



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.06.2003 Patentblatt 2003/26**

(51) Int Cl.7: **F28D 1/047, F28F 9/02**

(21) Anmeldenummer: **02020114.1**

(22) Anmeldetag: **07.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **26.07.2002 DE 10234319**  
**02.10.2001 DE 10149754**  
**25.03.2002 DE 10213193**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Demuth, Walter**  
**70839 Gerlingen (DE)**

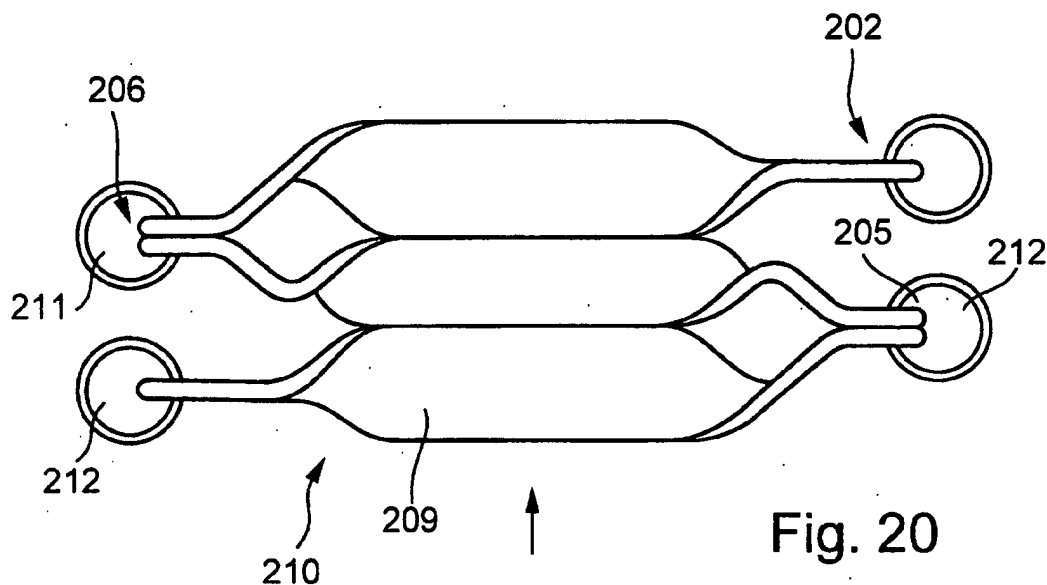
- **Geiger, Wolfgang**  
**71642 Ludwigsburg (DE)**
- **Kotsch, Martin**  
**71634 Ludwigsburg (DE)**
- **Krauss, Hans-Joachim**  
**70567 Stuttgart (DE)**
- **Mittelstrass, Hagen**  
**71149 Bondorf (DE)**
- **Staffa, Karl-Heinz**  
**70567 Stuttgart (DE)**
- **Walter, Christoph**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter: **Grauel, Andreas, Dr. et al**  
**BEHR GmbH & Co., Intellectual Property,**  
**Mauserstrasse 3**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(54) **Flachrohr-Wärmeübertrager sowie Herstellungsverfahren hierfür**

(57) Die Erfindung betrifft einen Flachrohr-Wärmeübertrager mit mindestens einem Sammelrohr (211; 221) und einer Mehrzahl von Flachrohr-Elementen (7; 11; 101; 209), die mit dem Sammelrohr (211; 221) ver-

bunden sind, wobei jedes Flachrohrelement (7; 11; 101; 209) mindestens einen Torsionsbereich aufweist, wobei zwei benachbart angeordnete Flachrohr-Elemente (7; 11; 101; 209) miteinander stoffschlüssig verbunden sind, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.



**Fig. 20**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Flachrohr-Wärmeübertrager, insbesondere für eine Heizungs- oder Klimaanlage für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Flachrohr-Wärmeübertragers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 22.

**[0002]** In den älteren deutschen Patentanmeldungen 100 49 256.8 und 101 05 201.2 sind verschiedene Flachrohr-Wärmeübertrager, insbesondere in Serpentinbauweise, mit Flachrohranschlussstrukturen beschrieben, bei denen zwei Serpentin-Flachrohre mit flachseitig gegeneinander anliegenden Enden in ein jeweiliges Sammelrohr münden, um ein Kältemittel parallel in die Flachrohre hinein und aus den Flachrohren heraus zu leiten. Des weiteren sind dort Beispiele von Serpentin-Wärmeübertragerblöcken gezeigt, bei denen je zwei benachbarte Mehrkanal-Serpentinflachrohre mit flachseitig gegeneinander anliegenden Endabschnitten in ein Umlenkrohrstück münden. Mit ihrem anderen Ende münden die Serpentinflachrohre in ein quergeteiltes Sammelrohrstück, dessen eine Hälfte als Verteiler zur Einspeisung des Kältemittels in einen Teil der Kanäle jedes Flachrohrs und dessen andere Hälfte als Sammler fungiert, in den die anderen Kanäle jedes Flachrohrs münden. In den Umlenkrohrstücken wird daher das Kältemittel in Blocktiefenrichtung von den einen in die anderen Kanäle des jeweiligen Flachrohrs umgelenkt. Zur Herstellung dieser Strukturen zum Anschluss je zweier benachbarter Serpentin-Flachrohre an ein Sammelrohrstück oder Umlenkrohrstück werden die beiden Serpentin-Flachrohre als separate Bauteile vorgefertigt, mit je einem geradlinigen Flachrohrendteil flachseitig aneinandergelegt und mit den aneinandergelegten Enden in das Sammel- bzw. Umlenkrohrstück eingefügt und dichtgelötet. Derartige Flachrohr-Wärmeübertrager lassen, insbesondere in Hinblick auf die Herstellungskosten, noch Wünsche offen.

**[0003]** Die EP 0 414 433 offenbart einen Duplex-Wärmeübertrager, der einen Kältemitteldurchfluss im Kreuzgegenstrom ermöglicht, indem er aus zwei hintereinander angeordneten flachen Wärmeübertragern, im folgenden als Blöcke bezeichnet, mit jeweils zwei Sammelrohren, die über eine Vielzahl von Flachrohren miteinander verbunden sind, besteht. Die beiden Blöcke sind mittels Flansch und O-Ring-Abdichtungen miteinander verbunden, wofür sie getrennt aufgebaut, gespannt, gelötet und nach dem Löten miteinander verbunden werden müssen. Ein derartiger Duplex-Wärmeübertrager aus zwei Blöcken ist mit einer Vielzahl von Einzelteilen und einem relativ hohen Herstellungsaufwand verbunden, so dass die Herstellung teuer ist.

**[0004]** Es ist Aufgabe der Erfindung einen Flachrohr-Wärmeübertrager der eingangs genannten Art zu verbessern.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Flachrohr-Wärmeübertrager mit den Merkmalen des An-

spruchs 1.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird ein Flachrohr-Wärmeübertrager, insbesondere für eine Heizungs- oder Klimaanlage für ein Kraftfahrzeug, mit einer Mehrzahl von Flachrohr-Elementen und mindestens zwei mit den Flachrohr-Elementen verbundenen Sammelrohren zur Verfügung gestellt, wobei jeweils zwei Flachrohr-Elemente miteinander stoffschlüssig verbunden sind. Dies reduziert die Zahl der Einzelteile und vereinfacht den Zusammenbau. Dabei kann ein erfindungsgemäßer Flachrohr-Wärmeübertrager sowohl als Gaskühler als auch als Verdampfer verwendet werden

**[0007]** Die Flachrohr-Elemente weisen vorzugsweise zwei Torsionsbereiche auf. Eine derartige Ausgestaltung ermöglicht eine einfache Herstellung wobei die einzelnen Flachrohr-Elemente in sich stabil sind und sich dadurch gut verarbeiten lassen. Der Todraum lässt sich dadurch reduzieren, dass je ein Torsionsbereich jedes Flachrohr-Elements benachbart zu je einem der Sammelrohre angeordnet ist.

**[0008]** Vorzugsweise sind die Flachrohr-Elemente um jeweils 90° tordiert, insbesondere in gegenläufiger Richtung, was fertigungstechnische Vorteile bietet. Alternativ kann auch eine Torsion in gleicher Richtung vorgesehen sein, so dass bei zwei 90°-Drehungen eine 180°-Drehung des Kältemittels über die gesamte Breite des Flachrohr-Wärmeübertragers erfolgt.

**[0009]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Flachrohr-Elemente derart zwischen den Sammelrohren angeordnet und über die Sammelrohre miteinander verbunden, dass sie im Gegenstrombetrieb durchströmbar sind, wobei in den Sammelrohren Trennwände angeordnet sein können, so dass innerhalb eines Blocks von zwischen zwei Sammelrohren angeordneten Flachrohr-Elementen eine Unterteilung möglich ist, und bspw. zwei Blöcke von Sammelrohr-Flachrohr-Elemente-Anordnungen hintereinander angeordnet sind.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Sammelrohr durch einen zu einer Rinne geformten Blechstreifen gebildet, dessen Ränder im wesentlichen parallel zu einer Längsmittlebene der Rinne verlaufen und einen offenen Spalt bilden, der zur Aufnahme der freien Enden der Flachrohre dient. Dabei können die Ränder einen konstanten Abstand oder einen wiederholten parallelen Versatz (Durchzüge) haben. Diese Ausgestaltung ermöglicht es, in einfacher Weise ohne irgendeine spanabhebende Bearbeitung, Flachrohre untereinander durch das Sammelrohr zu verbinden, wobei die zum Spalt geformten Ränder für den Lötvorgang geeignete Anlageflächen an den Flachrohrenden bilden.

**[0011]** Vorzugsweise kann hierbei der Blechstreifen auf seiner Innen- und/oder Außenseite lotplattiert sein, wenn er, worauf noch eingegangen wird, aus einem Flachmaterial geformt wird. Diese Ausgestaltung bietet dann auch die Möglichkeit, den Lötvorgang zu vereinfachen.

**[0012]** In Weiterbildung können die Ränder des Blechstreifens nach außen divergieren und so eine Einführschräge für die Flachrohre bilden, welche den Montagevorgang sehr erleichtert. Der Querschnitt der Rinne kann in besonders einfacher Weise einem Omega entsprechen. Es ergibt sich ein stabiler Querschnitt, der sich auch besonders einfach für das Einsetzen der Flachrohrenden eignet. Dabei kann der geschlossene Bereich der Rinne mit Einschnitten zum Einsetzen von Trenn- oder Abschlusswänden versehen sein und ebenso mit Öffnungen, die als Zu- oder Abflussöffnung für das Medium dienen können.

**[0013]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Abschlusswand mit einem Schlitz vorgesehen, in den ein oder mehrere Flachrohre ragen.

**[0014]** Möglich ist es aber auch, die vorzusehenden Trenn- oder Abschlusswände mit Aussparungen zu versehen, die dem Querschnitt der Rinne, vorzugsweise also dem Omegaquerschnitt, entsprechen und sich in Längsrichtung auf die Rinnen aufschieben lassen, so dass die Anordnung von Einschnitten, die gegebenenfalls nachträglich in dem Sammelrohr vorgesehen werden müssen, nicht notwendig ist, und die gleichzeitig den Raum zwischen Rippen und Zufuhrrohren gegen Fehlluft versperren. Es wird später aber auch noch gezeigt werden, dass solche Einschnitte oder Öffnungen auch schon vor der Umformung des Blechstreifens zu seiner Rinnenform durch Einstanzen eingebracht werden können, so dass auch dann eine spanende Bearbeitung nicht erforderlich ist.

**[0015]** In Weiterbildung können die Flachrohre mit um 90° verdrehten Enden in den Spalt eingesetzt werden, wobei die verdrehten Enden mehrerer Flachrohre im Inneren der Rinne unmittelbar aneinander anliegen und so den Abstand der einzelnen Flachrohre festlegen. Gleichzeitig kann aber auch der Abstand des verdrehten Außenteiles der Flachrohre vom freien Ende jeweils so gewählt sein, dass der verdrehte Teil unmittelbar als Anschlag an den den Spalt bildenden Rändern dienen kann. Auch in Richtung zur Achse der Rinne wird auf diese Weise eine Ausrichtung der Flachrohre möglich, ohne dass gesonderte Maßnahmen getroffen werden müssen. Alternativ können die verdrehten Enden der Flachrohre beabstandet voneinander sein. In diesem Fall liegt nicht ein durchgehender Spalt vor, sondern es sind Durchzüge vorgesehen.

**[0016]** Wie vorher schon angedeutet, ist es besonders vorteilhaft, zur Herstellung des Sammelrohrs ein Verfahren vorzusehen, bei dem als Ausgangsmaterial ein mindestens auf einer Seite lotplattierter flacher Blechstreifen vorgesehen ist, der mit der lotplattierten Seite nach innen zu der Rinne umgebogen wird, deren Ränder mindestens an einer Stelle einen Abstand zueinander haben, der einem auf die Stärke von einzuschiebenden Flachrohren abgestimmten Spalt bildet. Eine solche Herstellung ermöglicht es auch in einfacher Weise, in dem zunächst noch flachen Blechstreifen Einstanzen vorzusehen, welche nach dem Umformen

eines solchen Blechstreifens zu seiner Endform, was beispielsweise in einem Mehrstufen- oder Folgeverbundpressenwerkzeug geschehen kann, die Einschnitte zum Einsetzen der Trenn- oder Abschlusswände oder auch der Zu- und Abflussöffnungen für das Medium bilden. Die Ausgestaltung kann im übrigen auch so getroffen werden, dass nach dem Einsetzen der freien Flachrohrenden in den Spalt zwischen den Rändern die spätere Lötstelle einen gewissen Abstand zum Flachrohrende aufweist, so dass dadurch vermieden wird, dass durch Kapillarkräfte Lot in die Flachrohrkanäle läuft. Bei der Herstellung kann vor dem Lötvorgang zur Dichtlötung zwischen die Flachrohre auch noch eine Lötfolie oder ein dünnes lotbeschichtetes Blech eingelegt werden.

**[0017]** Bei einem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren wird vorgesehen, dass ein Flachrohr am Flachrohr-Anfang, an einer ersten Stelle, welche vom Flachrohr-Anfang um die Länge (L1) beabstandet ist, an einer zweiten Stelle, welche vom Flachrohr-Anfang um die Länge (L2) beabstandet ist, und am Flachrohr-Ende um jeweils 90° verdreht wird, und das Flachrohr in seiner Mitte mit einer Sollrisslinie versehen und derart gebogen wird, dass beide Hälften des Flachrohres in einem Endbereich flächig aufeinander zu liegen kommen, wobei die Wandung des Flachrohres zumindest teilweise, d.h. am Außenradius, aufreißt.

**[0018]** In einer Weiterbildung der Erfindung werden die beiden Bogenhälften beim Umfangvorgang geradegebogen und zusammengedrückt, bis sie sich berührend aneinander liegen. Das direkte gegeneinander Anliegen der beiden Endabschnitte mit ihrem Flachseiten wirkt formstabilisierend und raumsparend, insbesondere minimiert diese Maßnahme die Breite bzw. Höhe des Einsteckschlitzes am Anschlussraumbauteil auf allenfalls geringfügig mehr als die doppelte Dicke bzw. Höhe des Flachrohres.

**[0019]** Da die beiden über den zusammengedrückten und außenseitig aufgerissenen Bogen in das Anschlussraumteil mündenden Flachrohrteile bogeninnenseitig einstückig miteinander in Verbindung bleiben, ist die Handhabung beim Aufbauen und Zusammenfügen dieser Flachrohranschlussstruktur im Vergleich zur Handhabung zweier separater Flachrohrteile vereinfacht. Ein weiterer Vorteil dieses Herstellungsverfahrens besteht darin, dass das Öffnen des Rohrbogens am Außenradius spanlos erfolgt, so dass keine unerwünschten Späne in den Kältemittelkreislauf gelangen können bzw. eine Entfernung von Spänen entfallen kann. Zudem stellt dieses Herstellungsverfahren sehr einfach eine Anschlagbegrenzung für die Einstecktiefe der in das Anschlussraumteil eingesteckten Flachrohrteile zur Verfügung, indem der sich verbreiternde Übergang vom zusammengedrückten Bogen zu den beiden anschließenden Flachrohrabschnitten als Anschlag für das aufgebrachte Anschlussraumteil verwendet werden kann, d.h. die Länge des zusammengedrückten Bogenbereichs wird kleiner gewählt als die Abmessung des

Anschlussraumbauteils in der Flachrohreinsteckrichtung.

**[0020]** In einer Weiterbildung der Erfindung wird als Anschlussraumbauteil ein Sammelrohr verwendet, das einen gemeinsamen, vorzugsweise über die gesamte Sammelrohrlänge durchgehenden Längsschlitz zum Einstecken mehrerer nebeneinanderliegender Paare von aneinanderliegenden Flachrohrteil-Endabschnitten aufweist, was das Aufbauen und Zusammenfügen der Flachrohranschlussstruktur und eines diese verwendenden, gesamten Wärmeübertrager-Flachrohrblocks weiter erleichtert. Alternativ kann ein Sammelrohr mit Durchzügen verwendet werden. Zudem ist ein Sammelrohr mit gemeinsamem Längsschlitz für die darin einzufügenden Flachrohrstücke einfacher zu fertigen als ein Sammelrohr mit je einem Einsteckschlitz für jedes Flachrohrteil. Außerdem müssen bei Verwendung eines gemeinsamen und erst recht eines durchgehenden Sammelrohr-Längsschlitzes keine so genauen Fertigungstoleranzen eingehalten werden wie im Fall von einzelnen Einsteckschlitz für je zwei mit flachseitig benachbarten Endabschnitten einzusteckenden Flachrohrteile.

**[0021]** In einer Weiterbildung der Erfindung wird vor Durchführen des Umformvorgangs Lotmaterial in den Bogeninnenbereich eingelegt, z.B. in Form eines Lotblechs oder einer Lotfolie. Das Lotmaterial wird beim Umformvorgang durch das Zusammendrücken des Bogens von den Bogenteilen fixiert und steht dann in diesem Bereich zum Dichtlöten während eines anschließenden Lötvorgangs zur Verfügung.

**[0022]** Eine Weiterbildung der Erfindung hat den Vorteil, dass während des Prozessschrittes zum Einbringen der Sollrislinie gleichzeitig und damit ohne signifikanten Mehraufwand Lotflusstoppriellen eingebracht werden, mit denen ein Wegfließen von Lot aus dem Bereich der Fugestelle gestoppt oder jedenfalls vermindert werden kann.

**[0023]** Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen und Varianten hierzu in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teil eines zur Herstellung eines Sammelrohrs vorgesehenen flachen Blechstreifen,

Fig. 2 einen Abschnitt des aus dem Blechstreifen durch Umbiegen gebildeten Sammelrohres,

Fig. 3 das durch eingesetzte Trennwände in einen Zu- und in einen Abführabschnitt unterteilte Sammelrohr,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Sammelrohrendes im noch nicht verschlossenen Zustand mit einem eingesetzten Sammelrohr,

Fig. 5

Fig. 6

5

10 Fig. 7

Fig. 8

15

Fig. 9

20

Fig. 10

25

Fig. 11

30

Fig. 12

35

Fig. 13

Fig. 14

45

Fig. 15

50

Fig. 16

Fig. 17

55

Fig. 18

eine Darstellung ähnlich Fig. 4, jedoch mit einer eingesetzten Trennwand,

eine Darstellung ähnlich Fig. 4, jedoch mit mehreren eingesetzten Flachrohren, deren Enden um 90° gegenüber den anderen Abschnitten verdreht sind,

einen schematischen Längsschnitt durch einen Wärmeübertrager nach Fig. 6 mit eingesetzten Flachrohren,

ein Sammelrohr ähnlich Fig. 4, jedoch mit einem Omegaquerschnitt zur Bildung einer Einführschräge,

eine schematische Seitenansicht eines Teiles eines Wärmeübertragers, bei dem ein Sammelrohrquerschnitt nach Fig. 8 vorgesehen ist,

die Ansicht eines der als Abschlusswand vorgesehenen Bleche der Fig. 9,

eine Trennwand ähnlich Fig. 10, jedoch mit mehreren Aussparungen zur Nebeneinanderanordnung mehrerer Sammelrohre,

ein Ausführungsbeispiel eines Wärmeübertragers mit mehreren nebeneinander liegenden Sammelrohren und einer Rohrausbildung in Serpentinform,

eine ausschnittsweise Seitenansicht eines umgebogenen Flachrohrrohlings während des Einbringens einer Sollrislinie am Bogenaußenradius,

eine Draufsicht auf den Flachrohrbogen entlang des Pfeils II von Fig. 13,

eine schematische Seitenansicht des Flachrohrrohlings nach Einbringen der Sollrislinie und Verbringen in ein Umformwerkzeug,

die Ansicht von Fig. 15 nach Durchführung des Umformvorgangs,

eine Draufsicht auf den Flachrohrbogen entsprechend Fig. 14, jedoch nach beendetem Umformvorgang,

eine Seitenansicht der durch Aufbringen eines Sammelrohrs auf den um-

- geformten Flachrohrbogen fertiggestellten Flachrohranschlussstruktur,
- Fig. 19A-19D einzelne Schritte zur Herstellung eines Flachrohres für einen erfindungsgemäßen Flachrohr-Wärmeübertrager,
- Fig. 20 einen Flachrohr-Wärmeübertrager in Form eines Gaskühlers, und
- Fig. 21 einen Gaskühler gemäß einer Variante des Ausführungsbeispiels.

**[0024]** In der Fig. 1 ist ein Stück eines flachen Blechstreifens 1' gezeigt, der zur Herstellung eines Sammelrohres nach der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist. Dieser Blechstreifen 1' ist mit einer schlitzförmigen Ausstanzung 2 und mit einer runden ebenfalls ausgestanzten Öffnung 3 versehen. Der Blechstreifen 1' ist auf der vom Betrachter abgewandten Unterseite in nicht näher dargestellter Weise lotplattiert.

**[0025]** Er wird im Sinn der Pfeile 4 umgebogen und in die Form nach Fig. 2 gebracht, wo er in eine nach unten offene Rinne 1 umgeformt ist. Diese Rinne kann beispielsweise die Querschnittform nach Fig. 4 erhalten, und sie besitzt einseitig abstehende, zueinander in etwa parallele Ränder 5, die zwischen sich einen Spalt 6 (siehe auch Fig. 3) bilden, der dazu ausgenützt wird, die Enden eines Flachrohres 7 - Fig. 4 - aufzunehmen. Diese Enden 7' stehen nur wenig über die engste Stelle des Spaltes 6 nach oben vor. Wenn die Rinne 1 als Sammelrohr eingesetzt ist, kann auf diese Weise das durch das Sammelrohr geleitete an der Wärmeübertragung beteiligte Medium in die offenen, in den Innenraum der Rinne 1 hereinragenden Flachrohre 7 eintreten. Die Enden 7' der Flachrohre 7 werden mit den Rändern 5 verlötet, so dass eine dichte Aufnahmemöglichkeit für Flachrohre besteht, ohne dass ein Sammelrohr durch mechanische Bearbeitung mit Einstecköffnungen versehen werden muss.

**[0026]** Die Enden oder zumindest ein Ende einer Rinne kann zumindest eine Fase in Richtung der einzuschubenden Flachrohre aufweisen, die als Einschubhilfe für die Flachrohre dienen.

**[0027]** Die Fig. 3 und 5 machen deutlich, dass aus der Rinne 1 in relativ einfacher Weise ein Sammelrohr gebildet werden kann, wenn Trennwände 8 verschiedene Abschnitte der Rinne gegeneinander unterteilen und beispielsweise eine der Öffnungen 3 als Zuflussöffnung zum Sammelrohr im Sinn des Pfeiles 9 durchströmt wird und eine andere Öffnung 3 in einem anderen Abschnitt des Sammelrohres als Abflussöffnung zur Abströmung im Sinne des Pfeiles 10 verwendet wird. Die Trennwände 8 sind dabei in die Schlitzöffnungen 2 eingesetzt, welche so bemessen sind, dass die tiefste Stelle des Schlitzes 2 in der Endform der Rinne 2 nach Fig. 3 oder Fig. 5 mit dem Beginn des Endes 7' des Flachrohres zusammenfällt. Die Trennwand 8, die beispielsweise als

ein lotplattiertes flaches Blech ausgebildet ist, kann dann in den Schlitz 2 gesteckt und anschließend in der Rinne 1 verlötet werden, wobei auch die Flachrohre 7 mit den Rändern 5 der Rinne dicht verlötet werden, so dass ein Wärmeübertrager gebildet werden kann, dessen Flachrohre in nicht näher gezeigter Weise von einem der Medien angeströmt werden, das an der Wärmeübertragung teilnimmt, während das zweite Medium durch das Sammelrohr, d.h. durch die Rinne 1 und durch die Flachrohre 7 strömt. Dabei kann bei der Trennwand 8 ein zusätzlicher Schlitz (nicht dargestellt) vorgesehen sein, in den die Enden der Flachrohre 7 eingeschoben sind. Die Trennwände weisen dabei vorzugsweise Ausschnitte 21 auf, die zumindest teilweise die Rohre aufnehmen lassen.

**[0028]** Die Fig. 6 zeigt eine Variante eines Wärmeübertragers insofern, als hier Flachrohre 11 in die als Sammelrohr ausgebildete Rinne 1 eingeschoben sind, deren zwischen die Ränder 5 eingeschobene Enden 11' jeweils um 90° gegenüber dem übrigen Rohrabschnitt verdreht sind. Wie ohne weiteres deutlich wird, können bei einer solchen Ausführungsform die Flachrohre 11 im Sinn des Pfeils 12 durchströmt werden. Es besteht natürlich auch die Möglichkeit, die Zwischenräume zwischen den Flachrohren 11 mit Rippen zu versehen, um die Wärmeübertragung zu verbessern. Im übrigen lässt sich das von der Rinne 1 gebildete Sammelrohr in der gleichen Weise durch Trennwände 8 in seiner Länge unterteilen und mit Zu- oder Abströmöffnungen 3 versehen, wie das anhand der Fig. 1 bis 5 erläutert wurde. Die Herstellung der Rinne 1 erfolgt ebenfalls in der gleichen Weise.

**[0029]** Die Fig. 7 lässt in diesem Zusammenhang erkennen, dass die in die Rinne 1 eingeschobenen Enden 11' der Flachrohre 11 auf Stoß aneinander liegen und so auch der Abstand zwischen den einzelnen Flachrohren 11 in einfacher Weise eingehalten werden kann.

**[0030]** Die Fig. 8 zeigt eine Variante des als Rinne ausgebildeten Sammelrohres insofern, als hier die Ränder 5a nach außen divergieren und nur in einem Bereich an den Flachrohren 7 anliegen, der etwas vom freien Ende des Randes entfernt ist. Die Ränder 5a bilden auf diese Weise jeweils eine Einführschräge für die freien Enden der Flachrohre 7. Gleichzeitig wird bei verdrehten Rohrenden die Einrück- oder Einstecktiefe der Rohre begrenzt, da durch das Verdrehen der Rohrenden die Breite der Rohrenden mit zunehmendem Abstand von dem Rohrende wächst. Die Verlötung findet im Kontaktbereich der Ränder 5a mit den Flachrohren 7 statt.

**[0031]** Die Fig. 9 bis 12 erläutern eine andere Möglichkeit der Anbringung von Abschlusswänden für das als Rinne 1 ausgebildete Sammelrohr. Hier werden lotplattierte Bleche 13 mit einer Aussparung 16 in der Querschnittform der Rinne 1 hergestellt, die dann, nachdem das Flachrohr 14 oder mehrere Flachrohre in die Rinne eingeschoben sind, von außen her auf die Rinne 1 aufgeschoben werden, bis sie an dem oder den Flachrohren anliegen. In dieser Lage werden die Bleche 13

dann zusammen mit dem Flachrohr und der Rinne 1 verlötet.

**[0032]** Diese Ausgestaltung eröffnet auch die Möglichkeit, mehrere solcher Aussparungen 16 in einem gemeinsamen Blech 15 anzuordnen, das dann, wie die Fig. 12 zeigt, als Abschlussblech von drei nebeneinander liegenden Sammelrohren in der Form von Rinnen 1 verwendbar ist und beispielsweise die Herstellung eines Serpentina-Wärmeübertragers mit in Schlaufen gelegten Flachrohren 17 und 18 ermöglicht.

**[0033]** Natürlich sind auch andere Querschnittsformen für die Rinne 1 denkbar. Maßgebend ist jeweils, dass die freien Ränder der Rinne einen Spalt bilden, dessen Breite auf die Stärke der einzusetzenden Flachrohre abgestimmt ist. Die in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen eignen sich besonders für Wärmeübertrager für einen CO<sub>2</sub> Kältekreislauf.

**[0034]** Die Figur 12 zeigt weiterhin eine Abdeckleiste 22, die dazu dient, daß möglichst wenig Fehlluft erzeugt wird.

**[0035]** In den Fig. 13 bis 18 ist ein Beispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Flachrohranschlussstruktur in aufeinanderfolgenden Prozessschritten veranschaulicht, wie sie insbesondere für Wärmeübertrager von Fahrzeug-Klimaanlagen verwendbar ist, die mit Kohlendioxid oder einem anderen Kältemittel arbeiten.

**[0036]** Fig. 13 illustriert einen anfänglichen Verfahrensschritt, bei dem ein umgebogener Flachrohrrohling 101 mit wenigstens einem Bogen 102 bereitgestellt wird. Hierbei kann es sich um einen Serpentina-Flachrohrrohling mit mehreren Bögen oder auch nur um einen U-förmigen Flachrohrrohling mit einem einzigen Bogen handeln, wobei in Fig. 13 der Übersichtlichkeit halber von dem Flachrohrrohling 101 nur ein Bogen und die beiden anschließenden, geradlinigen Flachrohrabschnitte 101a, 101b explizit gezeigt sind. Wie in Fig. 13 weiter angedeutet, wird in den Außenradius des Bogens 102 mittig eine sich über die gesamte Flachrohrbreite erstreckende, quer verlaufende Sollrisslinie mittels eines Dorns 103 oder einer Nadel eingebracht. Fig. 14 zeigt in der Draufsicht auf den Bogen 102 die durch das Anritzen bogenaußenseitig erzeugte Sollrisslinie 104.

**[0037]** Fig. 15 veranschaulicht das Verbringen des so bearbeiteten Flachrohrrohlings 101 in ein Umformwerkzeug, von dem schematisch lediglich zwei hier interessierende Pressbacken 105, 106 wiedergegeben sind. Der Flachrohrrohling 101 wird so weit in das Presswerkzeug eingebracht, dass sich nur sein Bogen 102 mit der außenseitigen Sollrisslinie 104 zwischen den Pressbacken 105, 106 befindet. Die beiden an den Bogen 102 anschließenden, geradlinigen Flachrohrabschnitte 101a, 101b werden durch einen zwischengefügten Abstandsblock 107 abgestützt und auf Abstand gehalten. In den Bereich der Bogeninnenseite wird ein Lotblech 108 eingelegt. Dann wird das Presswerkzeug aktiviert, d.h. die beiden Pressbacken 105, 106 bewegen sich aufeinander zu, wie mit entsprechenden Pfeilen angedeutet.

**[0038]** Dieser Pressvorgang wird beendet, wenn die beiden Hälften 102a, 102b des Bogens 102 durch die Wirkung der Pressbacken 105, 106 geradegebogen sind und mit ihren Flachseiten gegeneinander anliegen, wobei sie das eingebrachte Lotblech 108 zwischen sich fixiert halten. Fig. 16 veranschaulicht diese Situation am Ende des Pressvorgangs.

**[0039]** Durch diesen Umformvorgang reißt das Flachrohr 101 am Bogenaußenradius während des Zusammendrückens des Bogens 102 entlang der zuvor eingebrachten Sollrisslinie 104 auf. Dies hat zur Folge, dass dort jeder Strömungskanal des Flachrohrrohrlings 101 unter Bildung einer entsprechenden Mündungsöffnung nach außen aufbricht. In der Draufsicht von Fig. 17 auf den umgeformten Flachrohrbogenbereich sind die zu in diesem Beispiel acht Strömungskanälen gehörigen acht Mündungsöffnungen 109 zu erkennen.

**[0040]** Beim Umformen kann es zu einem seitlichen Hinausdrücken von Rohrmaterial unter Bildung je eines Wulstes oberhalb und unterhalb der Ebene der Sollrisslinie 104 auf den beiden Seiten der geradegebogenen Flachrohrhälften 102a, 102b kommen. Wenn dies stört, z.B. weil mehrere Flachrohre eng aneinanderliegend in einen durchgehenden Längsschlitz eines Sammelrohrs eingefügt werden sollen, kann diese seitliche Wulstbildung dadurch unterdrückt werden, dass seitliche Flanken an jedem der beiden Pressbacken 105, 106 mit einem im wesentlichen der Flachrohrbreite entsprechenden Abstand vorgesehen werden, die ein seitliches Ausweichen von Rohrmaterial beim Umformvorgang unterbinden. Die Flanken stehen dabei im wesentlichen um die Flachrohrdicke vor, so dass sie einerseits den Umformvorgang nicht behindern und andererseits die jeweils seitengleichen Flanken beider Pressbacken 105, 106 in der in Fig. 16 gezeigten Endstellung des Presswerkzeugs gegeneinander anliegen und das seitliche Hinausdrücken von Rohrmaterial verhindern. Mit anderen Worten wird dadurch ein Kalibriervorgang realisiert, der gemeinsam mit dem Umformvorgang erfolgt oder sich an diesen anschließt und mit dem die Flachrohrabschnitte 102a, 102b breiten- und höhenmäßig kalibriert werden.

**[0041]** Der in den Fig. 16 und 17 gezeigte Teil des umgeformten Flachrohrrohrlings beinhaltet folglich zwei mehrkanalige Flachrohrteile 110, 111, die jeweils einen geradlinigen Flachrohrabschnitt 101a, 101b und die zugehörige, geradegebogene Bogenhälfte 102a, 102b beinhalten und über den nicht aufgerissenen Bogeninnenradius einstückig miteinander verbunden sind. Dabei bilden die beiden Übergangsbereiche 112, 113 zwischen dem jeweiligen Endabschnitt 102a, 102b und dem jeweiligen Mittelabschnitt 101a, 101b einen Schulterbereich, dessen Außenabmessung senkrecht zur Flachroherebene von der doppelten Flachrohrdicke im Endabschnittsbereich um die Höhe des Abstandsblocks 107 im Mittelabschnittsbereich zunimmt, wobei die Höhe des Abstandsblocks 107 den bleibenden Abstand der Flachrohrmittelabschnitte 101a, 101b für einen späte-

ren Einbau der Flachrohrteile 110, 111 in einen Wärmeübertrager-Flachrohrblock definiert und dementsprechend gewählt wird.

**[0042]** Nach beendetem Umformvorgang werden die Pressbacken 105, 106 gelöst, das umgeformte Flachrohr wird entnommen, und der Abstandsblock 107 wird entfernt. Dann wird auf den umgeformten Endabschnitt mit den beiden geradegebogenen Bogenhälften 102a, 102b ein einschlitziges Sammelrohr 114 aufgeschoben. Anschließend wird die dergestalt vorgefertigte Flachrohranschlussstruktur durch einen herkömmlichen Lötvorgang dichtgelötet, vorzugsweise in einem gemeinsamen Lötvorgang, bei dem auch die übrigen Lötverbindungen eines Wärmeübertrager-Flachrohrblockaufbaus hergestellt werden, in welchem die Anschlussstruktur verwendet wird.

**[0043]** Das zwischen den geradegebogenen Bogenhälften 102a, 102b fixierte Lotblech 108 dient zur Lotversorgung beim Dichtlöten. Um einen Lotfluss von der Fügestelle weg während des Lötvorgangs zu vermeiden bzw. zu vermindern, werden optional entsprechende Lötflusstoppnadeln 118 vorgesehen, die bevorzugt ohne größeren Mehraufwand in den Rohrbogenbereich oder den angrenzenden Teil der geradlinigen Rohrmittelabschnitte 101a, 101b während des Verfahrensschrittes eingebracht werden können, in welchem durch den Ritzdorn 103 bzw. die Ritznadel die Sollrislinie 104 eingebracht wird. In den Fig. 13 bis 18 gezeigten Beispiel werden je drei Lötflusstoppnadeln 118 außen- und innenseitig durch ein entsprechendes Ritzwerkzeug 119, siehe Fig. 13, in einen Rohrbereich eingebracht, der sich im fertigen Rohrblock zwischen den geradegebogenen Bogenhälften 102a, 102b einerseits und einer Wellrippe andererseits befindet, die jeweils zwischen die Flachrohrmittelabschnitte eingefügt ist.

**[0044]** Bevorzugt besitzt das Sammelrohr 114 einen aus Fig. 18 ersichtlichen  $\Omega$ -förmigen Querschnitt, d.h. die den durchgehenden Längsschlitz begrenzenden Längskanten 115, 116 sind voneinander weg etwas aufgeweitet und erleichtern so das Aufschieben des Sammelrohrs 114 bzw. das Einfügen des jeweiligen Flachrohrendabschnitts 102a, 102b. Indem das Sammelrohr 114 mit diesen schlitzbegrenzenden Längskanten 115, 116 gegen den Schulterbereich 112, 113 des umgeformten Flachrohrs zur Anlage kommt, wird automatisch die Einstecktiefe des die beiden einstückig verbundenen Flachrohrteile 110, 111 beinhaltenden Flachrohrs begrenzt. Über eine zugehörige Mündungsöffnung stehen somit je ein Strömungskanal jedes der beiden mehrkanaligen Flachrohrteile 110, 111 mit einem vom Sammelrohr 114 definierten Sammelraum 117 in Fluidverbindung.

**[0045]** Die erfindungsgemäß hergestellte Flachrohranschlussstruktur gemäß Fig. 18 ist beispielsweise für den eingangs erwähnten Wärmeübertrager vom Serpentinentyp verwendbar, der als Verdampfer in CO<sub>2</sub>-Fahrzeugklimaanlagen zum Einsatz kommt und eine Kältemittelumlenkung in der Blocktiefenrichtung auf-

weist, wobei ein oder mehrere von Serpentin Flachrohr in ein quergeteiltes Sammelrohrstück und/oder in ein ungeteiltes Umlenkrohrstück münden. Sowohl der Anschluss an das quergeteilte Sammelrohr als auch der Anschluss an das oder die Umlenkrohrstücke ist durch die vorliegende, erfindungsgemäße Flachrohranschlussstruktur realisierbar. Für das quergeteilte Sammelrohrstück ist das Sammelrohr 114 gemäß Fig. 18 mit der Modifikation verwendbar, dass es mit einer entsprechenden Quertrennwand versehen ist. Für die Umlenkrohrstücke ist das ungeteilte Sammelrohr 114 gemäß Fig. 18 verwendbar.

**[0046]** Es versteht sich, dass außer dem oben erläuterten Ausführungsbeispiel weitere, modifizierte Flachrohranschlussstrukturen erfindungsgemäß herstellbar sind. So kann in bestimmten Anwendungsfällen bereits ein weniger weitgehendes Zusammendrücken der Bogenhälften genügen, das zum bogenaußenseitigen Aufreißen des Flachrohrs und damit dem Öffnen des oder der Flachrohrkanäle führt, wobei die Bogenhälften dann noch einen gewissen Abstand voneinander haben. Weiter versteht sich, dass außer dem gezeigten achtkanaligen Flachrohr jedes andere herkömmliche, umgebogene Flachrohr mit nur einem Strömungskanal oder mit einer beliebigen anderen Anzahl von Strömungskanälen verwendbar ist. Des weiteren versteht sich, dass je nach Bedarf eine beliebige Anzahl von erfindungsgemäß durch Rohrbogenumformung gebildeten Paaren von Flachrohrteilen nebeneinanderliegend in den gemeinsamen, vorzugsweise durchgehenden Sammelrohr-Längsschlitz eingefügt sein können. Alternativ können mehrere Paare von Flachrohrteilen in je einen eigenen von mehreren Einsteckschlitzten eingefügt sein, die voneinander beabstandet in ein entsprechendes Sammelrohr eingebracht sind. Selbstverständlich kann statt eines Sammelrohrs in entsprechenden Anwendungsfällen auch irgendein anderes herkömmliches Anschlussraumbauteil verwendet werden, z.B. ein Anschlusskasten.

**[0047]** In allen Fällen hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass Paare von Flachrohrteilen, die mit flachseitig benachbarten Endabschnitten in ein Anschlussraumbauteil einzufügen sind, aus einem einzigen Flachrohrrohling hergestellt werden können und einstückig miteinander in Verbindung bleiben, wobei ihre Strömungskanäle im Bogenbereich spanlos durch außenseitiges Aufreißen geöffnet werden. Die zusammenhängenden Flachrohrteile, die Teile eines geradlinigen Flachrohrs oder eines Serpentin Flachrohrs darstellen können, sind beim Aufbau eines Flachrohrblocks für einen zugehörigen Wärmeübertrager vergleichsweise einfach handhabbar, und die Einstecktiefe in das Anschlussraumbauteil lässt sich automatisch begrenzen. Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit die Schaffung einer kostengünstigen und fertigungssicheren Ausführung der Kältemittel-Beaufschlagung und -Absaugung eines Wärmeübertragers z.B. vom Serpentinentyp und bei Bedarf eine kostengünsti-

ge Ausführung einer Kältemittelumlenkung in der Rohrbloktiefenrichtung möglich. Der Serpentina-Wärmeübertrager kann hierbei unter Verwendung einer einzigen durchgehenden Flachrohrserpentine aufgebaut werden, er kann jedoch auch aus mehreren Serpentinensegmenten bestehen, bis hin zu dem Fall, dass das jeweilige Segment nur aus den zwei durch einen Bogen verbundenen, geraden Abschnitten eines U-förmigen Flachrohrrohrlings besteht.

**[0048]** Die Herstellung eines erfindungsgemäßen Flachrohr-Wärmeübertragers erfolgt gemäß dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel, wie in den Figuren 19A bis 19D und Fig. 20 schematisch dargestellt. Von einem Coil wird ein Flachrohrrohling 201 mit einer Mehrzahl von nicht im einzelnen dargestellten Leitungen abgewickelt und abgelängt. Fig. 19A zeigt einen entsprechend abgelängten Flachrohrrohling 201, welcher am Flachrohr-Anfang 202, an einer ersten Stelle 203, welche vom Flachrohr-Anfang 202 um die Länge L1 beabstandet ist, an einer zweiten Stelle 204, welche vom Flachrohr-Anfang 202 um die Länge L2 beabstandet ist, und am Flachrohr-Ende 205 jeweils um 90° verdreht ist, wobei die Torsion jeweils in die gleiche Richtung erfolgt ist. Alternativ kann auch, wie in den Fig. 19B bis 19D dargestellt, eine Torsion in gegenläufiger Richtung vorgesehen sein, wobei jede Torsion gegenläufig zu der oder den benachbarten Torsionen ist.

**[0049]** Wie in Fig. 19B dargestellt, wird der derart vorbereitete Flachrohrrohling 201 in seiner Mitte 206 (d.h. beabstandet vom Flachrohr-Anfang 2 um die Länge  $(L1+L2)/2$ ) mit einer Sollbruchstelle oder Sollrisslinie 207 versehen und um einen als Abstandshalter dienenden Dorn D so umgeformt, dass beide Hälften des Flachrohrrohrlings 201 in einem Abstand A zu liegen kommen. Gleichzeitig mit oder anschließend an das Vorsehen der Sollrisslinie 207 können auch Lotflusstoppnieten vorgesehen werden.

**[0050]** Nach erfolgter Umformung wird der Dorn D in Richtung der Rohrverdrehungen bewegt (vgl. Fig. 19C), wobei nach dem Verschieben des Dornes D in den Freiraum ein Lotmaterial eingebracht werden kann, und ein Backenwerkzeug B formt den 180°-Bogenbereich 208 derart um, dass beide Hälften des Flachrohrrohrlings 201 flächig aufeinander zu liegen kommen (vgl. Fig. 19D). Hierbei sorgt der Dorn D wiederum dafür, dass der gewünschte Abstand eingehalten wird. Bei diesem Umformvorgang reißt die Deckfläche des Flachrohrrohrlings 201 an der Sollrisslinie 207 auf, so dass die Leitungen in der Flachrohr-Mitte 206 vollständig geöffnet werden. Danach werden der Dorn D und das Backenwerkzeug B entfernt. Im folgenden wird auf eine Flachrohr-Hälfte als Flachrohr-Element 209 Bezug genommen.

**[0051]** Für den Zusammenbau der einzelnen Flachrohrrohrlinge 201 und/oder Flachrohr-Elemente 209, bspw. zu einem Gaskühler, werden am Flachrohr-Anfang 202, am Flachrohr-Ende 205 sowie an der Flachrohr-Mitte 206, also auf beiden Seiten der Flachrohr-

Elemente 209 Sammelrohre angebracht (nicht dargestellt).

**[0052]** Diese Sammelrohre weisen - gemäß einer ersten Variante - in ihrer Längsrichtung verlaufende Schlitz auf, wobei eines der Sammelrohre doppelt so viele Schlitz aufweist, wie das andere Sammelrohr, da jeweils ein Schlitz für den Flachrohr-Anfang 202 und das Flachrohr-Ende 205 von etwas geringerer Breite, jedoch nur ein Schlitz für die Flachrohr-Mitte 206, die gedoppelt ist, von etwas größerer Breite erforderlich ist.

**[0053]** Gemäß einer alternativen Variante werden die Sammelrohre durch eine Rinne gebildet, die beispielsweise einen  $\Omega$ -förmigen Querschnitt aufweist, wie eingangs beschrieben.

**[0054]** Die Sammelrohre weisen eine gewisse Anzahl von Kältemittelumlenkungen auf, die so abgestimmt sind, dass eine optimale Kältemittelführung bewirkt wird. Der Gaskühlerblock kann - je nach Erfordernis - eine gemeinsame Wellrippe oder zwei getrennte Wellrippen, welche eine weitgehende thermische Entkopplung gewährleisten, aufweisen.

**[0055]** Dadurch, dass nach jedem Durchströmen einer Breite des Flachrohr-Wärmeübertragers, d.h. nach dem Durchströmen eines Flachrohr-Elements 209, das Kältemittel in ein Sammelrohr gelangt, erfolgt eine Vermischung des Kältemittels der einzelnen Leitungen im Flachrohr, so dass bei Beginn des Weiterströmens durch ein weiteres Flachrohr-Element 209 das Kältemittel in sämtlichen Leitungen etwa die selbe Temperatur aufweist. Hierbei verbessert die Torsion der Flachrohre zusätzlich die Vermischung des Kältemittels.

**[0056]** Aus einer Mehrzahl gemäß der obigen Beschreibung umgeformter Flachrohrrohrlinge 201, also Flachrohr-Elementen 209, kann gemäß einer Variante ein Gaskühler 210 zusammengebaut werden, wie in Fig. 20 schematisch angedeutet ist. Hierfür werden drei Flachrohr-Elemente 209, d.h. im vorliegenden Fall ein Flachrohrrohling 201, welcher entsprechend der obigen Beschreibung umgeformt wurde und ein Flachrohr-Element 209, welches ebenfalls entsprechend der obigen Beschreibung umgeformt wurde, jedoch von seiner zweiten Hälfte getrennt wurde, Z-förmig zusammengefügt, wobei Sammelrohre 211 an den Umlenkstellen 212 vorgesehen sind, um eine Vermischung des Kältemittels zu ermöglichen. Somit erfolgt eine 2-fache Umlenkung des Kältemittels in der Tiefe des Gaskühlers 210. Die Strömungsrichtung des Kältemittels ist in Fig. 20 durch Pfeile am Kältemittelein- und -austritt und die Strömungsrichtung der zu kühlenden Luft durch einen Pfeil von unten angedeutet.

**[0057]** Gemäß einer in Fig. 21 dargestellten Variante in Form eines Gaskühlers sind zwei Einzelblöcke mit jeweils zwei Sammelrohren 221, wobei jeder Einzelblock für sich gelötet und danach über gemeinsame Seitenteile zu einem Block zusammengefügt wird, vorgesehen. Hierbei ist ein Sammelrohr 221 eines jeden Blocks mit einer Trennwand 223 versehen, so dass der Flachrohr-Wärmeübertrager insgesamt in vier Teilblöcken

durchströmt wird. Hierbei tritt das Kältemittel in den hinteren unteren Teilblock ein, gelangt nach dem Durchströmen des Teilblocks über das Sammelrohr 221 in den hinteren oberen Teilblock, den es durchströmt, wird dann in der Mitte in den unteren Teil des vorderen Teilblocks geleitet, durchströmt den Teilblock und gelangt dann in den oberen vorderen Teilblock, wo es nach dem Durchströmen desselben wieder austritt, wie durch die Pfeile in Fig. 21 angedeutet.

[0058] Im Prinzip ist auch ein Eintritt in den hinteren oberen Teilblock möglich. Der Ort des Kältemittel-Eintritts wird von der warmen Motorrückströmung bestimmt. Ebenfalls ist die Verwendung als Verdampfer möglich.

### Patentansprüche

1. Flachrohr-Wärmeübertrager mit mindestens einem Sammelrohr (211; 221) und einer Mehrzahl von Flachrohr-Elementen (7; 11; 101; 209), die mit dem Sammelrohr (211; 221) verbunden sind, wobei jedes Flachrohrelement (7; 11; 101; 209) mindestens einen Torsionsbereich aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbart angeordnete Flachrohr-Elemente (7; 11; 101; 209) miteinander stoffschlüssig verbunden sind.
2. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Flachrohr-Element (11; 209) zwei Torsionsbereiche aufweist, wobei je ein Torsionsbereich benachbart zu einem der Sammelrohre (211; 221) angeordnet ist.
3. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohr-Elemente (11; 209) um jeweils 90° tordiert sind.
4. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohr-Elemente in gegenläufiger Richtung tordiert sind.
5. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bereichsweise tordierten Flachrohr-Elemente (209) derart zwischen den Sammelrohren (211; 221) angeordnet und über die Sammelrohre (211; 221) miteinander verbunden sind, dass sie im Gegenstrombetrieb durchströmbar sind.
6. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sammelrohr durch einen zu einer Rinne (1) geformten Blechstreifen (1') gebildet ist, dessen Ränder (5; 5a) im wesentlichen parallel zu einer Längsmittlebene der Rinne (1) verlaufen und einen offenen Spalt (6) bilden, der zur Aufnahme

der freien Enden der Flachrohre (7; 11) dient.

7. Wärmeübertrager nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ränder (5; 5a) der Rinne (1) einen Winkel ( $\alpha$ ) zwischen 0 und 90 Grad einschließen.
8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an zumindest einem der Ränder (5) der Rinne (1) an einem Endbereich eine Fase angeordnet ist.
9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Blechstreifen (1') auf seiner Innenseite und/oder Außenseite lotplattiert ist.
10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ränder (5a) des zur Rinne (1) geformten Blechstreifens (1') nach außen divergieren und eine Einführschräge für die Flachrohre (7; 11) bilden.
11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt der Rinne (1) einem Omega ähnelt oder entspricht oder rund oder elliptisch oder oval ist, mit jeweils zwei davon abstehenden Rändern (5; 5a).
12. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der geschlossene Bereich der Rinne (1) mit Einschnitten (2) zum Einsetzen von Trenn- und/oder Abschlusswänden (8 bzw. 15) versehen ist.
13. Wärmeübertrager nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (8) einen Schlitz aufweist.
14. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abschlusswand (15) und/oder Trennwand (8) in eine Vielzahl von Aussparungen (2) von Rinnen (1) eingreift.
15. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abschlusswand (15) in eine Vielzahl von Rinnen (1) eingreift oder abschließt.
16. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abschlusswand (15) in eine Vielzahl von Aussparungen (2) von Rinnen (1) eingreift.
17. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der geschlossene Bereich der Rinne (1) mit Öffnungen (3) als

Zu- oder Abflussöffnung für das Medium versehen ist.

18. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abschlusswände (15) mit Aussparungen (16) versehen sind, die dem Querschnitt der Rinne (1) entsprechen und in Längsrichtung auf die Rinne (1) aufgeschoben sind. 5
19. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohre (11) mit um 90° verdrehten Enden (11') in den Spalt (6) eingesetzt sind. 10
20. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verdrehten Enden (11') mehrerer Flachrohre (11) im Inneren der Rinne (1) auf Stoß aneinander liegen. 15
21. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 6 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand des verdrehten Hauptteiles der Flachrohre (11) vom freien Ende der Rohrenden jeweils so gewählt ist, dass der verdrehte Hauptabschnitt als Anschlag am Spalt (6) dient. 20 25
22. Verfahren zur Herstellung von Flachrohr-Elementen für einen Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 30
  - (a) ein Flachrohr (11; 101; 201) am Flachrohr-Anfang (202), an einer ersten Stelle (203), welche vom Flachrohr-Anfang (202) um die Länge (L1) beabstandet ist, an einer zweiten Stelle (204), welche vom Flachrohr-Anfang (202) um die Länge (L2) beabstandet ist, und am Flachrohr-Ende (205) um jeweils 90° verdreht wird, 35
  - (b) das Flachrohr (11; 101; 201) in seiner Mitte (206) mit einer Sollrisslinie (207) versehen und derart gebogen wird, dass beide Hälften des Flachrohres (11; 101; 201) in einem Endbereich flächig aufeinander zu liegen kommen, wobei die Wandung des Flachrohres (11; 101; 201) zumindest teilweise aufreißt. 40 45
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Biegen ein Dorn (D) oder Abstandshalter verwendet wird, dessen Position während des Herstellungsvorgangs verändert wird. 50
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die umgeformten Flachrohre (11; 101; 201) an oder in Sammelrohren (211; 221) positioniert und fluiddicht verlötet werden. 55
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24 **da-**

**durch gekennzeichnet, dass** über den aufgerissenen Bereich des Flachrohres ein Sammelrohr (114) als Anschlussraumbauteil aufgeschoben wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor Durchführen des Umformvorgangs ein Lotmaterial (108) in den beim Umbiegen innen angeordneten Bereich eingelegt oder vor Beendigung des Umformvorganges eingebracht wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verfahrensschritt des Einbringens der Sollrisslinie eine oder mehrere Lotflusstoppriellen (18) eingebracht werden.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Ausgangsmaterial für das Sammelrohr ein mindestens auf einer Seite lotplattierter flacher Blechstreifen (1') vorgesehen ist, der mit der lotplattierten Seite nach innen zu der Rinne (1) umgebogen wird, deren Ränder (5; 5a) mindestens an einer Stelle einen Abstand zueinander haben, der einen auf die Stärke von einzuschubenden Flachrohren (7; 11) abgestimmten Spalt (6) bildet.
29. Verfahren nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der Ränder (5; 5a) geringer ist als die Höhe der Flachrohre (7; 11), die in die Rinne (1) einschiebbar sind, so dass die Rohrenden mit Verspannung in der Rinne (1) aufgenommen sind.
30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand 0,1 mm bis 1 mm geringer ist als die Höhe der Flachrohre (7; 11).
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Blechstreifen (1) Einstanzungen vorgesehen sind, welche nach dem Umbiegen die Einschnitte (2) zum Einsetzen von Trenn- oder Abschlusswänden (8) oder die Zu- und Abflussöffnungen (3) für das Medium bilden.

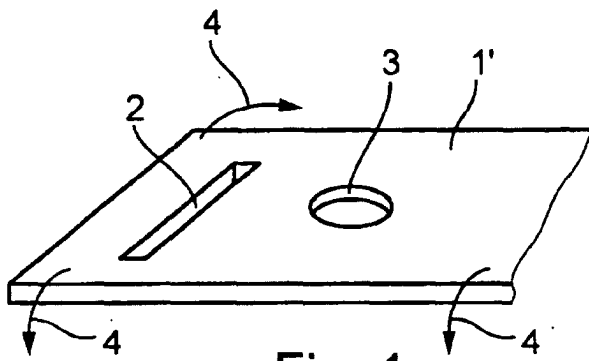


Fig. 1

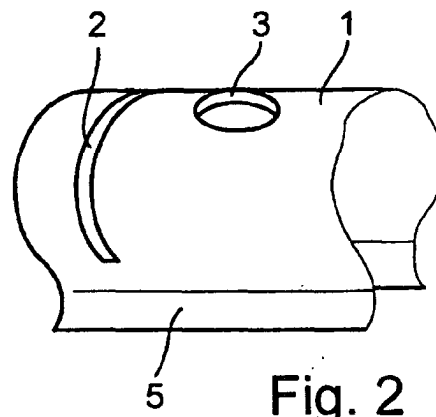


Fig. 2

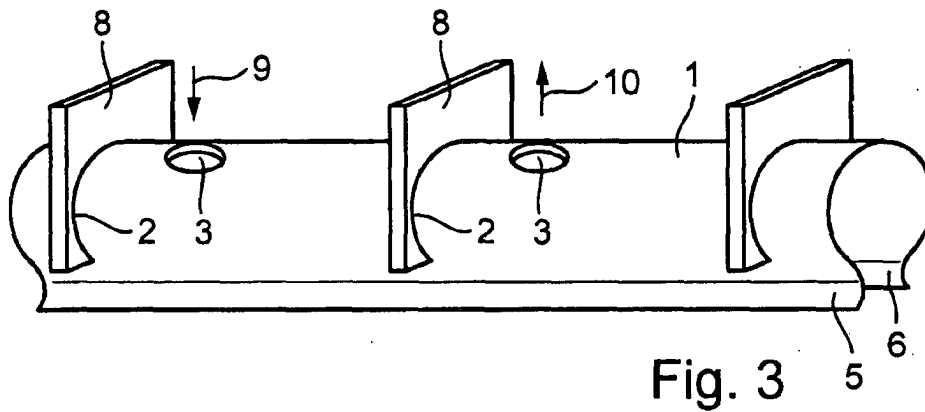


Fig. 3

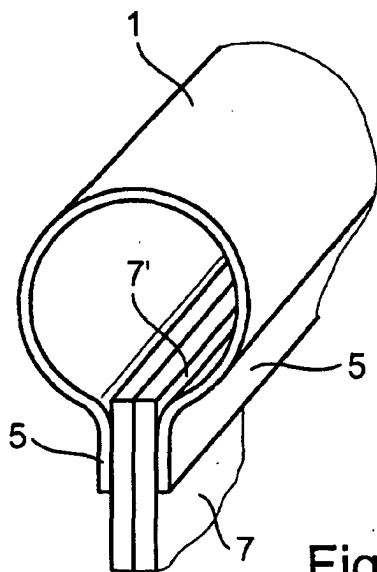


Fig. 4

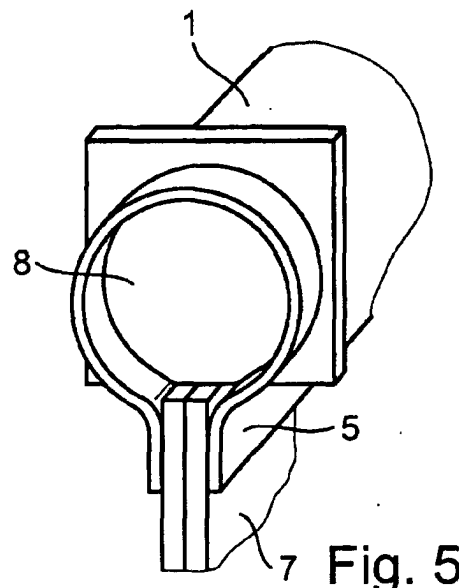


Fig. 5

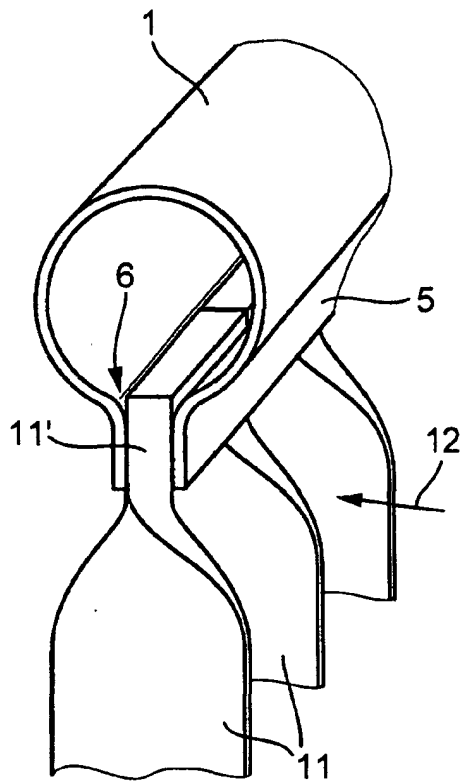


Fig. 6

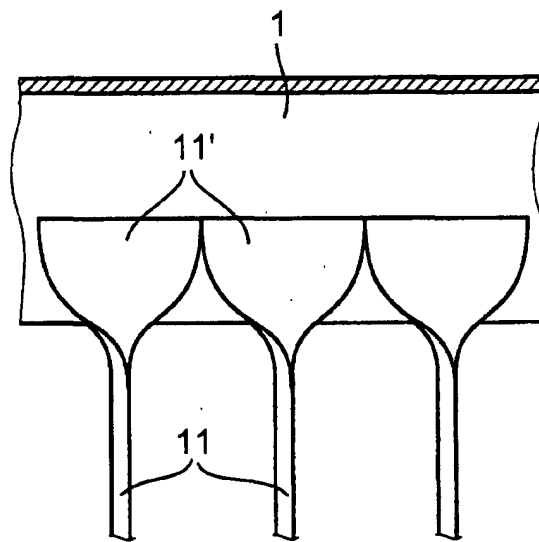


Fig. 7

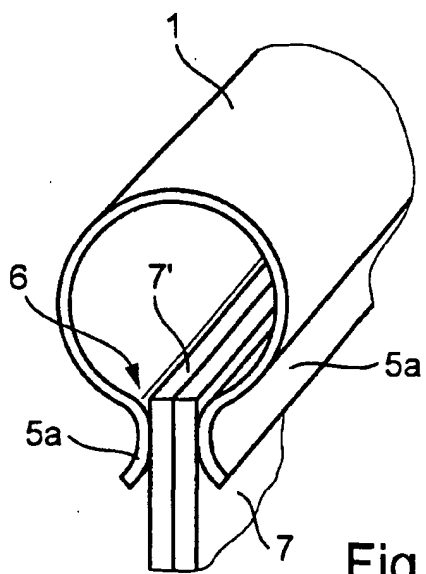


Fig. 8

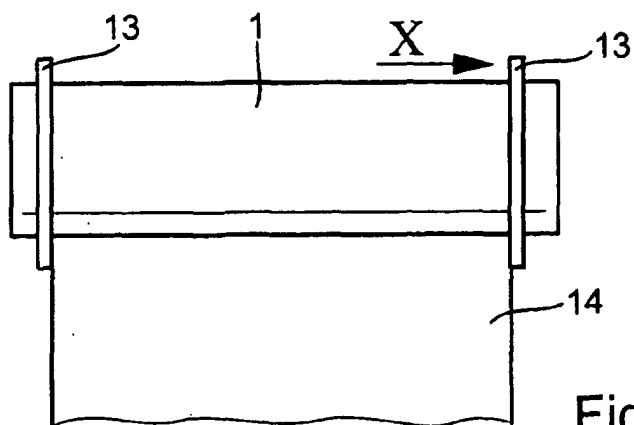


Fig. 9

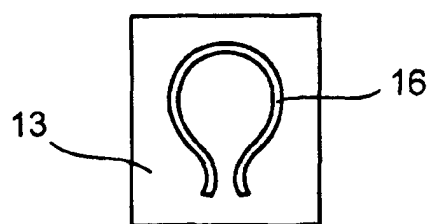


Fig. 10

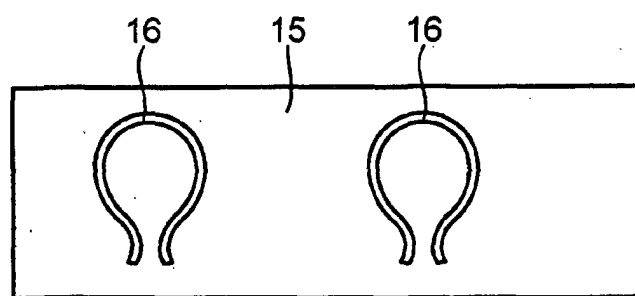


Fig. 11

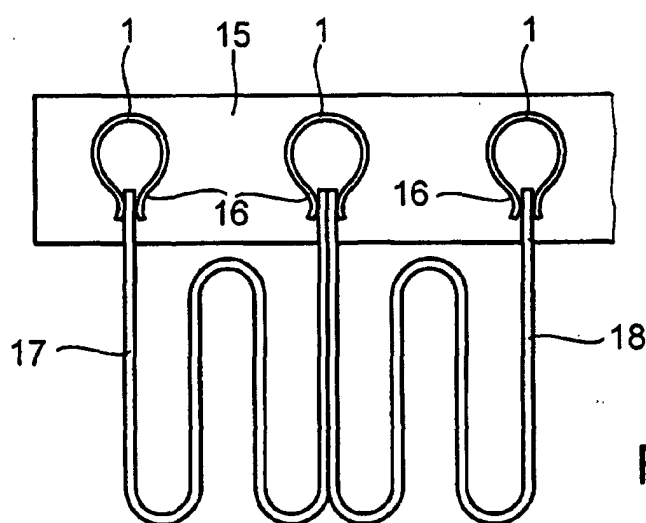
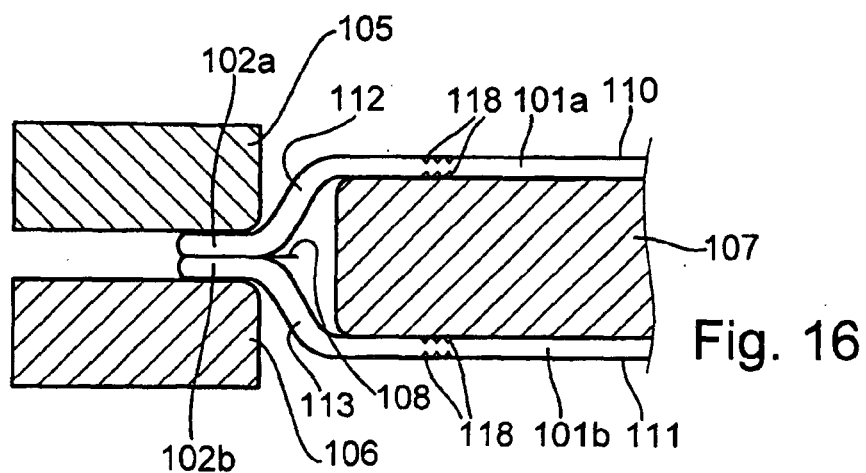
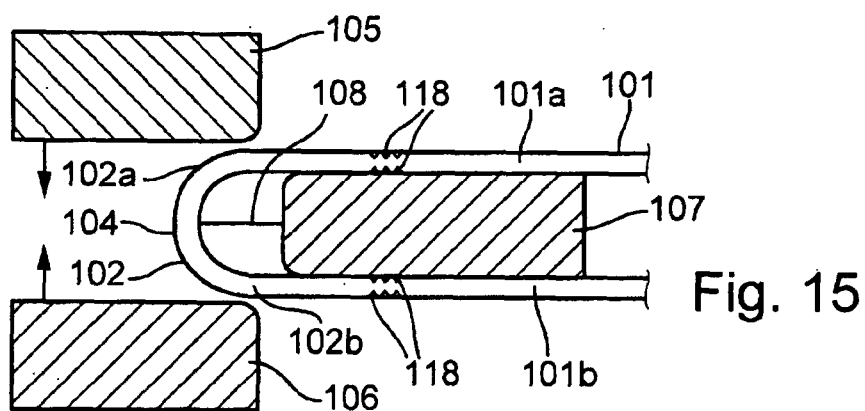
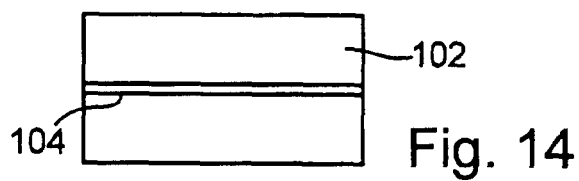
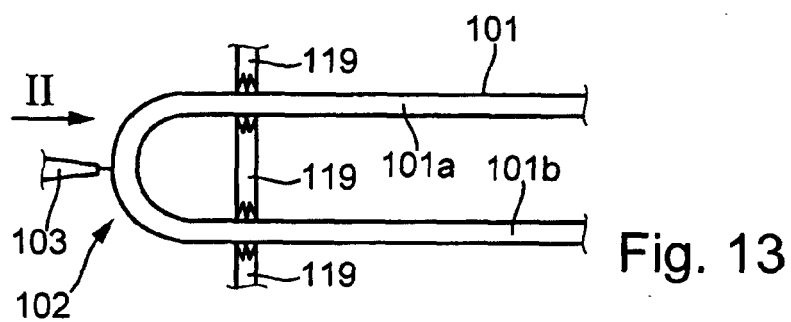


Fig. 12



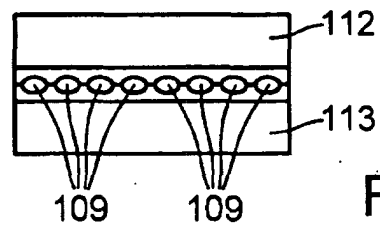


Fig. 17

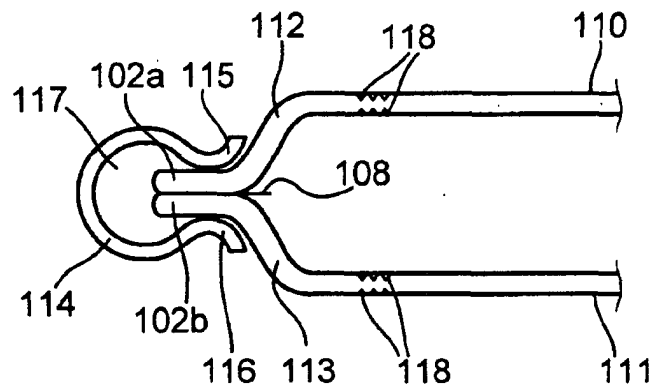


Fig. 18

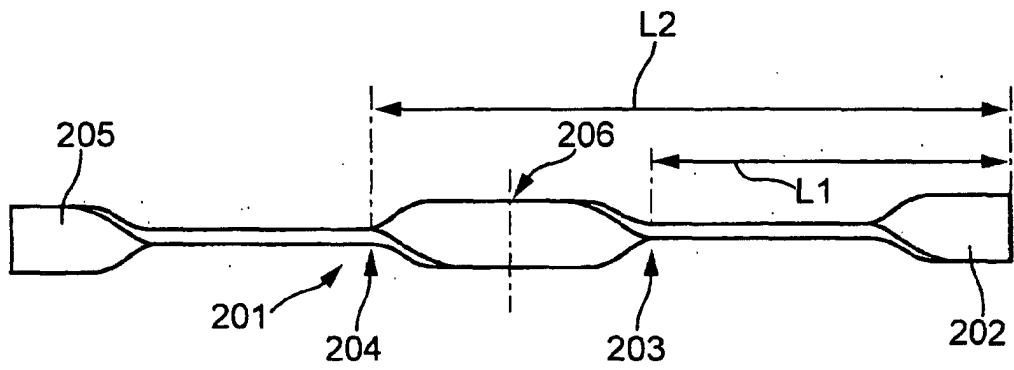


Fig. 19A

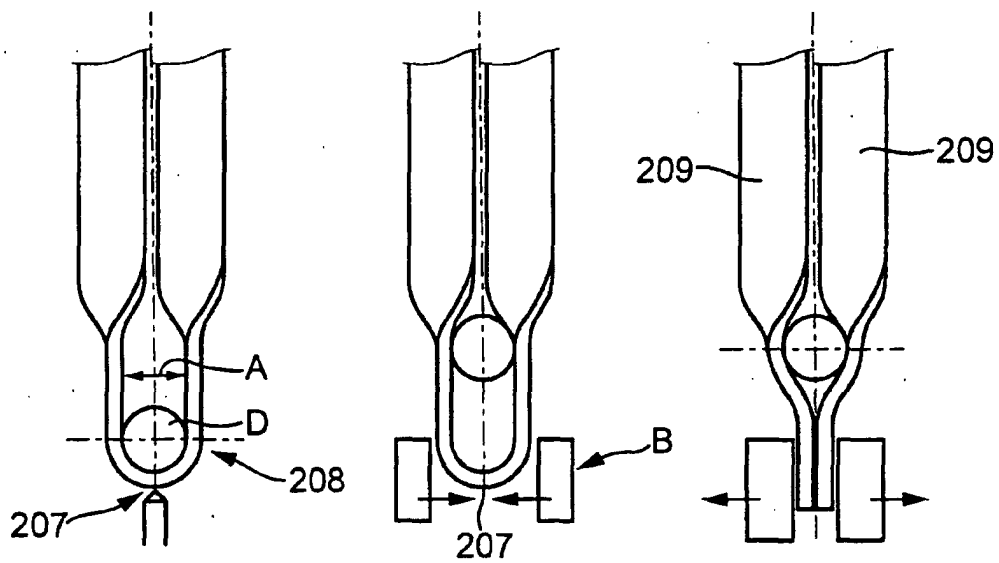


Fig. 19B

Fig. 19C

Fig. 19D

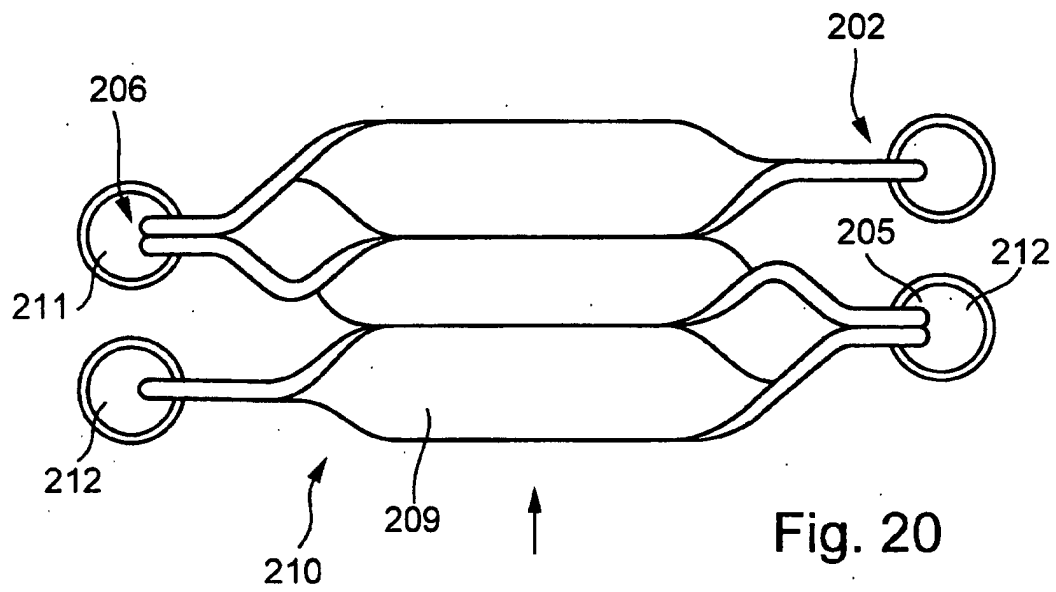


Fig. 20

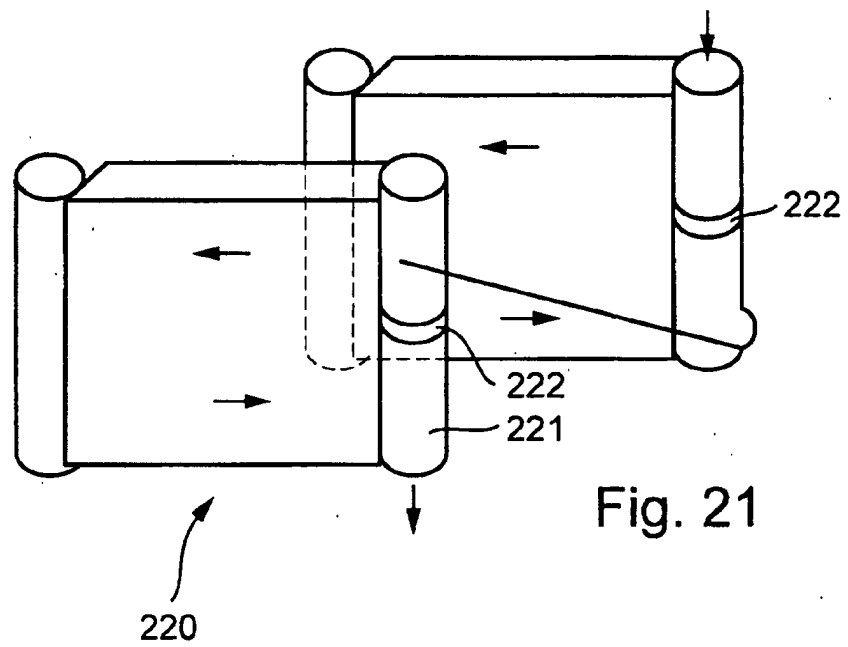


Fig. 21



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 02 0114

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                        |                                                        |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile    | Betrifft Anspruch                                      | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | FR 2 793 013 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR)<br>3. November 2000 (2000-11-03)               | 1-7, 11,<br>17-31                                      | F28D1/047<br>F28F9/02                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | * Seite 4, Zeile 25-28; Abbildungen 1-4, 7<br>*                                        | 8-16                                                   |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ---                                                                                    |                                                        |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EP 0 845 647 A (BEHR GMBH & CO)<br>3. Juni 1998 (1998-06-03)<br>* das ganze Dokument * | 1-31                                                   |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----                                                                                  |                                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                        |                                                        | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                        |                                                        | F28D<br>F28F                            |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                        |                                                        |                                         |
| Recherchenort<br><b>MÜNCHEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                        | Abschlußdatum der Recherche<br><b>28. Oktober 2002</b> | Prüfer<br><b>Bain, D</b>                |
| <p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/> Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/> A : technologischer Hintergrund<br/> O : mündliche Offenbarung<br/> P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br/> E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/> D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/> L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br/> &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |                                                                                        |                                                        |                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 0114

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-10-2002

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |             | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| FR 2793013                                         | A | 03-11-2000                    | FR                                | 2793013 A1  | 03-11-2000                    |
| -----                                              |   |                               |                                   |             |                               |
| EP 0845647                                         | A | 03-06-1998                    | DE                                | 19649129 A1 | 28-05-1998                    |
|                                                    |   |                               | DE                                | 59706228 D1 | 14-03-2002                    |
|                                                    |   |                               | DE                                | 59707641 D1 | 08-08-2002                    |
|                                                    |   |                               | EP                                | 1213556 A1  | 12-06-2002                    |
|                                                    |   |                               | EP                                | 0845647 A1  | 03-06-1998                    |
|                                                    |   |                               | EP                                | 0845648 A2  | 03-06-1998                    |
| -----                                              |   |                               |                                   |             |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82