



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 29 616 T2** 2007.07.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 234 149 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F25D 23/06** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 29 616.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/TR00/00061**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 980 211.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/040724**

(86) PCT-Anmeldetag: **30.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **07.06.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **26.07.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.07.2007**

(30) Unionspriorität:  
**9903005 01.12.1999 TR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:  
**Arcelik A.S., Tuzla, Istanbul, TR**

(72) Erfinder:  
**OGUZ, Emre, Tuzla, 81719 Istanbul, TR; ÖZKADI,  
Fatih, Bostanci, 81110 Istanbul, TR**

(74) Vertreter:  
**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg**

(54) Bezeichnung: **KÜHLGERÄT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Kühlschrank gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ein solcher Kühlschrank ist in dem Dokument US 5 642 622 offenbart.

**[0002]** Die Kühlsysteme mit Kompressoren, die für viele Jahre in den Kühlanwendungen wie etwa in Kühlschränken und in Klimaanlage verwendet worden sind, bestehen hauptsächlich aus vier Einheiten; nämlich aus einem Kompressor, einem Verdampfer, der dazu verwendet wird, die Wärmeenergie von dem gekühlten Gehäuse abzuziehen, einen Kondensator, der dazu verwendet wird, die Wärmeenergie abzuführen, und ein Drosselventil oder ein Kapillarrohr, um die Strömung des durch das System zirkulierenden Fluids von einem hohen Druck auf einen niedrigen Druck zu regulieren. In den Haushaltskühlschränken, in denen solche herkömmliche Systeme verwendet werden, werden die Wärmetauscher, die allgemein als Verdampfer bezeichnet werden, die dazu dienen, die Wärmeenergie von der gekühlten Seite in dem Gehäuse zu absorbieren, aus Metallrohren mit unterschiedlichen Durchmessern in Abhängigkeit von ihren funktionalen Eigenschaften hergestellt. Die aus der gekühlten Luft in dem Gehäuse abgezogene Wärmeenergie wird nach einer Kompression des den Verdampfer verlassenden Kühlmittels auf einen hohen Druck mittels des Kompressors an die äußere Umgebung durch den Wärmetauscher, der Kondensator genannt wird, übertragen. Die Funktion des Kompressors in dem System besteht darin, das Kühlmittel, das einen niedrigen Druck und eine niedrige Temperatur hat, während es den Verdampfer verlässt, auf einen hohen Druck zu komprimieren ([Fig. 1](#)).

**[0003]** Die Abmessungen der in den herkömmlichen Systemen verwendeten Verdampfer werden bestimmt, nachdem der erforderliche Flächeninhalt entsprechend der Wärmezunahme des Gehäuses, der gewünschten Temperatur der Luft in dem Gehäuse, der Verdampfungstemperatur des Kühlmittels und den Koeffizienten der Wärmeleitung und der Konvektion berechnet wurde. In einer solchen Verwirklichung erfordert der begrenzte Wärmeübertragungsflächeninhalt hohe Temperaturdifferenzen, wobei die Wärmeübertragung bei einer so hohen Temperaturdifferenz die Irreversibilitäten erhöht, was wiederum zu einer Abnahme des Leistungskoeffizienten des Systems führt. Die Forschungs- und Entwicklungsuntersuchungen, die von verschiedenen Institutionen vorgenommen wurden, zeigen, dass der Wirkungsgrad der Kompressoren, die in solchen Systemen verwendet werden, eine obere Grenze erreicht. Es ist jedoch auch bekannt, dass die Kühlmittel oder Kühlfluide, die in den Kühlschränken mit Kompressoren verwendet werden, die Ozonschicht beschädigen und eine globale Erwärmung verursachen.

**[0004]** Seit den dreißiger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts ist ein weiterer thermodynamischer Zyklus, der verwendet wird, um die elektronischen Vorrichtungen, die bei niedrigen Betriebstemperaturen arbeiten, zu kühlen, der Stirling-Zyklus. Die US-Patente Nrn. 4 858 442, 4 877 434, 5 056 317 und 5 088 288 erwähnen die Verwendung des Stirling-Zyklus bei der Kühlung der elektronischen Vorrichtungen und bei Vorgängen mit niedriger Betriebstemperatur. Zusätzlich zu den gewöhnlich verwendeten Stirling-Wärmepumpen mit mechanischem Antrieb offenbaren die US-Patente Nrn. 4 183 214, 4 404 802, 4 888 951 und 5 642 622 die Entwicklung von Stirling-Wärmemaschinen- und -Wärmepumpen, die auf dem Freikolbenprinzip basieren.

**[0005]** Derzeit sind Stirling-Wärmepumpen mit Freikolben auf Grund ihrer hohen Wirkungsgrade eine wichtige Alternative für die herkömmlichen Systeme.

**[0006]** Die Wärmepumpe des Stirling-Typs ist ein System, das besteht aus einer kalten Oberfläche, die der Luft ausgesetzt ist, die Wärmeenergie von außen absorbiert, einer warmen Oberfläche, die Wärme an die Luft abführt, und einem Kolbenverlagerungsmechanismus, der durch einen Motor angetrieben wird, um das Gas in der Wärmepumpe oszillierend mit einer im Voraus gewählten Frequenz zu komprimieren und zu expandieren. Während der durch einen elektrischen Linearmotor angetriebene Kolben das Gas in der Wärmepumpe komprimiert, erfolgt auf Grund der Wärmeübertragung von der warmen Oberfläche an die äußere Umgebung eine isothermische Kompression, so dass die Temperatur des Gases konstant bleibt. Andererseits tritt auf der kalten Seite der Stirling-Wärmepumpen, da Wärmeenergie von außen unter Verwendung der kalten Oberfläche während der Expansion des Gases in der Wärmepumpe eingebracht wird, eine isothermische Expansion auf, so dass die Temperatur des Gases konstant bleibt. Innerhalb des Umfangs des oben beschriebenen thermodynamischen Zyklus besitzen die Stirling-Wärmepumpen eine kalte Oberfläche, die Wärmeenergie von außen absorbieren kann, und eine warme Oberfläche, die Wärmeenergie nach außen abführen kann.

**[0007]** In dem bekannten Stand der Technik, in dem Stirling-Wärmepumpen verwendet werden, sind auf den oben beschriebenen kalten und warmen Oberflächen Wärmetauscher angeordnet, die auch als kaltseitige und warmseitige Wärmetauscher bezeichnet werden können. In den Fällen, in denen statt der herkömmlichen Kompressoren Stirling-Wärmepumpen verwendet werden, muss ein Wärmetauscher in dem Gehäuse angeordnet sein, um die Wärmeenergie in der Luft an die kalte Oberfläche zu befördern, wobei dieser Wärmetauscher mit dem kaltseitigen Wärmetauscher verbunden sein muss, um einen sekundären Zirkulationskreis zu schaffen. Ein Fluid, das Was-

ser und Additive enthält und in dem sekundären Zirkulationskreis zirkuliert, wird die Wärmeenergie von der Luft in das Gehäuse absorbieren, indem es durch den innen angebrachten Wärmetauscher strömt. Das Fluid, das diese Wärme trägt, erreicht den kaltseitigen Wärmetauscher, der an der Stirling-Wärmepumpe angeordnet ist. Indessen absorbiert das Gas (gewöhnlich Helium oder Stickstoff) in der Stirling-Wärmepumpe die Wärmeenergie von dem in dem sekundären Zirkulationskreis strömenden Fluid wegen der oben erwähnten Gründe und überträgt die durch das Fluid absorbierte Wärmeenergie von der Luft in dem Gehäuse mittels des kaltseitigen Wärmetauschers an die Stirling-Wärmepumpe. Eine Zirkulation, die ähnlich zu jener ist, die zwischen dem im Gehäuse angebrachten Wärmetauscher und dem an der Stirling-Wärmepumpe angebrachten kaltseitigen Wärmetauscher vorgesehen ist, muss außerdem zwischen einem äußeren Wärmetauscher und dem warmseitigen Wärmetauscher an der Stirling-Wärmepumpe vorgesehen sein, damit der Kühlschrank seine Kühlungsfunktion vollständig ausführen kann.

**[0008]** In diesem Fall wird das Kühlungsfluid, das bei konstanter Temperatur in dem Abschnitt, in dem der warmseitige Wärmetauscher installiert ist, komprimiert wird, auf Grund des in der Stirling-Wärmepumpe erzeugten thermodynamischen Zyklus die von der Luft in dem Gehäuse absorbierte Wärmeenergie an das sekundäre Fluid übertragen, das in dem äußeren Wärmetauscherkreis zirkuliert, der außerhalb des Kühlschranks angebracht ist, wobei es durch den warmseitigen Wärmetauscher unterstützt wird. Wenn die durch das sekundäre Fluid absorbierte Wärmeenergie durch den Wärmetauscher an die äußere Umgebung abgeführt worden ist, ist der Zyklus vollständig.

**[0009]** Da für das Kühlungsfluid in der Stirling-Wärmepumpe Stickstoff oder Helium verwendet wird und in den sekundären Kreisen meist Wasser verwendet wird, hat diese Technologie keine nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt. In dem Fall, in dem die Freikolbentechnologie verwendet wird, sind laterale Lasten und daher die Reibungen verringert, weshalb die Leistung der Wärmepumpe zunimmt, während der Energieverbrauch des Kühlschranks abnimmt. Zusätzlich zu diesen Vorteilen bleibt in den Kühlsystemen, in denen Stirling-Wärmepumpen verwendet werden, da die Verwendung des röhrenförmigen Wärmeaustausches, wie dies im Stand der Technik der Fall ist, den Wärmeübertragungsflächeninhalt begrenzt, die Leistung der Stirling-Wärmepumpen unterhalb des Wertes, der auf andere Weise erhalten werden kann. Ferner nimmt auf Grund der Tatsache, dass in den sekundären Zirkulationskreisen meist Wasser verwendet wird, der Wärmetransportkoeffizient in den inneren und äußeren Wärmetauschern ab, wodurch wiederum die erforderliche Wärmeübertragungsfläche erhöht wird. In diesem Fall scheinen

Wärmetauscher, die aus Metallrohren mit unterschiedlichen Durchmessern hergestellt sind, nachteilig zu sein.

**[0010]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Konstruktion der Wärmetauscher zu schaffen, die für die Absorption von Wärmeenergie von dem gekühlten Volumen und für die Abführung der absorbierten Wärmeenergie an die äußere Umgebung verwendet werden und die mit den durch den Stirling-Zyklus arbeitenden Wärmepumpen in Übereinstimmung sind.

**[0011]** Die Ausführungsform eines in den Kühlschrank integrierten Wärmetauschers, der für die Stirling-Wärmepumpen geeignet ist, ist in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht, worin:

**[0012]** [Fig. 1](#) eine allgemeine Ansicht des Kühlsystems des Standes der Technik ist;

**[0013]** [Fig. 2](#) eine allgemeine Ansicht der Freikolben-Stirling-Wärmepumpe ist;

**[0014]** [Fig. 3](#) eine allgemeine Ansicht des Systems, das die Stirling-Wärmepumpe verwendet, ist;

**[0015]** [Fig. 4](#) eine allgemeine Ansicht des Wärmetauschers ist;

**[0016]** [Fig. 5a](#) eine Ansicht ist, die die parallele Strömung des Fluids in den Wärmetauschern zeigt;

**[0017]** [Fig. 5b](#) eine Ansicht ist, die die serielle Strömung des Fluids in den Wärmetauschern zeigt;

**[0018]** [Fig. 6](#) eine Ansicht der in dem Kühlschrank verwendeten Wärmetauscher ist;

**[0019]** [Fig. 7](#) eine Ansicht der Wärmetauscher mit dem Isolationsmaterial ist.

**[0020]** Den in den Figuren gezeigten Komponenten sind separat die folgenden Bezugszeichen verliehen worden:

#### Bezugszeichenliste

- |          |                     |
|----------|---------------------|
| <b>1</b> | Wärmetauscher       |
| <b>2</b> | Stirling-Wärmepumpe |
| <b>3</b> | Gehäuse             |
| <b>4</b> | Kompressor          |
| <b>5</b> | Kondensator         |
| <b>6</b> | Verdampfer          |

- 7 Drosselventil
- 8 Vakuumisolationstafel
- 9 kalte Oberfläche
- 10 warme Oberfläche
- 11 Gehäuse-Innenverkleidung
- 12 Gehäuse-Außenverkleidung
- 13 Isolationsmaterial, Polyurethan

**[0021]** Der Strömungscharakter des durch die Kanäle in den Wärmetauschern (1) strömenden Fluids, d. h. ob die Strömung laminar oder turbulent ist, ist wichtig, um die Eigenschaften und die Kanalabmessungen dieser Wärmetauscher (1) zu bestimmen.

**[0022]** Die Wärmetauscher (1) sind aus parallelen Kanälen mit quadratischen oder rechtwinkligen Querschnitten hergestellt. Die Abmessungen der Kanäle variieren in einem Bereich von  $2 \times 2$  mm bis  $20 \times 20$  mm ([Fig. 4](#)).

**[0023]** Die Wärmezunahme im stationären Zustand eines  $150 \times 50 \times 50$  cm-Kühlschranks mit nur einem einzigen Temperaturfach, das mit herkömmlichem Polyurethan von 4 cm isoliert ist, beträgt während einer Zeitdauer, in der keine neuen Gegenstände hineingelegt werden und wenn die Tür nicht geöffnet/geschlossen wird, etwa 25 W bei Betriebsbedingungen von  $+5^\circ\text{C}$  bis  $+25^\circ\text{C}$ .

**[0024]** Im Unterschied zu herkömmlichen Kompressoren (4) haben Stirling-Wärmepumpen (2) die Möglichkeit einer Kapazitätsmodulation, wobei aus diesem Grund der Wert, der bei der Konstruktion eines inneren Wärmetauschers (1) zu berücksichtigen ist, die Wärmezunahme im ununterbrochenen Betrieb ist. Im Fall des Öffnens/Schließens der Tür oder des Hineinlegens neuer Gegenstände in das Gehäuse können die Stirling-Wärmepumpen (2) mit höherer Kapazität arbeiten, um die zusätzliche thermische Last zu berücksichtigen, wobei die Kühlkapazität der Wärmepumpe (2) dann, wenn die Wärmezunahme wieder den Pegel des ununterbrochenen Betriebs erreicht, auf den normalen Wert abnimmt. Diese thermischen Lasten müssen zu der Wärmezunahme im ununterbrochenen Betrieb addiert werden, damit Lebensmittel im Kühlschrank in ausreichend kurzer Zeit gekühlt werden. In diesem Fall wird die maximale Betriebskapazität des Wärmetauschers (1) durch Addieren der durch das Öffnen/Schließen der Tür oder durch das Hineinlegen neuer Gegenstände in das Gehäuse erzeugten Wärmezunahme zu der Wärmezunahme im ununterbrochenen Betrieb erhalten.

**[0025]** Für einen Kühlschrank mit den Abmessungen  $150 \times 50 \times 50$  cm beträgt die maximale Kapazität des kaltseitigen Wärmetauschers (1), die durch Addieren der durchschnittlichen thermischen Last auf Grund des Öffnens/Schließens der Tür oder des Hineinlegens neuer Gegenstände in das Gehäuse zu der Wärmelast im ununterbrochenen Betrieb erhalten

wird, etwa 40 W.

**[0026]** Ein weiterer Faktor, der bei dem Entwurf des Wärmetauschers (1) zu berücksichtigen ist, ist die Differenz zwischen der Einlass- und der Auslasstemperatur des in dem Wärmetauscher (1) strömenden Fluids. Falls diese Differenz groß ist, nimmt die Wärmeübertragung in dem Wärmetauscher (1) vom wärmeren Abschnitt zum kälteren Abschnitt zu, was wiederum eine negative Auswirkung auf den Prozess der Wärmeabsorption vom Gehäuse (3) hat. Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die Verdampfungstemperatur des Kühlfluids im Verdampfer nahezu konstant gehalten wird, was eine Absorption von Wärme von der Luft in den Kühlschränken ergibt, in denen herkömmliche Kompressoren verwendet werden. Dieses Problem wird jedoch in den Wärmetauschern, die mit Stirling-Wärmepumpen (2) kompatibel sind, dadurch vermieden, dass die Differenz zwischen den Einlass- und Auslasstemperaturen des in dem Wärmetauscher (1) strömenden Fluids auf höchstens  $1^\circ\text{C}$  gehalten wird. In dem Kühlschrank mit den Abmessungen  $150 \times 50 \times 50$  cm, dessen maximale thermische Last zu 40 W bestimmt wird, muss die Strömungsrate des verwendeten Fluids in Abhängigkeit von seiner spezifischen Wärme ungefähr 9–10 g/s betragen, damit die Temperaturdifferenz von  $1^\circ\text{C}$  erreicht wird. Wenn das Kühlschrankvolumen größer ist oder eine Kühlung auf niedrigere Temperaturen gewünscht ist, steigt dieser Wert auf bis zu 25 g/s.

**[0027]** In einem laminaren Strömungszustand nimmt der Wärmeübertragungskoeffizient für eine bestimmte Strömungsrate zu, wenn die Kanalabmessungen kleiner werden und wenn die Strömungsquerschnittsfläche enger wird, weil viskose Reibungen verringert werden, eine leichtere Strömung geschaffen werden kann und die Wärmeübertragung positiv beeinflusst wird. Für eine turbulente Strömung hat die Verengung der Querschnittsfläche einen positiven Effekt auf die Wärmeübertragung und einen negativen Effekt auf Reibungsverluste. Ferner nehmen für laminare Strömungen der Reibkoeffizient und der Druckabfall für eine bestimmte Geometrie ab, wenn die Strömungsrate zunimmt, während für die turbulente Strömung das Gegenteil gilt.

**[0028]** In einem  $150 \times 50 \times 50$  cm-Kühlschrank zeigt die Strömung für eine Strömungsrate von 9–10 g/s in einem Wärmetauscher 1, der für eine maximale Wärmeleistung von 40 W entworfen ist, in dem Fall, in dem die Kanäle mit quadratischen Querschnitten verwendet werden, laminare Charakteristiken bei Seitenlängen von 2,3–2,5 mm, während in Kanälen mit kleineren Querschnitten diese laminare Charakteristik verlorengelht und Turbulenzen aufzutreten beginnen. Wenn das Volumen des Kühlschranks erhöht wird oder eine Kühlung auf niedrigere Temperatur erwünscht ist, beträgt diese Grenze für einen Wert von

25 g/s, der für eine Wärmekapazität von 100 W erforderlich ist, etwa 6 mm. Mit anderen Worten, die Strömung durch die Kanäle mit einem Querschnitt von mehr als 6 mm ist laminar, während die Strömung durch Kanäle mit weniger als 6 mm turbulent ist.

**[0029]** Die Verwendung von Kühlschränken mit unterschiedlichem Volumina und unterschiedlichen Isolationsmaterialien rufen Schwankungen in den Abmessungen der Kanalquerschnitte hervor. Aus diesem Grund sind detaillierte Analysen erforderlich, um den Kanalquerschnitt zu bestimmen.

**[0030]** Zusätzlich zum Strömungscharakter spielt die geometrische Form der Strömungskanäle, d. h. ob sie quadratisch oder rechteckig sind, eine wichtige Rolle hinsichtlich der Produktionsverfahren und der Kostenbetrachtungen. In dem Fall, in dem für eine Strömungsrate von 9–10 g/s in einem Wärmetauscher, der so entworfen ist, dass er 40 W von Wärmeenergie von der Luft in einem Kühlschrank mit den Abmessungen 150 × 50 × 50 cm absorbiert, Kanäle mit quadratischem Querschnitt von 10 × 10 mm oder Kanäle mit rechteckigem Querschnitt von 10 × 40 mm verwendet werden, werden in dem Kanal Strömungsraten von 9,5 cm/s bzw. 2,3 cm/s erhalten.

**[0031]** Wenn der Wärmewiderstand zwischen dem Fluid (Wasser + Additive) in dem Wärmetauscher (1) und der Luft in dem Gehäuse (3) bei gleichem Lastwert für beide Typen von Kanälen berechnet wird, werden angenähert gleiche Werte erhalten. Der Grund hierfür besteht darin, dass der Koeffizient der Wärmeübertragung zwischen der Innenverkleidung des Gehäuses (3) und der Luft in dem Gehäuse (3) für den Wärmewiderstand eine wichtige Rolle spielt.

**[0032]** In den Anwendungen des Wärmetauschers (1) auf Haushaltskühlschränke wird Wasser, das Additive enthält, oder irgendein anderes Fluid durch die Kanäle in Abhängigkeit von der Kapazität der Anwendung (viskose Reibungen) seriell oder parallel geschickt und durch einen Kollektor, der zur kalten Seite des Stirling-Kühlers gerichtet ist, gesammelt ([Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#)). Der Wärmetauscher (1), der in Abhängigkeit von der Kapazität der Anwendung aus Kanälen mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt besteht, wird so hergestellt, dass er die Rückwand oder Seitenwände und die Rückwand des Kühlschranks abdeckt. Alle diese Operationen sind gültig für den außen angebrachten Wärmetauscher (1), der eine Wärmeübertragung von dem in dem sekundären Kreis strömenden Fluid an die Umgebung schafft; sowie für den Wärmetauscher (1), der so beschaffen ist, dass er Wärmeenergie von der Luft im Gehäuse (3) absorbiert. Unter den Wärmetauschern (1) wird jener, der auf der kalten Seite verwendet wird, zusammen mit der Innenverkleidung des Gehäuses (3) hergestellt.

**[0033]** Die Stirling-Wärmepumpe (2) hat die Fähigkeit, Wärmeenergie von außen auf der kalten Seite zu absorbieren und Wärmeenergie an die äußere Umgebung auf der warmen Seite abzuführen. Die Wärmeenergie, die von der Luft in dem Gehäuse (3) mittels des Wärmetauschers (1) absorbiert wird, der zusammen mit der Innenverkleidung des Gehäuses (3) hergestellt wird, wird zur kalten Seite der Stirling-Wärmepumpe (2) transportiert. Diese Wärmeenergie, die zur Außenseite der Wärmepumpe (2) auf der warmen Seite abgeführt wird, wird zu dem außen angebrachten Wärmetauscher (1) durch einen getrennten Fluidkreis transportiert, um an die äußere Umgebung mit Hilfe dieses Wärmetauschers (1) übertragen zu werden.

**[0034]** In dem Fall, in dem die Wärmetauscher (1), die mit der Stirling-Wärmepumpe (2) kompatibel sind, in den Kühlschränken verwendet werden, wird ein Wärmeübertragungsflächeninhalt, der für die Absorption der Wärmeenergie erforderlich ist, bei niedrigen Temperaturdifferenzen zwischen der Luft im Gehäuse (3) und dem im sekundären Kreis zirkulierenden Fluid geschaffen. Die Wärmeübertragung, die bei niedrigen Temperaturdifferenzen verwirklicht wird, reduziert die Irreversibilitäten, wodurch die Kühlungsleistung der Wärmepumpe (2) und des Kühlschranks erhöht werden und dabei der Energieverbrauch gesenkt wird. Da der Wärmetauscher (1) durch einen Wärmetauscher (1) mit abgewandelter Konfiguration ersetzt werden kann, so dass er die Rückseite des Kühlschranks vollständig abdeckt, kann eine homogenere Temperaturverteilung im Gehäuse (3) geschaffen werden. Die Wärmetauscher (1) werden integriert in die Innenverkleidung des Gehäuses (3) hergestellt, so dass eine Senkung der Herstellungskosten des Kühlschranks erzielt werden kann. Der Wärmetauscher wird durch Verwenden eines Wärmeformungs- oder eines Kunststoffeinspritzverfahrens produziert.

**[0035]** Allgemeine Abmessungen des Wärmetauschers (1) spielen eine wichtige Rolle bei der Erhaltung einer hohen Leistung mit Stirling-Wärmepumpen. Der Wärmetauscher (1), der eine Höhe von 75 cm und eine Breite von 40 cm besitzt, besteht aus Kanälen mit quadratischen oder rechteckigen Querschnitten und kann entweder einteilig an der Rückwand des Gehäuses (3) oder in drei Teilen an der Rückwand und an den Seitenwänden des Gehäuses (3) eines Kühlschranks mit den Abmessungen 150 × 50 × 50 cm angeordnet werden.

**[0036]** In diesem Fall beträgt der Wärmeübertragungs-Flächeninhalt für einen Wärmetauscher (1), der einteilig an der Rückwand des Gehäuses (3) angeordnet ist, 0,3 m<sup>2</sup>, während er für einen Wärmetauscher (1), der in drei Teilen an der Rückwand und an den Seitenwänden des Gehäuses (3) angeordnet ist, 0,9 m<sup>2</sup> beträgt. Da die Strömungsbedingungen und



die Wärmeübertragungseigenschaften in beiden Konfigurationen gleich sind, beträgt die erforderliche Temperaturdifferenz zwischen der Luft in dem Gehäuse (3) und dem Fluid im Wärmetauscher (1) für einen Wärmetauscher (1), der als ein Teil an der Rückwand des Gehäuses (3) angeordnet ist, etwa 22°C, während sie für einen Wärmetauscher (1), der in drei Teilen an der Rückwand und an den Seitenwänden des Gehäuses (3) angeordnet ist, 7,5°C beträgt.

**[0037]** Wenn das Verfahren mit logarithmischer mittlerer Temperaturdifferenz (lmtD-Verfahren) verwendet wird, das gewöhnlich in der Theorie verwendet wird, beträgt die Temperatur des Fluids in dem Wärmetauscher (1) -18°C für einen Wärmetauscher (1), der einteilig an der Rückwand des Gehäuses (3) angeordnet ist, während sie für einen Wärmetauscher (1), der in drei Teilen an der Rückwand und an den Seitenwänden des Gehäuses (3) angeordnet ist, -3°C beträgt. Der in drei Teilen an der Rückwand und an den Seitenwänden des Gehäuses (3) angeordnete Wärmetauscher (1) wird verwendet, um die Temperatur des Fluids in dem Wärmetauscher (1) durch Erhöhen des Wärmeübertragungs-Flächeninhalts zu erhöhen, wodurch die Leistung der Wärmepumpe (2) erhöht und der Energieverbrauch gesenkt werden.

**[0038]** Die Temperatur des Fluids, das die Absorption der Wärmeenergie von dem Gehäuse (3) bewirkt, ist nahezu gleich der Verdampfungstemperatur des Kühlmittels im Verdampfer, der in den Anwendungen mit Kompressoren verwendet wird, falls der Wärmetauscher (1) nur an der Rückwand des Gehäuses (3) angeordnet ist.

**[0039]** Die Kosten nehmen zu, wenn der Wärmetauscher in drei Teilen an der Rückwand und an den Seitenwänden des Gehäuses (3) angeordnet ist, der tatsächliche Vergleich muss jedoch mit den herkömmlichen Systemen erfolgen. Nichtsdestoweniger muss der Flächeninhalt des Wärmetauschers (1) auch unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs optimiert werden.

**[0040]** Die Herstellung des Wärmetauschers, der die Wärmeenergie von dem Gehäuse absorbiert, zusammen mit der Innenverkleidung des Gehäuses (3) in der Weise, dass er die gesamte Rückseite des Kühlschranks abdeckt, bewirkt, dass die Verkleidung des Gehäuses (3) kälter als bei normalen Anwendungen ist. In diesem Fall absorbiert der Wärmetauscher, der die Wärmeenergie von dem Gehäuse absorbiert, einen bestimmten Betrag an Wärmeenergie auch von der äußeren Umgebung, d. h. von der Umgebung des Gehäuses (3), was zu einer Zunahme des Energieverbrauchs des Kühlschranks führt. Um dies zu vermeiden, ist an der Rückseite des Wärmetauschers (1) ein Material mit einem spezifischen Wärmeleitvermögen, das niedriger als bei herkömmlichen Isolationsmaterialien ist, etwa eine Vakuumiso-

lationstafel (8), angeordnet ([Fig. 7](#)).

## Patentansprüche

1. Kühlschrank mit einem Kühlschrankgehäuse (3), einer Kühlschrankgehäusetür, einer Sterling-Wärmepumpe (2) und einem Wärmetauscher (1), der für die Sterling-Wärmepumpe (2) geeignet ist und parallele seitliche Oberflächen sowie angrenzende und damit verbundene Abschnitte besitzt, so dass Wasser, das Additive enthält, oder irgendein anderes Fluid, in den Wärmetauscher (1) strömen und dann durch geeignete Kanäle gesammelt werden kann, damit es zu einer kalten Seite der Sterling-Wärmepumpe (2) gelenkt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maximale Durchsatzleistung der Wärmepumpe dadurch berechnet wird, dass zu einem Wärmegewinn im Dauerbetrieb ein Wärmegewinn addiert wird, der durch ein Öffnen/Schließen der Kühlschrankgehäusetür und durch Legen neuer Substanzen in das Kühlschrankgehäuse (3) erzeugt wird, der Wärmetauscher (1) wärmegeformt oder durch Spritzguss aus Kunststoff gebildet ist und der Wärmetauscher (1), der auf der kalten Seite verwendet werden soll, zusammen mit einer Innenverkleidung des Gehäuses (3) hergestellt wird.

2. Kühlschrank nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (1) in der Weise konfiguriert ist, dass das Fluid in dem Wärmetauscher (1) seriell strömt.

3. Kühlschrank nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (1) in der Weise konfiguriert ist, dass das Fluid in dem Wärmetauscher (1) parallel strömt.

4. Kühlschrank nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle des Wärmetauschers (1) einen quadratischen Querschnitt besitzen.

5. Kühlschrank nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle des Wärmetauschers (1) einen rechtwinkligen Querschnitt besitzen.

6. Kühlschrank nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (1) in der Weise hergestellt ist, dass er die Rückwand des Kühlschranks abdeckt.

7. Kühlschrank nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (1) in der Weise hergestellt ist, dass er sowohl die Seitenwände als auch die Rückwand des Kühlschranks abdeckt, um die Temperatur des Fluids in dem Wärmetauscher (1) durch Erhöhen der Wärmeübertragungsoberfläche zu erhöhen, wodurch die Leistung der Wärmepumpe (2) erhöht und der Energiever-

brauch gesenkt werden.

8. Kühlschrank nach den Ansprüchen 1 bis 7, bei dem die von der Luft in dem Gehäuse (3) mittels des Wärmetauschers (1) absorbierte Wärmeenergie zu der kalten Seite übertragen werden kann und die Wärmeenergie auf der warmen Seite zu dem äußeren Wärmetauscher mittels eines getrennten Fluidkreises transportiert werden kann, um an die äußere Umgebung abgegeben zu werden, dadurch gekennzeichnet, dass er aus mehr als einem außen angebrachten Wärmetauscher besteht.

9. Kühlschrank nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass an der Rückseite des Wärmetauschers (1) eine Vakuumisolationstafel (8) angeordnet ist, deren Wärmeleitfähigkeit niedriger als herkömmliches Polyurethan ist.

10. Verfahren zum Betreiben eines Kühlschranks nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Differenz zwischen der Einlass- und der Auslasstemperatur des in dem Wärmetauscher (1) strömenden zirkulierenden Fluids 1°C beträgt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

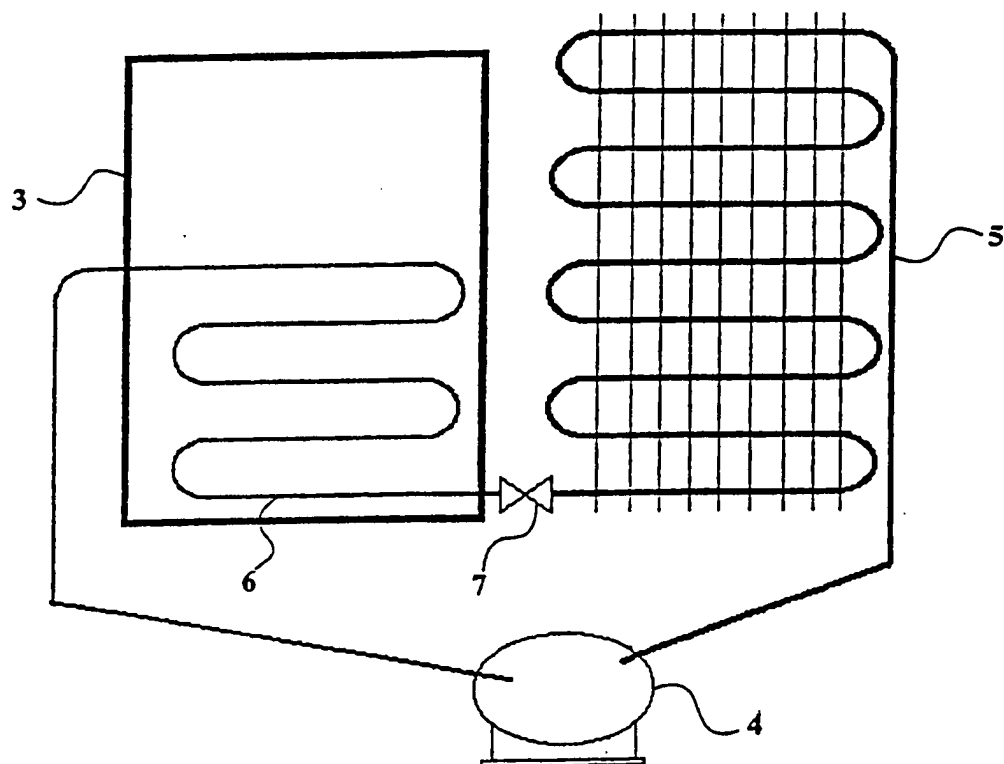




Fig. 2

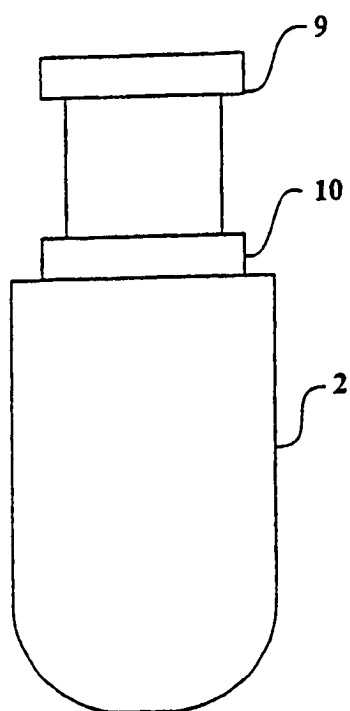


Fig. 3

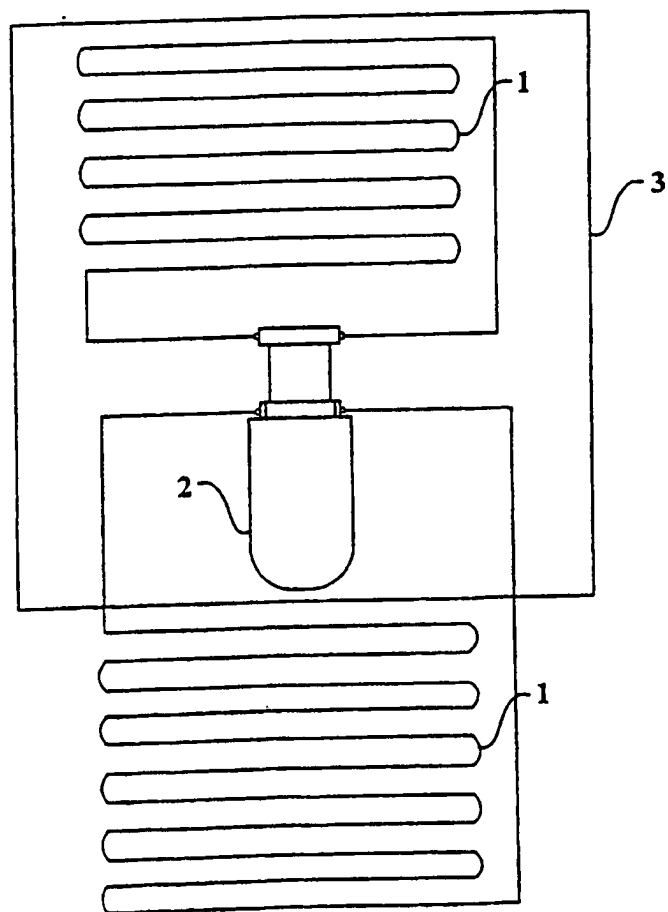


Fig. 4

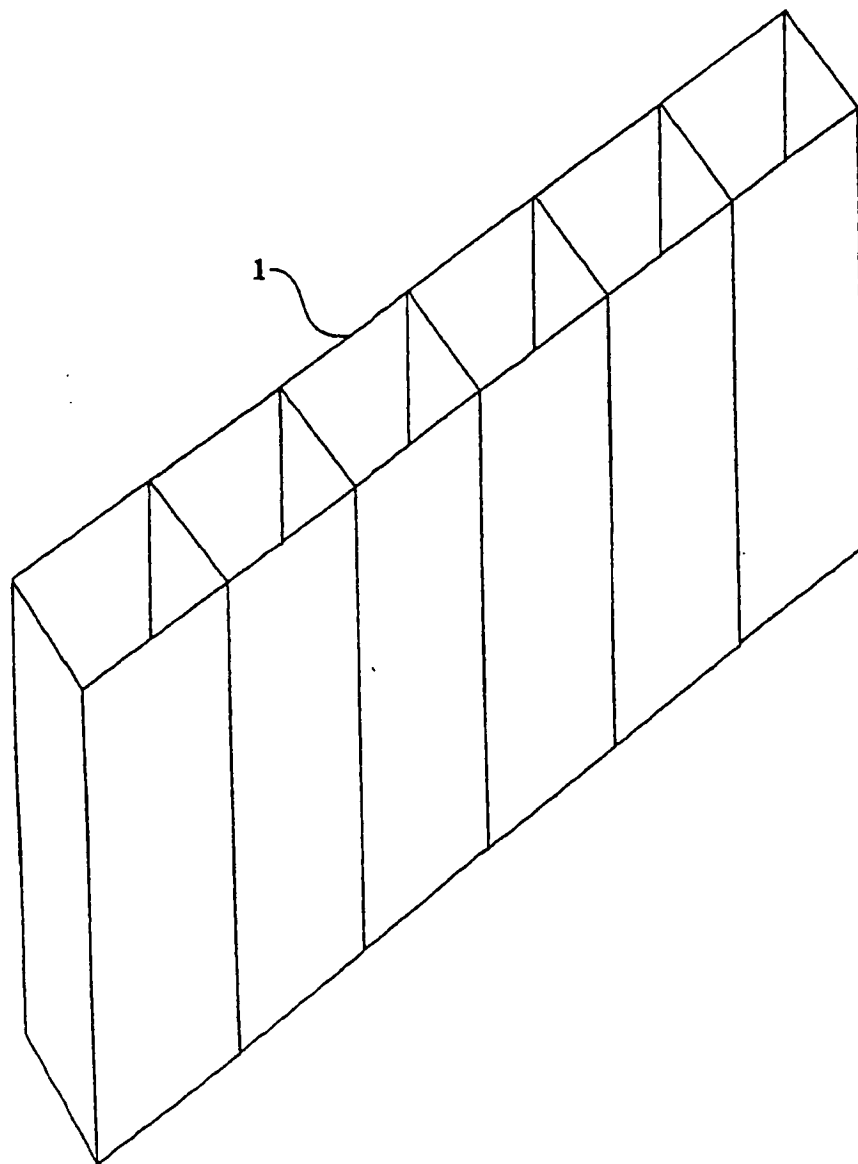


Fig. 5a

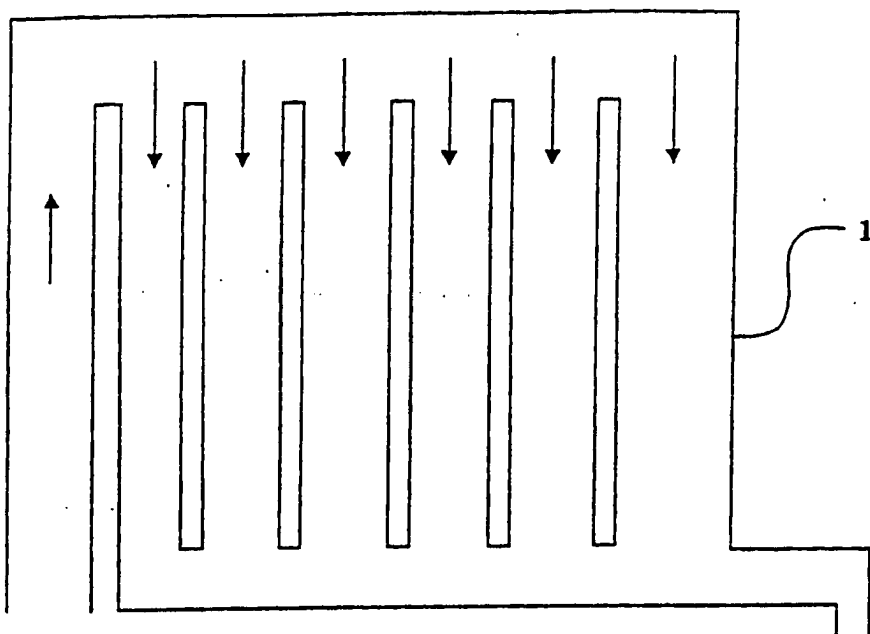


Fig. 5b

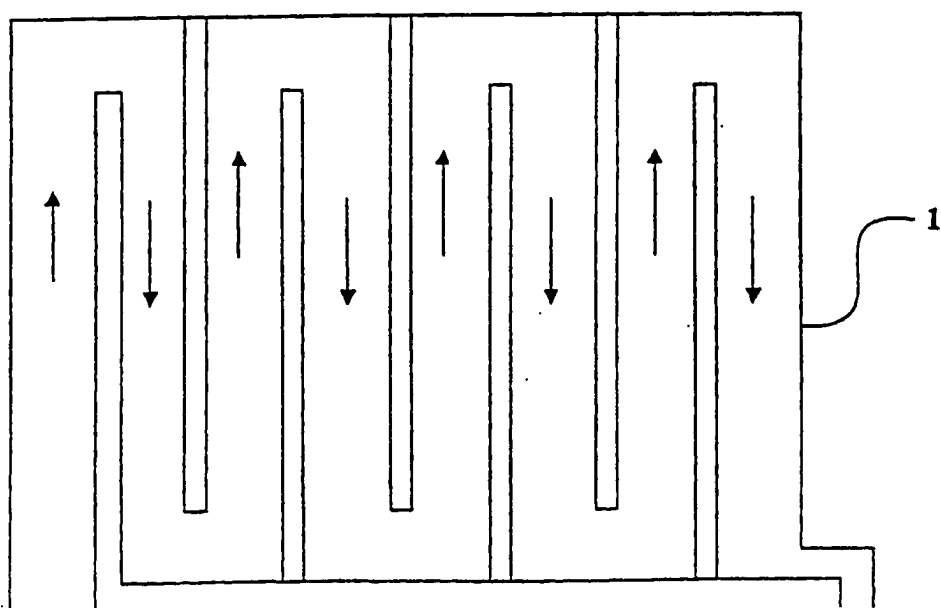




Fig. 7

