



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 10 992 T2** 2007.10.18

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 563 240 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F28D 7/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 10 992.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/33574**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 777 810.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/046630**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.10.2003**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **03.06.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.08.2005**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **03.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.10.2007**

(30) Unionspriorität:  
**299283**      **19.11.2002**      **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Modine Manufacturing Co., Racine, Wis., US**

(72) Erfinder:  
**MEMORY, B., Stephen, Kenosha, WI 53144, US;**  
**YIN, Jianmin, Kenosha, WI 53140, US; HUGHES,**  
**G., Gregory, Milwaukee, WI 53220, US**

(74) Vertreter:  
**Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,**  
**Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München**

(54) Bezeichnung: **HOCHDRUCKWÄRMETAUSCHER**

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**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung ist auf Wärmetauscher und insbesondere auf Hochdruckwärmetauscher gerichtet.

**[0002]** Bekanntlich wird die Abgabe von Kältemitteln in die Atmosphäre als eine Hauptursache für die Verringerung der Ozonschicht angesehen. Während Kältemittel wie beispielsweise HFC's sicherlich umweltfreundlicher sind als Kältemittel wie beispielsweise CFC's, welche sie ersetzt haben, sind sie nichtsdestotrotz unerwünscht in der Hinsicht, dass sie zu dem so genannten Treibhauseffekt beitragen können.

**[0003]** Die US-Patente 5,408,843 und 5,520,015 beschreiben einen mit Flüssigkeit gekühlten Kondensator, welcher in einem Airconditioning-System eines Fahrzeugs verwendet wird. Das Kältemittel wird durch den Kondensator von der Dampfphase in die flüssige Phase kondensiert, um es zu einem Verdampfer zu bringen, wo es verdampft wird, um Kühlung für einige Teile des Fahrzeugs bereitzustellen.

**[0004]** Im Hinblick auf die oben genannten Dokumente stellt das US-Patent 5,875,837 einen weiteren flüssigkeitsgekühlten Zweiphasenwärmetauscher bereit, welcher eine Mehrzahl von plattenartigen abgeflachten Röhren aufweist, welche in einer Seite-an-Seite-Beziehung beabstandet sind, und eine Mehrzahl von abgeflachten Serpentinröhren in einer Seite-an-Seite-Beziehung, wobei jede der Serpentinröhren Enden aufweist und eine Mehrzahl von im Allgemeinen parallelen, geraden Durchgängen, welche zwischen den Enden der Serpentinröhren angeordnet sind.

**[0005]** Sowohl CFC's als auch HFC's wurden weitläufig in Fahrzeuganwendungen verwendet, in denen Gewicht und Volumen wesentliche Faktoren sind. Wenn ein Wärmetauscher in einem Fahrzeug-Airconditioningsystem zu schwer ist, wird die Brennstoffwirtschaftlichkeit des Fahrzeugs ungünstig. Auf ähnliche Weise wird, wenn es zu voluminös ist, nicht nur ein Gewichtsnachteil auftreten, sondern das Design des Wärmetauschers kann den Designer des Fahrzeugs davon abhalten, ein aerodynamisch günstigeres Design zu erreichen, welches ebenfalls die Brennstoffwirtschaftlichkeit verbessern würde.

**[0006]** Das Auslaufen von Kältemittel in die Atmosphäre tritt bei Fahrzeug-Airconditioningsystemen auf, weil der Kompressor nicht hermetisch abgedichtet werden kann wie in stationären Systemen und typischerweise einen Drehantrieb über einen Gurt oder ähnliches von dem Motor des Fahrzeugs benötigt. Konsequenterweise ist es wünschenswert, ein Kälte-

mittelsystem zur Benutzung in Fahrzeuganwendungen bereitzustellen, wobei jegliches Kältemittel, welches in die Atmosphäre gelangt, nicht so potentiell umweltschädlich ist und wobei die Systemkomponenten klein und leichtgewichtig bleiben, um nicht nachteilige Konsequenzen für die Brennstoffwirtschaftlichkeit zu haben.

**[0007]** Diese Gesichtspunkte haben dazu geführt, dass transkritische CO<sub>2</sub>-Systeme für eine Benutzung in Fahrzeuganwendungen in Betracht gezogen wurden. Zum einen könnte das CO<sub>2</sub>, welches als ein Kältemittel in solchen Systemen verwendet wird, von Anfang an aus der Atmosphäre entnommen werden, mit dem Ergebnis, dass falls es aus dem System, in welchem es verwendet wurde, zurück in die Atmosphäre auslaufen würde, es keinen Nettozuwachs des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre gäbe. Des Weiteren greift, während CO<sub>2</sub> vom Standpunkt des Treibhauseffekts unerwünscht ist, dieses nicht die Ozonschicht an und würde keinen Zuwachs des Treibhauseffekts bewirken, weil es keine Zunahme des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre als Ergebnis eines Auslaufens gäbe.

**[0008]** Allerdings gehen mit transkritischen Systemen typischerweise hohe Drücke auf der Kältemittel-seite einher und deshalb müssen Wärmetauscher, welche in solchen Systemen verwendet werden, in der Lage sein, solchen Drücken zu widerstehen, vorzugsweise (insbesondere in Fahrzeugsystemen) ohne signifikant die Größe und das Gewicht zu erhöhen.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung ist drauf gerichtet, eines oder mehrere der oben erläuterten Probleme zu lösen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0010]** In einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Wärmetauscher bereitgestellt, welcher Kältemittelinlass und -auslasskopfteile aufweist, zumindest eine Serpentinmehrkanal- bzw. Serpentinmultiportröhre, einen Fluidwärmetauschereinlass und einen Fluidwärmetauscherauslass und zumindest drei Plattenbaugruppenfluidpfade. Die Serpentinröhre definiert eine Mehrzahl von Röhrendurchgängen mit einer Röhrenbiegung zwischen benachbarten Röhrendurchgängen, mit einem Einlassende an einem Röhrendurchgang zur Aufnahme von Kältemittel von dem Kältemittelinlasskopfteil und einem Auslassende an einem anderen Röhrendurchgang zum Ableiten von Kältemittel in den Kältemittelauslasskopfteil. Jeder der Fluidpfade der Plattenbaugruppe umfasst ein Paar von beabstandeten Platten, welche zusammen befestigt sind an ihren Kanten, um einen umschlossenen Raum zu definieren, mit einem Fluideinlass auf der einen Seite des Raums und einem Fluidauslass auf der anderen Seite des Raums. Der Fluideinlass eines ersten Fluidpfads der Platten-

baugruppe empfängt Fluid von dem Fluidwärmetauschereinlass und eine Platte des ersten Fluidpfads der Plattenbaugruppe ist gegen den einen Röhrendurchgang der ersten Röhre positioniert. Der Fluidauslass des zweiten Fluidpfads der Plattenbaugruppe gibt Fluid an den Fluidwärmetauscherauslass ab, und eine Platte des zweiten Fluidpfads der Plattenbaugruppe ist gegen den anderen Röhrendurchgang der ersten Röhre positioniert.

**[0011]** Ein dritter Fluidpfad der Plattenbaugruppe ist zwischen den Röhrendurchgängen und der ersten Röhre positioniert.

**[0012]** In einer Ausführungsform dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung wird eine zweite Serpentinmultiportröhre im Allgemeinen ausgerichtet mit und hinter der ersten Röhre, wobei die eine Platte des ersten Fluidpfads der Plattenanordnung gegen den Einlassröhrendurchgang der zweiten Röhre positioniert ist, und wobei die eine Platte des zweiten Fluidpfads der Plattenanordnung gegen den Auslassröhrendurchgang der zweiten Röhre positioniert ist, und wobei der dritte Fluidpfad der Plattenbaugruppe zwischen den Röhrendurchgängen der zweiten Röhre positioniert ist.

**[0013]** In einer anderen Ausführungsform dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung können die Fluidpfade quer zu den Röhrendurchgängen fließen, und zwar im Wesentlichen in derselben Richtung wie der Kältemittelfluss in benachbarten Röhrendurchgängen oder im Wesentlichen in der entgegengesetzten Richtung.

**[0014]** In anderen Ausführungsformen, können Turbulenzelemente in dem umschlossenen Raum zwischen dem Fluideinlass und dem Fluidauslass vorgesehen sein. Außerdem kann das Kältemittel CO<sub>2</sub> sein.

**[0015]** In einer anderen Ausführungsform kann der Wärmetauscher in allen transkritischen Kühlsystemen verwendet werden.

**[0016]** In einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Wärmetauscher bereitgestellt, welcher erste und zweite Fluidpfade für erste und zweite Fluide umfasst. Der erste Pfad umfasst eine mehrkanalige Serpentinröhre, welche eine Mehrzahl von Röhrendurchgängen mit Röhrenbiegungen in der Größenordnung von 180° zwischen benachbarten beabstandeten Röhrendurchgängen definiert. Der zweite Fluidpfad umfasst eine Mehrzahl von Plattenwärmetauschersätzen, wobei jeder Plattenwärmetauschersatz zwei Plattenwärmetauscher umfasst, von denen jeder durch ein Paar von beabstandeten Platten definiert wird, welche zusammen befestigt sind an ihren Kanten, um einen umschlossenen Raum zu definieren. Die ersten und zweiten Flu-

idpfade sind verschachtelt mit jedem Röhrendurchgang umfassend die Plattenwärmetauscher von einem der Plattenwärmetauschersätze, welche gegen entgegengesetzte Seiten des Röhrendurchgangs angeordnet ist.

**[0017]** In einer Ausführungsform dieses Aspekts der Erfindung weist einer der Röhrendurchläufe einen Einlass zum Aufnehmen des ersten Fluids von einem Einlasskopfteil auf und ein anderer der Röhrendurchläufe weist einen Auslass zum Ableiten des ersten Fluids zu einem Auslasskopfteil auf und einer der Plattenwärmetauschersätze weist einen Einlass zum Aufnehmen des zweiten Fluids von einem Fluidwärmetauschereinlass auf und ein anderer der Plattenwärmetauschersätze weist einen Auslass zum Ableiten des zweiten Fluids zu einem Fluidwärmetauscherauslass auf. Bei dieser Ausführungsform kann der eine der Plattenwärmetauschersätze einen Auslass zum Ableiten des zweiten Fluids zu einem Einlass des anderen der Plattenwärmetauschersätze aufweisen. Zusätzlich kann einer der Plattenwärmetauschersätze gegen eine Seite des anderen Röhrendurchgangs angeordnet werden und der andere der Plattenwärmetauschersätze kann gegen eine Seite dieses einen Röhrendurchgangs angeordnet werden.

**[0018]** In noch anderen Ausführungsformen können Turbulenzelemente bereitgestellt werden in dem umschlossenen Raum zwischen dem Fluideinlass und dem Fluidauslass, wobei die Plattenwärmetauscher „drawn cup“-Wärmetauscher sein können und/oder das erste Fluid ein Kältemittel sein kann, einschließlich CO<sub>2</sub>.

**[0019]** In anderen Ausführungsformen dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung können die Plattenwärmetauscher Einlässe und Auslässe aufweisen, welche so angeordnet sind, dass das zweite Fluid quer zu den Röhrendurchgängen durch die Plattenwärmetauscher fließt, in im Wesentlichen derselben Richtung in die das erste Fluid in benachbarten Röhrendurchgängen fließt oder in im Wesentlichen der entgegengesetzten Richtung.

**[0020]** In einer anderen Ausführungsform dieses Aspekts der Erfindung kann der Wärmetauscher in einem transkritischen Kühlsystem verwendet werden.

**[0021]** In noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Wärmetauscher bereitgestellt, welcher Kältemiteleinlass und -auslasskopfteile aufweist, erste und zweite Serpentinmultiportröhren, einen Fluidwärmetauschereinlass, einen Fluidwärmetauscherauslass und erste, zweite, dritte und vierte Plattenwärmetauscher. Jede Multiportröhre definiert eine Mehrzahl von Röhrendurchgängen mit einer Röhrenbiegung zwischen benachbarten Röhren-

durchgängen, wobei die Röhrendurchgänge der zweiten Röhre im Wesentlichen mit den Röhrendurchgängen der ersten Röhre ausgerichtet sind. Jede Röhre weist auch ein Einlassende an einem Röhrendurchgang zum Aufnehmen von Kältemittel von dem Kältemittelinlasskopfteil auf und ein Auslassende an einem anderen Röhrendurchgang zum Ableiten von Kältemittel in den Kältemittelauslasskopfteil. Jeder Plattenwärmetauscher umfasst ein Paar beabstandeter Platten, welche zusammen an ihren Kanten befestigt sind, um einen umschlossenen Raum mit einem Fluideinlass auf der einen Seite des Raums und einem Fluidauslass auf der anderen Seite des Raums zu definieren. Der Fluideinlass der ersten und zweiten Plattenwärmetauscher nimmt ein Fluid von dem Fluidwärmetauschereinlass auf, und der Fluidauslass des dritten und vierten Plattenwärmetauschers leitet Fluid zu dem Fluidwärmetauscherauslass ab. Eine Platte des ersten Plattenwärmetauschers wird gegen eine Seite des einen Röhrendurchgangs der ersten und zweiten Röhren positioniert und eine Platte des zweiten Plattenwärmetauschers wird gegen die andere Seite des einen Röhrendurchgangs von den ersten und zweiten Röhren positioniert. Eine Platte des dritten Plattenwärmetauschers wird gegen eine Seite des anderen Röhrendurchgangs von den ersten und zweiten Röhren positioniert und eine Platte des vierten Plattenwärmetauschers wird gegen die andere Seite des anderen Röhrendurchgangs der ersten und zweiten Röhren positioniert.

**[0022]** In einer Ausführungsform dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung wird ein Fluidauslass für die ersten und zweiten Plattenwärmetauscher im Allgemeinen am entgegen gesetzten Ende des einen Röhrendurchgangs von dem ersten und zweiten Plattenwärmetauscherfluideinlass angeordnet, und ein Fluideinlass zu dem dritten und vierten Plattenwärmetauscher wird im Allgemeinen an dem entgegen gesetzten Ende des anderen Röhrendurchgangs von dem dritten und vierten Plattenwärmetauscherfluidauslass angeordnet. In dieser Ausführungsform kann der Fluidfluss des Plattenwärmetauschers im Wesentlichen gleich gerichtet sein oder im Wesentlichen in der entgegen gesetzten Richtung, wenn das Kältemittel in den Röhrendurchgängen zwischen den Plattenwärmetauschern fließt. Alternativ können die Röhrendurchgänge von beiden Röhren zwischen den Fluideinlässen und -auslässen der zugehörigen Plattenwärmetauscher angeordnet sein, wobei das Fluid in den Plattenwärmetauschern in einer Richtung fließt, welche im Wesentlichen quer ist zu der Richtung des Kältemittelflusses in den Röhrendurchgängen.

**[0023]** Zuvor beschriebene Ausführungsformen der anderen Aspekte der Erfindung können auch mit diesem Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet werden, wie beispielsweise „drawn cup“-Wärmetau-

scher, Turbulenzelemente in den Räumen, welche von dem Plattenwärmetauscher umschlossen werden, CO<sub>2</sub>-Kältemittel und die Verwendung in einem transkritischen Kühlsystem.

**[0024]** In noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Wärmetauscher bereitgestellt, welcher einen Kältemittelpfad umfasst, welcher eine Multiportserpentinröhre umfasst, welche eine Mehrzahl von Röhrendurchgängen mit Röhrenbiegungen dazwischen definiert und einen Fluidpfad, welcher eine Mehrzahl von Plattenwärmetauschern umfasst. Jeder Plattenwärmetauscher umfasst ein Paar von Plattenelementen, welche jeweils einen Rand um sich herum aufweisen, wobei die Ränder zusammen befestigbar sind, um einen Raum zwischen den Plattenelementen einzuschließen, mit einem Einlass durch zumindest eines der Plattenelemente und einem Auslass durch zumindest eines der Plattenelemente. Die Plattenelemente sind im Wesentlichen identisch, außer dass ausgewählte Plattenelemente sowohl einen Einlass als auch einen Auslass aufweisen und die Plattenelemente sind gestapelt, um einen ausgewählten Fluidpfad zu definieren, wobei die Röhrendurchgänge der Serpentinröhre verschachtelt sind zwischen den Plattenwärmetauschern, wobei zumindest ein Plattenelement eines Plattenwärmetauschers gegen jede Seite der Röhrendurchgänge angeordnet ist.

**[0025]** In einer Ausführungsform dieses Aspekts der Erfindung sind die Einlässe und Auslässe der Plattenelemente selektiv ausgerichtet, um einen selektiven Fluidpfad bereitzustellen.

**[0026]** In einer weiteren Form dieses Aspekts der Erfindung wird an jedem Einlass und Auslass ein Flansch bereitgestellt, wobei der Flansch von dem zugehörigen Plattenelement um im Wesentlichen die halbe Dicke der Röhre abgehoben wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0027]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Endansicht eines Kreuzstromwärmetauschers, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert;

**[0028]** [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#), wobei der obere Plattenwärmetauscher entfernt wurde;

**[0029]** [Fig. 3](#) ist eine schematische Endansicht eines Gegenstromwärmetauschers, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert;

**[0030]** [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht der Ausführungsform aus [Fig. 3](#), wobei der obere Plattenwärmetauscher entfernt wurde;

**[0031]** [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht eines

Gegenstromwärmetauschers in Übereinstimmung mit den [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#);

[0032] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Explosions- und teilweise weggebrochene Ansicht eines Kreuzstromwärmetauschers;

[0033] [Fig. 7](#) ist eine perspektivische Ansicht des Wärmetauschers gemäß [Fig. 6](#); und

[0034] [Fig. 8](#) ist eine Explosionsansicht von Platten des „drawn cup“-Typs, welche in Wärmetauschern verwendet werden können, welche die vorliegende Erfindung verkörpern.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0035] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) illustrieren schematisch eine Ausführungsform eines Wärmetauschers **10**, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert. Der dargestellte Wärmetauscher **10** umfasst drei geeignete Serpentinmehrfachkanal- bzw. Serpentinmultiportröhren **12**, **14**, **16**, von denen jede ein Einlassende **20** zur Aufnahme von Hochdruckkältemittel von einer Quelle (z. B. Einlasskopfröhre **22**) aufweist und ein Auslassende **24** zum Ableiten von Hochdruckkältemittel zu einem Empfänger (z. B. Auslasskopfröhre **26**).

[0036] Multiportröhren **12**, **14**, **16** sind mittlerweile im Stand der Technik wohlbekannt und umfassen Stegelemente, welche sich zwischen den Seiten der Röhren **12**, **14**, **16** erstrecken, um Stabilität gegen inneren Druck bereitzustellen und um des Weiteren bei der Wärmeübertragung des Kältemittels an die Röhrenwände behilflich zu sein. Solche Röhren **12**, **14**, **16** können Mikrokanalröhren sein, deren hydraulischer Durchmesser in Übereinstimmung mit Auslegungserfordernissen variiert werden kann. Es sollte gewürdigt werden, dass in Abhängigkeit von der geforderten Wärmetauschkapazität mehr oder weniger als drei solcher Röhren innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, wobei eine größere Anzahl an Röhren (und Kanälen) weniger Druckabfall zur Folge hat, aber auch potentiell in unerwünschter Weise das Gewicht, die Größe und auch die Kosten des Wärmetauschers ansteigen lässt.

[0037] Die Serpentinröhren **12**, **14**, **16** umfassen jeweils fünf 180°-Biegungen zwischen sechs separaten beabstandeten und parallelen Röhrendurchgängen **30**, wobei die Röhrendurchgänge **30** der drei Röhren **12**, **14**, **16** im Allgemeinen miteinander ausgerichtet sind. Es sollte gewürdigt werden, dass jedoch die Serpentinröhren **30** mehr oder weniger als die dargestellten sechs Röhrendurchgänge **30** aufweisen können.

[0038] Zwischen den Röhrendurchgängen **30** ist eine Mehrzahl von Wärmetauschern des Plattentyps **40**, **41**, **42**, **43**, **44**, **45**, **46** verschachtelt oder geschichtet, wobei sieben solcher Wärmetauscher **40** bis **46** in den Ausführungsformen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) gezeigt werden. Wie weiterhin nachstehend beschrieben wird, sind die Plattenwärmetauscher **40** bis **46** jeweils aus einem Paar von Platten geformt, welche um ihre Kanten herum befestigt sind, um einen umschlossenen Raum dazwischen zu bilden, wobei jeder Plattenwärmetauscher **40** bis **46** sowohl einen Einlass als auch einen Auslass für ein Fluid (z. B. Wasser oder Motorkühlmittel) darin aufweist, wobei der Wärmetausch zwischen dem Kältemittel und dem Fluid erwünscht ist. In einer bevorzugten Ausführungsform können geeignete Turbulenzelemente (welche weiter unten diskutiert werden) bereitgestellt werden in dem umschlossenen Raum, um die Fließcharakteristika des Fluids durch diesen hindurch zu verstärken und auch um dem Plattenwärmetauscher Stabilität zu verleihen. Solche Turbulenzelemente können aus einem separaten Turbulator (z. B. einer versetzten Streifenrippe) bestehen oder sie können ein integraler Teil der Platten des Wärmetauschers sein, wie beispielsweise Rippen, welche in die Platten hineingepresst wurden. Wenn der Plattenwärmetauscher mittels Hartlötens hergestellt wird, kann das Turbulenzelement beispielsweise Stabilität bereitstellen, indem die entgegen gesetzten Platten zusammen an Punkten befestigt werden, die nicht deren Kanten sind.

[0039] Die Platten des Plattenwärmetauschers **40** bis **46** sind geeigneter Weise gegen die Wände auf entgegen gesetzten Seiten des benachbarten Röhrendurchgangs **30** der Serpentinröhren **12**, **14**, **16** angeordnet, wodurch ein effektiver Wärmeübertragungskontakt zwischen ihnen entsteht.

[0040] Ein Wärmetauscherfluideinlass **150** wird an einer Ecke des Untersten der dargestellten Plattenwärmetauscher **40** bereitgestellt, und ein Wärmetauscherfluidauslass **52** wird an einer Ecke des Obersten der dargestellten Plattenwärmetauscher **46** bereitgestellt. Obwohl nicht in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) gezeigt, wird es erkannt werden, dass:

- a. Auslässe von Plattenwärmetauschern **41**, **43**, **45** jeweils an Einlässen für Plattenwärmetauscher **42**, **44**, **46** befestigt werden können in Reihe mit dem Wärmetauscherfluideinlass **50** und
- b. Auslässe von Plattenwärmetauschern **40**, **42**, **44** jeweils an Einlässen für Plattenwärmetauscher **41**, **43**, **45** befestigt werden können, in Reihe mit dem Wärmetauscherfluidauslass **52**.

[0041] Mit einer solchen Konfiguration wird erkannt werden, dass ein Fluss des Fluids über die drei Serpentinröhren **12**, **14**, **16** in jedem Plattenwärmetauscher **40** bis **46** (d. h. entweder im Allgemeinen von unten rechts bis oben links oder von oben links bis

unten rechts gemäß [Fig. 2](#)) auftreten wird. Des Weiteren wird der Fluss zwischen dem Wärmetauscherfluideinlass **50** und dem Wärmetauscherfluidauslass **52** im Allgemeinen in serpentinartiger Weise von unten nach oben in [Fig. 1](#) sein (d. h. zusätzlich zu dem Kreuzstrom zwischen oben und unten in [Fig. 2](#), wird ein Strom auch [wie in [Fig. 1](#) gezeigt] von rechts nach links in dem Plattenwärmetauscher **40** auftreten, dann nach oben zu dem Plattenwärmetauscher **41**, dann von links nach rechts in dem Plattenwärmetauscher **41**, anschließend nach oben zu dem Plattenwärmetauscher **42**, etc. bis er von rechts nach links in den Plattenwärmetauscher **46** zu dem Wärmetauscherfluidauslass **52** fließt).

**[0042]** Wie dargestellt, verwendet auch der Wärmetauscher **10** Gegenstrom, wobei der Wärmetauscherfluideinlass **50** zusammen mit dem Plattenwärmetauscher **40** neben dem Röhrendurchgang **30** angeordnet ist, welcher das Auslassende **24** aufweist und der Wärmetauscherfluidauslass **52** ist zusammen mit dem Plattenwärmetauscher **46** neben dem Röhrendurchgang **30** angeordnet, welcher das Einlassende **20** aufweist. Es sollte jedoch gewürdigt werden, dass die Einlässe und Auslässe vertauscht werden können, wenn es für die Anwendung günstig ist, wobei der Wärmetauscherfluideinlass zusammen mit einem Plattenwärmetauscher neben dem Röhrendurchgang mit dem Einlassende angeordnet ist und wobei der Wärmetauscherfluidauslass zusammen mit einem Plattenwärmetauscher neben dem Röhrendurchgang mit dem Auslassende angeordnet ist.

**[0043]** Die [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#) illustrieren schematisch eine andere Ausführungsform des Wärmetauschers **16**, welcher die vorliegende Erfindung umfasst. Bei dem dargestellten Wärmetauscher **60** ist eine einzige geeignete Serpentinmultiportröhre **62** vorgesehen, welche zwei parallele Röhrendurchgänge **64**, **66** aufweist, welche durch eine 180°-Biegung verbunden sind. Ein Röhrendurchgang **66** weist ein Einlassende **70** zur Aufnahme von Hochdruckkältemitteln auf von einer Quelle (z. B. Einlasskopfröhre **72**) und der andere Röhrendurchgang weist ein Auslassende **74** zum Ableiten von Hochdruckkältemittel an einen Empfänger (z. B. Auslasskopfröhre **76**) auf.

**[0044]** Wie im Zusammenhang mit der ersten beschriebenen Ausführungsform erläutert, sollte es verstanden werden, dass mehr als eine Röhre **62** verwendet werden könnte innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung, abhängig von den Anforderungen der beabsichtigten Anwendung. Es sollte auch gewürdigt werden, dass die Serpentinröhre **62** mehr als die dargestellten zwei Röhrendurchgänge **64**, **66** aufweisen könnte.

**[0045]** Zwei Sätze von Plattenwärmetauschern **80**, **82** werden bereitgestellt, jeweils einer für jeden der Röhrendurchgänge **64**, **66**. Jeder Plattenwärmetau-

schersatz **80**, **82** umfasst jeweils zwei Plattenwärmetauscher **84**, **86** und **88**, **90**, welche gegen entgegengesetzte Seiten der zugehörigen Röhrendurchgänge **64**, **66** angeordnet sind.

**[0046]** Vorzugsweise wird eine Lücke zwischen gegenüber liegenden Plattenoberflächen der inneren zwei Plattenwärmetauscher **86**, **88** bereitgestellt.

**[0047]** Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, ist ein Wärmetauscherfluideinlass **94** an einer Ecke des oberen Satzes von Plattenwärmetauschern **80** vorgesehen und ein Wärmetauscherfluidauslass **96** ist an einer Ecke des anderen Satzes von Plattenwärmetauschern **82** vorgesehen. Der Einlass **94** und der Auslass **96** können wie in [Fig. 4](#) dargestellt ausgerichtet werden, wobei der Einlass **94** und der Auslass **96** beide in dem gleichen Kopfteil sind, aber geeignet getrennt durch ein Blech in dem Kopfteil wie es im Stand der Technik bekannt ist. Ein Umlenkkopfteil **98** wird bereitgestellt an den entgegen gesetzten Enden von dem Einlass **94** und dem Auslass **96**, wobei solch ein Umlenkkopfteil **98** geeignet mit den Plattenwärmetauschern **84**, **86**, **88**, **90** der zwei Sätze von Plattenwärmetauschern **80**, **82** verbunden ist, so dass Fluid von einem Satz **80** zu dem anderen Satz **82** fließt.

**[0048]** Es sollte daher nun verstanden werden, dass ein Gegenstrom von Fluid in den Plattenwärmetauschern auftreten wird, wodurch (in der Ausrichtung wie in [Fig. 3](#) dargestellt):

1. Fluid von links nach rechts fließen wird in den Plattenwärmetauschern **84**, **86**, welche gegen entgegen gesetzte Seiten des Röhrendurchgangs **64** (in dem Kältemittel von rechts nach links fließt) angeordnet sind;
2. Fluid wird aus den Plattenwärmetauschern **84**, **86** heraus fließen und anschließend das Umlenkkopfteil **98** herunter in die Plattenwärmetauscher **88**, **90**; und
3. Fluid wird von rechts nach links in den Plattenwärmetauschern **88**, **90** fließen, welche gegen entgegen gesetzte Seiten des Röhrendurchgangs **66** (in dem Kältemittel von links nach rechts fließt) angeordnet sind.

**[0049]** Es sollte jedoch, wie im Zusammenhang mit der zuvor beschriebenen Ausführungsform erläutert, auch gewürdigt werden, dass es innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung läge, alternativ den Wärmetauscherfluideinlass mit dem Satz von Plattenwärmetauschern neben dem Röhrendurchgang mit dem Einlassende vorzusehen, wobei der Wärmetauscherfluidauslass zusammen mit dem Satz von Plattenwärmetauschern neben dem Röhrendurchgang mit dem Auslassende angeordnet ist.

**[0050]** [Fig. 5](#) veranschaulicht einen Gegenstromwärmetauscher in Übereinstimmung mit der schematischen Darstellung der [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#).

[0051] Die [Fig. 6](#) bis [Fig. 7](#) veranschaulichen noch eine weitere Ausführungsform eines Wärmetauschers **110**, welcher die vorliegende Erfindung ähnlich den Ausführungsformen gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) verkörpert, außer dass alle Plattenwärmetauscher **112, 114, 116, 118, 120, 122, 124** zusammen in die gleiche Richtung fließen, wobei jeder ausgerichtete Einlässe und Auslässe an gegenüber liegenden Ecken aufweist, welche jeweils mit dem Fluidwärmetauschereinlass **130** und dem Fluidwärmetauscher-auslass **132** verbunden sind.

[0052] Insbesondere der Wärmetauscher **110** umfasst drei Serpentinröhren **134, 136, 138**, welche sich zwischen den Auslass- und Einlasskopfteilen **140, 142** erstrecken (im Allgemeinen sollte, obwohl spezifische Einlässe und Auslässe in den Beschreibungen gezeigt werden, verstanden werden, dass die Tatsache, welcher Kanal der Einlass und welcher der Auslass ist, vertauscht werden könnte in Abhängigkeit von der Anwendung). Wie die in [Fig. 1](#) illustrierte Ausführungsform, weisen die Röhren **134** bis **138** sechs Röhrendurchgänge auf, welche zwischen den sieben Plattenwärmetauschern **112** bis **124** verschachtelt sind.

[0053] Die Bleche **126, 148** (welche teilweise in der Aufrissansicht der Kopfteile **140, 142** in [Fig. 6](#) zu sehen sind) können in den Auslass- und Einlasskopfteilen **140, 142** bereitgestellt werden, um einen sequentiellen Fluss durch die Röhren **134** bis **138** bereitzustellen. Insbesondere wird Fluid, welches in das Einlasskopfteil **142** (unten links in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 7](#)) eintritt, blockiert werden durch das dortige Blech **146**, so dass alles zu der ersten Serpentinröhre **134** geleitet wird. Das Fluid tritt von der ersten Serpentinröhre **134** aus in das Auslasskopfteil **140** und anschließend in die zweite Serpentinröhre **136** (das Blech **148** blockiert den Strom zu der dritten Serpentinröhre **138**). Das Fluid tritt dann von der zweiten Serpentinröhre **136** aus in das Einlasskopfteil **142** und anschließend in die dritte Serpentinröhre **138**. Schließlich tritt das Fluid aus der dritten Serpentinröhre **138** aus in das Auslasskopfteil **140** (vorne rechts oben in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 7](#)), von welchem es von dem Wärmetauscher **110** abgeleitet wird.

[0054] Wenn ein solcher sequentieller Fluss durch die Röhren **134** bis **138** nicht gewünscht ist, können die Bleche **146, 148** eliminiert werden.

[0055] In der offenbarten Ausführungsform sind die Plattenröhrenwärmetauscher **112** bis **124** jeweils aus zwei beabstandeten Platten **150** geformt, welche auf geeignete Weise an einer umschließenden Seitenwand **152** befestigt sind. Ein Turbulator **156** ist zwischen den beabstandeten Platten **150** befestigt. Die Einlass- und Auslassöffnungen **162, 164** sind an gegenüber liegenden Ecken der Platten **150** bereitgestellt. Es sollte verstanden werden, dass obwohl die

offenbarte Ausführungsform solche Öffnungen an entgegen gesetzten Ecken aufweist, es innerhalb des Rahmens der Erfindung läge, wenn in jeder der offenbarten Ausführungsformen die Einlässe und die Auslässe anderswo gelegen wären, inklusive z. B. der Mitte des Plattenwärmetauschereines.

[0056] Beabstandungseinlässe **166** werden zwischen den Plattenwärmetauschern **112** bis **124** an den Enden bereitgestellt, wobei die Einsätze **166** Öffnungen **168** durch diese hindurch aufweisen, welche ausgerichtet sind mit den Plattenöffnungen **162, 164**. Die Einsätze **166** weisen vorzugsweise eine Dicke auf, welche im Wesentlichen gleich ist zu der Dicke der Serpentinröhren **134** bis **138**, wobei es den Einsätzen **166** gestattet wird, sicher an den Plattenwärmetauschern abgedichtet zu werden, wobei sie an entgegen gesetzten Seiten davon aufliegen (Bereitstellen eines auslauffreien Fluidpfads zwischen den Öffnungen der benachbarten Plattenwärmetauscher **112** bis **124**) während ebenfalls den Plattenwärmetauschern **112** bis **124** gestattet wird, sicher an den Röhren **134** bis **138** anzuliegen um einen gewünschten Wärmeübergang zwischen ihnen zu ermöglichen. Zusätzliche mittlere Einsätze **170**, welche auch eine Dicke aufweisen, welche im Wesentlichen gleich ist zu der Dicke der Serpentinröhren **134** bis **138**, können ebenfalls bereitgestellt werden zur Unterstützung zwischen den Röhren **134** bis **138**.

[0057] Es sollte daher im Zusammenhang mit der Ausführungsform gemäß den [Fig. 6](#) bis [Fig. 7](#) insbesondere gewürdigt werden, dass Wärmetauscher, welche in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, vorteilhaft auf eine modulare Weise hergestellt werden können. Jeder Plattenwärmetauscher **112** bis **124** ist identisch zu den anderen und alle Platten **150** der Plattenwärmetauscher **112** bis **124** sind identisch mit den anderen Platten **150**. Die Einsätze **166** sind ebenfalls dieselben. Daher kann eine Röhre zu jeder gewünschten Größe gebogen werden (d. h. mit einer ausgewählten Anzahl von Röhrendurchgängen) und die notwendige Anzahl von identischen Plattenwärmetauschern **112** bis **124** kann wie erforderlich verwendet werden basierend auf der ausgewählten Anzahl von Röhrendurchgängen (z. B. in einer Kreuzstromstruktur wie in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 7](#), wobei die Anzahl der Plattenwärmetauscher um 1 größer ist als die Anzahl der Röhrendurchgänge).

[0058] Es sollte verstanden werden, dass Gegenstrom ebenso leicht in einer ähnlichen modularen Weise bereitgestellt werden könnte. Beispielsweise könnte jede Platte mit lediglich einer Öffnung durch sie hindurch ausgestattet werden, wobei die Platten abwechselnd gedreht werden, um Einlässe und Auslässe an entgegen gesetzten Ecken bereitzustellen. Alternativ könnten Platten mit zwei Öffnungen, wie beispielsweise in [Fig. 6](#) gezeigt, verwendet werden,

wobei einige Einsätze ohne Öffnungen dadurch vorgesehen werden, wobei solche Einsätze verwendet werden, um eine Öffnung in einer der Platten **150** zu schließen, durch die ein Fluidfluss nicht erwünscht ist.

**[0059]** [Fig. 8](#) illustriert noch eine andere Konfiguration der Platten **180**, **182**, welche verwendet werden kann beim Herstellen von Plattenwärmetauschern, welche anwendbar sind in der vorliegenden Erfindung, mit einem Rand **184**, welcher integral gebildet wird um das Plattenelement **186** herum, wobei die Ränder **184** auf geeignete Weise zusammen befestigt sind entlang ihrer Länge, um den eingeschlossenen Raum innerhalb des Plattenwärmetauschers zu definieren.

**[0060]** Seitliche Flansche **190**, **192** können auf den Platten **180**, **182** bereitgestellt werden, wobei jeder Flansch **190**, **192** eine Öffnung **194** aufweist und einen Vorsprung **196**, **198**, welcher sich in die entgegen gesetzte Richtung von dem Plattenelement **186** von den Rändern **184** erstreckt.

**[0061]** Die Platten **180**, **182** können wie dargestellt gestapelt werden, mit nach oben liegenden Vorsprüngen **196**, **198**, welche verbunden sind, um einen Fluidpfad zwischen den Plattenwärmetauschern zu definieren (und die Vorsprünge **196**, **198** sind vorzugsweise um einen kombinierten Betrag angehoben, welcher der Dicke der Serpentinröhren entspricht, welche damit verwendet werden, um eine akkurate Beabstandung bereitzustellen, in welcher die Platten **186** gegen die Wand der benachbarten Röhren angeordnet werden).

**[0062]** Wenn sie in einem Stanzverfahren hergestellt werden, sollte verstanden werden, dass die Rohlinge, welche in einem solchen Verfahren verwendet werden, identisch sein können für die verschiedenen Platten **180**, **182**, wobei die Stanzrichtung lediglich zum Bilden der zwei verschiedenen Platten **180**, **182** unterschiedlich ist.

**[0063]** Wie in den anderen beschriebenen Ausführungsformen sollte es gewürdigt werden, dass Platten, welche das Konzept von den Platten verkörpern, welche in [Fig. 8](#) offenbart sind, leicht für andere Konfigurationen modifiziert werden könnten. Beispielsweise weisen die Platten **180**, **182**, welche in [Fig. 8](#) gezeigt werden, alle Öffnungen **194** durch beide Flansche **190**, **192** auf. Mit solch einer Struktur wird es einen reinen Kreuzstrom geben mit ausgerichteten Fluideingängen an einem Ende und ausgerichteten Fluidausgängen an dem anderen Ende, so dass das Fluid (d. h. nicht in einer serpentinartigen Weise vor und zurück) in allen Plattenwärmetauschern parallel fließen wird und zwar im Wesentlichen in der gleichen Weise wie der Fluidfluss in der Ausführungsform gemäß den [Fig. 6](#) bis [Fig. 7](#). Alternativ können

die Vorsprünge **196**, **198** ohne eine Öffnung bereitgestellt werden, um keinen Fluidfluss dadurch zu dem benachbarten Plattenwärmetauscher zu gestatten, wobei ein ausgewählter Fluidfluss des Serpentinertyps bereitgestellt werden könnte. Dies könnte durch ein Blockieren von ausgewählten Öffnungen **194** erreicht werden, um den gewünschten Fluss bereitzustellen, beispielsweise durch Hinzufügen eines Blockiermittels über der Öffnung, oder, wenn die Öffnungen in einem Stanzverfahren geformt werden, durch nicht-stanzen von Öffnungen in ausgewählte Platten **180**, **182**. Noch weitere Variationen könnten problemlos innerhalb des Rahmens der Erfindung verwendet werden, wobei immer noch die wesentlichen Vorteile der modularen Herstellung beibehalten werden, welche zuvor offenbart wurden.

**[0064]** Natürlich sollte es verstanden werden, dass Platten des Typs wie er in [Fig. 8](#) dargestellt wird, problemlos angepasst werden könnten für eine Verwendung mit einer Struktur des Gegenstromtyps wie sie in [Fig. 5](#) gezeigt wird. Insbesondere könnten vier der Platten **180**, **182** auf der linken Seite in [Fig. 8](#) verwendet werden, um zwei Plattenwärmetauscher auf entgegen gesetzten Seiten eines Röhrendurchgangs herzustellen und die anderen vier Platten **180**, **182** (auf der rechten Seite in [Fig. 8](#)) könnten verwendet werden, um zwei Plattenwärmetauscher auf gegenüber liegenden Seiten des zweiten Röhrendurchgangs herzustellen. Die Vorsprünge (identifiziert in [Fig. 8](#) als **186'** und **198'**), welche ansonsten zusammen befestigt würden zwischen den zwei mittleren Plattenelementen, würden lediglich auf geeignete Weise blockiert, um einen Fluss zwischen ihnen zu verhindern, um einen Fluss bereitzustellen wie er in der Ausführungsform gemäß [Fig. 5](#) auftritt (die Vorsprünge, welche blockiert werden sollen, sind in [Fig. 8](#) verborgen). Die Vorsprünge an beiden Enden der mittleren Plattenelemente (identifiziert in [Fig. 8](#) als **196'**) können hinsichtlich der Höhe angepasst werden und/oder einer oder mehrere geeignete Beabstander können bereitgestellt werden, wenn die mittlere Lücke zwischen ihren Plattenwärmetauschern anders sein soll als die anderen Lücken, welche zwischen den Plattenwärmetauschern für die Röhrendurchgänge bereitgestellt werden.

**[0065]** Es sollte gewürdigt werden, dass die Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung insbesondere geeignet sind für eine Herstellung des modularen Typs, was eine leichte und relativ kostengünstige Herstellung von solchen Wärmetauschern für verschiedene Anwendungen gestattet, in denen verschiedene Anzahlen von Röhren und/oder Röhrendurchgängen benötigt werden könnten. Des Weiteren können solche kompakten und leichtgewichtigen Auslegungen in einer einzigen Lötoperation bereitgestellt werden, wobei während einer solchen Operation ein konstanter Druck über den gesamten Wärmetauscher angewandt wird.

**[0066]** Des Weiteren kann das Fluid, welches in solchen Wärmetauschern verwendet wird, bereits enthalten sein ohne die Notwendigkeit einer umgebenden Hülse, wobei ein solches Fluid vorteilhafterweise verteilt wird für eine gute Wärmeübertragung aufgrund z. B. der kurzen Kopfteillängen, welche mit solchen Wärmetauschern möglich sind. Das Kältemittel wird vorteilhafterweise auch in der Struktur verteilt werden, wobei die Struktur auch in der Lage sein wird, mit hohen Kältemitteldrücken fertig zu werden (z. B. in transkritischen CO<sub>2</sub>-Systemen können typische Berstdrücke bis zu 276 Bar (4000 psi) bei einer Verwendung als Wärmequelle betragen und bis 414 Bar (6000 psi) bei einer Verwendung als Wärmesenke).

**[0067]** Des Weiteren kann, wenn Turbulatoren verwendet werden, deren Höhe leicht variiert werden, um der Fluidseite ein Oberflächengebiet zu geben, welches für die spezielle Anwendung, in der der Wärmetauscher verwendet werden soll erforderlich ist.

**[0068]** Es sollte auch gewürdigt werden, dass während die obige Beschreibung allgemein in Zusammenhang mit transkritischen Kältesystemen gemacht wurde, die vorliegende Erfindung auch vorteilhaft in einer breiten Vielzahl von Wärmetauscheranwendungen verwendet werden kann.

**[0069]** Noch weitere Aspekte, Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung können beim Studium der Beschreibung, der Zeichnungen und der beigefügten Ansprüche abgeleitet werden. Es sollte jedoch verstanden werden, dass die vorliegende Erfindung in alternativen Ausführungsformen verwendet werden könnte, in denen nicht alle Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung und bevorzugten Ausführungsformen, wie oben beschrieben, erhalten würden.

### Patentansprüche

1. Ein Wärmetauscher (10), welcher aufweist: Kältemiteleinlass und -auslasskopfteile (22, 26); zumindest eine erste Serpentinmultiportröhre (12), welche eine Mehrzahl von Röhrendurchgängen (30) definiert mit einer Röhrenbiegung zwischen benachbarten Röhrendurchgängen (30), wobei die erste Röhre aufweist: ein Einlassende (20) an einem Röhrendurchgang (30) zum Aufnehmen von Kältemittel von dem Kältemiteleinlasskopfteil (22), und ein Auslassende (24) an einem anderen Röhrendurchgang (30) zum Ableiten von Kältemittel in den Kältemittelauslasskopfteil (26); einen Fluidwärmetauschereinlass (50) und einen Fluidwärmetauscherauslass (52); gekennzeichnet durch zumindest drei Plattenbaugruppenfluidpfade (40, 41, 42, 43, 44, 45, 46),

wobei jeder ein Paar von beabstandeten Platten umfasst, welche an ihren Rändern miteinander befestigt sind, um einen umschlossenen Raum mit einem Fluideinlass auf der einen Seite des Raums und einem Fluidauslass auf der anderen Seite des Raums zu bilden,

wobei der Fluideinlass eines ersten der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) Fluid aufnimmt von dem Fluidwärmetauschereinlass (50), und eine Platte des ersten der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) gegen einen Röhrendurchgang (30) der ersten Röhre (12) positioniert ist,

wobei der Fluidauslass eines zweiten der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) Fluid ableitet zu dem Fluidwärmetauscherauslass (52) und eine Platte des zweiten der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) gegen den anderen Röhrendurchgang (30) der ersten Röhre (12) positioniert ist, und

wobei ein dritter der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) zwischen den Röhrendurchgängen (30) der ersten Röhre (12) positioniert ist.

2. Der Wärmetauscher (10) gemäß Anspruch 1 weiterhin aufweisend:

eine zweite Serpentinmultiportröhre (14), welche eine zweite Mehrzahl von Röhrendurchgängen (30) definiert mit einer Röhrenbiegung zwischen benachbarten Röhrendurchgängen, wobei die zweite Röhre (14) im Allgemeinen mit und hinter der ersten Röhre ausgerichtet ist und wobei diese aufweist:

ein Einlassende (20) an einem Röhrendurchgang (30) zum Aufnehmen von Kältemittel von dem Kältemiteleinlasskopfteil (22), und ein Auslassende (24) an einem anderen Röhrendurchgang (30) zum Ableiten von Kältemittel in den Kältemittelauslasskopfteil (26);

wobei die eine Platte des ersten der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) gegen den einen Röhrendurchgang (30) der zweiten Röhre (14) positioniert ist, wobei die eine Platte des zweiten der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) gegen den anderen Röhrendurchgang (30) der zweiten Röhre (14) positioniert ist und wobei der Dritte der Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) zwischen den Röhrendurchgängen (30) der zweiten Röhre (14) positioniert ist.

3. Der Wärmetauscher (10) gemäß Anspruch 2, weiterhin aufweisend ein erstes Kopfteil, welches verbunden ist mit dem Einlassende (20) der ersten Serpentinmultiportröhre (12) und dem Auslassende (24) der zweiten Serpentinmultiportröhre (14); und ein Blech, welches das angeschlossene Einlassende (20) der ersten Serpentinmultiportröhre (12) trennt von dem angeschlossenen Auslassende (24) der zweiten Serpentinmultiportröhre (14).

4. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei die Plattenbaugruppenfluidpfade (40 bis 46) quer zu den Röhrendurchgängen (30) strö-

men.

5. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei in jedem der Plattenbaugruppenfluidpfade (**40** bis **46**) das Fluid im Wesentlichen in die gleiche Richtung strömt wie das Kältemittel in der Röhre strömt, welche gegen die eine Platte des Fluidpfads positioniert ist.

6. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei in jedem der Plattenbaugruppenfluidpfade (**40** bis **46**) das Fluid im Wesentlichen in die entgegengesetzte Richtung strömt wie das Kältemittel in der Röhre strömt, welche gegen eine Platte des Fluidpfads positioniert ist.

7. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, weiterhin aufweisend Turbulenzelemente in dem umschlossenen Raum zwischen dem Fluideinlass und dem Fluidauslass.

8. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei das Kälte  $\text{CO}_2$  ist.

9. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei jeder der Plattenbaugruppenfluidpfade (**40** bis **46**) einen Fluideinlass umfasst und einen Fluidauslass, welche im Allgemeinen an entgegengesetzten Enden des Röhrendurchgangs (**30**) angeordnet sind.

10. Der Wärmetauscher gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei jeder der Plattenbaugruppenfluidpfade (**40** bis **46**) einen Fluideinlass und einen Fluidauslass umfasst, welche im Allgemeinen an entgegengesetzten Seiten des Röhrendurchgangs (**30**) angeordnet sind.

11. Ein transkritisches Kühlsystem, welches den Wärmetauscher (**10**) gemäß den Ansprüchen 1 oder 2 umfasst.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

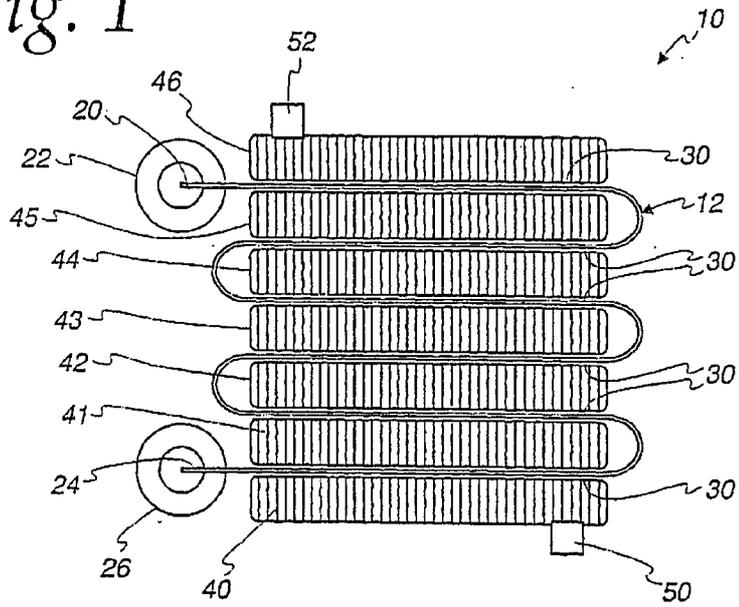


Fig. 2

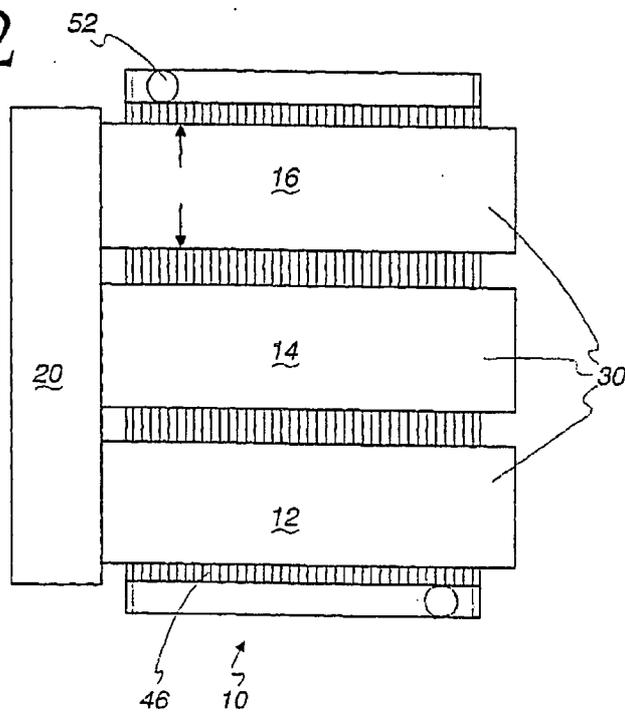


Fig. 3

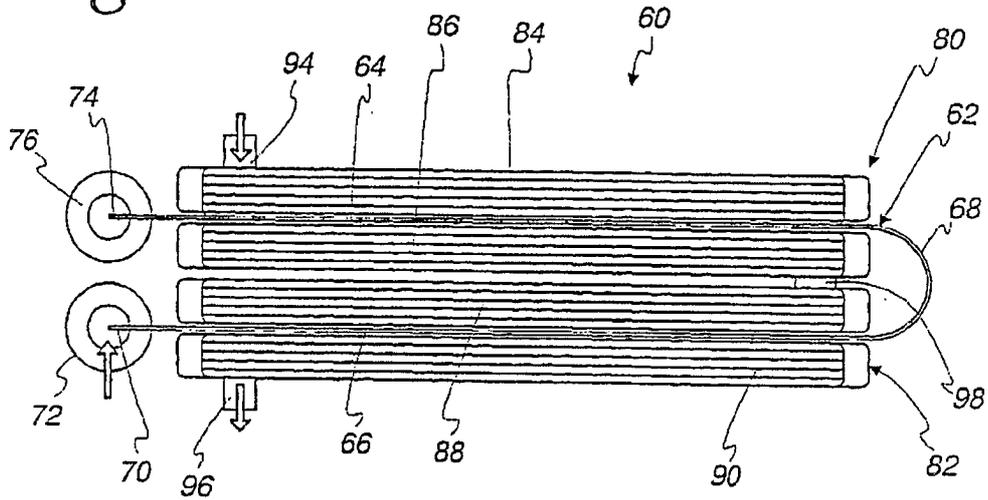
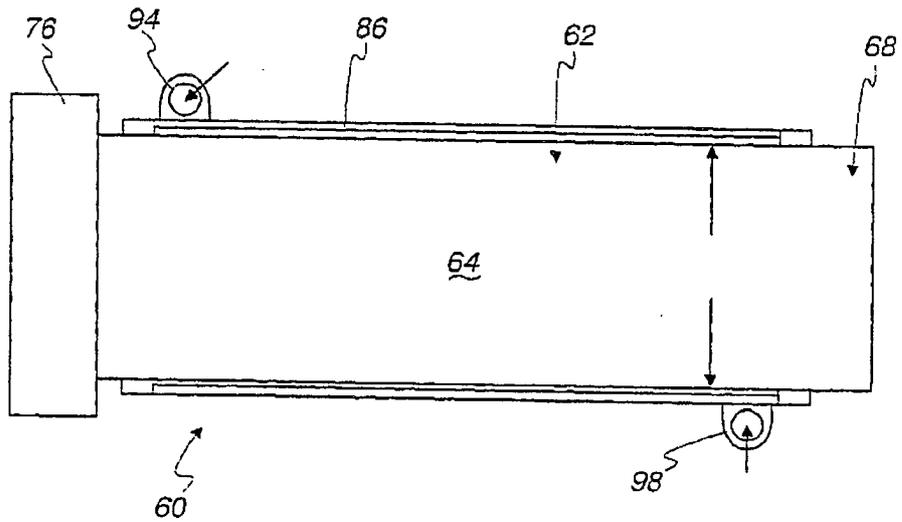


Fig. 4



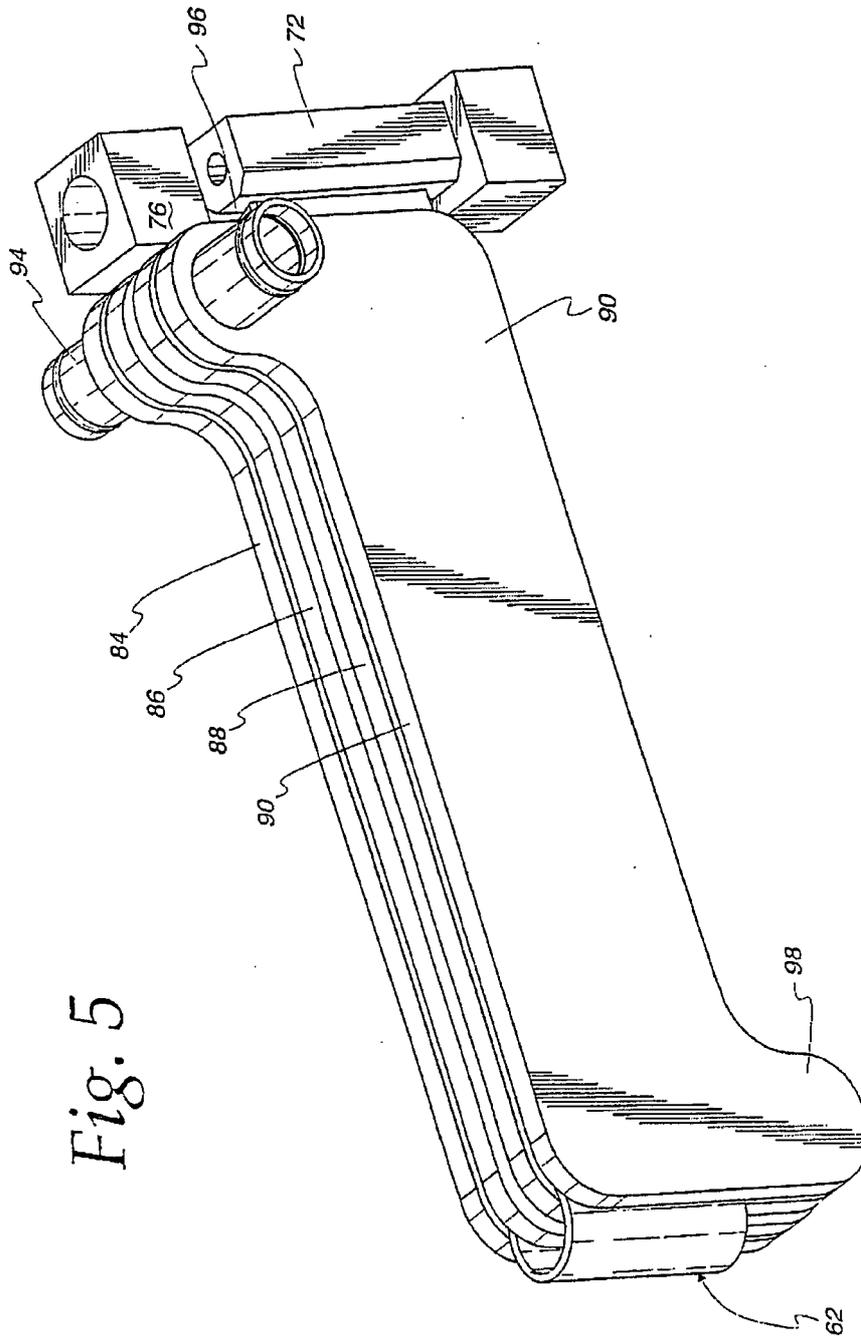


Fig. 5



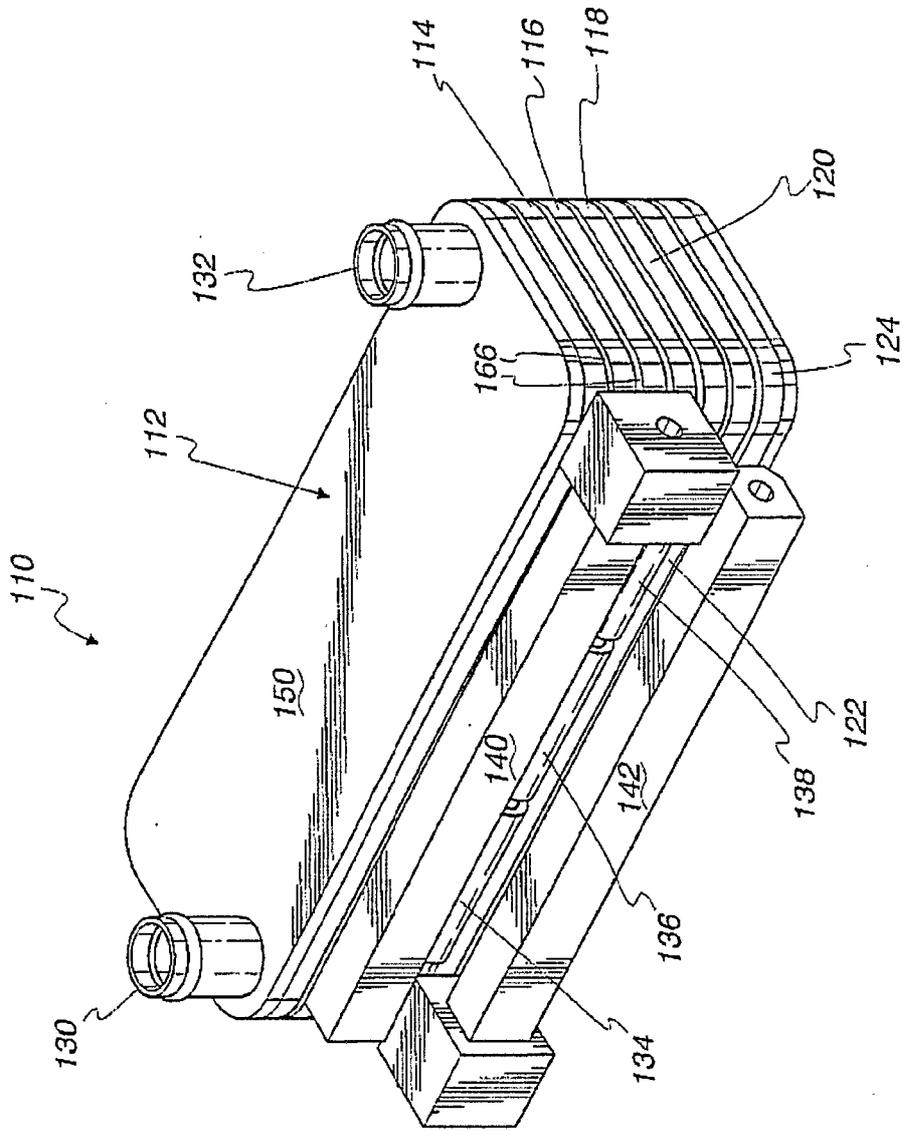


Fig. 7

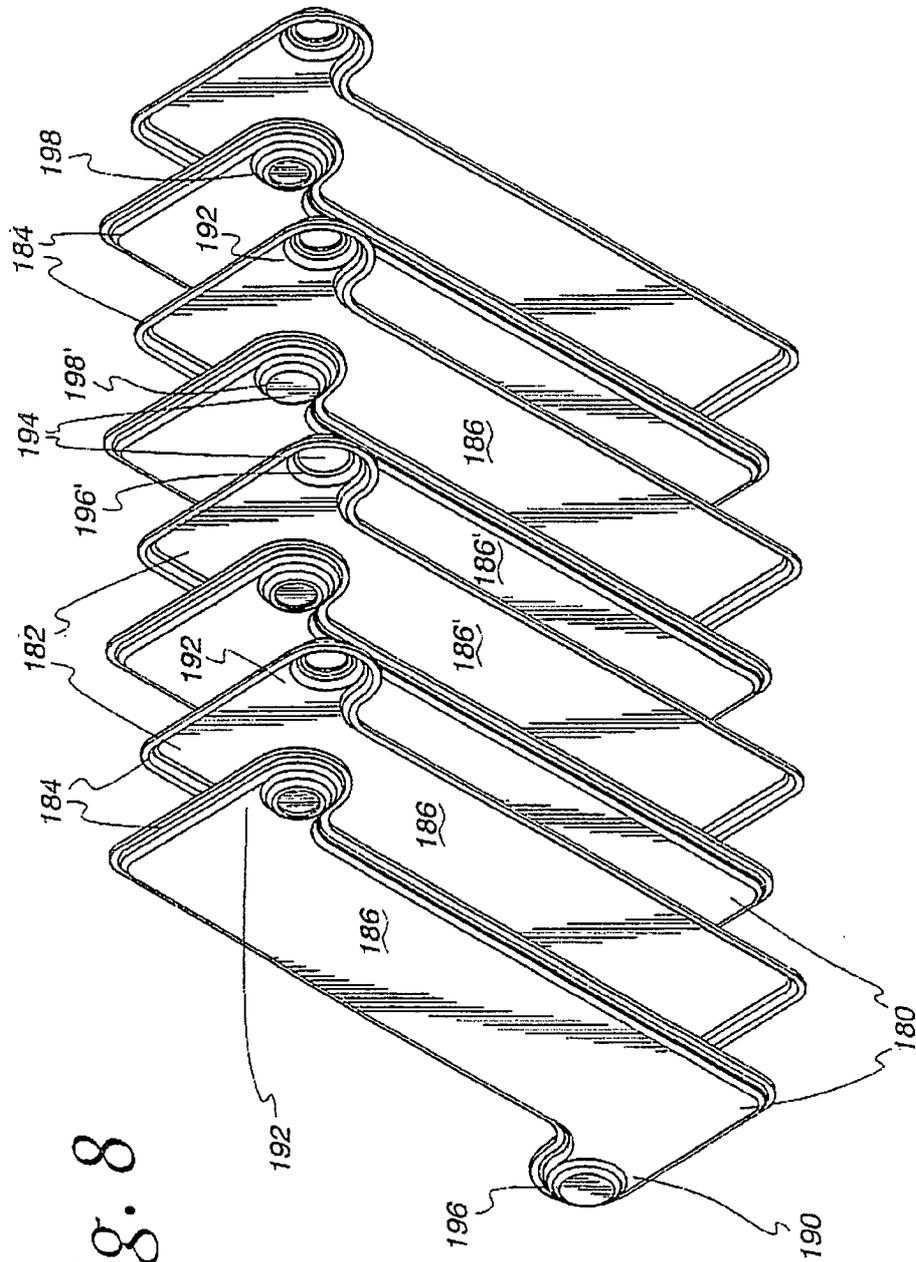


Fig. 8