



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 036 296 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.2004 Patentblatt 2004/01

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE1999/002125

(21) Anmeldenummer: **99945947.2**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/003190 (20.01.2000 Gazette 2000/03)

(22) Anmeldetag: **09.07.1999**

(54) **FLACHROHR MIT QUERVERSATZ-UMKEHRBOGENABSCHNITT UND DAMIT AUFGEBAUTER
WÄRMEÜBERTRAGER**

FLAT TUBE WITH TRANSVERSALLY OFFSET U-BEND SECTION AND HEAT EXCHANGER
CONFIGURED USING SAME

TUBE PLAT AVEC UNE PARTIE COUDEE EN U, DECALEE TRANSVERSALEMENT, ET
ECHANGEUR DE CHALEUR CON U A PARTIR DE CE DERNIER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **10.07.1998 DE 19830863**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.09.2000 Patentblatt 2000/38

(73) Patentinhaber: **FORD-WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
50725 Köln (DE)**

(72) Erfinder:
• **DIENTHART, Bernd
D-50935 Köln (DE)**
• **KRAUSS, Hans-Joachim
D-70567 Stuttgart (DE)**

- **MITTELSTRASS, Hagen
D-71149 Bondorf (DE)**
- **STAFFA, Karl-Heinz
D-70567 Stuttgart (DE)**
- **WALTER, Christoph
D-70376 Stuttgart (DE)**
- **SCHUMM, Jochen
D-71735 Eberdingen (DE)**

(74) Vertreter: **Heyner, Klaus, Dr.-Ing.
Heyner & Sperling Patentanwälte
Donndorfstrasse 30
01217 Dresden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 654 645 EP-A- 0 659 500
EP-A- 0 845 648 DE-A- 19 729 497

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).

EP 1 036 296 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Flachrohr nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf einen Flachrohr-Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Ein Flachrohr und ein Wärmeübertrager mit einem aus diesem Flachrohrtyp aufgebauten Rohrblock dieser Art sind in der Offenlegungsschrift EP 0 659 500 A1 beschrieben. Zur Herstellung des dortigen Flachrohres wird ein geradliniger Flachrohr-Rohling zunächst U-förmig aus der Flachrohrebene herausgebogen, bis die Flachrohrschenkel zueinander parallel verlaufen, wonach letztere um jeweils 90° gegenüber dem U-Bogenbereich tordiert werden. Das dadurch entstehende Flachrohr besitzt somit zwei in einer Ebene liegende, plane Rohrabschnitte, deren Mündungsenden auf der gleichen, dem Umkehrbogenabschnitt entgegengesetzten Seite liegen. Der Winkel, den die Flachrohrquerachse entlang des Umkehrbogenabschnitts mit der Ebene einschließt, in welcher die geradlinigen Rohrschenkel liegen, nimmt zunächst über den einen Torsionsbereich hinweg von null auf den am Kopfende des Umkehrbogenabschnitts vorliegenden Wert von 90° zu, um dann über den anderen Torsionsbereich hinweg wieder auf 0° abzunehmen. Mithin entspricht die Ausdehnung des Flachrohres senkrecht zur Ebene der planen Rohrschenkel im Kopfbereich des Umkehrbogenabschnitts der Flachrohrbreite. Im dortigen Wärmeübertrager-Rohrblock sind mehrere solcher Flachrohre in der Richtung senkrecht zur Ebene der geradlinigen Flachrohrschenkel übereinandergestapelt, wobei wegen der in dieser Richtung der Breite der Flachrohre entsprechenden Ausdehnung der Umkehrbogenabschnitte der Stapelabstand zwischen den geradlinigen Rohrschenkeln benachbarter Flachrohre größer als die Flachrohrbreite gehalten werden muß. Die in Einkammerbauweise ausgeführten Flachrohre des Rohrblocks münden in einen an einer Seite des Rohrblocks angeordneten Sammler, der durch eine Längstrennwand in zwei Sammelräume unterteilt ist, in welche die Flachrohre jeweils mit ihrem einen bzw. mit ihrem anderen Ende münden.

[0003] In der Offenlegungsschrift DE 39 36 109 A1 ist ein Wärmeübertrager mit einem Rohrblock offenbart, der aus einem Stapel von Rundrohren gebildet ist, die unter Verwendung eines einzelnen Umkehrbogenabschnitts U-förmig oder unter Verwendung mehrerer aufeinanderfolgender Umkehrbogenabschnitte als Rohrschlange ausgebildet sind, wobei die Rohrabschnitte zwischen den Umkehrbogenabschnitten geradlinig verlaufen und abgeplattet sind. Die abgeplatteten Rohrabschnitte des Rundrohres liegen querversetzt in einer Ebene, während der bzw. die Umkehrbogenabschnitte sowie die beiden, auf derselben Seite mündenden Rohrendbereiche den kreisrunden Rohrquerschnitt beibehalten. Das Abplatten der geradlinigen Rohrabschnitte erfolgt mittels Flachpressen. Die Rohre münden mit ihren runden Endbereichen in einen Sammel- bzw. Ver-

teillerraum, die von je einem Sammel- und Verteilerrohr oder von einem längsgeteilten Sammel- und Verteilerkasten gebildet sind. Der Abstand der abgeplatteten Rohrabschnitte benachbarter Rohre im Rohrblockstapel muß zwangsläufig größer als der Durchmesser der verwendeten Rundrohre sein.

[0004] In der Patentschrift US 3.416.600 ist ein Wärmeübertrager in Serpentinbauweise offenbart, der einen Rohrrippenblock mit mehreren serpentinenförmigen gewundenen Flachrohren beinhaltet, die im Block in der Serpentinwindungsrichtung übereinandergestapelt sind. Der Rohr-/Rippenblock besitzt in der Ebene senkrecht zur Rohrstapelrichtung eine U-Form, wobei jedes Serpentinflachrohr mit je einem Ende an den beiden freien U-Enden in ein jeweiliges, parallel zur Stapelrichtung verlaufendes Sammelrohr einmündet. Dabei sind die beiden Enden jedes Flachrohres um 90° tordiert, und die beiden Sammelrohre weisen korrespondierende, voneinander beabstandete Durchsteckschlitzlöcher auf, in denen die tordierten Rohrenden fluidicht aufgenommen sind. Zusätzlich ist jedes Serpentinflachrohr in einem seitlichen Blockbereich in der Nähe einer Serpentinwindung um 180° tordiert, so daß jeder Strömungskanal der verwendeten Mehrkammer-Flachrohre zu einem Teil einer Blockvorderseite und zum anderen Teil der gegenüberliegenden Blockrückseite zugewandt ist.

[0005] In der Offenlegungsschrift FR 2 712 966 A1 ist ein Wärmeübertrager mit einem Rohr-/Rippenblock offenbart, der einen Stapel geradliniger Mehrkammer-Flachrohre beinhaltet, die an ihren beiden gegenüberliegenden Enden um einen Winkel von höchstens 45° tordiert sind und in zugeordnete Sammelrohre münden, die an ihrem Umfang mit korrespondierenden, in Sammelrohr-Längsrichtung beabstandet aufeinanderfolgenden Schrägschlitzlöchern versehen sind.

[0006] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Flachrohres der eingangs genannten Art, das sich relativ einfach herstellen läßt und sich zum Aufbau sehr druckstabiler Wärmeübertrager mit geringem innerem Volumen und hohem Wärmeübertragungswirkungsgrad eignet, sowie eines aus solchen Flachrohren aufgebauten Wärmeübertragers zugrunde.

[0007] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Flachrohres mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eines Wärmeübertragers mit den Merkmalen des Anspruchs 5.

[0008] Beim Flachrohr nach Anspruch 1 ist der Umkehrbogenabschnitt so gebildet, daß in diesem Bereich die Querachse des Flachrohres höchstens einen Winkel von 45° mit den Ebenen einschließt, die zu einer Längs- und einer Querrichtung parallel sowie zu einer Stapelrichtung senkrecht sind. Die Längsrichtung ist dabei durch den Verlauf der Längsachsen der planen Rohrabschnitte definiert, während die Stapelrichtung diejenige Richtung angibt, in welcher mehrere Flachrohre bei der Bildung eines Wärmeübertrager-Rohrblocks aufeinander-

derfolgend angeordnet werden. Die Querrichtung stellt die zu dieser Längsrichtung und zur so definierten Stapelrichtung senkrechte Richtung dar. Im allgemeinen ist die so definierte Querrichtung parallel zur Querachsenrichtung der planen Rohrabschnitte, dies ist jedoch nicht zwingend, da alternativ die planen Rohrabschnitte gegenüber dieser Querrichtung bei Bedarf auch geneigt sein können.

[0009] Durch diese erfindungsgemäße Gestaltung des Umkehrbogenab-Schnitts wird erreicht, daß dessen Ausdehnung in der Stapelrichtung deutlich kleiner als die Flachrohrbreite gehalten werden kann. Dementsprechend brauchen die Zwischenräume zwischen benachbarten Flachrohren beim stapelförmigen Aufbau eines Rohrblocks aus diesen Flachrohren nicht so groß oder größer als die Flachrohrbreite gehalten werden, sondern können deutlich enger sein, was die Herstellung eines kompakten und druckstabilen Wärmeübertragers begünstigt. Zudem läßt sich der Umkehrbogenabschnitt durch relativ einfache Rohrbiegevorgänge realisieren. Das Flachrohr kann dabei einmal oder mehrmals in dieser Weise umgebogen sein, wobei sich seine Tiefenausdehnung, d.h. seine Ausdehnung in der wie oben definierten Querrichtung, mit jeder Umbiegung vergrößert. Dadurch läßt sich mit verhältnismäßig schmalen, druckstabilen Flachrohren ein beliebig tiefer, d.h. sich in der Querrichtung ausdehnender Rohrblock bilden, wobei diese Quer- oder Tiefenrichtung üblicherweise diejenige Richtung darstellt, in welcher ein zu kühlendes oder erwärmendes Medium außen an den Flachrohrflächen vorbei durch den Wärmeübertrager hindurchgeleitet wird. Dabei sind meist zusätzliche Wärmeleitrippen zwischen den in Stapelrichtung aufeinanderfolgenden Rohrblockabschnitten zur Verbesserung der Wärmeübertragung vorgesehen. Da wie gesagt die Rohrzwischenräume sehr eng gehalten werden können, lassen sich auch entsprechend niedrige wärmeleitende Wellrippen einsetzen, was gleichfalls die Kompaktheit und Stabilität eines so gebildeten Rohr-Rippenblocks verbessert.

[0010] Ein nach Anspruch 2 weitergebildetes Flachrohr ist derart umgebogen, daß die über einen jeweiligen Umkehrbogenabschnitt verbundenen, planen Rohrabschnitte in derselben oder verschiedenen, zueinander parallelen oder gegeneinander um einen vorgebbaren Kippwinkel geneigten Längsebenen liegen, und zwar in jedem Fall vorzugsweise mit einem gegenseitigen Abstand in Querrichtung zwischen 0,2mm und 20mm. Bei Verwenden von einmalig dergestalt umgebogenen Flachrohren läßt sich somit ein Rohrblock mit einer Tiefe bilden, die der doppelten Flachrohrbreite zuzüglich des besagten Abstandes zwischen den planen Rohrabschnitten entspricht. Mit mehrmals so umgebogenen Flachrohren erhöht sich die Rohrblocktiefe pro Umkehrbogenabschnitt um die Flachrohrbreite zuzüglich des besagten Querabstands der planen Rohrabschnitte. Durch die Belassung des Querabstands bilden sich entsprechende Spalte in einem mit solchen Flach-

rohren aufgebauten Rohrblock, was z.B. im Anwendungsfall eines Verdampfers einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage die Kondenswasserabscheidung erleichtert. Gegebenenfalls vorgesehene Wärmeleitrippen können sich bei Bedarf durchgängig über die ganze Rohrblocktiefe hinweg und auch etwas darüber hinaus erstrecken.

[0011] Ein nach Anspruch 3 weitergebildetes Flachrohr bildet ein Seraentinenflachrohr, indem mindestens der eine der beiden über einen Umkehrbogenabschnitt verbundenen Flachrohrteile in der Stapelrichtung zu einer Rohrserpentine gebogen ist, d.h. er besteht aus in Stapelrichtung aufeinanderfolgenden Serpentinewindungen. Mit so gestalteten Flachrohren läßt sich ein sogenannter Serpentin-Wärmeübertrager mit einer beliebigen Anzahl an in Tiefenrichtung aufeinanderfolgenden Serpentinblockteilen aufbauen.

[0012] Bei einem nach Anspruch 4 weitergebildeten Flachrohr liegen die Mündungsenden auf der gleichen oder auf gegenüberliegenden Seiten, wobei wenigstens ein Ende vorzugsweise beide Enden gegenüber dem anschließenden Mittenbereich tordiert sind. Durch diese Tordierung wird die Flachrohrquerachse in Richtung Mündungsende zur Stapelrichtung hin gedreht, so daß die Ausdehnung der Flachrohrenden in der Querrichtung kleiner als die Flachrohrbreite gehalten werden kann. Maximal erfolgt die Tordierung um 90°, so daß dann bei senkrecht zur Stapelrichtung verlaufenden planen Rohrabschnitten die Rohrenden parallel zur Stapelrichtung liegen und ihre Ausdehnung in der Querrichtung nur noch so groß wie die Flachrohrdicke ist. Dies ermöglicht eine in Tiefenrichtung eines damit aufgebauten Rohrblocks vergleichsweise enge Anordnung zugehöriger, sich an der betreffenden Rohrblockseite in Stapelrichtung erstreckender Sammel- und Verteilerkanäle.

[0013] Der Wärmeübertrager gemäß Anspruch 5 ist durch die Verwendung eines oder mehrerer der erfindungsgemäßen Flachrohre im Aufbau eines entsprechenden Rohrblocks charakterisiert, mit den oben erwähnten Eigenschaften und Vorteilen eines solchen Rohrblockaufbaus. Insbesondere läßt sich in dieser Weise ein kompakter, hoch druckstabiler Verdampfer mit relativ niedrigem Gewicht, geringem innerem Volumen und guter Kondenswasserabscheidung für eine Klimaanlage eines Kraftfahrzeuges realisieren, wobei vorzugsweise Mehrkammer-Flachrohre eingesetzt werden. Der Wärmeübertrager ist sowohl in einlagiger Bauweise, bei denen die Flachrohrabschnitte zwischen zwei Umkehrbogenabschnitten bzw. zwischen einem Umkehrbogenabschnitt und einem Flachrohrende aus einem planen, geradlinigen Rohrabschnitt bestehen, als auch in Serpentinbauweise ausführbar, bei welcher diese Flachrohrabschnitte zu einer Rohrschlange gebogen sind.

[0014] Bei einem nach Anspruch 6 weitergebildeten Wärmeübertrager befinden sich die Rohrenden der verwendeten Flachrohre und damit auch die zugehörigen Sammel- und Verteilerkanäle, nachfolgend der Einfach-

keit halber einheitlich als Sammelkanäle bezeichnet, auf gegenüberliegenden Rohrblockseiten. Die Sammelkanäle können dann von je einem Sammelkasten oder Sammelrohr gebildet sein, die an der betreffenden Rohrblockseite entlang der Stapelrichtung, auch als Blockhochrichtung bezeichnet verlaufen und der parallelen Zuführung bzw. Abführung des durch das Rohrinne geleiteten Temperiermediums zu den bzw. aus den einzelnen Flachrohren dienen.

[0015] In einer dazu alternativen Weiterbildung der Erfindung münden gemäß Anspruch 7 die Flachrohren sämtlich auf derselben Rohrblockseite. Bedingt durch die Gestaltung der Flachrohre sind dabei die beiden Rohrenden eines jeden Flachrohres zueinander in der Blocktiefenrichtung versetzt, so daß ihnen zwei entsprechend in Blocktiefenrichtung nebeneinanderliegende Sammelkanäle zugeordnet werden können. Dementsprechend erfolgen Zu- und Abführung des durch das Rohrinne geleitete Temperiermediums an derselben Wärmeübertragerseite.

[0016] In weiterer Ausgestaltung dieses Wärmeübertragertyps mit zwei nebeneinanderliegenden Sammelkanälen auf derselben Rohrblockseite ist gemäß Anspruch 8 vorgesehen, diese Sammelkanäle durch zwei getrennte Sammelrohre bzw. Sammelkästen, nachfolgend der Einfachheit halber einheitlich als Sammelrohre bezeichnet, oder durch ein gemeinsames Sammelrohr zu bilden. Letzteres läßt sich dadurch realisieren, daß ein zunächst einheitlicher Sammelrohrinnenraum mit einer Längstrennwand in die beiden Sammelkanäle abgeteilt wird, oder dadurch, daß das Sammelrohr als extrudiertes Rohrprofil mit zwei getrennten, die Sammelkanäle bildenden Hohlkammern gefertigt wird.

[0017] Bei einem nach Anspruch 9 weitergebildeten Wärmeübertrager ist wenigstens eines der beiden Sammelrohre bzw. wenigstens eine der beiden Hohlkammern eines längsgeteilten Sammelrohres durch Quertrennwände in mehrere, in Blockhochrichtung voneinander getrennte Sammelkanäle unterteilt. Dadurch wird eine gruppenweise serielle Durchströmung der Flachrohre im Rohrblock erzielt, indem das dem Rohrblock über einen ersten Sammelkanal des quergeteilten Sammelrohres bzw. der quergeteilten Hohlkammer zugeführte Temperiermedium zunächst nur in den dort mündenden Teil aller Flachrohre eingespeist wird. Der Sammelkanal, in den dieser Teil der Flachrohre mit dem anderen Rohrende mündet, fungiert dann als Umlenkanal, in welchem das Temperiermedium von den dort mündenden Flachrohren in einen weiteren, ebenfalls dort mit einem Ende mündenden Teil aller Flachrohre umgelenkt wird. Anzahl und Lage der Quertrennwände bestimmen die Einteilung der Flachrohre in nach einander durchströmte Gruppen von parallel durchströmten Flachrohren.

[0018] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Flachrohr mit einem Umkehrbogenabschnitt und tordierten Rohrenden,

5 Fig. 2 eine Seitenansicht längs des Pfeils II von Fig. 1,

Fig. 3 eine ausschnittsweise Seitenansicht eines aus Flachrohren gemäß den Fig. 1 und 2 aufgebauten Rohr/Rippenblocks eines Verdampfers,

10 Fig. 4 eine Seitenansicht längs des Pfeils IV von Fig. 3,

15 Fig. 5 eine ausschnittsweise Seitenansicht eines Rohr/Rippenblocks eines Verdampfers mit serpentinenförmigen Flachrohren,

20 Fig. 6 eine Seitenansicht längs des Pfeils VI von Fig. 5,

25 Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Flachrohres mit zwei Umkehrbogenabschnitten und

Fig. 8 eine Querschnittsansicht durch ein z.B. für den Verdampfer von Fig. 5 verwendbares Zweikammer-Sammelrohr.

30 Fig. 9 Fallvarianten 1 bis 3 zur Gestaltung des Umkehrbogenabschnittes in der Draufsicht

35 Fig. 10 Fallvarianten 1 bis 3 zur Gestaltung des Umkehrbogenabschnittes in der Seitenansicht

[0019] Das in Fig. 1 in einer Draufsicht gezeigte Flachrohr 1 ist einstückig aus einem geradlinigen Mehrkammerprofil unter Verwendung geeigneter Biegevorgänge gefertigt. Es beinhaltet zwei plane, geradlinige Rohrabschnitte 2a, 2b, die über einen Umkehrbogenabschnitt 3 miteinander verbunden sind und entgegengesetzte Durchströmungsrichtungen für ein durch die mehreren parallelen Kammern im Inneren des Flachrohres 1 hindurchgeleitetes Temperiermedium, z.B. ein Kältemittel einer Kraffahrzeug-Klimaanlage aufweisen. Einer der beiden möglichen Strömungsverläufe ist in Fig. 1 durch entsprechende Strömungspfeile 4a, 4b dargestellt. Die parallel zu den Durchströmungsrichtungen 4a, 4b verlaufenden Längsachsen 5a, 5b der beiden planen, geradlinigen Rohrabschnitte 2a, 2b definieren eine Längsrichtung x und sind in einer dazu senkrechten Querrichtung y gegeneinander versetzt. Wie insbesondere aus der Seitenansicht von Fig. 2 ersichtlich, liegen beide planen Rohrabschnitte 2a, 2b in einer gemeinsamen xy-Ebene, die senkrecht zu einer Stapelrichtung z ist, in welcher mehrere solche Flachrohre zur Bildung eines Wärmeübertrager-Rohrblocks aufeinandergesta-

pelt werden, wie unten anhand der Fig. 3 und 4 näher erläutert. Zur besseren Orientierung sind in den Fig. 1 bis 6 jeweils die entsprechenden Koordinatenachsen x, y, z eingezeichnet.

[0020] Der Umkehrbogenabschnitt 3 wird dadurch erhalten, daß das anfängliche, geradlinige Flachrohrprofil einer gewünschten Breite b auf seiner halben Länge gehalten und beide Rohrhälften jeweils in einem 90° Winkel umgeschlagen werden, so daß sie parallel zueinander senkrecht zu ihrer ursprünglichen Längsrichtung verlaufen und auf diese Weise die beiden geradlinigen Rohrabschnitte 2a, 2b des fertigen Flachrohres 1 bilden. Der Biegevorgang erfolgt dergestalt, daß sich die beiden geradlinigen, in einer Ebene liegenden Rohrabschnitte 2a, 2b mit einem je nach Anwendungsfall wählbaren Abstand a gegenüberliegen, der vorzugsweise zwischen etwa 0,2mm und 20mm beträgt, während die Flachrohrbreite b typischerweise zwischen einem und einigen wenigen Zentimetern beträgt.

[0021] Während die geradlinigen Rohrabschnitte 2a, 2b auf der einen Seite über den Umkehrbogenabschnitt 3 miteinander verbunden sind, münden sie beide auf der gegenüberliegenden Seite in Form von tordierten Rohrenden 6a, 6b aus. Die Tordierung erfolge um die jeweilige Längsmittelachse 5a, 5b, alternativ auch um eine dazu parallele Längsachse, d.h. mit einem Querversatz bezüglich der Längsmittelachse, um einen beliebigen Winkel zwischen 0° und 90°, wobei im gezeigten Fall der Torsionswinkel ca. 60° beträgt, wie besonders deutlich aus Fig. 4 ersichtlich.

[0022] Aus Fig. 2 wird deutlich, daß aufgrund der geschilderten Bildung des Umkehrbogenabschnitts 3 die Flachrohrquerachse in diesem Bereich im wesentlichen parallel zur Ebene der geradlinigen Rohrabschnitte 2a, 2b bleibt, wie explizit anhand der gestrichelten Querachse 7 deutlich wird, welche die Quermittelachse des anfänglichen Flachrohr-Rohlings und damit auch des gefertigten, umgebogenen Flachrohres 1 bildet und sich genau in der Mitte des Umkehrbogenabschnitts 3 befindet. Dies resultiert in einer nur geringen Höhe c, d.h. der Ausdehnung in der Stapelrichtung z, des Umkehrbogenabschnitts 3. Insbesondere bleibt diese Höhe c des Umkehrbogenabschnitts 3 deutlich kleiner als die Flachrohrbreite b. Dadurch können mehrere solche Flachrohre in einem Wärmeübertrager-Rohrblock mit einer Stapelhöhe übereinandergeschichtet werden, die deutlich kleiner gehalten werden kann als die Flachrohrbreite, wie die nachfolgend beschriebenen Wärmeübertragerbeispiele zeigen.

[0023] Dieser Vorteil wird in geringer werdendem Maße auch noch erreicht, wenn die Flachrohrquerachse über den Bereich des Umkehrbogenabschnitts 3 hinweg einen gewissen, spitzen Winkel mit der von den planen Rohrabschnitten 2a, 2b definierten Ebene einschließt, solange dieser Schrägwinkel einen Wert von ca. 45° nicht überschreitet. Eine weitere Modifikation des Flachrohres der Fig. 1 und 2 kann darin bestehen, daß die beiden planen Rohrabschnitte 2a, 2b nicht wie

gezeigt in einer Ebene, sondern in zwei zueinander versetzten xy-Ebenen liegen oder aber der eine gegenüber dem anderen Rohrabschnitt um seine Längsachse um einen vorgebbaren Kippwinkel verdreht ist. In jedem Fall ist die Querrichtung y dadurch definiert, daß sie sowohl zur Längsrichtung x der geradlinigen Rohrabschnitte als auch zur Rohrblock-Stapelrichtung z senkrecht ist.

[0024] Die Fig. 3 und 4 zeigen einen Anwendungsfall für den Flachrohrtyp der Fig. 1 und 2 in Form eines Rohr-/Rippenblocks eines Verdampfers, wie er insbesondere in Kraftfahrzeug-Klimaanlagen verwendbar ist. Es versteht sich, daß sich der ausschnittsweise gezeigte Wärmeübertrager je nach Auslegung auch für beliebige andere Wärmeübertragungszwecke einsetzen läßt.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, beinhaltet dieser Verdampfer zwischen zwei endseitigen Deckblechen 9, 10 einen Stapel mehrerer Flachrohre 1 gemäß Fig. 1 und 2 mit zwischenliegenden, wärmeleitfähigen Wellrippen 8. Die Höhe der Wärmeleitrippen 8 entspricht ungefähr der Höhe c der Flachrohr-Umkehrbogenabschnitts 3 und ist damit deutlich kleiner als die Flachrohrbreite b.

[0025] Wie deutlicher aus Fig. 4 zu erkennen, wird durch die Verwendung des Flachrohres der Fig. 1 und 2 ein Rohr-Rippenblock mit in der Tiefe, d.h. in y-Richtung, zweiteiliger Struktur gebildet, wobei in jedem der beiden Blockteile jeweils die Rohrabschnitte mit gleicher Durchströmungsrichtung in der Stapelrichtung z übereinanderliegen. Zwischen den beiden Blockteilen ist ein dem Abstand a der beiden geradlinigen Rohrabschnitte 2a, 2b eines jeden Flachrohres 1 entsprechender Spalt gebildet. Die Wellrippen 8 erstrecken sich einteilig über die gesamte Flachrohrtiefe und damit auch über diesen Spalt hinweg, wobei sie zu beiden Seiten, d.h. an der Vorder- und an der Rückseite des Blocks, nach Bedarf überstehen können. Die Blockvorderseite ist hierbei dadurch definiert, daß sie von einem außenseitig über die Verdampferoberflächen hinweggeleiteten, zweiten Temperiermedium, z.B. zu kühlende Zuluft für einen Fahrzeuginnenraum, in der Rohrquerrichtung y, d.h. in Blocktiefenrichtung, angeströmt wird.

[0026] Wie aus Fig. 4 weiter ersichtlich, ist die Quererstreckung d der Flachrohrmündungsenden aufgrund ihrer Tordierung geringer als die Flachrohrbreite b. Dies erleichtert den Anschluß zweier zugehöriger, in den Fig. 3 und 4 nicht gezeigter Sammelkanäle. Denn diese können z.B. jeweils von einem Sammelkasten bzw. Sammelrohr gebildet sein, dessen Quererstreckung in y-Richtung nicht größer als die Flachrohrbreite b zu sein braucht und in seinem Durchmesser bei einem Torsionswinkel der Flachrohrenden von ca. 90° sogar nur noch wenig größer als die Flachrohrdicke zu sein braucht. Es ist daher problemlos möglich, zwei Sammelrohre auf der betreffenden Rohrblockseite nebeneinanderliegend in Stapelrichtung z verlaufend anzuordnen, um jeweils eines der beiden Enden jedes Flachrohres 1 aufzunehmen. Alternativ kann ein gemeinsames Sammelrohr für beide Stapelreihen der Rohrenden 6a, 6b vorgesehen sein, das mittels einer Längstrennwand in

die zwei benötigten, getrennten Sammelkanäle unterteilt ist. Die im Beispiel gezeigte Tordierung der Rohrenden um ca. 60° ermöglicht es, daß das relativ enge Aufeinanderfolgen der einlagigen Flachrohre 1 im Stapel mit der besagten, gegenüber der Flachrohrbreite b geringeren Stapelhöhe c nicht behindert wird.

[0027] Es zeigt sich, daß der Verdampfer mit dem so gebildeten Rohr-/Rippenblock in kompakter Bauform und sehr druckstabil realisierbar ist und dabei einen hohen Wärmeübertragungs-Wirkungsgrad aufweist. Durch das Umbiegen der Flachrohre zu zwei in der Blocktiefe versetzten Rohrabschnitten 2a, 2b kann mit relativ schmalen Flachrohren eine Wärmeübertragungsleistung erzielt werden, für die ansonsten mindestens etwa doppelt so breite, nicht gebogene Flachrohre erforderlich wären. Gleichzeitig wird durch die einmalige Flachrohrumlenkung erreicht, daß das durch das Rohrinnere hindurchzuführende Temperiermedium auf ein und derselben Rohrblockseite zu- und abgerührt werden kann, was in manchen Anwendungsfällen vorteilhaft ist.

[0028] In den Fig. 5 und 6 ist ein Ausführungsbeispiel in Serpentinbauweise gezeigt. Die Ausschnittsansicht von Fig. 5 zeigt dabei eines von mehreren Serpentin-Flachrohren 11, die zur Bildung des dortigen Serpentinrohrblocks in beliebiger, gewünschter Anzahl übereinandergestapelt sind. Das hierfür verwendete Serpentin-Flachrohr 11 ist weitgehend baugleich mit demjenigen der Fig. 1 und 2, mit der Ausnahme, daß sich beidseits des zu demjenigen der Fig. 1 und 2 gleichartigen Umkehrbogenabschnitts 3' jeweils nicht nur ein geradliniger, einlagiger Rohrabschnitt, sondern ein mehrfach serpentinförmig gewundener Rohrschlangenabschnitt 12a, 12b anschließt, die sich somit wiederum in Blocktiefenrichtung um einen entsprechenden Spalt versetzt gegenüberstehen, wie aus Fig. 6 deutlicher zu ersehen. Die Serpentinwindungen 13 des jeweiligen Rohrschlangenabschnitts 12a, 12b sind wie üblich durch Umbiegen des Flachrohrs an der betreffenden Stelle um die dortige Rohrquerachse um einen Winkel von 180° gebildet. Zwischen den einzelnen Rohrschlangenwindungen 13 sowie zwischen aufeinanderfolgenden Serpentin-Flachrohren 11 sind wärmeleitfähige Wellrippen 14 durchgehend von der Blockvorderseite bis zur Blockrückseite mit optionalem Überstand eingebracht. Es versteht sich, daß hier wie auch im Beispiel der Fig. 3 und 4 stattdessen je eine Wellrippenreihe für jeden der beiden in Blocktiefenrichtung versetzten Rohrblockreihen vorgesehen sein kann, wobei in diesem Fall auch der Spalt zwischen den beiden Blockreihen frei bleiben kann. Statt dieser hälftigen Teilung mit zwei gleich breiten Wellrippen können über die Rohrblocktiefe hinweg in jeder Wellrippenschicht selbstverständlich eine beliebige andere Anzahl von Wellrippen und/oder Wellrippen mit unterschiedlicher Breite eingesetzt werden, z.B. eine erste, sich über zwei Drittel der Rohrblocktiefe erstreckende und eine zweite, sich über das restliche Drittel der Rohrblocktiefe erstrek-

kende Wellrippe. In jedem Fall begünstigt der Spalt die Kondenswasserabscheidung des Verdampfers.

[0029] Wie aus den Fig. 5 und 6 zu erkennen, entspricht auch in diesem Beispiel die Höhe der Wärmeleitrippen 14 und damit der Stapelabstand benachbarter, geradliniger Flachrohrabschnitte sowohl innerhalb eines Serpentin-Flachrohres 11 als auch zwischen zwei benachbarten Serpentin-Flachrohren in etwa der gegenüber der Flachrohrbreite b deutlich geringeren Höhe c des Umkehrbogenabschnitts 3'. Die in diesem Fall gewählte Tordierung der wiederum auf derselben Blockseite mündenden Flachrohrenden 15a, 15b von 90° kollidiert mit dieser geringen Stapelhöhe nicht, da die Serpentin-Flachrohre aufgrund ihrer Rohrschlangenabschnitte 12a, 12b insgesamt jeweils eine gegenüber der Flachrohrbreite größere Höhe in Stapelrichtung z aufweisen. Die rechtwinklige Tordierung der Enden 15a, 15b um 90° ermöglicht, wie erwähnt, die Verwendung besonders schmaler Sammelkanäle bzw. diese bildende Sammelrohre. In Fig. 5 ist ein solches vorderseitiges Sammelrohr 16 dargestellt, in das die vordere Reihe der Flachrohrenden einmündet, während dieses sowie das parallel danebenliegende Sammelrohr für die hintere Reihe der Flachrohrenden in Fig. 6 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind.

[0030] Im Unterschied zum Verdampfer in einlagiger Flachrohrbauweise gemäß den Fig. 3 und 4 befindet sich beim Verdampfer in Serpentinbauweise der Fig. 5 und 6 der Umkehrbogenabschnitt 3' auf derselben Rohrblockseite wie die tordierten Rohrenden 15a, 15b. Durch die zwischenliegenden Serpentinrohrschlangenwindungen 13 behindern sich die in Stapelrichtung aufeinanderfolgenden tordierten Rohrenden 15a, 15b und Umkehrbogenabschnitte 3' nicht.

[0031] Zu den beiden gezeigten Flachrohrgestaltungen sind zahlreiche weitere Alternativen möglich. So kann das Flachrohr zwei oder mehr Umkehrbogenabschnitte und dementsprechende Umlenkungen aufweisen. Ein Beispiel mit zwei aufeinanderfolgenden Umkehrbogenabschnitten 17, 18 ist schematisch anhand des zugehörigen Durchströmungspfad in Fig. 7 dargestellt. Vom einen Flachrohrende 19 erstreckt sich ein erster geradliniger Rohrabschnitt 20 zum gegenüberliegenden ersten Umkehrbogenabschnitt 17, wo er in einen zurückkehrenden, zweiten geradlinigen Flachrohrabschnitt 21 übergeht, der am wiederum gegenüberliegenden zweiten Umkehrbogenabschnitt 18 in einen dritten geradlinigen Rohrabschnitt 22 übergeht, der sich zum anderen Flachrohrende 23 erstreckt. Dieses Flachrohr eignet sich somit zum Aufbau eines in der Blocktiefe dreiteiligen Wärmeübertrager-Rohrblocks in einlagiger Bauweise, d.h. die geradlinigen Rohrabschnitte 20, 21, 22 befinden sich im wesentlichen in einer Blockebene. Die beiden Enden 19, 23 jedes Flachrohrs münden dabei an gegenüberliegenden Blockseiten, an denen somit je ein Sammelrohr anzuordnen ist. Pro weiterem, möglichem Umkehrbogenabschnitt kommt ein zusätzlicher geradliniger Flachrohrabschnitt in der

Blocktiefenrichtung hinzu, und außerdem wechselt jeweils die Lage des einen zum anderen Flachrohrende und damit die Positionierung der beiden zugehörigen Sammelkanäle zwischen einer gleichseitigen und einer sich gegenüberliegenden Position.

[0032] In entsprechender Weise kann auch das Serpentina-Flachrohr 11 von Fig. 5 dahingehend modifiziert werden, daß durch mindestens eine weitere Serpentina-Flachrohrwindung im einen und/oder im anderen Serpentina-Flachrohrabschnitt das betreffende Flachrohrende auf der dem Umkehrbogenabschnitt gegenüberliegenden Blockseite zu liegen kommt. In einer weiteren Realisierung kann ein Serpentina-Flachrohr der Art von Fig. 5, jedoch mit einem oder mehreren zusätzlichen Umkehrbogenabschnitten vorgesehen sein, um damit analog z.B. von Fig. 7 einen in Blocktiefenrichtung mindestens dreiteiligen Rohrblock für einen Serpentina-Wärmeübertrager aufzubauen. Je nach Anwendungsfall können die Flachrohrenden auch untordiert belastet werden.

[0033] In denjenigen Ausführungsbeispielen, in denen die Flachrohrenden auf derselben Blockseite ausmünden, kann statt zweier Sammelrohre oder eines gemeinsamen Sammelrohrs, in das bei der Herstellung eine Längstrennwand separat eingebracht wird, ein Zweikammer-Sammelrohr verwendet werden, welches bereits im Fertigungsstadium zwei getrennte, längsverlaufende Hohlkammern aufweist. Ein solches Sammelrohr 24 ist im Querschnitt in Fig. 8 dargestellt. Es ist aus einem extrudierten Profil gefertigt und beinhaltet integral zwei voneinander getrennte Längskammern 25, 26, welche die Sammelkanäle für den betreffenden Wärmeübertrager bilden. Dazu sind, wie auch in den anderen Sammelrohrausführungen, geeignete umfangsseitige Schlitze in das Sammelrohr 24 einzubringen, in welche die Flachrohrenden dicht eingefügt werden.

[0034] Je nach Wärmeübertragertyp können zudem Sammelrohre verwendet werden, die mittels entsprechender Querwände mehrere, in der Blockhochrichtung z voneinander getrennte Sammelkanäle beinhalten. Dadurch werden die Flachrohre im Rohrblock zu mehreren Gruppen derart zusammengefaßt, daß die Rohre einer Gruppe parallel und die verschiedenen Rohrgruppen seriell durchströmt werden. Ein zugeführtes Temperiermedium strömt von einem eintrittsseitigen Sammelkanal in die Gruppe der dort mündenden Flachrohre und gelangt dann an deren anderem Ende in einen als Umlenkraum fungierenden Sammelkanal, in den neben dieser ersten Gruppe eine zweite Flachrohrgruppe einmündet, in die das Temperiermedium dann umgelenkt wird. Dies kann durch entsprechende Positionierung der Querwände in einem oder beiden Sammelrohren in beliebiger Weise bis zu einem austrittsseitigen Sammelkanal fortgesetzt werden, über den das Temperiermedium dann den Rohrblock verläßt.

[0035] Die obige Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele zeigt, daß sich mit den erfindungsgemäßen Flachrohren sehr kompakte, druckstabile Flach-

rohrblöcke in einlagiger Bauweise oder Serpentina-Flachrohrbauweise mit hohem Wärmeübertragungsvermögen herstellen lassen. Damit hergestellte Wärmeübertrager eignen sich z.B. auch für mit vergleichsweise hohem Druck arbeitende CO₂-Klimaanlagen, wie sie zunehmend für Kraftfahrzeuge in Betracht gezogen werden.

[0036] In Fig. 9 und Fig. 10 wird die Ausgestaltung des Umkehrbogenabschnittes zur Verdeutlichung in Draufsicht und Seitenansicht dargestellt.

[0037] Es wird klargestellt, wo und wie der Winkel im Bereich des Umkehrbogenabschnitts (3) zur Flachrohrquerachse (7) gemessen werden soll.

[0038] Die Darstellung des Umkehrbogenabschnitts (3) aus Fig. 1 wird in den Figuren 9 und 10 technisch exakt präzisiert. Insbesondere ist klarzustellen, dass die Flachrohrquerachse im Bereich des Umkehrbogenabschnitts (3) einer geraden Linie entspricht.

[0039] Im Folgenden wird zur Veranschaulichung des Bereichs des erfindungsgemäßen Gegenstandes dieser in den zwei Extremdarstellungen, einmal mit einem Winkel α_1 von 0° und einmal mit einem Winkel α_3 von 45° sowie einer Darstellung bei einem Winkel α_2 von ca. 30°, dargestellt.

[0040] In Fig. 9 und Fig. 10 sind diese drei Fallvarianten jeweils durch die Indizierung 1 bis 3 angezeigt. Die Fallvariante 1 stellt dabei die bereits in Fig. 1 und Fig. 2 skizzierte Lösung dar, nach welcher der Winkel $\alpha_1 = 0^\circ$ beträgt.

[0041] Bei dieser ersten Realisierung der Erfindung wird das Flachrohr durch Biegung entlang einer Geraden (G1) mit einem Winkel von 45° zur Längsachse (5) des Flachrohres und im rechten Winkel mit Bezug auf die Längsachse (5) umgelenkt, und nach einer abermaligen Umlenkung im Winkel von 90° mit Bezug auf die Längsachse (5) verläuft das Flachrohr dann in entgegengesetzter Richtung aus dem Umkehrbogenabschnitt (3) heraus.

[0042] Die sich ergebende Außenkontur ist charakterisiert durch den Winkel von 45°, mit welchem sich in der Draufsicht gemäß Fig. 9 die Biegekante (G1) im Verhältnis zur Längsachse (5) darstellen lässt.

[0043] Folgt man der Außenkante des Flachrohres, so verläuft diese zunächst waagrecht und anschließend im rechten Winkel dazu senkrecht nach unten, um wiederum waagrecht dazu in entgegengesetzter Richtung aus dem Umkehrbogenabschnitt (3) herauszulaufen.

[0044] In Fig. 10 ist dazu die Seitenansicht des Flachrohrs dargestellt, welche der Ansicht des linken Teils von Fig. 2 entspricht. Dabei nimmt der Winkel im Umkehrbogenabschnitt, mit α_1 bezeichnet, die Größe von 0° ein. Dies entspricht der Parallelverschiebung durch Biegung und erneuter Parallelverschiebung nach erneuter Biegung in die Ebene des ursprünglichen Flachrohrquerschnitts (7).

[0045] Die sich ergebende Höhe C1 ist dabei erfindungsgemäß im Minimum praktisch die doppelte Dicke des Flachrohres.

[0046] Das andere erfindungsgemäß offenbarte Extrem des in Fig. 10 mit α_3 bezeichneten Winkels von 45° wird erreicht, indem der Umkehrbogenabschnitt 3.3 in Fig. 9 vergrößert wird, wobei die Konturlinie U3 im Umkehrbogenabschnitt eine relativ stark gekrümmte Linie ausbildet, im Gegensatz zur als Geraden U1 bei einem Winkel α_1 von 0° ausgebildeten Linie.

[0047] Die Darstellung in Fig. 10 zeigt die Seitenansicht und verdeutlicht den Verlauf des Flachrohrs, welches im Unterschied zur Ausführung mit $\alpha_1 = 0^\circ$ nicht so stark geknickt wird, was zur Folge hat, dass die Strömungsbeeinflussung in den einzelnen Kanälen des Flachrohres weniger stark ist.

[0048] Weniger vorteilhaft ist an dieser Ausgestaltung, dass die Höhe c3 des Umkehrbogenabschnittes nach Fig. 10 damit maximal ist.

[0049] Die Darstellung eines zwischen α_1 und α_3 liegenden Winkels α_2 ist in Fig. 9 mit dem Umkehrbogenabschnitt 3.2 skizziert, wobei die Konturlinie U2 weniger stark gekrümmt ist als die Konturlinie U3, jedoch nicht eine Gerade darstellt, wie die Konturlinie U1. Folglich ist gemäß Fig. 10 die Höhe c2 zwischen der Höhe C1 und der Höhe C3 anzusiedeln.

[0050] Betrachtet man nun diese drei erfindungsgemäßen Ausgestaltungen, so wird in der Draufsicht in Fig. 9 deutlich, dass streng genommen, die Konturen in der Draufsicht im Bereich des Umkehrbogenabschnitts 3 jeweils Geraden darstellen, welche klar und eindeutig durch ihren Winkel zu einer Ebene charakterisiert werden können.

[0051] Die Darstellung in Fig. 9 folgt der theoretischen Vorstellung, dass beim Formvorgang des Umkehrbogenabschnitts (3) eine torsionsähnliche Verformung um die in Fig. 9 dargestellte innere Konturlinie des Flachrohrs ausgeführt wird. Betrachtet man die entstehende Geometrie differenziell, so bleibt die Flachrohrquerachse (7) immer eine Gerade.

[0052] Der Winkel der Geraden bzw. der Flachrohrquerachse (7) lässt sich somit korrekt jederzeit zur x/y-Ebene (2a, b) bestimmen. Gleichfalls korrekt formuliert lässt sich unter der theoretischen Annahme der Flachrohrquerachse (7) als Geraden der Winkel einer beliebigen differenziellen Flachrohrquerachse (7) exakt zu einer zur Stapelrichtung z senkrechten Ebene in dem angegebenen Winkelbereich von 0 bis 45° bestimmen.

[0053] Die obige Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele zeigt, daß sich mit den erfindungsgemäßen Flachrohren sehr kompakte, druckstabile Flachrohrblöcke in einlagiger Bauweise oder Serpentinbauweise mit hohem Wärmeübertragungsvermögen herstellen lassen. Damit hergestellte Wärmeübertrager eignen sich z.B. auch für mit vergleichsweise hohem Druck arbeitende CO₂-Klimaanlagen, wie sie zunehmend für Kraftfahrzeuge in Betracht gezogen werden.

Patentansprüche

1. Flachrohr für einen Wärmeübertrager-Rohrblock, insbesondere für einen Rohrblock eines Verdampfers einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage, mit

- wenigstens einem Umkehrbogenabschnitt (3), in welchem es derart umgebogen ist, daß seine beiden daran anschließenden, planen Rohrabschnitte (2a, 2b) in Längsrichtung mit entgegengesetzten Durchströmungsrichtungen (4a, 4b) und mit gegeneinander mindestens in Querrichtung (y) versetzten Längsachsen (5a, 5b) verlaufen,

dadurch gekennzeichnet, daß

- der Umkehrbogenabschnitt (3) dergestalt gebildet ist, daß in diesem Bereich die Flachrohrquerachse (7) einen Winkel von höchstens 45° mit einer zur Längsrichtung (x) und Querrichtung (y) parallelen, zu einer Stapelrichtung (z) senkrechten Ebene einschließt.

2. Flachrohr nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden, an den Umkehrbogenabschnitt (3) anschließenden, planen Rohrabschnitte (2a, 2b) in einer gemeinsamen oder in zueinander parallelen Ebenen senkrecht zur Stapelrichtung (z) liegend oder gegeneinander um einen vorgebbaren Kippwinkel um eine Längsachse verdreht angeordnet sind, bevorzugt mit einem Abstand in Querrichtung (y) zwischen 0,2mm und 20mm.

3. Flachrohr nach Anspruch 1 oder 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens einer seiner beiden, über den Umkehrbogenabschnitt (3') miteinander verbundenen Teile eine in Stapelrichtung (z) gewundene Rohrserpentine (12a, 12b) bildet.

4. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** seine beiden Enden auf derselben oder auf gegenüberliegenden Seiten liegen und wenigstens eines der beiden Rohrenden um einen Winkel zwischen 0° und 90° tordiert ist.

5. Flachrohr-Wärmeübertrager, insbesondere Verdampfer für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage, mit

- einem Rohrblock mit einem oder mehreren in einer Stapelrichtung (z) übereinandergestapelten Flachrohren und
- seitlich am Rohrblock entlang der Stapelrichtung (z) verlaufend angeordneten Sammelkanälen, in welche die Flachrohre mit je einem Ende münden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- der Rohrblock ein oder mehrere Flachrohre (1, 11) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 beinhaltet. 5
- 6. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 5, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden (19, 23) eines jeden Flachrohres und die zugehörigen Sammelkanäle auf gegenüberliegenden Rohrblockseiten liegen. 10
- 7. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 5, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden (6a, 6b; 15a, 15b) eines jeden Flachrohres und die zugehörigen Sammelkanäle in Rohrblocktiefenrichtung (y) versetzt auf derselben Rohrblockseite liegen. 15
- 8. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 7, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sammelkanäle von zwei separaten Sammelrohren oder einem gemeinsamen, mit einer Längstrennwand versehenen Sammelrohr oder von einem gemeinsamen, aus einem extrudierten Rohrprofil mit zwei getrennten Hohlkammern (25, 26) gefertigten Sammelrohr (24) gebildet sind. 20 25
- 9. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 5 bis 8, weiter **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens ein Sammelrohr durch Quertrennwände in mehrere, in Blockhochrichtung (z) getrennte Sammelkanäle unterteilt ist. 30
- 10. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 5 bis 9, weiter **gekennzeichnet durch** zwischen geradlinigen, in Stapelrichtung (z) benachbarten Abschnitten der Flachrohre (1, 11) eingefügte Wellrippen (8, 14), wobei in der jeweiligen Wellrippenschicht eine sich über die gesamte Rohrblocktiefe erstreckende Wellrippe oder mehrere, in Rohrblocktiefenrichtung (y) nebeneinanderliegende Wellrippen gleicher oder unterschiedlicher Breite vorgesehen sind. 35 40

Claims

- 1. Flat pipe for a heat-exchanging duct especially for an evaporator duct of an automobile air conditioning system with: 50
 - at least one U-bend section (3) bent so that both of its flat pipe-sections (2a, 2b) run lengthwise with opposing through-flow direction (4a, 4b) and with the opposing, at least in transverse direction (y), offset longitude axis (5a, 5b), 55

characterised in that,

- the u-bend section (3) is constructed in such a way that this area of the flat pipe transverse axis (7) encloses an **angle** of at most 45° from a plane parallel to both the longitudinal direction (x) and traverse direction (v) and perpendicular to the stacking direction (z).
- 2. Flat pipe, according to claim 1, is further **characterised in that** both of the flat pipe sections (2a, 2b) that connect to the u-bend pipe section (3) are located in the same plane or a parallel that is perpendicular to the stacking direction (z) or twisted against each other, around a predefinable tilt angle, around an axis of longitude, with a preferred gap in the transverse direction (y) of 0.2mm and 20mm.
- 3. Flat pipe according to claim 1 or 2, further **characterised in that** at least one of both of its parts, connected to each other via the u-bend section (3'), creates a serpentine coil (12a, 12b) twisted in the stacking direction (z).
- 4. Flat pipe according to the claims 1 to 3, further **characterised in that** both of its ends lie on the same or opposite sides and at least one of the pipe ends is twisted around an angle between 0° und 90 °.
- 5. Flat pipe heat exchanger especially an evaporator for the air conditioning system of an automobile with:
 - a duct with one or more flat pipes, stacked on top of one another, in one stacking direction (z) and
 - collecting channels located on the side of the duct parallel to, the stacking direction, into which, in each case, one end of the flat pipe flows,

characterised in that

- the duct contains one or more flat pipes (1, 11) according to one of the claims 1 to 4.
- 6. Flat pipe heat exchanger according to claim 5, further **characterised in that** the ends (19, 23) of each flat pipe and the corresponding collecting channel lie on opposite sides of the duct.
- 7. Flat pipe heat exchanger according to claim 5, further **characterised in that** the ends (6a, 6b 15a, 15b) of each of the flat pipes and the corresponding collecting channels are located on the same side of the duct and are parallel to the direction of the depth of the duct (y).
- 8. Flat pipe heat exchanger according to claim 7 fur-

ther **characterised in that** the collecting channels are constructed of two separate collection pipes, or a common collecting pipe, with a lengthwise separating wall or a common collecting pipe (24), constructed of an extruded pipe profile with two separate hollow chambers (25, 26).

9. Flat pipe heat exchanger according to one of the claims 5 to 8 further **characterised in that** at least one collecting pipe is subdivided, by transverse separating walls, into several, separate collecting channels mounted in the height direction (z) of the duct.
10. Flat pipe heat exchanger according to one of the claims 5 to 9 further **characterised by** straight fitted corrugated fins inserted between a straight flat pipe sections (1, 11) next to each other in the stacking direction (z), whereby in each corrugated fin layer, there is one corrugated fin that stretches over the entire duct depth or several corrugated fins, laying next to each other in the depth direction of the duct, of same or differing widths.

Revendications

1. Tube plat pour un bloc-tube d'un échangeur de chaleur, en particulier pour un bloc-tube d'un évaporateur destiné à une installation de climatisation pour véhicules automobiles, comprenant au moins une partie coudée en U (3), le cintrage étant exécuté de telle sorte que ses deux parties planes de tube (2a, 2b) se raccordant à ladite partie coudée cheminent, dans le sens longitudinal, dans des directions de passage (4a, 4b) opposées et des axes longitudinaux (5a, 5b) décalés l'un par rapport à l'autre au moins dans le sens transversal (y), **caractérisé en ce que** la partie coudée en U (3) est conçue de telle sorte que dans cette zone, l'axe transversal (7) du tube plat présente un angle de 45° maximum avec un niveau perpendiculaire à un sens d'empilement (z) et parallèle aux sens longitudinal (x) et sens transversal (y).
2. Tube plat selon la revendication 1, en outre **caractérisé en ce que** les deux parties planes de tube (2a, 2b) se raccordant à la partie coudée en U (3) sont, à un même niveau ou à des niveaux parallèles les uns aux autres, perpendiculairement au sens d'empilement (z), disposées horizontalement ou l'une contre l'autre, vrillées autour d'un axe longitudinal, suivant un angle d'inclinaison qu'il est possible de préalablement définir, de préférence avec un espace, dans le sens transversal (y), compris entre 0,2 mm et 20 mm.
3. Tube plat selon la revendication 1 ou 2, en outre

caractérisé en ce qu'au moins une de ses deux parties reliées ensemble par le biais de la partie coudée en U (3) forme un serpentin tubulaire (12a, 12b) spiralé dans le sens d'empilement (z).

4. Tube plat selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, en outre **caractérisé en ce que** ses deux extrémités sont sur les mêmes cotés ou se faisant face et qu'au moins une des deux extrémités du tube est courbée suivant un angle compris entre 0° et 90°.
5. Echangeur de chaleur à tube plat, en particulier, évaporateur destiné à une installation de climatisation pour véhicules automobiles, comprenant un bloc-tube avec un ou plusieurs tubes plats, superposés dans un sens d'empilement (z) et des collecteurs disposés latéralement au bloc-tube et longitudinalement au sens d'empilement (z), dans lesquels chacune des extrémités des tubes plats sont ouvertes, **caractérisé en ce que** le bloc-tube comprend un ou plusieurs tube(s) plat(s) (1, 11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.
6. Echangeur de chaleur à tube plat selon la revendication 5, en outre **caractérisé en ce que** les extrémités (19, 23) de chacun des tubes plats et les collecteurs associés sont sur les cotés du bloc-tube se faisant face.
7. Echangeur de chaleur à tube plat selon la revendication 5, en outre **caractérisé en ce que** les extrémités (6a, 6b, 15a, 15 b) de chacun des tubes plats et les collecteurs associés sont dans le sens de la profondeur du bloc-tube (y) décalés sur le même côté du bloc-tube.
8. Echangeur de chaleur à tube plat selon la revendication 7, en outre **caractérisé en ce que** les collecteurs sont formés de deux tubes-collecteurs séparés ou d'un tube-collecteur commun, pourvu d'une séparation longitudinale, ou d'un tube-collecteur (24) commun, fabriqué à partir d'un profilé tubulaire extrudé présentant deux chambres creuses séparées (25, 26).
9. Echangeur de chaleur à tube plat selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, en outre **caractérisé en ce qu'**au moins un tube-collecteur est divisé, par des parois transversales, en plusieurs collecteurs séparés dans le sens de la hauteur du bloc (z).
10. Echangeur de chaleur à tube plat selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, en outre caractérisé en des nervures ondulées (8, 14), insérées entre des parties des tubes plats (1, 11), rectilignes et adjacentes dans le sens d'empilement (z), sachant

qu'il est prévu, dans chaque couche de nervures ondulées, une nervure ondulée s'étendant sur toute la profondeur du bloc-tube ou plusieurs nervures ondulées, juxtaposées dans le sens de la profondeur du bloc-tube (y), de largeurs identiques ou différentes. 5

10

15

20

25

30

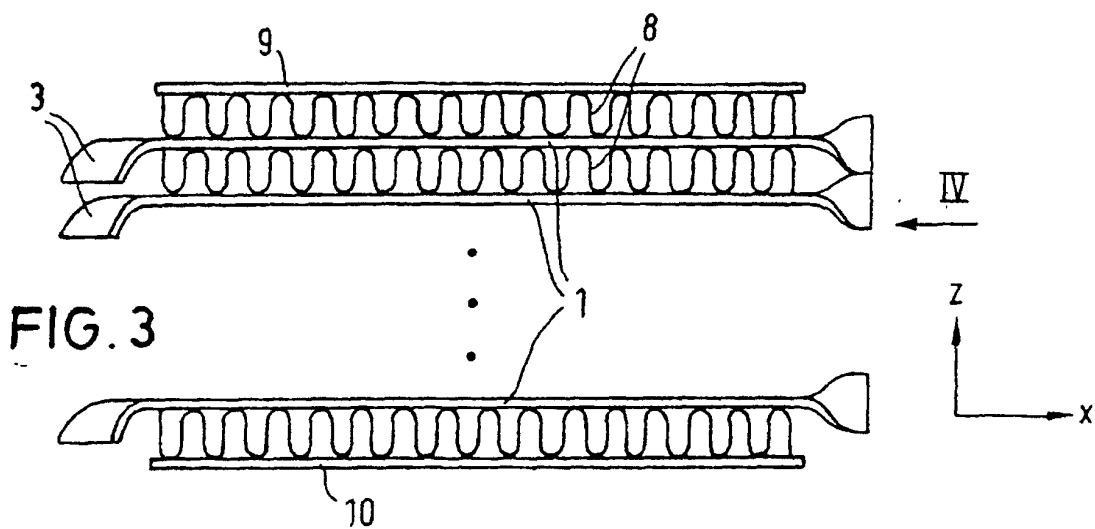
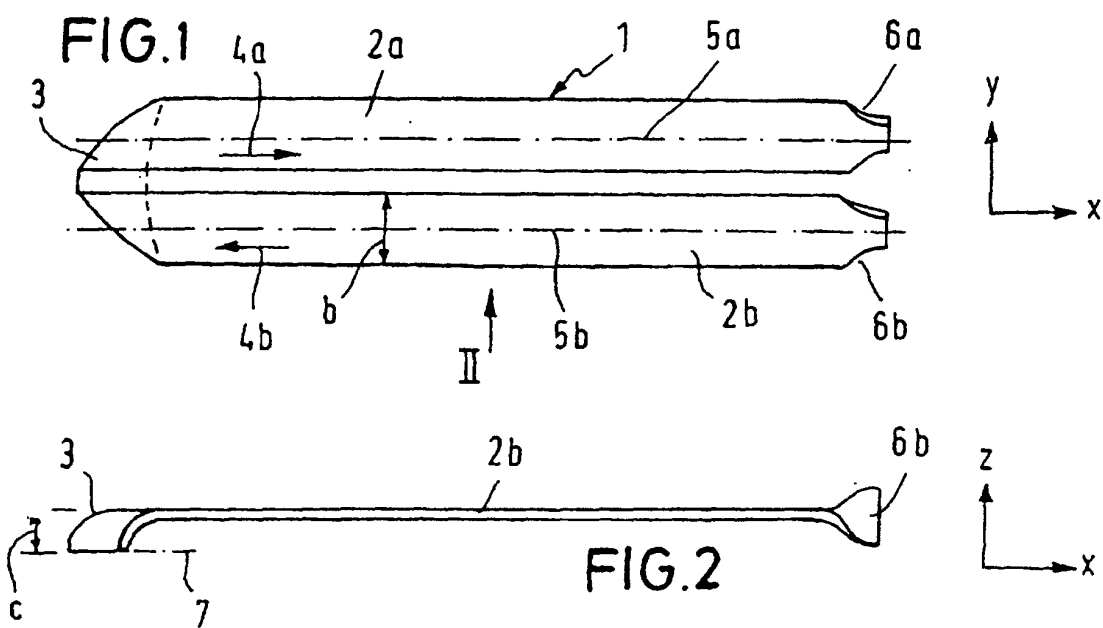
35

40

45

50

55



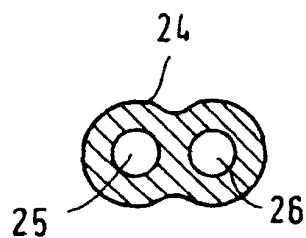
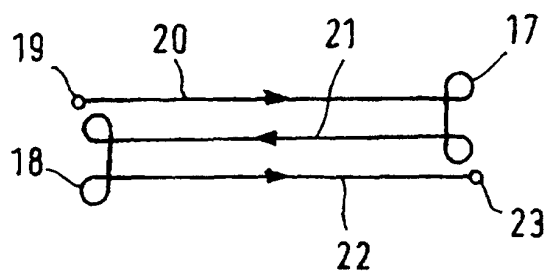
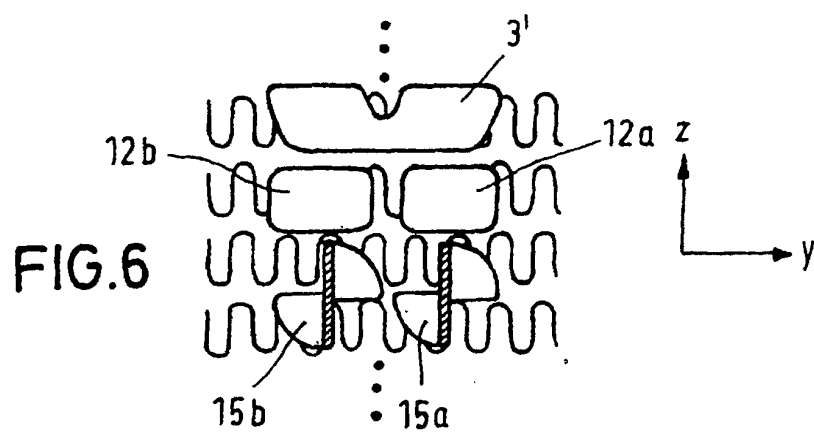
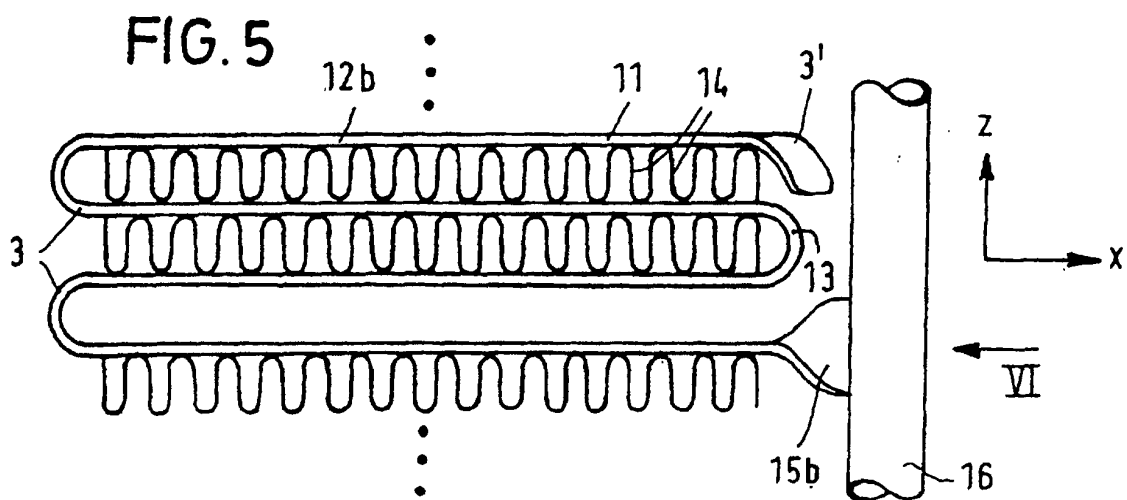


Fig. 9

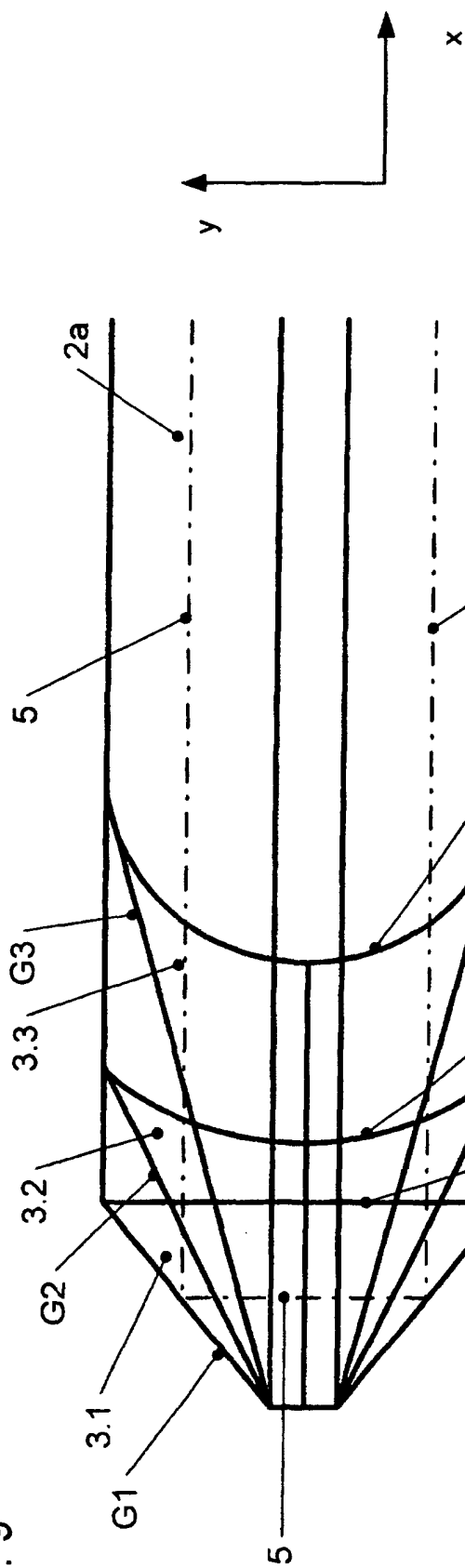


Fig. 10

