehen sein, der einen Luftfluss über die eine Seite des Peltier-Elements 7 bzw. 12 erzeugt. In Fig. 1 ist dieser Ventilator 16 im Innenraum 1 angeordnet, um das Peltier-Element 7 mit einem Luftstrom zu überdecken. Ein Ventilator kann jedoch auch an oder in der Kammer 10 vorgesehen sein, um dort einen Luftstrom für das Peltier-Element 12 zu erzeugen.

[0030] Der Betrieb des Peltier-Elements 7 bzw. 12 sowie jener der Wärmepumpe 4 - 6 wird von einer Steuerung 18 des Geräts gesteuert. Diese kann mit Temperatursensoren gekoppelt sein, um eine Temperaturregelung im Innenraum 1 bzw. 13 durchzuführen.

[0031] Der Innenraum 13 von Kammer 10 kann z.B. auf eine Temperatur in einen Bereich von unter 0°C bis ca. 4 °C geregelt werden, z.B. zur Lagerung von Fleisch in einem Kühlschrank. Zur Lagerung von Gemüse und Salat sollte die Temperatur von 0.5°C nicht unterschritten werden. Da die Temperatur mit einem Peltier-Element genauer und schneller geregelt werden kann als mit einer Wärmepumpe, kann diese Temperatur mit hoher Genauigkeit eingehalten werden. Um eine genaue Temperaturregelung zu ermöglichen, sollte vorzugsweise an oder in der Kammer 10 ein mit dem Innenraum 13 thermisch

verbundener Temperatursensor 19 vorgesehen sein. Der Temperatursensor kann auch im Bereich des Peltier-Elements 7 vorgesehen sein.

[0032] Vorteilhaft ist das Kühlgerät derart ausgestaltet, dass die Temperatur in der Kammer 10, d.h. im Innenraum 13, um 1 bis 10 °C unter der Temperatur im Nutzraum 1 liegt.

[0033] Kammer 10 kann auch ein Gefrierfach eines Kühlschranks bilden, oder einen Schockgefrierbereich in einem Tiefkühler. In diesem Fall sind die Temperaturbereiche entsprechend tiefer. Sie kann auch fest im Gerät eingebaut sein.

[0034] Die Steuerung 18 kann auch so ausgestaltet sein, dass das Peltier-Element 7 bzw. 12 den ihm zugeordneten Teil des Nutzraums wahlweise kühlt oder heizt. Dies kann z.B. im Rahmen einer Temperaturregelung auf eine Temperatur nahe der (schwankenden) Temperatur im übrigen Innenraum 1 der Fall sein, oder zum Abtauen des Peltier-Elements und seiner Umgebung.

[0035] Eine weitere Ausführung des Kühlgeräts ist in Fig. 3 dargestellt. Diese Ausführung unterscheidet sich von jener gemäß Fig. 1 dadurch, dass das Peltier-Element 12 nicht rückseitig an der Kammer 10 angeordnet ist, sondern vorteilhaft an einer oberen Wand. Mit anderen Worten ist das Peltier-Element 12 also an einer Wand der Kammer 10 angeordnet, welche an den Nutzraum 1 und nicht an die den Verdampfer 6 enthaltende Innenwand 8 angrenzt.

[0036] Ausserdem ist in der Ausführung nach Fig. 3 der Innenraum 13 der Kammer 10 gegen den Verdampfer 6 hin thermisch nicht isoliert, so dass nicht nur der Nutzraum 1, sondern auch der Innenraum 13 vom Verdampfer 6 direkt gekühlt werden kann. Mit anderen Worten grenzen der Nutzraum 1 und der Innenraum 13 jeweils direkt an den(selben) Verdampfer 6 an. Weiter ist der Verdampfer 6 vorteilhaft so ausgestaltet, dass er in der Lage ist, aus dem Innenraum 13 pro Verdampfer-Flächeneinheit (d.h. pro Rückwandfläche) mehr Wärme abzuführen als aus dem Nutzraum 1, indem pro Verdampfer-Flächeneinheit im Bereich 6b des Innenraums 13 der Kammer 10 mehr Leitungen des Verdampfers angeordnet sind als im Bereich 6a des Nutzraums 1. Somit ist (bei nicht aktiviertem Peltier-Element 12) die Temperatur in der Kammer 10 etwas tiefer als im Nutzraum 1.

[0037] Mit dem Peltier-Element 12 kann nun eine Feinregelung der Temperatur im Innenraum 13 durchgeführt werden, indem der Innenraum 13 mit dem Peltier-Element 12 je nach aktueller Innenraumtemperatur gekühlt oder erwärmt wird.

[0038] Vorteilhaft wird in dieser Ausführung nicht nur die Temperatur im Innenraum 13 der Kammer 10 mit dem Temperatursensor 19 gemessen, sondern auch die Temperatur im Nutzraum 1 mit Hilfe eines Temperatursensors 20. Die Steuerung 18 ist als MIMO-Regelung ("Multiple Input Multiple Output"-Regelung) ausgestaltet, welche die von den Temperatursensoren 19 und 20 gemessenen Temperaturen im Innenraum 13 der Kammer 10 und im Nutzraum 1 auf zwei unterschiedliche Sollwer-

te regelt, indem sie die Wärmepumpe 4 - 6 und das Peltier-Element 12 entsprechend steuert.

[0039] Wenn beispielsweise der Nutzraum 1 mit einem Gut hoher thermischer Masse beladen wird (z.B. mit mehreren Litern von Getränken auf Raumtemperatur), so wird die Leistung der Wärmepumpe 4 - 6 erhöht, um die Temperatur im Nutzraum 1 wieder abzusenken. Um dabei aber ein Gefrieren des Guts in der Kammer 10 zu verhindern, wird gleichzeitig das Peltier-Element 12 so betrieben, dass es Wärme vom Nutzraum 1 in die Kammer 12 fördert.

[0040] Weiter ist in der Ausführung nach Fig. 3 auf beiden Seiten des Peltier-Elements 12 jeweils ein Ventilator 21a bzw. 21b angeordnet, um die Wärmekopplung des Peltier-Elements 12 an den Nutzraum 1 bzw. die Kammer 12 jeweils verbessern. Vorzugsweise ist jedem Ventilator 21a, 21b jeweils ein Luftkanal 22a bzw. 22b zugeordnet, in welchem vom Ventilator bewegte Luft der Oberfläche des Peltier-Elements 12 entlang geführt wird.

[0041] In der Ausführung nach Fig. 3 ist die Kammer 10 dem Gerät nicht entnehmbar. Sie kann jedoch auch entnehmbar ausgestaltet sein. Denkbar ist auch, dass die Isolation 11, welche in der Ausführung nach Fig. 3 als Zwischenboden zwischen Nutzraum 1 und Innenraum 13 der Kammer 10 ausgestaltet ist, dem Gerät entnommen werden kann, z.B. zu Reinigungszwecken.

[0042] Vorteilhaft ist die Kammer am Boden des Nutzraums angeordnet.

[0043] Während in der vorliegenden Anmeldung bevorzugte Ausführungen der Erfindung beschrieben sind, ist klar darauf hinzuweisen, dass die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist und in auch anderer Weise innerhalb des Umfangs der folgenden Ansprüche ausgeführt werden kann.

Patentansprüche

1. Haushalts-Kühlgerät, insbesondere Kühlschrank, Kühltruhe oder Getränke Kühler, mit einem Nutzraum (1) zur Aufnahme von Kühlgut und mit einer Wärmepumpe (4 - 6) zum Kühlen des Nutzraums (1), wobei das Haushalts-Kühlgerät weiter eine Kammer (10) aufweist, welche eine Isolation gegen den Nutzraum (1) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Haushalts-Kühlgerät mindestens ein Peltier-Element (7, 12) zum Kühlen eines Innenraums (13) der Kammer (10) aufweist.
2. Haushalts-Kühlgerät nach Anspruch 1, wobei das Peltier-Element (7, 12) derart angeordnet ist, dass eine erste Seite des Peltier-Elements (7, 12) von der Wärmepumpe (4 - 6) kühlbar ist.
3. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Steuerung (18), welche dazu ausgestaltet ist, das Peltier-Element (7, 12) derart zu steuern, dass es den Innenraum (13) der Kammer

(10) wahlweise kühlt oder heizt.

4. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kammer (10) als aus dem Nutzraum (1) entnehmbare Einheit ausgestaltet ist. 5
5. Haushalts-Kühlgerät nach Anspruch 4, wobei das Peltier-Element (12) an oder in der Kammer (10) angeordnet ist und wobei an der Kammer (10) und am Innenraum (13) zwei Teile eines Stromübertragungssystems (14) vorgesehen sind, um bei eingesetzter Kammer (10) Strom an das Peltier-Element (12) zu liefern. 10
6. Haushalts-Kühlgerät nach Anspruch 5, wobei das Stromübertragungssystem (14) Kontakte (15) an der Kammer (10) und im Innenraum aufweist. 15
7. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Innenraum (13) der Kammer (10) auf eine Temperatur in einem Bereich kleiner 4°C geregelt ist und/oder wobei der Innenraum (13) der Kammer auf eine Temperatur geregelt ist, welche 1 bis 10°C unterhalb der Temperatur des Nutzraums (1) liegt. 20 25
8. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei an oder in der Kammer (10) oder im Bereich des Peltier-Elements (7, 12) ein Temperatursensor (19) angeordnet ist. 30
9. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Peltier-Element (12) an einer Wand der Kammer (10) angeordnet ist, welche an den Nutzraum (1) angrenzt. 35
10. Haushalts-Kühlgerät nach den Ansprüchen 8 und 9 mit einem MIMO-Regler (18), mit welchem durch Steuerung der Wärmepumpe (4 - 6) und des Peltier-Elements (12) die Temperaturen im Nutzraum (1) und im Innenraum (13) der Kammer (10) auf unterschiedliche Sollwerte regelbar sind. 40
11. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden, wobei die Kammer (10) am Boden des Nutzraums (1) angeordnet ist. 45
12. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Innenraum (13) der Kammer (10) sowie der Nutzraum (1) direkt von einem Verdampfer (6) der Wärmepumpe (4 - 6) kühlbar ist, und insbesondere wobei der Verdampfer (6) so ausgestaltet ist, dass pro Verdampfer-Flächeneinheit aus dem Innenraum (13) mehr Wärme abführbar ist als aus dem Nutzraum (1). 50 55
13. Haushaltsgesetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Peltier-Element (12) an einer

oberen Wand der Kammer (10) angeordnet ist.

14. Haushalts-Kühlgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche mit mindestens einem Ventilator (16, 21a, 21b), um einen Luftfluss über eine Seite des Peltier-Elements (7, 12) zu erzeugen, und insbesondere wobei der Ventilator in der Kammer (10) angeordnet ist.
15. Haushalts-Kühlgerät nach Anspruch 14, wobei dem Ventilator (16, 21a, 21b) ein Luftkanal (22a, 22b) zugeordnet ist, in welchem von Ventilator (16, 21a, 21b) bewegte Luft einer Oberfläche des Peltier-Elements (12) entlang führbar ist.

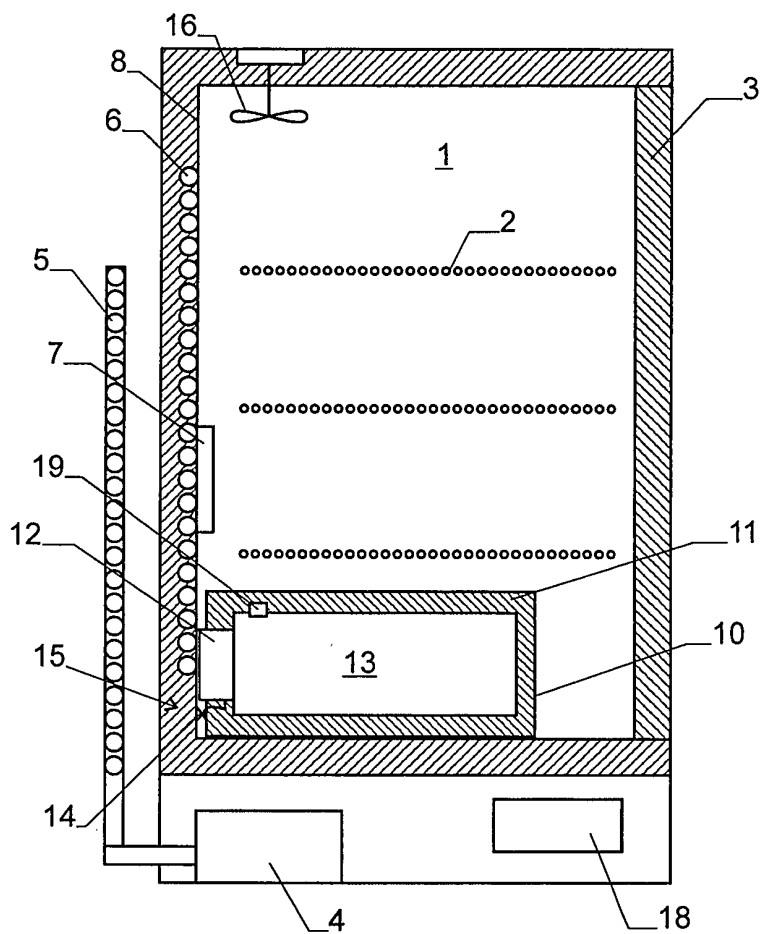


Fig. 1

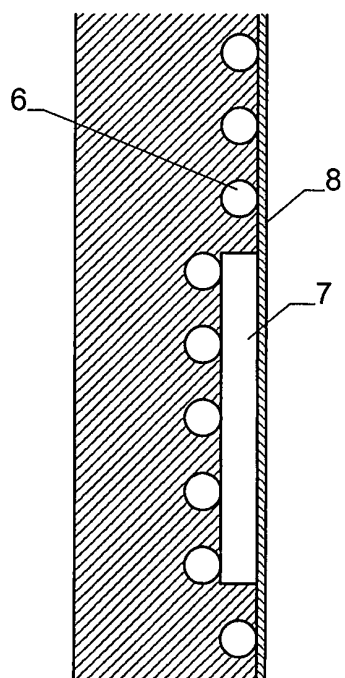


Fig. 2

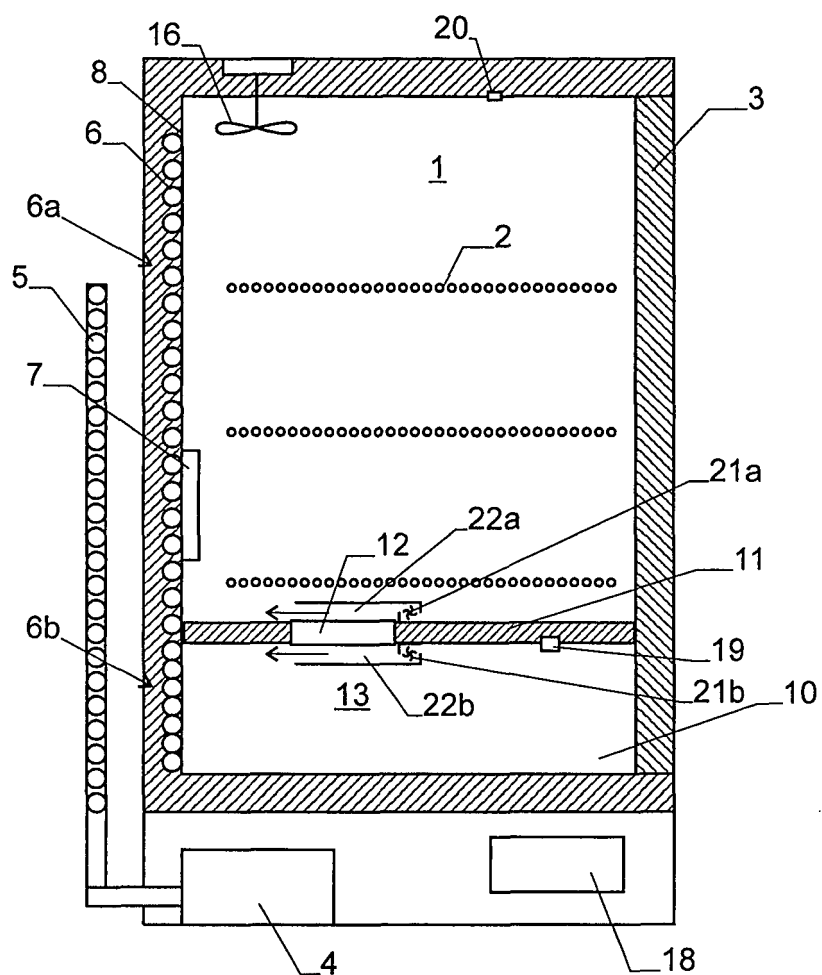


Fig. 3